Т 66
135

В. ЛУНКЕВИЧ

НАУКА О ЖИЗНИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

57342

В. В. ЛУНКЕВИЧ

Т 66/135

НАУКА О ЖИЗНИ

ПЯТОЕ ИЗДАНИЕ
ПЕРЕРАБОТАННОЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ОСТАВЛЕНО

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА ★ 1928 ★ ЛЕНИНГРАД

Государственное издательство
типография
ПЕЧАТНЫЙ ДВОР
Ленинград
Гатчинская ул. 26

Ленинградский
БИБЛИОТЕКА
имени
В. И. Ленина
9р 16631-40

2011138807

Н, 10. Гиз № 19521
Ленинградский Областлит № 51734
27 л. Тираж 5000

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
I. Кровь	7
II. Кровообращение	29
III. Воздух и легкие	54
IV. Дыхание	74
V. Пища	85
VI. Пищеварение	117
VII. Разрушение и обновление	161
VIII. Работа и тепло	207
IX. Гормоны — регуляторы жизни	226
X. Движение и ощущение	262
XI. Органы чувств	296
XII. Рефлексы	340
XIII. Мозг и его работа	364
XIV. «Тайны» мозговой коры	386

ОТ АВТОРА

(Предисловие к пятому изданию).

Настоящее, пятое, издание этой книги существенно разнится от предыдущего и содержанием и объемом. Все главы тщательно просмотрены и переработаны согласно новейшим данным физиологии. Сделано много существенных дополнений в главах, трактующих о пище, пищеварении, обмене веществ и нервной системе. Написана новая глава о гормонах. Дано возможно полное изложение учения об условных рефлексах. Приложен ряд новых рисунков и заменена часть старых.

В основу книги положены руководства по физиологии человека Гедона, Глея, Данилевского, Ландуа, Мунка, Тигерштедта, Фредерика и др.; а при изложении отдельных специальных вопросов автор пользовался, главным образом, следующими работами:

1. Abderhalden — Lehrbuch der physiologischen Chemie, 2 тома. — 1925 г.
2. Абдергальден.[1] — Основы учения о питании. 1922 г.
3. Бернар Клод*. — Жизненные явления, общие животным и растениям.
4. Гессе. — Тело животного как самостоятельный организм.
5. Hertwig Oscar. — Allgemeine Biologie. 1923 г. (7-е изд.).
6. Завадовский М. — Пол и развитие его признаков. 1922 г.
7. Flechsig. — I. Gehirn und Seele. II. Localisation der geistigen Vorgänge.
8. Loeb J. — Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und vergleichende Psychologie.
9. Максимов А. — Основы гистологии. 1* и 2 ч. 1917 — 1918 г.
10. Палладин А.* — Основы питания. 1922 г.

[1] Есть русский перевод.

11. Павлов И.* — Лекции о работе главных пищеварительных желез. 1924 г.
12. Его же.* — Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных. 1925 г.
13. Рубнер.* — Питание и пищевые продукты.
14. Ранке.* — Человек. I том.
15. Словцов.— Физиологическая химия. 2 выпуска. 1922 г.
16. Stöhr.— Lehrbuch der Histologie. 1922 г.
17. Stempel und Koch.— Elemente der Tierphysiologie. 1923 г.
18. Tschermak. — Allgemeine Physiologie. 1916 г.
19. Verworn M.* — Allgemeine Physiologie. 7-е изд. 1922 г.
20. Вейль.* — Внутренняя секреция. 1923 г.
21. Омоложение.* — Два сборника статей Броун-Секара, Мечникова, Воронова, Штейнаха, Шарпа и др. под редакцией Н. К. Кольцова. 1923/24 г.
22. Wundt.— Grundzüge d. physiolog. Psychologie. 3 B—de.
23. Павлов И. — Лекции о работе больших полушарий головного мозга. 1927 г.

Сочинения, отмеченные звездочкой, я позволяю себе рекомендовать вниманию читателей, желающих обстоятельнее познакомиться с некоторыми основными вопросами строения и жизнедеятельности человеческого организма.

Читатель-неспециалист нуждается в книге, по которой он мог бы ознакомиться, в более или менее доступном для него изложении, с главнейшими проблемами физиологии человека и высших животных. Хотелось бы, чтобы книга моя хоть отчасти удовлетворила его в этом направлении. Думаю, что она будет не бесполезна и для учащихся.

Проф. В. Лункевич.

Крым, 1927 г.

Глава I.

КРОВЬ.

Различные предрассудки о крови.— Открытие кровяных телец.— Величина, форма и число красных кровяных шариков у человека.— Цвет крови у различных животных.— Железо в крови.— Лимфоциты и лейкоциты.— Нарождение красных и белых кровяных шариков.— Свертывание крови.— Пластинки Биццоцеро.— Фибрин.— Кровяная плазма и кровяная сыворотка.— Переливание крови.—«Кровное родство организмов».—«Кровь — поток жизни».

Нет, повидимому, ничего обыкновеннее крови; всякий ее видел, всякий ее знает. А между тем как много фантазировали и о ней, и о ее свойствах, и о той роли, которую она играет в жизни человека. Крови приписывалась какая-то волшебная сила; целую сеть самых диких предрассудков сплело воображение невежественных людей с этим словом. Один из древних мудрецов в поисках местопребывания души решил, что самое подходящее ей место в крови, а другой утверждал, что кровь — это сама душа.

Дикарь, размозжив череп своему заклятому, но храброму врагу, спешит скорее напиться его горячей крови, чтобы вместе с нею впитать в себя всю его отвагу и силу. Замечательно, что римлянин-преступник, обагривший кровью свои руки, думал, что только кровью можно смыть с себя это бесчеловечное дело: кровью жертвенного животного обливался он с ног до головы, будучи глубоко уверен, что это очищает его от преступления. «В его жилах течет благородная кровь», говорим мы нередко, указывая на человека, совершившего какой-нибудь высокий подвиг, и таким образом благородство его души переносим на кровь его, т. е. поступаем совершенно так же, как и тот мудрец, который учил, что кровь и душа—одно и то же. «Благородный воздух течет в его жилах», должны были бы сказать знаменитейшие врачи древности, Герофил и Эразистрат, указывая на такого человека, так как они были глубоко убеждены в том, что не кровь, а воздух находится внутри наших жил.

Много пришлось уму человеческому поразмыслить, прежде чем он увидел в крови лишь то, что есть в ней на самом деле. Не мало ученых поработало над кровью, прежде чем мы получили возможность отрешиться от всяких фантазий о ней и узнать многое такое, что действительно важно и существенно, но прежде совершенно не замечалось.

Уже без всякого микроскопа мы видим, что кровь красного цвета; такая она не только у человека, но и у многих других животных, напр. у лошади, коровы, собаки, у всех птиц, змей, ящериц, лягушек, у земляного червя и т. д. Однако, будет большой ошибкой сказать, что кровь всех животных непременно красная. Даже у человека цвет ее меняется между ярко-алым и темно-красным (с синеватым оттенком). Мало этого, одна и та же кровь кажется различной, смотря по тому, как рассматривать ее. Положим, что небольшое количество человеческой крови налито в стакан с тонкими прозрачными стенками. Возьмите стакан этот в руки и посмотрите на кровь сверху: она покажется вам темно-красной; поднесите стакан к пламени свечи и посмотрите на кровь с другой, не обращенной к свече, стороны стакана: кровь выглядит зеленоватой. Такова окраска крови человека и всех животных, имеющих позвоночный хребет и потому называемых позвоночными. Есть, однако, множество таких животных, как земляной червь, многоножка, майский жук, бабочка-крапивница, рак, паук, улитка и т. д., которые называются беспозвоночными, так как у них нет позвоночного хребта; кровь у них в громадном большинстве случаев совершенно бесцветная, а иногда фиолетовая, буроватая, зеленоватая, даже синеватая. Итак, вы видите, что кровь не у всех животных красного цвета.

Обыкновенному, невооруженному глазу кровь человека кажется однородной жидкостью красного цвета. Такою она представлялась и всем ученым до тех пор, пока один из них, итальянец Марчелло Мальпиги, живший 270 лет тому назад, не открыл в крови какие-то «кружочки». Мальпиги, впрочем, недооценил своего открытия: он думал, что найденные им «кружочки» — просто мельчайшие капельки жира, перешедшие из желудка в кровь; и только другой ученый, Антон Левенгук, решил, что эти «кружочки» — необходимая составная часть всякой крови, и потому назвал их кровяными шариками.

Что же это за «кровяные шарики»? Если взять каплю свежей человеческой крови, разбавить ее несколькими каплями

воды и затем рассмотреть все это в микроскоп, то перед нами предстанет следующее весьма любопытное зрелище: бесчисленное множество круглых дисков, похожих на монету и окрашенных в слабо-желтый цвет с легким розоватым оттенком, будет плавать в почти бесцветной жидкости. Мы не даром сочли нужным разбавить каплю крови водою: в чистой крови шариков так много и они так тесно скучены, что их вряд ли можно было бы ясно различить; разбавляя же каплю крови водою, мы делаем

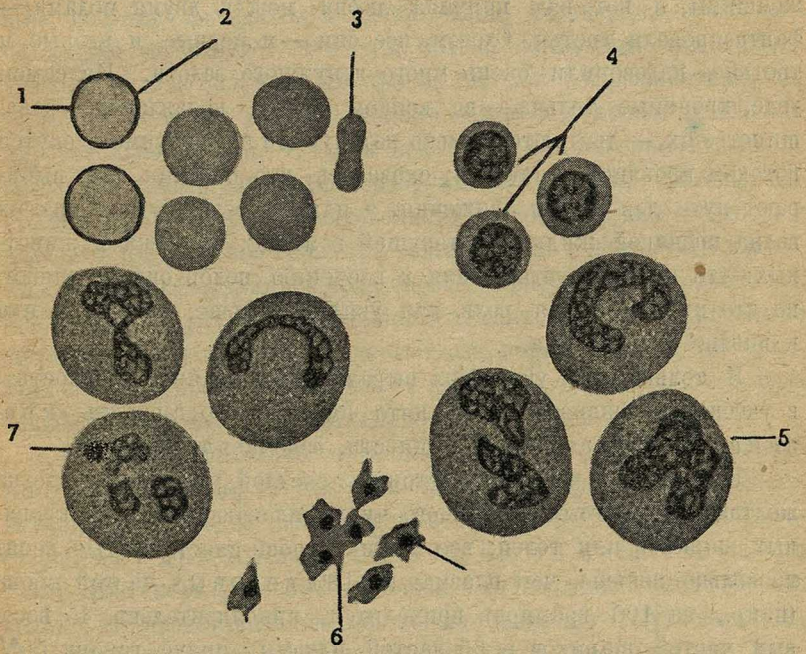


Рис. 1. Кровяные шарики под микроскопом. 1, 2, 3 — красные, 4 — лимфоциты, 5 и 7 белые или лейкоциты.

ее жиже, и потому то же самое количество шариков распределяется в бо́льшем количестве жидкости: они удаляются друг от друга, получают некоторый простор, и мы можем видеть их вполне ясно рассеянными в большом количестве бесцветной жидкости.

После того как были открыты «кровяные тельца», естественно встал вопрос: зачем они находятся в крови? какую службу они несут в жизни человека и животных? Нашлись скептики, привыкшие всегда и во всем сомневаться, которые утверждали, что это вовсе не тельца, а просто-напросто пу-

зырьки воздуха, попавшие случайно в кровь. Наиболее же обыкновенным толкованием было, что это — невидимые простым глазом, микроскопические животные, которые в несметном количестве населяют нашу кровь. Из таких «живых существ» образуется все наше тело, говорили одни. Эти микроскопические существа способны двигаться по своему желанию, они одарены не только волею, но и разумом — говорили другие. Живые тельца крови мужчины имеют неодолимое влечение к кровяным шарикам женщины, и вот вам причина любви между двумя полами,— фантазировали третьи. Словом, все они — и первые, и вторые, и третьи — наговорили очень много ненужного вздора. На самом деле, кровяные тельца,— во всяком случае подавляющее большинство их, — двигаются только потому, что неудержимо влекутся потоком кровяной жидкости; оказалось, что не сами они выбирают пути для своего движения, а плывут туда, куда гонит их волна кровяной жидкости, текущей в жилах человека и животных; что никакого отношения к влечению полов они не имеют, но что их жизненная роль, как увидим дальше, весьма велика и вполне определенна.

Я только что употребил выражение «кровяная жидкость»; в учебниках физиологии принято вместо этого говорить «кровяная плазма», что, в сущности, означает то же самое.

Итак, кровь человека состоит из светлой, прозрачной, слегка желтоватой плазмы и огромного числа плавающих в ней кровяных шариков или телец; все шарики крови вместе взятые весят несколько меньше, чем плазма: на 100 весовых частей крови (напр., на 100 граммов) приходится, приблизительно, 45 весовых частей шариков и 55 частей плазмы; иначе говоря 55% нашей крови составляет плазма, а 45% — шарики (Гедон).

Остановимся на последних и возьмем, в первую голову, те шарики, которых больше всего в крови. Их название — красные кровяные шарики, или эритроциты. Уже одно то, что никакое, даже самое острое зрение не может их заметить, указывает, как незначительны размеры эритроцитов. Физиологи утверждают, что диаметр (поперечник) красного кровяного тельца человека равен семи микронам. Микрон же составляет, как известно, тысячную долю миллиметра, т. е. одну миллионную часть метра. Это значит, что нужно уложить в ряд сто сорок с лишком тысяч таких телец, чтобы получилась нить или, если хотите, невидимая цепь длиною в 1 метр!

О величине эритроцитов человека можно судить и иначе. А именно,— достаточно сказать, что в одном кубическом миллиметре (объем булавочной головки!) человеческой крови свободно умещается около пяти миллионов красных шариков. Иногда число их подымается до семи миллионов на 1 кубический миллиметр крови!

Есть такие животные, у которых величина кровяных шариков еще меньше; среди млекопитающих животных, самые большие шарики находятся в крови слона; однако, из этого еще нисколько не следует, что чем больше животное, тем больше должны быть и шарики его крови, так как есть животные, которые значительно меньше слона, а между тем кровяные шарики их настолько велики, что при некотором напряжении их можно разглядеть даже простым невооруженным глазом,— таковы, например, эритроциты у земноводного животного, известного под именем протея: его кровяные тельца имеют в длину 80 микронов, т. е. в 11 раз длиннее человеческого эритроцита! Это, конечно, примеры очень редкие; в громадном большинстве случаев кровяные шарики скрыты от невооруженного глаза, несмотря на то, что у рыб, земноводных, пресмыкающихся и птиц они обычно в 2—3 раза больше, чем у человека (от 12 до 40 микронов в длину).

Если действительно величина кровяных шариков человека так незначительна, то их должно быть в крови очень много. И действительно, во всей крови человека, вес которой составляет приблизительно $^1/_{13}$ часть веса всего его тела, их около 25 — 30 биллионов, а то и больше. Число это так велико, что представить его себе можно только как-нибудь наглядно. Если бы все кровяные шарики нашей крови, говорит Поль Бэр, можно было расположить в непрерывный ряд, то у нас получилась бы цепь настолько длинная, что ею можно было бы почти пять раз обернуть весь земной шар (не забывайте, что окружность его, по экватору, составляет около 40 000 *км*). Расположите все шарики человеческой крови друг возле друга не в ряд, а квадратом, говорит другой ученый, Ландуа, и сторона этого квадрата будет равна 80 обыкновенным шагам человека! Вы видите, таким образом, как незначительна величина каждого кровяного шарика и как огромно количество их в крови человека.

Спрашивается, всегда ли число кровяных шариков в крови человека одинаково? Нет. У женщин, например, число их несколько меньше, чем у мужчин. Кровь новорожденного гораздо

богаче числом кровяных шариков, чем кровь матери; это, конечно, нужно понимать так, что в одной капле крови, взятой из кровеносного сосуда матери этого ребенка, кровяных шариков меньше, чем в такой же капле крови новорожденного. Однако, уже с 4-го дня жизни новорожденного число их начинает постепенно убывать (относительно, а не абсолютно). После того как человек плотно поест, число кровяных шариков увеличивается; обильное питье, напротив, разжижает кровь, а потому количество шариков в ней относительно убывает. Наряду с этим интересно отметить, что при голодании относительное число кровяных телец увеличивается.

Цвет нашей крови красный; значит, или кровяная жидкость красного цвета, или же сами шарики — красные? Ни то, ни другое. Кровяную жидкость можно отделить от шариков. Для этого поступают таким образом: берут свежую кровь, напр., кровь лягушки, прибавляют к ней очень слабый раствор сахара и затем эту смесь переливают в чистый стакан через воронку с пропускной бумагой; липкие и съежившиеся кровяные тельца останутся на пропускной бумаге, а бесцветная кровяная жидкость перейдет в стакан. Итак, кровяная жидкость у лягушки бесцветна; у человека она слегка желтоватая, а у лошади, например, лимонно-желтого цвета.

Следовательно, красный цвет крови не зависит от цвета кровяной жидкости: эта последняя почти бесцветна. В таком случае, не шарики ли придают крови красный цвет? Если рассмотреть отдельный эритроцит в микроскоп, то цвет его окажется бледно-желтый с розовым оттенком. Однако, удивляться этому нечего: красный цвет крови, действительно, зависит от эритроцитов, но не потому, что они красные, а потому, что в крови их очень много. Посмотрите на тонкую стеклянную пластинку,— она совершенно бесцветна и прозрачна; а между тем, если вы возьмете их штук 100 и наложите одна на другую, то вся масса прозрачных стеклянных пластинок уже не будет бесцветна и прозрачна: она будет иметь либо синий, либо зеленый цвет, смотря по тому, какой из этих оттенков преобладал в каждой отдельной, видимо бесцветной стеклянной пластинке. Нечто подобное мы имеем и в крови: желтоватые со слабым розовым отливом эритроциты плавают в громадном количестве в почти бесцветной плазме и благодаря своему несметному количеству придают ей красный цвет.

Эритроцит, несмотря на свою ничтожную величину, представляет собой тельце довольно сложное и по строению, и по составу. Согласно новейшим наблюдениям есть основание думать, что красное кровяное тельце человека одето тоненькой оболочкой. Под оболочкой, как в тонкостенном пузырьке, находятся две существенные части эритроцита: одна — бесцветная, сложенная из белковых веществ (вспомните обыкновенный яичный белок), другая окрашенная. Первая составляет как бы основу или остов эритроцита и называется стромой; вторая есть красящее вещество кровяного шарика и известно под именем гемоглобина. Кристаллы гемоглобина изображены на рис. 2.

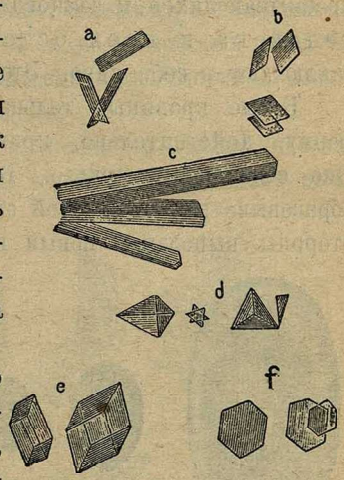


Рис. 2. Кристаллы гемоглобина.

Гемоглобин представляет собою сложное белковое вещество. Действуя на красные тельца, например, обыкновенною дестиллированной водой, можно выделить из них все красящее вещество, весь гемоглобин, и тогда перед вами, вместо желтоватых эритроцитов, будут бесцветные тельца такой же формы, как эритроциты, но состоящие только из одной стромы, без гемоглобина.

Как это ни неожиданно, но несомненно, что в состав гемоглобина входит железо. Это-то железо и придает ему красный цвет. Во всей крови около 3 — 4 граммов железа.

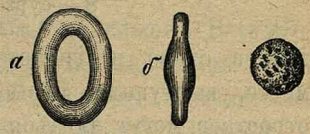


Рис. 3. Кровяные шарики лягушки, *а* — вид сверху; *б*—вид сбоку. Справа — белый кровяной шарик.

Присмотритесь внимательно к капле крови под микроскопом. Среди бесчисленного множества круглых кровяных шариков бледно-желтого цвета вы разглядите и нечто другое: несколько неправильных, совершенно бесцветных телец, которые постоянно меняют свою форму. Это так называемые белые кровяные тельца или лейкоциты. В крови здорового человека на 500 — 600 красных шариков обыкновенно приходится всего лишь один белый. Иначе говоря, в одном кубическом

миллиметре крови насчитывается около восьми тысяч лейкоцитов. В каждом белом кровяном шарике находится особое тельце круглое или лопастное, которое называется ядром. В красном шарике человека и млекопитающих никакого ядра нет, тогда как эритроциты, например, птиц, пресмыкающихся и земноводных, подобно лейкоцитам и человека и всех остальных животных, обязательно заключают в себе ядро. Этой разницы не следует забывать.

Белые кровяные тельца, сказал я, постоянно меняют свою форму. Действительно, приглядитесь к одному из них (рис. 5). Оно совершенно кругло. Вдруг с одной стороны его начинает образовываться небольшой отросток и, пока он растет, с другой стороны выползает новый придаток. Далее один из этих при-

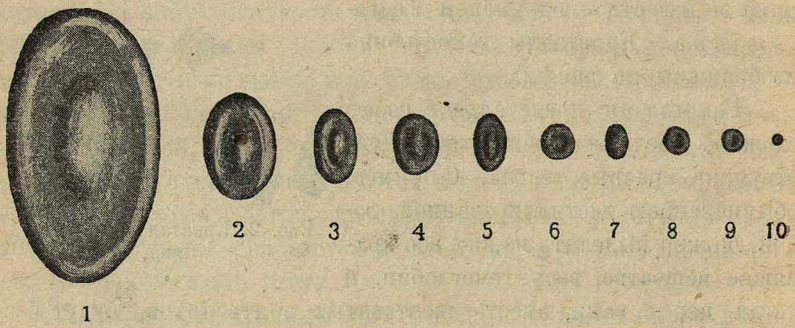


Рис. 4. Эритроциты различных животных: 1 — протея, 2 — лягушки, 3—ящерицы, 4—линя, 5—голубя, 6—человека, 7—ламы, 8 — сурка, 9 — козы, 10 — кабарги.

датков снова втягивается и взамен его, где-либо в третьем месте, выступают новые два. Эти втягивания и вытягивания отростков могут длиться без конца и вместе с тем форма находящегося перед вами белого тельца столь же бесконечно меняется. Познакомимся ближе с белыми кровяными шариками.

Белые шарики разнятся прежде всего своей величиной: у человека она колеблется от 5 до 15 и больше микронов.

Затем обращает на себя внимание форма их ядер.

Наконец, есть разница и в общем виде их протоплазмы («живое вещество»).

На основании этих признаков бесцветные кровяные тельца делят на две большие группы — лимфоциты и лейкоциты, которые в свою очередь распадаются на несколько отдельных подгрупп.

Не пугайтесь только всех этих подразделений и непривычных для вашего уха названий: не так уж страшны они, когда узнаешь, чем и для чего вызваны к жизни эта с виду сложная классификация и «варварские» наименования.

Лимфоциты — те же лейкоциты, только протоплазма их либо однородна, без зернышек, либо содержит небольшое количество мелких зерен, а ядро — простое, обычно довольно крупное, занимает в протоплазме много места и имеет форму шарика, боба, подковы или почки.

Лимфоцит значит лимфатическое тельце; а лимфатическим оно называется по имени одного из соков — лимфы, который,

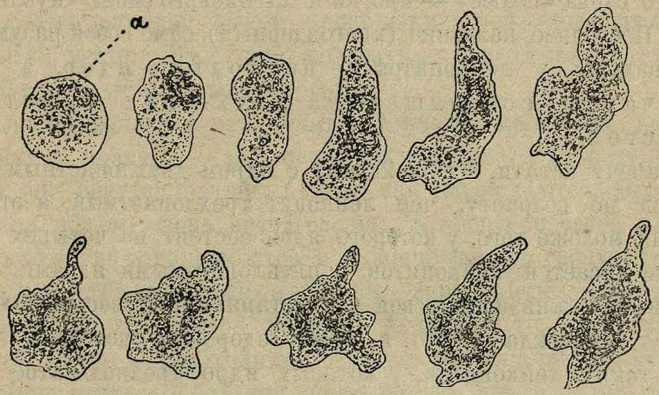


Рис. 5. Белый кровяной шарик, изменяющий постепенно свою форму.

помимо крови, орошает ткани нашего тела (см. дальше). В лимфе, текущей по лимфатическим сосудам, находятся миллионы одноядерных лейкоцитов: это и есть лимфоциты. Отсюда, особыми путями, они попадают в кровь. Несущиеся в крови лимфоциты разнятся меж собой, главным образом, своими размерами, а также величиной и формой ядра. Одна группа их, так называемые малые лимфоциты, имеет небольшие размеры (от 4 до 7 микронов) и почти правильное шарообразное ядро, которое занимает бóльшую часть белого тельца и только с поверхности обнесено тоненьким слоем протоплазмы. В нашей крови таких лимфоцитов довольно много: они составляют около 20% всего числа заключенных в ней лейкоцитов. Из остальных видов лимфоцитов невольно бросаются в глаза крупные белые тельца, особенно выделяющиеся среди всех кровяных шариков человека — и цветных и бесцветных — своей величиной, которая

порой доходит до 15 микронов. Число этих лимфоцитов в нашей крови, по сравнению с предыдущими, невелико: они составляют от 5 до 8% всех находящихся в ней белых шариков.

Однако, как это видно из предыдущего, не лимфоциты образуют основную массу бесцветных кровяных шариков человека, а лейкоциты, которые отличаются от лимфоцитов, во-первых, тем, что протоплазма их густо усеяна мелкими зернышками, а, во-вторых, формой своего ядра: оно у лейкоцитов всегда дольчатое, состоит из двух-трех-четырех, а иногда и пяти долек или лопастей. Благодаря этому их называют то зернистыми, то многоядерными (полинуклеарные лейкоциты — от греческого слова «полюс» — многий и латинского слова «нуклеус» — ядро). Последнее название (многоядерный), само собой разумеется, неправильно: у лейкоцитов не несколько ядер, а одно, дольчатое, состоящее из двух-трех и четырех лопастей.

Замечу кстати, что лейкоцит с ядром двухлопастным более молодой по возрасту, чем лейкоцит трехлопастный, а этот последний моложе того, у которого ядро состоит из четырех долек. Что же касается лейкоцитов с пятилопастными ядрами, то это уж совсем отживающие свой век «старики». Известный ученый Арнет утверждает, что в крови здорового человека больше всего таких лейкоцитов, у которых ядро трехдольчатое и что вместе с заболеванием число трех-и четырех-дольчато-ядерных лейкоцитов в крови резко изменяется: когда больной поправляется, это число растет, когда же болезнь прогрессирует, оно идет на убыль. На этом врач может, как полагает Арнет, основывать свой прогноз, т. е. предсказание об исходе болезни: исследуя при помощи микроскопа кровь больного (скажем, страдающего чахоткой) и вычисляя количество содержащихся в ней лейкоцитов с тремя и четырьмя лопастями, он может с некоторой уверенностью сказать, как обстоят дела больного — идут ли они к лучшему или к худшему. [1]

Лейкоциты, подобно лимфоцитам, распадаются на несколько групп. Чем же они отличаются друг от друга? Оказывается, что у одной группы лейкоцитов протоплазма жадно поглощает кислотные анилиновые краски, а стало быть, и ярко окра-

[1] Следует отметить, что взгляд Арнета сейчас далеко не всеми разделяется.

шивается; примером таких красок является эозин, от которого крупные, блестящие зерна лейкоцитов этой группы окрашиваются в живой ярко-красный цвет. Другая группа лейкоцитов выявляет четко свою зернистость только тогда, когда их красят щелочными анилиновыми красками; а зерна третьей группы лучше всего впитывают так называемые нейтральные, т. е. не щелочные и не кислотные краски. Эти именно последние лейкоциты и занимают первое место по количеству среди белых кровяных телец человека: на сотню всех бесцветных шариков — и лимфоцитов, и лейкоцитов — в крови нормального, здорового человека обычно приходится от 65 до 70 такого рода лейкоцитов. Иначе говоря, они составляют, в среднем, 67% всего числа белых шариков нашей крови. Они в ней занимают исключительное место. Им, надо полагать, принадлежит и главная роль в работе лейкоцитов вообще.

Ознакомившись с различными формами кровяных телец — и белых и красных — мы перейдем теперь к вопросу о том, откуда они берутся в крови, где и как нарождаются. Кровяные тельца, в общем, очень недолговечны; в процессе своей жизненной работы они изнашиваются и в конце концов гибнут: так, например, известно, что красные шарики — эритроциты — живут всего каких-нибудь три-четыре недели. А между тем в крови они имеются всегда в необходимом количестве. Значит, взамен тех, что гибнут, откуда-то берутся новые партии эритроцитов, готовых продолжать работу, на которой погибли их предшественники. И то же самое надо сказать о всех остальных видах кровяных телец. Где же они возникают?

Отвечая на этот вопрос, я буду руководствоваться, главным образом, соображениями проф. Максимова, который и сам не мало поработал для выяснения его.

Прежде всего известно, что кровяные тельца возникают не в самой крови и что в теле человека и позвоночных животных имеются специальные органы для выработки кровяных телец: это, во-первых, «костный мозг» трубчатых костей, напр., бедренной, затем — селезенка, в-третьих, лимфатические узлы, т. е. густые сплетения тех сосудов, в которых течет лимфа (запомните — не кровь, а лимфа), и т. д.

Оставим в стороне селезенку и лимфатические узлы. Посмотрим, что творится внутри трубчатых костей, в так называемом красном костном мозгу, который всем вам, конечно,

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

хорошо знаком. Среди строительных элементов костного мозга рассыпаны в большом количестве и кровяные тельца всех форм, величин и возрастов, и их предшественники, т. е. те элементы, из которых кровяные тельца возникают: тут и лимфоциты, большие и малые, и лейкоциты, окрашивающиеся то кислыми, то щелочными, то нейтральными анилиновыми красками, и эритроциты и, наконец, предтечи или родоначальники этих последних.

Лимфоцит, по словам Максимова, представляет собой «самую примитивную», т. е. простейшую форму кровяных телец. Из лимфоцитов путем целого ряда превращений получаются в конце концов эритроциты и различные виды лейкоцитов. Лимфоциты, так сказать, «родоначальники» всех сортов кровяных шариков, и местом, где протекают эти сложные превращения, служит главным образом, костный мозг. Оттого-то мы и находим здесь кровяные тельца всех возрастов, начиная с самых молодых и кончая вполне зрелыми, причем от первых к последним ведет целая лестница переходных или промежуточных форм.

Вот крупный лимфоцит с большим круглым ядром (рис. 6, буква *A*). Он делится пополам, образуя два новых лимфоцита, которые в свою очередь также делятся. Это размножение лимфоцитов идет все дальше и дальше. За одним поколением их следует другое. Однако, в строении представителей каждого нового поколения вы замечаете небольшие перемены: ядра их становятся все более и более плотными, уменьшаются в размере, а протоплазма, наоборот, растет и все гуще и гуще наполняется зернышками (см. рис. 6, фиг. 1, 2, 3, 4 справа); это уже не лимфоциты, а ближайшие предтечи настоящих лейкоцитов, хотя по величине своей и по форме ядра они еще не походят на подлинные белые кровяные тельца. Они продолжают размножаться делением и с каждым новым поколением их сходство с лейкоцитами растет: круглое ядро становится бобовидным или подковообразным, дает перетяжки, делается лопастным, и перед вами уже настоящие, вполне оформившиеся, зрелые лейкоциты (см. рис. 6, буква *B*). Развитие лимфоцита завершено. Способность размножаться иссякла.

Таков один из жизненных путей лимфоцита. Но есть и другой, не менее сложный и интересный.

Лимфоцит, размножаясь делением, производит на свет такое поколение, у представителей которого отсутствуют некоторые

характерные черты их «прародителя». Сам лимфоцит был довольно крупных размеров, имел ядро неправильной формы и, самое главное, обладал способностью двигаться при содействии отростков, появляющихся то там, то здесь на теле его. «Потомки» же его значительно меньшего размера, наделены пра-

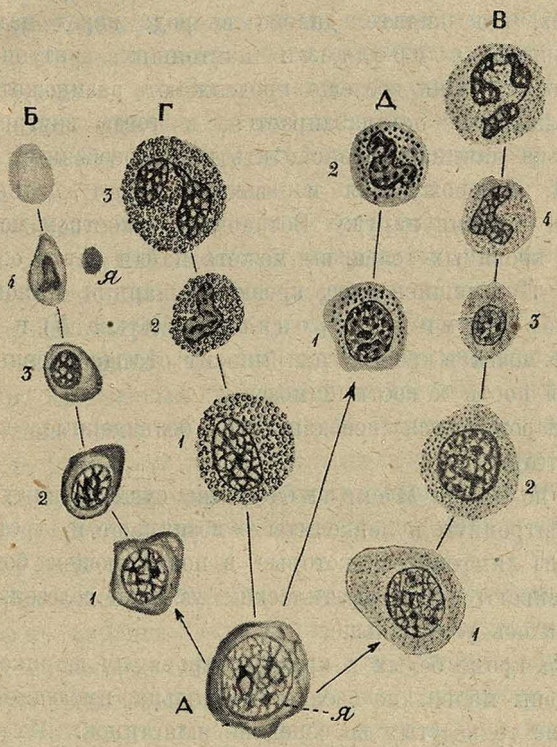


Рис. 6. Нарождение белых и красных кровяных телец (по Максимову). *А*—лимфоцит. Вправо—он дает начало обыкновенному (нейтральному) лейкоциту, (*В*) влево — эритроциту (*Б*). Средние два ряда (*Г*—*Д*) — пути образования двух других видов лейкоцитов (кислотных — *Г* и щелочных — *Д*).

вильным шарообразным ядром и, что важнее всего, совершенно утеряли способность менять форму своего тела и самостоятельно двигаться. Теперь их лимфоцитами уж не назовешь (см. рис. 6, фигуры 1, 2, 3, 4 — слева). А что же они представляют собой? Это — родоначальники эритроцитов, красных кровяных клеток.

Они продолжают размножаться и, размножаясь, изменяются дальше.

Сначала в их протоплазме нет и следов красящего вещества, гемоглобина. Но с нарождением новых поколений он появляется — сперва в виде следов, а потом все в большем и большем количестве; одновременно уменьшается величина их ядер.

Развитие по пути образования красных кровяных телец подвинулось, как видите, далеко вперед: перед нами уж не родоначальники, а предтечи настоящих эритроцитов (см. рис. 6, фиг. 4). Они все еще продолжают размножаться. Наконец, размножение останавливается, и тогда внутри каждого такого тельца начинает происходить нечто особенное: ядро его изменяется, перерождается и «выскальзывает целиком» или отдельными частями наружу. Вот почему в костном мозгу, среди различных кровяных телец, вы можете найти и эти освобожденные ядра. Лишившись ядер, кровяные шарики становятся настоящими зрелыми эритроцитами (буква *Б*) и переходят из костного мозга в кровь — их выносит отсюда кровяной поток, омывающий кости и костный мозг.

Так нарождаются неподвижные, безъядерные, красные кровяные тельца.

Итак, по мысли Максимова, два существенных элемента крови — эритроциты и лейкоциты — возникают из третьего элемента ее, из лимфоцитов, которые в подавляющем большинстве своем развиваются в лимфатических узлах и селезенке, как об этом говорилось уже раньше.

Однако, кроме белых и красных кровяных шариков, в крови были найдены маленькие бесцветные тельца, имеющие вид не то веретена, не то вздутых по середине пластинок. Их называют пластинками Биццоцеро, по имени ученого, открывшего их. Число этих пластинок, по сравнению с числом красных и даже белых шариков, не велико. Каково происхождение и значение пластинок Биццоцеро — все еще с точностью не выяснено, что и позволяет мне больше о них не распространяться.

Считаю не лишним указать на следующий весьма простой способ, при помощи которого можно определить, сколько содержится кровяной жидкости, красных и белых шариков в человеческой крови. Добыв небольшое количество свежей крови, нужно хорошо взбить ее или стеклянной палочкой, или железными прутиками, а затем вылить в высокий стеклянный сосуд. Тогда различные части крови расположатся в этом сосуде в три

отдельных слоя, которые будут следовать друг за другом в таком порядке: верхний слой будет занимать свежая кровяная жидкость, так как она самая легкая; за нею как более тяжелые, расположатся тонкою прослойкой белые кровяные шарики и пластинки Биццоцеро, а самый нижний слой займут наиболее тяжелые красные кровяные тельца.

Посмотрим теперь, можем ли мы пользоваться добытыми нами сведениями о крови в каких-либо затруднительных случаях жизни?

Что делается с молоком, когда оно скисает? Оно свертывается; в нем образуется студенистый сгусток, который мы называем «кислым молоком», а также и прозрачная водянистая жидкость, именуемая обыкновенно сывороткой. Если выпустить кровь из жилы, то через несколько минут она свертывается, т. е., подобно молоку, распадается на две части: на светлую, желтоватую жидкость и на темно-красный сгусток. Рассматривая небольшой кусочек этого сгустка в микроскоп, мы увидим, что он состоит из множества тонких волокон, сплоченных наподобие войлочной сети, в петлях которой расположились в громадном количестве кровяные шарики: в то время как кровь свертывалась, образующиеся в ней волокна захватили вместе с собою и кровяные шарики. Волокна, образующие кровяной сгусток, известны под именем волокнины или фибрина.

Фибрин — особое белковое вещество. В кровяной жидкости нет готового фибрина (волокнины). В ней находится лишь тот материал, из которого при подходящих условиях образуется фибрин. Этот растворенный в кровяной жидкости «материал» называют фибриногеном (фибриноген значит вещество, «рождающее фибрин»). Однако фибриноген, сам по себе, дать фибрин не может. Чтобы он образовался, необходимо содействие еще двух веществ; одно из них всегда находится в крови, другое же возникает в тот момент, когда кровь свертывается; приэтом часть кровяных телец и, главным образом, пластинки Биццоцеро разрушаются, выделяя то вещество, которое вместе с первым преобразует фибриноген в настоящий фибрин (Максимов).

До сих пор мы полагали, что кровь состоит из плазмы и разноформенных шариков. Теперь мы узнали нечто новое. Оказывается, что сама кровяная плазма, при свертывании крови, распадается на фибрин и кровяную сыворотку.

Из чего же состоит эта «кровяная сыворотка»? В ней должно заключаться все, что необходимо для питания нашего тела, и мы, действительно, находим в кровяной сыворотке в большом количестве воду (90%), в которой плавают мельчайшие шарики жира и находится целый ряд других органических веществ: белки (7%), виноградный сахар (глюкоза), мочевина, молочный сахар — все это в очень небольшом количестве, и т. д.; что касается минеральных веществ, то из числа их следует пока назвать поваренную соль, которая и придает крови солоноватый вкус. Кроме всего перечисленного, в кровяной сыворотке есть еще летучие вещества, называемые жирными кислотами, которые придают ей неприятный острый запах.

Вернемся, однако, к свертыванию крови. Что кровь, выпущенная из пораненного кровеносного сосуда, свертывается — это было известно давно, и очень любопытно, как ученые старого времени объясняли себе это явление. «Кровь умирает», говорили они, глядя на то, как на поверхности жидкой крови все яснее и яснее очерчивался темно-красный, иногда зеленоватый сгусток. Им, конечно, можно было ответить, что кровь «живет», т. е. не свертывается только до тех пор, пока находится в живом теле, пока стенки тех кровеносных сосудов, в которых она непрерывно течет, целы и невредимы; что если сосуды эти нездоровы, воспалены, изъязвлены, то кровь может свернуться даже внутри их. Однако, все это узнали только впоследствии.

Если прибавить к только-что выпущенной из кровеносного сосуда крови небольшое количество нашатырного спирта или крепкого уксуса, то она либо совсем не свернется, либо свернется лишь некоторое время спустя. Холод и тепло совершенно различно влияют на свертывание крови. Заморозьте быстро кровь и потом отогрейте ее: она будет сначала жидкая и потом уже свернется; нагрейте, наоборот, кровь, и она моментально свернется. На ряду с этим небесполезно сопоставить следующее: у птиц, кровь которых горячее крови всех остальных животных, она свертывается быстрее, чем у млекопитающих, тогда как кровь животных холоднокровных, например, лягушек, рыб и т. п., свертывается много позже крови не только птиц, но и млекопитающих. У утопленников и людей, умерших вообще от задушения, кровь сохраняется жидкой довольно долгое время спустя после их смерти.

Способность крови свертываться играет очень важную роль при случайных пораненіях. «Запекшаяся» кровь образует на

поверхности раны сгустки, которые наподобие пробок закупоривают отверстия перерезанных сосудов и таким образом останавливают кровотечение. При некоторых заболеваниях кровь человека теряет способность свертываться. И тогда самое небольшое поранение вызывает такое обильное кровотечение, что человек умирает от потери крови.

Наблюдения показали, что фибрин, выделяющийся из крови во время ее свертывания, в некоторых случаях имеет цвет зеленовато-желтый, а не темно-красный, как это бывает обыкновенно. Отсюда встарину заключали, что кровь в подобных случаях «больна», и что, следовательно, надобно ее «очистить»; а так как такой зеленовато-желтый сгусток фибрина покрывает поверхность крови наподобие корки, то ему было дано название «воспалительной коры». И что же тогда делали с больным, чтобы избавить его от этой «воспалительной коры», какими средствами лечили его? Его обычно лечили кровопусканием, и это мучительное лечение часто продолжали до тех пор, пока несчастный больной не умирал на глазах невежественных «очистителей» крови. А между тем изучение того, как, почему и при каких обстоятельствах кровь свертывается в зеленовато-желтый сгусток, показали бы, что никакой тут «воспалительной» коры нет и что сгусток получается зеленовато-желтый, а не красный вот при каких обстоятельствах: чистый фибрин имеет почти белый цвет, и красный цвет кровяного сгустка зависит от большого количества собравшихся в нем красных шариков; когда быстро образующийся сгусток фибрина не успевает завлечь в свои сети много красных кровяных шариков, тогда, вместо сгустка багрово-красного, получается пресловутая зеленовато-желтая «воспалительная кора». Убедиться в этом можно при помощи очень простого опыта. Если взбить свежую кровь стеклянной палочкой, то фибрин осядет на ней и, смотря по количеству захваченных фибрином красных телец, она выглядит либо почти белою, либо зеленовато-желтою.

Насколько опасны для жизни кровопускания, могут показать, например, следующие данные. Новорожденный ребенок, потерявший всего лишь несколько граммов крови, не может быть уже спасен от смерти; годовалый ребенок, потерявший около 200 граммов крови, также стоит на краю гибели. Что касается взрослого человека, в теле которого находится обыкновенно 3—5 литров крови, то он умирает чаще всего

только тогда, когда потеряет около половины всей своей крови. Тучные, а также старые и слабые люди, у которых потерянная кровь возобновляется очень медленно, переносят обильное кровотечение очень трудно. Тяжело смотреть на человека, потерявшего большое количество крови. Смертельная бледность покрывает его лицо, кожа холодеет, дышать становится трудно, чувство животного страха ни на минуту не покидает его. Он испытывает слабость, перед глазами его беспрестанно носятся какие-то мимолетные тени, в ушах сильный звон, голова кружится, голос пропадает, и больной, наконец, лишается чувств. Но еще ужаснее вид человека, умирающего от кровотечения: сильная одышка полная потеря сознания, расширенные зрачки и, наконец, судороги всего тела — все это производит поистине гнетущее впечатление на присутствующих.

Когда жизнь человека, потерявшего большое количество крови, в опасности, то самое лучшее средство избавить его от смерти — это влить в его тело свежую кровь другого человека. Такое «переливание крови» — дело очень нелегкое, да и не всякий согласится пожертвовать частью своей крови для спасения жизни ближнего. Чтобы устранить самопожертвования с чьей бы то ни было стороны, одно время брали кровь теленка или ягненка и вливали ее в кровеносные сосуды человека; однако, оказалось, что такое переливание не имеет ровно никакого целебного значения, так как известно, что кровяные шарики одного животного, внесенные в кровь животного другого вида, рода или семейства, очень скоро разрушаются.

Предположим, что мы имеем перед собой трех животных — ягненка, волка и собаку.

Если в сосуды ягненка влить кровь волка, то кровяные тельца (эритроциты) последнего растворятся и погибнут в ней. То же произойдет с кровяными шариками ягненка, раз они очутятся в крови волка. Ясно, что кровяная жидкость одного из этих животных представляет очень неблагоприятную и даже вредную, «ядовитую» среду для эритроцитов другого. Несколько иная картина получится, если эритроциты волка попадут в кровь собаки, или наоборот: в обоих случаях кровяные тельца не погибнут. Очевидно, что кровяная плазма собаки является благоприятной средой для эритроцитов волка и наоборот. И понятно почему: волк и собака — очень близкие родичи. Собака, в конечном счете, есть прирученный много веков тому назад волк. Между

ними существует кровное родство. И это кровное родство сказывается наглядным образом в том, что кровяные шарики собаки великолепно живут в кровяной плазме волка, а эритроциты последнего ведут себя в кровяной жидкости собаки так же хорошо, как если бы это была их собственная, «родная» плазма. Совсем иное дело волк и ягненок, или ягненок и собака: меж ними нет близкого родства, родства по происхождению, если, конечно, не считать, что и волк, и собака, и ягненок — млекопитающие. Но эта связь очень далекая, — связь, при которой не приходится говорить о большом сходстве между кровью вообще и кровяной плазмой, в частности, этих трех животных. Отсюда пагубное влияние кровяной жидкости ягненка на эритроциты волка и собаки — и наоборот. Все только-что сказанное можно применить и к человеку. Нет никакого смысла вливать ему кровь ягненка или теленка, раз кровяные шарики этих животных тут разрушаются, гибнут, т. е. если все значение «переливания крови» сводится, по существу, к нулю.

Не мешает, кстати, отметить, что кровяная жидкость человекообразных обезьян, например, оранга или шимпанзе — не оказывает дурного влияния на красные кровяные тельца человека — и наоборот. Факт этот знаменателен: он свидетельствует о несомненно родственной, «кровной» связи между человеком и антропоидами, т. е. человекообразными обезьянами.

Это «родство» может быть установлено и иначе на основании сравнительно недавних исследований о крови (Уленгут). Вы знаете уже, что такое кровяная сыворотка (так называемый серум): это — кровяная жидкость, освобожденная от кровяных шариков и фибрина. Положим, что мы добыли свежую кровяную сыворотку лошади. Впрыснем небольшое количество этой сыворотки под кожу кролика. Через несколько дней после этого кровь кролика обнаружит такие свойства, которых в ней раньше не было. Попробуйте в самом деле взять небольшое количество лошадиной крови и прибавляйте к ней по капле сыворотку кролика, в кровь которого несколько дней назад была введена лошадиная сыворотка — и в крови лошади образуется хлопковидный осадок: это оседают белковые вещества, обычно растворенные в нормальной кровяной жидкости лошади. И замечательно тут то, что сыворотка нашего кролика действует таким образом только на кровь лошади и родственных ей животных, например, осла или мула. На кровь же

других животных — скажем, собаки или теленка — она никакого действия не оказывает: тут осадков не получается.

Развернем наш опыт дальше. Возьмем серию нормальных кроликов — *А*, *В*, *С* и *Д* — и впрыснем под кожу кролика *А* кровяную сыворотку собаки, кролика *В* — сыворотку теленка, кролика *С* — сыворотку курицы, кролика *Д* — сыворотку человека. Проходит несколько дней, и кровь всех четырех кроликов приобретает новые свойства: в крови кролика *А*, под влиянием сыворотки собаки, вырабатывается особое вещество (фермент), которое обладает способностью осаждать белковые вещества, имеющиеся в собачьей крови; то же самое происходит в кровяной жидкости остальных кроликов: у каждого из них в крови образуется фермент, осаждающий белковые вещества той плазмы, которая была впрыснута ему под кожу. Так, сыворотка кролика *В* — осаждает белки телячьей крови; сыворотка кролика *С* образует хлопьевидный осадок в крови курицы; а сыворотка кролика *Д* действует таким же образом на кровь человека. Но не это нас сейчас особенно интересует. Важно другое.

Я только-что сказал: сыворотка кролика, которому впрыснули лошадиную сыворотку, вызывает образование осадка не только в крови лошади, но также в крови осла и мула, т. е. животных, стоящих в близком родстве с лошадью. То же надо сказать и относительно сыворотки кролика, которому была впрыснута сыворотка собаки: она вызывает образование осадка не только в крови собаки, но и в крови волка, т. е. животного, находящегося в близком родстве с собакой. Собака и волк — кровная родня. И потому фермент, появившийся в сыворотке кролика, осаждает белковые вещества из крови как собаки, так и волка.

Ну, а как обстоит дело с сывороткой у кролика *Д*?

В его кровь была введена кровяная сыворотка человека, и благодаря этому, сыворотка кролика *Д* получила способность осаждать белковые вещества человеческой крови. Только ли, однако, человеческой? Нет; прибавляя эту сыворотку по каплям к крови человекообразных обезьян, мы получим такой же, хотя и менее обильный, осадок, как и в крови человека; если же мы станем прибавлять ее к крови других, низших обезьян, то либо вовсе не получим никакого осадка, либо он будет очень незначительный, в виде легкой мути. И понятно — почему. Человекообразные обезьяны — скажем, оранг и шимпанзе — находятся, очевидно, в более близком родстве с человеком, чем

низшие обезьяны: это, поистине, «кровное родство», существование которого доказывается такими блестящими опытами, как только-что изложенные здесь.

Итак, особым образом обработанная сыворотка может служить очень надежным средством для определения степени родства между теми или иными животными. Вышеприведенные опыты с сыворотками имеют также большое значение и при судебно-медицинских исследованиях.

Допустим, что следователю нужно знать в точности происхождение высохших кровяных капель на одежде подозреваемого им в преступлении человека: что это за пятна? какая это кровь — человеческая или какого-нибудь другого животного?

Судебный врач смывает осторожно пятна с одежды обвиняемого и затем подвергает полученный им настой испытанию с различными сыворотками кроликов *A*, *B*, *C*, *D* и т. д. Происхождение пятен неизвестно. Это могут быть пятна крови собачьей, телячьей, куриной и, наконец, человеческой. Решить вопрос и рассеять сомнение могут сыворотки. И вот оказывается, что в полученном из кровавых пятен настое только та кроличья сыворотка дает обильный хлопковидный осадок, которая предварительно испытала на себе действие кровяной сыворотки человека, т. е. заключает в себе фермент, осаждающий белки только человеческой или родственной человеку крови. Ясно, что кровь, засохшая пятнами на одежде обвиняемого, есть действительно человеческая, а не какая-либо иная кровь.

Вам, должно быть, нередко приходилось слышать о болезни, которую называют бледною немочью (анемия). Называется она, впрочем, также и девичьей немочью, вероятно, потому, что ею чаще всего страдают девушки, вступающие в пору зрелости. Бледный, восковато-желтый цвет лица, общая слабость, сопровождаемая частыми головокружениями и сильными головными болями — вот общие признаки этой болезни. Заболевают ею тогда, когда в крови плохо вырабатываются красные кровяные шарики, когда их значительно меньше, чем в крови вполне здорового человека. Известно, например, что, при страдании бледною немочью, число кровяных шариков может уменьшиться больше, чем на половину. Так как в подобных случаях кровь не исполняет своего назначения, то от этого и происходят бледность лица, общая слабость и головные боли. Впрочем, анемия может развиться не только от того, что уменьшается общее количество

красных кровяных шариков, но также и от того, что уменьшается количество красящего вещества их или гемоглобина. Врачи в таких случаях предписывают больным соответственное лечение. Прежде всего больной должен хорошо есть и подкреплять свои силы, например, молоком, яйцами и т. п.; затем больному не следует сильно изнурять себя какою-либо работой (к сожалению, этот пункт врачебного предписания не всякий имеет возможность исполнять). Кроме этого, больной должен проводить большую часть дня на открытом воздухе, для чего ему советуют совершать ежедневно небольшие и не утомительные прогулки. Наконец, ему прописывают железо в растворе или в виде каких-либо пилюль, которые он обязан аккуратно принимать каждый день. Последнее делается, конечно, потому, что в крови больного недостает железа, иначе гемоглобин образовывался бы в достаточном количестве, и число красных кровяных шариков было бы значительно больше. Принимая железо, мы вводим его при посредстве желудка в организм, где оно идет на образование гемоглобина, окрашивающего все то количество кровяных шариков, которые вновь образовались в крови, благодаря хорошему и обильному питанию.

Рядом с бледной немочью можно поставить болезнь, которая называется белокровием (лейкемия). В крови человека, если вы помните, сравнительно немного белых кровяных шариков. Иногда же число этих шариков делается настолько велико, что на 20 и даже на 5 красных шариков приходится по одному белому. Вся кровь тогда приобретает цвет винной мути или шоколада, и человек с такой кровью обыкновенно скоро умирает.

Итак, кровь есть жидкость весьма сложного и изменчивого состава; принадлежность к той или иной группе животных, характер работы того или иного органа, орошаемого кровью, состояние здоровья животного,— все это отражается на составе и свойствах крови. Она не совсем одинакова и у индивидов одного и того же вида животных. Ибо «не только условия питания, но и всякая перенесенная болезнь, всякая инфекция (зараза) оставляет в крови остатки пережитого, и современная наука дает уже возможность по изучению свойств кровяной сыворотки установить характер перенесенной болезни. Кровь является очень нежной, чуткой тканью, хранящей свои переживания, как мозг сохраняет воспоминания пережитого». (Словцов.)

Глава II.

КРОВООБРАЩЕНИЕ.

Центральный орган кровообращения — сердце.— Евгений Гру.— Строение сердца человека.— Строение сердца у других животных.— Сосуды сердца.— В чем секрет работы сердца?— Живое сердце в мертвом теле.— Приспособление отдельных частей сердца к возложенной на них работе.— Сердечные удары.— Пульс и условия, влияющие на силу и скорость его.—Движение кровяного потока.—Артерии, волосные сосуды и вены.— Скорость движения крови.— Большой и малый круг кровообращения.—«Настроение духа» и работа сердца.— Сердечные «пороки».—«Язык» сердца.

Кровь, находящаяся в нашем теле, постоянно движется. Пока человек жив, этот «поток жизни» омывает все части его тела и только вместе со смертью кровь останавливается в сосудах (венах) и спустя некоторое время свертывается. Этим живительным, быстро движущимся кровяным потоком каждой частичке тела доставляется все, что ей необходимо для поддержания жизни. Но где же кроется та сила, которая заставляет кровь двигаться и подвозить к различным частям нашего тела необходимую для них пищу?

Кровь движется от сердца ко всем частям нашего тела и обратно от всех частей его к сердцу, благодаря работе самого сердца.

Прежде чем ознакомиться с работой сердца, посмотрим, как оно устроено. Строение сердца довольно сложное и нужно запастись большим вниманием и терпением, чтобы не упустить здесь из виду чего-либо существенного. Прежде всего нам придется разочаровать читателя в том приятном заблуждении, согласно которому сердце оказывается носителем наших дум и сомнений, радостей и печалей. Сердце — не какое-либо таинственное хранилище души и всех ее помыслов: это просто мясистый мешок величиной с кулак взрослого человека; кстати сказать, мешок этот по своей форме нисколько не похож на того червонного туза, каким в народном воображении рисуется обыкновенно сердце. Поэтому все эти пылающие и пронзенные стрелой тузы —

чистейшая выдумка. Если вы когда-либо обращали внимание на форму сердца барана, быка, курицы и других домашних животных, то вам не трудно будет представить себе форму настоящего человеческого сердца.

Внутренняя полость человеческого тела, при помощи особой перегородки, разделена на две части: верхняя называется грудной полостью, а нижняя—брюшной. Сама же перегородка, разделяющая эти две полости, называется грудобрюшной преградой или диафрагмой. В брюшной полости находятся органы пищеварения: желудок, кишки, печень и т. д. Там же находятся и другие органы, о которых поговорим после. В верхней, или грудной, полости располагаются легкие; тут же между

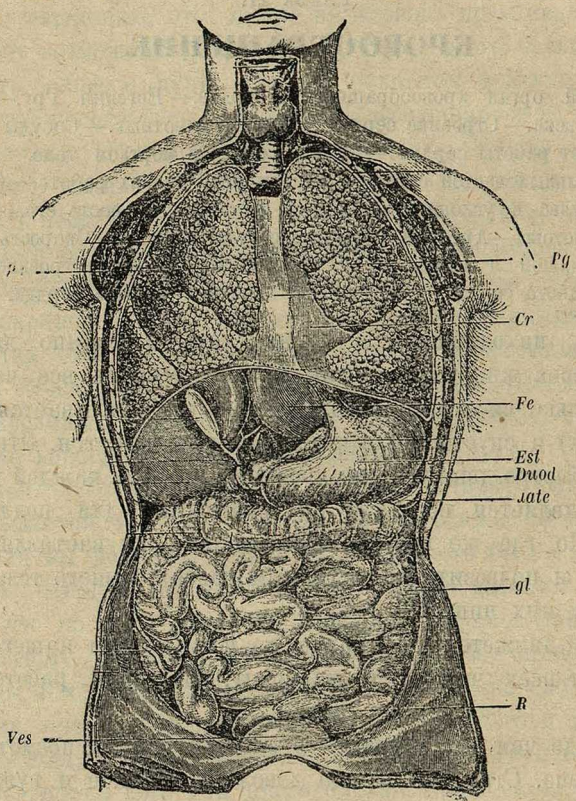


Рис. 7. Грудная и брюшная полость человека. *Pdr* — правое легкое; *Pg* — левое легкое; *Cr* — сердце; *Fe* — печень с желчным пузырем; *Est* — желудок; *Duod* — 12-перстная кишка; *rate* — селезенка; *gl* — толстая кишка; между изгибами ее тонкая кишка; *R* — начало прямой кишки; *Ves* — мочевой пузырь.

ними прикреплен центральный орган кровообращения, т. е. сердце.

Курьезные уродства бывают иногда в природе. Люди науки сумели использовать и их в интересах знания. Лет пятьдесят тому назад по Европе разъезжал и показывал себя некий Евгений Гру. На груди его имелась довольно большая треугольная трещина, с которой он и родился. Растягивая свою грудь, Евгений Гру настолько увеличивал эту трещину, что желающие свободно могли видеть через нее часть легких и сердца, следить за их работой и даже щупать их рукой. Впрочем, наблюдать живое, работающее сердце можно было не раз и у раненых в грудь людей, но на таких примерах, конечно, трудно было изучать строение сердца. Для этого приходилось вскрывать трупы людей и рассматривать уже мертвое сердце.

В наши дни это делает почти каждый врач; а было время, когда вскрытие трупов считалось величайшим преступлением и святотатством. Ученый, горевший желанием принести человечеству пользу, врачевать его от тяжких недугов, и потому пытливо изучавший тончайшие штрихи в устройстве человеческого тела, рисковал своей жизнью всякий раз, как ему нужно было вскрыть человеческий труп. Был даже и такой «безумец», по имени Везалий, который вырывал трупы людей, держал их у себя в шкафу или под кроватью и только ночью, когда все кругом спало непробудным сном, делал свое великое дело освобождения человеческой мысли от нелепых предрассудков; этими предрассудками почти все человечество пробавлялось тогда в своих суждениях о крови, сердце, легких и их значении в жизни человека. В эти глухие времена свет знания сиял не из школ, университетов и академий, а из скромной кельи одинокого фанатика науки, который работал целые ночи, и для чего? Только для того, чтобы обнародовать истину, возбуждавшую против него кипучую ненависть невежественных масс и громы проклятий со стороны «святых отцов». Книги его, в которых говорилось о строении и деятельности различных органов человеческого тела, сжигались на костре, а он сам подвергался гонению и преследованиям.

В чем же то знание, которое эти одинокие, но великие ученые сообщили нам о сердце, его устройстве и работе?

Сердце человека, всех млекопитающих животных и птиц состоит из четырех отдельных камер. Чтобы видеть это,

нужно вскрыть сердце, так как снаружи такое деление незаметно. Тогда мы увидим, что внутренняя полость его делится продольной перегородкой на две части. Перегородка эта цельная, сплошная, и потому правая половина сердца совершенно отделена от левой полости его и они никоим образом не могут прямо сообщаться друг с другом. Каждая из полостей сердца, правая и левая, в свою очередь, делится на две новые полости, верхнюю и нижнюю, посредством поперечной перегородки. Таким образом, двумя перегородками, продольной и поперечной, полость сердца делится на 4 отдельные камеры. Мы знаем, что правые две камеры (верхняя и нижняя) не сообщаются с левыми такими же двумя камерами; но зато обе верхние камеры (каждая в отдельности) сообщаются с нижними. Как же это происходит? В поперечной перегородке сердца есть два отверстия. При помощи одного из них верхняя камера правой половины сердца сообщается с нижней камерой той же половины; а другое отверстие в той же поперечной перегородке соединяет обе камеры левой половины сердца. Две верхние камеры называются предсердиями — одно правым, другое левым; две нижние камеры получили название желудочков — (правый и левый желудочек). Итак, предсердие с предсердием и желудочек с желудочком не вступают в непосредственное сообщение; зато правое предсердие отверстием сообщается с правым желудочком, а левое предсердие с левым желудочком.

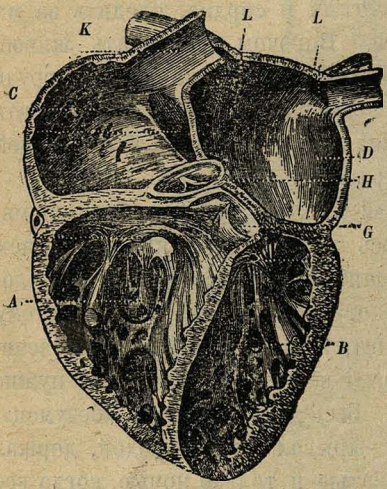


Рис. 8. Внутренность сердца. *A* и *B* — правый и левый желудочки; *C* и *D* — правое и левое предсердия; *G* — отверстие, ведущее в легочную артерию; *H* — отверстие, идущее в аорту; *K* — вскрытая верхняя полая вена; *LL* — две легочные вены (их всего четыре).

А что это за трубочки, которые мы видим на рисунке 9-м, изображающем наше сердце? Это отрезки кровеносных сосудов. Одни из этих сосудов уносят кровь из сердца к различным частям нашего тела и их называют артериями; другие же, напротив, приносят эту кровь снова в сердце и называются венами.

К правому предсердию приходят два больших сосуда. Это — полые вены: верхняя и нижняя. Верхняя полая вена собирает в себе всю кровь, идущую из верхних частей нашего тела, и изливает ее в правое предсердие; то же самое делает и нижняя полая вена с кровью, идущей из нижней половины тела.

Из правого желудочка берет начало один большой сосуд, называемый легочной артерией. Само название «легочная артерия» показывает, что этот сосуд служит для проведения крови из правого желудочка в легкие.

Подобно тому как в правое предсердие впадают вены, приносящие кровь из различных частей нашего тела, точно так же в левое предсердие открываются вены, которые приносят в сердце кровь из легких; но этих вен уже не две, а целых четыре, и они согласно тому месту, откуда влекут кровь, называются легочными венами. Осталось рассмотреть четвертую камеру человеческого сердца, левый желудочек. Здесь находится одно отверстие, которым начинается довольно толстый кровеносный сосуд; он, при выходе из сердца, давая несколько разветвлений в верхнюю половину тела, заворачивает дугой и спускается вниз. Сосуд этот — артерия, называемая аортой; он — начало живительного кровяного потока, он выносит кровь из сердца для того, чтобы орошать ею все, даже самые отдаленные от сердца, точки нашего тела.

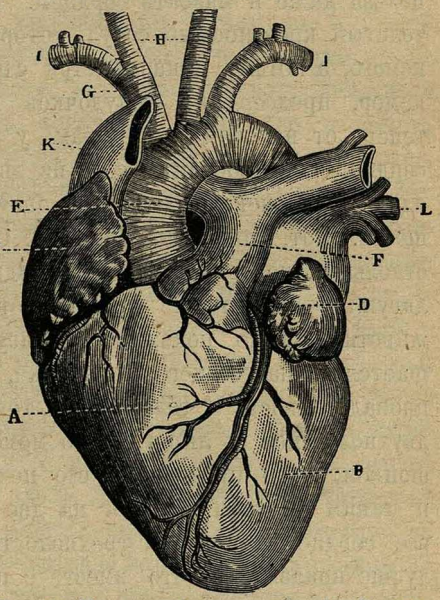


Рис. 9. Наружный вид сердца. *A* и *B* — желудочки, правый и левый; *C* и *Д* — предсердия, правое и левое; *E* — аорта; *F* — легочная артерия; *L* — легочные вены; *K* — верхняя полая вена; *H* — сонные артерии;. *J*,*J* — подключичные артерии.

Сердце не висит свободным между легкими: его окружает особый мешок, который называется околосердечной сумкой.

Одинаково ли у всех животных строение сердца? На этот вопрос нужно ответить отрицательно. Прежде чем дойти до такого сложного сердца, как сердце человека, природа «создала» много сердец менее сложного и даже совершенно простого устройства. Есть, например, не мало животных, населяющих моря и океаны, — различные полипы, медузы и т. д., у которых нет никакого сердца. Возьмите какое-либо насекомое, например, бабочку, комара или жука. Сердце этих животных нельзя даже и назвать сердцем. Это просто-напросто довольно толстый кровеносный сосуд, который тянется вдоль спины насекомого, а потому и называется спинным сосудом. Никаких камер, предсердий, желудочков и т. д. здесь нет. Перейдите теперь от насекомых к рыбам: у них вы найдете уже настоящее сердце! Оно состоит всего из двух камер — одно предсердие и один желудочек. Подымитесь еще выше по лестнице живых существ. Вот, положим, лягушка. Сердце ее состоит уже из трех отдельных полостей: два предсердия и один желудочек. Из яйца лягушки выходит не прямо настоящая лягушка, а головастик, животное, мало похожее на лягушку: он только тогда превращается в настоящего лягушонка, когда у него отрастут ноги и пропадет хвост. У головастика, точно так же, как и у рыб, сердце двухполостное, и лишь с того момента, как он становится лягушонком, одно предсердие его получает продольную перегородку и таким образом делится на две половины, правую и левую, а все сердце становится трехполостным. Этот пример как нельзя лучше показывает, что вместе с переходом от животных с простым устройством тела к животным, более сложно организованным, и само сердце становится сложнее. Остановите ваше внимание на сердце ящерицы или крокодила. Как вы думаете, сколько в нем полостей? Может быть, четыре, как и у человека? Нет: четыре и не четыре. Предсердий у них, правда, два, но зато нижняя часть сердца, где должны помещаться два желудочка, не совсем разделена на две отдельные полости: перегородка только на половину делит ее как бы на два желудочка; она не полная, развилась лишь отчасти. Когда от пресмыкающихся мы перейдем к птицам и млекопитающим, то только здесь встретим сердце о четырех полостях, совершенно ясно отделенных друг от друга. Так завершается постепенный переход от животных, совершенно лишенных сердца, к животным, имеющим сердце весьма сложного устройства.

«Как сильно бьется сердце», «сердце замерло, перестало биться, остановилось», «точно молотом колотит сердце в груди» — все это каждому из нас приходилось много раз и говорить, и слышать от других. Когда человек здоров и спокоен, то ему трудно уследить за работой своего сердца. Происходит это, надо полагать, потому, что он со дня рождения привык уже к биению своего сердца и не замечает его; совершенно также и часовых дел мастер не слышит, говорят, тиканья окружающих его часов только потому, что ухо его уж слишком привыкло к этому. Однако, иногда в моменты сильного душевного волнения вы не только ощущаете, но и слышите, как сильно сердце колотится в вашей груди. Но даже тогда, когда вы совершенно спокойны, достаточно приложить руку к тому месту, где помещается сердце, чтобы сейчас же почувствовать ровное, спокойное биение его. То же самое вы услышите, приложившись ухом к груди другого человека. Где же кроется причина этого биения? В самом сердце. Иначе невозможно было бы объяснить, почему оно, будучи вырезано из груди животного, продолжает некоторое время биться.

Выньте сердце из груди лягушки и положите его на стол; оно, к крайнему вашему удивлению, будет целые часы после смерти лягушки все еще биться, сначала довольно сильно, затем все слабее и слабее до тех пор, пока окончательно не замрет. Разрежьте это сердце пополам вдоль, даже на несколько кусков — и каждый такой кусок будет биться сам по себе. «Это одно из тех зрелищ,—говорит Л ь ю и с,—которое наполняет душу каким-то трепетом. С детства научился человек как-то таинственно соединять биение сердца с жизнью и движением, и вот, видит он это биение в таких условиях, где нельзя предположить ни жизни, ни движения»... Может быть, кровь, заключенная в сердце, заставляет его биться? Нет, крови в нем нет, а оно все же трепещет. Быть может, кислород, от которого оно было сокрыто в груди теперь раздражает его и побуждает биться? Опять-таки нет; поместите это вырезанное сердце под стеклянный колпак, в котором нет кислорода, и оно попрежнему будет биться. Причина, которая заставляет работать сердце, повторяю — не в крови и не в воздухе, а в нем самом. Можно много указать случаев, когда сердце продолжало пульсировать, после того как грудь, в которой оно было заключено, уже перестала дышать, и животное, которому оно принадлежало, перестало существовать. Вот кролик, убитый часов 10 тому назад, со вскрытой грудной

*

полостью: верхушка правого предсердия его все еще трепещет. Вот собака, убитая 20 часов тому назад: желудочки ее сердца продолжают довольно сильно сокращаться. Замечательно, что у людей, умерших внезапно, сердце продолжало трепетать некоторое время спустя после их смерти. Так, например, у одного обезглавленного преступника сердце билось в продолжение целого часа, после того как палач снес ему топором голову. У другого казненного преступника правое предсердие пульсировало в течение двух с половиною часов после смерти, а у одной женщины, также преданной смертной казни, при помощи гильотины, сердце боролось со смертью целых 27 часов. Во всех только что перечисленных случаях наблюдалось следующее весьма поучительное явление: сначала и желудочки и предсердия бьются равномерно, затем на несколько ударов предсердий приходится лишь один удар желудочков; наконец, желудочки совершенно останавливаются, а предсердия все еще, хотя и вяло, продолжают биться. И даже тогда, когда и предсердия в целом перестают биться, верхушка правого из них еще некоторое время трепещет.

Самый разительный пример живучести вырезанного у лягушки сердца приводят русские ученые Кулябко и Бочаров: оказывается, что если такое сердце положить на холод, то оно может ожить и забиться даже несколько дней спустя после сохранения его на леднике.

С Везалием — о нем уже говорилось выше — произошло следующее печальное обстоятельство. Он лечил одного богатого дворянина. Лечение не удалось и больной умер. Везалий вскрыл труп умершего, желая определить причину его смерти. Какой ужас овладел им самим и всеми тут присутствовавшими, когда они увидели, что сердце умершего равномерно билось. Ученого обвинили в страшном преступлении. Его призвали к ответу и чуть было не приговорили к смертной казни. Но судьба сжалилась над ним. Судьи смягчили свой приговор: Везалий должен был отправиться в «Святую землю» для того, чтобы замолить свой грех и раскаяться в нечестивых попытках проникнуть в «тайны дела божьего».

Все только что сказанное заставляет думать, что причина сердечной деятельности кроется в свойствах того материала, из которого сложено самое сердце, т. е. сердечная мышца. В чем эта причина, узнаем в одной из последних глав. А пока прибавлю следующее.

Поскольку сердце есть орган *до известной степени самодействующий*, автономный, постольку и работа нашего сердца *не зависит от нашей воли*: человек не властен ни ускорить, ни замедлить, ни тем более остановить деятельность этого органа, если, конечно, под словом «власть» не понимать доступную нам возможность регулировать и даже вовсе и навсегда останавливать работу сердца при помощи различных лекарственных и ядовитых веществ (валерьяновые и ландышевые капли, камфора, кофеин, стрихнин и т. п.).

Сердце состоит из предсердий и желудочков — мы это уже знаем. Что же делается с ними в то время, когда оно бьется и что означает это выражение — «бьется»? Сожмите обе руки ваши в кулаки и наложите кулак левой руки на кулак правой. Пусть верхний кулак изображает собою пару предсердий, а нижний — пару желудочков. Теперь разожмите верхний кулак, а нижний пусть остается сжатым, — и перед вами будет один из моментов биения сердца: предсердия разжаты, расслаблены, а желудочки сжались, сократились в объеме. Затем разожмите нижний кулак и в то же время сожмите верхний, — перед вами другой момент биения сердца: желудочки разжались, объем их увеличился, предсердия сжаты, сокращены. Продолжайте попеременно сжимать и разжимать кулаки ваших рук, и перед вами предстанет приблизительная картина того, как работает сердце. В то время когда предсердия сжаты, желудочки расширены и, наоборот, когда желудочки сжаты, предсердия расширены. Итак, сердце сжимается и разжимается или, как говорят, *сокращается* — не все сразу, а попеременно: то верхнею, то нижнею частями. Видеть это можно лучше всего на вырезанном сердце лягушки.

Приложивши руку к груди под левым соском, вы ощутите ряд толчков. Они следуют друг за другом по два, правильно отбивая: тук-тук, тук-тук, тук-тук... Первый из этих ударов происходит при сокращении желудочков, а второй при их расширении. Вслед за двойным ударом сердца наступает небольшой промежуток времени, когда сердце находится в покое, а затем опять следует новое «тук-тук».

После всего сказанного мы можем приступить к описанию того, что делается с кровью, заключенною в сердце, в то время, когда попеременно сокращаются то предсердия, то желудочки. Для того чтобы удобнее было понять работу сердца, мы разобьем ее на несколько отдельных, следующих друг за другом, моментов.

Через верхнюю и нижнюю полые вены кровь со всех частей тела идет в правое предсердие; точно так же кровь из легких через четыре легочные вены вливается в левое предсердие. Значит, оба предсердия при этом растягиваются, наполняясь кровью. Почему же только предсердия? Ведь каждое предсердие отверстием соединяется со своим желудочком, следовательно кровь из полых и легочных вен должна наполнять не только предсердия, но и желудочки, т. е. все сердце? Этого, однако, не происходит. Отверстия, находящиеся между предсердиями и желудочками, закрываются заслонками или клапанами, которые состоят из отдельных лоскутов: правый — из трех, и потому называется трехстворчатым клапаном, а левый — из двух, почему и носит название клапана двухстворчатого. Клапаны эти прикрывают отверстия, находящиеся между предсердиями и желудочками, и открываются только тогда, когда предсердия совершенно наполнятся кровью. Итак, предсердия расширены, наполнены кровью и тут уже наступает тот момент, который в физиологии принято называть систолой предсердий: предсердия сжимаются, кровь, заключенная в них, давит на клапаны, которые теперь открываются, и оба желудочка наполняются кровью: кровь из правого предсердия переходит в правый желудочек, и из левого — в левый. Все это короче можно выразить так: в тот момент, когда предсердия сократились, желудочки расширились. Тут опять можно задать вопрос, который требует немедленного разъяснения. Вы можете спросить: почему кровь при сокращении предсердий переходит непременно в желудочки, а не обратно в полые вены. Она не попадает обратно в вены, во-первых, потому что кровь, находящаяся в этих сосудах, своим давлением противодействует давлению крови предсердий; а потом не мешает помнить, что отверстия полых вен, при сокращении предсердий, в свою очередь, сильно сжимаются. Из желудочков, как я уж сказал, кровь должна попасть в аорту и в легочную артерию. У входа в каждый из этих сосудов находятся клапаны, имеющие форму полумесяца и называющиеся полулунными клапанами; они открываются не внутрь желудочка, а по направлению к самим сосудам. В то время когда стенки желудочков расслаблены, т. е. когда желудочки наполняются кровью, клапаны эти закрывают отверстия артерий и кровь не может про-

браться в артерии. Теперь один из моментов работы сердца выяснен. За ним наступает другой, который нам уже не трудно будет понять; его, кстати сказать, называют систолой желудочков. В чем же он заключается? Желудочки сжимаются, и кровь, заключенная в них, напирает, во-первых, снизу вверх на створчатые клапаны, находящиеся у входа в предсердия; вследствие этого клапаны захлопываются и не дают крови проникнуть из желудочков обратно в предсердия; во-вторых, та же самая кровь, давит на полулунные клапаны у входа в легочную артерию и аорту; клапаны эти открываются, и кровь из правого желудочка через легочную артерию направляется к легким, а из левого желудочка через аорту идет ко всем частям нашего тела. Так кончается и этот момент работы сердца, за которым наступает медленное расслабление (диастола) желудочков. Диастола предсердий, как я уже говорил, начинается раньше, уже во время систолы (сокращения) желудочков. После этого несколько мгновений сердце вовсе как бы отдыхает от своих трудов: и желудочки, и предсердия расслаблены, причем последние в это время наливаются кровью, идущею из полых и легочных вен. Затем предсердия снова сокращаются, и все части сердца принимаются за работу впредь до нового отдыха. Эти отдыхи, прерывающие работу сердца, суть те незначительные, едва уловимые промежутки времени, которые отделяют один двойной удар сердца от другого, следующего за ним такого же двойного удара. Если принять, что у среднего нормального человека в минуту бывает 70 сердечных ударов, то простое вычисление покажет, что каждое биение сердца длится около 0,8 секунды. Половина этого короткого срока приходится на систолу, а остальные 0,4 секунды на диастолу. Так как подлинной работой сердца нужно считать собственно систолу, т. е. сокращение сердечной мышцы, а диастола (расслабление ее) является как бы отдыхом от работы, то можно, пожалуй, сказать, что «сердце в сутки работает 12 часов и отдыхает 12 часов».

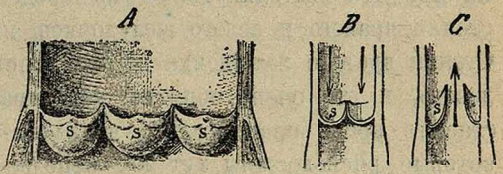


Рис. 10. Полулунные клапаны (*S*) аорты. *B* — клапаны закрыты. *C* — открыты.

Любопытно обратить внимание на то, как различные части сердца приспособлены известным образом к работе, которая лежит на их обязанности. Известно, что мышцы различных частей нашего тела от упражнения становятся больше, развиваются. Например, у гимнастов мышцы рук и ног большие, плотные, упругие. С другой стороны, эти мышцы гораздо сильнее, чем у обыкновенных людей, и способны исполнять более трудную работу: гимнасты могут держать ногами и двигать руками большие тяжести. Рассмотрите теперь различные части сердца. У предсердий работа нетрудная — им нужно только перегнать кровь в желудочки. Потому-то стенки предсердий несравненно тоньше и слабее стенок желудочков, на которых лежит уже более тяжелая работа: им ведь нужно гнать кровь по всему телу, а это не то, что вытолкнуть ее из предсердий в желудочки. Даже стенки правого и левого желудочков, и те неодинаково развиты. Стенки правого желудочка не так толсты и сильны, как стенки левого, и это очень понятно: ведь правому желудочку надо доставить кровь сравнительно недалеко — всего только к легким, которые расположены тут же, неподалеку от сердца, тогда как левому желудочку приходится употребить всю свою силу для того, чтобы перегнать кровь в самые отдаленные от сердца уголки нашего тела.

Не раз уже мы говорили, что биение сердца можно ощущать, приложивши руку к груди. Толчки, которые рука наша при этом испытывает, происходят от того, что желудочки сердца, сокращаясь, принимают более округлую форму, становятся тверже и напирают с большей силой на переднюю стенку грудной клетки, благодаря чему и происходит легкое сотрясение последней.

У взрослого здорового мужчины сердце ударяет раз 70 — 75 в минуту, а у женщины число ударов достигает 80. При некоторых болезнях, например, при лихорадке, тифе и других, сердце обыкновенно ударяет чаще — 120 раз и более в минуту. Бывали и такие случаи, когда у людей, заведомо обреченных болезнью на смерть, можно было насчитать в течение минуты 200 и даже больше ударов.

С другой стороны, бывают и такие случаи, когда число ударов сердца падало до 18 — 10 в минуту.

Из таблицы на стр. 41 видно, что со времени рождения человека вплоть до 25-летнего возраста число ударов сердца в минуту

Число ударов сердца в минуту у людей здоровых.

У утробных младенцев	140—145
» новорожденных	130—140
» годовалых	120—130
» пятилетних	92— 95
» десятилетних около	90
» 15—25-летних	70
» 25—50-летних	72
» 60-летних	74
» 80-летних	79
» 80—90-летних и более	80

уменьшается, а с этого возраста до 50-летнего сердце бьется почти с одинаковой скоростью. Дальше, оно начинает работать быстрее, так что число ударов его в глубокой старости доходит до 80 и более: мышца сердца в это время работает вяло, в ней нет уже прежней силы, вследствие чего и удары бывают слабее, но зато они чаще. Сердце числом своих ударов как бы заполняет тот недочет, который может произойти в теле старца вследствие того, что сила этих ударов ослабевает. Это обстоятельство должно вам ясно показать, что не нужно смешивать силу сердечных ударов с их быстротой в различную пору человеческой жизни. Есть много различных причин, от которых изменяется как сила, так и число сердечных ударов.

Кстати сказать, теперь мы будем называть удары сердца так, как это принято, т. е. пульсом, и вместо слов «сердце бьется» будем говорить сердце пульсирует.

Прежде всего нельзя не обратить внимания на то, что чем больше рост человека, тем меньше сердечных ударов приходится на одну минуту; в то время как у человека очень маленького роста, сердце пульсирует 85 раз, у человека очень высокого роста оно ударяет всего лишь 60 раз в минуту. То же самое можно наблюдать и при сравнении человека с животными. У животных, которые больше человека, сердце пульсирует медленнее, и наоборот. У лошади, напр., сердце ударяет всего лишь 40 раз в минуту, у барана 80, у собаки средних размеров — 95 — 100 раз, а у молодой белки — 300 раз. Приэтом не мешает помнить, что у всех млекопитающих и птиц сердце пульсирует много быстрее, чем у животных холоднокровных, как например, у лягушек и рыб. В течение дня пульс несколько раз меняется, смотря по тому, в каком положении и настроении духа находится чело-

Библиотека имени

век, что он делает, чем он занят. Когда мы спим или же, проснувшись, спокойно лежим в постели, — работа нашего сердца медленнее, чем тогда, когда мы бодрствуем; а если мы станем ходить, то оно забьется быстрее. Стоит нам принять пищу, выпить чай или кофе, пульс наш несколько участится. Спиртные же напитки действуют еще сильнее. Скорость пульса зависит также от всякого умственного напряжения, от всякой физической работы. Занятия гимнастикой, прогулка на свежем воздухе, слушание музыки — все это также действует на работу сердца, заставляет его сильнее и чаще биться. Если кто из вас следил за пульсом своего сердца в то время, когда приходилось спорить, горячиться или вообще волноваться по какому-либо поводу, то, должно быть, замечал, как оно начинало пульсировать все быстрее и быстрее. Даже такая, повидимому, обыкновенная вещь, как дыхание, и то оказывает некоторое влияние на частоту пульса: при сильном вдыхании сердце пульсирует не только медленнее, но и слабее, чем при сильном выдыхании, когда оно бьется чаще и сильнее. Известно, что у вялых и ленивых людей пульс бьется медленнее, нежели пульс людей деятельных, раздражительных.

Тут можно спросить: оттого ли люди деятельны и раздражительны, что у них очень живо работает сердце или же наоборот — потому оно так быстро пульсирует, что они так деятельны и раздражительны? Или: оттого ли люди вялы и ленивы, что у них вяло и лениво работает сердце или же, наоборот, сердце потому только и работает лениво, что человек, которому оно принадлежит, вял и неподвижен? На все эти вопросы мы можем ответить так: тут, несомненно, существует некое взаимодействие; работа сердца, с одной стороны, и здоровье, сила и темперамент человека — с другой, взаимно обусловливают друг друга. Слабая работа сердца может способствовать вялости «характера», и наоборот: вялость характера, обусловленная целым рядом других причин, может в свою очередь отразиться на работе сердца. Дальше нам придется еще не раз сталкиваться с подобными вопросами; а теперь мы должны будем подробнее рассмотреть движение крови, и потому не мешает узнать кое-что о тех сосудах, которые мы назвали артериями и венами.

Аорта, выходящая из левого желудочка, распадается на множество отдельных, толстых и тонких ветвей, из которых одни

направляются в голову, другие — в руки, третьи — в ноги, четвертые — во внутренние органы, пятые — в мускулы живота и т. д.

Все эти сосуды несут кровь, идущую от сердца, и называются артериями. Стенки артерий упруги, эластичны и потому

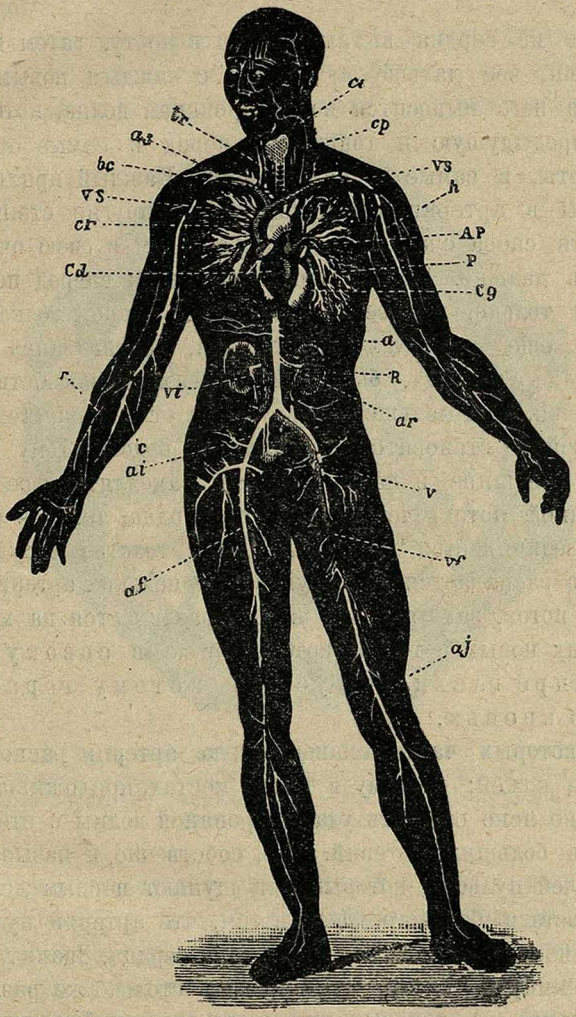


Рис. 11. Кровеносная система человека. Артерии обозначены яркими белыми разветвлениями, вены — более слабыми и бледными, пунктирными. *Cd* — правая половина сердца; *Cg* — левая его половина; *P* — легкие; *tr* — дыхательная трубка, *R* — почка; *v* — мочевой пузырь; *AP* — легочная артерия; *cr* — дуга аорты; *bc* — подключичная артерия; *cp* и *ce* — сонные артерии; *a* — брюшная аорта; *ai* — подвздошная артерия; *af* — бедренная артерия; *aj* — артерии голени; *ar* — почечная артерия; *vs* — верхняя полая вена; *vi* — нижняя полая вена; *vf* — бедренная вена.

опасно перерезать такой кровеносный сосуд: отверстие на месте среза остается открытым и из него с большой силой вырывается струя крови. Единственное средство остановить такой фонтан крови — это перевязать артерию, что и делают врачи во время операций.

Кровь из сердца выталкивается в аорту, затем переходит в ее ветви, все дальше и дальше; с каждым новым толчком сердца из него выносится новая кровяная волна, которая ударяет о предыдущую и гонит ее вперед в самые отдаленные ветви аорты, в самые тонкие артерии. Каждый прилив кровяной волны в артерии растягивает их упругие стенки; затем стенки эти снова спадают и таким образом в свою очередь гонят кровь дальше. Итак, кровь подвигается вперед по сосудам не потому только, что сердце с каждым ударом толкает ее, но и потому еще, что сами артерии, растягиваясь и сжимаясь, пульсируют, бьются и тем самым способствуют движению крови. Чем дальше кровь уходит от сердца, тем медленнее и покойнее становится ее движение, подобно тому как река, становясь все шире и шире, начинает замедлять свое течение.

Кровяной поток, чем дальше от сердца, тем все больше и больше увеличивается в ширину: один толстый сосуд — аорта постепенно распадается на целую сеть тоненьких артерий; узкий кровяной поток, заключенный в ней, разливается на множество мельчайших новых потоков, которые все в совокупности много шире главного русла и потому гораздо богаче его кровью.

В некоторых частях нашего тела артерии располагаются близко под кожей; поэтому в таких местах, приложивши к ним руку, можно ясно ощутить удары кровяной волны о стенки идущих здесь больших артерий. Это, собственно, и называется на языке врачей пульсом, который они щупают первым делом, подходя к постели больного. Дело в том, что артерии пульсируют почти сейчас же после каждого удара сердца. Значит, артерии в течение минуты должны пульсировать столько же раз, сколько и само сердце. А так как при очень многих болезнях сердце работает не так, как у вполне здорового человека, то и, понятно, почему доктор первым делом берет руку больного и, глядя на часы, считает удары той артерии, которая проходит тут. Пульс артерии можно нащупать не только на руке, но и во многих других местах, например, на висках, на шее и т. д. Если лечь на

спину и свести верхние резцы (передние зубы) с нижними, но так, чтобы не сжимать сильно челюстей, то можно легко различить пульс челюстных артерий: резцы будут постукивать в такт с ударами этих артерий, а следовательно и одновременно с пульсом сердца.

Далее, если сесть спокойно на стул и перекинуть одну ногу на другую, то можно заметить следующее: носок верхней ноги будет подыматься и опускаться в такт с ударами сердца, а по-

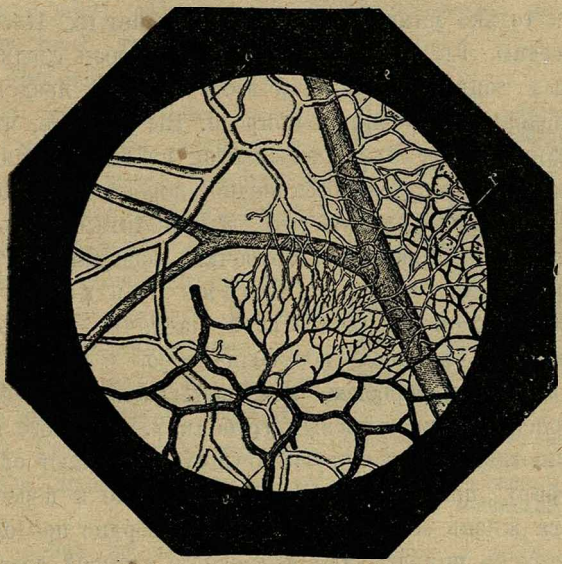


Рис. 12. Сеть волосных сосудов — капилляры. *a* — тоненькая артерия; *r* — сеть волосных сосудов; *v* — тоненькие вены, в которые переходят капилляры; *e* — часть более крупной вены. Все — под микроскопом.

тому, значит, и в такт с ударами той кровяной волны, идущей от сердца, которая вместе с каждым толчком его приливает в одну из ножных артерий. Таким образом, мы видим, что пульс артерий есть не что иное как «эхо» сердечного пульса; следовательно, по той силе, с которой кровяная волна бьет из перерезанной артерии, мы можем приблизительно судить о той силе, с которой работает наше сердце.

Вот несколько интересных опытов, которые показывают нам силу сердечного толчка. Из тонкой перерезанной артерии собаки или овцы кровь бьет фонтаном высотой в 2 *м*, а если

перерезать у овцы толстую шейную артерию, то высота кровяной струи будет на $^1/_2$ — 1 *м* больше. Перекиньте одну ногу на другую, как говорилось раньше; если теперь подвесить к носку груз, положим в 5 *кг*, то вы увидите, что несмотря даже на такой тяжелый груз, носок ваш будет равномерно вздрагивать от ударов кровяной волны о стенку ножной артерии.

Обратимся снова к движению крови в артериях. Простым, не вооруженным глазом нет никакой возможности уследить за тончайшими веточками артерий; они скоро совершенно теряются из виду, и только микроскоп снова открывает их. Пустите в ход микроскоп там, где глаз ваш уже не способен следить за ветвями самых тонких артерий, и взору вашему предстанет одно из прекраснейших зрелищ в природе. Вы увидите, что каждая едва заметная артерийка рассыпается на бесчисленное множество тончайших сосудов, бесконечно переплетающихся между собой и образующих чудную сеть. Эти видимые лишь в микроскоп, неимоверно тоненькие трубочки называются, благодаря своей тонине, волосными сосудами или капиллярами, и в каждой самой незначительной частичке нашего тела вы можете встретить их несметное количество.

Нет ничего интереснее, как наблюдать движение крови в таких тоненьких кровеносных трубочках. Для этого поступают обыкновенно так. Берут живую лягушку и пускают ей под кожу немного эфиру; приэтом она теряет сознание и перестает двигаться, хотя жизнь ее не прекращена, и сердце продолжает работать. Затем ее привязывают к доске, в которой делают отверстие величиной с двугривенный, и над отверстием помещают одну из задних лапок лягушки, растягивая ее тонкую прозрачную плавательную перепонку. Когда все таким образом готово, растянутую перепонку подставляют под стеклышко микроскопа. Сейчас же волосные сосуды этой перепонки становятся видимы, и мы можем наблюдать, как движется в них кровь. Мы наблюдаем при этом вот что: стенки волосных сосудов совершенно покойны, они не пульсируют; движение крови много медленнее, чем в артериях. В то время как в главных, больших артериях кровь пробегает в течение одной секунды — 30 *см*, в волосных сосудах она делает только 3 — 4 *см* в минуту. Тут же катятся и кровяные шарики: красные занимают середину сосуда, а белые вместе с кровяной жидкостью ползут у стенок капилляра, причем движутся они раз в десять — двенадцать медлен-

нее, чем красные. Там, где сосуды очень тонки, шарики плывут один за другим гуськом.

Присмотревшись внимательно к волосным сосудам, вы можете заметить, как они соединяются вместе и образуют новые более толстые сосуды (рис. 13), которые, сливаясь в свою очередь друг с другом, становятся все крупнее и крупнее и несут кровь уже обратно к сердцу. Это образуются вены. Вены отличаются от артерий тем, что стенки их не упруги, мягки, податливы. Как только кровь попадает из волосных сосудов в тончайшие вены, движение ее делается быстрее, и чем толще становятся вены, тем скорее начинает кровь бежать по пути к сердцу. Вот вены уже настолько толсты, что мы их можем видеть простым глазом: они похожи на тонкие синеватые нити. Чем ближе к сердцу, тем толщина их становится больше; наконец, они составили несколько довольно широких стволов, которые также слились вместе и превратились в две полые вены, нижнюю и верхнюю, а эти последние внесли кровь в правое предсердие. Тут заканчивается маршрут крови, вышедшей из левого желудочка.

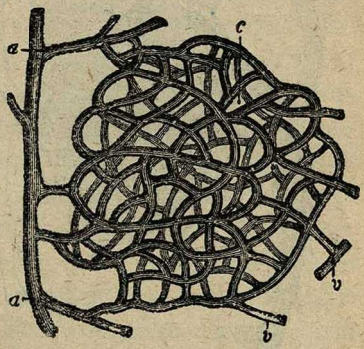


Рис. 13. Сплетение волосных сосудов. *a* — маленькая артерия; *c* — волосные сосуды; *v*, *v* — начала тончайших вен.

Итак, кровь из левого желудочка идет в аорту, из аорты вверх и вниз тела по артериям, сперва крупным, потом мелким, из артерий в волосные сосуды, из этих последних в тончайшие разветвления вен, из тонких вен в вены более толстые, из всех толстых вен в верхнюю и нижнюю полые вены, и отсюда уже в сердце, точнее — в правое предсердие его. Не замечает ли читатель, что кровь таким образом совершает круг, который начинается в левом желудочке и кончается в правом предсердии? Круг этот называется большим кругом кровообращения.

Ну, а что же делается с кровью дальше? Куда она поступает, после того как пройдет вышеописанный путь? Путешествие ее не кончено: пробежавши большой круг, она вступает в другой, малый круг кровообращения. Иначе говоря, кровь из правого предсердия переходит сперва в правый желудочек,

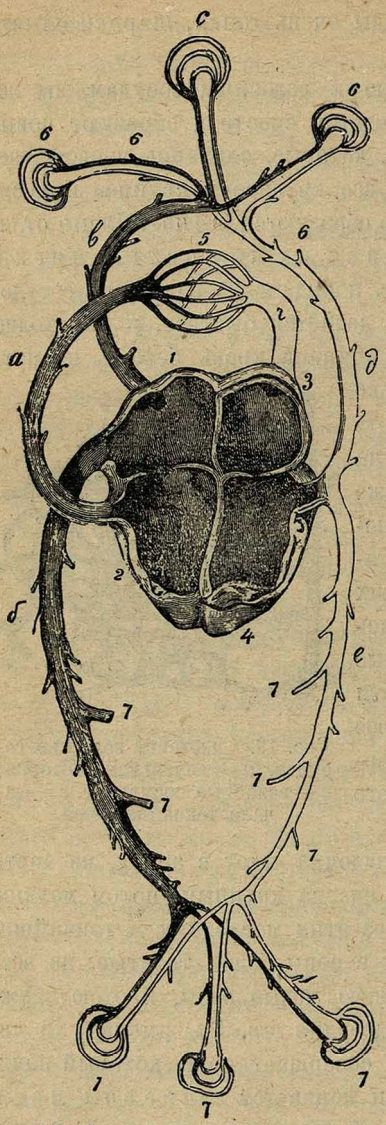


Рис. 14. Схема кровообращения. *а* — легочная артерия; *б* — нижняя полая вена; *в* — верхняя полая вена; *г* — легочная вена; *д*, *е* — ветви аорты. 1) — правое предсердие; 2) — правый желудочек; 3) — левое предсердие; 4) — левый желудочек; 5) — схема легких; 6) — схема сосудов верхней половины туловища; 7) — схема сосудов нижней половины туловища.

отсюда ей путь лежит уже в легочную артерию, которая делится на две ветви: одна из ветвей идет в правое легкое, другая — в левое; здесь, в легких, каждая из этих ветвей распадается на множество маленьких артерий, проникающих собою каждое легкое и рассыпающихся в чудную сеть волосных сосудов. Сосуды эти собираются в тончайшие вены, которые, соединяясь вместе, образуют 4 легочных вены. Кровь, попавшая из волосных сосудов легких в эти вены, изливается, как мы это уже знаем, в левое предсердие. Словом, начинаясь в правом желудочке, малый круг кровообращения кончается в левом предсердии. Читатель, конечно, понимает, что оба круга кровообращения, и большой и малый, составляют собственно говоря, только один, так как кровь пробегает этот двойной круг за-раз, один вслед за другим. Соедините, в самом деле, оба кровяные пути вместе, и что же вы получите? Кровь из правого предсердия направляется в правый желудочек, оттуда через легочную артерию вливается в легкие, из легких помощью легочных вен устремляется сперва в левое предсердие, потом в левый

желудочек, а отсюда через аорту идет в различные концы нашего тела, и, наконец, полые вены снова приносят ее в правое предсердие, т. е. туда, откуда она вышла. Получился один путь, не правда ли? (Рис. 14.) А между тем не следует смешивать большого пути крови с малым, так как они играют различную роль в жизни человека, и вот в чем это различие: по большому кругу кровообращения подвозятся ко всем частям и органам нашего тела питательные вещества; из волосных сосудов наши мускулы (мясо), кости, кожа, мозг, печень и другие внутренние органы черпают все необходимое для поддержания своей жизни. Сюда же, в кровь волосных сосудов, ткани возвращают часть негодных и даже вредных для организма продуктов. Поэтому-то светлая, алая кровь артерий, переходя в вены, уже изменила свой цвет, стала более темною. Ей нужно «очиститься», и тут на выручку является малый круг кровообращения. Вены приносят эту отчасти отработавшую кровь в правое предсердие и правый желудочек, откуда она должна поступить в легкие. Здесь, в легких, она оставляет часть ненужных для жизни продуктов и снова вливается в левое предсердие ярко-алая, светлая, способная обновить, возродить к жизни каждую частичку тела. Теперь, значит, мы можем сказать, что в правой половине нашего сердца и в венах кровь темно-красного цвета с синеватым оттенком, а в левой и в артериях она ярко-алого цвета, обновленная, с запасом всех нужных организму веществ. Количество венозной крови почти вдвое больше количества крови артеральной, ибо ёмкость, т. е. вместимость, всех вен приблизительно в два раза больше емкости всех артерий.

Неодинаково количество крови также в малом и большом круге кровообращения. Если предположить, что у данного субъекта имеется 5,5 *кг* крови, то из них примерно 1 *кг* придется на малый круг кровообращения (т. е. на все сосуды — артерии, вены и капилляры этого круга) и 4,5 *кг* на большой.

Чтобы покончить совершенно с движением крови, посмотрим, сколько необходимо времени, чтобы кровь совершила один полный оборот от сердца снова к сердцу. Когда сердце человека сделает 27 ударов, кровь успеет пробежать весь назначенный ей путь.

А если мы знаем, что в одну минуту сердце пульсирует 72 раза, то, следовательно, крови нужно всего лишь 22 с половиной секунды, чтобы обежать все тело и вернуться

в сердце; иначе говоря в продолжение суток кровь успеет 3 600 раз пробежать по полному кругу своего обращения. У лошади на один оборот крови нужно 31,5 секунды, у собаки — 16,5, у кошки — почти 7, а у курицы — всего лишь 5 секунд.

Французские ученые, Жолие и Тозиак, установили продолжительность малого (легочного) круга кровообращения. Оказывается, что, для того чтобы обежать этот круг, кровь употребляет не больше 6 секунд, т. е. почти в 4 раза меньше того времени, которое нужно ей для большого круга.

Открытие кровообращения — одно из величайших завоеваний науки. Оно выполнено тремя великими людьми. Сначала был открыт малый круг кровообращения — и честь этого открытия принадлежит одному из свободолюбивых ученых монахов XVI века Мишелю Серве. Затем, в 1628 году, благодаря работам бессмертного английского физиолога Гарвея, был в точности установлен и выяснен большой круг кровообращения и, наконец, в 1661 году, когда был уже изобретен микроскоп, знаменитый итальянский ученый Мальпиги показал, как кровь артерий переходит при помощи волосных сосудов в вены.

Тут мы могли бы закончить наше сообщение о работе сердца и движения крови. Но является еще вопрос: неужели сердце есть только полая мышца, двигатель крови и больше ничего?

«Неужели,— спрашивает Карл Фогт,—науке удалось свести деятельность сердца, так беспокойно бьющегося в человеческой груди, к деятельности простой машины? Неужели участие, которое мы приписываем ему в наших чувствах, есть пустая выдумка? Усиленное биение, радостный трепет, болезненное содрагание нашего сердца, о котором мы так часто говорим по старой привычке, неужели одни только красивые слова, бред нашего воображения?»

Это все такие вопросы, которые читатель задавал себе, должно быть, много раз и которые он в праве задать и сейчас. Объяснимся.

Нет сердца любящего, чувствительного, жалостливого, благородного и доброго, точно так же, как нет сердца ненавидящего, каменного, бесчувственного, неблагодарного и злого. Сердце не испытывает ни радости, ни горя, ни страха, ни отваги. Сердце не переживает ни ужаса, ни приливов отчаянного мужества, точно так же, как оно не терзается угрызениями совести, и не разрывается на части от тоски и горя.

Поэтому, когда мы говорим, что любим, ненавидим, горюем, радуемся и т. д., от всего сердца, то этим мы выражаем лишь наше настроение, которое так или иначе отзывается на работе нашего сердца, а следовательно и на движении нашей крови.

Мы можем чувствовать и тягость в груди, и стеснение в дыхании и колотье в сердце, но лишь потому, что наше настроение влияет на работу сердца, которое либо замрет на несколько мгновений, либо станет биться сильнее и чаще. Мы правы, когда говорим, что чувствуем сильные и частые удары сердца от радости и восторга, что чувствуем, как сердце наше сжалось и содрогнулось от страха и внезапного ужаса. Но мы не правы, приписывая эти чувства сердцу, а не нам самим испытывающим и радость, и восторг, и трепет, и ужас; сердце' лишь откликнулось на наше чувство, и откликнулось потому, что повышенное состояние или упадок нашего духа заставили его либо забиться сильнее и чаще, либо «замереть» и остановиться на несколько мгновений. Совершенно верно, что у нас от стыда краснеют щеки, а от страха лицо покрывается «смертельной» бледностью; но мы ошибаемся, когда приписываем стыд и страх самому сердцу. Здесь, как и во всех предыдущих случаях, сердце совершенно невольно поддается влиянию нашего настроения; чувство стыда, испытываемое нами, изменяет работу сердца, которое с силой гонит кровь в волосные сосуды нашего лица; сосуды эти расширяются, наполняются кровью, и окружающие видят, а мы сами чувствуем, как щеки наши покраснели. С другой стороны, чувство страха заставляет сжиматься те же самые волосные сосуды: в них теперь уже очень мало крови, и бледность покрывает наше лицо.

Все это, однако, нисколько не устраняет настоящих болезней самого сердца. Один из обыкновенных признаков болезни сердца — это так называемое сердцебиение.

Ускоренное биение сердца можно назвать болезненным лишь в том случае, когда оно происходит от каких-либо изменений в самом сердце, например, в случае утолщения его стенок, или когда все сердце ненормально увеличивается. Тогда при всяком, даже незначительном, волнении удары его становятся не только сильнее, но и ощутительнее. Бо́льшая часть болезней сердца происходит главным образом от болезненного состояния его клапанов. Очевидно, что раз испорчена важнейшая пружина крово-

обращения, то и последнее в свою очередь нарушается; кровь слабо орошает и питает различные органы нашего тела, они начинают плохо работать, и потому человек, страдающий, как говорят, пороком сердца, не может долго прожить на белом свете и обыкновенно умирает внезапно. Получит ли он сильный удар, примется ли за непосильную работу, услышит ли о смерти дорогого ему существа, во всех этих случаях он рискует умереть от «разрыва», точнее от паралича сердца. Серьезные болезни сердца, изменяющие правильное движение крови, а потому и и правильное питание нашего тела, гнетуще действуют на наше настроение, — мы делаемся вялы, неподвижны, раздражительны, печальны, грустны и т. д. Словом, здесь то же, о чем мы говорили раньше: между работой сердца и настроением нашего духа существует тесная связь и зависимость; настроение наше влияет на работу сердца, а болезненная неправильная работа его угнетает наш дух.

Врачам приходится выслушивать, как действует сердце, для того, чтоб распознать наши болезни. Они прикладываются ухом или специальной трубкой (стетоскопом) к груди больного и прислушиваются к сердечным звукам, которые весьма различны у больного и здорового человека.

У здорового человека всегда отчетливо слышны два сердечных тона (звука), которые быстро следуют один за другим с коротким, едва уловимым перерывом (малая пауза). Первый из них — более низкий и более продолжительный; он появляется в тот момент, как начинают сокращаться желудочки сердца (систола желудочков), и совпадает с захлопыванием клапанов, отделяющих желудочки от предсердий: заслонки клапанов хлопают друг о друга и производят звук. Напряжение мышечных стенок желудочков также сопровождается низким звуком сливающимся со звуком клапанов в один тон. Второй сердечный тон более высок и короток; он появляется в тот момент, когда желудочки, полностью сократившись, начинают расправляться (диастола желудочков); а образуется он от захлопывания полулунных клапанов (заслонок) аорты и легочной артерии. Вслед за одним таким двойным сердечным тоном наступает более продолжительный перерыв — большая пауза, — а там опять идут в строгом, неизменном порядке: первый сердечный тон — малая пауза, второй тон — большая пауза, первый тон — и т. д. до последнего удара сердца.

При болезнях сердца картина меняется: меняется характер сердечных тонов и к ним присоединяются так называемые сердечные шумы. Причин, вызывающих такого рода шумы, много, и почти все они связаны с расстройством или болезненным состоянием клапанов сердца и полулунных заслонок аорты или легочной артерии. Два примера наглядно пояснят вам, в чем тут дело.

Положим, что трехстворчатый клапан сердца, разъеденный частично болезнью, плохо замыкает отверстие, ведущее из правого предсердия в правый желудочек. Тогда кровь всякий раз, как желудочки сокращаются, будет частью направляться обратно в правое предсердие — и в результате этого ее обратного движения получится сердечный шум.

Другой пример. Предположим, что плохо действуют полулунные заслонки аорты. Они, как мы уже знаем, служат для того, чтобы кровь, выгнанная из левого желудочка, не вернулась обратно сюда во время расслабления желудочков. Но это всецело зависит от того, насколько плотно замыкаются клапаны аорты. Если они, например, укорочены, благодаря болезни, если они не не сходятся краями как следует, то между ними остается свободный проход; и всякий раз, когда желудочки расправляются, кровь, только что выгнанная в аорту, идет обратно в левый желудочек, причем это ее обратное движение сопровождается сердечным шумом.

Врач внимательно прислушивается к сердечным тонам и шумам, умеет различать их. Он понимает своеобразный «язык сердца». Но это не тот язык, который повествует о радостях и печалях сердца. Язык этот дает точные показания о том, как работают различные части центрального органа кровообращения и в каком состоянии находятся его клапаны — гладки ли они, не укоротились ли, не пропитались ли известью, замыкаются ли плотно и т. д. Короче говоря, «сердечные звуки» свидетельствуют лишь о состоянии той «полой мышцы», которую мы называем сердцем и которой принадлежит чрезвычайно важная роль в жизненном процессе. «Язык сердца» — это эхо жизни: ее силы и слабости, здоровья и недужности.

Глава III.

ВОЗДУХ И ЛЕГКИЕ.

Воздух и его составные части. — Кислород, азот, водяные пары. — Аммиак и углекислота. — Пыль и зародыши в воздухе. — Бактерии. — Гниение. — Воздух как зараза. — Значение различных частей воздуха для дыхания. — Строение органов дыхания у человека. — Легкие птиц. — Жабры. — Органы дыхания насекомых. — Грудная клетка. — Как происходит вдыхание и выдыхание. — Дыхание у мужчин и женщин. — Влияние различных условий на силу и число дыханий. — Зевота и другие своеобразные дыхательные движения: смех и плач, вздохи и чихание, сморкание и храп.

Земной шар окружен прозрачной пеленой, состоящей из воздуха. Эта воздушная оболочка простирается в высоту, согласно новейшим данным (Аррениус), километров на 300 — 400, и за этим пределом, надо полагать, уже нет того, что мы привыкли называть воздухом.

Не стану описывать тех сложных наблюдений и опытов, благодаря которым удалось определить все составные части воздуха; укажу лишь на то, к чему привели эти опыты и наблюдения.

Главную составную часть воздуха образуют два газа — кислород и азот. Во всякой стране и над сушею и над водою, на различных высотах от земли—словом, везде на открытом месте (внутри зданий и больших помещений дело обстоит иначе) количество кислорода и азота постоянно; где бы ни были взяты 100 $м^3$ воздуха, всегда мы в нем найдем около 21 $м^3$ кислорода и 79 $м^3$ азота;[1] иначе говоря, почти $^4/_5$ части всего воздуха состоит из азота и лишь $^1/_5$ часть его образует кислород. Нет ни одного мгновения, когда воздух находился бы в совершенном покое, и потому кислород с азотом в нем равномерно перемешаны. Кислород, как известно, один из тех газов, которые нельзя ни увидеть, ни понюхать, ни попробовать на вкус, так

[1] Точнее: 79,02% азота, 20,95% кислорода и 0,03% углекислоты (по объему).

как он совершенно бесцветен, не имеет никакого запаха и бесвкусен. Как же после этого мы можем знать что-либо о нем? Там, где нет кислорода, невозможно и горение. Если мы внесем зажженную спичку под стеклянный колпак, наполненный одним лишь чистым азотом, она потухнет мгновенно. Без кислорода нет горения. Но кислород не только поддерживает горение, а и рождает его. Поместите в стеклянную бутылку, наполненную чистым кислородом, тонкую железную проволоку, слегка раскаленную на воздухе, она—моментально рассыплется мелкими огневыми брызгами и от нее, кроме крупинок окалины, ничего не остается: она сгорает. Итак, железная проволока, которая в обыкновенном воздухе, содержащем всего лишь около 21% кислорода, только раскаляется — в чистом кислороде очень быстро сгорает. Когда горят дрова (а горят они только тогда, когда к ним свободно притекает кислород), то образуется дым и остается пепел. Когда же сгорает проволока в чистом кислороде, то остается железная ржавчина (окалина), которая есть не что иное как соединение железа с кислородом. (Обыкновенно железо ржавеет потому, что соединяется с кислородом и влагой, которые носятся в воздухе.)

В природе есть много таких тел, которые содержат кислород, и кислород этот соединен в них с различными веществами точно так же, как в железной ржавчине он связан с железом. В песке, глине и извести, в воде, спирте и эфире, в различных частях растений, в мясе, костях и коже животных — во всех этих телах много кислорода. Столь же много в природе и азота. Азот, соединенный с другими веществами, составляет самую важную часть яичного белка, молока, мозга и т. д. Хотя азот, подобно кислороду, не имеет вкуса, цвета и запаха, однако, в то время как кислород вызывает горение, азот мешает ему. Все, что прекрасно горит в кислороде, тотчас же тухнет в азоте. И тем не менее, мы скоро увидим, что азоту принадлежит очень важная роль в природе.

Почти $^2/_3$ земного шара покрыты водою. Солнце нагревает эту воду, часть ее испаряется и более или менее равномерно расходится в воздухе. Следовательно, третья постоянная составная часть воздуха — это водяные пары.

Ежечасно на поверхности всей земли погибает бесчисленное множество растений и животных, умирают тысячи людей. От действия кислорода воздуха и некоторых других причин все

это — и погибшие растения, и трупы животных и людей — гниет, разрушается, превращается в прах, прекрасно удобряющий наши нивы, леса и луга и доставляющий нам богатейшие жатвы хлеба, плодов и овощей. Не все то, что получается после тления мертвых животных и растений, остается на земле. От нашего тела после смерти, точно так же как и от тела других животных и растений, остается лишь зола, водяной пар, аммиак и угольная кислота. Последние три вещества уносятся в воздух, а зола переходит в почву. Аммиак обладает едким, очень неприятным запахом. Всякий из вас, знаком, конечно, с нашатырным спиртом, который так часто употребляется в домашнем обиходе во время сильных головных болей, обмороков и т. п. Дело в том, что нашатырный спирт — это искусственно полученный аммиак, растворенный в обыкновенной чистой воде. Тот резкий, отвратительный запах, который мы слышим всякий раз, как проходим мимо гниющих куч лошадиного или коровьего навоза, мимо мусора и отхожих мест, происходит от того, что при гниении выделяется много аммиака. Что касается углекислого газа, то и он большинству должен быть знаком. Это тот самый газ, который добывают искусственно на заводах, приготовляющих так называемые шипучие напитки: сельтерскую воду, лимонад, пиво, шампанское и тому подобное. Все они насыщены углекислым газом.

В том дыме, который получается при горении, очень много угольной кислоты. В погребах, где бродит вино, также много углекислого газа, который образуется в то время, когда виноградное сусло превращается в настоящее вино. Не только при брожении виноградного сусла, но также и во всех тех случаях, когда мы каким-либо способом приготовляем тот или иной спиртной напиток, например пиво, образуется весьма много угольной кислоты.

Итак, горение, гниение и брожение — вот источники образования угольной кислоты. Много этого газа выделяется вулканами как во время извержений, так и тогда, когда они лишь «курятся», «дымятся». Словом, в воздухе, помимо азота, кислорода и водяных паров, есть еще, правда, очень малое количество аммиака и угольной кислоты: на 10 тысяч частей воздуха приходится всего лишь 4 части углекислоты. Есть в воздухе еще и другие газы, но их либо ничтожное количество, следы, либо они попадают в воздух случайно.

Не раз, должно быть, приходилось вам в ясный солнечный день наблюдать за широкой полосой света, врывающегося сквозь полуоткрытые ставни в комнату. Какое множество мельчайших пылинок самой разнообразной причудливой формы и величины плывет, кружится и вертится в этой светлой полосе, отливая различными цветами. Яркие лучи света освещают эти пылинки, носящиеся в комнатном воздухе, и они становятся видимы. Не только в комнате, но и везде над землей, особенно в воздухе над многолюдными городами, плавает множество такой пыли, которая, подобно мути, висящей в грязной воде, наполняет этот видимо-чистый прозрачный воздух. Именно — «видимо-чистый», так как простой глаз не может различить воздушной пыли, и только опыт, о котором мы сейчас будем говорить, убедит нас в том, что всюду в воздухе, как бы он ни казался чист и прозрачен, есть некоторое количество пыли.

Вот как делается этот опыт: берется широкая стеклянная трубка, один из открытых концов которой плотно затыкается куском чистой ваты; затем через свободный конец этой трубки с силой прогоняют воздух. Проходя сквозь вату, он очищается, так как между волокнами ваты остается вся пыль, висевшая в нем. Стряхнем ее с ваты на стеклянную пластинку и рассмотрим под микроскопом. Чего-чего тут нет! Кусочки волос, обрывки ниток и шерстяных волокон, мельчайшие песчинки и соринки, оторванные от земли и унесенные в воздух, и все это наряду с какими-то сморщенными кружочками и шариками. Что же это такое?

Лет 60—70 тому назад ученые резко расходились в ответах на этот вопрос. Одни утверждали, что «сморщенные кружочки и шарики», носящиеся в воздухе, — просто пыль, мертвые частички, поднявшиеся с поверхности земли в окружающую ее атмосферу. Другие настаивали на том, что это — зародыши крошечных, невидимых простому глазу, животных и растений. Эту мысль особенно энергично защищал французский ученый Луи Пастер — один из величайших натуралистов прошлого столетия. И что же? Пастер оказался прав: его идея стала одною из элементарных истин науки. «Воздушная пыль», очутившись в чистом, хорошо прокипяченном (стерильный, обеспложенный) говяжьем бульоне, уже через 36—48 часов дает начало... жизни: заключенные в этой пыли «сморщенные шарики и комочки» действительно оказываются зародышами микроскопических организмов. Если взять каплю

такого бульона и рассмотреть ее в микроскоп, то перед нами будет в высокой степени любопытное зрелище.

Сотни каких-то крошечных, то круглых, то яйцеобразных живых существ кишмя кишат в капле, то подымаясь, то опускаясь, перегоняя друг друга, вертясь на одном месте, вылавливая из воды себе пищу и быстро-быстро семеня множеством тоненьких волосков, покрывающих их тело (рисунок 15). Это — целое общество крохотных животных, выросших из тех сморщенных шариков, которые мы открыли в воздушной пыли. Эти странные животные известны в науке под именем инфузорий. Тут же под микроскопом иногда можно видеть множество крохотных растений, которые служат пищей инфузориям.

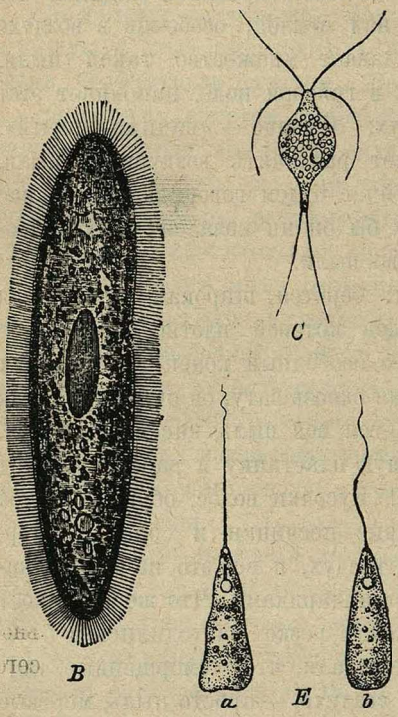


Рис. 15. Инфузории. Одна (*B*) — слева, покрыта ресничками, другая (*C*) с 6-ю жгутами; третья (*E*) с одним жгутом: *a* — жгутик слабо действует, *b* — жгутик сильно работает.

Но какие же это потешные растения! Ничего похожего на то, что мы привыкли видеть у себя в садах, лесах, огородах и нивах. Посмотрите на рисунок 16. Перед вами кучки длинных перепутанных нитей, над которыми приподымаются столбики, оканчивающиеся то круглой головкой, то султаном, причем и головка и султан состоят из множества маленьких шариков, нанизанных, подобно бусам, друг на друга.

Некоторые из нитей совершенно прозрачны. Другие зеленого цвета: это — самая обыкновенная плесень, которая в изобилии покрывает стены и различные предметы в сырых помещениях. Однако, тут же, в капле помутневшего бульона, вы найдете множество едва заметных нитей, палочек и шариков. Одни из них лежат особняком, другие, тесно скученные, образуют небольшие островки, разбросанные там и сям в этой капле, полной жизни.

Присматриваясь к каждой такой нити в отдельности, не трудно заметить, что она состоит из маленьких члеников. Каждый членик получает посередине перегородку, делится на-двое, причем обе половины остаются неразъединенными, делаются длиннее, и таким образом нити растут на глазах у наблюдателей. В некоторых нитях, в каждом членике, можно заметить круглый либо продолговатый шарик. Шарики эти (споры) прорастают, превращаются в свою очередь в новые членики, которые делятся, образуют новые нити, состоящие опять-таки из множества отдельных члеников, собранных вместе наподобие бус или четок. Случается и так, что нить вдруг рассыпается на целую кучу

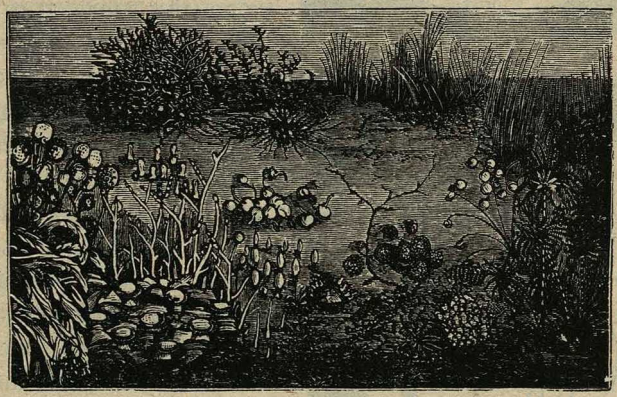


Рис. 16. Вид плесени под микроскопом.

шариков или палочек, которые продолжают жить самостоятельно, разбросанные в отдельных местах капли и служа чаще всего пищей для неугомонно снующих взад и вперед крохотных животных. Все эти прозрачные нити, шарики и палочки не что иное как маленькие растеньица, выросшие на бульоне из тех зародышей, которые мы нашли в воздушной пыли; получили они название «бактерий», что значит — палочки (см. рис. 17).

Бактерии играют очень важную роль как в природе, так и в жизни человека. Скажем о них хоть несколько слов.

Есть, например, особые виды бактерий, которые вызывают гниение. Попавшие в подходящую для их роста и размножения обстановку, например в кучу навоза или прелых листьев, на трупы животных и т. д., зародыши этих бактерий вырастают в палочки, число которых увеличивается ежеминутно. Питаясь и размножаясь на счет остатков мертвых животных и растений,

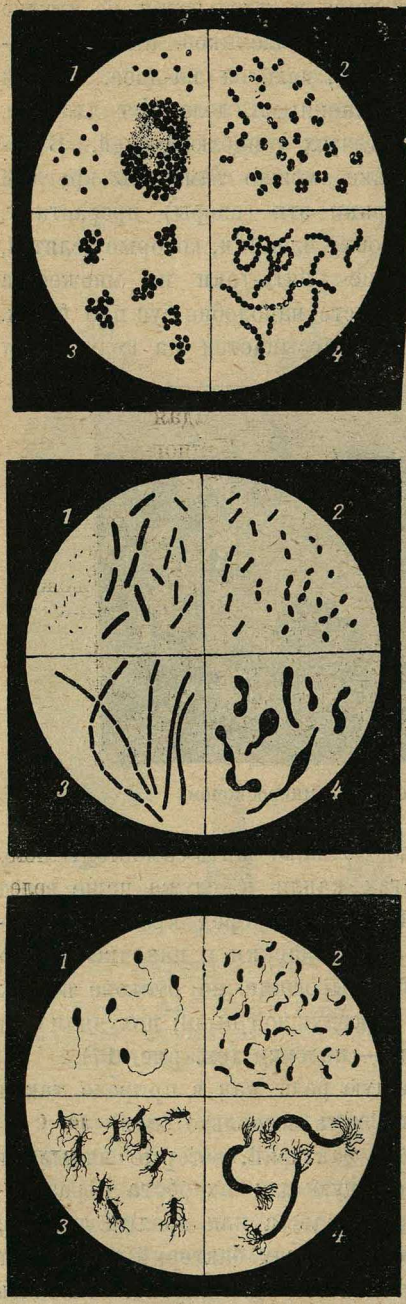


Рис. 17. Бактерии под микроскопом.

микроскопические «палочки» быстро ведут свое дело разрушения: остатки животных и растений перегнивают, рыхлеют, превращаются в какую-то темно-бурую массу. Наши сельские хозяева должны считать эти палочки своими рьяными помощниками в деле разрыхления и удобрения полей. Кто бы мог подумать, что роскошный, плодородный чернозем, толщиной в $^3/_4$ аршина, произошел только потому, что крошечные растеньица, которые мы назвали бактериями, неустанно работали в земле над остатками гниющих корней, стеблей и листьев, превращая их в перегной.

Существует не мало бактерий, которые поселяются в живом теле растений и животных и тем самым производят различные болезни. Иногда поголовный падеж рогатого скота вызывается заразительной болезнью, которая называется сибирской язвой. Болезнь эта происходит от того, что в крови рогатого скота заводится множество особых бактерий, которые ведут к смерти животных.

На домашнюю птицу, чаще всего на кур, нападает иногда болезнь, называемая куриной холерой, от которой куры нещадно мрут. И эта болезнь происходит тогда,

когда в кровь курицы попадут зародыши особой породы бактерий.

Жестокий бич людей, холера — также одна из тех болезней, которые вызываются бактериями. Попадая вместе с пищей или питьем в желудок здорового человека, зародыши этих бактерий размножаются в кишках в несметном количестве и часто приводят человека к смерти.

Возьмем другую, не менее опасную и распространенную, болезнь — чахотку, туберкулез; из умирающих ежегодно от различных болезней людей одна седьмая часть умирает от чахотки, которая, точно так же как и холера, происходит от того, что внутри наших легких, а затем и внутри и других органов поселяется особый вид бактерий. Бактерии эти, попадая из воздуха в легкие, разрушают их, и больной, лишенный одного из необходимых органов для поддержания своей жизни, конечно, умирает.

Мы дышим воздухом, и без него жизнь прекращается; даже зародыш в яйце не может развиваться и погибает, если к нему, через поры в скорлупе яйца, перестает притекать свежий воздух. Если, прежде чем положить яйца под наседку, мы покроем их тонким слоем лака, то можно быть вполне уверенным, что ни в одном из яиц зародыш не разовьется, ни одно из них не даст цыпленка. И только потому, что поры в скорлупе яиц затянуты лаком, воздух не проникает внутрь яйца, и жизнь зародыша прекращается.

Однако, нужно знать, что своим живительным влиянием воздух обязан исключительно тому кислороду, который в нем находится, — что для дыхания, для продолжения жизни в теле человека и животных прежде всего нужен кислород. Если мы поместим какое-либо маленькое животное, например мышонка или воробья, под стеклянный колпак, в котором находятся все составные части воздуха, кроме кислорода, то животные эти погибнут. Если же под колпаком будет и кислород, то и воробей и мышонок проживут несколько часов, и только тогда погибнут, когда поглотят бо́льшую часть кислорода. Было бы, однако, неправильно думать, что азот и водяные пары воздуха бесполезны для жизни человека и животных. Попробуем поместить маленькое животное под колпак, наполненный одним лишь чистым кислородом. Очутившись тут, животное необыкновенно оживляется, начинает бегать, вертеться, прыгать, но... очень скоро умирает. Глядя на такого рода факты, прихо-

дится признать, что чистый кислород непригоден для жизни и что азот, который сам по себе не может поддерживать дыхание, очень важен в качестве составной части того воздуха, которым дышат все животные: он как бы растворяет в себе кислород, разжижает его, умеряет его действие на животных. Вдыхая небольшое количество кислорода, разбавленного вчетверо большим количеством азота, животное поддерживает свою жизнь. Вдыхая же б о л ь ш о е количество совершенно чистого кислорода, оно умирает.

Столь же важны для жизни и водяные пары. Как сухой, так и сырой воздух одинаково вредны для здоровья человека. В сухом воздухе тяжело дышится, кожа не защищенных одеждой частей тела трескается, глотка и язык пересыхают, чувствуется постоянная томительная жажда. Отсюда понятно, почему так неприятно чувствует себя человек в комнатах, отапливаемых железной печью. Воздух в них очень сух; в нем недостает необходимой для нас влаги; поэтому многие, чтобы сделать такой воздух несколько влажнее, ставят на железные печи сосуды, наполненные водой: часть воды медленно испаряется и делает воздух более влажным. Наверное, вам известно, как благотворно действует на многих больных влажный и теплый воздух местностей, расположенных недалеко от больших рек, морей и океанов. Но зато воздух сырой, т. е. такой, в котором слишком много водяных паров, безусловно вредит здоровью людей: ревматизм, или, как принято называть эту болезнь в житейском обиходе, ломота в костях, и сильные головные боли — вот обыкновенные недуги, удручающие обитателей сырых и затхлых подвальных этажей в больших домах. Такой воздух особенно скверно действует на людей слабогрудых.

Ознакомившись в общих чертах с воздухом, попытаемся ответить на следующие вопросы: какими органами дышат животные? как устроены легкие у человека? как мы дышим? что мы вдыхаем и что выдыхаем? что такое, наконец, дыхание?

Органы дыхания, или легкие, помещаются в грудной полости человеческого тела. У человека и у всех млекопитающих животных легких два: одно — правое, другое — левое (рис. 18). Органы дыхания человека (у млекопитающих они устроены так же) начинаются гортанью, которую легко можно прощупать у себя самого на передней стороне шеи. Она (гортань) твердая, хрящеватая, и у некоторых людей часть ее сильно выдается впе-

ред. Эту выступающую часть гортани обыкновенно называют кадыком или адамовым яблоком. За гортанью, ниже, следует так называемая дыхательная трубка, которая состоит из хрящевых колец, связанных между собою перепонками. Дойдя до легких, дыхательная трубка делится на две ветви: одна из ветвей идет в правое легкое, другая — в левое. Затем каждая их этих веток делится в свою очередь на ряд более тонких ветвей, которые своими отпрысками пронизывают в различных направлениях все легкое. Наконец, эти последние рассыпаются на множество тончайших веточек (рис. 19); каждая из них оканчивается маленьким тонкостенным мешочком, который принято называть легочным пузырьком. Таким образом, все легкое, собственно говоря, состоит из громадного числа «легочных пузырьков», которые вместе с тончайшими веточками дыхательной трубки мы можем видеть лишь в микроскоп. По исчислениям одного ученого, человеческие легкие содержат шестьсот миллионов «легочных пузырьков».

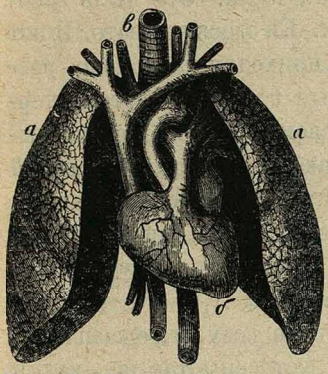


Рис. 18. Сердце (*б*), легкие (*а*) и дыхательная трубка (*в*).

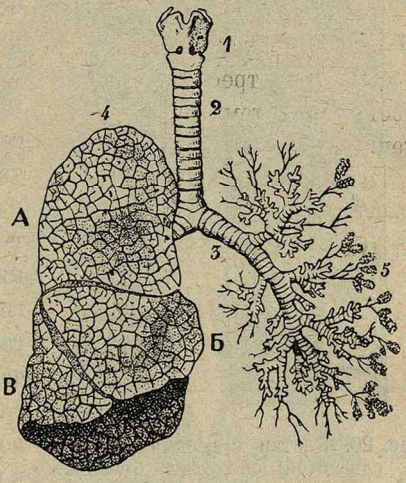


Рис. 19. Правое легкое, гортань, трахея и бронхи с тончайшими разветвлениями: 1 — гортань, 2 — трахея, 3 — бронхи, 4 — легкое (*А*, *Б*, *В* — три доли его), 5 — тончайшие ветви.

Тут кстати обращу ваше внимание на следующую чрезвычайно любопытную подробность в строении нашего органа дыхания.

Дыхательная трубка (трахея), ее ветви (бронхи) и веточки одеты с внутренней стороны тоненькою оболочкою, которая всегда покрыта слизью: ее так и называют — слизи-

стая оболочка. Если взять кусочек слизистой оболочки и рассмотреть его под микроскопом, то не трудно заметить, что оболочка эта с поверхности одета слоем продолговатых, похожих на цилиндр, ячеек или, как принято в науке называть их, клеток (рис. 20).

На верхушке каждой клетки сидит пучок ресничек, точно щетина на щеточке. Всю жизнь эти реснички работают—колышутся, мерцают, подобно волоскам на теле тех крохотных животных-инфузорий, о которых говорилось выше. К чему такая работа реснитчатых клеток? Что делают они?

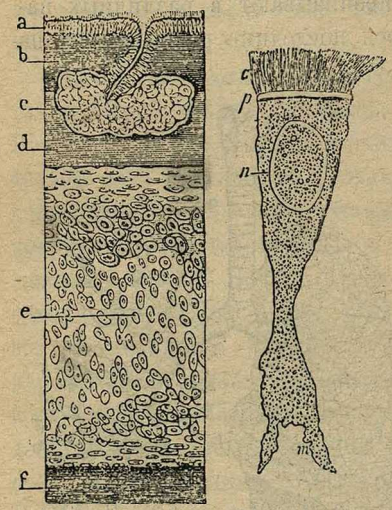


Рис. 20. Клетки с ресничками (*a*) из слизистой оболочки бронхов. Слева — стенка бронха в разрезе (увеличено): *a* — слой реснитчатых клеток; *b*, *d*, *e*, *f* — отдельные слои бронхиальной стенки; *c* — железа, выделяющая слизь. Справа—отдельная клетка, сильно увеличенная, *n* — ядро ее; *p*—прозрачная каемка, на которой густо сидят реснички.

Когда мы дышим, то вместе с воздухом в легкие попадают частички пыли. Эта пыль засоряет их. Ей здесь не место. И вот тут-то приходят на помощь реснитчатые клетки: работая энергично своими волосками, они выталкивают из дыхательных путей частички пыли вместе с комками слизи, выделяемой слизистой оболочкой дыхательных путей (мокрота).

Легкие всех млекопитающих устроены так же, как и легкие человека.

У других животных дело обстоит несколько иначе. Возьмем хотя бы птиц. У них одни из ветвей дыхательной трубки прободают легкие насквозь и оканчиваются мешками, которые располагаются в различных местах их тела; другие ветвятся и проникают внутрь костей (рис. 21).

Все это для птиц очень важно: часть воздуха, входящего в легкие, идет в эти мешки и внутрь костей, наполняет их и таким образом придает телу птиц ту легкость, которая необходима для того, чтобы они могли свободно летать. У змей всего лишь одно легкое, которое вытянуто по длине их тела. Рыбы и раки уже не имеют легких. У них особые органы дыхания, которые

называются жабрами. Животные эти населяют воду и потому не могут дышать газообразным воздухом. Кислород, которым они дышат, растворен в воде, и органы дыхания водных животных приноровлены к условиям той водной среды, в которой они обитают. Вам, конечно, приходилось видеть две полукруглые щели, расположенные по обеим сторонам головы рыбы. Обе эти щели ведут к органам дыхания, или жабрам, рыбы; жабры по большей части прикрыты снаружи костяными крышками. Приподнимая жаберные крышки, мы можем рассмотреть строение самих жабр. Они состоят из нескольких костяных дуг, покрытых множеством мягких сосочков (рис. 22). Когда рыбы приподнимают свои жаберные крышки, вода проходит мимо жабр и омывает их. Кислород, растворенный в воде, просачивается внутрь жаберных сосочков и проходит в кровь, которая и разносит его по всему телу рыбы.

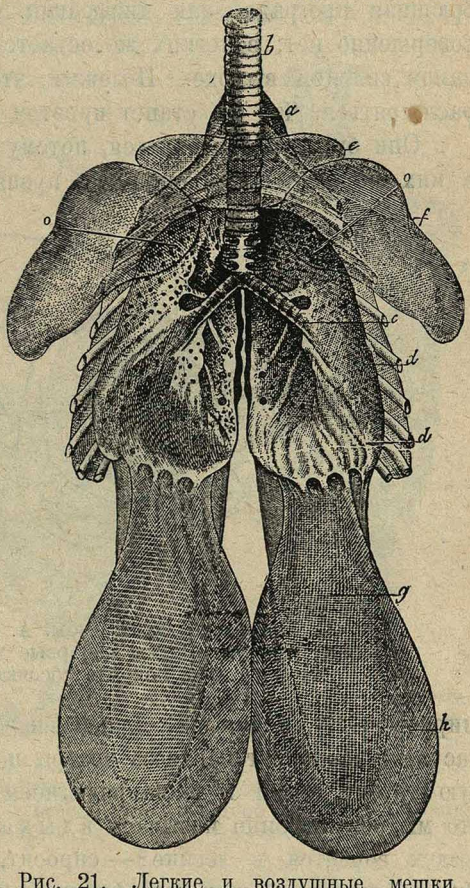


Рис. 21. Легкие и воздушные мешки у птиц. *ab* — дыхательная трубка; *c*—бронхи; *d* — легкие; *e*, *f*, *g*, *h* — воздушные мешки.

Головастики также дышат жабрами; но как только они превращаются в лягушат, у них жабры пропадают, и вместо них вырастают два легочных мешка. У насекомых органы дыхания устроены опять-таки совсем по-иному. На правой и левой стороне их тела находится по несколько отверстий, которые ведут в трубочки, заполняющие своими веточками тело насекомых. Воздух входит в отверстия и по трубочкам разносится по телу, т. е. происходит то, что нужно для поддержания жизни насекомого.

Вернемся, однако, к человеку.

Легкие, сказали мы, помещаются в грудной полости, которую иначе называют грудной клеткой (рис. 24).

Боковыми стенками этой клетки служат ребра, с мышцами между ними, обтянутые снаружи кожей, а дно ее образует грудобрюшная преграда, или диафрагма. В грудной клетке воздуха совершенно нет; в легких же остается часть воздуха, даже при самом сильном выдохе. Положим, что грудная клетка начнет расширяться. Что же станет приэтом с самими легкими?

Они будут растягиваться, потому что воздух, заключенный в них, не испытывая никаких препятствий извне, будет рас-

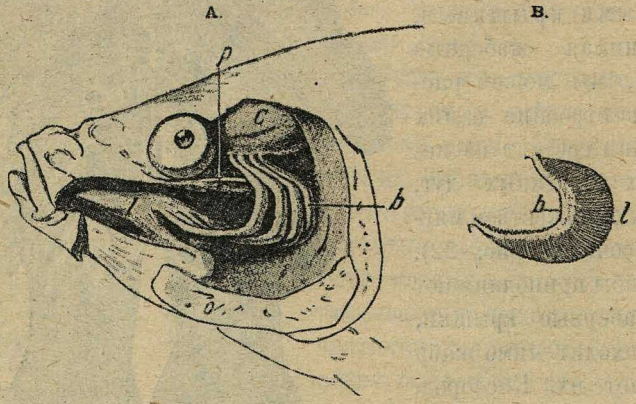


Рис. 22. Органы дыхания рыбы. А. *c* — череп. Жаберная крышка удалена. Видны жаберные дуги (*b*). В — жаберная дуга покрыта сосочками (*l*).

ширяться. Ну, а дальше? Дальше, некоторая часть окружающего нас воздуха ворвется сквозь ноздри и рот сначала в дыхательную трубку, затем в расширяющиеся легкие, и произойдет то, что мы обыкновенно называем вдыханием (вдох). Почему же воздух ворвется в легкие? — спросит, быть может, читатель. Произойдет это в силу того физического закона, согласно которому воздух врывается как в совершенно пустые пространства, так и туда, где газообразная среда более редка и потому обладает более слабым давлением. Положим затем, что грудная клетка, которая только-что расширилась, начала вдруг спадаться, суживаться; тут уж дело пойдет гораздо проще: расширившиеся легкие начнут также сжиматься, так как на них будут давить и снизу и с боков стенки грудной клетки, воздух из них выйдет, и произойдет то, что мы называем выдыханием (выдох).

Так действительно происходит вдыхание и выдыхание. Мы дышим не потому, что по своей воле втягиваем в легкие воздух и затем выдыхаем его, и не потому, что легкие наши сами сжимаются и расширяются: нет, вдыхание и выдыхание происходит совершенно помимо нашей воли, потому что стенки грудной клетки и дно ее, т. е. ребра, грудная кость и грудо-

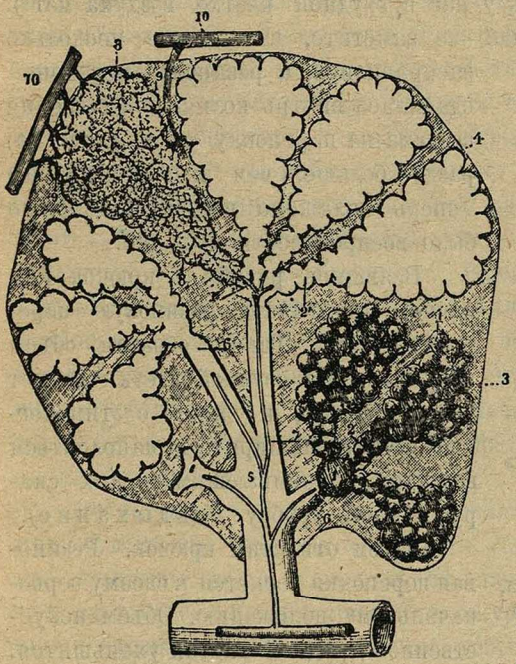


Рис. 23. Долька легких. 1 — вход в альвеолы, 2 и 3 — альвеолы, 5 — мелкие бронхи, 7 — артерия, 8 — капиллярная сеть альвеол, 9 и 10 — вены (схематично).

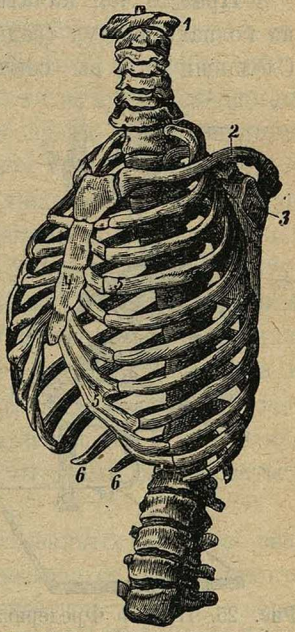


Рис. 24. Грудная клетка. — первый шейный позвонок; 2 — ключица; 3 — лопатка; 4 — грудная кость; 5 — ребра, соединенные с грудной костью хрящами; 6 — свободные ребра.

брюшная преграда то подымаются, то опускаются, отчего и вся грудная полость вместе с легкими расширяется и сжимается попеременно.

Известный физиолог Фредерик устроил довольно остроумный прибор, который наглядно воспроизводит важнейшие моменты дыхания. Вот он — перед вами этот прибор (рис. 25).

Большой стеклянный колпак (*C*) изображает собою грудную клетку. Дно его затянуто резиновой перепонкой, к середине которой прикреплен крючок (*A*). Эта перепонка соответствует

грудо-брюшной преграде (диафрагма). Горлышко колпака заткнуто пробкой, в которую вставлены две стеклянные трубки. Одна из них, что потолще (*T*) — соединяется с дыхательной трубкой легких кролика, которые, как видите, находятся под колпаком, другая — изогнутая (*m*) — снабжена краном (*t*).

Таков сам прибор. Посмотрим, как им пользоваться.

Прежде чем начать опыт, надо открыть кран *t* и высосать из колпака воздух (ведь у нас в грудной клетке воздуха нет!). Сделавши это, вы сейчас же заметите, что легкие несколько расправились, а резиновая перепонка вдавилась внутрь колпака. (Давление воздуха на перепонку снаружи гораздо больше, чем внутри колпака.) Теперь налажено все, чтобы можно было воспроизвести дыхание.

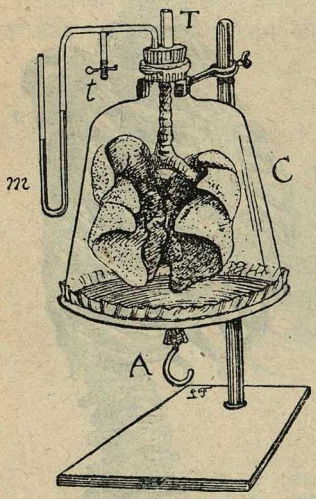


Рис. 25. Прибор Фредерика, воспроизводящий механизм дыхания.

Взявшись рукой за крючок (*A*), начнем оттягивать резиновую перепонку книзу. Таким образом объем искусственной грудной клетки станет увеличиваться, и вместе с этим легкие начнут расширяться, наполняться воздухом, проникающим в них снаружи через трубку *T* (вдыхание).

Затем отпустим крючок. Резиновая перепонка вернется к своему первоначальному положению. Объем искусственной грудной клетки уменьшится, легкие сожмутся и выгонят обратно наружу часть заключенного в них воздуха (выдыхание).

Из всего сказанного выше еще нисколько не следует, что мы не можем по своей воле усиливать дыхание; мы говорили пока о совершенно спокойном дыхании, которого человек обыкновенно и не замечает, если ему почему-либо не вздумается обратить на него внимание; такое дыхание, действительно, происходит помимо нашей воли, совершенно так же, как и биение сердца. Самым убедительным доказательством этому может служить то обстоятельство, что покойное равномерное дыхание вовсе не прекращается во время сна, когда воля наша совершенно бездействует. То же самое происходит и во время какой-нибудь тяжелой болезни, когда человек находится в бессознательном

состоянии, и воля его подавлена, а грудная клетка, несмотря на это, продолжает свою работу.

Тем не менее каждый человек может до известной степени усилить и задержать дыхание по своей собственной воле. Для этого ему нужно лишь изменить, т. е. намеренно усилить или ослабить работу грудной клетки и диафрагмы. Приэтом ясно обозначается промежуток между вдыханием и выдыханием. Когда же мы дышим спокойно, то этого промежутка почти совсем не замечаем. Здесь будет кстати обратить внимание читателя на следующее. При покойном дыхании мужчины, женщины и дети дышат не совсем одинаково: в то время как у женщины подымается и опускается главным образом грудь, у мужчины и особенно у детей мы наблюдаем больше движение живота. (При сильном, напряженном дыхании эта разница почти незаметна.) Поэтому-то и принято говорить, что у женщин дыхание грудного типа, а у мужчин—брюшного. Возможно, что такая разница появилась как результат приспособления женщины к состоянию беременности, когда ей легче дышать, подымая верхние ребра и грудную кость, чем нижние ребра и диафрагму. Приэтом, очевидно, соблюдаются и интересы ребенка, лежащего в утробе матери, так как резкие движения диафрагмы могли бы отозваться на нем вредно.

Очень может быть, что у цивилизованных народов разница в дыхании мужчин и женщин сказывается резко оттого, что женщины наши в погоне за изяществом нещадно перетягивают корсетами и всяческими шнуровками свой стан; сдавливая талию, собственно нижние ребра, женщины всю работу дыхания взваливают на верхнюю часть грудной клетки, которая и приподнимается елико возможно, чтобы позволить легким втянуть в себя воздух. Нечего и говорить, что корсеты, затрудняя свободное движение всей грудной клетки, тем самым приносят вред здоровью женщины.

Известно, что воздух, который мы выдыхаем, непохож на тот, который мы вдыхаем. Следовательно, внутри наших легких происходит какой-то обмен между наружным воздухом и теми газами, которые со всех концов тела собираются в легкие для того, чтобы они выделили их наружу. Однако, не нужно думать, что весь наружный воздух сейчас же обменивается в легких: этого никогда не бывает, так как в легких даже при самом глубоком выдыхании остается некоторое количество воздуха (оста-

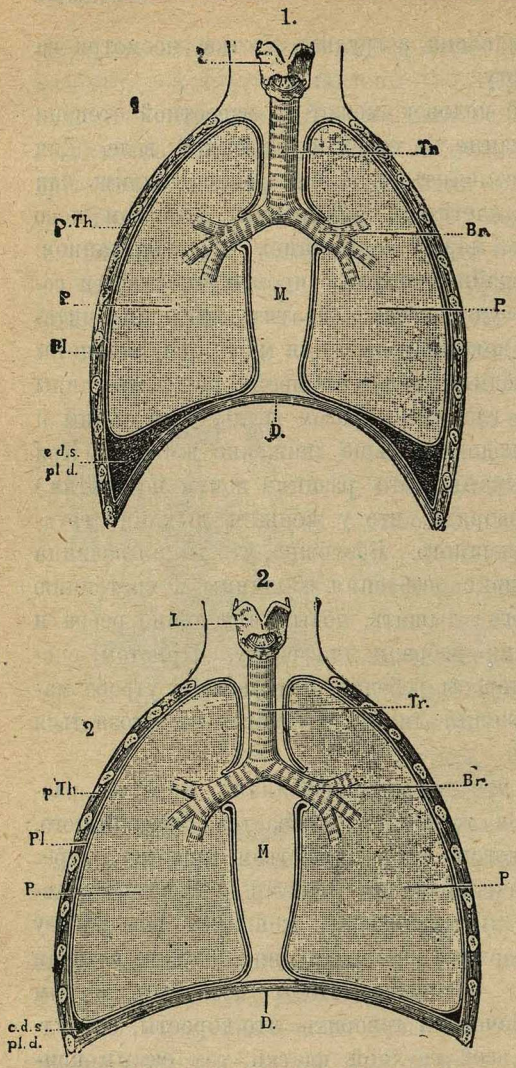


Рис. 26. Механизм дыхания. 1 — момент выдыхания. *L* — гортань; *Tr* — дыхательная трубка или трахея; *Br* — бронхи; *P*, *P* — легкие; *M* — средостение, промежуток между легкими; *D* — диафрагма. Она приподнята, грудная клетка сжата, легкие спались; между нижнею частью легких и грудобрюшной преградой образовалось безвоздушное пространство (*cds* — карман). 2 — момент выдыхания. Все буквы обозначают то же самое. Диафрагма опущена, легкие расширились, «карманы» заполнены.

точный воздух). А про покойное дыхание нечего и говорить; уже одно то обстоятельство, что вы, после того как выдохнули из легких воздух, можете сейчас же, ничего не вдыхая, выдохнуть еще некоторое количество его,— уже одно это обстоятельство показывает, что при обыкновенном дыхании довольно большая часть воздуха остается в легких.

То количество воздуха, которое выделяется из легких во время самого сильного выдоха, после самого глубокого вдоха, указывает на так называемую жизненную емкость легких. Для взрослого здорового человека она составляет примерно три с половиной литра, т. е. 3 500 *см*^{3} (один литр равен 1 000 *см*^{3}). Однако, при покойном дыхании человек вдыхает и выдыхает не больше 500 *см*^{3} воздуха: его называют дыхательным воздухом. И только после того как мы намеренно с силою расширим и сожмем свою грудную клетку, в легкие наши сперва войдет, а потом

выйдет из них еще около 1 500 *см*³ (1½ *л*) воздуха: это — так называемый дополнительный (при вдыхании) и резервный (при выдыхании) воздух.

Было бы странно предполагать, что все люди обменивают в своих легких совершенно одинаковые количества воздуха. Возраст, пол, рост, объем грудной клетки, род занятий и образ жизни — все это кладет определенный отпечаток на работу нашего организма. Чем выше рост человека, тем больше он обменивает и воздуха; но женщины — даже тогда, когда они одинакового роста с мужчинами, — при сильном дыхании обменивают гораздо меньше воздуха, чем мужчины. Люди, ведущие подвижной образ жизни, способны вдыхать и выдыхать гораздо больше, чем все те, кто по свойству своего труда, обречены на сидячую, малоподвижную жизнь.

О деятельности органов дыхания можно судить не только по тому, сколько в них обменивается воздуха, но и по тому, сколько раз в течение одной минуты дышат люди различных полов и профессий, различного роста, возраста и т. п. По поводу этого имеется много наблюдений. Приведем некоторые из них.

У взрослых людей в одну минуту может быть от 12 до 16, даже до 24 дыханий. Средним числом у них на одно дыхание приходится 4, а иногда и больше ударов сердца.

Возраст и дыхание.

Возраст.	Число дыханий в минуту.
У детей новорожденных, до 1 года . .	44
» » » » 5-ти лет .	26
От 15 » 20 лет	20
» 20 » 25 »	19
» 25 » 30 »	16
» 30 » 50 »	18
В глубокой старости достигает	23

Так как у людей нездоровых очень часто изменяется число дыханий, то отсюда и понятно, что врачам надо знать, как часто дышат здоровые люди не только в различные годы своей жизни, но и при различном положении своего тела. Так, взрослый человек в лежачем положении дышит 13-14 раз в минуту, в сидячем уже 17-18 раз, а в стоячем часто 20 и больше раз. Вообще же нужно заметить, что есть много, очень много обстоятельств, которые изменяют частоту дыхания. Всех их даже не

уловить. Занят ли человек какой-либо работой, сидит ли он в жарко натопленной комнате или в бане, болен ли лихорадкой,— число дыханий его в минуту сейчас же повышается.

Если и не всякий обращал внимание на то, что от утомления нашей головы какой-либо напряженной работой или же от усталости после какого-либо сильного душевного волнения, мы начинаем дышать как-то медленно и слабее, то наверное каждый знает, что живой, сосредоточенный интерес или внимание к чему-либо, как говорится, захватывает дыхание. В таких случаях мы очень тяжко вздыхаем и, собственно говоря, вот по какой причине: нам недостаточно того малого количества воздуха, который принимают вяло работающие легкие, и вот у нас является потребность втянуть в себя с одного маху возможно больше воздуха; мы делаем это и получается в з д о х. «Вздохи,— пишет Л ь ю и с,—рассматривают обыкновенно как признак горя». Но это не совсем так: «Ученый, углубленный в решение трудной задачи, будет вздыхать от времени до времени и почти так же глубоко, как молодая девушка, подавленная горем. Все люди вздыхают за работой, если эта работа сильно интересует их». Но они не замечают этого, так как целиком поглощены своей работой, тогда как во время горя человек невольно обращает внимание и на то, как оно обыкновенно сказывается.

Начавши говорить о вздохах, как об особенном роде дыхания, остановимся несколько и на таких явлениях, как кашель, чихание, сопение, плач, смех, зевота и т. п. Начнем с последнего. Что такое собственно зевота? Это просто-напросто протяжное глубокое в д ы х а н и е, за которым следует очень короткое и быстрое выдыхание. Скука и сонливость чаще всего вызывают этот род дыхания. Приэтом вы знаете, конечно, что зевота очень заразительна. Достаточно, чтобы в небольшом обществе один несколько раз зевнул, как остальные нехотя, прикрываясь ладонью из нежелания показать это, начнут, наверное, и сами зевать.

Как это ни странно, но представьте себе, что плач есть не что иное, как целый ряд быстро следующих друг за другом зевков. Там, при зевоте, мы имеем продолжительное вдыхание; здесь же, при плаче — наоборот: ряд коротких вдыханий, за которыми следует одно продолжительное выдыхание.

Недаром смех и плач так противоположны друг другу. При смехе дело происходит так: за взрывом очень коротких в ы д ы-

хательных толчков (при плаче толчки эти были вдыхательные) следует протяжное вдыхание, как бы для того, чтобы можно было запастись большим количеством воздуха и разразиться новым взрывом хохота.

Во время сна мы часто сопим или храпим; и в первом и во втором случае мы издаем хорошо известные всем звуки. Сопение, иногда сопровождаемое легким свистом (а иногда свистом во всю «носовую завертку»), происходит в тех случаях, когда мы с силою прогоняем воздух через нос. Если же мы спим с открытым или же полуоткрытым ртом, то при этом очень часто раздается и храп. Довольно близко к сопению подходит сморкание, которое есть не что иное, как целый ряд очень шумных движений воздуха, нарочно выдыхаемого с силой через нос, для того чтобы прочистить его.

Тут же, сидя за книгой, вы можете проделать все это, для того чтобы убедиться в справедливости вышесказанного. Я же не стану больше разбираться во всех этих очень обыкновенных явлениях повседневной жизни. Для нас лишь важно отметить, что такие, повидимому, сложные явления, как смех, плач, вздох, зевота и т. д., по существу своему представляют своеобразные формы вдохов и выдохов. В корне всего этого лежит дыхание, а что касается сложности таких явлений, то здесь об этом не место распространяться.

Глава IV.

ДЫХАНИЕ.

Что мы вдыхаем и что выдыхаем? — Изменение воздуха в легких. — Обмен газов. — В чем сущность дыхания? — Значение различных частей крови в процессе дыхания. — Лавуазье. — Дыхание в легких и дыхание внутри других органов и тканей. «Клетки — обжоры» и фагоцитоз. — «Испорченный воздух». — Вентиляция. — Угар и меры от него. — Великое содружество.

До сих пор мы старались выяснить, *как происходит дыхание*, т. е. *как воздух входит в легкие и выходит из них*. Теперь нам нужно разобраться в самом дыхании: нужно узнать, что делается в легких в то время, когда мы дышим. Попытаемся ответить прежде всего на следующий вопрос: похож ли тот воздух, который мы выдыхаем, на тот, который мы вдыхаем?

В выдыхаемом воздухе угольной кислоты приблизительно *в сто раз больше*, чем в том, который мы только-что втянули в себя. Убедиться в этом очень легко. Если мы через трубку выдохнем из легких воздух в стакан, наполненный известковой водою, т. е. водою, в которой растворено немного обыкновенной извести, то раствор этот помутнеет, а на дне стакана после нескольких выдыханий осядет какой-то белый порошок. Что это такое? Это — мел. Получился он вот как: мел состоит из извести, соединенной с угольной кислотой; в стакане была известь, растворенная в воде, а в выдыхаемом воздухе было много угольной кислоты: газ этот через трубку прошел в воду, соединился с находящеюся в ней известью и образовал мел, который, будучи нерастворим в воде, осел на дно стакана в виде белого порошка. Наряду с большим количеством углекислого газа, выдыхаемый из легких воздух, содержит *кислорода меньше*, чем его было в том воздухе, который мы за несколько мгновений до этого пропустили в свои легкие: всего 16% вместо обычных 21% (по объему).

Быть может, читателю небезынтересно будет узнать, что взрослый человек потребляет в сутки, в объемных единицах, от 400 до 550 *л* кислорода и выделяет из легких 350 — 450 *л* углекислоты. В переводе на вес это составит 600 — 800 *г* кислорода и 700 — 900 *г* углекислоты.

Кому из нас не приходилось согревать зимой свои руки собственным дыханием? И это обстоятельство доказывает, что выдыхаемый воздух теплее наружного, вдыхаемого. Далее, воздух этот насыщен водяными парами, и заметить это также очень нетрудно: стоит только дохнуть на оконное стекло или зеркало, и оно «вспотеет», покроется влагой, насыщающей выдыхаемый нами воздух. Наконец, в нем почти столько же (чуточку больше) азота, сколько его было и в наружном воздухе. Словом, разница между воздухом, окружающим нас, и тем, который выходит из легких, как видите, очень большая; значит, приходится решать, откуда она берется.

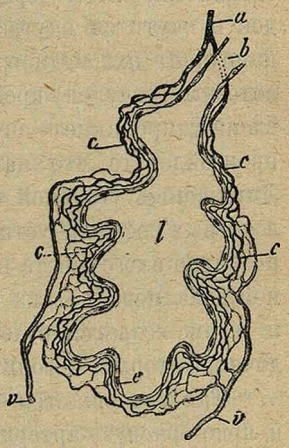


Рис. 27. Легочный пузырек (альвеола) в разрезе. *l* — внутренность пузырька; *b* — вход в него; *a* — тоненькая веточка артерии, подходящая к пузырьку и рассыпающаяся в стенке его на мельчайшие волосные сосуды (*c*, *c*, *c*); эти сосуды местами сливаются и образуют веточки вен, отходящих от легочного пузырька (буквы *v*, *v* обозначают эти вены).

Тончайшие разветвления дыхательной трубки, рассыпанные в бесчисленном множестве внутри легких, заканчиваются, как мы уже знаем, мельчайшими пузырьками (альвеолы). Наружный воздух проникает внутрь легочных пузырьков; из них же, очевидно, выделяется воздух «выдыхаемый».

Итак, обмен воздуха при дыхании протекает внутри легочных пузырьков. Для того, чтобы понять, как он происходит, нужно предварительно ознакомиться с устройством каждого легочного пузырька в отдельности.

Легочная артерия дает множество ветвей, из которых каждая распадается на волосные сосуды, одевающие густой сетью тонкую стенку каждого легочного пузырька (рис. 27).

Припомним, что кровь, которая поступает из сердца в стенки легочных пузырьков, содержит

сравнительно много угольной кислоты и мало кислорода.

Внутрь же легочных пузырьков при вдыхании вошел наружный воздух, обилующий кислородом и содержащий едва заметные количества угольной кислоты. Не сомневаюсь, что читатель догадается сам, что должно вследствие этого произойти. Кислород из легочных пузырьков пройдет сперва сквозь тонкие стенки их, затем через столь же тонкие стенки волосных сосудов и очутится внутри этих сосудов, войдет в ту кровь, которая наполняет их. Одновременно с этим угольная кислота из крови волосных сосудов, пройдя тот же самый путь в обратном направлении, проникнет внутрь легочных пузырьков. Таким образом произойдет то, что называют обменом газов внутри легких. Лишившись угольной кислоты и насытившись кислородом, кровь волосных сосудов, устилающих стенки легочных пузырьков, станет ярко-алого цвета и может считаться вполне годною для тканей; она перейдет из волосных сосудов легких в легочные вены и затем вольется в левое предсердие, а отсюда в левый желудочек, который погонит ее во все концы нашего тела.

Так совершается это превращение темной венозной крови в ярко-красную артериальную кровь.

Вот уже много раз нам пришлось говорить о том, что кислород артериальной крови берется из воздуха; а между тем до сих пор мы не поинтересовались узнать, откуда берется угольная кислота вен. Оставляя подробности этого вопроса до одной из следующих глав, ответим прямо: угольная кислота попадает в вены из тканей, образующих различные части тела животных и человека; в тканях, т. е. в том материале, из которого построены мышцы, мозг, железы, кожа, жир и т. д., вырабатывается угольная кислота.

Весь этот материал под влиянием кислорода постепенно как бы перегорает, образуя в конечном итоге воду, угольную кислоту и некоторые другие продукты. Это медленное систематическое окисление (соединение с кислородом или, если хотите, «горение») является одним из существенных моментов жизненного процесса: вне окисления, без «горения» того материала, из которого сложены органы и ткани нашего тела, нет жизни! (См. гл. гл. VII и VIII.) И великий французский химик XVIII столетия, Лавуазье, указавший впервые, в чем сущность дыхания и какова в нем роль кислорода, был в некотором

роде прав, когда сравнивал жизнь животного с горением свечи. Но это «горение» происходит не в легких, как полагал Лавуазье, а во всех тканях и органах нашего тела. Итак, угольная кислота, которую мы выдыхаем, образуется в тканях нашего тела.

Эти ткани окружены и пронизаны во всех направлениях волосными сосудами, которые, как мы уже знаем, переходят в тончайшие вены. Возникшая в тканях углекислота проникает сквозь стенки волосных сосудов в кровь, и тут большая часть ее либо просто растворяется в кровяной плазме, либо связывается с некоторыми составными частями последней, и только незначительное количество этой углекислоты соединяется с кровяными шариками.

Освобождаясь от углекислоты, ткани в то же время запасаются кислородом из крови, текущей в волосных сосудах. Вы уж знаете, что в кровь он попадет из легких. А теперь узнайте и другое, а именно: что большая часть кислорода, очутившись в крови, поглощается красными кровяными шариками, соединяясь с гемоглобином, т. е. с красящим веществом их. Кровяная плазма также растворяет в себе часть (около 20%) поступившего в кровь кислорода.

Все только-что изложенное, указывает, во-первых, на роль различных частей крови в процессе дыхания, а, во-вторых, свидетельствует нагляднейшим образом о необходимости различать двоякого рода дыхание: одно—наружное, или легочное, другое—внутреннее, или тканевое; при первом обмен газов идет между воздухом легочных пузырьков и кровью, а при втором он происходит между кровью и тканями. И оба эти дыхания в корне противоположны: в то время как легочные пузырьки извлекают из крови углекислоту и отдают ей кислород, ткани, наоборот, поглощают из крови кислород и отдают ей угольную кислоту.

Тканевое дыхание было установлено уже давно, в XVIII веке, известным итальянским ученым Спалланцани. Опыты, которые производил Спалланцани, очень просты. Он брал кусочки свежей ткани—например, мышцы, железы, нерва, кости—и помещал их в пробирку с воздухом, открытый конец которой погружался в чашку с ртутью. Когда затем, несколько времени спустя, он исследовал воздух, находящийся в пробирке, то оказывалось, что кислорода в этом воздухе стало меньше и появилась угле-

кислота. Факт тканевого обмена был налицо: часть кислорода поглощалась тканью, которая взамен его выделяла углекислоту. Приэтом не трудно было заметить, что энергичнее всего «дышит» мышечная ткань и что наименьшее количество кислорода поглощает костная ткань.

Мы только-что выяснили роль красных кровяных шариков в жизни организма: они поглощают кислород и постоянно подвозят его к тканям нашего тела. Ну, а каково же значение белых кровяных шариков, лейкоцитов? Правда, этот вопрос не имеет прямого отношения к дыханию; но я все же попрошу на несколько минут отвлечься от нашей главной темы и остановиться на этом в высшей степени интересном вопросе.

Раньше уже говорилось, что белые кровяные шарики, в отличие от красных, не имеют постоянной формы: от тела их, в раз-

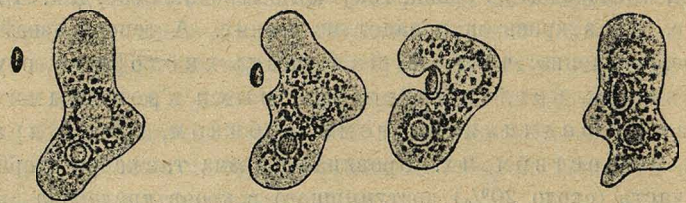


Рис. 28. Амеба ловит и поедает одноклетную водоросль.

личных местах, выступают отростки, которые то исчезают, то появляются вновь. В этом отношении лейкоциты очень похожи на простейших животных, которые называются амёбами. Каждая амёба представляет собою комочек «живого вещества», протоплазмы, и заключает в себе ядро. Никаких других органов у амёбы нет: она — простейшее из живущих на белом свете животных и принимает пищу всею поверхностью своего тела.

Вот, положим, одна из таких амёб плавает в капле воды. Тут же, неподалеку от нее, лежат крошечные растеньица (одноклетные водоросли), в роде тех самых бактерий, о которых говорилось в предыдущей главе. Подползши медленно к микроскопической водоросли или случайно наткнувшись на нее, амёба выпускает отростки и обвалакивает ими добычу, так что водоросль, в конце концов, оказывается внутри ее тела. Несколько времени спустя жертва погибает, растворяется и смешивается с телом амёбы. Все это, само собою разумеется, можно наблюдать только при помощи микроскопа.

Так охотится и питается амёба. Подобными же свойствами, как мы сейчас увидим, наделены и белые кровяные шарики. Но у них имеется еще одна черта, с которою не мешает познакомиться, чтобы лучше уразуметь смысл той работы, которую лейкоциты исполняют в теле животных и человека.

В то время как красные кровяные шарики никогда не покидают тех трубочек, в которых они движутся благодаря кровяному потоку, белые тельца могут вылезать из волосных сосудов и пробираться дальше в те ткани, в которых эти сосуды рассеяны. Происходит это так. Подползши к стенке волосного сосуда,

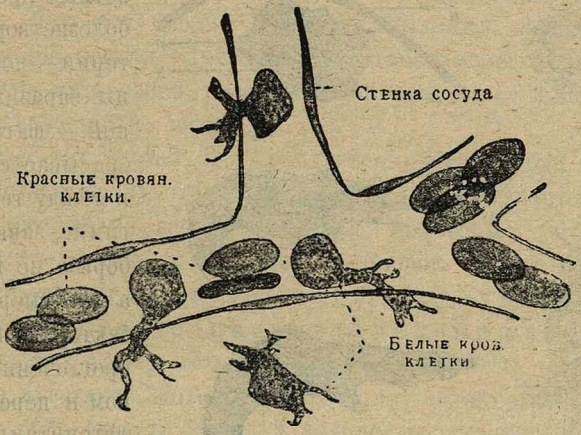


Рис. 29. Волосные сосуды с красными и белыми кровяными тельцами. Несколько красных шариков находятся внутри трубочек. Три белых прильнули к стенкам сосудов и собираются выползти. Один уж выбрался.

лейкоцит выпускает отросток. Отросток прободает тоненькую стенку капилляра, и сквозь сделанное таким образом отверстие лейкоцит пролезает наружу, причем отверстие сейчас же затягивается. Это вы можете рассмотреть на помещенном здесь рисунке 29.

Мечников окрестил белые кровяные шарики именем фагоцитов, что значит клетки-пожиратели, или обжоры. Как защитники организма они стоят на страже его, как бы выжидая, не покажутся ли где какие-нибудь вредные или просто негодные посторонние элементы, которые немедленно нужно удалить из тела. Но как удалить? Можно их, конечно, пожрать—и фагоциты пожирают их, пожирают совершенно так же, как амёба

пожирает водоросль. Погибнут ли в поле животного какие-нибудь клетки, завершившие круг своей деятельности, — фагоциты собираются вокруг мертвых клеток, захватывают и переваривают их, освобождая организм от лишнего, быть может, вредного балласта; попадет ли в ткань кожи заноза — белые кровяные шарики обступают со всех сторон занозу, разрушают и проглатывают ее частями; образуется ли где-нибудь в ткани кровоизлияние, при котором кровяные тельца гибнут тысячами, клетки-обжоры принимаются опять за свою всегдашнюю работу.

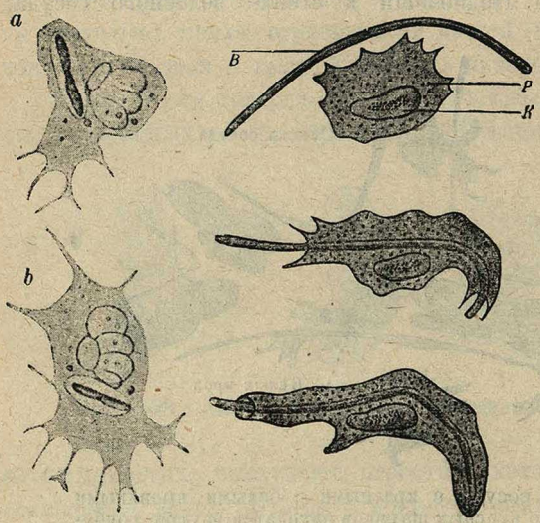


Рис. 30. Борьба белых кровяных шариков лягушки с бактериями. Слева — два лейкоцита с бактериями, уже проглоченными. Справа — *Кр* — кровяной шарик собирается схватить бактерию (*B*) ниже — бактерия схвачена и поглощается; еще ниже — бактерия почти проглочена.

Когда же в тело животных пробираются болезнетворные бактерии — носительницы заразных болезней, — фагоциты набрасывается на них, и между теми и другими завязывается борьба не на жизнь, а на смерть. Либо бактерии погибают, проглоченные целиком и переваренные фагоцитами, либо фагоциты умирают сами вместе со смертью животного, в тело которого пробрались болезнетворные бактерии. Позволю себе вкратце повторить все только-что сказанное о дыхании.

К легочным пузырькам подходит кровь, у которой плазма (кровяная жидкость) насыщена угольной кислотой, а красные шарики бедны кислородом. Так как в легочных пузырьках в момент вдыхания очень мало угольной кислоты и много кислорода, последний (кислород) проникает в кровь и поглощается главным образом гемоглобином, а угольная кислота выделяется из крови и входит внутрь легочных пузырьков, откуда при выдыхании выделяется в воздух. После этого кровь, насыщенная кислородом, идет в левое сердце, а оттуда во все органы

и ткани; и здесь — опять-таки потому, что в тканях накопилась угольная кислота и испытывается недостаток в кислороде, — происходит вторичный обмен газов: угольная кислота переходит из тканей в кровь и соединяется с плазмою крови, а кислород отщепляется от гемоглобина и поглощается тканями. И так этот двойной обмен газов в тканях и в легких совершается всю жизнь и прекращается лишь вместе с последним вздохом.

После того как мы узнали, в чем состоит дыхание и какое значение для дыхания имеет кислород воздуха, нам уже не трудно будет объяснить себе многие явления повседневной жизни. Не станем распространяться о таких вещах, как, например, удушение. Тут все вполне ясно: без дыхания жизнь прекращается, а при всяком удушении приостанавливается дыхание.

Гораздо интереснее разобраться в том, как действует на людей «испорченный» воздух.

Во всех тех местах, где скопляется много народа, довольно скоро чувствуется духота: у большинства разбаливается голова, дыхание становится затруднительным; некоторые люди не выносят такого состояния и падают в обморок. И все это только потому, что там, где много людей, скоро уменьшается количество необходимого для дыхания кислорода и накопляется много угольной кислоты.

Когда в воздухе, которым мы дышим, количество кислорода падает до 16% (вместо 21%), а количество углекислоты увеличивается до 4% (вместо 0,04%), то такой воздух уже «испорчен», вреден для организма. Чем дольше человек пробудет в таком испорченном воздухе, тем гибельнее действие последнего.

Дети во время школьных занятий становятся вялыми и и бледными, худеют и нередко болеют. Помимо переутомления, вызванного непосильными для их возраста занятиями, недостаток свежего воздуха дома, а в особенности в небольших переполненных классах, лишает их возможности развить свои неокрепшие силы. Если в окружающем нас воздухе мало кислорода, то нарушается поглощение кислорода кровью из легочных пузырьков; если в легочных пузырьках много угольной кислоты, то она не дает возможности угольной кислоте, накопившейся в крови, свободно выделяться из крови. Угольная кислота эта остается в крови, переполняет ткани нашего тела и мешает им правильно исполнять свое назначение.

Свежий воздух проникает к нам отовсюду. Не только щели в дверях и окнах наших помещений, но даже самые, повидимому, прочные стены пропускают сквозь себя в комнаты свежий воздух снаружи.

Наконец, хорошие печи, отапливающие наши помещения зимою, прекрасно очищают воздух в комнатах: они с силою вытягивают нагретый воздух из комнаты, замещая его свежим воздухом снаружи. Пусть, однако, щели, печи и даже стены способствуют обновлению воздуха внутри нашего жилья, но этого еще вовсе недостаточно: мы сами постоянно должны стараться освежать воздух в комнатах. Поэтому надо строить дома, а в особенности школы, больницы, казармы, театры и т. д., так, чтобы чистый воздух имел к ним всегда свободный доступ. Тогда только мы можем рассчитывать на более здоровую и более продолжительную жизнь.

К несчастью, тело наше довольно скоро приспособляется к неблагоприятной обстановке. Человек, пробывший некоторое время в маленькой комнатке, битком набитой людьми, как-то свыкается с воздухом этой комнаты, и за бутылкой вина или среди горячего спора перестает чувствовать тяготу от затрудненного дыхания; но если сюда же войдет новое лицо прямо со двора, то оно сразу ощутит недостаток свежего воздуха. Поэтому не следует думать, что такие привычки обходятся нам даром. Приспособляя свое тело к дурным условиям существования, мы заставляем все органы его работать много слабее, чем они работали бы при более благоприятной обстановке: мы понижаем их жизнедеятельность, мы медленно подкашиваем свое существование и значительно сокращаем срок своей жизни.

Свежий воздух — могучее средство продлить жизнь, обеспечить себя от болезней или оправиться возможно скорее от них, поддержать в себе необходимую силу и бодрость духа для перенесения всяческих житейских невзгод.

Если в окружающем нас воздухе накопится более одной части угольной кислоты на тысячу частей его, то такой воздух надобно непременно обновить.

Чтобы показать, насколько гибельно влияние большого количества угольной кислоты, приведу следующие примеры.

В Италии, недалеко от Неаполя, есть так называемая «собачья пещера». Здесь из трещин земли выделяется много углекислого газа. Пещера эта получила название «собачьей» вот

по какому обстоятельству. Многие из путешественников, желая воочию убедиться в смертельном действии избытка угольной кислоты, втаскивают в пещеру собак, которые тут же через несколько минут погибают, так как углекислота, будучи тяжелее воздуха, стелется по низу пещеры, доходя человеку лишь по колено и вполне покрывая собою собак.

В одном лесу в Германии, близ реки Рейна, есть углубление, которое постоянно наполняется угольною кислотою. Местность эта покрыта роскошною растительностью, так как угольная кислота идет растениям в пищу. Множество насекомых стекается сюда, но вместо желанной пищи находит смерть. В погоне за насекомыми прилетают сюда и птицы, питающиеся ими; но и они скоро погибают, так как не могут дышать воздухом, переполненным угольной кислотой. Жители окрестных местностей пользуются этим обстоятельством: время от времени они посещают этот лес и подбирают мертвую дичь.

Есть, однако, газ, очень похожий на угольную кислоту, но действующий на человека и животных гораздо гибельнее угольной кислоты.

Не обращали ли вы внимание на синенькие огоньки, мелькающие над горячими, неперегоревшими углями в печи или в самоваре. Это горит тот самый газ, о котором я только-что упомянул; если попадет он в воздух, а оттуда в легкие, то человек может «угореть». Газ этот называется *угарным газом*, или *окисью углерода*, и состоит он, как и угольная кислота, из угля и кислорода, но только кислорода в нем вдвое меньше, чем в угольной кислоте. Окись углерода *обладает способностью соединяться с гемоглобином красных кровяных шариков прочнее, чем кислород*.

Попадая из воздуха в легочные пузырьки, а отсюда в кровь, окись углерода, во-первых, соединяется с теми из кровяных шариков, которые пока почти свободны от кислорода, во-вторых, вытесняет кислород из тех кровяных шариков, которые уже поглотили его, и сама соединяется с ними. И в первом, и во втором случае, заступая место кислорода, «окись углерода» не дает кровяным шарикам соединиться с ним и таким образом лишает наше тело того газа, без которого оно существовать не может. Когда кровь «отравлена» окисью углерода, то обыкновенно наблюдаются такие явления: угоревший чувствует голов ную боль, сильное беспокойство и какое-то нервное возбуждение;

дыхание его учащено, сердце бьется очень сильно; замечается обильное слюнотечение, дрожание, подергивание и судороги. Но затем картина совершенно меняется. Наступает помрачение сознания и сонливость; дыхание становится тяжелым и сопровождается хрипом; сердце начинает плохо работать, так что движение крови замедляется. Наконец, больной совершенно теряет сознание; пульс и дыхание его прекращаются, и наступает смерть.

Говорят, что в подобных случаях удавалось некоторым из угоревших спасать жизнь помощью переливания крови: часть крови больного выпускалась и одновременно с этим в его кровеносные сосуды вводилась свежая кровь.

Заканчивая эту главу, считаю нужным упомянуть о той громадной взаимопомощи, которую оказывают друг другу все существующие в природе животные и растения.

Куда, спрашивается, девается та бездна угольной кислоты, которую выдыхают все животные, населяющие земной шар? Ведь ее так мало в воздухе! Помните ли вы, читатель, опыт с воробьем, помещенным под стеклянный колпак? Он очень скоро умер за недостатком кислорода и от избытка углекислоты. В природе же углекислота не накопляется потому, что ее жадно потребляют растения. Внутри листьев она распадается на свои составные части, на углерод и кислород: углерод растение оставляет себе, а кислород выделяет обратно. Теперь взаимопомощь между миром животных и зеленым царством для нас ясна; теперь понятно, почему в воздухе так мало угольной кислоты и почему незаметно в нем уменьшения кислорода: зеленые растения поглощают угольную кислоту, выдыхаемую животными, и выделяют взамен нее кислород, вдыхаемый животными.

Глава V.

ПИЩА.

Белки, жиры и углеводы. — Красноречивые таблицы. — Понятие «удобоваримый» и «питательный». — Либих и его теория. — Калорийная ценность пищевых продуктов. — Витамины. — Правила рационального питания. — Молоко и яйца как образцы хорошей пищи. — Мясо животных. — Кости и хрящи как пища. — «Сухой бульон». — Пища у различных народов и в различных климатах земного шара. — Пища минеральная. — Пища растительная. — Хлеб, горох, бобы. — Картофель, плоды и овощи. — Напитки. — Спирт и его действие. — Чай и кофе. — Пряности. — Аппетит.

Хороша и питательна та пища, гласит житейская мудрость, которая не отягощает желудка. Но что это значит? Всякая, даже самая прекрасная пища может отягощать желудок, если съесть ее не в меру. Это во-первых. Во-вторых, важно и то, насколько измельчена пища, которую мы употребляем, важно и то, как ее есть и кто ее ест, — человек ли, имеющий прекрасные, острые зубы, или малое дитя и беззубый старец. Целые горошины или плохо пережеванные куски самого отборного мяса — также могут отягощать наш желудок; однако было бы нелепо утверждать на этом основании, что горох или мясо не годятся в пищу.

Затем говорят, например, что сырое мясо и сырые плоды лучше вареных, мотивируя это тем, что желудку нужна работа, а при вареной пище работы ему предстоит меньше, чем при пище сырой. Странно! Как будто мы едим не для того, чтобы пополнить убыль, происшедшую в нашем теле, а для того лишь, чтобы доставить желудку работу! Нам нужно, чтобы пища, попав в желудок, «переварилась», и так как приготовленное мясо и вареные плоды лучше «перевариваются», то очевидно, что житейская опытность и тут не может быть признана справедливою. Не станем разбираться дальше в житейских предписаниях насчет пищи, а попытаемся лучше указать на те правила, которыми следует пользоваться при выборе пищи и при определении ее качеств.

Все части нашего тела: кости, кожа, мясо, жир, мозг, хрящи и т. д. черпают материал для своего роста из крови; значит, в крови должно заключаться все, что необходимо для образования различных частей этого тела. А так как кровь образуется из потребляемой животным пищи, то очевидно, что эта последняя обязательно должна заключать в себе все нужное для образования крови.

Вода, белки, жиры, углеводы и различные минеральные вещества — вот что непременно должно быть во всякой пище, если только мы желаем, чтобы она удовлетворила всем нуждам нашего организма. Те вещества, которые превращаются сперва в составные части крови, а затем уж в различные части нашего тела, принято называть веществами питательными. Так как одни из них встречаются готовыми в природе, а другие приготовляются внутри тела животных и растений, то их обыкновенно и делят на две группы: такие, например, как поваренная соль, называются неорганическими или минеральными питательными веществами; а такие, как белок, жир, крахмал, сахар и пр., принято называть органическими питательными веществами. Эти последние, в свою очередь, делятся на две новые группы: в состав одних входит азот, другие же азота не заключают в себе; поэтому, первые, например, белок, носят название азотистых веществ, а вторые, как-то: крахмал, сахар, жир — безазотистых. Итак, все питательные вещества можно расположить в следующие четыре группы:

1) Вода.

2) Минеральные или неорганические вещества.

3) Органические азотистые.

4) Органические безазотистые (жиры и углеводы).

Мы, конечно, редко употребляем эти питательные вещества отдельно, за исключением воды, соли и сахара. Наша обыкновенная пища заключает в себе в смешанном виде весьма различные количества этих веществ. В съестных припасах вода составляет едва ли не больше, чем половину; что же касается других питательных веществ, то в одной пище их больше, в другой меньше: в картофеле, например, очень много крахмала и весьма мало белка; в горохе и чечевице, напротив, белка очень много, а крахмала меньше, чем в картофеле. Следовательно,

когда мы желаем узнать, насколько питательна та или иная пища, нам нужно прежде всего определить, есть ли в ней достаточное количество всех перечисленных выше питательных веществ.

Недочет каких-либо питательных веществ в пище вызывает обыкновенно и некоторый недочет при образовании различных частей нашего тела. Без воды немыслимо существование животного, ибо не только кровь, но и все ткани его тела содержат значительное количество воды. Без жиров не может существовать мозговая ткань, а без железа — красные кровяные шарики; если же в пище нет извести, то организму грозит размягчение костей, твердость которых обусловливается этой именно минеральной составной частью пищи; если же организм не получает необходимого количества поваренной соли, то это непременно отразится на жизненной работе его и, в частности, на деятельности желудка, приготовляющего, как увидим дальше, с о л я н у ю кислоту, без которой процесс пищеварения идет ненормально. Сколько бы мы ни ели сахару, жиру, соли — без белка не может образоваться та ткань, из которой слагаются, например, мышцы.

Вот несколько давнишних наблюдений, о которых упоминал уже К а р л Ф о г т в доказателяство того, что в съестных припасах должны находиться обязательно все питательные вещества, и что недостаток того или иного из них ведет обыкновенно к весьма печальным последствиям.

«Голубей,— говорит он,— кормили такой пищей, из которой были удалены все неорганические вещества, как-то: соль, известь и т. п. Они умерли со всеми признаками голодной смерти, правда, через сравнительно долгое время: скелет их размягчился, сделался хрящеватым, местами был усеян отверстиями и отчасти лишился твердых составных частей своих. Собаки, кормленные одним только белком, умирали голодною смертью; она наступала, правда, спустя долгое время, но только потому, что накопленный в их теле жир заменял собой недостаток этого питательного вещества в самой пище. Наконец, собаки, которых кормили одним только жиром и крахмалом, умирали через столько же времени, как если бы им вовсе не давали пищи».

К этим словам Ф о г т а — в общем справедливым — нужно прибавить следующее:

Опыты П ф л ю г е р а (1892 г.) показали, что собаки, существующие на ч и с т о белковой пище, остаются довольно долгое

время живы и даже способны исполнять тяжелую работу. Фогт утверждает, что эти животные, раз только их кормят одними белками, умирают «спустя долгое время»; но он, повидимому, упускает из виду одно чрезвычайно важное обстоятельство. Белок, идущий в пищу, есть собственно единственное пищевое вещество, в котором содержится необходимый для жизни животного азот. Жиры, крахмал и сахар азота не содержат; между тем, они могут образоваться в теле из белковых веществ. Стало быть, последние, в качестве питательного материала, играют в жизни животного более существенную роль, чем вещества безазотистые. Белки для жизни безусловно необходимы, и без них животное гибнет скорее, чем без жиров и углеводов.

Такая исключительная важность белковых веществ вынуждает нас ознакомиться с ними несколько ближе. Принято говорить: белки, а не белок, ибо существует много различных, не вполне сходных между собою белков. Есть белок в мясе, крови, яйце, молоке, в клейдающем веществе (желатин) костей, хрящей и сухожилий; есть он и в различных растительных продуктах — в пшенице, в горохе, бобах, чечевице, ячмене. Белок мяса не совсем похож на белок крови или молока, а белок бобов несколько разнится не только от белков яйца или мяса, но и от белков ячменя или пшеницы. Это, однако, не мешает им всем быть сложенными из одного и того же элементарного материала; всякое белковое вещество, откуда бы оно ни было взято, в конечном итоге состоит из следующих, как называют их, «простых тел» или химических «элементов»: из кислорода, водорода, углерода, азота, серы, а зачастую и фосфора.

Нет жизни без белков. Где жизнь — там обязательно должны быть белки. Белок есть как бы символ жизни. Молекула (частица) белка не только чрезвычайно велика по сравнению с молекулами других химических веществ, не только чрезвычайно сложна по составу своему и по строению, но и в высокой степени неустойчива: под влиянием различных сил она легко преобразуется — расщепляется на молекулы более простые по составу и более мелкие по величине. Что же приэтом получается вместо белковой молекулы?

Сейчас, благодаря блестящим работам двух немецких ученых, Эмиля Фишера и Эмиля Абдергальдена, мы можем

вполне определенно ответить на этот вопрос. Оказывается, что частица белка, постепенно расщепляясь, рассыпается на целую серию особых химических веществ, которые называются аминокислотами. Не останавливаясь на описании физических и химических свойств аминокислот, отмечу только, что название свое они получили от присутствия в каждой такой кислоте так называемого амина, который состоит из одного атома азота и двух атомов водорода. Соединяясь с уксусной кислотой, амин образует амино-уксусную кислоту; с валериановой кислотой он дает амино-валериановую кислоту, с янтарной — амино-янтарную и т. д. В настоящее время известно 20 таких кислот. Они различны по составу и свойствам своим. Но что важнее всего, это их исключительная способность вступать друг с другом по два, по три, по четыре и т. д. в различные комбинации, благодаря которым получаются новые более сложные химические вещества. Фишер и Абдергальден полагают, что молекула (частица) белка построена из целой серии аминокислот: молекулы этих последних являются как бы «кирпичиками», из которых сооружается «здание» белковой молекулы. На аминокислоты рассыпается белок, но из тех же аминокислот и строится он.

В настоящее время, сказал я, известно, по меньшей мере, 20 сортов такого рода «кирпичиков». Комбинировать их можно на разные лады. А из различных комбинаций и продукты получаются разные. Белки — итог различных сочетаний различных аминокислот. Вот почему наука о жизни говорит не о белке вообще, а о белках растительного и животного происхождения — о белках типичных для каждого вида организмов, о белках, родственных и чуждых друг другу, о белках характерных для того или иного органа, и даже о белках, присущих той или иной ткани (хрящевой, мускульной, нервной и т. д.), из которой построен этот орган!

Оставим пока белки, к ним мы еще не раз вернемся.

Обратимся к жирам и углеводам: с ними дело обстоит несколько проще.

Под общим именем жиров разумеются такого рода вещества, как баранье, говяжье и свиное сало, сливочное масло и всевозможные растительные масла: кунжутное, оливковое, подсолнечное, льняное, кокосовое и т. д. Все они — продукт жизненной работы животных либо растений; все, в отличие от белков, не со-

держат азота и состоят всего лишь из кислорода, водорода и углерода. Однако, несмотря на такой простой элементарный состав, жиры представляют собой довольно сложные органические вещества: большая часть их образована из глицерина и различных «жирных кислот» — как например, кислоты олеиновая, пальмитиновая, стеариновая, маргариновая и другие. Сочетаясь с теми или иными из жирных кислот, глицерин дает различные жиры: а так как жиры эти обычно образуют различные смеси, то ясно, почему в природе так много разнообразных жиров. И весьма возможно, что существует столько же сортов жира, сколько имеется различных видов животных и растений, изготовляющих жир. Во всяком случае жир человечий — не то, что жир бараний или свиной, и масло кокосовое есть нечто отличное от масла оливкового или льняного.

Третья группа основных питательных веществ — углеводы — по элементарному составу своему ничем, повидимому, не отличается от жиров: углеводы, в конечном итоге, сложены из того же материала, что и жиры, т. е. из кислорода, углерода и водорода. Но в углеводах и число этих «простых тел» и взаимное их расположение совсем иное, чем в жирах. Отсюда и отличие их от этих последних.

Сахар — виноградный, фруктовый, молочный, солодовый, тростниковый и т. д., — крахмал, гликоген и клетчатка — вот наиболее распространенные в живой природе углеводы. Их, кстати сказать, называют углеводами потому, что и сахар, и крахмал, и гликоген, и клетчатка представляют собой как бы соединение углерода (химически чистого угля) с водой.

Крахмал — картофельный, пшеничный, рисовый — всем нам хорошо известен. Известна и клетчатка: это — один из наиболее распространенных в растительном царстве углеводов: клетчатка (например, древесина древесных стволов) составляет основную опорную ткань растений.

Остается гликоген. Это — углевод чисто животного происхождения: в растительном мире ему соответствует крахмал.[1] У человека и млекопитающих гликоген образуется в печени и иногда откладывается здесь в большом количестве в виде запасного материала: временами он составляет десятую часть всей ткани печени.

[1] Гликоген иногда называют «животным крахмалом».

Ознакомившись в общих чертах с белками, жирами и углеводами, мы можем приступить к оценке различных пищевых продуктов. А расценивать их можно с различных точек зрения.

Тело наше нуждается в постоянном притоке воды, белков, жиров, углеводов и солей. Отсюда следует, что пригодными для нас пищевыми продуктами должны считаться те из них, в которых имеется необходимое количество только что названных питательных веществ. Судить же об этом мы можем путем сличения пищевых продуктов на основании заключающихся в них белков, жиров, углеводов, солей и воды. Вот перед вами таблица. В ней приведены важнейшие продукты животного и растительного происхождения. Просмотрите эту таблицу внимательно и терпеливо. В ней много поучительного и интересного — такого, что даст вам возможность ориентироваться до некоторой степени в «правилах разумного питания».

Содержание пищевых веществ в процентах (по данным Кенига-Палладина).

Название продукта	Процентное содержание				
	воды	белков	жиров	углеводов	неорган. веществ
Говядина (полужирная)	71,0	19,8	7,8	0,4	1,0
Баранина (жирная)	53,5	17,0	28,0	0,25	0,9
Свинина »	49,0	15,0	35,0	0,25	0,75
Яйца	73,6	12,6	12,0	0,7	1,0
Сельди	75,0	15,4	7,6	—	1,7
Судак	79,6	18,5	0,3	0,6	0,9
Треска (соленая)	50,0	27,0	0,4	—	2,0
Вобла (вяленая)	28,0	47,8	9,9	—	15,0
Молоко (коровье)	87,7	3,6	3,3	4,6	0,7
Сливки	82,0	3,5	10,0	4,0	0,6
Сыр (швейц. русск.)	33,0	24,5	31,8	4,6	5,5
Сыр овечий	32,0	26,0	26,5	8,3	7,7
Масло сливочное	14,1	0,6	84,5	0,55	0,15
Хлеб (пшеничный, лучший)	33,6	6,8	0,5	58,3	0,8

Название продукта	Процентное содержание				
	воды	белков	жиров	углеводов	неорган. веществ
Хлеб (ржаной лучший)	39,7	6,4	1,1	51,2	1,5
Хлеб (кукурузный)	44,0	5,8	1,7	47,2	1,6
Гречиха	14,0	10,5	1,9	73,6	1,8
Пшено	14,0	14,0	1,0	70,1	0,8
Рис	12,5	7,9	0,5	78,5	0,7
Картофель	75,0	1,8	0,15	22,0	1,0
Свекла	88,0	1,25	0,13	9,6	1,0
Морковь	86,7	1,2	0,3	10,6	1,0
Лук (клубни)	70,0	2,7	0,1	26,2	0,5
Огурцы	97,3	0,6	0,15	1,43	0,5
Капуста	60,5	4,9	0,9	11,8	1,5
Чечевица	12,0	26,0	2,0	57,0	3,0
Горох	13,8	23,0	1,9	58,1	2,7
Бобы	10,0	33,7	19,0	31,6	5,2
Яблоки	84,0	0,4	—	14,3	0,4
Груши	83,0	0,4	—	16,1	0,3
Виноград	80,0	0,7	—	18,9	0,5
Бананы	74,0	1,4	—	24,1	0,9
Финики	18,5	1,9	0,6	75,7	1,8

Уже при беглом рассмотрении этих таблиц можно притти к некоторым любопытным выводам.

Ясно, во-первых, что в построении форм живой природы коронную роль — во всяком случае, в количественном отношении — играет вода. Не только тело растений, но и тело животных в среднем заключают в себе от 65 до 70% воды, причем некоторые из них просто поражают обилием ее: таков, например, огурец среди растений (97%!) и омар — крупный морской рак — среди животных (82%!).

Характерно, между прочим, и то, что одна из самых нежных и «благородных» тканей животного, ткань мозговая, так же обилует водой: в мозгу теленка содержится 81% воды, тогда как в мясе его всего лишь 68% ее!

Затем, несомненно, что, в то время как подавляющее большинство растительных продуктов особенно богато углеводами (60—70%), продукты мясные обилуют белками и отчасти жирами: белок в них колеблется между 15—25%, а иногда поднимается значительно выше — в сушеной вобле его 47%, а в сушеной треске и того больше, целых 80%. Есть в этом отношении яркие исключения и среди представителей растительного мира: бобовые — горох, бобы, чечевица — содержат в себе до 30% белка. Недаром их называют «мясом бедных». Пробегая таблицу, относящуюся к овощам и свежим плодам, не трудно заметить, что в этих продуктах, после воды, первое место занимают углеводы, причем в плодах таким углеводом по преимуществу оказывается сахар; особенно много его в винограде и винных ягодах — в среднем 17%. Не мешает, кстати, отметить, что среди плодов финики и бананы отличаются сравнительно большим содержанием не только углеводов, но и белков.

Что касается минеральных веществ, то все главнейшие пищевые продукты как растительного, так и животного происхождения, содержат их обычно немного: максимум 2% и только как редкое исключение 5—10% (соленая ветчина, вобла, тарань, икра и т. п.). Этот краткий обзор дает уже кое-какие руководящие нити для оценки различных продуктов, употребляемых нами в пищу. Но только «кое-какие» — не больше. Полагаться на них всецело не приходится. Надо искать других более четких и основательных.

Мы уже знаем, что органический материал нашей пищи распадается на две группы: на вещества азотистые (белки) и безазотистые (жиры и углеводы). И те и другие нужны нашему организму, но далеко не в одинаковом количестве, а в определенной пропорции. И практика и теория — о ней скажу дальше — показывают, что на одну часть азотистых веществ пищи должно приходиться от $3\frac{1}{2}$ до $4\frac{1}{2}$ частей безазотистых, и тогда только она может удовлетворить основным потребностям нашего организма (Ландуа). Предлагаю вниманию читателя другую таблицу, которая показывает, какое количество безазотистых веществ (сахар, крахмал, жиры) приходится в различных съестных припасах на десять частей веществ азотистых (белок). Помня только что приведенное правило, не трудно решить, какие из употребляемых нами в пищу веществ должны считаться более питательными.

	Азотистые	Безазотистые
Телятина	10	1
Говядина	10	17
Бобы	10	22
Чечевица	10	21
Горох	10	23
Коровье молоко	10	20
Женское молоко	10	30
Пшеничная мука	10	46
Картофель	10	86 — 115
Рис	10	123

Итак, вы видите, что, например, женское молоко и пшеничная мука отвечают тому правилу, которое мы привели выше, и что, наоборот, питаться одним рисом или картофелем так же не выгодно, как одной телятиной и говядиной. Присоедините к говядине картофель, а к телятине, положим, рис, — и у вас получится очень полезная смешанная пища. Впрочем, житейский опыт решает это в данном случае совершенно правильно и помимо всяких таблиц: мы постоянно приправляем мясные блюда рисом или картофелем (о хлебе и говорить нечего), а если едим горох или бобы, то прибавляем к ним чаще всего какое-либо масло.

Однако мы впали бы в большое заблуждение, думая, что знать, сколько воды, солей, азотистых и безазотистых веществ находится в данной пище, вполне достаточно для того, чтобы судить об ее достоинстве.

Если нам предлагают пищу двоякого рода, то мы можем отдать предпочтение той, которая удобоваримее, хотя бы питательных веществ в ней было несколько меньше, чем в другой трудноваримой. Стало быть, при суждении о достоинствах различных пищевых средств нужно принимать во внимание не только количество содержимых в них питательных веществ, но еще и то, насколько эти вещества своим составом напоминают кровь, в которую они в конце концов должны превратиться, насколько легко они перерабатываются в кишечнике, насколько, словом, они удобоваримы.

«Дело идет не о количестве данного вещества, введенного в пищеварительный канал,—говорит Абдергальден,—но, главным образом, о воспринятой организмом пище, о количестве всосавшихся пищевых веществ, так как только всосанная пища подвозится к клеткам нашего тела».

И в самом деле. Все мы прекрасно знаем, что часть принятой человеком пищи остается непереработанной и выбрасывается вон в виде экскрементов (кала). Количество таких неусвоенных организмом веществ зависит, главным образом, от двух причин: во-первых, от характера самой пищи и, во-вторых, от состояния органов пищеварения, от их способности более или менее нормально исполнять возложенную на них работу. Но и тогда, когда эти органы прекрасно ведут свое дело, результат их деятельности будет различен в зависимости от состава и качества пищевых продуктов. Так, например, хорошо известно, что продукты растительного происхождения в общем усваиваются хуже продуктов животного происхождения. Рубнер, один из лучших знатоков этого вопроса, говорит: «В общем можно сказать, что растительные белки перевариваются хуже белков животных. В среднем животная пища переваривается лучше, нежели растительная». Возьмем, положим, бобы и горох. В них имеется приблизительно столько же белков, сколько и в мясе; а между тем свыше 30% этих белков остается не усвоенными, тогда как белок мяса усваивается почти целиком (97—98%).

С другой стороны и различные животные продукты усваиваются неодинаково. Мозг, например, усваивается довольно плохо: обычно процентов сорок—даже больше, 43%—заключенного в нем питательного материала выделяется с калом.

Не мешает, наконец, отметить, что всякая пища — и растительная и животная — усваивается гораздо лучше тогда, когда она хорошо измельчена, пережевана. Абдергальден доказал это наглядно целым рядом опытов на людях, причем оказалось, что, когда пища пережевывалась хорошо, то из нее усваивалось 75%, когда же она пережевывалась плохо, то процент усвоенных веществ падал до 50.

Мы раньше уже говорили о том, что существует много различных белков, что они неодинаковы у различных видов животных и растений, неодинаковы даже в различных тканях одного и того же организма, и что разнообразие белков зависит от того, из каких аминокислот они сложены. Если это так, то мы имеем, стало быть, еще одно мерило для суждения о достоинстве того или иного пищевого продукта. Мерило это можно формулировать так: чем больше белки употребляемой нами пищи походят по своему составу и свойствам на белки нашего собственного тела, тем

быстрее и легче они усваиваются и тем ценнее сама пища. Если в белках принимаемой нами пищи имеются все аминокислоты, из которых сложены наши собственные белки, то ничего лучшего и не требуется: для нас это — белки полноценные. Если же в белках употребляемой нами пищи нехватает какой-нибудь из аминокислот, входящих в состав нашего тела, то такая пища для нас малопригодна, а белки ее правильно будет назвать белками неполноценными. И то, что подобная пища действительно малопригодна, можно проверить путем опытов на животных. Вот, скажем, два цыпленка — одного и того же выводка, одинакового веса и роста, одинаковой крепости. Одного из них вы кормите неполноценными белками, другого — полноценными. Проходит 80 дней с того момента, как оба они вылупились из яиц. И что же? Первый выглядит щупленьким карликом и весит в два раза меньше второго, который развивался совершенно нормально!

Итак, мы установили несколько наиболее существенных правил для оценки достоинства различных пищевых продуктов и, в частности, для суждения о том, насколько легко они усваиваются организмом. Тут небезынтересно будет узнать, какое количество белков обычно усваивается организмом из различных пищевых веществ. Это показывает наглядно следующая таблица:

Название продукта	Сколько % содержащихся в них белков усваивается	Название продукта	Сколько % содержащихся в них белков усваивается
Говядина	97,5	Горох в оболочке	70
Яйца	97	Картофель вареный	68
Молоко у детей	95,5	» в виде пюре	80,5
Хлеб белый (лучший)	84	Овощи	72
Хлеб ржаной (лучш.)	75	Грибы	70
Рис	80	Какао	41,5[1]

(По Кёнигу).

Цифры эти нужно понимать так, что из всего количества белков, находящихся, например, в свинине, усваивается 95%,

[1] Последняя цифра показывает, между прочим, насколько преувеличено обычное представление о «питательности» этого продукта.

а остальные 5% выбрасываются с калом. И так же по отношению, положим, к ржаному хлебу грубого помола: из всего количества находящихся в таком хлебе белков организм наш усваивает только 60%, а остальные 40% удаляются из кишечника с калом.

Знаменитый химик Либих предложил делить пищевые вещества по той роли, какую они играют в жизни нашего тела. Он думал, что безазотистые вещества — жир, крахмал, сахар — служат лишь для согревания нашего тела, так как они, по его мнению, сгорают в организме; азотистые же вещества, белки, идут на образование различных тканей, из которых слагаются органы. Согласно этому, по Либиху, все пищевые вещества можно расположить в две, совершенно различные по своему назначению, группы: одну группу он назвал «тканеобразователями», а другую «теплообразователями».

Однако, деление это, несмотря на всю его видимую простоту и правдоподобие, было отвергнуто, так как опыт доказал, что и азотистые и безазотистые вещества нужны как для образования необходимой нашему телу теплоты, так и для питания. Оказалось, что так называемые «тканеобразователи» разрушаются в нашем теле и производят теплоту так же, как и «теплообразователи», и что, с другой стороны, последние нисколько не меньше «тканеобразователей» необходимы для приготовления различных тканей нашего организма.

Соображения Либиха, хотя и опровергнутые, вводят нас в круг новых вопросов, имеющих прямое отношение к нашей теме. Ведь если строительный материал нашего тела действительно разрушается, «сгорает» в процессе жизненных отправлений, доставляя таким образом необходимую для жизни энергию и, в частности, тепло, то несомненно, что и принимаемая нами пища должна играть двойную роль. Пополняя произведенные организмом траты, она в то же время должна заключать в себе определенный запас энергии, за счет которой будет работать и согреваться наше тело. А это заставляет нас расценивать пищевые вещества с новой точки зрения: — с точки зрения того количества энергии, которое нам доставляет тот или иной пищевой продукт.

Как же, спрашивается, определить, какой запас энергии находится в данном пищевом продукте — например, в одном килограмме говядины или в одном килограмме картофеля? Энергия,

как известно, выявляется в различных формах и, в частности, в виде тепла. Сжигая полностью то или иное вещество, мы получаем определенное количество тепла. При полном сгорании дров, угля, керосина, жира и т. д. вся заключенная в них энергия освобождается и выделяется в виде тепла (тепловая энергия). Если, стало быть, определить, какое количество тепла образуется при полном сгорании одного килограмма говядины, гороха, масла, картофеля и т. д., то это даст нам возможность установить с точностью запасы энергии, заключенной в одном килограмме каждого из только что перечисленных съестных продуктов.

Я сказал: установить «с точностью»... Но для того, чтобы точно измерить что-нибудь, необходимо иметь какое-нибудь точное мерило. Чем же измеряют количество тепла, которое получается при полном сгорании тех или иных веществ? Это мерило давно уже установлено, и называется оно большой и малой калорией. Сейчас увидим, что собственно под этим следует разуметь.

То количество тепла, которое необходимо для того, чтобы нагреть на 1° (один градус) один грамм воды, называется малой калорией, а то количество тепла, которое нужно затратить, чтобы поднять на один градус температуру одного килограмма воды, называется большой калорией.

Итак, мерило есть. Попробуем использовать его для оценки пищевых продуктов с точки зрения имеющегося в них запаса энергии; а для того, чтобы не путаться в счете, возьмем за мерило, как это обычно делают, большую калорию *(К)*.

В пище мы различаем три группы органических веществ: белки, жиры и углеводы. И вот оказывается — на основании целой серии опытов, — что

1 *г* белка при полном сгор. развивает в средн. 4 б. к. тепла
1 » жира » » » » » » 9 » » »
1 » углевода » » » » » 4 » » » [1]

(Абдергальден.)

Это значит, что один грамм белка или углевода, сгорая полностью, развивает такое количество тепла, при помощи которого можно нагреть один килограмм воды на 4 градуса или

[1] Здесь приведены округленные цифры; на самом деле 1 *г* белка и 1 *г* углеводов соответствуют 4,1 бол. калорий, а 1 *г* жира — 9,3 бол. калорий.

4 килограмма воды на один градус; а такое же количество жира, сгорая целиком, до конца, способно повысить температуру 9 килограммов воды на один градус, или одного килограмма воды на 9 градусов.

Сжигая полностью в особых приборах всевозможные пищевые вещества, удалось более или менее точно определить количество развиваемой ими энергии, что, в свою очередь, позволяет судить о ценности этих веществ для нужд организма.

Предлагаю вашему вниманию таблицу, которая показывает, сколько калорий тепловой энергии производит 400 г (один фунт) наиболее употребительных пищевых продуктов.

Название продукта	Сколько больших калорий в 400 г	Название продукта	Сколько больших калорий в 400 г
Говядина жирная . .	1220	Масла растительные	3650
Баранина » . .	1320	Молоко коровье . . .	260
Свинина » . .	1520	Хлеб пшеничный . . .	850—1000
Курица » . .	690	» ржаной	790—890
Мозги телячьи	480	Горох.	1060
Яйца	675	Бобы	1480
Судак, щука	360	Картофель.	375
Треска сушеная . . .	1240	Свекла	160
Тарань (копченая) . .	2250	Лук	390
Масло коровье	3135	Огурцы	25
Свиной смалец	3660	Грибы	60—100
Сало говяжье	3550	Яблоки, груши	220

Уже при беглом взгляде на эти числа можно сделать кое-какие любопытные выводы о достоинстве различных пищевых веществ, если, конечно, расценивать их только с точки зрения того запаса энергии, которую они способны выделить. И тогда станет ясно, что, например, грамм жирной говядины может развить приблизительно такое же количество энергии, как грамм сушеной трески, что, съедая грамм судака, мы вводим в свой организм примерно такой же запас энергии, как и тогда, когда съедаем грамм картофеля;

*

что нужно поглотить около 20 *кг* огурцов, чтобы доставить нашему организму примерно столько же энергии, сколько доставляет полкилограмма гороха; что, наконец, ни одно пищевое вещество — за исключением, быть может, копченой тарани — не развивает такого огромного числа калорий, как коровье и растительное масло, говяжье сало и смалец, т. е. вообще жиры.

Все эти выводы имеют, однако, лишь относительную цену и важны постольку, поскольку нам известно то количество энергии, которое тратит средний, нормальный человек в течение суток. Отсюда наша ближайшая задача: ответить на этот последний вопрос. А чтобы ответить, необходимо вспомнить следующее.

Организм наш, пока живет, работает; работая, он тратится; материал, из которого построены его органы и ткани, частью разрушается, «сгорает»; «сгорая», он освобождает энергию, за счет которой и совершается его работа.

В течение суток нам нужно принять такое количество пищи, которое способно заполнить происшедшую за это время убыль белков, жиров и углеводов в нашем организме, ибо только таким образом мы вернем обратно все то количество энергии, которое израсходовали на свои нужды за 24 часа жизни.

Сколько же ее мы израсходовали?

Ряд авторитетных в этом вопросе ученых — Абдергальден, Кёниг, Рубнер, Тигерштедт, Фойт и другие — приходит к тому выводу, что средний рабочий расходует в сутки от 3000 до 3500 больших калорий.

Само собою разумеется, что эта «средняя цифра» подвержена различным колебаниям в зависимости от веса человека, пола, возраста, характера работы (профессия), ее интенсивности и т. д. Соответственно этому колеблется и число больших калорий в той пище, которую принимают люди различного веса, пола, возраста, профессий и т. д.

Так, человек, весящий 70 килограммов, должен при легкой работе получать ежедневно пищу, содержащую около 2500 больших калорий. Он же, при работе бо́льшего напряжения, нуждается в 3000 бол. калорий. При целом ряде тяжелых работ число калорий в пище должно быть повышено до 3600. Есть, наконец, работы, требующие такой громадной траты сил, что выполнять их сколько-нибудь нормально можно только тогда, когда получаешь от $4^1/_2$ до $5^1/_2$ тысяч калорий. Такова,

например, работа каменщиков и камнетесов, рудокопов, дровосеков, рабочих в доках и т. п. Женщины весят в общем меньше мужчин, а потому и число нужных им калорий колеблется в рамках 2000—2200, и только в случае очень тяжелых работ (прачки) оно подымается до 3000 и больше.

То же насчет стариков. К старости жизнедеятельность организма падает. Люди становятся флегматичными, малоподвижными, покой предпочитают работе — словом, мало тратят энергии и, следовательно, меньше в ней нуждаются: 1600—2000 калорий в сутки для них, повидимому, вполне достаточно.

Совсем иное — дети. Это — народ живой, подвижный, деятельный и шумливый. Энергия бьет из них ключом. Тратят они ее широко, щедро, без оглядки. Неудивительно поэтому, что и получать ее приходится им вволю.

Когда ученые пришли к мысли расценивать пищевые продукты по калориям, то многие решили, что найдено, наконец безупречное мерило для правильного суждения о достоинстве пищевых продуктов: сосчитал сколько калорий даст тот или иной из продуктов — и достаточно, оценка готова, резолюция положена! Это, однако, далеко не так. «Одностороннее исследование пищи с точки зрения содержания энергии,—говорит Абдергальден,—может привести к совершенно ложным заключениям». И вот почему. В процессе жизненной работы разрушается часть и белков, и жиров, и углеводов. Ясно, что убыль в трех направлениях должна быть и пополнена в трех направлениях. Можно давать, конечно, человеку один жир — скажем, по 400 *г* свиного смальца в день, и этого было бы вполне достаточно для выработки нужного количества калорий, так как 400 *г* смальца дают 3660 калорий. Но на таком питании человек не долго бы просуществовал. Вы можете предложить ему и другое, более разнообразное меню: например, 1200 *г* картофеля (1115 кал.), 400 *г* свеклы (160 кал.), 400 *г* луку (390 кал.), 100 *г* коровьего масла (800 кал.) и 800 *г* яблок (440 кал.) — в общем, порция не такая уж большая, 2,9 *кг* — и к тому дающая опять-таки не мало больших калорий — 2905. Но и эта пища, вполне удовлетворительная и в смысле разнообразия и по количеству энергии, абсолютно непригодна для сколько-нибудь нормального существования. Питаясь только ею, человек медленно стал бы умирать от «белкового голода»: он постепенно сжигал бы белки своего тела, почти не пополняя их новыми белками.

Ясно, что без белков жить нельзя. Весь вопрос в том, какое количество их безусловно необходимо для жизни и нормальной деятельности. Ответить на этот вопрос вовсе не так просто, как это часто кажется. И не даром мы имеем целую скалу цифр для указания того количества белка, которое необходимо принимать с пищей ежедневно. Одни говорят: грамм полтораста в день — лучше всего. Другие заявляют: можно свободно примириться и на 30 граммах в сутки. Но это крайности. Имеется и ряд промежуточных цифр. [1]

Обратившись, например, к Рубнеру, мы увидим, что он предлагает брать: белка 127 *г*, жира — 52 *г*, углеводов — 510 *г*; это соответствует 2970 кал.

Абдергальден пишет: «Рядом исследователей неопровержимым образом было показано, что мы можем довольствоваться значительно меньшим количеством белка... Один факт без сомнения справедлив: нет надобности принимать 120 *г* белка. Эта величина вообще велика. Опыт до сих пор доказал, что мы могли бы удовлетвориться 80 *г* и, может быть, даже 60 *г* белка... Потребность в белке зависит от количества вводимых безазотистых пищевых веществ... За исключением небольшой абсолютно незаменимой части белка каждое его количество, превышающее этот минимум, может быть заменено жиром или углеводами, или смесью обоих этих веществ...»

Последние две фразы Абдергальдена показывают, во-первых, что если белок и является обязательно необходимой составной частью нашей пищи, то из этого еще не следует, что его нужно употреблять в таком именно количестве, которое рекомендуют другие ученые; а, во-вторых, из слов того же Абдергальдена можно сделать и другой, более общий и более важный вывод. Житейская практика обычно к людям науки предъявляет чрезмерные, а порой и фантастические требования — особенно в таких животрепещущих вопросах, как вопрос о питании, аргументируя в последнем случае примерно так:

---

[1] Большие изменения в наши представления о минимуме белка внес опыт «военного питания» блокированной Германии. При недостатке самых необходимых продуктов питания и в частности при недостатке белковых веществ, последние вводились в организм в значительно меньших количествах, чем это считалось возможным до войны.

«Вы — люди ученые — знаете, сколько для нормальной жизни нужно калорий белков и всего прочего. А посему дайте нам раз навсегда рецепт, как и чем надо питаться; составьте меню рационального питания, установите твердые пищевые пайки».

Это требование покоится на недоразумении и, прежде всего, на недостаточно ясном представлении о подлинных основах рационального (разумного) питания, сущность которого лучше всего можно выразить словами того же Абдергальдена. «Учение о пайках, — говорит он, — является искусственным. Необходимо принимать во внимание особые частные случаи. Правильное установление пайка должно бы было быть основано на точном изучении потребности в пище каждого отдельного индивидуума».

Что же может дать наука в руководство житейской практике?

Очень много в смысле основных правил разумного питания.

Она может сказать:

1) Каждодневная пища должна прежде всего быть определенного объема: нельзя загромождать кишечник многими килограммами картофеля или яблок даже в том случае, если эта пища способна доставить вам нужное количество калорий.

2) Меню должно быть разнообразным, чтобы мысль о предстоящей еде вызывала аппетит, что, как увидим дальше, имеет большое значение для надлежащей переработки пищи в желудке и кишечнике.

3) Паек должен заключать в себе все нужные для питания вещества — и органические и неорганические — притом в таком количестве, чтобы белки, жиры и углеводы его давали необходимое количество калорий, соответственно весу тела, интенсивности исполняемой работы и индивидуальным особенностям организма.

4) Белки и жиры пищи должны быть белками и жирами «полноценными», т. е. такими, которые по своему составу и строению ближе всего подходят к белкам и жирам человеческого тела.

Но это не все, далеко не все. Исследования новейшего времени показали, что ценность пищи, помимо всего прочего, зависит от присутствия в ней особых веществ, благодаря которым она легко перерабатывается и хорошо усваивается.

Что это за вещества?

Вы знаете, что на рынке обычно продается несколько сортов риса. Один сорт беловато-матовый с тонким красноватым слоем на поверхности зерна. Другой — совершенно белый, гладкий, блестящий, точно полированный. Первый не вполне очищен от кожуры и обрабатывается на обыкновенных ручных мельницах. Второй очищается полностью от шелухи и от красноватой кожицы на механической мельнице. С виду этот последний считается лучшим сортом риса; а, на самом деле, как пищевой продукт, несравненно ценнее первый. Это нагляднейшим образом доказано опытами над домашними зерноядными животными.

Начнем с опытов.

Ученый Эйкман кормил кур только белым, полированным рисом и ничем другим. И его куры несколько недель спустя после начала такой кормежки умирали в тяжелых судорогах. Когда же он давал им рис красноватый или же прибавлял к полированному рису немного рисовых отрубей (шелуха), то куры его чувствовали себя хорошо.

Другой ученый, Функ, производил такого же рода опыты между прочим с голубями.

Вот перед вами голубь, которого кормили в течение нескольких недель исключительно полированным рисом. Он лежит почти неподвижно на боку. Мышцы ног, крыльев и шеи его парализованы, голова судорожно закинута назад. Дней 20 после того как стали его кормить исключительно полированным рисом, он чувствовал себя, видимо, еще сносно. Но на 21 — 22-й день появились первые признаки заболевания: паралич ног. Затем в течение нескольких дней паралич распространился на другие мышцы тела, а там вскоре голубь умер.

Если, однако, в начале заболевания притти голубю на помощь, то он выздоровеет. И помощь эта сводится к следующему: надо впустить в тело больного вытяжку из рисовых отрубей (для этого отруби настаивают на воде или на спирте).

Оба эти опыта показывают, что в наружных слоях рисового зерна есть какое-то особое вещество, необходимое для питания животного: когда оно имеется налицо, животное, питающееся этим рисом, здорово, когда же его нет, оно — несмотря на обильный прием пищи, хворает и гибнет.

То, что в данном случае показывают опыты с курами и голубями, не раз наблюдалось и над людьми, которые питаются почти исключительно рисом.

Известно, что жители некоторых стран, например, Индокитая и Японии, употребляют в пищу по преимуществу рис. И вот среди них не раз наблюдалась болезнь, известная под именем бери-бери. И тут картина болезни в общем такая же, как в опытах Эйкмана и Функа над домашнею птицею: судороги, паралич, сначала местный, затем общий, и наконец, смерть. И тут причина болезни — употребление в пищу начисто обшелушенного, полированного риса.

Дальнейшие опыты и наблюдения показали, что вещества подобные тем, которые находятся в шелухе риса, имеются, в большем или меньшем количестве, в самых различных пищевых продуктах как растительного, так и животного происхождения.

К сожалению, наука, пока что, очень мало знает о составе и свойствах этих веществ. Не установлено точно даже их название. Функ, ученый впервые обративший серьезное внимание на эти вещества, окрестил их именем витаминов; Абдергальден называет их нутраминами; а Палладин предпочитает именовать их просто «пищевыми факторами».

Однако, не в названии дело. Посмотрим, что собственно удалось по сей день узнать о «витаминах», «нутраминах» или «пищевых факторах»?

Немного. Но то, что узнано, весьма существенно. Во-первых, известно, что одна группа витаминов хорошо растворяется в жирах. В жирах же — в коровьем масле, в яичном желтке и в рыбьем жире (тресковый жир) — их особенно много; много их и в зеленых овощах (шпинат); есть этот «жировой фактор» в почках, печени, в мозгу, и отовсюду его можно извлечь при помощи эфира или спирта.

Какую же роль играют «жировые витамины»? Ответ на это дают опять-таки опыты с различными животными и наблюдения над людьми. Оказывается, что недочет в «жировых витаминах» задерживает рост животных и, в частности, нормальное развитие костей. Вот почему их называют, между прочим, «витаминами роста». С другой стороны, не раз наблюдалось, что «если дети не получают совсем ни сливочного масла, ни яиц, ни цельного молока, а имеют в пище только снятое молоко, маргарин или растительные масла, то у них наступает заболевание роговицы глаз, которое может привести к слепоте... и слепоты этой можно избежать, доставляя детям в избытке продукты, богатые вита-

минами роста, т. е. молоко, сливочное масло, рыбий жир, свежие овощи» (А. Палладин).

Возьмем вторую группу витаминов. Все они в отличие от жировых растворяются в воде и потому могут быть названы «водными витаминами». Особенно богаты ими растительные продукты: зерна злаков — рожь, пшеница, рис и кукуруза; овощи — шпинат, морковь, капуста, свекла, горох, бобы и баклажаны; различные плоды — апельсины, лимоны, виноград, яблоки и груши. Все эти пищевые вещества содержат в себе много «водных витаминов». Особенно богаты ими дрожжи. Сравнительно мало найдете вы их в картофеле. Встречаются они и в продуктах животного происхождения: почки, печень, мозги, яйца и молоко заключают в себе вполне достаточное количество этих витаминов, тогда как в мясе обыкновенном и рыбьем их немного.

Ну, а что говорят нам опыты о значении этой второй группы витаминов?

Во-первых, несомненно, что, когда нет в пище «водных витаминов», животные теряют в весе; следовательно, они, как и «жировые витамины», необходимы для нормального роста и развития организма; а потом в такой же мере несомненно, что отсутствие в пище «водных витаминов» вызывает болезни «бери-бери» и другие подобные ей заболевания. А этого уже вполне достаточно, чтобы судить, насколько велико значение данного «фактора» в деле питания и здоровья организма.

Есть, наконец, еще одна группа витаминов. Их называют противоцынготными. Уже одно это название указывает на их роль. Цынга — болезнь недоедания. Развивается она чаще всего тогда, когда человек не имеет возможности употреблять в пищу свежую зелень и овощи. В свежей зелени, в овощах, а также в фруктах и некоторых ягодах имеется особенно много противоцынготных витаминов. Когда овощи и фрукты долго кипятят при высокой температуре или высушивают их, то витамины по большей части гибнут. Любопытно, что в пище животного происхождения противоцынготные витамины почти отсутствуют. Исключением тут является коровье молоко и яйца: в них очень много таких витаминов. Вообще надо предполагать, что витамины самими животными не вырабатываются. Их приготовляют растения, от которых они вместе с пищей переходят в организм животных.

В заключение привожу здесь небольшую таблицу, из которой видно, в каком количестве те или другие витамины встречаются в различных пищевых продуктах.

(По А. Палладину).

Название продукта	Жировые витамины	Водные витамины	Противоцынготные витамины
Злаки	следы	много	нет
Бобы и горох (свежие)	»	»	немного
Картофель	нет	»	много
Зеленые овощи	много	»	»
Яблоки и груши	нет	»	»
Виноград	»	»	»
Растительные масла (продажн.)	почтинет		
Молоко	много	много	много
Яйца	»	»	достаточно
Сливочное масло	очень много	нет	нет
Рыбий жир	» »	»	»

После всего здесь сказанного мы можем приступить к описанию и оценке некоторых пищевых продуктов в отдельности.

Молоко — единственная пища, которую употребляет ребенок первые месяцы своей жизни; в яйце курицы содержится весь тот материал, на счет которого формируется цыпленок. Этого вполне достаточно для того, чтобы мы признали, что молоко и яйца по своим составным частям — хорошая пища. Мало того, все эти составные части молока очень легко переходят в кровь; и потому для грудных детей оно — прекрасная пища. Но взрослый человек при продолжительном питании одним молоком рискует скоро стать малокровным. Для него это — пища недостаточная (Абдергальден).

В обществе долго держался ни на чем неосновательный предрассудок, согласно которому считалось страшным вредом давать больным кислое молоко или простоквашу, и в то же время их преусердно пичкали свежим молоком. Теперь же многие считают, наоборот, полезным давать больным в пищу кислое молоко и,

в частности, Мечниковский «лактобацилин». Оно хорошо усваивается и предотвращает усиленное брожение и гниение пищевых веществ в толстых кишках (см. дальше — главу «пищеварение»). Не мешает прибавить, что присутствие в молоке достаточного количества витаминов повышает его питательную ценность.

Что касается куриных яиц, то следует заметить, что, круто сваренные, они перевариваются в желудке гораздо труднее, чем приготовленные в смятку или, как говорят «в мешочек»; с другой стороны, и привычка есть яйца сырые ничем, по существу, не оправдывается, так как вареные яйца усваиваются лучше сырых (Рубнер).

Из всех других веществ животного происхождения ближе всего к молоку и яйцам подходит мясо различных животных, в частности, говядина.

Не нужно только преувеличивать значение этого продукта и напирать на мясную пищу, во-первых, потому, что в ней очень мало витаминов, а самое главное, потому, что обильное питание мясом способствует образованию в организме особых ядовитых продуктов, которые подтачивают и укорачивают жизнь человека.

Издавна человек отказался от употребления в пищу сырого мяса: он чутьем дошел до необходимости варить его, жарить, тушить. Приготовление мяса делает его удобоваримее, а различная степень удобоваримости зависит от того или иного способа приготовления его. Так, рубленое и скобленое мясо переваривается в желудке гораздо лучше, чем мясо, приготовленное кусками, хотя бы мы и хорошо пережевали его, прежде чем оно пропутешествует в желудок. Вот почему больным часто советуют есть котлеты из скобленого мяса.

Тут кстати будет сказать несколько слов о том преувеличенном мнении, которое сложилось в обществе относительно полезных свойств всевозможных мясных супов вообще и бульона в особенности.

Самый «крепкий» говяжий бульон можно приготовить из мелко изрубленного мяса, которое вымачивают предварительно в течение нескольких часов в холодной воде, а затем уже кипятят. Что же оказывается? Даже при такой усердной вытяжке питательных веществ, из 100 частей мяса в воду переходит всего лишь 6 частей; из этих 6 частей добрая половина

свертывается и превращается в накипь, которую снимают или удаляют из супа при его процеживании; словом, в бульоне из 100 частей мяса остается всего лишь 3 части. Где ж тут толковать о питательности!

«Прибавлением яиц, муки, жира и других веществ бульону можно сообщить известную цену, говорит Вирхов; сам же он не что иное, как весьма слабый раствор некоторых частей мяса. Принимаемый внутрь горячим, бульон действует приблизительно как чай или кофе, до некоторой степени, как вино, водка, пиво: он возбуждает нервы. Но от этих веществ он отличается тем, что не содержит ядовитых веществ...»

Вернемся к описанию свойств различных сортов мяса.

Телятина, как более нежное мясо, гораздо удобоваримее говядины; что же касается баранины, то она считается трудно варимой, так как в ней обыкновенно содержится очень много твердых жиров. Свиное мясо, не жирное и, в частности свежую ветчину, также следует отнести к числу хороших мясных продуктов. Однако, людям с плохо работающим желудком надо было бы безусловно запретить употребление в пищу жирной баранины и свинины, в каком бы виде она ни предлагалась — вареная или жареная, в виде колбас или сосисек — все равно.

Мясо рыб подходит к разряду вполне удобоваримой пищи, ибо в нем много растворимого белка; но так как мясо некоторых сортов рыбы очень богато жиром, то мы решительно не советовали бы употреблять жирную рыбу в тех случаях, когда желудок не хорошо исполняет свое назначение. Да не подумает читатель, что мы хотим поставить его в положение бедного Санхо-Панча, оставшегося голодным за роскошным обедом только потому, что стоявший возле него ученый доктор заботливо предупреждал о вредных свойствах каждого блюда, к которому едва успевал протянуть руку любивший покушать и сильно отощавший оруженосец рыцаря «печального образа». Среди разнообразных даров природы нам вовсе не трудно отыскать себе питательную и удобоваримую пищу, так что подобные опасения были бы совершенно напрасны.

Говоря о значении различных сортов мяса, нельзя не упомянуть о значении костей и хрящей, как питательных веществ. Было время, когда думали обеспечить бедный люд, не имеющий возможности делать себе мясной суп, бульоном, приготовленным из костей. Кости стали вываривать в закупоренных

котлах, причем получался легко застывающий и твердеющий студень; его продавали очень дешево тонкими плитками под названием «сухого бульона». Стоит только, говорили изобретатели этого кушанья, разбавить кипятком небольшой кусок «сухого бульона», и у вас получится прекраснейшая, очень питательная пища. Этот пресловутый «сухой бульон» ввели даже в употребление в некоторых больницах; и сейчас еще его пускают в дело повара всевозможных ресторанов и гостиниц. Когда же изучили несколько основательнее свойства этого бульона, то оказалось, что не только человек, но даже мало прихотливые собаки не могут существовать на такой пище.

Отмечу еще один предрассудок в таком же духе. «В продаже, говорит Рубнер, имеется целый ряд мясных препаратов, т. е. продуктов, приготовленных из мяса, отличающихся яко бы тем, что они гораздо лучше перевариваются и усваиваются, чем обыкновенное мясо; таковы, например, соматоза, нутроза и т. п. Эти средства бесконечно рекламируются и способны ввести в заблуждение легковерную публику. Мы можем категорически сказать, что здоровый человек вообще не нуждается в подобных препаратах; с точки зрения экономии и интересов здоровья лучше пользоваться естественными пищевыми продуктами. Так, «соматозы» следовало бы съедать по крайней мере 150 грамм в день (10 столовых ложек) для того, чтобы она приносила какую-либо пользу. Ясно, что такое количество ни один человек не в состоянии перенести без расстройства пищеварения, да и обходится оно слишком дорого. Можно себе представить, каков прок в приемах «соматозы» два-три раза в день на кончике ножа или даже по чайной ложке...»

При выборе пищи, человек находится во власти окружающих его условий. Чем природа наградит его за труды, тем он и пользуется.

С одной стороны, хорошая почва, благодатный климат, обилие или недостаток пастбищных мест, близость рек и озер, в которых водится много рыбы, леса, изобилующие дичью, с другой стороны, — привычки, перешедшие от предков, религиозный запрет, издавна укоренившийся предрассудок, — все это тоже имеет большое значение при выборе пищи. Поэтому нет ничего удивительного в том, что каждый народ, каждое племя имеет свою собственную более или менее особенную кухню.

Обитатель северных стран, какой-нибудь гренландец, эскимос или самоед, объедается ворванью, тюленьим жиром, ибо это для него самая сподручная и необходимая пища. Обжорству его нет предела, так как страшные холода обитаемых им мест вынуждают его есть как можно больше, чтобы этим путем возможно лучше согревать свое тело. И наоборот, житель жарких мест земного шара — индус, например, удовлетворяется рисом и прогорклым деревянным маслом; ему нечего заботиться о согревании себя жирной и обильной пищей, так как ему и без того тепло. В роскошных пампасах Америки, где когда-то паслись целые стада диких быков, туземец, живущий охотой, питался одним лишь мясом этих животных и мало заботился о растительной пище. На острове Новой Голландии нет почти ни одного растения, годного в пищу; поэтому жители этого острова волей-неволей должны питаться мясом. А между тем, уроженец Аравийских степей, неприхотливый араб, очень доволен тем, что судьба послала ему прелестные финики да еще кое-какие плоды, которые он употребляет вместо хлеба. Воспитанный на сочных ростбифах, богатый англичанин будет проклинать свою судьбу, если посадить его на растительную пищу, тогда как некоторые из диких племен с негодованием отворачиваются от всякой животной пищи. Немец, привыкший к своим окорокам, вестфальской колбасе и сосискам, чувствует себя крайне удрученным, когда ему приходится на некоторое время отказаться от свинины во всех ее видах; и в то же время фанатик магометанин с отвращением смотрит на свинину, употребление которой в пищу запрещено пророком Магометом. Пророк, впрочем, был прав, когда налагал запрет на жирную свинину для жителей жаркой страны, тем более, что свинина — не безопасная пища еще и потому, что в ней очень часто заводится паразит, называемый — трихиною; паразит этот вместе со свиным мясом может попасть в тело человека и причинить ему смерть. У нас в больших городах свинина, назначаемая в продажу, тщательно осматривается до того, как выпускают ее на рынок.

Едва ли кого из вас можно заставить съесть жаркое из крыс или вареные гнезда ласточки — саланганы; а между тем, у китайцев эти кушанья считаются одними из лучших.

Древние греки и римляне, бывшие, как известно, большими любителями и знатоками всевозможных лакомых и тонких блюд, с удовольствием употребляли в пищу ежей, ослиное мясо,

а также мясо собак и кошек; нечего и говорить, что современного европейца наверно стошнит, если ему предложить такие блюда. Словом, разнообразию пищи в разные времена и в разных странах земного шара нет предела.

Из изложенного выше видно, что многие питаются одной только растительной пищей. Поэтому не мешает рассмотреть некоторые из употребляемых в пищу растений. Пшеница, рожь, рис, кукуруза, гречиха, чечевица, горох, бобы, картофель, огурцы, капуста, плоды фруктовых деревьев — вот что чаще всего мы едим.

Хлеб наш почти всегда приготовляется из пшеницы или ржи; только в некоторых местностях (например, на Кавказе, в Имеретии) его делают из кукурузы. Как в пшенице, так и во ржи довольно много особого белкового вещества, которое называется клейковиной на том основании, что от него зависит клейкость теста; приэтом не мешает заметить, что в наружных частях хлебного зерна клейковины много больше, чем во внутренних слоях его. Поэтому очень просто объясняется то обстоятельство, что хлеб из непросеянной муки считается питательнее всевозможных хлебов из белой просеянной муки. Однако, этим не следует увлекаться, так как клейковина не особенно легко переваривается и потому постоянное употребление серого или черного хлеба вредно может отозваться на здоровьи людей с неособенно деятельным желудком: для них белый хлеб все же лучше, несмотря на меньшую питательность. В рисе и кукурузе очень много крахмала; но в общем они менее питательны, чем рожь и пшеница.

Очень хорошей пищей могут служить бобы, горох и чечевица. В них белков гораздо больше, чем в любом мясе; они богаты также и крахмалом, а минеральных веществ в них вполне достаточно для того, чтобы удовлетворить требованиям хорошей пищи. Однако, несмотря на все это, и горох, и бобы, и чечевица по своей удобоваримости стоят ниже мяса, что зависит главным образом от способа приготовления этих продуктов. И все же было бы желательно, чтобы те, кому приходится очень редко есть мясо, имели за своим столом эту прекрасную и питательную пищу, тем более, что неизбалованные желудки довольно легко справляются с нею.

Самою доступной пищей для людей мало состоятельных и бедных является картофель. Чтобы судить о достоинстве этого пищевого продукта, достаточно вспомнить, что белка в картофеле

очень мало, что главная составная часть его — крахмал, и что он обилует большим количеством «клетчатки». Клетчатка — это то самое вещество, которое образует главную составную часть шелухи бобов, гороха и чечевицы, и которое делает их трудноваримыми; следовательно, и здесь, в картофеле, эта же самая клетчатка должна обусловливать его неудобоваримость. Нельзя, конечно, говорить, что картофель никуда негодное пищевое вещество. Как приправа к мясу — это, без сомнения, прекрасная вещь; но сам по себе, как постоянная пища, картофель действительно малоценен.

Клетчатка образует главную часть всевозможных овощей и плодов, употребляемых в пищу. Собственно говоря, большинство плодов и овощей не столько питательные, сколько вкусовые вещества. Девять десятых их составляет вода, а остальная одна часть твердых веществ состоит из углеводов и, в частности, из клетчатки. В плодах есть сахар и кислоты (яблочная, щавелевая и т. п.), которые, попадая в желудок, помогают перевариванию находящихся в нем действительно питательных веществ; кроме того в них, равно как и в овощах, много витаминов, что очень повышает ценность этих пищевых продуктов: надо только употреблять их в свежем или вареном виде,— сушеные плоды и овощи, а также консервы, сделанные из них, обычно, теряют свои витамины.

Больше чем $^3/_4$ (по весу) крови составляет вода. Все ткани, образующие наше тело, не исключая даже и костей, пропитаны водой. Следовательно, вода представляет собой одно из главнейших питательных веществ. Правда, почти во всякой пище находится достаточное количество воды, однако, ее все-таки нехватает для удовлетворения всех потребностей нашего организма; поэтому мы ее пьем и отдельно. Вода ключевая и речная, если только в ней не находится много гниющих веществ растительного и животного происхождения, может быть употребляема совершенно безопасно; но если для питья берется вода, в которой много «гнили», а такой она бывает всегда в тех местах рек, возле которых построены города и большие села, — то она очень вредна и служит нередко причиной желудочных расстройств, а то и целых эпидемий. В такой воде нередко встречаются зародыши бактерий, которые причиняют различные заболевания, и пить ее можно только тогда, когда она очищена (напр., помощью квасцов) или профильтрована.

Из других общеупотребительных напитков не мешает хотя бы вкратце остановиться на чае, кофе и спирте. Все эти вещества нужно считать вкусовыми, так как питательности в них нет никакой. Водка, вина и пиво называются спиртными напитками, так как спирт, или алкоголь — главная составная часть их.

Спирт — яд, медленно отравляющий человеческий организм, с ним связан один из отвратительнейших пороков людей — пьянство, которое служит причиной многих бед и несчастий для тех семей, где есть пьяницы. Нищета, разврат, водянка, белая горячка — вот неразлучные спутники и самые обыкновенные последствия пьянства; а если к этому присоединить еще и то, что в тех семьях, где один из старших членов — пьяница, дети очень часто делаются таковыми или обнаруживают склонность к помешательству, тупоумию, даже идиотизму и т. п., то придется согласиться с ярыми противниками спиртных напитков, записаться в члены общества распространения трезвости и вместе с Рубнером воскликнуть: «В вине и пиве тонет больше людей, чем в воде!»

Вопрос — конечно, не об излишествах, а об умеренном употреблении спиртных напитков — все еще остается в некоторых отношениях спорным. Например, Рубнер категорически заявляет, что поскольку эти напитки (собственно, заключенный в них спирт) уменьшают потребность в пище, постольку они «подрывают физические силы» и, стало быть, вредны.

Гораздо осторожнее высказывается на этот счет физиолог Гедон. Он говорит: «интересным и горячо обсужденным в последние годы является вопрос о значении алкоголя, как питательного вещества. Этуотер и Бенедикт разрешают его в утвердительном смысле, разделяя взгляд многих физиологов, в том числе и Либиха, что алкоголь может до известной степени заменить жиры и крахмал... Важность этого вопроса становится очевидной, если принять в соображение, что множество людей вводит в свой пищевой рацион по литру вина в день, что составляет, по меньшей мере, 500 калорий, т. е. около одной шестой пищевого рациона рабочего человека. Итак, если в состав пайка, едва достаточного для удовлетворения затрат тела, входит и алкоголь, то последний может быть исключен лишь при условии замещения его равноценным количеством других пищевых веществ... Необходимость такой замены вызывается не тем,

что алкоголь не может служить при сгорании в теле достаточным источником энергии, а исключительно тем обстоятельством, что за известными пределами его ядовитые свойства сводят к нулю его питательное действие».

Чай у нас в России и кофе в Западной Европе вошли во всеобщее употребление. О том, что чай и кофе не питательные, а вкусовые вещества, и говорить нечего. Они очень приятно действуют на наш вкус, повышают работу наших нервов и возбуждают несколько мысль — вот почему люди так пристрастились к этим напиткам.

Вместе с чаем и кофе широко распространилось употребление сахара. Дети любят всевозможные лакомства, заключающие в себе много сахару; даже чистый сахар они нередко грызут с большим удовольствием. Взрослые обыкновенно препятствуют в этом детям, и, признаться, в большинстве случаев, совершенно неосновательно. Детскому организму полезен сахар; убедиться в этом не особенно трудно. Детские кости растут за счет той извести, которая вместе с переваренной пищей переходит сперва в кровь, а затем отлагается в костной ткани только тогда, когда растворится в желудке; сахар же, как известно, превращается сначала в молочную кислоту, а кислота эта растворяет известь пищевых веществ. Следовательно, сахар косвенно способствует росту костей.

Во избежание существенных пробелов в нашем обзоре различных пищевых веществ, считаю не лишним сказать несколько слов о пряностях, составляющих почти необходимую приправу ко всем нашим кушаньям. Горчица, перец, корица, гвоздика и т. п. — вот самые употребительные из пряностей. Все это — «вкусовые» вещества, важные лишь постольку, поскольку они возбуждают работу пищеварительных органов, вызывая обильное выделение тех самых соков, которые служат для переваривания пищи.

Каждому известно, как скоро надоедает однообразная пища: ее едят неохотно, без аппетита, подчас даже с отвращением. Многие видят в этом каприз, особую прихотливость вкуса, изнеженность и т. п. Однако, тут нередко действуют более глубокие причины. Употребляя часто одну и ту же пищу без перемены, мы наверное лишаем нашу кровь какой-либо из составных ее частей; и вот, для пополнения этого недочета, у нас является потребность переменить обычную пищу на такую, в которой может найтись это недостающее крови питательное вещество.

*

Объяснение это вряд ли можно считать всеисчерпывающим. Обстоятельства, вызывающие в нас стремление разнообразить пищу и обусловливающие аппетит человека, повидимому, весьма разнообразны и не всегда поддаются учету. И с целью оттенить возможно ярче эту мысль я нахожу не бесполезным закончить настоящую главу следующими словами Рубнера:

«Человек ест охотно только то, что ему нравится. Вкусы же его обусловливаются его природой. И меньше всего приходится винить здесь личную волю или личный каприз. Аппетит тесно связан со всеми теми чувствами, которые переживает человек. Настроение оказывает большое влияние на наше желание есть, на удовольствие, которое мы получаем от различных блюд, и даже на весь ход пищеварения. Беззаботное, веселое настроение служит лучшей приправой к самому простому обеду. Напротив, угнетенное состояние духа оказывает в этом отношении плохую услугу. Настроение наше повышается под влиянием многих моментов и условий окружающей нас жизни. Полная миска супа приводит в восторг нуждающегося и голодного человека. Великолепно убранный по праздничному стол создает возбуждение, которого не может дать будничная трапеза. Блестящее освещение, музыка действуют в том же направлении, повышая наше настроение и улучшая в то же время аппетит».

Глава VI.

ПИЩЕВАРЕНИЕ.

Голод и жажда. — Пищеварительные органы человека и животных. — Род пищи, зубы и кишечник. — Вегетарианцы. — Академик Павлов. — Работа слюнных желез. — Реомюр и Спалланцани. — Желудочный сок и его роль. — «Фиктивный обед». — Расщепление белков. — Отчего желудок сам себя не варит? — Сок поджелудочной железы. — Дальнейшее расщепление белков. — Работа печени. — Кишечный сок. — Взаимодействие факторов. — Опять бактерии! — Можно ли жить без желудка? — Сущность пищеварения. — «Мы — дети солнца».

В то время как отсутствие некоторых веществ в пище может лишить нас аппетита и вызывает некоторое непреодолимое отвращение к ней, — полное лишение пищи возбуждает в нас сначала аппетит, а затем уже ощущение голода, которое с каждым лишним часом делается все тяжелее и невыносимее. Под гнетом сильного голода человек теряет самообладание и решается на преступления. Природное отвращение к мертвечине, жалость и сострадание к себе подобным, страх перед ответственностью за совершенное преступление, угрызения совести и стыд, — все, решительно все подавляется чувством голода, превращающим человека буквально в зверя. «Durch Hunger und durch Liebe erhält sich Weltgetriebe — мир держится голодом и любовью — говорит Шиллер. И в этих словах его — глубокая правда.

Можно было бы представить довольно подробную картину того, как чувствует себя и что ощущает человек, подвергнутый продолжительному голоданию и умирающий от недостатка пищи и питья; а между тем это нисколько не объяснило бы нам ближайших причин голода и жажды. Строго говоря, до сих пор мы не имеем еще вполне точного объяснения чувства голода и жажды. Самое обыкновенное, что приходится слышать почти всегда, — это будто бы голод ощущается от пустоты в желудке. Однако, такое толкование не правильно. Утром после сна или часа 4 спустя после еды, желудок наш совершенно пуст, а между

тем мы вовсе не ощущаем сильного голода. Голодный человек может набить свой желудок хотя бы соломой и, однако, несколько времени спустя, он будет снова ощущать голод, так как наполненный таким образом желудок почти ничего питательного не внес в кровь. Неверно также и другое ходячее объяснение, будто голод ощущается потому, что в пустом желудке накопляются пищеварительные соки, которые раздражают стенки его и производят этим ощущение голода. Неверно это объяснение потому, что пищеварительные соки начинают обильно вливаться в желудок только тогда, когда в нем есть уже пища, т. е. тогда именно, когда чувство голода уже в известной мере утолено.

Известно, наконец, что если перерезать все нервы желудка, т. е. разобщить его с органом наших ощущений, то, лишенные надолго пищи, мы все же будем испытывать острое чувство голода. Ясно, что голод ощущается не только желудком, но и всем нашим организмом. То же самое можно сказать и относительно чувства жажды. Хотя это чувство мы относим к полости рта, которая во время жажды сильно пересыхает, тем не менее достоверно известно, что жажда легко прекращается и тогда, когда вода вводится прямо в кровь. Отсюда следует, что как голод, так и жажда происходят от недостатка в нашем организме питательных веществ и воды.

Весьма любопытно заметить, что человек и различные животные различно переносят голод и жажду. В то время как одни очень скоро умирают, другие довольно долго выдерживают их. Известно, например, что плотоядные животные дольше переносят голод, чем животные травоядные. Точно также хищные птицы погибают от голода позже, чем птицы, питающиеся зернами и плодами. Тут должно быть сказывается привычка плотоядных млекопитающих и хищных птиц принимать пищу реже, чем это делают животные травоядные и птицы, питающиеся зерном.

Для интересующихся знать, как долго различные животные могут переносить голод, приводим следующую выдержку из книги Ферворна: «Один ученый целым рядом опытов, — говорит он, — доказал, что у самых различных животных смерть наступает тогда, когда потеря в весе достигает приблизительно 0,4 всего веса тела. Но разные животные приходят к этому спустя весьма различное время. Лягушки живут без пищи более года, а протей из Адельсбергских гротов даже несколько лет. Чело-

век умирает в сравнительно короткое время. Прежде редко выпадали случаи наблюдать людей, которые голодали долгое время, и прежние показания относительно этого надо принимать с большой осторожностью. В новое время, с тех пор как развилось настоящее ремесло «бесхлебия» и появились «артисты голодания», физиологи часто имели случай производить тщательные наблюдения над голодающими людьми. Один ученый, Лучиани, составил прекрасную монографию о голодании, которая основана на наблюдениях над известным артистом голодания Сукчи, перенесшего на его глазах тридцатидневный пост. Случай с Сукчи не оставляет сомнения, что нормальный человек, при благоприятных условиях, может существовать без пищи, по крайней мере, 30 дней...»

Итак, голод побуждает нас принимать пищу. Что же делается с нею, раз она попадает в пищеварительный тракт? Вот вопрос, решением которого мы теперь и займемся.

Следуя нашему обыкновению, опишем прежде всего органы пищеварения человека и некоторых животных.

Зубы нужно отнести к органам пищеварения, хотя они только способствуют ему, размельчая пищу и делая ее более доступной действию различных пищеварительных соков. У взрослого человека 32 зуба: спереди, в каждой челюсти, по 4 резца (всего 8), затем 4 клыка, по два в каждой челюсти — они располагаются рядом с резцами по одному, справа и слева; наконец, 20 коренных зубов по 5-ти с каждой стороны верхней и нижней челюстей. Последние коренные зубы появляются не раньше 20-летнего возраста и называются обыкновенно зубами мудрости. Резцы, клыки и коренные зубы исполняют совершенно различные роли. Само название «резцы», показывает, что зубы эти режут пищу, служат для откусывания, перегрызания ее. Помощью клыков мы раздираем твердую пищу на куски; а коренные зубы, подобно жерновам, размельчают и перетирают ее. Зубы различных животных устроены применительно к той пище, которую они употребляют. Такие хищники, как лев, тигр или волк, питающиеся мясом других животных, имеют очень острые резцы и сильные, большие клыки, которыми они ловко раздирают свою добычу. Нужно помнить и то, что клыки служат хищникам, как орудие защиты от врагов и нападения на жертву. Так как употребляемая хищниками пища довольно трудно размельчается, то коренные зубы их снабжены острыми

бугорками, при помощи которых они довольно легко справляются с сырым мясом. Совсем иначе обстоит дело у животных, питающихся травой, например, у лошади, коровы, верблюда, оленя и т. д. Клыки, служащие исключительно для раздирания добычи, им не нужны; поэтому у них обыкновенно и нет их, а если и есть, то очень маленькие и пускаются в ход, как орган защиты. (Последние обыкновенно наблюдаются у тех из жвачных животных, которые не имеют рогов для защиты.) Затем, так как растительная пища перетирается легче сырого мяса, то у всех травоядных коренные зубы лишены бугорков и взамен их имеют

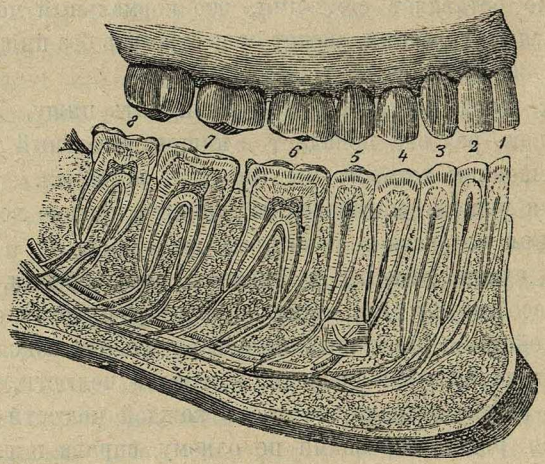


Рис. 31. Зубы (в нижней челюсти разрезаны вдоль) 1, 2—резцы; 3 — клыки; 4, 5, 6 и 7 — коренные; 8 — зуб мудрости.

множество складок, между которыми легко перетирается трава. У грызунов, к каковым относится белка, заяц, кролик, мышь, крыса и другие, — очень длинные резцы, которыми они грызут все, что попадется, и которые нисколько не укорачиваются, так как всю жизнь медленно нарастают. Все эти беглые замечания показывают нам, что зубы различных животных действительно устроены так, чтобы наилучшим образом размельчать ту пищу, которую этим животным приходится употреблять. То же самое мы заметим, рассмотревши устройство желудка и кишек различных животных. Начнем опять с человека.

Позади гортани лежит глотка, в которую прежде всего поступает пища изо рта; за глоткою уже идет довольно длинная трубка, называемая пищеводом (рис. 32), потому что

она проводит пищу из полости рта в желудок. Пищевод лежит позади дыхательной трубки, спускается вниз до грудобрюшной преграды, прободает ее и затем уже переходит из грудной по-

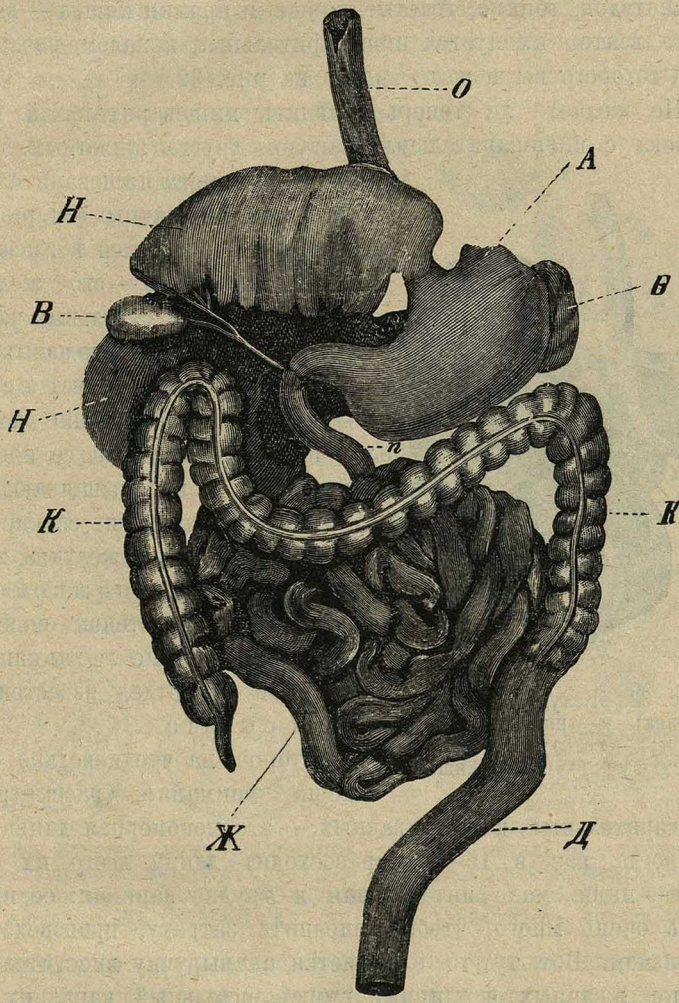


Рис. 32. Органы пищеварения. *О* — пищевод; *А* — желудок; *п* — двенадцатиперстная кишка; *Ж* — тонкие кишки; *КК* — толстая кишка; *Д* — прямая кишка; *ПН* — печень; *Б* — селезенка; *В* — желчный пузырь. Проток его соединяется с другим протоком, идущим в двенадцатиперстную кишку от печени.

лости тела в брюшную. Здесь, в брюшной полости, пищевод сейчас же расширяется в объемистый, толстостенный мешок, который и будет не что иное, как желудок. От желудка берет

начало двенадцатиперстная кишка, переходящая в ряд петель, называемых тонкими кишками, вслед за которыми идет толстая кишка и, наконец, прямая. Глотка, пищевод, желудок, тонкие, толстые кишки и прямая кишка — все это вместе взятое именуется пищеварительным каналом, различные части которого вы можете видеть на рис. 32.

Не желаете ли теперь сравнить пищеварительный канал человека с пищеварительным каналом других животных. Возьмем для примера пищеварительный канал хотя бы жвачных (см. рис. 33). Первое, что бросается в глаза при рассмотрении его — это желудок. Он состоит из 4-х отдельных частей. Самый большой отдел его называется рубцом, за ним следует сетка, получившая это название потому, что внутренняя стенка ее покрыта множеством перекрещивающихся между собою наподобие сетки складок. Третий отдел желудка жвачных называется «книжкой», так как складки его стенок очень похожи на сложенные листы книжки; четвертый же отдел известен под именем сычуга.

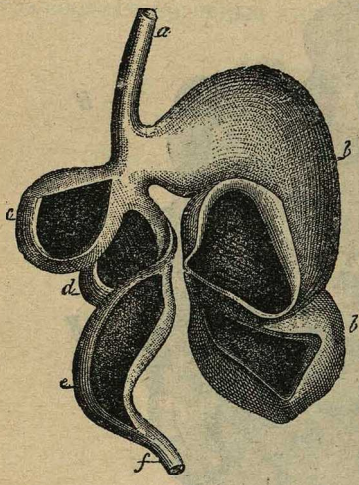


Рис. 33. Желудок жвачного (барана). *a* — пищевод; *bb* — рубец; *c* — сетка; *d* — книжка; *e* — сычуг; *f* — начало кишки.

Второе, на что невольно обращаешь внимание, рассматривая пищеварительный канал жвачных, — это непомерная длина его: он иногда раз в 15—20 превосходит длину всего их тела. Трава — пища мало питательная и трудно варимая: ее нужно съесть очень много, чтобы пополнить затрату, произведенную организмом. Вот тут-то и является на выручку вместительный желудок жвачных и длинный пищеварительный канал их. Не особенно хорошо перетертая трава идет сперва в рубец и сетку жвачного; здесь она размягчается и начинает слегка бродить; затем снова отрыгается в рот, где опять тщательно пережевывается и, минуя два первых отдела желудка, идет уже в книжку и сычуг. Поступая из сычуга в длинные кишки травоядного животного, пища довольно правильно распределяется на всем протяжении их и тут уже окончательно переваривается.

Мясная пища много питательнее и удобоваримее травы; поэтому понятно, отчего у всех животных плотоядных пищеварительный канал гораздо короче, чем таковой у животных травоядных. Не можем и на этот раз не вспомнить головастика: на нем как нельзя лучше видно, какая тесная зависимость существует между устройством пищеварительного канала и родом пищи, которую ест животное. Головастик, юрко шныряющий во все концы того болота, где он живет, питается крошечными водными растениями, которые так и называются водорослями. Когда же он превращается в лягушонка, то круто меняет свой образ жизни и начинает охотиться за маленькими мушками, которыми с этого времени и питается; словом, из животного, питающегося растительною пищей, он превращается в животное плотоядное, вернее насекомоядное. И вместе с такою переменою пищи меняется и устройство его пищеварительного канала. Длинный, скрученный спиралью и заполняющий почти все брюшко пищеварительный канал головастика превращается в короткую, прямую пищеварительную трубку лягушонка. Эта связь между длиной кишечника у головастика и родом употребляемой им пищи может быть доказана и опытным путем.

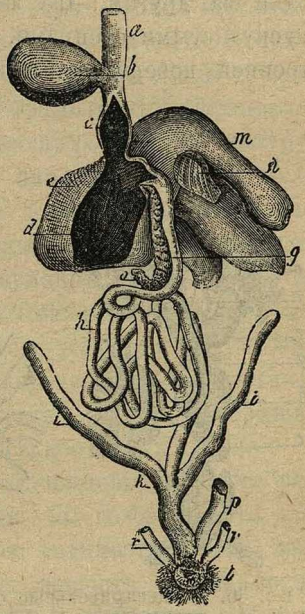


Рис. 35. Пищеварительный канал птицы. *a* — пищевод; *b* — зоб; *c* — желудок; *d*, *e* — другой желудок, толстостенный, мускулистый (пупок); *m* — печень; *n* — желчный пузырь; *o* — поджелудочная железа; *g* — двенадцатиперстная кишка; *h* — тонкие кишки.

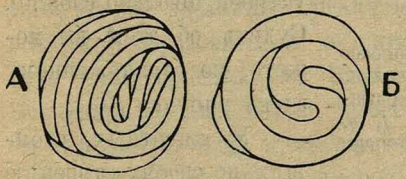


Рис. 34. Завиток кишек у головастиков лягушки, из которых один кормился растительною пищей (*А*), другой животною (*В*). По Бабаку.

Если взять двух головастиков, только что вылупившихся из яиц, и кормить одного из них растительной пищей, а другого исключительно мясом, то у второго пищеварительный канал будет много короче, чем у первого (Штемпель и Кох).

В устройстве пищеварительного канала птиц также замечаются некоторые особенности (рис. 35). Прежде всего, у большинства из них к пищеводу прикрепляется довольно объемистый мешок, называемый зобом; зоб служит для размягчения пищи, и в этом отношении его можно сравнить с первыми двумя отделами желудка жвачных. Затем вниз от пищевода у птиц идут, один за другим, два желудка: один из них с очень толстыми, мускулистыми стенками, другой — тонкостенный. Первый с внутренней поверхности покрыт толстою складчатою кожею и служит для перетирания пищи (так называемый «пупок»: он как бы заменяет зубы, которых у птиц нет); второй же — предназначен для перевариванья пищи.

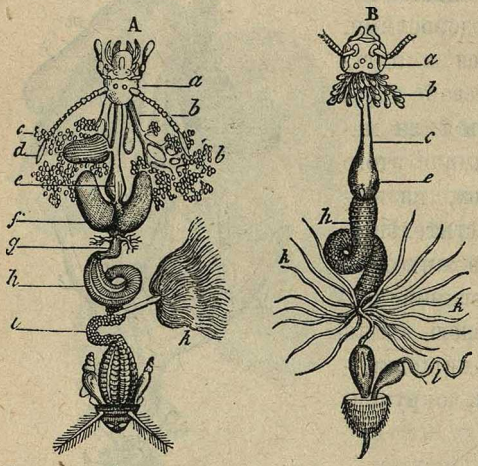


Рис. 36. Пищеварительные органы насекомых. *A* — пищеварительный канал медведки; *B* — пчелы: *a* — голова насекомого; *b* — слюнные железы; *c* — пищевод; *e* — зоб; *f*, *g*, *h* — различные отделы желудка; *i* — кишечник.

Замечательно, что у насекомых, несмотря на их ничтожные по сравнению с другими животными размеры, пищеварительный канал также устроен довольно сложно. Судить об этом вы можете по приложенному здесь рисунку 36.

У животных, стоящих по своему строению ниже насекомых, например, у некоторых червей, пищеварительный канал имеет форму цилиндрической трубки: тут еще нельзя строго различать отдельные, обособленные участки его. Любопытно отметить, что у человеческого зародыша в ту пору, когда он находится в утробе матери и еще мало походит на настоящего, вполне сформировавшегося человека, пищеварительный канал представляется в виде простой трубки. И только с течением времени, по мере того как зародыш этот развивается, в пищеварительном канале постепенно обозначаются различные части его.

Если по устройству зубов и пищеварительного тракта можно судить о роде пищи, употребляемой тем или иным живот-

ным, то, спрашивается, не можем ли мы по тем же самым признакам решить вполне правильно, какая пища присуща человеку, растительная или мясная? Еще с древних времен существовали люди, которые настаивали на том, что человеку приличествует только растительная пища. И сейчас многие стараются распространить это мнение с целью отбить у людей охоту есть мясо. Существует много племен и народов, которые живут исключительно растительною пищею, говорят вегетарианцы. Почему бы и всем людям не помириться на ней? Мясная пища трудно усваивается, развивает в нас страсти и кровожадные инстинкты, тогда как пища растительная уравновешивает нашу натуру, облагораживает наши привычки; чем, наконец, виноваты миллионы несчастных животных, которые делаются жертвами нашего испорченного вкуса и развращенных привычек? Так или приблизительно так рассуждают вегетарианцы. И несмотря на ту искренность, с которою они проповедывают свое учение, оно неосновательно. Человек — животное всеядное, за это говорит вековой исторический опыт и перечень всех известных нам фактов, касающихся питания различных племен и народов. Самая лучшая для него пища — это пища смешанная.

Сравнивая питательность различных пищевых веществ растительного и животного происхождения, мы говорили, что для того, чтобы доставить организму нужное количество белка, жиров, жирообразователей и минеральных веществ, лучше всего есть пищу смешанную. Это во-первых. А во-вторых, вот что. Пищеварительный канал человека по своей длине занимает как бы середину между пищеварительным каналом хищных и жвачных; затем, средних размеров клыки и коренные зубы, снабженные тупыми бугорками (а не острыми, как у хищных, и не складчатые, как у травоядных) — все это указывает на то, что человеку доступны и мясные, и растительные пищевые вещества, что смешанная пища и необходима, и полезна для него. Не надо только, напомню еще раз, злоупотреблять мясом. Ибо, как справедливо утверждает Мечников, неумеренное употребление мяса способствует образованию в кишечнике особых ядов (индол, скатол и т. д.), которые, переходя в кровь, а из нее в ткани нашего тела, понижают их жизнедеятельность и способствуют их болезненному перерождению.

После этих предварительных соображений, мы можем перейти к самому процессу пищеварения.

Но что такое пищеварение?

Это целый ряд превращений — последовательных и, как увидим, очень сложных, которым подвергается пища в пищеварительном тракте под влиянием различных соков, известных в науке под именем ферментов. Ферменты заготовляются особыми железами, которые, благодаря возложенной на них роли, называются пищеварительными железами. Какие это железы, где они помещаются и как функционируют — мы узнаем дальше, в этой же главе. Сейчас же нас интересует один вопрос общего характера, освещение которого необходимо для того, чтобы уразуметь суть пищеварительного процесса.

Еще не очень давно многое в деятельности пищеварительных желез либо оставалось не совсем ясным, либо представлялось не в настоящем свете. Однако, благодаря блестящим работам нашего физиолога, академика И. П. Павлова и его многочисленных учеников как в СССР, так и в Западной Европе, дымка загадочности, которою было подернуто многое в деятельности пищеварительных желез, рассеялась, и процесс пищеварения предстал перед нами во всей своей увлекательной простоте.

Что же открыл академик Павлов?

Он прежде всего установил тот ныне бесспорный факт, что деятельность различных пищеварительных желез варьирует, т. е. разнообразится, в соответствии с составом той пищи, которую принимает животное. Мясо, хлеб, жир, молоко, крахмал и т. д., все эти вещества, каждое в отдельности и в различных комбинациях, действуют неодинаково на пищеварительные железы, заставляя их выделять бо́льшее или меньшее количество пищеварительных соков различного состава. Говоря иначе, количество любого из пищеварительных соков и качество его (т. е. богатство или бедность различными входящими в его состав ферментами) определяется свойствами той пищи, которая поступает в пищеварительный канал животного. Существует тесная неразрывная связь между каждым сортом пищи, с одной стороны, и количеством и качеством пищеварительных соков, на обязанности которых лежит переработка этого сорта пищи. Вместе с переходом от одного рода пищи к другому, вместе с изменением пищевого режима, деятельность пищеварительных желез испытывает серьезные, но всегда со-

ответствующие новому режиму, перемены. Приведем в доказательство этой мысли всего лишь один пример.

Если собаку держать некоторое время на мучной пище (хлеб), а затем перевести на пищу исключительно мясную, то не трудно уловить соответствующую перемену в составе, например, того сока, который изготовляется в поджелудочной железе. В соке этой железы имеется несколько ферментов, из которых один действует на белок, а другой занят специально переработкой крахмала. И вот, когда собака питается хлебом (в нем очень много крахмала), в соке, выделяемом ее поджелудочной железой, много того самого фермента, который действует на крахмал; когда же она питается исключительно мясом (много белков), сок поджелудочной железы ее беднеет ферментом, действующим на крахмал, и наоборот, обогащается другим ферментом, который занят специально переработкой белковых веществ.

Отсюда следует, что каждому роду пищи отвечает вполне определенная и вполне приспособленная работа пищеварительных желез. Приспособление это изменяется лишь медленно, постепенно. Организм, привыкший к известного рода пище, приучает соответствующим образом работать и свои пищеварительные органы и лишь постепенно может привыкнуть к новому пищевому режиму, ибо для этого ему необходимо видоизменить, т. е. вновь приспособить деятельность своих пищеварительных. желез. В этом, надо полагать, и лежит ключ к пониманию того факта, что резкая, крутая перемена пищевого режима ведет обыкновенно за собой расстройство в деятельности органов пищеварения.

Затем акад. Павлов прочно установил и другое, не менее важное положение. А именно:

Оказывается, что сама работа каждой из пищеварительных желез обусловливается тем раздражением, которое вызывают в них основные части пищи. Железы эти начинают функционировать под влиянием пищевых веществ и первоначальных продуктов их переработки. Вещества эти различны по своему химическому составу и свойствам. Различным поэтому должно быть и то раздражение, которое они оказывают на пищеварительные железы. Отсюда и различия как в количестве, так и в качественном составе одних и тех же пищеварительных соков; специфичные раздражители призывают к работе те или иные специ-

фически действующие ферменты в необходимом для каждого данного случая количестве.

Это, как видите, своеобразная форма весьма тонкого приспособления.

Как только твердая пища попадает в рот, сейчас же начинается работа челюстей. Нижняя челюсть, которая одна только и может двигаться у человека, начинает производить целый ряд довольно сложных движений: она поднимается и опускается, выдвигается вперед и снова отодвигается назад, подается то вправо, то влево; от соединения этих различных движений нижней челюсти происходит то, что мы называем пережевыванием. Толстый мясистый язык передвигает пищу во рту, собирает мельчайшие кусочки ее вместе и в конце концов, когда пища, смоченная и пропитанная липкою слюною, превращается в продолговатый или круглый «пищевой комок», язык подвигает этот комок к глотке для того, чтобы мы могли проглотить его. Чтобы пищевой комок попал не в гортань, а в лежащую за нею глотку, у входа в гортань помещается хрящевая пластинка (надгортанник), которая прихлопывает отверстие гортани как раз в то самое мгновение, когда пищевой комок по спинке языка направляется к глотке. В том случае, когда кусочки твердой или капли жидкой пищи попадают в гортань, происходит то самое явление, которое мы обозначаем словом «поперхнулся»; откашливаясь, т. е. производя ряд быстрых выдыхательных толчков, мы выталкиваем эти крошки или капли пищи снова в полость рта.

Из глотки пищевой комок направляется в верхнюю часть пищевода. Дальнейшее движение комка по пищеводу вплоть до самого желудка совершается путем целого ряда следующих друг за другом толчков: небольшой участок пищевода, лежащий над комком, каждый раз сжимается и проталкивает его ниже.

То, что мы называем пищеварением, начинается уже в полости рта, так как слюна не только размягчает кусочки пищи и слепляет их в пищевой комок, но еще и изменяет одну из составных частей пищи, а именно крахмал, который от действия слюны превращается в сахар. Слюна приготовляется в особых органах, называемых слюнными железами. Их шесть: одна пара располагается около ушей, почему железы эти называются околоушными; другая пара — подчелюстные железы — находится по обеим сторонам нижней челюсти и, наконец, третья пара — прикрепляется под языком,

отчего и получила название подъязычных (рис. 37). Все железы особыми протоками открываются в полость рта. С помощью микроскопа не трудно рассмотреть строение слюнных желез. Каждая долька слюнной железы, как видно из приложенного здесь рисунка, образует множество мелких пузырьков, а каждый пузырек, в свою очередь, состоит из множества ячеек или клеточек. Вот тут-то, внутри этих клеточек, и приготовляются различные составные части слюны. Одни из клеток образуют слизь (муцин), которая и делает слюну липкой, очень удобной для собирания кусочков пищи в связный комок; в других же клетках слюнной железы приготовляется особый фермент, который ученые окрестили именем птиалина. Он собственно и играет некоторую роль в деле пищеварения, перерабатывая небольшую часть крахмала пищевых веществ в сахар. За несколько минут до еды (когда мы, проголодавшись, так сказать, предвкушаем предстоящее нам удовольствие) и в момент пережевывания пищи зубами, слюнные железы выделяют обильное количество слюны, обволакивающей пищу. В это самое время слюна и начинает превращать крахмал пищи в сахар.

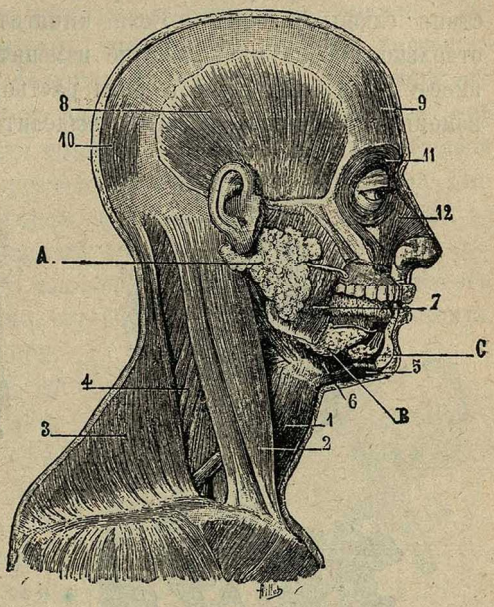


Рис. 37. Слюнные железы. *A* — околоушная железа; *B* — подчелюстная железа; *C* — подъязычная железа. Тут же нарисованы различные мышцы головы и шеи.

Во всяком хлебе, как читатель уже знает, довольно много крахмала. Пережевывая долго хлеб, мы замечаем, что во рту у нас приобретается слегка сладковатый вкус — это результат действия слюны — и можно точным образом доказать, что от действия слюны крахмал действительно превращается в сахар. В любой химической лаборатории или даже в аптеке можно достать особую синюю жидкость, которая по имени ученого,

изобревшего ее, называется феллинговой жидкостью. Вот эта-то феллингова жидкость дает нам возможность доказать воочию превращение крахмала пищевых веществ от действия слюны в сахар. Если кипятить эту жидкость в чашке отдельно, то она нисколько не изменится; если же кипятить ее вместе хотя бы даже с слабым раствором сахара, то она сперва изменит свой цвет, а затем выделит из себя мелкий порошок

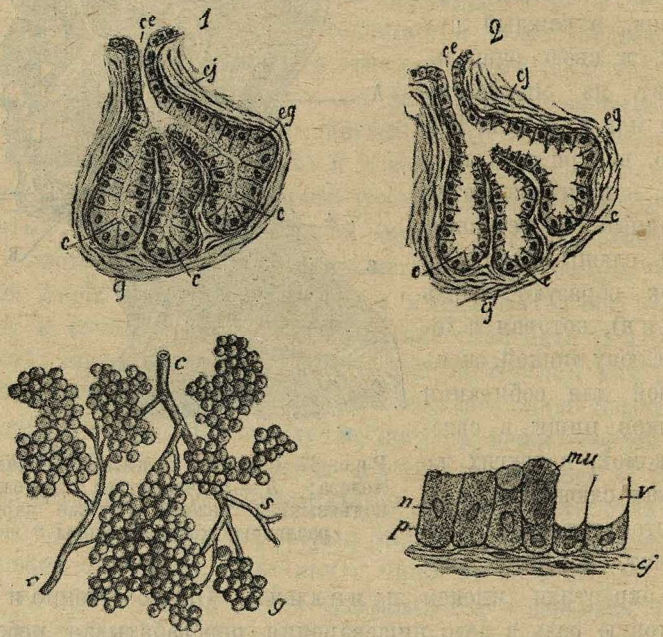


Рис. 38. Слюнная железа. Внизу: слева — долька слюнной железы, рассматриваемая в лупу; *g* — отдельные пузырьки железы; *c*, *c* — трубочки, по которым стекает слюна. Внизу: справа — железистые клетки; *p* — клетка; *n* — ядро; *mu* — слизь, образуемая клеткой; *v* — клетка, освободившаяся от слизи. Наверху: 1 — пузырек слюнной железы в разрезе под микроскопом; *c* — клетки слюнной железы, приготовляющие слюну. Слюна еще не выделена; *c*, *e* — проток, выводящий слюну из пузырька; 2 — то же самое, после того как клетки уже выделили слюну.

кирпично-красного цвета. Значит, сахар действует определенным образом на феллингову жидкость и осаждает из нее красный порошок. Этим способом мы можем открыть самые ничтожные количества сахара в каком угодно веществе: в вине, в различных напитках и т. д. Пользуясь предыдущими соображениями, попробуем сделать такой опыт. Сварим небольшое коли-

чество крахмала так, чтобы из него получился жидковатый клейстер; приливши затем часть этого клейстера в чашку с «феллинговой жидкостью», станем нагревать эту смесь: феллингова жидкость только несколько помутнеет, но никакого порошка не даст. Если же мы, прежде чем начнем нагревать крахмальный клейстер с феллинговой жидкостью, подержим его некоторое время во рту, то заметим, что, при нагревании этой смеси со слюной, на дне чашки осаждается мелкий порошок красного цвета. Несомненно, что небольшая часть крахмала превратилась от действия слюны в сахар, который и осадил из феллинговой жидкости красный порошок.

Спрашивается: какое количество слюны выделяет человек в течение суток? В среднем от 600 до 800 *куб. см*; но иногда, в исключительных случаях, число это или падает до 300 *куб. см*, или же, наоборот, повышается до 1500 *куб. см*, — тут все зависит, в первую голову, от состава и количества принимаемой нами пищи; качественный характер пищи обусловливает, как это и следовало ожидать согласно открытию Павлова, и качество самой слюны: большее или меньшее содержание в ней слизи, птиалина, воды и т. д. Так, пища сухая вызывает выделение жидкой слюны, а влажная — более густой; пища твердая, жесткая, требует слюну, обильную слизью, а пища, обильная крахмалом, — слюну, богатую птиалином, и т. д. Все это можно наглядно доказать опытами над собакой. Для этого собаке делают так называемую слюнную фистулу: вскрывают выводные протоки ее слюнных желез и собирают изготовляемую ими при различных условиях слюну в особый сосуд с делениями (рис. 39).

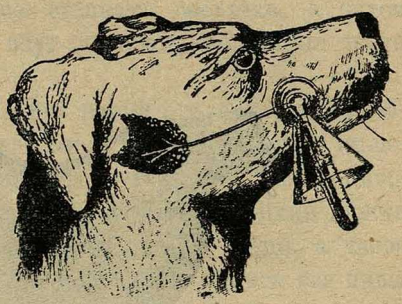


Рис. 39. Собака со слюнной фистулой.

Эти опыты интересны и в другом отношении. Они, между прочим, показывают, что у собаки уже один вид или запах пищи вызывает отделение слюны, — факт, который мы можем проверить и на себе: кто в самом деле, не знает, что и у нас при взгляде на вкусные блюда — особенно если голоден — во рту собирается слюна (выражаясь вульгарно, «слюнки текут»)?

*

Один из учеников Павлова не раз проделывал такого рода опыт: когда собака ела, он выводил на скрипке или на фортепиано какой-нибудь определенный звук — скажем «ля». И что же? По прошествии некоторого времени, когда в мозгу собаки прочно связались (ассоциировались) эти два факта — принятие пищи и ощущение звука «ля», — достаточно было одного этого звука, чтобы ее слюнные железы энергично заработали.

Пойдем, однако, дальше; посмотрим, что делается с пищей, после того как она попадет в желудок?

На желудке лежит определенная и очень важная обязанность: он растворяет и изменяет одну из главней-

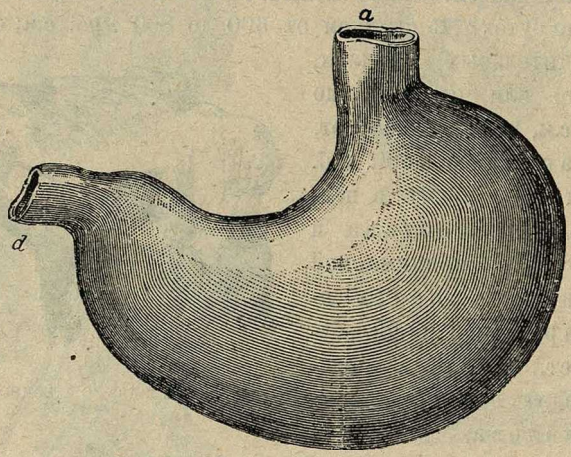


Рис. 40. Наружный вид желудка. *a* — конец пищевода; *d* — начало двенадцатиперстной кишки.

ших составных частей пищи — белок. Рассмотрим сперва движения желудка, а затем уже перейдем к описанию тех перемен, которые происходят с пищей внутри его.

Стенки желудка, как только в него попадают первые порции пищи, приходят в движение: они волнообразно сокращаются — от входного отверстия к отверстию выходному, которое называется привратником. Особенно энергично движение стенок у привратника. Благодаря такой механической работе желудка, пища перемешивается, продвигается от дна его к выходному отверстию, преобразуется в кашицу (химус).

Ученый Грюцнер, на основании произведенных им опытов, пришел к выводу, что отдельные последовательно прини-

маемые комки пищи располагаются в желудке вполне определенным образом. Он давал животному различно окрашенные комки пищи и затем, убивши его в самый разгар пищеварения, замораживал желудок и на разрезах последнего наблюдал расположение этих не одинаково окрашенных частей пищи. И что же оказалось?

Замороженный химус (пищевая кашица) в разрезе имел вид более или менее правильно расположенных слоев: в центре всей массы находились последние порции принятой животным пищи, а на поверхности — первые порции ее. Зная, что в желудке пища подвергается химической переработке, не трудно заключить, в каком порядке идет эта переработка: сперва «перевариваются» те части пищи, которые непосредственно соприкасаются со стенками желудка, а затем постепенно «снаружи внутрь» идут в работу остальные части ее (В. Данилевский).

Мы уже сказали, что желудок время от времени сокращается по своей длине. Благодаря этому он выталкивает пищевую кашицу частями в двенадцатиперстную кишку. Первые порции пищевой кашицы выносятся из желудка в тонкие кишки уже спустя десять-двадцать минут после приема пищи, а часов через пять-шесть желудок совершенно пустеет, причем вся пища переходит в кишки.

В то время, когда желудок совершает свою механическую работу, пища обливается соком, который выделяется из стенок желудка и потому получил название желудочного сока. Это и есть тот самый сок, который перерабатывает белковые вещества пищи.

Реомюр, французский ученый XVIII столетия, один из первых усомнился в том, что роль желудка в пищеварении сводится лишь к перетиранию пищи. Он допускал и химическое действие этого органа, что доказал на опытах, для которых брал птиц и собак. И вот к чему сводился один из этих опытов. Собакам он давал глотать маленькие жестяные коробочки, наполненные рубленым мясом; стенки этих коробочек были во многих местах продырявлены. Если бы желудок ограничился только перетиранием пищи, то мясо в коробочках должно было бы остаться совершенно неизменившимся. Оказалось же, что дело обстоит далеко не так просто. Когда коробочки помощью прикрепленных к ним ниточек извлекались из желудка по про-

шествии некоторого времени, то они были совершенно пусты. Тут уж естественно было заключить, что в желудке есть какая-то жидкость, которая через отверстия в стенках жестяных коробочек проникла внутрь их и растворила фибрин и белок мяса. Так объяснил Реомюр исчезновение мяса из коробочек.

В конце восемнадцатого столетия итальянский ученый Спалланцани для того, чтобы добыть желудочный сок и изучить его свойства и действие, заставлял собак глотать губки, привязанные к тоненьким веревочкам; по прошествии некоторого времени губки эти, пропитанные желудочным соком, он вытаскивал назад и выжимал.

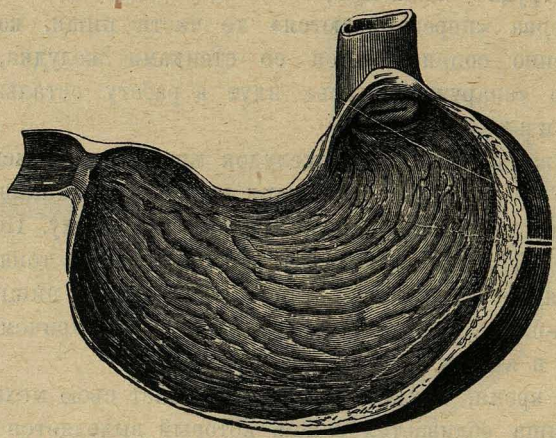


Рис. 41. Внутренность желудка. (Видны продольные бороздки или складки.)

Теперь для получения желудочного сока пользуются такими способами, которые, конечно, несравненно более совершенны, чем примитивные приемы Реомюра или Спалланцани. Один из этих методов был впервые — еще лет 80 тому назад — применен русским врачом Басовым. Он, в общем, сводится к следующему. У какого-нибудь животного делается разрез стенки брюха и желудка; в образовавшееся отверстие (фистула) вставляется конец трубки, другой конец которой торчит наружу; затем к этому наружному концу трубки прикрепляется какой-нибудь сосуд, например, гутаперчевый мешок, в котором и собирается желудочный сок, изливающийся через трубку.

Другой из применяемых ныне способов получения желудочного сока был предложен Павловым. С целью иметь для опытов

совершенно чистый желудочный сок (без примеси слюны и остатков пищи) Павлов, отделял хирургическим путем от желудка небольшой мешок (рис. 42). Этот, как называют его, малый желудок одновременно и связан органически с подлинным желудком и изолирован от него; и вот, когда «большой желудок», получивши пищу, перерабатывает ее при помощи своего фермента, «малый желудок», совершенно свободный и от пищи и от слюны, также выделяет желудочный сок, он проделывает все то, что происходит в большом желудке: состав и свойства выделяемого им желудочного сока ничем не отличается от состава и свойств того сока, который образуется в большом желудке.

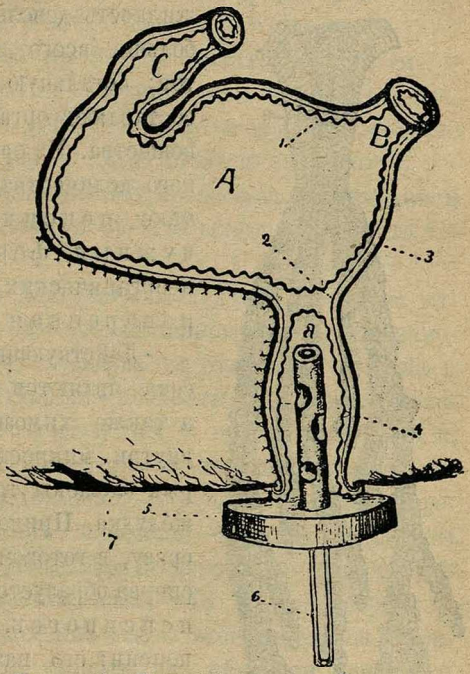


Рис. 42. «Большой» и «малый» желудок. *A* — желудок; *B* — его входное отверстие; *a* — «малый желудок»; 1 — слизистая оболочка желудка; 2 — его мышечный слой; 3 — его наружный слой; 4 — каучуковая трубка с пробкой (5); 6 — стеклянная трубка, вставленная в каучуковую; 7 — кожа брюшной стенки; между *A* и *a* находится глухая прослойка, полностью изолирующая (отделяющая) «большой» желудок от «малого».

Получивши каким-либо из этих способов желудочный сок, ученые испытывают его действие. Берут кусочки мелко нарубленного мяса, белок круто сваренного яйца, словом — какое-либо вещество, заключающее в себе много белка, и затем все это в стакане или чашке обливается желудочным соком и слегка нагревается. Почти сейчас же начинается видоизменяющая белки работа желудочного сока: кусочки пищи распускаются и под конец из них вместе с соком образуется мутная, густая жидкость: фибрин и белок мяса, белок яйца и т. д. растворились под влиянием желудочного сока.

Но что такое желудочный сок? Где и как он образуется? Из чего состоит и каким образом действует на пищу?

Внутренняя, покрытая слизью стенка нашего желудка обилует множеством трубчатых мешечков, в которых и приготовляется желудочный сок (рис. 43). В сутки человек вырабатывает около 1 500 *куб. см* такого сока. Это — бесцветная жидкость довольно сложного состава. В ней больше всего воды — 99 слишком процентов; остальную часть желудочного сока составляют органические и неорганические вещества. Из органических помимо ничтожного количества белков первое место занимают пепсин и так называемый сычужный фермент (химозин), а из неорганических — соляная кислота и поваренная соль.

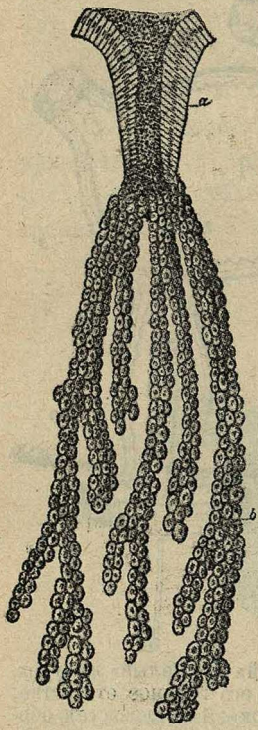


Рис. 43. Желудочная железа, приготовляющая желудочный сок. *a* — выводной проток; *b* — отдельный железистый пузырек. (Все увеличено.)

Действующим началом желудочного сока являются пепсин, соляная кислота, а также химозин. Все они изготовляются внутри микроскопических ячеек, из которых сложены трубчатые железы (мешечки) желудка. Причем пепсин возникает тут не сразу, в готовом виде: в клеточках железы сперва образуется особое вещество по имени пепсиноген, т. е. вещество, рождающее пепсин; его называют, впрочем, и иначе: пропепсин, что значит предшественник или предтеча пепсина. Этот пропепсин в момент выделения из железы превращается уже в настоящий пепсин.

Сам по себе, без соляной кислоты, пепсин работать не может. Он работает только вместе с ней или, если хотите, при содействии ее. Возможно даже, как это утверждает Абдергальден, что пропепсин преобразуется в подлинный деятельный пепсин под влиянием соляной кислоты.

Пепсин открыт уже давно — еще в 1836 году — Шванном. И, несмотря на это, вряд ли можно сказать, что мы знаем в точности и, главное, во всех деталях (подробностях) способ его действия на пищу. Однако уже то, что знаем мы на этот счет, весьма существенно.

Слово «пепсин» происходит от древне-греческого глагола πέπτω (пепто), что значит — варю. Ясно, что этот фермент «переваривает», т. е. химически перерабатывает какие-то важные составные части пищи. Какие же? Белки — различные белковые вещества растительного и животного происхождения.

Рассуждая схематически, мы можем сказать: пепсин (и соляная кислота) расщепляет частицы или молекулы белка, переводит их из состояния нерастворимого в воде в состояние растворимое. Этого однако мало. Нам хочется проникнуть, поскольку это возможно, в «тайники» тех процессов, под влиянием которых белки «расщепляются», и прежде всего понять, что это значит — «расщепляются».

Следя шаг за шагом за действием желудочного сока на кусок хорошо измельченного или пережеванного мяса, мы замечаем, как оно распадается сперва на отдельные волокна и волоконца, а затем на мельчайшие сегменты, которые последовательно набухают, рассыпаются в тончайшую пыль и, наконец, растворяются. Все это — работа, так сказать, видимая на глаз или непосредственно, или при помощи микроскопа. С момента растворения зернышек белкового вещества начинается невидимая деятельность пепсина и соляной кислоты. Проследить ее полностью пока, как я уж говорил, не удалось. Но отдельные, важнейшие этапы этого процесса, повидимому, установлены. Чтобы уловить их, придется вспомнить кое-что уже известное нам о белках.

Молекула, т. е. частица белка, очень велика — много крупнее молекул других органических соединений; строение ее также крайне сложно: она состоит из молекул целой группы химически связанных аминокислот; она, наконец, сравнительно легко распадается, раскалывается на молекулы меньшего размера с меньшим числом аминокислот; это происходит под влиянием различных химических агентов, среди которых одно из первых мест принадлежит желудочному ферменту, пепсину вкупе с соляной кислотой. В деятельности этого фермента нужно различать три последовательных момента:

1. Молекула белка соединяется с кислотой и образует новое вещество, которое называют синтонином; есть у него, впрочем, и другое название: кислотный альбумин — по имени белковых веществ, называемых альбуминами (например, белок крови).

2. Частицы синтонина под воздействием пепсина «расщепляются», т. е. дают особые продукты, менее сложные по своему составу, чем белки, но все еще много сложнее, чем аминокислоты сами по себе. Это уж не настоящие белки, а, так сказать, «обломки» белковых молекул, альбумоза (от слова альбумин) а попрежнему — пропептон.

3. И, наконец, частицы пропептона под влиянием все того же пепсина «расщепляются» дальше, образуя еще более простой продукт. Это уж будет пептон, т. е. «переваренный» белок. Отсюда понятно, почему то вещество, из которого получается пептон, называется пропептоном: ведь «пропептон» в переводе на наш язык значит — предшественник или предтеча пептона.

Дальше образования пептонов, распад белковых веществ в желудке не идет. Пептон — последний продукт пищеварительной деятельности пепсина и соляной кислоты.

Пепсин никакого действия на жиры и углеводы пищи не оказывает.

Пора однако вспомнить о другом из ферментов желудка.

Уже самое название «сычужный фермент» показывает, что его обильно изготовляют железы того отдела в сложном желудке травоядных, который называется сычугом. Есть этот фермент и в нашем желудке, преимущественно у детей. Сычужный фермент действует на белковое вещество молока. Прежде думали, что молоко в желудке створаживается под влиянием соляной кислоты. Но теперь несомненно, что «свертывание» его зависит от действия сычужного фермента. Образующийся приэтом сгусток состоит из так называемого казеина, который под влиянием пепсина постепенно превращается в пептон.

Свертывание молока в желудке — вещь необходимая, и вот почему. Молоко единственная пища ребенка и к тому же пища жидкая, которая, оставаясь таковой, очень быстро уходила бы из желудка. А между тем, чтобы белки подверглись тут должной обработке, требуется время. Это и достигается тем, что белковые вещества молока, свертываясь и образуя плотный сгусток, задерживаются в желудке и дают ему таким образом возможность переработать казеин в пептон.

Мне остается прибавить очень немного к вопросу о желудочном пищеварении. А именно:

За последнее время стало известно, что в желудочном соке есть очень небольшое количество еще одного фермента, который

действует на некоторые жиры — например, на жир молока, яичного желтка и сливок. Другие жиры в желудке не изменяются. Этот фермент известен под именем желудочной липазы (Абдергальден, Словцов). Кроме того, несомненно, что деятельность слюны, преобразующей крахмал в сахар, продолжается некоторое время и в желудке, после того как пища попадет сюда изо рта.

Благодаря работам акад. Павлова и его учеников, удалось узнать много нового о свойствах и деятельности желудочного сока. Не место здесь, конечно, останавливаться подробно на этих работах; но ознакомиться с некоторыми наиболее важными выводами нашего знаменитого физиолога необходимо; мы уж сказали и еще раз подчеркиваем, что исследования Павлова пролили яркий свет на тот отдел физиологии, который трактует о пищеварении.

Итак, что же нового дают нам исследования Павлова по вопросу о деятельности желудочного сока?

Еще не так давно были уверены, что выделение первых порций желудочного сока обусловливается соприкосновением проглоченной пищи с внутренней стенкой желудка. Оказывается, что в таком соприкосновении нет никакой надобности, так как выделение первых порций желудочного сока вызывается одним лишь видом, запахом и вкусом пищи; все это вместе взятое производит в нас особое возбуждение, которое помимо нашей воли, рефлекторно (см. последние главы), передается слизистой оболочке желудка. Под влиянием такого раздражения железки, заложенные в стенках желудка, приступают к исполнению своей роли, т. е. выделяют желудочный сок. Что это действительно происходит так, а не иначе, доказывают опыты над животными.

Допустим, что перед вами собака с фистулой желудка. Попробуйте ввести в желудок ее через фистулу небольшую порцию хлеба или круто сваренного яичного белка; но сделайте это непременно так, чтобы собака не испытала того возбуждения, которое вызывается видом или запахом пищи. И что же? Пища может пролежать в желудке животного почти не изменившейся в продолжение нескольких часов. А почему? Да потому, что животное не испытало того возбуждения, без которого железы желудка остаются бездеятельными.

Измените теперь ваш опыт так, чтобы собака испытала возбуждение, связанное с видом, вкусом и запахом пищи, но

чтобы в то же время пища эта не касалась стенок желудка. Говоря иначе, дайте собаке «фиктивный обед». Сделать это можно в том случае, если у собаки имеются две фистулы, два искусственных отверстия — одно в желудке, другое в пищеводе. Пища, которую примет такая собака, пройдет сквозь пищевод, но в желудок не попадет: перетертая зубами и смоченная слюной, она выйдет наружу через искусственное отверстие (фистулу) в пищеводе. Такое «кормление» называется «мнимым кормлением» (рис. 44).

И тем не менее, минуты три-четыре спустя после такого «фиктивного обеда», из искусственного отверстия

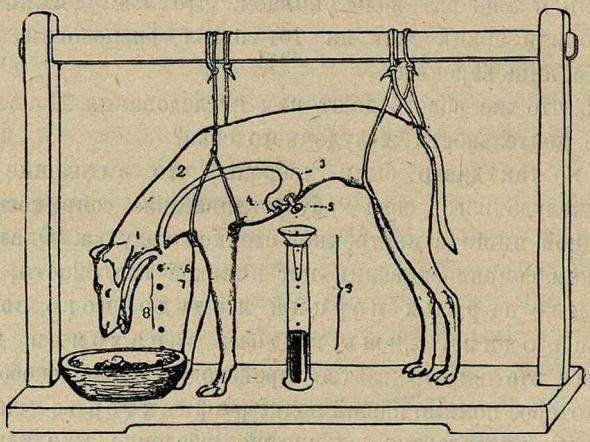


Рис. 44. Собака, получающая «фиктивный обед».

в желудке собаки станет выделяться наружу желудочный сок. Что может быть убедительнее этих замечательных опытов? Разве не ясно, что именно возбуждение, вызываемое видом, запахом и вкусом пищи, приводит в действие железы желудка, заставляя их выделить первую порцию желудочного сока? Вот почему акад. Павлов назвал эти первые порции желудочного сока «психическим соком»; вот почему «аппетит» играет такую важную роль в деле пищеварения: где нет аппетита, там нет и «психического» желудочного сока, а без «психического» сока не может начаться и само пищеварение. (См. последнюю главу об «условных рефлексах».)

После того как пища, попавшая в желудок, подвергнется действию «психического» сока, железки начинают работать осо-

бенно энергично, выделяя все новые и новые количества желудочного сока. Чем же обусловливается такая усиленная деятельность этих желез? Ответ на этот вопрос сводится к следующему.

Изменившаяся под влиянием психического сока пища раздражает слизистую оболочку желудка и тем самым способствует выделению новых, более обильных порций желудочного сока.

Таким образом, в деятельности желудка нужно различать две стадии.

Первая стадия характеризуется выделением «психического сока»: он выступает из желез, благодаря тому раздражению, которое вызывается видом, запахом и вкусом пищи.

Вторая стадия не может начаться сама по себе, без первой. Она связана с теми изменениями в пище, которые вызываются «психическим соком»: первоначальные продукты желудочного пищеварения побуждают к дальнейшей работе те железы, что залегают в стенках желудка, и таким образом, пища изменяется дальше, пока задача, возложенная на желудок, не завершится сполна.

И вот что заслуживает особенного внимания.

Количество и качество желудочного сока первой стадии не зависит от свойств, т. е. от химического состава пищи (см. выше).

И наоборот: количество и качество (относительное содержание пепсина и соляной кислоты) желудочного сока второй стадии изменяется соответственно составу пищи. Стало быть, только во вторую стадию желудочного пищеварения работа желез, выделяющих пепсин и соляную кислоту, приспособляется к роду принятой животным пищи.

Если желудочный сок растворяет белок пищи, то почему, спрашивается, не растворит он и самого желудка? Это один из тех вопросов, на который долгое время давали довольно темный и непонятный ответ. Многие ученые еще недавно очень увлекались таинственной, но ничего не объясняющей «жизненной силой», которая будто бы и обусловливает жизнь живых существ. Эту же пресловутую «жизненную силу» они выдвигали в ответ на только что поставленный вопрос. Стенки желудка живут, говорили они, и потому желудочный сок не может оказать на

него никакого действия: сок этот разрушает только мертвые лишенные «жизненной силы» ткани. Между тем достаточно было одного остроумного опыта и иллюзия о чудодейственных свойствах «жизненной силы» рассыпалась прахом. Известный ученый Клод Бернар погрузил лапку живой лягушки через искусственное отверстие в желудок собаки, и лапка эта сварилась, к удивлению всех мудрецов, скрывавших свое глубокое невежество за маской «жизненной силы». То же самое произошло и с ухом кролика, помещенным через такое же отверстие в желудок: оно так же отчасти переварилось. Как же тут быть? Всеобъясняющая «жизненная сила» осталась за штатом; а между тем вопрос о том, почему желудок сам себя не варит, продолжает смущать пытливую мысль людей. Загадка эта, впрочем, отчасти разрешается, хотя и не так просто, как при помощи «жизненной силы». Известно, что если к мясу или белку яиц прибавить какой-либо щелочи, то желудочный сок уже не растворит их: щелочь парализует действие желудочного сока. В крови есть щелочи, а в стенках желудка, очень близко к внутренней поверхности его, проходит множество кровеносных сосудов. Возможно, что кровь, которая течет внутри этих сосудов, своими свойствами мешает желудочному соку разрушать стенки самого желудка. Есть, впрочем, и другая попытка объяснить этот факт. Ее предложил наш ученый, А. Данилевский. Он полагает, что во время пищеварения в желудке и кишках вырабатываются особые антиферменты (противоферменты), которые не позволяют ферментам переваривать стенки пищеварительного канала. Эти «антиферменты» представляют собою нечто вроде тех антитоксинов (противоядий), при помощи которых наш организм обезвреживает яды (токсины), изготовляемые некоторыми болезнетворными бактериями.

Вернемся, однако, к пищеварению.

По выходе из желудка значительно изменившаяся пищевая кашица поступает в начало тонкой кишки, которая в этом месте называется двенадцатиперстной. Сюда помощью двух сходящихся вместе протоков вливаются две новые жидкости, служащие для дальнейшей переработки тех пищевых веществ, которые либо не успели измениться в желудке, либо не способны измениться в нем. Один из направляющихся к двенадцатиперстной кишке протоков, или каналов, выходит из особого

органа, прикрепленного под желудком и потому называемому — поджелудочной железой; другой же — идет от печени (рис. 45 и 46). Прежде чем говорить о роли этих органов в деле пищеварения, считаю нелишним обратить внимание читателя на одно чисто механическое, чрезвычайно любопытное явление в деятельности желудка.

Не подлежит никаким сомнениям, что содержимое желудка переходит в кишки не сразу, а постепенно, небольшими порциями. Происходит это оттого, что выводное отверстие желудка, привратник, периодически то замыкается, то открывается, выталкивая пищу в двенадцатиперстную кишку небольшими частями.

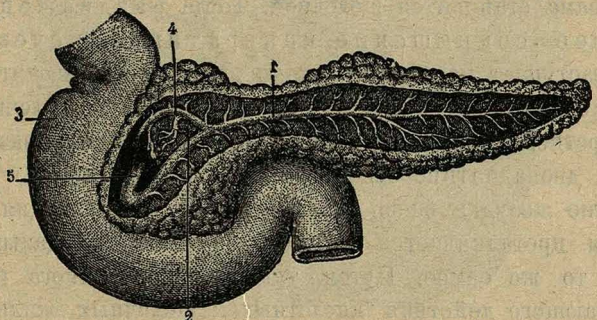


Рис. 45. Поджелудочная железа и двенадцатиперстная кишка. 1, 2, 4, 5 — различные части протока поджелудочной железы; 3 — двенадцатиперстная кишка.

Но, спрашивается, чем обусловливается такое периодическое замыкание и открывание привратника?

Чтобы ответить на этот вопрос, сделаем сперва небольшую экскурсию в область химии.

Среди химических веществ различают, между прочим, две большие группы. Одни из них называются кислотами, другие — щелочами. К первым относится, например, соляная кислота; ко вторым — едкое кали. Щелочи и кислоты, так сказать, антагонисты: кислоты уничтожают, или, говоря языком химии, нейтрализуют действие щелочей — и наоборот.

Пищевая кашица, находящаяся в желудке, отличается кислотными свойствами: она ведь смешана с соляной кислотой желудочного сока.

Как только часть такой кислотной пищевой кашицы, пройдя сквозь привратник, приходит в соприкосновение со сли-

зистой оболочкой двенадцатиперстной кишки, эта последняя под влиянием кислоты раздражается; раздражившись, кишка сокращается, т. е. замыкает выводное отверстие желудка и таким образом, задерживает на некоторое время дальнейший переход пищевой кашицы из желудка в кишки. Это первый момент. Затем настает второй. Выступившая в двенадцатиперстную кишку порция кислотной пищевой кашицы подвергается действию сока поджелудочной железы. Этот сок уже щелочной, а не кислотный. А щелочь, как было сказано выше, уничтожает, нейтрализует действие кислоты. Стало быть, здесь, в двенадцатиперстной кишке, пищевая кашица теряет, благодаря соку поджелудочной железы, свои кислотные свойства и спустя некоторое время сама становится щелочной. Тогда раздражение, вызвавшее сокращение привратника, исчезает. Его место заступает новое раздражение, которое производит щелочный сок поджелудочной железы на слизистую оболочку двенадцатиперстной кишки. В результате этого нового раздражения стенки двенадцатиперстной кишки расслабляются, выводное отверстие желудка вновь открывается, и новая порция пищевой кашицы проталкивается из желудка в кишки. Дальше повторяется то же самое. Путем такого попеременного и взаимоисключающего действия кислотных и щелочных жидкостей на слизистую оболочку двенадцатиперстной кишки происходит последовательное замыкание и размыкание привратника, а отсюда и последовательный регулярный переход пищевой кашицы из желудка в двенадцатиперстную кишку. Что дело тут действительно сводится к попеременному действию кислот и щелочей на стенки двенадцатиперстной кишки, может быть наглядно доказано следующим опытом. Если раздражать искусственно слизистую оболочку двенадцатиперстной кишки попеременно какой-либо кислотой и щелочью, то не трудно заметить, как выводное отверстие желудка то закрывается, то открывается, смотря по характеру раздражителя: кислота заставляет привратник закрываться, щелочь, наоборот, открывает его (Серджуков).

Теперь мы можем проследить дальнейшую судьбу пищевой кашицы с того момента, как она очутилась в двенадцатиперстной кишке. Здесь, как уже было сказано раньше, пищевая кашица подвергается действию соков, идущих из печени и поджелудочной железы.

Печень лежит в правой стороне брюшной полости, сейчас же под диафрагмой (желудок также помещается под грудобрюшной преградой, влево от печени). Внутри печени приготовляется жидкость зеленовато-желтого цвета и горькая на вкус: это—желчь. Вся печень точно изборождена множеством ходов, называемых желчными, по которым желчь собирается в два больших протока: один из них вливает ее прямо в двенадцатиперстную кишку, а другой наполняет ею довольной большой желчный пузырь, прикрепленный к печени с нижней стороны;

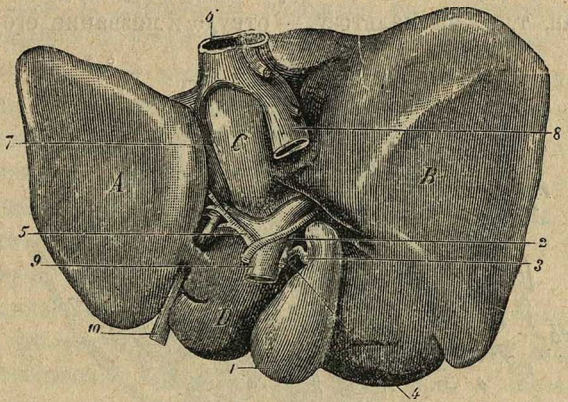


Рис. 46. Печень (снизу). *A* — левая доля; *B* — правая доля; *C* — средняя доля; *D* — квадратная доля; 1 — желчный пузырь; 2 — печеночный проток; 3 — проток, идущий от пузыря; 4 — общий желчный проток, по которому желчь из пузыря и из печени проходит в кишку; 5 — печеночная артерия, приносящая кровь; 6 — отрезок нижней полой вены; 8 — печеночная вена.

желчный пузырь служит как бы хранилищем, где скопляется большое количество желчи, которая по мере надобности также изливается в двенадцатиперстную кишку (рис. 46 и 47).

Поджелудочная железа — это орган, расположенный под желудком, вдоль его, и приготовляющий также особую жидкость, служащую для переваривания некоторых составных частей пищи. Сок этот называется соком поджелудочной железы (панкреатический сок, так как поджелудочная железа иначе называется «панкреас»).

Сок поджелудочной железы — вещество очень сложное; в нем заключается целый ряд ферментов, которые по роду их деятельности можно разбить на три группы: одни из них действуют на белки и пептоны, другие перерабатывают жиры,

а третьи расщепляют углеводы. Остановимся сперва на последней группе. Обстоятельное знакомство с ее представителями — дело сравнительно недавнее и полно глубокого интереса.

Один из членов этой группы — фермент «амилаза» продолжает работу, начатую во рту слюной, ее ферментом, птиалином; иначе говоря, амилаза превращает крахмал пищи в сахар — в тот особый вид сахара, который называется солодовым или мальтозой.

Другой из ферментов этой группы действует уже на солодовый сахар, т. е. на мальтозу, — откуда и название его «мальтаза». Дело в том, что мальтоза есть сложное сахаристое вещество. Под влиянием мальтазы ее молекулы «расщепляются», образуя более простое сахаристое вещество, — обыкновенный виноградный сахар, который химики и физиологи называют глюкозой.

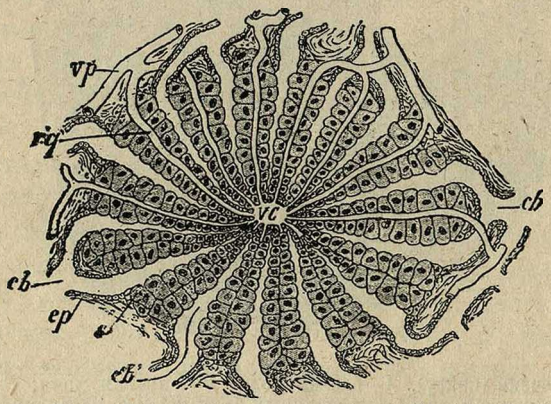


Рис. 47. Крошечный участок печени — дольки под микроскопом. Рядами лежат клеточки, вырабатывающие желчь. Между ними проходят желчные ходы (c^1b^1 и cb), по которым протекает желчь, и волосные сосуды (rq), приносящие клеткам пищу (кровь); vc — поперечный разрез вены.

Наконец, третий член той же группы, — фермент, называемый «лактазой», — имеет объектом своих воздействий лактозу, или, попросту говоря, молочный сахар, тот самый, что находится во всяком молоке. Молочный сахар, подобно сахару солодовому, вещество сложное. Попадая в сферу действия лактазы, молекулы молочного сахара распадаются; тогда из них получаются частицы двух различных простых сахаристых веществ: виноградного сахара (глюкозы) и галактозы.

Уже из того немногого, что сказано здесь об этих ферментах поджелудочной железы, явствует, насколько сложна и многообразна та работа, которую мы характеризуем словом «пищеварение».

Чем глубже проникаешь в существо жизненного процесса вообще и пищеварения в частности, тем яснее чувствуешь, как много «тайн» еще сокрыто от нас и как велика в то же время сила познавательных способностей человека, смело и самоотверженно идущего к раскрытию и одолению этих «тайн». Сколько труда, времени и дарования положено было учеными на то, чтобы проследить и точно зафиксировать работу хотя бы всех этих амилаз, лактаз и мальтаз! Так пусть же не пугают они непривычное к ним ухо читателя. Они — не только «головоломные термины», — нет! Они — символы закрепленных наукой побед над природой. Они — своего рода эсперанто, словесная оболочка мысли, позволяющая людям различных стран и наций *четко* понимать друг друга при обсуждении больших и малых вопросов науки о природе...

Уже давно, лет 50 тому назад, немецкий ученый Кюне утверждал, что деятельность одного из ферментов поджелудочной железы тождественна с деятельностью пепсина, и окрестил этот фермент именем *трипсина*. А Эмиль Абдергальден, один из самых авторитетных знатоков физиологической химии наших дней, полагает, что трипсин представляет собою *смесь нескольких ферментов* (Fermentgemisch), действующих на белки и на продукты его распада. Их он относит к группе «*протеаз*», производя этот термин от слова «протеин», что равнозначуще слову белок. Спрашивается: как ведут свою работу эти протеазы? Мы уже знаем, что делает в желудке пепсин: он расщепляет молекулы белка, образуя пептон. Однако в желудке переваривается далеко не весь белок. Часть его переправляется вместе с пищевой кашицей в двенадцатиперстную, а затем и в тонкие кишки. И тут за обработку этого еще не тронутого белка принимаются протеазы (собирательно — трипсин), переводя его в пептон.

Но на этом дело не останавливается. Расщепление белковых молекул идет дальше — на этот раз, как полагает Абдергальден, под воздействием еще одной группы ферментов, которые он именует *пептазами* (от слова пептон). Частицы пептона упрощаются в своем составе. Из них сперва полу-

*

чаются пептиды — тела, состоящие из двух-трех или четырех аминокислот — и, наконец, отдельные аминокислоты.

Так рушится под натиском ферментов белковая молекула, отбрасывая от себя один за другим свои «кирпичики», беднея содержанием, становясь все менее и менее похожей на белок и рассыпаясь в конечном итоге на свои строительные элементы— аминокислоты.

Нам остается теперь рассмотреть работу последней группы ферментов (липазы) поджелудочной железы, а именно тех, которые действуют на жиры пищи.

Но прежде чем делать это, вспомним кое-что о жирах.

Жиры, как мы уже знаем, вещества сложные: они состоят из глицерина и обыкновенно нескольких кислот, олеиновой, пальмитиновой и стеариновой. Глицерин всем хорошо известен; не менее известна и стеариновая кислота в виде того самого стеарина, который идет на приготовление стеариновых свечей. Сок поджелудочной железы обладает способностью расщеплять жиры на их составные части: на глицерин, легко распускающийся в воде, и кислоты, которые сейчас же соединяются со щелочью, находящеюся в соке поджелудочной железы, и образуют так называемое «растворимое мыло». Мыло приготовляется из жиров: их варят с какой-либо щелочью (например, едким натром), которая отнимает от жиров стеариновую и пальмитиновую кислоты и освобождает жидкий глицерин. Стало быть, то мыло, которое мы употребляем в житейском обиходе, есть не что иное, как соединение щелочи с пальмитиновой и стеариновой кислотами жиров. Нечто аналогичное происходит и при образовании «растворимого мыла» в кишечнике.

Сок поджелудочной железы действует на жиры и иначе, на что указывает следующий опыт. Возьмите в пробирку небольшое количество мелко изрубленного жира, или, еще лучше, какого-нибудь жидкого масла, прилейте сюда немного чистого поджелудочного сока и взболтайте хорошо эту смесь: у вас довольно быстро образуется густая, похожая на сливки, белая масса (эмульсия); рассмотревши каплю-другую этой эмульсии в микроскоп, вы найдете в ней множество мельчайших шариков жира, плавающих в жидкости.

Значение поджелудочной железы в деле переработки жиров — да и других составных частей пищи — нагляднейшим образом

выступает в опытах с удалением этой железы у животных: целые куски жира и мяса остаются в таких случаях непереваренными и выбрасываются из кишечника вон вместе с калом животного.

Итак, сок поджелудочной железы частью «омыляет», а частью «эмульгирует» жиры пищи, т. е. превращает их в такое состояние, при котором они легко могут просочиться из пищеварительного канала в кровь. Эта работа совершается под влиянием фермента (липазы) и щелочи, находящихся в поджелудочном соке, но не только их одних.

Целый ряд исследований говорит за то, что переработка жиров есть результат совместной, комбинированной деятельности поджелудочного сока и желчи, что желчь активирует, т. е. возбуждает и повышает пищеварительную деятельность поджелудочной железы (Павлов, Дастр).

Желчь периодически поступает в пищеварительный канал (500—800 *куб. см* в сутки); но особенно много накопляется ее в кишках сначала часа через 3-4 после еды, а потом спустя часов 13—15. Роль желчи, самой по себе, в пищеварении не велика. Но чтобы вы поняли, к чему сводится действие ее на жиры, приведу следующие общеизвестные факты из обыденной жизни. Во всех тех случаях, когда в заводской деятельности приходится очищать животные ткани от жира, их смачивают желчью: она способствует извлечению жира из тканей. Кому приходилось рисовать китайской тушью или акварелью по масляной бумаге, тот знает, что к ним нужно непременно прибавить немного желчи, иначе ни тушь, ни краски не распределятся равномерно по жирной, масляной бумаге. Ведь акварельные краски и тушь разводятся водою, а вода, как известно, с жиром и маслом не смешивается; когда же мы прибавляем к краскам и туши желчь, то она помогает им пристать к масляной бумаге, точнее — смешаться с жиром, которым пропитана эта бумага. Так же действует желчь и на жиры пищи. Крупные жировые капли от ее действия рассыпаются на мельчайшие капельки, которые, смешавшись предварительно с нею, легко смешиваются и с водными частями пищевой кашицы. Она, наконец, способствует растворению жирных кислот, которые, как я уж говорил, получаются при расщеплении жиров под влиянием липазы панкреатического сока.

Мысль акад. Павлова о строгой зависимости между количеством и качеством пищеварительных соков, с одной стороны, и составом пищи — с другой, подтверждается и в применении к соку поджелудочной железы и желчи.

Так, целым рядом исследований этот ученый установил, что после еды желчь появляется в различном количестве и в различном составе в зависимости от качества пищи.

То же и относительно поджелудочного сока.

Здесь так же, как и при желудочном пищеварении наблюдаются две стадии: сперва выделяется так называемый «психический» панкреатический сок, количество и качество которого не находится в связи с качеством пищи. Затем, поджелудочная железа начинает функционировать особенно энергично, обдавая пищевую кашицу большими порциями поджелудочного сока; причем количество и состав его — относительное содержание трипсина, амилазы и липазы — находятся в прямой зависимости от природы пищевых веществ и от природы продуктов их первоначальной переработки (метаморфоза). И тут, стало быть, существует вполне определенное приспособление между раздражителями, действующими на слизистую оболочку двенадцатиперстной кишки, и работой пищеварительных желез.

Переработка пищи в тонких кишках идет весьма успешно, благодаря особому соку, который выделяется железками, заложенными в большом числе в стенках кишек. Это — кишечный сок.

Он состоит из нескольких различных ферментов, и деятельность его, благодаря исследованиям все того же акад. Павлова, представляется несколько в ином виде.

Оказывается, что кишечный сок обладает способностью увеличивать работу сока поджелудочной железы. Особенно сильно сказывается его действие на ту часть поджелудочного сока, которая перерабатывает белки, т. е. на трипсин. Прибавляя самые незначительные количества кишечного сока к соку поджелудочной железы, можно удесятерить активность (силу действия) этого последнего. В чем же тут секрет?

Павлов утверждает, что в кишечном соке есть совершенно особый фермент, который, по его мнению, правильнее всего окрестить именем: «фермент ферментов». Этот «фермент ферментов», или, как называют его иначе, энтерокиназа, сам по себе на пищу не действует, но он возбуждает к деятельности другие

ферменты, — в данном случае трипсин сока поджелудочной железы. Говоря иначе, действие его на пищевые вещества сказывается не непосредственно, а через посредство других ферментов.

Энтерокиназу можно извлечь из кишечного сока и после обработки спиртом сохранять в сухом виде. Самые минимальные дозы такой сухой энтерокиназы, прибавленные к соку поджелудочной железы, уже проявляют во всей силе свое благотворное действие.

Известно, что трипсин, пока он находится еще внутри клеток поджелудочной железы, не обладает способностью перерабатывать белок пищи, и что только под влиянием энтерокиназы кишечного сока он приобретает эту способность.

Любопытно отметить, что такое же примерно возбуждающее действие на поджелудочную железу оказывает и желудочный сок — факт, лишний раз подтверждающий ту мысль, что работа различных пищеварительных органов развертывается под знаком постоянного взаимодействия и некоторой гармонии. Кислота желудочного сока, раздражая слизистую оболочку кишек, способствует образованию особого вещества, секретина, «который, всасываясь в кровь, является возбудителем поджелудочной железы» (Словцов).

Нам остается охарактеризовать деятельность кишечного сока.

Он довершает, заканчивает работу, начатую слюнными железами, желудком, поджелудочной железой и печенью. В кишечном соке, как и в соке поджелудочной железы, содержится целый ряд ферментов, действующих на все составные части пищи: и жиры, и углеводы, и белки.

Есть тут своя липаза, хотя, правда, роль ее в расщеплении жиров небольшая.

Есть ферменты, задача которых завершить переработку углеводов; и среди этих ферментов — один, специальный, по имени инвертин (преобразователь); он разлагает тростниковый сахар на более простые сахаристые вещества — на виноградный и плодовый сахар (глюкоза и фруктоза).

Есть, наконец, в кишечном соке и совсем особый, энергично действующий фермент, эрепсин.[1] Он действует на белки,

[1] Возможно, что это — не один фермент, а смесь ферментов.

пептоны и пептиды. Он довершает работу, начатую до него. Он высвобождает из белковой молекулы и ближайших продуктов ее распада все входящие в их состав аминокислоты.

Еще совсем недавно о роли кишечного сока имелось крайне неопределенное и даже противоречивое представление. Новейшие исследования решают этот вопрос вполне определенно, подчеркивая роль эрепсина. Так, Эмиль Абдергальден в своем классическом труде «Физиологическая химия», подытоживая действие различных ферментов на белки, пишет курсивом:

«Пепсин разлагает белковые вещества на пептоны, не высвобождая из них приэтом аминокислот; трипсин [1] отщепляет аминокислоты довольно рано, не будучи, однако, в силах разложить все промежуточные строительные элементы белков. Распад этих элементов осуществляется эрепсином... В содержимом тонких кишек найдены все известные по сей день аминокислоты...»

Еще два-три штриха, и схема пищеварения будет очерчена полностью.

Вместе с водой и пищей в наш желудок попадает множество зародышей бактерий; совершенно свободный от микроорганизмов, или, говоря языком науки, стерильный, желудок новорожденного младенца получает их вместе с первым прикосновением к груди матери и... первым поцелуем ее.

Очутившись в кишечнике и питаясь за счет различных частей пищевой кашицы, микроорганизмы вызывают в ней брожение, а там и гниение, благодаря чему в кишках накопляются различные газы, преимущественно угольная кислота.

Эти «микробы» — постоянные и неизменные спутники нашей жизни. Они кишмя кишат в нашем кишечнике. Их насчитывают несколько десятков видов — целая, как видите, кишечная флора.

Часть их — аборигены кишечника, не вызывающие никакого специального и острого заболевания. Кто они: друзья, враги или просто кишечные «захребетники» безвредные, но и бесполезные для нас, загнанные в кишечник суровыми требованиями «борьбы за существование»?

---

[1] Напоминаю, что под этим сборным именем разумеется смесь нескольких ферментов. *В. Л.*

Попробуем ответить вкратце и на этот вопрос.

Бактерия — одноклеточный организм. Как всякий организм она построена из углеводов, жиров и белков и нуждается в подходящем материале для выработки из него новых порций углевода, жира и белка; и как всякий организм она пользуется для этого ферментами, изготовляемыми в ее собственном теле.

Если это так, то можно заранее допустить, что деятельность кишечных бактерий не только совпадает с деятельностью наших

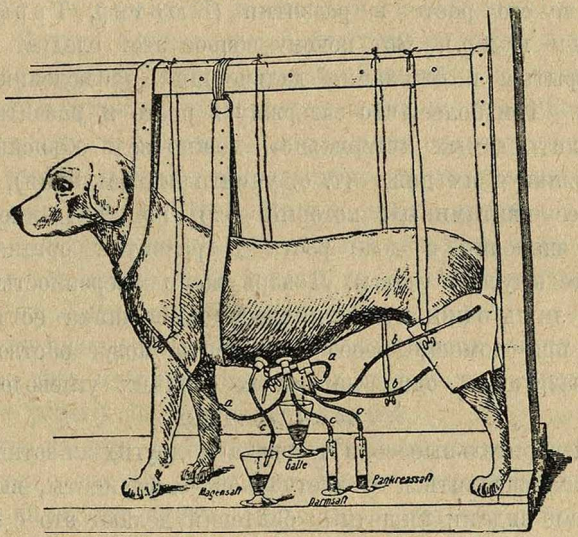


Рис. 48. Собака с фистулами, позволяющими одновременно получать 4 пищеварительных сока: желчь, желудочный, панкреатический и кишечный сок.

пищеварительных желез, но и помогает их работе, поскольку эти бактерии расщепляют белки, «омыляют» жиры и разлагают углеводы нашей пищи.

Такое допущение делалось. Делается и сейчас. В защиту его ставился ряд опытов над животными, которые с момента появления на свет воспитывались в обстановке, свободной от бактерий (стерильной), и получали пищу также стерильную. Взрощенные таким образом цыплята развивались хуже цыплят, выросших в обычной для них обстановке. У первых в кишечнике не было бактерий; у вторых имелась богатейшая кишечная флора. Отсюда был сделан такой вывод: микроорганизмы кишечника, способствуя пищеварению, благоприятствовали росту и раз-

витию тех цыплят, которые развились нормально и, стало быть, имели полную возможность «заразить» свой кишечник соответствующими видами бактерий. Цыплята же «стерильные» (свободные от этих бактерий) естественно и неизбежно должны были отставать от первых и в росте и в развитии (Шоттелиус, Коэнди). Однако ряд других опытов в том же духе не подтверждает этого вывода: из них, наоборот, следует, что отсутствие кишечной флоры у животного, взятого для опытов, нисколько не отражается на его росте и развитии (Кюстер, Тирфельдер, Вольман и др.). Вот почему вопрос этот следует пока считать открытым в ожидании дальнейших наблюдений и экспериментов. Тем более, что задержку в росте и развитии животных, воспитываемых «стерильно», можно ведь объяснить и тем, что, стерилизуя их пищу (т. е. уничтожая бактерии), мы уничтожаем ее «витамины», которые, если помните, имеют такое большое значение в деле роста и развития организмов (см. конец предыдущей главы). Теперь же с уверенностью следует признать лишь одно: среди микробов кишечника есть и такие, которые при помощи особого фермента могут растворять или просто разрушать один из самых стойких углеводов, клетчатку.

Пищеварительные соки человека и других животных обычно не в силах справиться с клетчаткой; а ферменты, выделяемые некоторыми видами кишечных бактерий, делают это с успехом.

Плотоядное животное в помощи таких бактерий не нуждается, так как в употребляемой им мясной пище обычно очень мало клетчатки. Совсем иначе обстоит дело с животными травоядными и зерноядными. Чтобы извлечь из клеток листа, стебля, плода или зерна заключенные в них питательные вещества, надо первым делом разрушить одевающую клетку оболочку, которая состоит из клетчатки. А сделать это, как я уже сказал, отлично могут некоторые из населяющих кишечник микроорганизмов. И потому их польза для травоядных и зерноядных — вне всяких сомнений. Полезны они и нам, поскольку человек — животное всеядное, т. е. употребляет в пищу и животные и растительные продукты.

Но, на ряду с бактериями, расщепляющими клетчатку, в кишечной флоре есть не мало и таких видов, деятельность которых отражается безусловно вредно на нашем организме. Вред тут и косвенный и прямой.

Мы уж знаем, что в тонких кишках работа органов пищеварения завершается: все, что можно было переработать, изменить, растворить при помощи пищеварительных ферментов, все это уже сделано. Дальше наступает брожение и гниение остатков пищевой кашицы.

Особенно сильным становится этот процесс с того момента, как пищевая кашица переходит из тонких кишек в толстые, а переходит она туда по тому же самому, почему пищевой комок из глотки направляется в желудок, а из желудка в тонкие кишки. Стенки кишек время от времени сжимаются и гонят пищевую кашицу дальше вперед. Так как из тонких кишек почти все жидкие растворившиеся части пищевой кашицы переходят в кровь, то в толстых кишках она становится значительно гуще и тверже и представляет собою уж непригодные для питания остатки пищи. Эти остатки сперва переходят в прямую кишку, а затем уже выбрасываются наружу в виде каловых масс; все, что можно было извлечь питательного из пищи, кишечник извлек, а негодные остатки удаляются вон.

И вот прежде, чем остатки переваренной пищи проделают весь этот путь и будут удалены из нашего тела, кишащие в них бактерии успеют натворить не мало бед.

Одни из них расщепляют углеводы нашей пищи; но это расщепление они ведут гораздо дальше, чем нужно нам, образуя приэтом спирт, молочную, уксусную и угольную кислоту (смотря по виду действующих в этом направлении бактерий и по характеру производимого ими брожения).

Другие расщепляют и омыляют жиры; но и они ведут эту работу энергичнее, чем следовало бы в интересах нашего организма: на образовании глицерина и жирных кислот эта работа не останавливается, а продвигается много дальше, давая в итоге кислоты низшего порядка: масляную, муравьиную и т. д.

Действуя таким образом, обе эти группы бактерий вредят нам уже потому, что разрушают часть тех продуктов, которые должны итти на питание нашего тела.

И все же больше всего вреда нам причиняет третья группа микроорганизмов кишечной флоры, укрепившаяся главным образом в толстых кишках: это те бактерии, ударная работа которых направлена на белки и их «обломки».

Эта группа бактерий расщепляет молекулы белков и пептонов на аминокислоты. Но, в то время как пищеварительные

ферменты останавливаются на образовании этих кислот, бактерии обрушиваются и на аминокислоты. Они отщепляют от них то аммиак, то сероводород, то угольную кислоту, то еще какую-нибудь группу атомов. В результате этой работы кишечник и особенно толстые кишки наводняются различными вредными, а то и прямо ядовитыми продуктами (фенол, индол, скатол и т. д.), которые, попадая в ткани нашего тела, нарушают их нормальные отправления, понижают их защитные способности, ведут их к постепенному перерождению — словом, сокращают дни нашей жизни, приближают час рокового расчета с нею...

Когда прослеживаешь пищеварительный процесс в целом, то нельзя не поставить себе два вопроса. Один из них сводится к следующему.

Ферменты поджелудочной железы и кишечного сока великолепно справляются с белками пищи: они продолжают и завершают работу, начатую желудком. Спрашивается: а не могут ли они сами и начинать ее без помощи желудка. Или иначе: является ли желудок абсолютно и безусловно необходимым для животного органом?

Если судить на основании опытов над животными, то можно с уверенностью сказать: после удаления *желудка* у животных переработка белков идет вполне нормально в одном лишь кишечнике, настолько нормально, что подвергшиеся этой операции даже прибавляют в весе. В высокой степени показателен и интересен в этом отношении опыт *Лондона*; он вырезал у собаки желудок, часть тонких и часть толстых кишек, и животное не только продолжало жить и питаться, но и выглядело бодрым, даже веселым.

Второй вопрос еще интереснее. Он вытекает сам собой при сопоставлении следующих фактов.

Ткани нашего тела заключают в себе углеводы, жиры и белки. Вместе с пищей мы принимаем все эти вещества в *готовом виде*. Спрашивается, зачем органам пищеварения расщеплять, разлагать и разрушать их? К чему вся эта многосложная процедура, раз из продуктов распада должны будут снова строиться опять-таки углеводы, жиры и белки? Лучшим ответом на это — не считая того, с которым мы познакомимся в следующей главе — может служить простой пример, который приводит *Абдергальден* в своей книге «Основы учения о питании». Он пишет:

«Пусть мы должны превратить одну определенную машину, которая до сих пор выполняла совершенно определенную задачу,

в другую машину с совершенно иными функциями. Мы, конечно, отклоним возложенное на нас поручение, если нам не будет позволено разложить первую машину на ее составные части. Если бы можно было это сделать, то мы могли бы многие колеса и оси прямо пустить в дело. Другие части мы должны переработать и приспособить к новым функциям. Наконец, третьи части окажутся вообще неприспособленными для новой машины... Если химику ставится задача соединение А — В — С превратить в соединение А — С — В, то он тотчас же разделяет первое соединение на его составные части А, В и С и строит новое соединение А — С — В».

Совершенно то же происходит и во время пищеварения. Органы пищеварения «разлагают» углеводы, жиры и белки принятой нами пищи на их «составные части» и затем строят заново из этих «составных частей» углеводы, жиры и белки, характерные для нашего организма. Так же ведут себя пищеварительные органы других животных. Каждому животному присущи свои особые углеводы, жиры и белки. Пищеварительные ферменты каждого животного сперва разлагают их на составные части, которые затем комбинируются так, что получается типичный для данного животного строительный материал. В этом основной смысл и значение пищеварения. Его задача — разрушить инородные для данного животного белки, жиры и углеводы, с тем, чтобы из «обломков» этих тел могли затем сложиться родные для того же животного белки, жиры и углеводы.

Верно ли, однако, что животное может воссоздавать белки, жиры и углеводы из «обломков» этих тел. Если верно, то его в таком случае можно было бы свободно питать этими «обломками» — не правда ли?

Целый ряд опытов, произведенных над животными, дает на эти вопросы положительный ответ. Собаку кормили в течение многих недель продуктами распада белков, жиров и углеводов; вместо белка она получила смесь аминокислот, вместо жира — глицерин и олеиновую, стеариновую и пальмитиновую кислоту, а вместо крахмала — обыкновенный тростниковый сахар. Не было у нее недостатка и в минеральных веществах: их получала она в виде костной золы, разбавленной водой. На таком «искусственном» питании собака жила, прибавляла в весе, чувствовала себя, как нельзя лучше.

Такого рода опыты — особенно эксперименты с кормлением животных смесью аминокислот взамен мяса и вообще белковой пищи — вновь вызвали к жизни давнишнюю мечту о приготовлении главнейших питательных веществ искусственно, лабораторным путем. Но мечта эта пока все еще далека от осуществления. И если только-что упомянутые опыты дают нам ключ к выяснению сущности пищеварения и расширяют наши теоретические горизонты, то в смысле удовлетворения запросов житейской практики они пока что дают немного — хотя бы только потому, что добывание лабораторным способом «строительных элементов», например, белка, и очень хлопотно и дорого обходится. И прав, конечно, Абдергальден, когда, в ответ на эти мечтания, олимпийски спокойно заявляет: «Растение работает много дешевле да к тому же много целесообразнее...»

Усвоенные нами части пищи, в конце концов, превращаются в кровь, а кровь питает все органы нашего тела; в ней они черпают себе силу и мощь.

Не следует ли из этого, что различные свойства пищи — питательность, состав ее и удобоваримость — оказывают влияние на работу наших мускулов, нервов и мозга? Нельзя ведь отрицать, что мышцы растут за счет тех питательных материалов, которые они черпают из крови?

Мозг — орган душевной деятельности постольку же, поскольку мускулы — органы физической деятельности. Неужели же сила и качество работы этого органа не зависят от того, насколько правилен приток питательных веществ к нему? Почему то, что справедливо и законно в отношении деятельности одного органа, должно быть признано нелепым по отношению к работе другого? Не будем строить ни на чем неосновательных предположений и гаданий по этому поводу; не станем голословно утверждать, что пища оказывает исключительное или хотя бы даже громадное влияние на выработку характера, темперамента, привычек и стремлений человека; однако, не будем в то же время и отрешаться от зависимости нашего «духа» от нашей плоти. Пусть тысячи других самых разнообразных причин обусловливают силу нашего характера, степень нашей энергии, качество наших привычек, наклонностей, стремлений и т. п.; но пусть и вопросы питания в ряду этих причин займут должное им место.

Впрочем, независимо от этих общих соображений, есть в повседневной жизни факты, подтверждающие тесную связь между состоянием «духа» и питанием. Кому не известно то настроение, которое переживают обыкновенно люди, страдающие катаром желудка? Неправильное пищеварение у этих людей нарушает правильность работы всех органов их тела,—конечно, и мозга с нервами в том числе. В то время когда у них болезнь разыгрывается особенно сильно, они делаются очень раздражительными и нервными, все им не нравится, на все начинают они смотреть с каким-то злобным недоверием, все представляется им в мрачном, безотрадном свете. Но пройдет острый период недуга — и все как-то меняется, выступает в совершенно ином, более радостном свете. Кому не приходилось сталкиваться с такими поистине несчастными людьми, у которых работа желудка так скверно отзывается на настроении их духа.

Оставаясь верными не раз высказанному здесь мнению, что не только работа различных органов отражается на состоянии нашего духа, но что и, наоборот, последнее влияет на характер, и правильность работы этих органов, мы считаем нужным обратить внимание читателя и на такие случаи, где то или иное настроение оказывает известное воздействие на отправление органов пищеварения.

Внезапные душевные потрясения отнимают обыкновенно у людей аппетит. Под влиянием страшного горя или неожиданной радости человек забывает совершенно об еде: органы пищеварения отказываются принимать пищу, организм точно не нуждается в питательных веществах; и только тогда, когда душевное волнение уляжется и сменится более спокойным состоянием, он снова заявит свои права, аппетит пробудится, пожалуй, с удвоенною против обыкновенного силою, и человек, переживший душевную передрягу, потянется к пище.

Нечто подобное наблюдается и при усиленных умственных занятиях. Замечено, что люди, страстно преданные умственной работе и переутомляющие себя на ней, очень часто страдают отсутствием аппетита, так что даже то сравнительно небольшое количество пищи, которое они принимают, довольно плохо перерабатывается их пищеварительными органами. Объяснить это можно так: во время напряженной работы мозга к нему приливает очень много крови; вследствие этого органы

пищеварения лишаются того необходимого количества крови, из которой они могли бы приготовить различные пищеварительные соки; а раз есть недостаток в этих соках, то, очевидно, и пища, идущая в органы пищеварения, должна очень вяло и медленно перевариваться.

Вы помните, быть может, те строки этой книги, где говорится о пользе, которую оказывают растения животным в деле дыхания. Тут можно указать на другую, не менее замечательную их услугу. Воздух, вода и составные части почвы—вот та пища, которая поддерживает жизнь в зеленых растениях; вещества эти, сочетаясь различным образом в листьях растений, превращаются здесь в белок, масла, крахмал, сахар и т. п. Растения, содержащие готовыми все эти питательные вещества, идут в пищу животным растительноядным, а эти последние в свою очередь служат пищею для животных хищных. Итак, на растения мы должны смотреть, как на живых посредников в деле питания между почвою, водою и воздухом, с одной стороны, и всеми членами животного царства — с другой. Человек, имеющий у себя за столом разнообразные блюда, обязан этими блюдами растениям не менее кровожадного хищника, пускающего в ход всю свою силу, хитрость и пронырливость, чтобы изловить какого-либо барана, пасущегося на подножном корму.

Но где же кроется та всемогущая сила, которая в листьях растений превращает «землю», воду и воздух в крахмал, белок и жир? Сила эта — солнечный свет. Лучи солнца, поглощенные зеленым красящим веществом листьев, совершают в них эту работу. Свет — источник жизни, и потому глубоко справедливо старинное изречение китайцев: «мы — дети солнца».

Глава VII.

РАЗРУШЕНИЕ И ОБНОВЛЕНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ НАШЕГО ТЕЛА.

Учение о клетке. — Разрушение и питание клеточек. — Горение и окисление. — Дыхание. — Как идет распад углеводов, жиров и белков. — Азотистые продукты разрушения. — Метаморфоз белковых тел. — Лимфатическая система. — Моча и мочевина. — Строение и работа почек. — Кожа. — Потовые и сальные железы. — Пот и условия, влияющие на его выделение. — Связь между количеством выделяемых человеком пота и мочи. — Обновление. — Переход питательных веществ из кишечника в кровь. — Автоматизм и активность. — Двоякий путь питательных веществ кишечника. — Как кровь питает тело. — Рост и ожирение. — Прогрессивный и регрессивный метаморфоз. — Рост и размножение организмов. — Жизнь и ферменты.

В тридцатых годах прошлого столетия два натуралиста — Шванн и Шлейден — познакомили ученый мир с невидимым невооруженному глазу строением организмов. Рассматривая ткани животных и растений под микроскопом, они пришли к заключению, что все тело различных представителей животного и растительного царства состоит из бесчисленного множества ячеек разной формы и величины, скученных подобно ячейкам пчелиных сотов.

Еще в XVII столетии, т. е. много раньше появления в свет трудов Шлейдена и Шванна, англичанин Гук назвал эти ячейки клеточками: клеточка сделалась таким образом исходным пунктом всех рассуждений о строении живых существ, и громадная пропасть, отделявшая до тех пор растительный мир от мира животных, значительно сгладилась.

Мало этого: знакомство с развитием организмов показало, что каждое многоклеточное растение или животное образуется из одной клетки, из которой впоследствии вырастают как ничтожные по величине черви-коловратки, так и величественные гиганты животного царства, слон и кит, как едва доступная глазу водоросль, так и могучий многовековой дуб.

Все живое состоит из клеток и развивается из них; клеточка—простейший элемент, из которого построены все без исключения животные и растения, — вот обобщение, к которому пришла наука с тех пор, как микроскоп в руках Шлейдена и Шванна открыл нашему взору картину строения животных и растений.

В каждой клетке нужно различать две существенные составные части — тело и ядро. У некоторых из них есть и оболочка, одевающая тонкой, прозрачной пеленой тело клетки. Тело клетки состоит из протоплазмы. Протоплазма сложена из различных веществ, среди которых на первом месте следует поставить белковые тела. Ядро клетки заключает в себе особые белковые вещества, которые известны под именем нуклеопротеидов.

Форма и величина клеток бывают весьма различны. Самая обыкновенная, типическая, как говорят, форма их — шарообразная. Однако, обратите внимание на прилагаемый здесь рисунок и вы увидите, что клетки могут быть и многогранные, и веретенообразные, и цилиндрические, и звездчатые (рис. 49).

Большинство клеток имеет такую незначительную величину, что видеть их без микроскопа нет решительно никакой возможности, хотя встречаются между ними и такие, которые доступны простому, невооруженному глазу.

Клеточка, сказали мы, простейший живой элемент; и мы имели полное право употребить это выражение, так как она наделена всеми основными признаками жизни: питается, растет, размножается и откликается определенным образом на различные раздражения.

Пока организм живет, в нем непрерывно совершаются два противоположных процесса: с одной стороны, материал, из которого состоят различные ткани и органы, беспрестанно разрушается; с другой стороны, разрушенные и удаленные из тела вещества столь же непрерывно заменяются новым строительным материалом, идущим из крови. Это — тот самый процесс, который мы называем здесь разрушением и обновлением составных частей нашего тела и которому посвящается настоящая глава.

Начнем с разрушения.

Спрашивается, на каком основании мы имеем право говорить о непрерывном разрушении материала тканей и органов нашего тела?

Основания для этого вполне очевидны и убедительны. Угольная кислота, водяные пары, пот и моча, выделяемые нами наружу — вот конечный результат этого разрушения, вот конечные продукты его.

Угольная кислота, водяные пары, пот и моча — это продукты разрушения того самого материала, из которого состоят

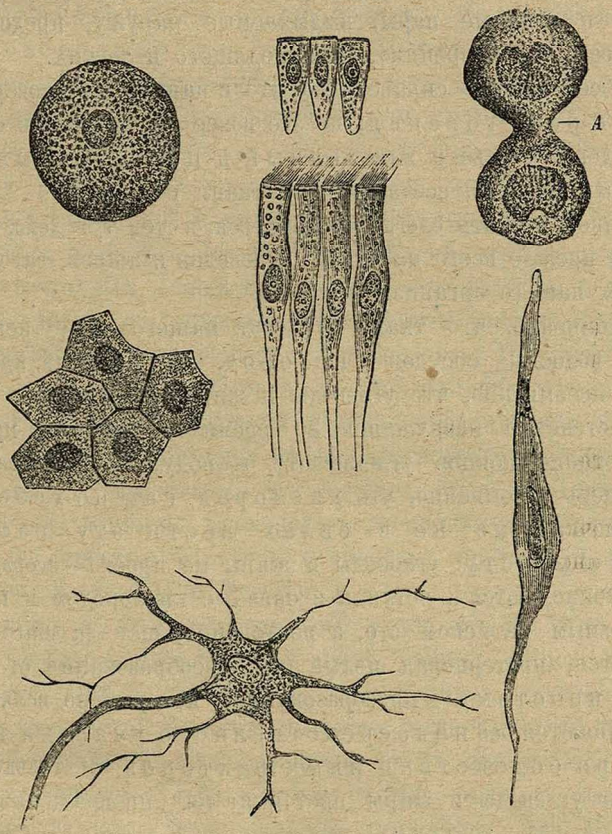


Рис. 49. Клеточки с ядрами. *A* — делящаяся надвое клетка; ядро уже разделилось.

все клетки организма: разрушаются протоплазма и ядерное вещество их. Есть, однако, факты, показывающие, что не только вещество клеток, но и сами они целиком могут разрушаться. Таковы, например, клетки кровяные, клетки, одевающие нежным роговым покровом нашу кожу, клетки сальных желез, заложенных в коже и т. д.

*

Итак, у нас теперь на очереди вопрос о том, как происходит это разрушение.

Долгое время полагали, будто угольная кислота и водяные пары, выдыхаемые нами из легких, здесь же, в легких, и образуются. Сравнивая продукты выдыхания с теми продуктами, которые образуются при горении различных веществ животного и растительного происхождения, сделали вывод, будто угольная кислота и водяные пары, выдыхаемые наружу, представляют собою результат «горения», происходящего в легких.

Да, совершенно справедливо, что в нашем теле совершается нечто в роде горения; но это вовсе не горение в его простом виде, а весьма медленный и постепенный распад различных веществ, составляющих ткани и органы.

Попробуем хоть слегка разобраться, в чем тут дело, и остановимся прежде всего на судьбе углеводов и жиров, заложенных в тканях нашего организма.

Несомненно, что ткани и клетки нашего тела [1] поглощают из сети волосных сосудов кислород, почерпнутый кровью из легких; несомненно, что углеводы и жиры, заключенные в клетках, постепенно разрушаясь во время жизненного процесса, дают в конце концов углекислоту и воду; но и в такой же мере теперь несомненно, что кислород сам по себе и непосредственно не в силах вести эту разрушительную работу: углеводы и жиры не просто «сгорают», не просто «окисляются», вступая в связь с кислородом и под разрушительным натиском его, а постепенно, шаг за шагом видоизменяются, претерпевая целый ряд преобразований от сложного к простому — преобразований, которые во всяком случае начинаются без непосредственного участия кислорода при содействии иных факторов. И только после того как углеводы и жиры претерпят ряд превращений, после

[1] Считаю нужным сделать небольшую, но очень важную оговорку. Некоторые ткани нашего тела, — например, хрящ, — обнаруживают под микроскопом такое строение: перед нами группы или островки клеток, разделенные веществом, в котором никаких клеток не видно. Это так называемое межклеточное вещество. Оно также живет, принимает участие в основных отправлениях организма. Но это участие межклеточного вещества в жизни остается в тени, так как оно изучено плохо. Вот почему и в этой книге так много внимания уделяется клеткам и почти ничего не говорится о межклеточном веществе.

того как произойдет предварительная и очень сложная подготовка их к натиску кислорода, — последний выступает на сцену. В чем эти превращения, каковы промежуточные звенья, ведущие от углеводов и жиров к углекислоте и воде — пока в точности, к сожалению, неизвестно. Но на это имеются кое-какие указания.

Возьмем, например, такой важный для нашего организма углевод, как гликоген: он вам знаком. Из гликогена, благодаря присоединению к нему частиц воды (кислород и окисление, как видите, тут ни при чем), получается ряд углеводов более простых по сложению, чем гликоген, и известных под именем декстринов. Декстрины под влиянием того же процесса расщепляются дальше и дают мальтозу и глюкозу (солодовый и виноградный сахар). Как ведет себя в дальнейшем глюкоза — не известно. Но, во всяком случае, нет пока достаточных оснований думать, что глюкоза и является тем материалом, на который обрушивается кислород, «сжигая» ее и претворяя прямо в воду и углекислоту. Повидимому, подготовка для действий кислорода на этом не кончается; очевидно, расщепление частиц глюкозы должно продвинуться несколько дальше, прежде чем придет черед разрушительной деятельности кислорода. И мы знаем, что частицы глюкозы — опять-таки без всякого влияния кислорода — распадаются в клетках на тела более простые по своей химической природе и образуют, например, молочную кислоту.

Так же последовательно и так же на первых порах без участия кислорода идет распад жиров в нашем организме. Они расщепляются на глицерин и жирные кислоты (совсем как внутри пищеварительного канала). Этот глицерин, согласно новейшим исследованиям, может превратиться в глюкозу, дальнейшая судьба которой, должно быть, такова же, как и судьба глюкозы, возникшей из гликогена. Что делается в клетках с жирными кислотами, возникшими при распаде жира, опять-таки не известно; но возможно, что из них образуется сахар: в мире растений такая метаморфоза не раз наблюдалась; почему бы не иметь ей место и в мире животных.

Итак, еще раз повторяю.

Разрушение углеводов и жиров в клетках идет сначала без всякого участия кислорода. «Оно, как пишет Абдергальден, ведется при помощи ферментов, которые вырабатывает

сама клетка. Это ее орудия, при содействии которых она приготовляет материал, подлежащий окислению», т. е. воздействию кислорода. Но и тогда, когда этот материал готов, кислород проявляет всю свою «разрушительную» мощь при участии особых ферментов, известных в науке под именем оксидаз (оксидаза — фермент активирующий, т. е. вызывающий к жизни окислительную деятельность).

В числе продуктов разрушения, происходящего в нашем организме, мы указали на мочу. Дело в том, что важнейшую часть содержимого клеточек составляют различные белки, т. е. вещества азотистые. Очевидно, что и те продукты, которые получаются при разрушении белков, должны заключать в себе обязательно азот. Так вот, мочевина, главная составная часть мочи человека, млекопитающих, многих земноводных и рыб, и представляет собою то самое вещество, которое получается при распадении белков.

У птиц и пресмыкающихся, а также у многих беспозвоночных место мочевины занимает мочевая кислота, которая имеется в небольшом количестве и в моче человека.

Мочевина и мочевая кислота образуются как окончательный продукт разрушения белков. До них из белков получаются особые азотистые вещества, более сложные по своему составу. Эти вещества только при дальнейших изменениях превращаются в мочевину и мочевую кислоту.

Каким путем идет этот распад белковых тел в организме? Какими средствами ведется он? Какие этапы пробегает? Что представляют собою те промежуточные вещества, которые возникают при «гибели» белков в жизненном процессе, при переходе их в мочевину и мочевую кислоту?

Ответить полностью на эти вопросы современная наука не может. Но то, что говорит она уже сейчас, не только полно живого интереса, но и проливает яркий свет на один из важнейший процессов жизни. Что же говорит она?

Следя за судьбой белковых веществ пищи в кишечнике, мы нашли, что молекулы белка под влиянием пищеварительных ферментов желудка, поджелудочной железы и тонких кишек постепенно расщепляются, образуя сперва пептоны, затем полипептиды и, наконец, — аминокислоты. Такова же их участь и в разнообразнейших клетках нашего тела. В организме клетки «потребляют» белок, т. е. разру-

шают его, и это разрушение белковых молекул в клетках идет, по существу, тем же путем и ведется теми же средствами, как и в кишечнике. Каждая из миллиардов клеток, образующих наше тело, есть микроскопическая химическая лаборатория, орудиями которой являются разнообразные ферменты — ферменты, при содействии которых «расщепляются» не только углеводы и жиры, но и белки. И не только белки, но и ближайшие продукты их расщепления — пептоны и полипептиды (комбинации аминокислот). «На основании многочисленных наблюдений, говорит Абдергальден, твердо установлено, что во всех клетках животного организма находятся ферменты, которые обладают способностью разрушать белки вплоть до образования аминокислот. Даже кровяные тельца и кровяные пластинки содержат в себе такие ферменты. Они отсутствуют только в кровяной плазме при нормальных условиях. Но когда в кровь попадает инородный белок или какой-нибудь сложный продукт его распада, то в плазме ее сейчас же появляются и эти ферменты».

А вот и некоторые доказательства тому, что утверждает по данному вопросу современная наука о жизни. Во-первых, можно из различных тканей животного получить вытяжку; можно выжать из них при помощи пресса «соки» и затем испробовать действие этих вытяжек и соков на белок, чтоб убедиться, есть ли в них ферменты, расщепляющие белок, или нет. И опыт показывает, что такие ферменты тут действительно имеются.

Далее есть болезнь, при которой в почках и в мочевом пузыре иногда образуются «камни»; проходя по выводным протокам почек и мочевого пузыря, они причиняют человеку мучительные страдания. Основным материалом для образования таких камней служат некоторые аминокислоты, например, так называемый цистин. Эти аминокислоты попадают в почки и в мочу из тканей, в которых процесс расщепления белков идет ненормально: он не доходит до конца, т. е. до образования мочевины, а останавливается на образовании аминокислот, которые и поступают в мочу.

И наконец при помощи особых химических реакций, о которых не место здесь распространяться, удается выловить и извлечь из тканей некоторые аминокислоты.

Итак, в тканях, т. е. в клетках животного, есть ферменты, расщепляющие белок; есть в них и аминокислоты — продукт,

получающийся при распаде белковой молекулы на составляющие ее «кирпичики». Как связать эти две группы фактов? Не иначе, как допустивши, что находящийся в клетках белок распадается на свои составные части, на аминокислоты, под влиянием образующихся тут же ферментов.

Но аминокислоты — еще не мочевина. Мочевина продукт несравненно более простой. Получается ли она прямо, непосредственно из аминокислот? До сих пор известна только одна аминокислота, которая сразу, при первом же распаде на свои составные элементы может отщепить от себя мочевину. Все остальные аминокислоты должны, повидимому, претерпеть ряд преобразований, дающих материал, из которого и возникает мочевина. Каковы эти преобразования — пока трудно сказать. Во всяком случае, можно думать, что суть дела тут в следующем: аминокислота теряет характерную для нее группу атомов, амин (NH_2), из которого тут же образуется аммиак (NH_3); затем аммиак соединяется с находящеюся в тканях углекислотой и дает так называемый углекислый аммоний; когда же этот последний отщепляет от себя воду, то получается мочевина.

Таков один из возможных, предположительных путей образования мочевины из аминокислот. Так химия пытается — и не без успеха — проникнуть в тайники той лаборатории, где творится жизнь, неразрывно связанная с постепенным распадом, т. е. со «смертью» белковых веществ.

Как же возникает второй продукт разложения белков — мочевая кислота? У птиц и пресмыкающихся мочевая кислота заменяет собою мочевину и получается из аминокислот, причем пути образования ее так же сложны, как и пути образования мочевины у млекопитающих и человека.

В белках, помимо кислорода, водорода, углерода и азота, есть сера, а некоторые из них содержат кроме того и фосфор. Жизнь организма неразрывно связана с распадом белков. После такого распада его продукты удаляются из организма. Азот белков уходит вместе с мочевиной и мочевой кислотой. Ну, а куда девается сера и фосфор? Они удаляются, главным образом, в виде соединений (солей) серной и фосфорной кислоты, которые, подобно мочевине и мочевой кислоте, содержатся в моче. Найти их тут не трудно. В моче, долго простоявшей на воздухе, они обычно оседают на дно сосуда. Распад белков совершается во

всех жизнеспособных и жизнедеятельных клетках нашего тела. Но органом, ведущим главную работу по заготовке мочевины и мочевой кислоты, является печень. Все, что ослабляет, извращает и парализует здоровое существование клеток печени, сейчас же отражается на количестве вырабатываемой ими мочевины и мочевой кислоты. Но, повторяю, печень — всего лишь главная лаборатория этих продуктов разрушения. Опыты над животными, у которых была поражена или удалена печень, показывают, что распад белков у них не останавливался и образование мочевины не прекращалось, хотя количество ее при этом падало.

Белковые тела — основа жизни. Их превращения многообразны. Их судьба связана с судьбой различных сторон жизненного процесса. Кто хочет проследить этот процесс хотя бы в его главнейших чертах, кто чувствует всю необъятную сложность его, кто ищет ответа на вопрос «что такое жизнь», тот должен познакомиться хотя бы вкратце со всеми теми изменениями, которые могут происходить с белковыми телами в организме животного.

Вопрос о превращении белков в жиры пока еще дебатируется. Иначе обстоит дело с вопросом о превращении белков в углеводы; решению его больше всего способствовали наблюдения и опыты Клод Бернара.

Если собаку морить голодом, то в организме ее исчезает гликоген (углевод). Но если ту же самую собаку, после того как она порядком наголодалась, начать усиленно кормить белковой пищей, то в теле ее вновь появится гликоген и даже в большем против обыкновения количестве. Отсюда следует, что этот углевод образуется из белка.

Вы, конечно, слыхали о так называемой сахарной болезни. При этой болезни в моче больного обнаруживается виноградный сахар — вещество постороннее для нормальной мочи. И вот что любопытно. Если человек, страдающий сахарной болезнью, вовсе не будет принимать такой пищи, в которой есть углеводы, то в моче его все же окажется сахар (углевод). Стало быть, этот сахар образуется в теле больного из белков, входящих в состав его тканей. Этот косвенный вывод подтверждается тем, что количество виноградного сахара в моче больного часто увеличивается в зависимости от количества принятой им белковой пищи. Однако этот переход молекул белка в частицы

сахара совершается, конечно, не прямо и не сразу, а постепенно. Частицы белка под влиянием клеточных ферментов расщепляются, рассыпаясь в конце концов на составлявшие их аминокислоты. И затем уже из этих аминокислот, путем дальнейших преобразований, возникают частицы сахара (Абдергальден). Виноградный сахар может превратиться в гликоген, т. е. в другой более сложный углевод, запасы которого всегда имеются в достаточном количестве в печени. Но с глюкозой, равно как и с другими углеводами, возникшими из аминокислот, может произойти и иное превращение: они могут превратиться в жир. Ибо есть факты, свидетельствующие об образовании жиров из углеводов. Если это так, то становится понятным, почему я сказал, что жизненный процесс идет порою окольными, круговыми путями. И в самом деле. Белок рассыпается в клетках на аминокислоты. Аминокислоты образуют углеводы. А углеводы превращаются в жиры — вот вам один из возможных путей возникновения жиров из белков.

Еще одно замечание. Было время, когда думали, что угольная кислота, выдыхаемая из легких, вся целиком получается при разрушении жиров и углеводов, входящих в состав нашего тела. Но и это, по существу, не верно: она образуется также и при разрушении белков.

Читатель уже знает, что газообразные продукты разрушения — угольная кислота и водяные пары — переходят из тканей в кровь волосных сосудов. Та же участь ожидает и жидкие продукты разрушения; но большая часть их, прежде чем попасть в кровь, направляется в особую систему сосудов, о которых мы теперь и скажем несколько слов.

В теле млекопитающих животных — в том числе, разумеется, и человека, — помимо артерий, вен и волосных сосудов, несущих кровь, есть еще специальные сосуды, которые называются лимфатическими. Они берут начало внутри различных тканей, соединяются на пути сперва в нежные, тонкостенные трубочки, а потом и более толстые трубки, которые под конец впадают двумя стволами в большие вены верхней части туловища (рис. 50).

Лимфатические сосуды имеют прозрачные стенки, а внутри их течет не красная кровь, а почти бесцветная жидкость, называемая лимфой (отсюда собственно и название самих сосудов). Ясное дело, что такие сосуды не очень-то легко

разглядеть. Вот почему, чтобы увидеть лимфатические сосуды, надо наполнить их предварительно какою-нибудь окрашенной массой или, лучше всего, ртутью. Среди врачей и натуралистов, занимающихся специально анатомией, встречаются истинные

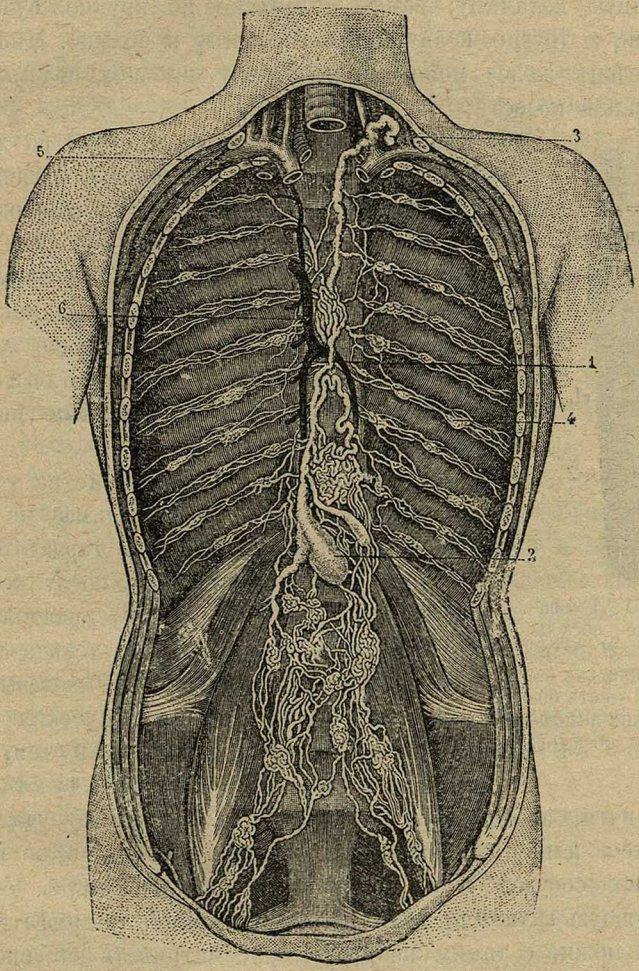


Рис. 50. Лимфатическая система. Толстые и тонкие нити с узлами и утолщениями — это и есть лимфатические сосуды и железы.

мастера готовить различные анатомические препараты. Один из таких артистически исполненных препаратов, на котором великолепно видны лимфатические сосуды, наполненные ртутью, представлен здесь на рис. 51.

Если вы присмотритесь внимательнее к рисунку 50 то увидите, что лимфатические сосуды на пути своем, в различных местах, образуют узлы и утолщения. Эти «узлы и утолщения» известны под именем лимфатических желез. Они имеют различную величину: самые маленькие не крупнее булавочной головки, а другие величиной с горошину и больше. Много лимфатических желез помещается в паху, на шее, под мышками, в брюшной полости.

Рис. 51. Лимфатические сосуды пальца. *tl* — два лимфатических сосуда; *rl* — сеть более тонких лимфатических сосудов.

Подобно крови, лимфа состоит из двух веществ: из плазмы (жидкость) и громадного числа шариков. Плазма слегка солоновата на вкус, богаче водою, чем кровь, и беднее ее белками; выпущенная из сосудов, она свертывается, образуя мягкий белый сгусток. А шарики — это уже знакомые нам по первой главе лимфоциты или лимфатические тельца, приходящиеся сродни белым кровяным шарикам, т. е. лейкоцитам.

Давно уже обратили внимание на тот факт, что в сосудах, выносящих лимфу из лимфатической железы, лимфоцитов гораздо больше, чем в тех сосудах, которые приносят ее в железу. Отсюда делается весьма правдоподобное заключение, что лимфатические тельца вырабатываются внутри лимфатической железы.

Значение же самих лимфатических сосудов состоит главным образом в том, чтобы принимать в себя жидкие продукты разрушения, проводить их в кровь, а затем уже удалять из тела тем или иным способом. Таким образом, если на сеть волосных сосудов смотреть как на орошающую систему, приводящую к тканям питательный материал, то лимфатические сосуды можно с таким же правом рассматривать как специальный придаток к кровеносной системе, как дренажную систему, которая отводит просочившиеся из тканей продукты разрушения. Однако лимфатическая система имеет и другое не менее важное значение. В чем оно — побеседуем дальше.

Подобно тому как легкие служат для удаления из тела угольной кислоты и водяных паров, точно так же почки можно считать органами выделения жидких продуктов разрушения.

Почки, собственно говоря, выделяют мочу, но мы уже говорили, что главную составную часть ее за исключением воды представляет у одних животных мочевина, а у других мочевая кислота; поэтому, говоря о выделении мочи, мы должны иметь в виду прежде всего мочевину и мочевую кислоту.

Почки лежат в брюшной полости тела. Они находятся около поясничной части позвоночного хребта, одна по одну сторону его, другая — по другую. Каждая почка по своему наружному виду похожа на боб. Строение ее довольно сложно. Чтобы разобраться в деятельности этих органов, отметим следующее.

К каждой почке подходит одна артерия, называемая почечной. Проникнув в вещество почки, артерия рассыпается на множество тончайших сосудиков, которые свертываются густыми петлями и образуют так называемые Мальпигиевы клубочки — по имени итальянского ученого Мальпиги, впервые их открывшего. Каждый такой клубочек на разрезе свежей почки представляется в виде маленького красного зернышка. Выходя из клубочка, тоненькие кровеносные канальцы образуют сеть волосных сосудов, которые, слившись, дают начало мелким венам, а мелкие вены, все вместе взятые, образуют один большой ствол, который выносит кровь из почки и называется почечной веной. Помимо этих сосудов в почках рассеяны тоненькие мочевые канальцы. Каждый из них одевает своим расширенным концом мочевой клубочек, и все вместе, сливаясь, дают начало одному довольно широкому сосуду, мочеточнику. Два мочеточника, идущие от обеих почек, спускаются вниз и впадают в объемистый мочевой пузырь, лежащий в нижней части живота (рис. 52).

Кровяной поток, подступающий к почкам, заключает в себе все составные части мочи, которые, как мы уже знаем, представляют собою жидкие продукты разрушения, изливающиеся в кровь главным образом через лимфатические сосуды.

Не почки приготовляют эти продукты, а сами ткани и, в первую голову, клетки печени. Задача почек — освободить кровь от этих продуктов, выцедить их из нее, чтобы она могла вновь забирать их легко из тканей и снова выделять с мочей. Вот почему еще со времени работ на эту тему известного физиолога Людвига почки стали считать фильтрами, очищающими кровь от жидких продуктов разрушения. И такими фильтрами считались те тысячи мальпигиевых клубочков, о которых только

что была здесь речь. Предполагалось, что кровь, приходящая в клубочки, процеживает сквозь тоненькие стенки их все составные части мочи, которая, очутившись в капсулях, т. е. в колпачках, одевающих клубочки, спускается по извилистым мочевым канальцам сперва в мочеточники, а там и в мочевой пузырь, откуда выделяется наружу по мере надобности. (Весь этот путь не трудно проследить по рисункам 52 и 54).

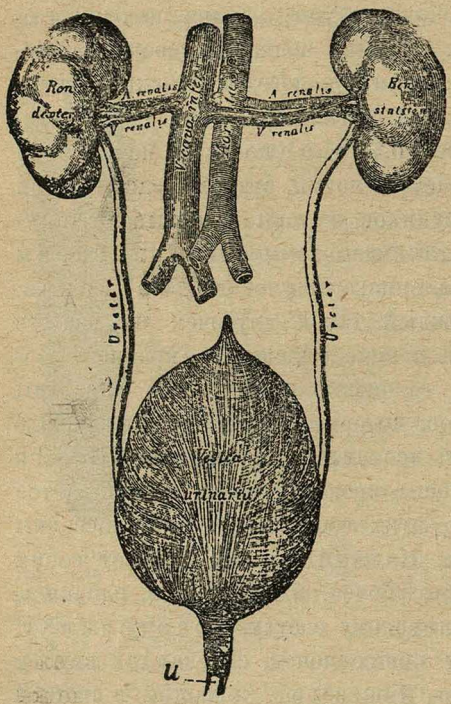


Рис. 52. Две почки с мочеточниками. К почкам идут артерии и вены; к пузырю спускаются мочеточники.

Однако, этот несколько упрощенный взгляд на работу почек давно уж подвергся критике со стороны двух крупных ученых — Баумана и Гейденгайна. И не без серьезных оснований.

Вот в чем дело.

Кровяная плазма имеет очень сложный состав. Помимо воды и составных частей мочи, в ней находится целый ряд различных веществ, необходимых для жизни организма. Есть тут, например, белок; есть глюкоза, есть и другие продукты, не имеющие никакого отношения к моче. А между тем все эти вещества сквозь стенки мальпигиевых клубочков не проходят. Странные фильтры, которые фильтруют не всю кровяную плазму, а пропускают из нее только то, что нужно пропустить, и наоборот, задерживают все то, чего не следует фильтровать! Ведь в нормальной моче, выделяемой здоровыми почками, нет ни белка, ни глюкозы. Значит, эти составные части кровяной плазмы не выцеживаются почками, а остаются в орошающей их крови. Ясно, что в почках должны быть какие-то строительные элементы, которые при образовании мочи действуют не просто механически, как любой обыкновенный

фильтр, а, так сказать, «с разбором»: одни вещества пропускают, а другие задерживают.

А потом. Если сравнить количество мочевины, мочевой кислоты, соединений калия и т. д. в моче с количеством этих же веществ в крови, то окажется, что моча ими много богаче крови; иначе говоря, в моче они сконцентрированы больше, чем в крови. На этом основании следовало бы ожидать обратного перехода этих веществ из мочевых канальцев, наполненных ими, в мальпигиевы клубочки, т. е. в кровь. На самом же деле ничего такого не происходит: сосуды, выносящие кровь из почек, т. е. почечные вены, беднее составными частями мочи, например, мочевиной, чем сосуды, которые приносят кровь к почкам, т. е. почечные артерии. Опять-таки ясно, что какие-то строительные элементы не просто фильтруют из крови составные части мочи, а активно отбирают их в надлежащем количестве и, быть может, даже подвергают некоторой переработке. И вот встает вопрос: какие же это элементы? Перед вами рисунок. Это — отрезок мочевого канальца в продольном и поперечном разрезе. Внутренняя стенка его выстлана цилиндрическими клетками так называемого эпителия. Вот они-то и являются, по мнению большинства ученых, тем механизмом, который производит отборку важнейших частей мочи из материала, доставляемого кровью. Опыт показывает, что если в кровь ввести какое-нибудь инородное вещество, например, индиго, то частички его будут полностью задержаны эпителиальными клетками мочевых канальцев: другие клетки почек этого не делают. Известно и другое. Когда в моче, при некоторых болезнях, появляется большое количество белка, то у больного оказывается пораженным эпителиальный слой мочевых канальцев: нормальная деятельность эпителиаль-

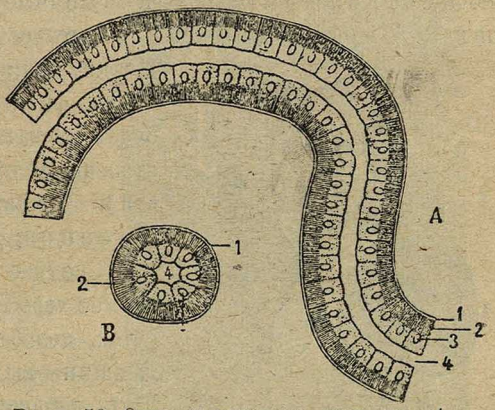


Рис. 53. Отрезок мочевого канальца. *А* — в продольном разрезе. *Б* — в поперечном разрезе. 1 — внешняя оболочка канальца; 2 — клетки цилиндрического эпителия; 3 — ядро клетки; 4 — просвет канальца.

ных клеток нарушена, они не в силах исполнять свою работу и вместо того, чтобы задерживать белок, пропускают его внутрь мочевых канальцев, т. е. в мочу. Оба эти факта служат наглядным показателем той роли, которую исполняют в почках эти клетки.

Итак, образование мочи в почках связано с деятельностью не только мальпигиевых клубочков, но и самих мочевых канальцев, т. е. клеток, выстилающих эти канальцы изнутри. Клубочки отцеживают воду и различные соли, а эпителий канальцев отбирает мочевину и другие составные части мочи.

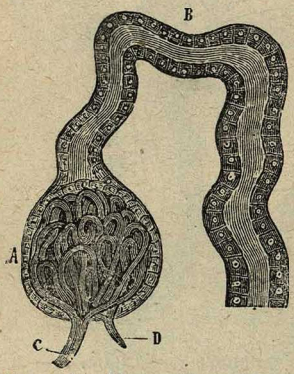


Рис. 54. Мочевой клубочек, сильно увеличенный. *C* и *D* — отрезки маленькой артерии и вены; *B* — мочевой каналец, одевающий своим расширенным концом клубочек *(A)*.

Почки, если хотите, своего рода цедилка, фильтр. Но гораздо правильнее будет назвать их очень сложно построенным и активно действующим фильтрационным аппаратом (Словцов, Данилевский).

Среднее количество мочи, выделяемое взрослым мужчиной в течение суток, колеблется между $1^1/_2$ и 2 *л*; женщины выделяют несколько меньше. Есть, впрочем, очень много обстоятельств, влияющих на количество и свойства выделяемой мочи, так что в этом отношении она может служить очень чувствительным показателем различных состояний организма. Усиленная мышечная работа, сильное нервное возбуждение, прием большого количества пищи, особенно жидкой, и т. д. — словом, все, что повышает распад белков и увеличивает кровяное давление, все это вызывает более или менее обильное выделение мочи.

Почки — одно из важнейших и незаменимых орудий жизни. Вырезая у какого-нибудь животного обе почки, мы готовим ему неминуемую — притом мучительную — смерть через несколько дней после такой операции. Смерть вызывается отравлением организма — сердца, мышц, нервной системы — продуктами распада белковых веществ (уремия). За отсутствием аппарата, удаляющего эти продукты из крови, они остаются и в ней и в тканях тела, а в результате прекращение всех жизненных отправлений, смерть. Если у животного удалить только одну почку, то смерти не последует, и организм довольно быстро справится

с нанесенным ему уроном: оставшаяся в целости почка увеличивается в размерах и берет на себя функции вырезанной почки, начинает работать «за двоих». Иногда такую работу без особенного ущерба для животного может вести даже половина или треть одной почки, — факт, свидетельствующий об удивительной порою жизнеспособности организмов и об их умении приспособляться к минимуму благоприятных для жизни условий.

Кроме мочи есть и другой жидкий продукт разрушения тканей — пот. Органы, выделяющие его, заложены в громадном числе в коже, покрывающей наше тело. Органы эти называются потовыми железками (рис. 55).

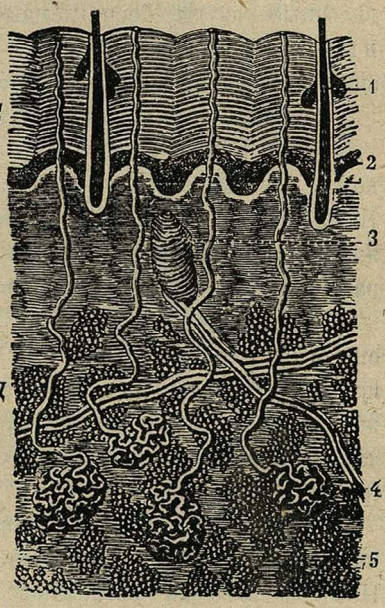


Рис. 55. Поперечный разрез кожи. *Е* — кожица; *Д* — собственно кожа; 1, 2 — волосяной мешочек с волосом; 3 — осязательное тельце; 4 — потовые железы с выводными протоками; 5 — сальные железы.

Как это ни странно на первый взгляд, однако, несомненно, что все тело человека заключено в очень тоненький роговой панцырь, который состоит из множества роговых чешуек (клеточек) бледно-желтого цвета. Чешуйки эти располагаются в несколько слоев, причем клеточки верхних слоев постоянно отпадают (шелушатся) и заменяются новыми, образующимися вследствие непрерывного деления ниже лежащих слоев таких же клеток. Нижние слои клеток заключают в себе особое красящее вещество коричневого цвета (пигмент). Итак, наружные роговые клетки — светло-желтого цвета; лежащие ниже их такие же клетки заключают в себе красящее вещество коричневого цвета. Прибавьте к этому красный цвет крови, просвечивающей сквозь тонкие стенки волосных сосудов кожи, и вы будете иметь три краски — светло-желтую, коричневую и красную, различным сочетанием которых можно объяснить себе различия в цвете кожи как отдельных племен и рас, так и отдельных личностей, даже отдельных мест тела. Темный цвет кожи негра зависит, например, от того, что

роговая кожица его довольно толстая и пропитана большим количеством темно-коричневого красящего вещества. И наоборот, «телесный» цвет кожи европейца обусловливается красным цветом крови, просвечивающей через тонкую прозрачную кожицу, которая состоит из желтоватых чешуек.

За тоненьким слоем кожи, называемым обыкновенно кожицей, лежит более толстый слой. В этом слое кожи помещаются волосные сосуды, бесчисленные лимфатические канальцы, сальные и потовые железки. Для нас здесь важно рассмотреть значение сальных и потовых желез.

Первые, как показывает их название, выделяют сало, которым постоянно смазываются волосы и наружный роговой слой кожи, благодаря чему они не так быстро сохнут и шелушатся. Вторые же, т. е. потовые железки, служат для удаления из тела жидких продуктов разрушения тканей. Число потовых железок, разбросанных по всей поверхности тела, достигает до двух слишком миллионов; приэтом не во всех частях тела встречаются они в одинаковом количестве. Больше всего их на ладони рук, под мышками и на лбу, а меньше всего на спине. Каждая железа похожа на клубочек, состоящий из густо свернутого канальца, открывающегося отверстием на поверхности кожи (рис. 55).

Волосные сосуды кожи приносят к потовым железкам негодные, даже вредные для организма жидкие продукты разрушения. Потовые железки извлекают часть их из кровяного потока и постоянно выносят наружу сквозь отверстия на поверхности кожи. Так как главная составная часть пота — все же вода, то этим способом, значит, организм освобождается от избытка ее. Однако, кроме воды, в поте есть и некоторые другие вещества: жиры и различные кислоты (уксусная, муравьиная), придающие ему неприятный, едкий запах; затем в нем есть небольшое количество мочевины и поваренной соли, делающей пот несколько солоноватым на вкус. Все эти вещества удаляются из тела вместе с большим количеством воды, благодаря деятельности потовых железок.

Не следует думать, что пот выделяется только тогда, когда крупные капли его выступают на различных местах кожи. Ничуть не бывало: работа потовых желез не прекращается ни на мгновение. Судить об этом можно между прочим и потому, что поколичество та, выделяемого человеком в течение суток, очень

велико, почти вдвое больше количества продуктов разрушения, выделяемых через легкие (Ландуа). Количество, как видите, почтенное и требует, без сомнения, постоянной и сравнительно энергичной работы потовых желез. Впрочем, убедиться в том, что пот выделяется постоянно, можно при помощи двух следующих опытов.

Когда пот, повидимому, совершенно не выделяется, когда нет никаких признаков его, — попробуйте плотно заключить голую руку в стеклянный цилиндр; несколько времени спустя на внутренней поверхности его появятся капли жидкости: тут уже не трудно убедиться в том, что это пот.

Другой опыт еще эффектнее. Возьмите клочок бумаги, пропитанной азотнокислым серебром (ляпис), и приложите его на некоторое время к совершенно сухой с виду ладони; затем выставьте эту бумажку на свет. Пройдет несколько минут, бумажка потемнеет — от действия света на ляпис. Но на этом темном фоне будет густо рассыпано множество светлых точечек. Каждая из них соответствует отверстию потовой железки на том участке ладони, который был покрыт бумажкой. Спрашивается: откуда взялись эти светлые точки? В тех пунктах, где появились они, находились капельки пота, в котором содержатся хлористые вещества, например, поваренная соль: эти хлористые соединения, действуя на ляпис, образуют хлористое серебро, которое и выступает в виде белых точек там, где объявились крошечные капельки пота. Так получается этот оригинальный фотографический снимок, убеждающий нас в том, что пот выделяется даже тогда, когда о нем, повидимому, нет и помину.

Так как кожа, благодаря рассеянным в ней потовым железкам, удаляет из тела негодные для него вещества, то самое простое благоразумие требует более или менее бдительного ухода за нею. Здесь речь идет, конечно, не о выдумках парфюмерных дел мастеров, а о том, чтобы каждый считал непременной своей обязанностью чистоплотность по отношению к коже. Заботы наши о ней должны клониться к тому, чтобы не засорять выводных протоков сальных и потовых желез. Средства для этого весьма обыкновенны и всем доступны: частые обмывания кожи, ванны, купанья, бани.

Между количеством мочи и пота существует довольно тесная связь: чем обильнее выделение пота, тем меньше выделяется мочи, и наоборот: при усиленном выделении мочи, количество

пота уменьшается. Так как на почки и потовые железки возложено несколько однородных работ, то и понятно, почему они в своей деятельности, так сказать, уравновешивают друг друга.

Итак, в клетках, составляющих наше тело, идет непрерывная работа разрушения, и продукты этого разрушения помощью особых органов выделения удаляются из организма как негодные, даже вредные для него вещества.

Если клетки непрерывно теряют часть своего содержимого в виде угольной кислоты, воды, мочевины, мочевой кислоты и т. д., то несомненно, что они столь же непрерывно должны пополнять происходящую в них убыль; иначе жизнь их прекратится, и вместе с этим прекратится существование всего организма. Следовательно, у нас теперь на очереди вопрос о питании клеток, о приходе, покрывающем расход. Так как клетки черпают для себя пищу из крови, а последняя образуется из переваренной пищи, поступающей в нее из кишечника, то прежде всего придется остановиться на переходе питательных веществ в кровь.

На всем протяжении от входа в желудок до своего конечного пункта стенки кишечного тракта обладают способностью всасывать переваренные пищевые вещества; особенно энергично всасывают стенки тонких кишек. Вся внутренняя поверхность их устлана слизистой оболочкой, названной так потому, что она постоянно выделяет слизь. Слизистая оболочка тонких кишек не гладкая, а вся сплошь складчатая, и складки усеяны множеством маленьких сосочков, называемых ворсинками; оттого-то и говорят, что она ворсинчатая. Как складки, так и ворсинки очень важны при всасывании уже по тому одному, что они увеличивают всасывающую поверхность тонких кишек и ускоряют таким образом переход питательных веществ в кровь. Небезынтересно будет отметить, что всасывающая поверхность тонких кишек и ворсинок, взятых вместе, составляет не менее 4 — 5 квадратных метров; иначе говоря, она в два-три раза больше поверхности нашего тела.

Да будет позволено мне рассмотреть устройство ворсинок несколько подробнее.

Внутри каждой ворсинки залегает так называемый млечный сосуд (один, а иногда и больше), артерии и вены (буквы *b*, *c*, *d* на рисунке 56); густая сеть волосных сосудов подобно перчатке одевает их, и, наконец, все это точно мантией покры-

вается тончайшим слоем цилиндрических клеточек, между которыми кое-где втиснуты клетки, имеющие форму бокалов. Взглянув на рис. 56*A*, изображающий ворсинку, а рядом с нею одну из цилиндрических клеток, вы увидите, что верхушка последней покрыта каемкой; если рассматривать эту каемку в микроскоп, то можно заметить, что она исчерчена вдоль. Значение всех этих подробностей в строении ворсинки станет для нас ясным, как только мы займемся рассмотрением перехода питательных веществ в кровь; а пока предлагаю вниманию читателя следующий простой опыт, который также послужит к выяснению явлений всасывания.

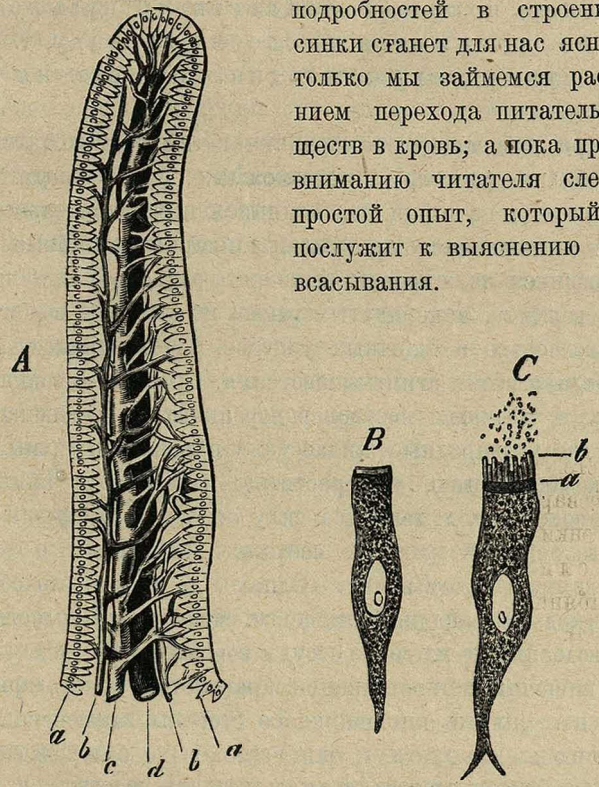


Рис. 56. *A* — ворсинка из тонких кишек. *aa* — наружный слой клеточек; *bb* — артерии; *c* — вена; *d* — млечный сосуд. *B* — одна из клеток, покрывающих ворсинку. *C* — та же клеточка в тот момент, когда она поглощает жировые капельки.

Возьмем пузырь[1], в отверстие которого вставлена длинная стеклянная трубка, с обоих концов открытая; наполним пузырь соляным раствором и отметим на трубке то место, до которого достигает в ней раствор. Затем погрузим этот пузырь в сосуд с чистой, дестиллированной (перегнанной) водой. Не-

[1] Напр., мочевой пузырь ягненка или зоб птицы.

сколько времени спустя, мы заметим, что жидкость в трубке подымается, а вода в сосуде приобретает солоноватый вкус. Очевидно, что между жидкостями, заключенными в пузыре и в наружном сосуде, происходит обмен сквозь стенку пузыря: часть соляного раствора проходит в сосуд, а взамен его из сосуда вода проникает в пузырь. И обмен этот будет продолжаться до тех пор, пока обе жидкости—в пузыре и в сосуде—не сравняются по своему составу, т. е. пока они не станут, скажем, одинаково солены (осмос, диффузия).

Внутри работающего кишечника, в химусе, находятся в большом изобилии растворы всевозможных питательных веществ, образовавшиеся из пищи под влиянием пищеварительных соков: пептоны и аминокислоты, мыла, глицерин и жирные кислоты, образовавшиеся из жиров и, наконец, растворы различных минеральных веществ, почерпнутых также из пищи; в ворсинках же, внутри волосных и млечных сосудов, течет жидкость, относительно бедная всеми этими веществами. Сравнивая тонкие стенки волосных и млечных сосудов в ворсинках с перепонкою, отделявшую две разнородные жидкости в нашем опыте, мы должны притти к заключению, что растворы пептонов и аминокислот, сахара и солей и т. д. должны в силу осмоса и диффузии перейти внутрь волосных и млечных сосудов и смешаться с той жидкостью, которая течет в них. Однако, не только это обусловливает переход растворенных пищевых веществ из полости кишечника в волосные и млечные сосуды ворсинок. Мы знаем уже, что стенки кишечника постоянно сокращаются; благодаря этому, давление внутри кишечника со стороны заключенных в нем веществ повышается, и они начинают с большей силой просачиваться, фильтроваться в полость волосных и млечных сосудов. Одновременно с сокращением тонких кишек, сокращаются столь же энергично и сами ворсинки. Это опять-таки ускоряет переправу питательных растворов из кишечной полости в кровь. Сокращаясь, ворсинки гонят заключенную в их сосудах жидкость дальше, опорожняются; когда же, вслед за этим, они опять расширяются, то растворы из кишечника невидимыми струйками вновь проникают внутрь сосудов, заложенных в ворсинках. Иначе говоря, каждая отдельная ворсинка, сжимаясь и расширяясь, действует в данном случае подобно маленькому нагнетательному насосу.

Итак, диффузия и осмос, сперва сквозь тонкий клеточный покров ворсинок, а затем сквозь стенки волосных и млечных сосудов, и фильтрация благодаря непрерывному сокращению как всего кишечника, так и каждой отдельной ворсинки — вот, повидимому, причины, от которых зависит переход растворенных питательных веществ из пищеварительного канала в кровь.

Да, «повидимому». Ибо этих чисто механических причин недостаточно для объяснения тех явлений, которые сейчас занимают наше внимание. Говоря о работе почек, мы сказали, что одною фильтрацией ее не объяснишь. То же приходится сказать и о всасывающей деятельности кишек.

С чем собственно имеем мы дело при всасывании в кишках? С взаимодействием двух водных растворов, которые состоят из различных нужных для питания веществ: один из них находится в полости кишек, другой — внутри млечных и кровеносных сосудов ворсинок. Растворы эти различны и количественно и качественно по своему составу. Они отделены друг от друга перепонкой, и взаимодействие между ними идет при посредстве этой перепонки. Не забывайте, однако, что это — живая и притом двойная перепонка: одна состоит из клеток эпителия, образующих чехлик каждой ворсинки, другая сложена из клеток, составляющих нежные стенки кровеносных и млечных сосудов той же ворсинки. А раз это живая перепонка, то она не может относиться совершенно пассивно к тому, что делается по обе стороны ее в тот момент, когда разделенные ею жидкости вступают во взаимодействие. «В кишечнике эта перепонка, — говорит проф. Словцов, — состоит не из мертвой пластинки, а составлена из клеток, могущих в силу своей сложной структуры видоизменять характер процесса всасывания».

Еще определеннее та же мысль выражена у французского физиолога Гедона.

«Эпителиальную перепонку, через которую должны проходить всасываемые вещества, нельзя,—говорит он,—сравнивать с инертной мертвой перепонкой;[1] живые клетки эпителия вмешиваются, благодаря своей жизнедеятельности, в процесс всасыванья, то бла-

[1] Здесь речь идет о тех перепонках, искусственных или животного происхождения, которыми пользуются при опытах с осмосом. *В. Л.*

гоприятствуя ему, то затрудняя или совершенно останавливая всасыванье, то, наконец, выбирая из раствора определенные вещества и отбрасывая другие. Всасывание — жизненный акт, и механизм его, как и у всякого жизненного явления, чрезвычайно сложен и еще не поддается физико-химическому анализу». [1]

Насколько, однако, доказательны все эти утверждения? Пусть ответом служат опыты. Если взять два совершенно одинаковых раствора поваренной соли и разделить их искусственной перепонкой, то никакого осмоса и никакой диффузии между ними не произойдет. И понятно почему: в обоих растворах заключается равное количество поваренной соли, их концентрация одна и та же, или, говоря научным термином: их «осмотическое давление» одинаково. Но попробуйте отделить те же растворы не искусственной перепонкой, а перепонкой из живой кишки — и картина получится совсем иная: жидкость будет переходить через перепонку с одной стороны ее на другую — со стороны, усеянной ворсинками туда, где нет ворсинок, т. е. именно так, как действует слизистая оболочка кишек при отправлении своих физиологических обязанностей.

Такой же опыт и с таким же результатом можно проделать и на животном.

Возьмем у собаки кровяную плазму и введем эту плазму в полость тонкой кишки той же собаки. Не пройдет несколько минут, как вода, соли да и другие составные части плазмы начнут всасываться ворсинками кишки. При осмосе обязательно должна быть разница в составе, в концентрации, в «осмотическом давлении» двух жидкостей, разделенных перепонкой. Здесь ничего этого нет. Как по одну, так и по другую сторону живой перепонки — одна и та же кровяная плазма. А между тем всасывание происходит.

Третий опыт еще показательнее.

Введем в кишечник животного на продолжительное время насыщенный раствор соли, т. е. такой раствор, в котором ее несравненно больше, чем в крови этого животного. Здесь же происходит следующее: ворсинки кишек извлекают из рассола воду, а соли не трогают, несмотря на то, что в крови ворсинок, в данном случае, гораздо меньше соли, чем в полости кишек.

---

[1] Т. е. разбору, объяснению.

Указав на такого рода опыты, проф. В. Данилевский приходит к следующему выводу: «Очевидно, что такие процессы, совершающиеся как бы вопреки чисто физическим соотношениям, могут быть объяснены только тем, что слизистая оболочка кишек — «живая», что при этом участвуют еще какие-то другие силы, другие условия, кроме одних только указанных физических».

Этот вывод не нужно, само собою разумеется, толковать так, будто в жизненном процессе участвует какая-то особая «жизненная сила». Нет, дело тут сводится лишь к тому, чтобы показать и, быть может, лишний раз, как следует, подчеркнуть, что наука о жизни пока не все знает, и что для полного исчерпывающего понимания различных сторон жизненного процесса необходимо еще не мало поработать.

В кишечнике, после приема пищи, находятся «переваренные» белки, жиры и углеводы. Каждая группа этих веществ всасывается по-своему, и уже при всасывании углеводов явственно выступает «избирательная способность» строительных элементов кишечной ворсинки. Крахмал, гликоген и сложные сахаристые вещества, вроде тростникового, молочного и солодового сахара, ворсинками не принимаются. Все эти углеводы должны расщепиться на простые сахаристые вещества для того, чтобы началось их всасывание.

Но даже к этим простым углеводам слизистая оболочка кишек относится различно. Виноградный и плодовый сахар представляют собою одинаково простые углеводы. И тот и другой проходят через мертвые перепонки с одинаковой легкостью и скоростью. Через стенки же живой кишки виноградный сахар проходит лучше и быстрее, чем плодовый. Словом, глюкоза — вот тот углевод, который при обычных условиях пропускается свободно стенками кишечника. Других углеводов они не принимают, ибо и ткани нашего тела, получающие пищу, переработанную кишечником, имеют дело непосредственно с глюкозой. Вот почему, если ввести прямо в кровь или под кожу, или, наконец, в брюшную полость, тростниковый сахар (сложный углевод), то он будет задержан почками и несколько времени спустя выйдет наружу вместе с мочей.

Вопрос о всасывании жиров до сих пор еще находится в стадии обсуждения, окончательно не решен и вызывает не мало споров.

Жир в кишечнике омыляется, расщепляется на глицерин и жирные кислоты, а частью распыляется на мельчайшие капельки, образуя эмульсию молочного цвета.

Мыла, глицерин и жирные кислоты всасываются легко слизистой оболочкой кишечника. Это все признают. Это никаких споров не возбуждает.

Но вот только что названные продукты распада жиров проникли в эпителиальные клетки кишечной ворсинки. Как же идет дальше их всасывание? Проходят ли они отсюда в сосуды ворсинок неизмененными или же претерпевают какие-нибудь изменения в клетках эпителия?

Ответ на это дается двоякий. По мнению одних, продукты расщепления жиров, растворимые мыла, глицерин и жирные кислоты — тут же, в клетках, одевающих кишечную ворсинку, вновь соединяются под воздействием фермента, вырабатываемого этими клетками, и образуют жировые капельки; другие же полагают, что никаких перемен с жирными кислотами и глицерином в покровных клетках ворсинки не происходит, и что вещества эти прямо, как есть, поступают в сосуды ворсинки. А Абдергальден, исходя из некоторых опытов и общих соображений, пытается примирить оба эти взгляда и утверждает, что «одна часть строительных элементов жира вновь превращается в жир внутри эпителиальных клеток кишечника», а другая часть «прямо через эти клетки приходит в лимфатические сосуды и здесь уже преобразуется в жир». Очевидно, вопрос не так уж прост для решения. Удовлетворимся тем, что непосредственно вытекает из сказанного: очевидно, и по отношению к продуктам расщепления жиров слизистая оболочка кишечника ведет себя не индифферентно, а активно, регулируя и в данном случае всасывание так, чтобы оно проходило с максимумом пользы для организма.

Ну, а как же проникают в кровь сильно размельченные капельки жира? Вот тут-то нам приходится считаться с теми подробностями в устройстве ворсинок, которые, может быть, показались вам несколько утомительными в предшествующем изложении. Нежные каемки клеток, одевающих подобно мантии ворсинку, снабжены, по мнению некоторых ученых, тоненькими канальцами. Эти едва уловимые канальцы и служат путями передвижения мелко раздробленных жировых капель из полости кишечника внутрь покровных клеток ворсинки. Если несколько

часов спустя, после того как животное накормили жирною пищей, убить его, вскрыть кишечник и, взявши часть ворсинки, рассмотреть ее под микроскопом, то взору наблюдателя представится следующая картина: множество мельчайших капелек жира обступает покровные клетки ворсинки. Некоторые из этих клеток увеличены, точно набухли, и в содержимом их (в протоплазме) множество жировых капелек. В других клетках жировых зернышек мало: они только что начинают поглощать их; и в это время можно заметить, как крошечные капли жира расположились в канальцах клеточной каемки. У некоторых беспозвоночных животных протоплазма клеточек, одевающих ворсинку, не бездействует и сама при поглощении жировых зернышек. Местами она вытягивается наподобие тоненьких отростков, которыми захватывает капельки жира и увлекает их внутрь клетки. Дальше жир из клеток, покрывающих ворсинку, переходит в млечные и волосные сосуды ее. Но как? Тут, согласно некоторым указаниям, на сцену выступают лейкоциты. Они выходят из сосудов, нагружаются жировою пылью и возвращаются обратно с большим содержанием жира.

Нам остается указать, как всасываются белки.

Что делается с белками пищи в желудке и кишечнике — мы знаем: частицы их расщепляются, образуя «осколки» и «кирпичики» белковой молекулы, т. е. пептоны, полипептиды и аминокислоты. Частицы пептонов, как показывает опыт, могут свободно проходить (диффундируют) сквозь живые перепонки. Стало быть, есть все основания думать, что пептоны прямо, без дальнейших изменений, всасываются стенками кишечника и переходят в кровь. Но дело в том, что, несмотря на всасывание большого количества пептонов во время пищеварения, в крови их совсем не находят: в ней есть следы аминокислот, много оформленных, готовых белков, но нет пептонов; проходя барьер, образуемый слизистою оболочкой кишечника, они вдруг исчезают. Очевидно, что внутри этого барьера они вновь подвергаются переработке, в результате которой получаются подлинные белки. Вот почему Эмиль Фишер и Эмиль Абдергальден — общепризнанные авторитеты в этом вопросе, — а вслед за ними и многие другие ученые, склонны думать, что слизистая оболочка кишек всасывает из кишечника, главным образом, аминокислоты и отчасти полипептиды, что полипептиды, равно как и пептоны, попадая в стенки кишечника, рассыпаются

на составляющие их аминокислоты, и что из этих последних тут же, в слизистой оболочке кишек, под влиянием соответствующих ферментов воссоздаются белки, которые мы находим в крови. Если все это так, то нужно думать, что слизистая оболочка кишек является одной из лабораторий, в которой из различных аминокислот строятся белковые тела, характерные для каждого данного вида животных. Мы знаем ведь, что белковых тел очень много и что белки лошади отличаются от белков шимпанзе, а эти последние — от белков человека. Теперь, на основании только что сказанного, можно предположить, что в деле образования таких специальных белков принимают участие и клетки слизистой оболочки кишечника.

После того как питательные вещества поступили в млечные и волосные сосуды ворсинок, им предстоит двигаться по направлению к сердцу. Путь их сюда двоякий, и вот почему. Волосные сосуды ворсинок постепенно соединяются вместе и становятся все толще и толще; наконец, они образуют один довольно крупный сосуд, который носит название воротной вены и направляется в печень (рис. 57). Войдя в печень, воротная вена снова рассыпается в сеть волосных сосудов, которые сливаясь дают начало печеночным венам, несущим кровь, обогащенную притоком питательных веществ, в нижнюю полую вену, а оттуда в правое предсердие. В то же самое время млечные сосуды ворсинок также сливаются в конце концов и несут питательные вещества сперва в грудной проток, а затем уже через верхнюю полую вену опять-таки в правое предсердие. Читатель, должно быть, уже догадался, что так называемые млечные сосуды, берущие начало в ворсинках кишек, представляют собой не что иное, как обыкновенные лимфатические сосуды, с тем лишь различием, что лимфатические сосуды кишечника (т. е. млечные сосуды) наполнены питательными соками, которые должны покрыть затраты, произведенные различными тканями, тогда как все остальные лимфатические сосуды несут лимфу, в которой находятся продукты разрушения этих же самых тканей. Само название «млечный сосуд» показывает, что в лимфатических сосудах кишечника вместо почти бесцветной лимфы течет жидкость молочно-белого цвета: это так называемый хилус, млечный сок, имеющий белый цвет оттого, что он переполнен множеством плавающих в нем

жировых капель. Подобно тому как в молоке белый цвет его обусловливается мелко-зернистым жиром, так и здесь, в млечном соке, молочный цвет его зависит от того же самого.

В самый разгар пищеварения и сейчас же вслед за ним в кровеносных сосудах кишечника наблюдается большой приток углеводов и белков, а в лимфатических сосудах такое же накопление жиров. Углеводы и белки поступают из кишечника почти целиком в кровь, которая направляет их в печень, а жиры переходят в лимфу и, минуя печень, идут прямо к сердцу.

Печень, по меткому выражению одного ученого, «является главною химическою лабораторией нашего тела»: в ней, как вам уже известно, приготовляется желчь, причем красящие вещества этой последней — билирубин, биливердин, билифусцин и т. д.— возникают из гемоглобина красных кровяных шариков;[1] в ней образуются главные составные части мочи — мочевина и мочевая кислота; в ней же претерпевают превращения некоторые белковые вещества, пришедшие из кишечника, а простые углеводы перерабатываются в сложный углевод — гликоген. И это еще не все. Печень — один из защитных аппаратов нашего организма, контрольная станция, на которой подвергается проверке поступающий из кишечника материал. Последний не

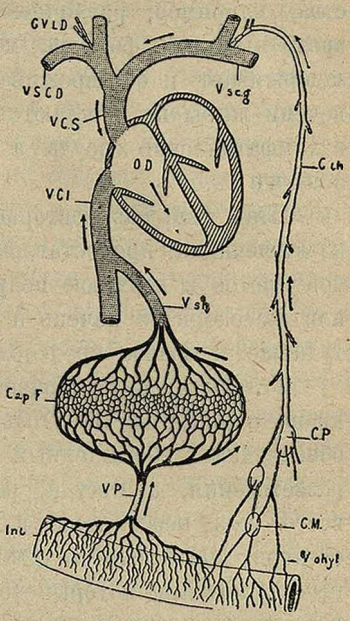


Рис. 57. Схематический рисунок, изображающий двойной путь питательных веществ из кишечника в сердце. *Inl* — часть кишечника; *VP* — воротная вена, образовавшаяся из кровеносных сосудов, заложенных в стенке кишечника; *CapF* — печень; *Vsh* — печеночная вена; *VCl* — нижняя полая вена; *OD* — правое предсердие. Все это — один путь питательных веществ. *Vohyl* — млечные сосуды, берущие начало в кишечнике; *CM* — лимфатическая железа. Дальше лимфатический сосуд, переходящий в грудной проток (*Clh*), который впадает в подключичную вену (*Vscg*). *VCS* — верхняя полая вена, в которую впадает подключичная вена.

[1] В последнее время есть попытка доказать, что печень вряд ли может считаться органом, изготовляющим желчные кислоты и пигменты.

всегда безупречен по своему составу. В него могут проскользнуть из кишечника вредные и даже смертоносные для организма вещества, например, различные минеральные и растительные яды вроде мышьяка, фосфора, морфия, стрихнина и т. д. Печень их задерживает и обезвреживает. В таком контроле со стороны печени жиры не нуждаются. И потому, они почти сплошь идут в лимфатические сосуды, а оттуда прямо в сердце, не забегая в печень.

Итак, еще раз повторяю: пищевым веществам, выкаченным из кишечника, предоставлено два пути: или прямо, через грудной проток и верхнюю полую вену в правое предсердие; или же сперва в печень и затем уже через нижнюю полую вену туда же, в правое предсердие (рис. 57).

Устремляясь из правого желудочка сердца в легкие, где кровь очищается от угольной кислоты и избытка влаги, этот обновленный, обогащенный кислородом поток идет в аорту и ее разветвления, а оттуда, разливаясь по сети волосных сосудов всего тела, несет мощь и возрождение клеткам всех тканей и органов. Волосные сосуды проходят везде между тесно скученными клетками, которые черпают из этого живительного потока все, что им нужно и для собственного существования, и для того, чтобы нести возложенную на них работу. Жировые клетки берут себе жир, клетки мышц высасывают растворенные белки, из которых они строят фибрин; клетки хрящей и костей особенно усердно извлекают различные соли, придающие им твердость и прочность, а также и клей-дающее вещество; а клетки слюнных и других пищеварительных желез черпают из волосных сосудов тот материал, из которого приготовляются слюна, пепсин, поджелудочный и кишечный сок. Так питаются клетки, составляющие наш организм; так сам организм восполняет происшедшую в нем убыль.

И эта работа опять-таки протекает сложно, многообразными путями, при деятельном участии самих клеток.

Каждая группа клеток животного построена на свой особый лад, и материал, из которого она построена, отличается и количественно и качественно от материала других клеточных групп; у каждой такой группы, применительно к ее специальным функциям, должны быть свои особые белки, жиры и углеводы; и каждая из них снабжена различными ферментами, при помощи которых она расщепляет подвозимые к ней кровью питательные

вещества и из полученного таким образом «сырого» материала заново создает свои «кровные» углеводы, жиры и белки.

Так мышечная ткань, поглощая из крови простые углеводы, перерабатывает их в гликоген, а затем, во время интенсивной работы, пускает его в ход, превращая снова в глюкозу, за счет которой развертывается механическая деятельность мышц; так клетки сальных желез, поглощая жиры из кровяного потока, разлагают их на составные части, из которых дальше создается жир, характерный для сальных желез; а клетки молочных желез, получая нужный им материал из того же источника, переводят его в жир, типичный для молока. И такая же кипучая строительная работа идет в других клеточных группах, ведущих ее за счет того же, подвозимого кровью, материала и при содействии все тех же работников, — ферментов. Не только минеральные вещества, жиры и углеводы, но, само собой разумеется, и белки испытывают ряд специальных превращений в различных специальных группах клеток; и лишь в итоге этих превращений они становятся белками, присущими каждой такой группе: кровяные клетки создают гемоглобин, клетки слюнных желез — муцин, мышечные клетки — миозин, яйцевые клетки — овоглобулин и т. д. и т. д.

Те чисто физические процессы — осмос, диффузия, фильтрация, которые играют значительную роль при переходе питательных веществ из кишечника в кровь, — все они имеют, конечно, место при поглощении этих веществ из крови различными клетками нашего тела. Но как там, так и здесь, клетки относятся к подвозимой ими пище активно, а не пассивно. Если бы все дело тут ограничивалось одним осмосом и фильтрацией, то содержимое мышечных клеток ничем не разнилось бы от содержимого клеток эпителиальных или хрящевых, а протоплазма этих последних была бы вполне тождественна с протоплазмой клеток нервно-мозговых; ибо все они с одинаковым успехом или, вернее, безразличием тянули бы одни и те же «соки» из крови; да, пожалуй, состав их ничем не отличался бы от состава кровяной плазмы. Но этого нет: состав различных клеток различен; не схож он и с составом кровяной плазмы. И именно потому, что клетки обнаруживают одну замечательную способность, которую для краткости называют «избирательной способностью» и которая выражается в том, что каждая специальная группа их захватывает из кровяного потока то, что ей нужно, и не дает

к себе доступа таким веществам крови, которые для нее вообще, или при данных условиях, не нужны. И этот своеобразный подбор, как полагают некоторые ученые, можно объяснить так.

Животные клетки, по большей части, оболочек не имеют. Но тело их обнесено пленкой, состоящей из особых жироподобных веществ, известных под именем липоидов (см. выше). Эта «липоидная оболочка» пропускает через себя только такие вещества, которые легко в ней растворяются. У различных клеток различны и «липоидные оболочки», а различные оболочки наделены различной, специфичной для каждой группы клеток, «пропускной или избирательной способностью»...

На этом собственно и заканчиваются наши главнейшие сведения о «разрушении и обновлении» составных частей нашего тела. Можно только прибавить, что это «разрушение и обновление» принято в науке называть «обменом веществ» (метаболизм). Обмен веществ распространяется на весь организм в целом и на каждую отдельную клетку его.

«Клетка все время непрерывно строит и разрушает. Она никогда не бывает в покое. Непрерывно происходят физические и химические изменения, которые отчасти уравновешиваются другими, обратно текущими процессами. Полного равновесия в жизни клетки не наступает никогда. Сумма этих явлений и называется жизнью. Мы, однако, должны открыто признать, что в настоящее время изучена лишь небольшая часть всех клеточных процессов» (Абдергальден).

«Если, — говорит немецкий физиолог Макс Ферворн, — мы взглянем еще раз на процессы обмена веществ и соединим отдельные явления в одну общую картину, то найдем, что обмен веществ, начиная со вступления вещества в отдельную клетку и кончая его выходом отсюда, состоит из длинного ряда сложных химических процессов, которые можно представить себе в виде кривой линии с одним восходящим и другим нисходящим коленом. Восходящее колено представляет все процессы, приводящие к образованию живой материи; высший пункт его указывает на возникновение наиболее сложных органических соединений, белков; нисходящее колено представляет все процессы распадения живого вещества до самых простых соединений».

Разрешите несколько развить мысль Ферворна.

Основным строительным материалом, из которого сложены все органы и ткани, а, следовательно, и все клетки человече-

ского тела, служат углеводы, жиры и белки, поступающие в кровь после переработки пищи в органах пищеварения. Все это верно. Но верно и то, что человеческий организм, равно как и организм всякого другого животного, неспособен самостоятельно своими собственными силами приготовить из простого неорганического материала такие сложные органические соединения, как углеводы, жиры и белки: эту работу за человека и животных проделывают зеленые растения. Стало быть, «восходящее колено» обмена веществ берет начало в клетках зеленого растения: здесь, в листьях растения, при содействии зеленых зерен хлорофилла, углекислота, вода и минеральные вещества постепенно преобразуются в углеводы, жиры и белки. Этот процесс принято называть прогрессивным метаморфозом (превращением, преобразованием) веществ. Название «прогрессивный» дано ему потому, что мы тут имеем дело с целым рядом преобразований, в результате которых простые химические соединения последовательно становятся все более и более сложными, пока не произведут на свет сперва углеводы, жиры и белки, а потом и «живую материю», из которой построены ткани растения. Так завершается прогрессивный метаморфоз в зеленом царстве. У представителей животного царства дело обстоит иначе. А именно: растительные углеводы, жиры и белки подвергаются здесь, в тканях животного, дальнейшим преобразованиям и только после целого ряда разложений и сочетаний подымаются на высоту «живой материи», из которой сложены ткани животного.

«Живая материя» однако очень неустойчива. Она в процессе самой жизни расходуется, разрушается. И это разрушение «живой материи», как и создание ее, совершается путем целого ряда преобразований, переходов от сложного к простому. Вот почему такой обратный переход сложных органических соединений в соединения все более и более простые принято называть регрессивным метаморфозом веществ.

Итак, обмен веществ складывается из прогрессивного и регрессивного метаморфоза: это и есть его «восходящее» и «нисходящее» колена.

Благодаря обмену веществ в организме человека — да и всякого живого существа — протекают всю жизнь двоякого рода

процессы: одни из них ведут постепенно к разрушению составных частей его тела, другие, наоборот, так же постепенно восстановляют то, что разрушилось.

Если восстановление утраченных частей идет быстрее, энергичнее, чем разрушение их, то в организме накопляется некоторый избыток строительного материала, за счет которого тело увеличивается в объеме, т. е. растет. Рост, как известно, является одним из основных процессов жизни.

Однако, любое живое существо, независимо от его размеров и сложения, обладает еще одной характерной способностью: оно размножается, дает потомство, производит на свет себе подобные живые существа. Ничтожная по величине бактерия, величественный дуб, простейшее по своему строению из животных, амёба, и наконец человек, — все они наделены даром плодиться, размножаться. Размножение — источник продолжения и распространения жизни на нашей планете. Оно — могучий противовес смерти. Без него жизнь прекратилась бы вовсе. Размножение, подобно росту, неразрывно связано с обменом веществ. Оно — тот же рост, только идущий за пределы данного индивида.

Размножение человека не является чем-то исключительным в жизни природы. Оно, как и все другие функции человека, связано с целым рядом подобных же отправлений, разыгрывающихся в организме животных и растений. Оно — всего лишь отдельный штрих, правда, весьма яркий и оригинальный, в богатой содержанием картине размножения вообще. Ну, и понятно, что для того, чтобы оценить достодолжным образом этот штрих необходимо составить себе хотя бы общее представление о всей картине.[1]

Одно время думали, будто всевозможные одноклеточные животные и растения — все эти невидимые без микроскопа амёбы, корненожки, инфузории, бактерии, бродильные грибки и т. п. — возникают «самопроизвольно» из разлагающихся органических веществ, из мельчайших частичек гниющего сена, навоза, бульона, мяса и т. д. Теперь, однако, с достоверностью, не подлежащей никаким сомнениям, установлено, что простейшие одноклеточные организмы, подобно организмам крупным и сложно построенным, развиваются из таких же, как сами, организмов. «Все живое из живого» — вот один из основных законов совре-

[1] Подробнее см. мои «Основы жизни» и «Клетка и жизнь».

менной науки о жизни, и пока неизвестно решительно ни одного исключения из этого закона.

Как же, однако, размножаются все эти бактерии, амёбы и инфузории? Как одно поколение их производит на свет другое? Путем деления. Достигши известных размеров, каждая бактерия или амёба делится перетяжкой на две новых бактерии или амёбы. Дальше каждый из новоявленных организмов растет и вновь делится надвое. И так эта история повторяется из часа в час, изо дня в день, а род бактерий (или амёб) тем временем увеличивается да увеличивается в числе.

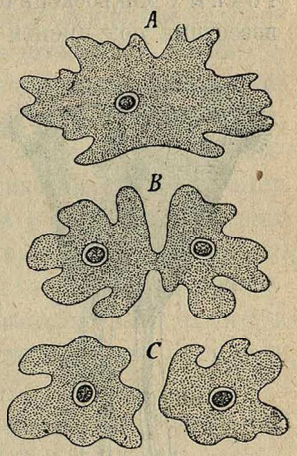


Рис. 58. Размножение амёбы путем деления. *A* — амёба собирается делиться. *B* — ядро ее уже разделилось, а тело (протоплазма) не вполне. *C* — две новые амёбы, возникшие из старой.

Не мешает, кстати, заметить, что таким способом размножаются и те разнообразные клетки, миллионы которых, как мы уже знаем, образуют различные ткани и органы человеческого тела. Не надо, наконец, думать, будто путем деления размножаются только одноклеточные организмы и отдельные клетки организмов многоклеточных. Нет, этот способ нарождения потомства встречается и среди некоторых сравнительно высокоорганизованных животных, — например, некоторых видов червей.

При размножении делением организм, давший начало двум или нескольким новым организмам, сам, как индивид, исчезает: он целиком, всем существом своим, так сказать, претворяется в потомство. Дело, однако, может происходить и иначе. Вот, скажем, дрожжевой грибок. Это — одноклеточный микроскопический организм. В известную пору жизни на теле его образуется одна или несколько почек (небольшие, кругловатые выступы). Почки эти со временем отшнуровываются от образовавшего их материнского тела, и каждая из них превращается в новый бродильный грибок.

Такой способ размножения принято называть почкованием.

Почкование также широко распространено в живой природе. К нему прибегают и одноклеточные и многоклеточные

организмы, и растения и животные. Среди последних можно указать, например, на гидр и полипов.

Деление и почкование относятся к той форме размножения, которая именуется бесполым. Тут, как видите, сам организм один, без участия другого создает потомство. Иначе обстоит дело в тех случаях, которым дано название размножения полового.

Остановимся опять-таки на примерах из жизни одноклеточных микроскопических животных. Перед нами инфузории, известные под именем сувоек. Размножаются они обычно путем деления. Но вот в их жизни настает пора, когда они уж дальше делиться не в силах. Что же тогда происходит? Две сувойки прикладываются друг к другу и постепенно сливаются. А затем образовавшаяся таким образом двойная сувойка начинает вновь делиться, производя на свет множество новых сувоек.[1]

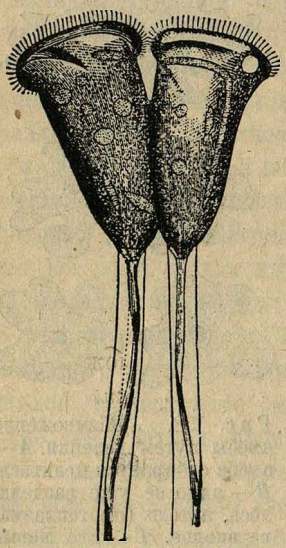


Рис. 59. Две сливающиеся сувойки.

Только что описанная форма размножения известна в науке под именем копуляции (слияние). Вы видите таким образом, что организмы, в целях размножения, помимо деления и почкования, пользуются еще копуляцией. При делении и почковании делу размножения служит всего лишь один индивид; а при копуляции для произведения потомства необходимо слияние двух индивидов.

Какое отношение имеет эта форма к размножению высших многоклеточных животных вообще и человека в частности? Наблюдается ли что-нибудь похожее на копуляцию, например, у червей, насекомых, рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих? Да, наблюдается, но только в несколько видоизмененной и более сложной форме.

В числе органов, которыми наделены все вышеназванные группы животных, имеются особые аппараты, предназначенные исключительно для размножения. Их называют — органы

[1] Для краткости я опускаю подробности этого сложного процесса.

размножения. Одни из этих органов — яичники — заготовляют внутри себя яйцевые клетки, или яйца; другие — семянники или семянные железы — производят семянные клетки или сперматозоиды (иначе — живчики).

Обыкновенно ни яйцевая, ни семянная клетка сама по себе произвести новое живое существо не может; яйцо должно слиться (копулировать) со сперматозоидом, и только тогда будет положено начало новому животному. Этот процесс соединения яйцевой клетки с семянною принято называть оплодотворением. Вы видите, таким образом, что размножение высших животных связано с оплодотворением. Оплодотворение же по существу есть то же, что и копуляция у низших одноклетных организмов, например, у инфузорий. Разница, правда, очень большая, но, строго говоря, лишь внешняя, заключается в следующем: у низших одноклеточных организмов, в целях размножения, соединяются полностью два отдельных индивида; а у организмов высших для произведения потомства соединяются две особые, специально для размножения приспособленные клетки (яйцо и сперматозоид), вырабатываемые в органах размножения или одного и того же индивида (гермафродитизм) или двух различных по полу индивидов (раздельнополость).

После этих предварительных объяснений, мы можем уже вплотную заняться вопросом о размножении у человека.

Человек, как и все млекопитающие, — существо раздельнополое. У мужчины имеются две семянные железы, вырабатывающие семянные клетки (сперматозоиды), а женщина наделена двумя яичниками, в которых развиваются яйцевые клетки или, просто, яйца.

Яйцо человека представляет собой микроскопическую клетку, имеющую в поперечнике не больше 0,2 миллиметра. В нем, как и во всякой типичной клетке, не трудно различить оболочку, протоплазму, ядро и ядрышко (рис. 60).

Сперматозоид человека значительно разнится от яйца и величиной своей, и формой, и строением. Вот он здесь перед вами, на рис. 61.

В нем надо различать три главные части: головку (*Ср*), шейку (*Рс*) и хвостик (*Cd*). Однако более внимательное изучение сперматозоида открывает в нем еще кое-какие характерные подробности. Грушевидная, несколько приплюснутая головка его заканчивается спереди более плотным и заостренным уча-

стком, которому дано название перфоратория, что значит, собственно, буравящий орган.

Сперматозоид гораздо меньше яйца: он имеет в длину 0,05 миллиметра — не больше, и в одном кубическом миллиметре (величина булавочной головки) семянной жидкости человека, по вычислению одного немецкого ученого, находится несколько тысяч сперматозоидов.

Теперь нам нужно проследить, как совершается оплодотворение — этот глубоко интересный процесс, смысл и значение которого так долго казались чем-то таинственным.

Проследить все фазы оплодотворения, т.-е. соединения семянной клетки с клеткой яйцевой, у человека до сих пор еще не уда-

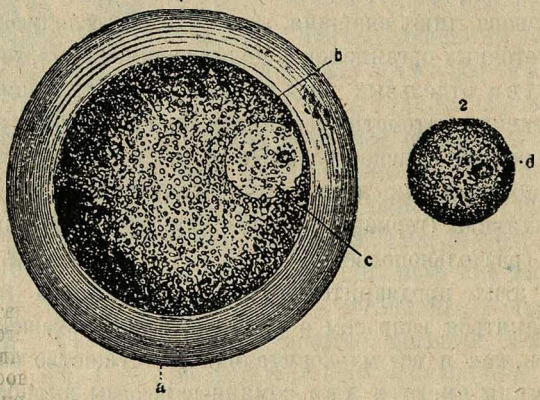


Рис. 60. Человеческое яйцо (сильно увеличено). 1. *a* — прозрачная оболочка; *b* — протоплазма; *c* — ядро с ядрышком (по-старому: зародышевый пузырек и зародышевое пятнышко). 2 — ядро с ядрышком отдельно.

валось. Но зато у некоторых беспозвоночных животных, например, у червей и иглокожих (морские ежи, морские звезды и т. д.), картина оплодотворения прослежена очень тщательно во всех ее подробностях. А так как оплодотворение у представителей животного царства в общем протекает одинаково, то достаточно будет знать, как совершается оно, положим, у иглокожих, чтобы составить себе правильное представление об отдельных, последовательных моментах оплодотворения у человека. Основная разница здесь будет лишь в том, что у морских ежей оплодотворение имеет место в воде, куда самцы и самки этих животных выбрасывают свои половые элементы (сперматозоиды и яйца); у человека же оплодотворение совершается вну-

три органов размножения женщины, где яйцо встречается со сперматозоидами, проникшими сюда вместе с семянной жидкостью мужчины.

Постотрим же, как обстоит дело у морских ежей.

«Крошечные, прозрачные яйца иглокожих откладываются в морскую воду. Здесь встречаются они со сперматозоидами и оплодотворяются.

Яйцо одето в нежную, удобопроницаемую оболочку. Среди мелко зернистой протоплазмы его расположилось пузыревидное ядро; оно лежит не в центре яйца, а несколько ближе к одному краю его. Тут же, под микроскопом, плавает множество сперматозоидов. Они — настоящие лилипуты по сравнению с яйцом: так ничтожна их величина».

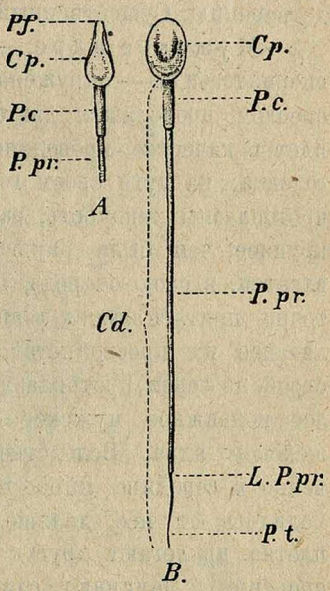


Рис. 61. Сперматозоид человека. *A* — вид его в профиль (представлен лишь частью). *B* — он же, полностью en face; *Pf* — перфораторий или буравящий орган; *Cp* — головка; *Pc* — шейка; *Cd* — хвостик; *Ppr* — главная часть хвостика; *Pt* — кончик его.

«Словно влекомые какой-то таинственной силой, направляются они, усиленно работая своими жгутами, к поверхности яйца и обступают его со всех сторон (рис. 62). Но вот один далеко опередил всех остальных. Еще мгновение — и он достигнет цели, тем более, что само яйцо как бы идет ему навстречу: протоплазма яйца образует небольшой бугорок (воспринимающий холмик), который выступает по направлению к сперматозоиду. Последний упирается головкой в студенистую оболочку яйца, работает усиленно своим хвостиком, достигает воспринимающего холмика и, наконец, внедряется в яйцо. Как раз в это самое время на поверхности всего яйца выступает тоненькая перепонка, которая защищает яйцо от вторжения в него других сперматозоидов: они остаются за бортом, тогда как проникший в яйцо сперматозоид продолжает итти все дальше и дальше вглубь яйца. Первое время мы видим его во всеоружии двигательного аппарата, но вскоре хвостик его перестает колебаться и затем исчезает. Что делается с ним? Вернее всего, что он распускается и смешивается с протоплазмой яйца.

Таким образом, внутри последнего остается видимой лишь головка сперматозоида и шейка его; приэтом часть протоплазмы яйца располагается вокруг шейки в виде расходящихся во все стороны лучей. Все это пока лишь пролог, подготовка, к оплодотворению. Существенный момент его еще впереди.

«Мужское ядро, — так можем мы назвать теперь головку сперматозоида, — окруженное лучами из протоплазмы, словно ореолом, продолжает двигаться дальше. Шейка сперматозоида идет в качестве проводника впереди, а за ней уж тянется и головка; на пути своем головка вбирает в себя из окружающей протоплазмы жидкость, разбухает и становится таким образом крупнее, чем была раньше. Навстречу мужскому ядру направляется, в свою очередь, и женское яйцевое ядро. Оба они точно притягиваются взаимно, и чем короче становится разделяющее их пространство, тем быстрее пробираются они сквозь строй из зерен протоплазмы навстречу друг другу. Однако более подвижное мужское ядро стремится вперед решительнее женского ядра. Вследствие этого, оба они встречаются обыкновенно в середине яйца, несмотря на то, что мужское ядро находилось от нее дальше, чем женское. Встретившись, ядра плотно прилегают друг к другу, уплощаются на месте соприкосновения и начинают сливаться. Процесс слияния длится минут 15 — 20; затем границы между ядрами исчезают, и из них получается одно общее ядро — ядро одноклеточного зародыша. Итак, теперь свершилось все, что должно было свершиться для того, чтобы яйцо могло развиваться, превращаясь постепенно в тот самый организм, которому надлежит из него возникнуть». [1]

Естественно задать вопрос: а наблюдается ли что-нибудь подобное в мире растений? Размножаются ли они половым способом? Имеется ли у них что-либо соответствующее процессу оплодотворения у сложных, высокоорганизованных животных?

Наука дает на все эти вопросы положительный ответ.

У водорослей, мхов, папоротников и у цветковых растений половое размножение встречается на каждом шагу. Все эти растения заготовляют особые клетки (половые элементы), служащие

[1] Вся эта выдержка взята из моей книги «Нерешенные проблемы биологии». О зародышевом развитии организмов см. первый том моих «Основ жизни».

делу размножения и дающие начало новым растениям лишь при посредстве оплодотворения.

И этот факт служит лишним доказательством в пользу той мысли, которую мы уже не раз отмечали в этой книге. А именно:

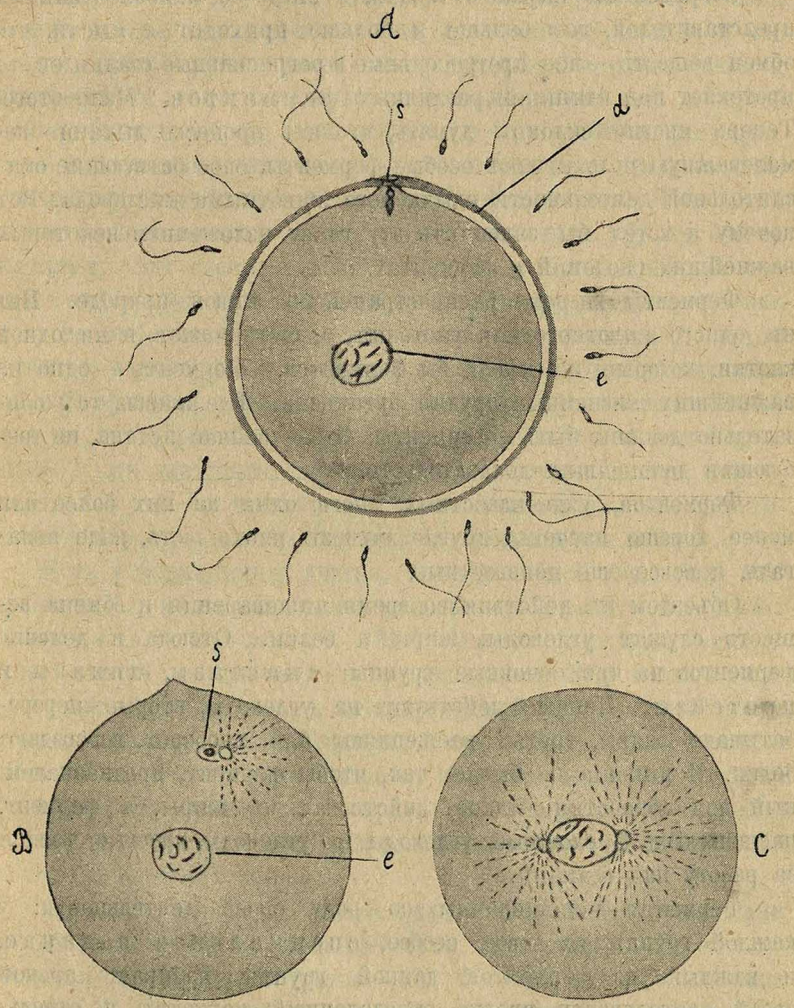


Рис. 62. Процесс оплодотворения. *A* — Яйцо, окруженное сперматозоидами; *s* — один из сперматозоидов пробирается внутрь яйца; *d* — тоненькая перепонка, закрывающая доступ в яйцо другим сперматозоидам; *e* — яйцевое ядро, идущее навстречу сперматозоиду. *B* — Дальнейшая стадия: сперматозоид (*s*) потерял хвостик, а шейка его окружена лучами протоплазмы; *e* — яйцевое ядро. *C* — Последняя стадия: яйцевое (женское) ядро и головка сперматозоида (мужское ядро) сошлись и слились. Вместо одной лучистой фигуры образовались две.

Мир растений и мир животных — всего лишь два могучих отпрыска одного и того же дерева жизни. Существо жизненных процессов во всей живой природе одно и то же. Жизнь в основных проявлениях своих едина.

Современная наука о жизни, в лице ее наиболее видных представителей, все больше и больше приходит к мысли, что обмен веществ — все прогрессивные и регрессивные стадии его — протекает под влиянием различных ферментов. Мало этого. Теперь многие склонны думать, что и в процессе дыхания немаловажную роль играют особые ферменты, способствующие окислительной деятельности вдыхаемого животными кислорода. Вот почему я хотел бы закончить эту главу изложением некоторых важнейших сведений о ферментах.

Ферменты широко распространены в живой природе. Нет ни одного животного или растения, а, быть может, и ни одной клетки, которые не имели бы ферментов. Ферменты — одно из важнейших жизненных орудий организма. Где жизнь, там обязательно должны быть и ферменты. Это — сейчас истина, не требующая дальнейших доказательств.

Ферментов, уже известных, много: одни из них более или менее хорошо изучены, другие изучены плохо; есть, надо полагать, и вовсе еще неизвестные.

Объектом их действия во время пищеварения и обмена веществ служат углеводы, жиры и белки. Отсюда и деление ферментов на три основные группы: диастазы, липазы и протеазы. Первые действуют на углеводы, вторые перерабатывают жиры, третьи расщепляют или, наоборот, воссоздают белки. И никогда не бывает так, чтобы фермент, предназначенный для обработки белков, действовал на жиры, а фермент, расщепляющий сложные углеводы на углеводы простые, взялся за работу над белками.

Ферменты — специфичны по роду своей деятельности: у каждой группы их свое особое, специальное задание, и каждый из ферментов данной группы избирает ареной своей деятельности вполне определенный материал, а отдельные ферменты не только различных групп, но и одной и той же группы различно ведут свою работу на одном и том же материале: так, трипсин, по всей вероятности, оперирует над белками несколько иначе, чем пепсин.

Это рассуждение о «специфичности» ферментов можно продвинуть и дальше. Раньше уже не раз говорилось здесь о том, что у животных различных видов имеются свои особые углеводы, жиры и белки.

Говорилось и другое, — что вся сложная работа организма распределяется между различными группами его клеток, и что каждая такая группа несет свою определенную службу, чем и отличается от всех остальных клеточных групп того же организма. Спрашивается: кем создаются те «особые углеводы, жиры и белки», которыми один вид животных (или растений) отличается от другого? Ответ ясен: ферментами. Еще один вопрос: а при помощи каких орудий различные группы клеток выявляют свое специфическое действие в организме? И тут ответ один: при помощи ферментов. Отсюда следует, что как видовые особенности различных организмов, так и специальный характер деятельности отдельных клеточных групп, образующих данный организм, зависят, если не всецело, то в значительной мере, от тех ферментов, которыми природа наделила и эти организмы и эти клеточные группы. Иначе трудно понять, почему из одной и той же смеси аминокислот мышечная клетка приготовляет миозин, а клетка слюнной железы создает муцин...

Есть у ферментов и другая, типичная для всех них, особенность: при самых минимальных дозах они дают колоссальный эффект. Так, одного грамма «инвертина» вполне достаточно, чтобы расщепить 200 килограммов тростникового сахара на виноградный и фруктовый сахар. А «амилаза» превращает крахмал в сахар даже тогда, когда в растворе имеется ее всего лишь одна миллионная часть: это ведь — едва уловимые «следы» фермента, а между тем они ведут прекрасно свое дело. Их роль может быть истолкована при помощи следующей схемы.

Положим, что у нас имеется два тела, *A* и *B*, которые сами по себе в химическое взаимодействие не вступают. Но вот появляется между ними третье тело *Ф*; оно легко соединяется с телом *A*, образуя новое тело *АФ*, которое доступно воздействию тела *B*. Тогда это последнее (*B*) вытесняет *Ф* из вновь возникшего тела *АФ*, а само приэтом соединяется с *A*, образуя тело *AB*. Освобожденный таким образом *Ф* опять соединяется с другими частями тела *A*, затем опять вытесняется новыми порциями тела *B*, опять становится свободным и т. д.

Все это можно представить в виде следующих формул:

I. а) $A + Ф = AФ$; в) $AФ + B = AB + Ф$
II. а) $A_I + Ф = A_I Ф$; в) $A_I Ф + B_I = A_I B_I + Ф$
III. а) $A_{II} + Ф = A_{II} Ф$; в) $A_{II} Ф + B_{II} = A_{II} B_{II} + Ф$ и т. д.

Вы понимаете, конечно, что под буквою $Ф$ здесь разумеется «посредник» — фермент. Он дает возможность соединиться телам A и B. Сам он то соединяется с одним из действующих тел, то освобождается, чтобы помочь вступить в связь новым порциям тел A и B, т.-е. опять соединяется с одним из них, опять освобождается и т. д., если хотите, без конца, только бы имелся требующий обработки материал.

Таково упрощенное объяснение одного из возможных способов действия ферментов. Оно делает понятным многое в деятельности их. Фермент во время работы не тратится, или почти не тратится. Отсюда делали вывод, что он действует одним лишь «присутствием» своим. Это казалось загадочным. В этом чувствовалась какая-то непроницаемая «тайна». Теперь мы знаем, в чем тут дело, знаем, почему фермент «почти не тратится» и почему «минимальные количества его дают колоссальный эффект»: потому что он попеременно то связывает себя с тем материалом, на который действует, то освобождается от временных уз, чтоб снова наложить их на себя для дальнейших действий.

Я только что сказал: «таково упрощенное толкование одного из возможных способов действия ферментов»; и подчеркнутые мною слова подчеркнуты не напрасно.

Учение о ферментах — сравнительно молодая отрасль естествознания. В ней еще много темного, много существенных пробелов. Достаточно сказать, что мы мало еще знаем о химической природе ферментов. В чистом виде они почти неизвестны. Многие полагают, что эти тела находятся в каком-то родстве с белковыми веществами. Но каков их подлинный состав, каково строение, и, самое главное, какие физические и химические изменения испытывает данное вещество под влиянием того или иного фермента (или группы ферментов — трипсин), все это, к сожалению, недостаточно выяснено и толкуется зачастую лишь предположительно, гипотетично.

Еще не так давно делили ферменты на две большие группы, предполагая, что одна из них заведует «нисходящим коленом»

обмена веществ, т.-е. регрессивным метаморфозом, а другая — «восходящим коленом» его, т.-е. прогрессивным метаморфозом; говорили о ферментах, расщепляющих, положим, жиры на глицерин и жирные кислоты, и о ферментах, воссоздающих (синтезирующих), скажем, белки из аминокислот. Теперь же установлено, что многие ферменты могут делать, смотря по обстоятельствам, и ту и другую работу; могут и расщеплять жиры и воссоздавать их снова; могут и раскалывать белковую молекулу на составляющие ее аминокислоты, и строить заново белок из этих же кислот.

Известно, например, что частица тростникового сахара, соединяясь с частицей воды, распадается на одну молекулу виноградного сахара и на одну молекулу фруктового сахара; когда же у смеси глюкозы с фруктозой отнимается вода, тогда они вновь связываются воедино и дают тростниковый сахар. И оба эти противоположные процесса — расщепление и синтез — с одинаковым успехом ведутся одним и тем же ферментом. Тут роль его как будто сводится к тому, чтобы присоединять и отнимать воду у того вещества, над которым он действует. У других ферментов иное задание: они способствуют отнятию водорода или присоединению кислорода к тем телам, которые отданы им в работу. Третьи содействуют слиянию воедино (спайке) нескольких частиц одного и того же вещества для получения из него нового, более сложного по строению химического тела: так образуется, например, крахмал из виноградного сахара в клетках зеленого растения. Как видите, способ действий ферментов довольно разнообразен.

Однако, говоря об их деятельности, не следует упускать из виду еще одно важное обстоятельство, которое ярко выступает в следующих общеизвестных фактах.

Действие пепсина возможно только в присутствии соляной кислоты; кишечная липаза слабо влияет на жиры в отсутствии желчи — собственно, желчных кислот; и совершенно также трипсин нуждается в помощи энтерокиназы (см. выше) для того, чтоб проявить свою действенную силу, свою активность. На что указывают эти факты? Они свидетельствуют о том, что если не все, то многие ферменты нарождаются в недеятельном состоянии: им нужен толчок, нужно возбуждение, нужно содействие других веществ, переводящих их из неактивного в активное состояние. И таким «толчком» для пепсина служит соля-

ная кислота, а для липазы — желчные кислоты; таким же «активатором» для трипсина является энтерокиназа, о которой мы уж беседовали раньше.

Закончим на этом. Большего для нашей темы не нужно.

Значение ферментов в жизни огромно. Но не надо делать из них каких-то всесильных идолов, которым дано «вязать и решать» все дела в организме.

Нужно помнить, что помимо ферментов важную роль в процессе жизни играют витамины, эти мало исследованные вещества, о которых говорилось в главе о пище. Нельзя забыть также о чрезвычайно важной роли гормонов, которым дальше посвящается особая глава. Не забудем, наконец, и колоссальное значение нервной системы в жизненных процессах человека и большинства животных.

Глава VIII.

РАБОТА И ТЕПЛО.

Обмен веществ и развитие энергии. — Откуда берется «рабочая сила» организма? — Как и чем измеряется работа организма? — Различные формы развиваемой организмом энергии. — За счет какого материала совершается работа мышц? — Теплота как результат обмена веществ. — Температура человеческого тела и ее колебания. — Животные с постоянной и переменной температурой. — Действие высоких и низких температур на животное. — Как человек и животное приспособляются к различной температуре. — Мех животных и одежда человека. — Пища и одежда.

Каждая частица пищи, которую принимает человек, каждая молекула углевода, жира и белка есть, строго говоря, как бы запасный магазин энергии, которую организм пускает в дело в процессе своей жизнедеятельности. Без пищи немыслима никакая работа. Вместе с пищей мы забираем в себя запасы энергии, которую и тратим, пока живем. Эта энергия в организме проявляется в различных формах — то в виде химической энергии, за счет которой совершаются различные химические процессы, то в виде механической энергии, с которой связано движение мышц, то, наконец, в виде тепловой энергии.

Откуда же берутся в пищевых веществах различные формы энергии?

Мы знаем, что листья зеленых растений приготовляют из воды, углекислоты и минеральных веществ такие сложные соединения, как углеводы, жиры и белки. Чтобы связать простой химический материал, например, воду и углекислоту, в вещество более сложного состава, чтобы связать воедино те строительные элементы, из которых получаются углеводы, жиры и белки, нужна определенная сила, нужна энергия. Ее растения берут у солнца в виде приносимой на землю со светом энергии. Эта энергия не пропадает. Она сохраняется до поры до времени в тех телах, которые воз-

никли при ее содействии. И чем сложнее химическое вещество, образовавшееся из веществ простых, тем больше в нем запасов энергии. Углеводы, жиры и белки — вещества сложные. Вот почему я сказал, что молекулы их представляют собою запасные магазины энергии, нечто в роде конденсаторов или аккумуляторов ее.

Но вот наступает «регрессивный метаморфоз». Белки, жиры и углеводы нашего тела постепенно распадаются на вещества все более и более простые. Связь между строительными элементами рушится, и энергия, которая спаивала эти элементы воедино, освобождается.

Так возникают различные формы энергии — тепловой, механической, химической и т. д., позволяющей нашему организму вести свою многосложную работу. Она, до поры до времени связанная молекулами белков, жиров и углеводов, в процессе жизни, постепенно раскрепощается. Из энергии, готовой в нужную минуту выявить себя, потенциальной, она становится энергией действенной, кинетической. И это раскрепощение энергии идет рука об руку с «нисходящим коленом обмена веществ», тогда как при «восходящем колене обмена» она главным образом закрепощается, из кинетического состояния переходит в потенциальное. А так как при обмене веществ оба колена его, и прогрессивный и регрессивный метаморфоз, развиваются одновременно, то мы имеем право сказать, что жизненный процесс неразрывно связан с накоплением и освобождением различных форм энергии. На что же организм тратит развиваемую им энергию?

Во-первых, на ведение химических реакций, связанных, главным образом, с прогрессивным матаморфозом.

Затем, на поддержание температуры нашего тела.

И, наконец, на произведение целого ряда чисто механических отправлений, связанных с работой мышц, а отчасти и нервной системы.

С тратой энергии сопряжена, конечно, и психическая деятельность, поскольку таковая наблюдается у того или иного животного.

Остановимся пока на механической работе. Ее можно измерить. Мерилом тут служит особая единица — килограммометр. Килограммометром называют то количество энергии, ко-

торую нужно затратить для того, чтобы поднять один килограмм на высоту одного метра. Когда, стало быть, мы говорим, что данная работа равна 425 килограммометрам, то это значит, что для исполнения ее было затрачено такое же количество энергии, которое необходимо для того, чтобы поднять один килограмм на высоту 425 метров или 425 килограммов на высоту одного метра.

Так расцениваем мы механическую работу, совершающуюся за счет механической энергии. Но хорошо известно, что энергия сказывается в различных формах и, что один вид ее может превратиться в другой — механическая в тепловую, тепловая — в световую и т. д. Тепловая энергия, если помните, измеряется малыми и большими калориями, а большой калорией называют такое количество теплоты, которое нужно для того, чтобы нагреть один килограмм воды на 1 градус. Спрашивается, в каком отношении стоит большая калория к килограммометру? И нельзя ли измерять механическую энергию калориями, а теплоту — килограммометрами?

Отношение между этими двумя мерами вполне определенное и заменять одну из них другой также возможно. Для этого надо только помнить, что одна большая калория равняется 425 (несколько больше) килограммометрам. Иначе говоря, одна большая единица тепловой энергии равна 425 обыкновенным единицам энергии механической. Значит, чтобы нагреть один килограмм воды на один градус, надо произвести работу в 425 килограммометров.

Положим, что кто-нибудь из вас ежедневно совершает прогулку по совершенно ровной дороге, идя спокойно и делая в час 5 километров (немного больше 4 с половиной верст). Допустим дальше, что вы весите 70 килограммов, а на прогулку употребляете два часа, то есть проходите в общем 10 километров. Известно также, что для перемещения одного килограмма вашего тела на один метр нужно затратить 0,22 килограммометра. Спрашивается: 1) какое количество механической энергии вы тратите за время своей прогулки? и 2) каким количеством углеводов или жиров может быть восполнена эта трата?

Вот вам задача. Попробуем решить ее.

Если для передвижения одного килограмма вашего тела на один метр требуется 0,22 килограммометра, то для того, чтобы

передвинуть на тот же метр 70 *кг*, нужно 0,22 × 70, т. е. 15,4 килограммометров; а для передвижения такого же груза на 10 километров (на 10 000 *м*) потребуется 15,4 × 10 000, т. е. 154 000 килограммометров. Итак, ваша ежедневная двухчасовая прогулка по ровному месту обходится вам в 154 000 килограммометров. Теперь посмотрим, сколько это составит больших калорий. Для этого надо 154 000 разделить на 425 (число килограммометров, отвечающих одной калории). Получится 362 слишком калории. Зная, что один грамм жира при сгорании развивает 9 калорий, а один грам углеводов — 4 калории (и то, и другое — приблизительно), мы увидим, что развитое вами при прогулке количество энергии может быть доставлено 40 граммами жира (362 : 9 = 40,2) или 88 граммами углеводов (362 : 4,1 = 88,3).

Итак, задача решена:

Для того, чтобы заполнить тот недочет, который произошел в вашем теле, благодаря прогулке, надо ввести в него 88 граммов углеводов или 40 граммов жира.

Так говорит арифметика. Жизнь же решает эту проблему иначе.

Выражаясь несколько упрощенно, мы можем сказать: пища для организма — то же, что топливо для паровой машины. Всякий мало-мальски сведущий человек знает, что далеко не вся энергия, заключенная в топливе, превращается в механическую работу: на эту последнюю идет максимум 30% этой энергии; и это — в лучших, наиболее рационально построенных машинах; а, например, обыкновенная паровая машина переводит в механическую работу всего лишь 12 — 13% энергии, запасенной в топливе; вся остальная часть ее, 87 — 88% «уходит теплом», т. е. превращается в тепловую энергию. Правда, человеческий организм в этом отношении — «несколько лучше работает»; он может использовать в виде механической работы добрую треть (33%) той энергии, которая скрыта в его «топливе», т. е. в пище; а остальные две трети у него идет на образование тепла.

Возвращаясь снова к нашей задаче, мы, после этих объяснений, должны будем сказать: для пополнения затрат, происшедших в организме во время двухчасовой прогулки, недостаточно ни 40 граммов жира, ни 88 граммов углеводов. Чтоб произвести работу в 154 000 килограммометров, организм должен был израсходовать не 40, а, по крайней мере, 100 граммов жира

и не 88, а дважды или трижды 88 граммов углеводов. Ибо только треть этих веществ пошло при разрушении их на образование механической энергии, а остальные две трети дали энергию тепловую.

Читатель, может быть, заинтересуется, почему, разбирая работу мышц во взятом здесь примере, я все время говорю о затрате жиров и углеводов и ни одним словом не обмолвился о белках. Разве эти последние не участвуют в образовании механической энергии, приводящей в движение мышцы?

Дело в том, что одно время физиологи, исходя из того факта, что мышечная ткань богата белками, действительно думали, что работа мышц совершается по преимуществу за счет белковых веществ. Но уже со времен классических работ Клода Бернара о происхождении и роли гликогена в жизни животных этот взгляд поколебался.

Клод Бернар обратил внимание на следующие два факта:

У животных, подверженных «зимней спячке», во время спячки накопляется большое количество гликогена в клетках печени и в мышцах. Когда же они просыпаются и начинают двигаться, количество гликогена и в их мышцах и в печени постепенно убывает.

Другой факт в такой же мере показателен. Млекопитающие и птицы во время покоя и при хорошем питании накопляют в своей мышечной ткани гликоген, который исчезает, как только эти животные выходят из состояния покоя и принимаются упражнять свои мускулы.

На основании этих и аналогичных им наблюдений было сделано предположение, что мышцы при работе тратят гликоген.

Следует ли отсюда, что единственным источником мышечной энергии являются углеводы — виноградный сахар и гликоген? Нет. Наблюдение показывает, что при работе мышц тратятся и жиры. Остается все тот же вопрос насчет белков.

Несомненно, что во время работы мышц разрушаются и белки, но в значительно меньшем количестве, чем жиры и особенно углеводы. Это было доказано одним чрезвычайно интересным опытом, который предприняли два ученых, Фик и Вислиценус.

Они поднялись на одну из вершин швейцарских Альп, на высоту 1956 метров. В течение 17 часов до восхождения на гору

*

и во время самого восхождения, которое длилось шесть часов, они принимали только безбелковую пищу, чтобы тратить запасы уже имевшегося в их клетках белка. Моча, выделенная во время восхождения, собиралась в особый сосуд, и затем было вычислено, сколько в ней содержится азотистых продуктов разрушения (т. е. таких продуктов, которые получаются при распаде белков). На основании количества этих продуктов выяснилось, что Фик во время восхождения израсходовал 38,5 *г* белков, а Вислиценус 37 *г*. Остановимся на последнем.

Количество затраченного им белка способно развить около 160 калорий. Переводя эту цифру на механическую работу, мы получим 68 000 килограммометров ($425 \times 160 = 68\,000$). Но мы уж знаем, что не весь затраченный организмом пищевой материал идет на развитие механической энергии. Процентов 70, а то и больше, тратится на образование тепла и других форм энергии. Стало быть, израсходованный Вислиценусом при восхождении на гору белок мог дать только 22 400 килограммометров (30% от 68 000 *км.*). А между тем этот ученый весил 76 килограммов и должен был поднять такой груз на высоту 1956 метров; для этого требовалась работа в 148 656 килограммометров ($76 \times 1956 = 148\,656$). Итак, работу Вислиценус должен был развить в 148 тысяч килограммометров, а потраченный им белок дал всего 22 тысячи *кг/м.* Ясное дело, что в работе его мышц белок играл третьестепенное место, и большая часть ее покоилась на запасной энергии углеводов и, быть может, жиров.

Горение — это быстрое и сильное окисление, а окисление, наоборот,— это медленное и слабое горение. Когда какие-либо вещества быстро соединяются с большим количеством кислорода, то окисление их (которое и есть не что иное, как соединение с кислородом) сопровождается выделением большого количества теплоты и света (образуется то, что мы называем обыкновенно пламенем).

Когда же окисление идет медленно и сравнительно слабо, то света приэтом не получается, но теплота, как и в предыдущем случае, образуется. Внутри организма животных всю жизнь совершается разрушение, которое в конечных стадиях сводится к окислению тех веществ, из которых он состоит. Мысль эта была высказана впервые еще в 1780 году и проверена на

опытах двумя гениальными французскими натуралистами, Лавуазье и Лапласом.

Следовательно, внутри организма, в тканях его, в силу медленного окисления последних, должна обязательно образовываться теплота. И, действительно, пока животное живо, оно обладает известным количеством теплоты, которое нужно рассматривать как результат совершающегося в нем непрерывного обмена веществ; и только тогда, когда жизнь животного прекращается, когда все процессы, обусловливающие его существование, приостанавливаются, когда вместе со всем другим прекращается и обмен веществ, то начинают застывать и все органы его: остановилась работа механизма, приготовляющего теплоту, прекращается и выделение ее.

Различная степень теплоты всевозможных предметов называется их температурой; поэтому-то и говорят о высокой и низкой температуре, которую измеряют при помощи термометров или тепломеров.

Термометр установил ту ныне всеми признаваемую истину, что температура человеческого тела сравнительно постоянна: у взрослого, вполне здорового человека она колеблется между 36,5 — 37 градусами по Цельсию. Что касается температуры крови человека, то по тому же термометру она выражается числом 39°. Для измерения температуры человеческого тела, вставляют термометр минут на 10 — 15 в полость рта, подмышку или же в полость прямой кишки.

В прямой кишке она примерно на 0,5° выше, чем под-мышкой, а во внутренних полостях тела она опять-таки на несколько десятых градуса больше, чем в прямой кишке. Выше всего температура в печени и в крови печеночных вен.

Так как теплота человеческого тела является преимущественно результатом обмена веществ, то очевидно, что и температура его не может быть безусловно неизменной; оттого-то и говорят, что она сравнительно постоянна. Здесь, как и во всех жизненных явлениях, замечаются колебания, которые зависят от множества различных условий.

В общем можно установить довольно тесную связь между температурой и силой обмена веществ. Чем энергичнее последний, тем выше и температура тела.

Весьма живой обмен веществ наступает обыкновенно несколько часов спустя после еды: оттого-то после обеда, в особен-

ности, если он был хорош, замечается повышение температуры на несколько десятых долей градуса против обыкновенного. И наоборот, во время голодания, когда обмен веществ идет весьма скудно, и температура тела падает. Во время сна, когда обмен веществ замедляется, температура несколько ниже, чем при бодрствовании; точно так же у человека мало деятельного и температура тела меньше, чем у работающего. Усиленное дыхание ведет за собою обильный приток кислорода в кровеносные сосуды; ускоренная работа сердца увеличивает быстроту движения крови; а и то и другое вместе, без сомнения, усиливает обмен. Следовательно, все те обстоятельства, которые способны заставить сердце биться скорее или медленнее, а грудь расширяться сильнее или слабее, все они влияют на температуру нашего тела. Тут кстати будет заметить, что при лихорадке разрушение составных частей тела больного идет необыкновенно живо: он напряженно дышит, выделяет очень много угольной кислоты и мочи, а временами буквально обливается потом. Иногда термометр при лихорадке показывает 41°, а то и 42° вместо 37°! Такая высокая температура чрезвычайно опасна и грозит смертью. Когда она переваливает за 42°, то становится уже смертельной. Наблюдались однако случаи, правда, чрезвычайно редкие, когда температура у человека поднималась до 45° или же падала до 25°, и человек тем не менее оставался живым (В. Данилевский).

При более или менее усиленной работе того или иного органа, особенно, мышц, усиливается и обмен веществ в нем. Правда, хотя во всех подобных случаях и замечается, что температура такого деятельного органа выше температуры остальных частей тела, однако образующийся приэтом избыток теплоты довольно равномерно распределяется по всему организму, так что мы наблюдаем, собственно говоря, общее повышение температуры. Виновником такого выравнивания температуры различных частей тела оказывается кровь: приливая к напряженно работающему органу, она отнимает у него значительное количество теплоты, которую отдает всем частям тела более или менее равномерно.

У различных племен и народов при одинаковых условиях никогда не приходилось замечать какой-либо существенной разницы в средней температуре тела. Зато эта разница очень заметна у людей различных возрастов.

Возраст	Температура
У новорожденного	37°,5
5— 9 лет	37°,7
15—20 »	37°,4
21—40 »	37°
41—60 »	36°,8
60—80 »	37°,5

Пусть читатель сопоставит эту таблицу с таблицами для числа ударов сердца и числа дыханий в минуту у людей различных возрастов. Из такого сопоставления он увидит связь, существующую между работой сердца и легких и обменом веществ, между силой разрушения и количеством выделяющейся приэтом теплоты. «Голые» цифры очень красноречиво убедят его в этом.

Не менее интересно в виду той же цели обратить внимание и на нижеследующую таблицу; она покажет вам, как изменяется температура человеческого тела в различные часы суток.

Часы	Температура
Самая низкая температура бывает между 3-мя и 6-ю часами утра.	
6 ч. утра	36,7
8 » »	37,1
10 » » (после завтрака)	37,3
12 » »	37
3 »	37,2
5 » (после обеда)	37,4
9 » вечера	37
11 » (после ужина)	36,8
2 » ночи	36,7
3 » »	36,6
4 » утра	36,3

Таблица показывает, что днем температура постепенно повышается, а ночью постепенно падает до утра, и что значительное повышение температуры сказывается после приема пищи и к концу рабочего дня.

Эти колебания связаны главным образом с работой мышц, что, помимо всего прочего, ясно доказывается следующим фактом: люди, работающие ночью и отдыхающие днем, обнаруживают в колебаниях своей температуры нечто обратное тому, что наблюдается у людей, ведущих нормальный образ жизни.

Любопытно отметить, что не только мышечная но и мозговая работа, согласно исследованиям Глея, также повышает температуру тела на 0,3° и больше.

Все только что перечисленные изменения и колебания температуры человеческого тела не должны однако поколебать нашей уверенности в том, что она (температура) сравнительно постоянна, т. е. не переваливает за определенные границы. Это — особенность всех так называемых теплокровных животных, которых гораздо правильнее назвать животными с «постоянной» температурой тела. К таковым, кроме человека, причисляются все млекопитающие и птицы. У последних, кстати заметить, температура значительно выше, чем у первых, — у ласточки, например, она достигает 44° и больше; объяснить это можно отчасти тем, что громадное большинство птиц ведет очень подвижный образ жизни.

Итак температура «теплокровных» не зависит от температуры среды, в которой они обитают: царит ли в воздухе невыносимая жара или трещит сорокаградусный мороз — все равно, температура их тела остается почти неизменной в своих нормальных пределах. Или иначе: они образуют большее или меньшее количество теплоты, смотря по тому, сколько ее нужно, чтобы температура эта не уклонялась сильно в ту или другую сторону от нормы.

Не то совсем мы видим у других животных, именуемых «холоднокровными»; к ним относятся рыбы, лягушки, змеи и т. д. Все эти животные могут быть названы, в противоположность предыдущим, животными с «переменною» температурой тела. И действительно, температура их тела находится во власти температуры окружающей среды; в какую сторону потянет внешняя температура, туда направится и температура их тела. Для доказательства нашей мысли приведем следующие небезынтересные опыты, произведенные над лягушками. Их держали в воздухе, нагретом до различной температуры, или же в воде, также нагретой в различной степени. И в том, и в другом случае пользовались двумя термометрами, из которых один измерял температуру окружающей лягушку среды, а другой через рот вводился в желудок лягушки и показывал ее внутреннюю температуру. При этих опытах замечалась просто изумительная зависимость между температурой тела лягушек и температурой

окружающей их среды, о чем свидетельствует следующая таблица:

Наблюдения в воде		Наблюдения в воздухе	
Температура воды.	Температура лягушки.	Температура воздуха	Температура лягушки
41°	38°	40°,5	31°,5
23°	22°,5	27°,5	19°,5
11°,5	13°	14°,5	10°
2°,5	5°	6°	8°,5

(Ландуа)

Разницу между животными с постоянною и переменною температурой можно короче выразить так: в то время как изменения температуры во внешней среде почти нисколько не отражаются на животных с постоянной температурой тела, температура животных «холоднокровных» очень тесно связана с температурой наружной среды. Такое различие, как увидим ниже, ведет за собою весьма важные последствия.

Млекопитающее, пробывшее очень долго в среде с температурой в сорок градусов, теряет сознание и даже может умереть; когда температура тела человека держится продолжительно на 42°,5, смерть для него становится неминуемою.

Смерть животных «холоднокровных» наступает при гораздо меньшем повышении температуры их тела. Приэтом не мешает помнить, что для животных, подобных лягушке, настоящей смерти нередко предшествует так называемая мнимая смерть; так что если успеть во время охладить животное, то можно вернуть его снова к жизни.

Так же смертельно действует на животных падение температуры их тела за известные пределы:

18—20 градусов есть та роковая температура для многих «теплокровных», при которой они окоченевают и погибают.

Совершенно иначе относятся к холоду животные «холоднокровные». Их можно охлаждать до температуры 0°. Лягушки отличаются в этом отношении особенною живучестью; даже при

таком холоде, когда в их жилах кровь совершенно замерзает, они все еще только мнимоумершие и при согревании снова оттаивают, оживают. Известный ученый Пикте[1] произвел ряд чрезвычайно любопытных опытов относительно действия низких температур на различных животных. Опыты эти показали, что рыбы, охлажденные в куске льда до температуры — 15°, при осторожном оттаивании оживали, хотя другие экземпляры их, взятые для того же опыта, можно было истолочь мелко, как лед. Лягушки переносили температуру—28°, тысяченожки— 50°, улитки даже — 120° и не умирали, а некоторые бактерии не поддавались влиянию температуры ниже 200°. После этих

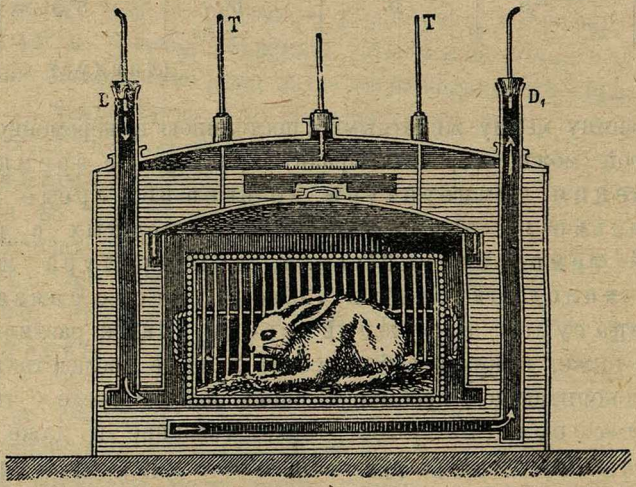


Рис. 63. Калориметр. Двойной ящик. Во внутреннем ящике сидит кролик. Во внешнем — вода. *D* — трубка, приводящая чистый воздух для кролика; D_1 — трубка, выводящая испорченный воздух из ящика, в котором сидит кролик; *T*, *T* — термометры, измеряющие температуру воды во внешнем ящике.

поразительных опытов в настоящее время едва ли можно сомневаться, что само «живое вещество» клеток в некоторых случаях может замерзать, не утрачивая своей жизнеспособности (Ферворн).

Чтобы судить о том, какое количество теплоты производит организм в известное время, пускают в дело особые приборы, которые называются калориметрами. Один из таких калориметров представлен здесь на рисунке 63.

[1] Подобные опыты производил и наш ученый П. И. Бахметьев.

Это, как видите, двойной ящик, или, вернее ящик с двойными стенками. (Здесь он изображен в разрезе.) В промежуток между стенками обоих ящиков наливается вода. Сюда же погружены два термометра (*T*, *T*), при помощи которых измеряется температура воды в начале опыта и в конце его. Во внутренний ящик помещается животное. Чтобы оно не задохлось, в ящик проходит трубка (*D*), по которой животному доставляется чистый воздух. Испорченный воздух выходит из ящика по другой трубке (D_1). Положим, что температура воды в тот момент, как вы сажаете в ящик кролика, равняется 25°. Затем, она начинает постепенно подниматься: вода нагревается тою теплотой, которую вырабатывает кролик. Через полчаса термометры показывают уже 26°. Стало быть, кролик за полчаса выделил такое количество тепла, при помощи которого можно повысить температуру воды, заключенной в калориметре, на один градус. Зная, сколько в калориметре воды, и сколько нужно тепла, чтобы нагреть один килограмм ее на один градус, мы можем определить количество развитой кроликом за полчаса теплоты.

Известно, что количество теплоты, которую человеческий организм теряет в течение суток очень велико: 35 *кг* воды, настолько холодной, что она вот-вот готова замерзнуть, можно было бы помощью этой теплоты превратить всю целиком в пар. И теплота эта теряется, расходуется весьма различным образом. Часть ее идет на нагревание холодных напитков и пищи, поступающей в желудок; другая часть тратится на нагревание различных продуктов выделения, образующихся при обмене веществ.

Так, например, воздух и водяные пары, выдыхаемые нами из легких, нагреты; точно также и моча, выделяемая из мочевого пузыря, нагрета. Затем довольно много теплоты организм тратит вместе с выделением пота. Для того чтобы жидкость могла превратиться в пар, ее нужно непременно нагреть. Вся поверхность нашей кожи постоянно выделяет испарения в виде пота; пот в потовых железках жидок; следовательно, чтобы он мог превратиться в газообразное состояние, организму необходимо затратить определенное количество теплоты. Этим, конечно, и объясняется, почему во время сильной жары обильный пот, отнимающий часть образовавшейся в нашем теле теплоты, значительно облегчает то невыносимое состояние, которое производит высокая температура окружающей нас среды.

Не следует ли отсюда, что во время сильной жары так естественно употреблять большое количество напитков. Усиливая количество выделяемого пота, а тем самым увеличивая количество отнимаемой от тела теплоты, напитки эти охлаждают нас. Поэтому нечего удивляться, когда многие уверяют, что если летом, во время жары, выпить 3—4 стакана чаю, то чувствуется несколько прохладнее.

Однако, больше всего тепла организм теряет через кожу. Кожа проводит и излучает его наружу, в окружающий воздух; вот почему в помещении, набитом большим числом людей, и даже на открытой площади, запруженной толпами народу, воздух так быстро нагревается.

Нижеследующая табличка показывает (в процентах), какое количество тепла теряет человек различными путями. Вся трата его за сутки выражается круглой цифрой в 2 000 калорий. Из них:

Через кожу проводится и излучается	74,6%
На испарение пота (воды) с поверхности тела идет	12,4%
На превращение воды в пар в дыхательных путях уходит	9,6%
На нагревание вдыхаемого и выдыхаемого воздуха тратится	2,3%
На нагревание мочи и кала расходуется	1,1%

(Абдергальден).

Когда известны, с одной стороны, источники животной теплоты, а с другой — пути ее расхода, тогда открывается возможность понять, как и почему наш организм, равно как и организм млекопитающих и птиц, поддерживает приблизительно на одном и том же уровне температуру своего тела, как он регулирует ее применительно к колебаниям окружающей температуры.

Положим, что человек попадает из помещения с нормальной для него температурой (14—16 градусов) в помещение очень холодное или выходит в морозный день из хорошо натопленной комнаты на улицу. Что должен предпринять организм, чтобы эта резкая перемена во внешней температуре не отразилась на его собственной температуре? Он может либо увеличить выработку собственной теплоты, либо уменьшить отдачу ее в окружающую среду, либо, наконец, использовать одновременно и то, и другое.

Предположим теперь, что температура, в которой находится человек, сильно повысилась: он — в жарко натопленном да к тому же набитом людьми помещении, или на дворе стоят знойные, душные дни. Как защищает себя наш организм в таких случаях? Он может понизить свой теплоприход или, наоборот, повысить теплорасход, а то и пустить в дело сразу обе эти возможности. Во всех трех случаях влияние высокой внешней температуры на организм будет в большей или меньшей степени парализовано, и температура человеческого тела останется приблизительно на том уровне, который для него обычен, нормален.

Итак, наш организм регулирует свою температуру двумя способами: повышением или понижением теплопроизводства и теплоотдачи, т. е. теплопотери. Производство тепла в организме связано главным образом с обменом веществ, т. е. с процессами физиологического характера; а потеря тепла связана по преимуществу с процессами чисто физического характера (испарение, лучеиспускание и т. д.). Стало быть, и регуляция температуры нашего тела происходит двумя путями — физическим и физиологическим. Все это, однако, соображения общего характера. Надо проследить, как это происходит на самом деле, как «приспособляется» наш организм к холоду и жаре. Начнем с холода. На холоде, под его влиянием, кровеносные сосуды кожи суживаются. Кровь притекает к ним в значительно меньшем количестве. А потому уменьшается и отдача тепла через кожу. Потовые железы сильно понижают свою деятельность. Благодаря этому сокращается испарение через кожу, что также уменьшает расход тепла. Одновременно повышается и образование тепла в самом организме. Усиливается работа сердца и легких. Чувствуется потребность в пище. На холоде человек ходит, топает ногами, размахивает руками, делает гимнастику. Работающие приэтом мышцы развивают тепло, увеличивают теплоприход. Невольная дрожь, испытываемая при холоде, — та же ритмичная мышечная работа, производящая тепло. Дрожь — одно из непроизвольных орудий самозащиты организма от холода. Во время холодов на сильном морозе увеличивается обыкновенно как число, так и сила дыханий. Усиленная работа грудной клетки и легких ведет к более энергичному поглощению кислорода. Обильный приток кислорода способствует более быстрому окислению строительного материала

тканей. А энергичное окисление этого материала вызывает образование большего количества животной теплоты, необходимой для противодействия холоду внешней среды.

Итак, пониженная теплопотеря и повышенное теплопроизводство — вот чем поддерживаем мы «постоянную» температуру нашего тела во время холодов.

Противоположная картина наблюдается во время жары.

От действия ее кожные сосуды расширяются. Кожа краснеет. Кровь приливает к ней. Поверхность излучения тепла увеличивается, благодаря чему кровь несколько охлаждается. Охладившись, она возвращается внутрь тела, к отдельным органам его, отнимает у них часть тепла и снова направляется к коже, чтобы вновь охладиться и т. д. Одновременно повышается работа потовых желез, а вместе с нею и испарение воды на поверхности кожи. Испаряясь, пот охлаждает тело, что было установлено еще в 1758 году знаменитым Франклином. Чем суше воздух и чем подвижнее он, тем больше поглощает он водяных паров и тем энергичнее идет испарение пота, а, стало быть, и охлаждение тела. В знойные дни, если воздух насыщен влагой, нам «дышится тяжело»; когда же летом, обычно к вечеру подует легкий ветерок, мы чувствуем не только прохладу, но и облегчение. В первом случае воздух, насыщенный парами, мешает испарению на нашем собственном теле, задерживает охлаждение его; а во втором, наоборот, он помогает испарению, способствует охлаждению тела: тело наше, соприкасаясь все с новыми и новыми струйками воздуха, небогатого влагой, отдает ему свои запасы воды в виде пара и таким образом охлаждается. Во время жары мы не только едим сравнительно меньше обыкновенного, но и стараемся поменьше двигаться. Пониженный аппетит, истома, лень, все это — инстинктивная самозащита от жары, мимовольное влечение попридержать обмен веществ и мышечную деятельность, приглушить источник образования животной теплоты.

Вы видите, таким образом, что «постоянство» температуры нашего тела во время жары поддерживается тем, что повышается теплорасход и отчасти понижается теплоприход.

Перед нами только что прошло одно из замечательных явлений, характерных только для живого существа. Орга-

низм сам регулирует, изменяет и направляет свою работу в целях самозащиты и самосохранения. И это «саморегулирование» является одним из наиболее характерных признаков жизни, жизненного процесса вообще.

Животные, обитающие в холодном климате, в особенности на дальнем севере, покрыты очень густой шерстью (пушные звери), которая ограждает их от сильной стужи только тем, что плохо пропускает теплоту тела, задерживает ее. Собственно говоря, плохим проводником внутренней теплоты тут оказывается не сама шерсть, а тот воздух, который задерживается между отдельными шерстинками. То же нужно сказать и про оперение птиц, особенно тех, которые наделены густым и нежным пухом. В противоположность обитателям холодных стран животные жаркой полосы земного шара часто имеют шкуру почти голую, или же покрыты очень негустой шерстью. Возьмите хотя бы слонов и бегемотов, живущих в жарких странах: шкура почти гладкая и прекрасно отдает избыток теплоты наружу. В частности, африканские собаки — почти голые: плохо проводящая теплоту шерсть им вовсе не нужна, так как в обитаемых ими местностях и без того жарко; когда же их перевозят в страны более холодные, то они обрастают шерстью, т. е. приспособляются к новому климату так, чтобы терять возможно меньше теплоты и поддержать в своем теле необходимую температуру. Таково наблюдение. А вот и опыт, касающийся кроликов: выбритый кролик теряет гораздо больше теплоты, чем нормальный.

Подобно шерсти действует и тот толстый слой жира, которым так богаты животные холодных стран. Жир, залегающий под кожей, плохо проводит теплоту и потому защищает тело от внешнего холода. Всякий знает, что и среди людей тучные субъекты — при прочих равных условиях — не так скоро зябнут зимой, как люди худощавые, под кожей которых очень мало жиру. Самым лучшим искусственным средством, сберегающим теплоту человеческого тела, является одежда. Она, подобно шерсти животных, плохо проводит теплоту и потому задерживает ее в теле. Хорошая одежда как бы заменяет собою пищу. «Одежда,— говорит Ландуа, сберегает телу ту теплоту, которую оно производит при сгорании пищевых веществ. Мы в праве, следовательно, сказать, что пища дает телу прямой доход, одежда же избавляет его от излишних расходов».

Говоря «хорошая одежда», мы всегда должны иметь в виду ту цель, для которой она предназначается. В холодное время года она должна плохо пропускать наружу внутреннюю теплоту тела; летом же, наоборот, ее назначение — способствовать охлаждению тела. Так как шерсть плохо проводит теплоту, то и понятно обыкновение людей делать на зиму шерстяную одежду и закутываться в теплые меховые шубы, овечьи тулупы и т. д. Притом не мешает помнить, что на зиму лучше делать более просторную одежду, так как воздух остающийся между нею и телом, худой проводник теплоты и потому защищает тело от большой потери ее.

На лето самое лучшее и прохладное платье то, которое сшито из холста или парусины, так как и то и другое легко отдает теплоту наружу, плохо поглощает солнечные лучи, благодаря своему белому цвету, и, наконец, хорошо задерживает накожные испарения, которые очень скоро переходят в окружающий воздух и тем самым способствуют охлаждению тела с поверхности. Каждый, кто носит нижнее белье из холста, хорошо знает, как в нем прохладно летом, в особенности после того, как сильно вспотеешь. Одежду темных цветов (в особенности черную) летом носить не выгодно, так как темный цвет поглощает очень много тепла.

Если помнить, что организм человека всячески ухищряется удержать в себе постоянную температуру; если помнить, что насильственные изменения ее в ту или другую сторону влекут за собою довольно печальные последствия, то станет очевидным безрассудство тех родителей, которые иногда буквально калечат здоровье своих детей, воображая, что «закаляют» их организм. Я вовсе не рекомендую кутать детей, держать их взаперти, лишать их прогулки и игр на свежем воздухе, но в то же время всякий благоразумный человек не станет купать новорожденных в холодной воде, водить детей на прогулку в сильный ветер и стужу и т. п. Уже одно то, что средняя температура детского организма несколько выше таковой у взрослого человека показывает, что в детском возрасте есть необходимость в большем количестве внутренней теплоты.

Почти в таком же положении относительно теплоты находятся и старики, организм которых вследствие замедленного обмена веществ приготовляет сравнительно меньше теплоты. Поэтому как детям, так и старикам следует всеми средствами бе-

речь эту согревающую их тело теплоту и не тратить ее попустому.

Более или менее серьезное отношение ко всему сказанному в этой главе напомнит нам лишь о том, что голод и холод — два жестоких бича человечества, и что хорошая пища и хорошая одежда вполне справедливо относятся к первым насущным потребностям человека.

Глава IX.

РЕГУЛЯТОРЫ ЖИЗНИ — ГОРМОНЫ.

Чем создается гармоничная работа нашего организма? — Органы с «неизвестной функцией». — К истории вопроса. — «Гормоны», или «инкреты». — Регулирование различных отправлений нашего организма. — Действие «внутренних секретов» на рост и развитие. — Вторичные половые признаки. — Превращение полов. — Омоложение животных. — Штейнах и Воронов. — Взаимодействие гормонов. — Нервная система и гормоны. — Психика и гормоны. — Увлечения и преувеличения.

Жизнь — процесс необычайно сложный. В основе его лежит обмен веществ и обмен энергии — ее накопление при «прогрессивном метаморфозе» и ее освобождение при «метаморфозе регрессивном». В этом процессе принимают участие все многоразличные органы, ткани и клетки организма; и работа их развертывается планомерно, — в строгой зависимости друг от друга, при постоянном взаимном контроле, в интересах всего организма и отдельных частей его. Только при наличии такой относительной «гармонии» как в строении, так и в деятельности органов нашего тела оказывается возможной его нормальная жизнь. Всякое нарушение этой гармонии ведет либо к заболеванию, либо к смерти.

И вот встает вопрос: чем же обусловлена тут гармония? Какими средствами и путями организм координирует, т. е. согласует, контролирует и регулирует работу отдельных его частей и органов?

Еще недавно ответ был прост и бесспорен: нервная система — мозг спинной и головной с отходящими от них нервами — вот, говорили нам, тот аппарат, благодаря которому создается созвучная и целесообразная деятельность различных частей нашего тела.

Роль нервной системы, как увидим дальше, действительно колоссальна. Однако, исследования последних 20 — 25 лет показали, что контролером и регулятором многообразных процессов,

протекающих в нашем организме, является и и н о й, не менее сложный а п п а р а т, осуществляющий свою задачу и тонко, и остроумно, и целесообразно.

История этого вопроса настолько интересна, что я считаю нужным коснуться ее хоть слегка.

Давно уж известно, что у человека и животных существует ряд органов, о деятельности которых наука о жизни ничего определенного сказать не могла. И потому одни физиологи называли их органами с «неизвестной функцией», а другие считали их просто «рудиментами», т. е. остатками органов, которые когда-то несли в жизни наших прародителей определенную службу, а затем постепенно за ненадобностью стали сходить на-нет. К числу этих «таинственных незнакомцев» относили, между прочим, щитовидную и зобную железу, надпочечники, так называемый «мозговой придаток» (гипофиз) и другие органы, рисунки которых вы найдете на ближайших страницах.

Уже само название — щ и т о в и д н а я ж е л е з а или з о б н а я ж е л е з а — показывает, что эти органы, подобно другим железам, например, потовым или слюнным, заготовляют какие-то продукты, имеющие то или иное физиологическое назначение. Так оно на самом деле и есть.

Но вот в чем дело. Потовые железы, как мы уже знаем, имеют в ы в о д н ы е п р о т о к и, при помощи которых они выносят наружу свой «секрет», т. е. пот; то же и слюнные железы: их «секрет» по в ы в о д н ы м п р о т о к а м выливается в рот. Куда же деваются секреты щитовидной или зобной железы, если они в них действительно вырабатываются? Ведь у этих желез выводных протоков нет?

Еще в конце XVIII столетия французский ученый Б о р д е высказал предположение, что каждый орган нашего тела в ы д е л я е т в к р о в ь особый специфический продукт, играющий, повидимому, известную роль в жизненном процессе.

Однако мысль Б о р д е не обратила на себя должного внимания и вскоре была забыта. Проходит лет 60. И другой французский ученый, К л о д Б е р н а р, один из основоположников современной научной физиологии, приходит к той же мысли, утверждая, что железы нашего тела выделяют свои «соки» частью по выводным протокам, а частью п р я м о в к р о в ь, куда эти «соки» просачиваются через стенки тончайших кровеносных сосудов.

*

Совершенно независимо от Клода Бернара к такому же заключению пришел (в 1849 г.) и немецкий ученый Бертольд.

Наконец, полвека тому назад, третий французский ученый Броун-Секар, как бы развивая идею своего соотечественника Борде, категорически заявил:

«Мы принимаем, что каждая ткань и вообще каждая клетка организма отделяет специальные продукты, которые изливаются в кровь и через нее влияют на другие клетки; таким путем устанавливается общение между всеми клетками организма помимо нервной системы».

Этими словами открывается новая эра в науке о жизни и, в частности, новая глава в современной физиологии — глава, благодаря которой жизненный процесс становится для нас во многих отношениях более понятным, чем раньше. И если нет пока достаточных оснований утверждать, что «каждая клетка изливает в кровь специальные ферменты», то во всяком случае одно бесспорно: различные железы нашего тела — и в первую голову те, что раньше именовались «железами с неизвестной функцией» — изготовляют и направляют прямо в кровь и в лимфу свои «секреты». У зобной и щитовидной железы нет выводных протоков — верно. Но они пронизаны множеством кровеносных сосудов; они вырабатывают особые «соки», и эти «соки», выходя из клеток железы, просачиваются сквозь стенки капилляров, попадают в кровяной поток и разносятся таким образом по всему организму, заставляя отдельные органы его то повышать, то понижать, то ускорять, то замедлять, то начинать, то останавливать свою работу. Эта идея — одно из величайших завоеваний современного естествознания. Она дает ответ на поставленный в начале главы вопрос. Она заслуживает подробного рассмотрения тем более, что, как всякая жизнеспособная научная идея, она ведет за собой ряд новых идей: открывает нашему уму далекие перспективы и обещает дать человечеству «исцеление» от гнетущих его тело недугов.

Итак, у нас есть железы, которые не имеют выводных протоков и выделяют свои секреты прямо в кровь и лимфу. Их называют железами внутренней секреции, пользуясь выражением, которое впервые было пущено в ход Клодом Бернаром. Впрочем, в последнее время железы внутренней секреции называют и иначе: кровяными или эндокринными же-

лезами. А выделяемые ими продукты окрестили именем инкретов (вместо «секрет» — инкрет). Однако наиболее употребительным и популярным термином для продуктов эндокринных желез является «гормон»: термин этот происходит от древнегреческого слова «хормайо», что значит возбуждаю, привожу в действие. В дальнейшем, чтобы не обременять внимания читателей, я буду пользоваться только терминами: кровяная железа и гормон.

Кровяных желез много, и каждая из них приготовляет свой особый гормон, а может быть, и несколько различных гормонов. Химическая природа большинства гормонов еще не выяснена. Одно время предполагали, что они представляют собой вещества, сходные с белками. Но, после того как удалось выделить и установить в точности химическую природу гормонов щитовидной и надпочечной железы, ученые склонны думать, что все гормоны вообще и по составу своему и по строению много проще белковых тел.

Посмотрим теперь, как и в чем сказывается действие гормонов на организм. Два-три примера из области явлений, уже знакомых нам, покажут наглядно, в чем тут дело.

Мы уж знаем, что в итоге жизнедеятельности любого организма получается в числе других продуктов и угольная кислота. Чем энергичнее работа организма, тем больше уклекислоты он образует. Этот газ поступает в кровь и вместе с нею добирается до центральной нервной системы, где находится особый «центр», который при посредстве соответствующих нервов управляет деятельностью органов дыхания. Раздражая «центр дыхания», угольная кислота повышает работу грудной клетки, а, следовательно, и легких. Чем больше углекислоты, тем интенсивнее вызываемое ею раздражение; чем интенсивнее раздражение, испытываемое «дыхательным центром», тем энергичнее идет работа легких: чем энергичнее дышат они, тем лучше протекает в них обмен газов — удаление ненужной углекислоты и поглощение кислорода. Так химическое вещество, углекислота, регулирует при посредстве нервного аппарата один из основных процессов жизни — процесс дыхания.

Берем другой известный нам факт.

Вы помните, конечно, что кислотная пищевая кашица, раздражая стенки двенадцатиперстной и тонкой кишки, вызывает выделение особого фермента секретина, который из кле-

ток слизистой оболочки кишек поступает в кровь, а затем вместе с кровью притекает к поджелудочной железе. Клетки этой последней под влиянием секретина начинают энергично выделять поджелудочный сок, ведущий дальше переработку пищевой кашицы. Опять, как видите, химическое вещество, секретин, действуя на один из наших органов (поджелудочная железа), заставляет его исполнять свое назначение. Но в данном случае этот возбудитель действует прямо, непосредственно на клетки того органа, работу которого он вызывает и регулирует, тогда как в предыдущем примере возбудитель (углекислота) влияет на орган (легкие) при посредстве нервного аппарата (дыхательный центр и нервы, заведующие работой грудной клетки). Только что рассмотренные два примера дают нам ключ к пониманию вопроса о способах действия гормонов. Одни из них, подобно накопляющейся в крови углекислоте, влияют через посредство нервной системы; другие действуют непосредственно на те или иные органы и ткани нашего тела, раздражая составляющие их клетки и заставляя их таким образом нести свою службу.

Наука с каждым днем обогащается новыми фактами, которые показывают все нагляднее и нагляднее, как велика роль гормонов в жизненном процессе. Все основные отправления животного — кровообращение, обмен веществ, рост и развитие, изменение формы тела — все это, оказывается, протекает при деятельном участии гормонов. И в самом деле.

Есть у человека болезнь, называемая адиссоновой, по имени ученого Адиссона, который впервые наблюдал и описал ее. Болезнь тяжкая, кончающаяся нередко смертью. При ней сердце работает очень вяло, кишечник плохо переваривает пищу, кровь циркулирует медленно, вся мышечная система дрябла, обмен веществ нарушен, больной страдает малокровием (анемия), нередко острым, худеет, испытывает слабость, цвет кожи его меняется, становится бронзовым — отсюда другое название этой болезни — бронзовая.

Но вот больной наш умирает. Врач производит вскрытие. И что же? Оказывается, надпочечники умершего ненормально изменены. Считаясь с этим фактом, уже сам Адиссон предположил, что описанная им болезнь связана с болезнью надпочечных желез, которые, по его мнению, являются необходимым для жизни органом. И дальнейшие наблюдения над

людьми, а также опыты над животными полностью подтверждают это предположение Адиссона.

Если вырезать у собаки оба надпочечника, то она гибнет через несколько дней, а то и несколько часов; приэтом у нее, сейчас же после операции, появляются все основные симптомы (признаки) адиссоновой болезни: собака апатична, сердечная деятельность и температура ее понижены, вес падает, мышечная система ослаблена, дрябла. Если же удалить у собаки не оба, а только один надпочечник, то собака будет жить: оставшийся нетронутым надпочечник удвоит свою работу и таким образом восполнит недочет, произведенный операцией. Смерть не последует и в том случае, когда оператор оставит животному, взятому для опытов, лишь небольшой участок одного или обоих надпочечников. Очевидно, что даже отрезки этой «кровяной железы» способны исполнять до некоторой степени ту ответственную работу, которую обычно ведет вся железа. Можно, наконец, проделать с собакой и такого рода опыт. Из вырезанных у нее надпочечников получают вытяжку, а затем эту вытяжку впрыскивают ей под кожу или в брюшину. Правда, собака в конце концов погибает, но после впрыскивания состояние и самочувствие ее на некоторое время улучшается.

О чем свидетельствуют все эти опыты? Да только об одном, а именно, что надпочечные железы — действительно очень важный для жизни аппарат и что изготовляемые ими гормоны оказывают огромное влияние на работу сердца и кровообращение, на температуру тела, обмен веществ и деятельность мышц.

Какие же это гормоны? Их пока известно два: один — адреналин, другой — холин. Адреналин изготовляется клетками внутреннего или мозгового слоя надпочечников; холин же — продукт наружного или коркового слоя.

Адреналин изучен хорошо, много лучше других гормонов. Он получается в виде кристаллов. Его химический состав точно установлен. Его приготовляют и искусственно, в лаборатории. Известна даже сложная химическая формула адреналина. Все это позволяет производить с ним разнообразные опыты, выясняющие роль и значение надпочечников.

Если ввести в кровь животного самое незначительное количество адреналина — тысячные доли миллиграмма — то и тогда уже действие его скажется наглядно. Он усиливает и ускоряет

работу сердца; он повышает кровяное давление, так как способствует сжатию капилляров тонких артерий и даже артерий средней величины: этим, между прочим, пользуются в практике, употребляя адреналин в тех случаях, когда нужно остановить кровотечение; он, наконец, влияет на деятельность различных мускулов — одни сокращает, другие, наоборот, расслабляет. И во всех этих случаях он действует не прямо, не непосредственно на эти органы, а при посредстве нервной (симпатической, см. гл. XIII) системы, а также тех нервных центров, которые заложены в самом сердце и управляют работой этого в известной мере автономного органа.

Другой из гормонов надпочечной железы, холин, изучен хуже адреналина. Холин и адреналин антагонисты (противники): адреналин возбуждает, холин тормозит работу — факт знаменательный, позволяющий думать, что все вообще гормоны распадаются на две большие, противоборствующие группы: на гормоны, возбуждающие и тормозящие деятельность тех или иных органов. Однако, проводить это деление строго и безоговорочно не приходится, так как одни и те же гормоны могут влиять и возбуждающим и тормозящим образом, смотря по тому, в каком количестве и при каких условиях они действуют. Тут мы имеем нечто сходное с действием ферментов.

Надпочечники влияют своими гормонами, между прочим, и на обмен веществ. Но если вы хотите знать кровяную железу, которая играет в этом процессе одну из важнейших ролей, то мне придется указать первым делом на щитовидную железу. Она расположена у человека на шее, сейчас же под гортанью, слегка напоминает видом своим подкову и состоит из двух долей, соединенных мостиком, перемычкой.

Выводных протоков у нее нет. Ее гормоны — их, повидимому, несколько — проникают из клеток железы в кровяной и лимфатический поток и таким образом приходят в сообщение с различными тканями и органами нашего тела.

Наблюдения и опыты над животными и людьми вскрывают перед нами картину действия этих гормонов. Судите сами.

Вот животное с врожденным недочетом щитовидной железы: она у него слабо развита, атрофирована от рождения; число ее клеток, приготовляющих гормоны, значительно уменьшено, и потому она функционирует плохо, временами же и вовсе отказывается исполнять свое назначение, т. е. либо мало выделяет

гормонов, либо вовсе не приносит их в кровь. Измерьте температуру этого животного, и окажется, что она у него на градус и даже два ниже нормальной.

А вот и другое животное. Тут щитовидная железа, наоборот, гипертрофирована, т. е. ненормально увеличена. Число ее деятельных клеток значительно больше обыкновенного; они работают энергично и заготовляют гормонов гораздо больше, чем полагается. И температура тела у этого животного на градус или два выше нормальной. О чем свидетельствуют эти падения и повышения температуры?

«Животная теплота», как мы уже знаем, получается в итоге обмена веществ и, в частности, обмена газов в тканях и клетках (внутритканевое дыхание). Чем энергичнее идет в организме обмен газов — поглощение кислорода и выделение углекислоты, — тем выше температура тела, и наоборот. Распространяя это толкование на те два факта, которые я только-что привел, мы можем сказать: гормоны щитовидной железы регулируют обмен газов в организме; чем больше гормонов выделяет эта железа, тем энергичнее идет обмен газов и тем выше поднимается температура тела; и наоборот: чем меньше гормонов производит щитовидная железа, тем слабее протекает обмен газов, и тем ниже падает температура тела.

Значит ли это, что гормоны щитовидной железы влияют только на газовый обмен? Нисколько. Их деятельность значительно разностороннее, шире и глубже: щитовидная железа заведует обменом и белковых тел, и жиров, и углеводов; иначе говоря, ферменты, осуществляющие в организме всю длительную и многосложную работу «прогрессивного и регрессивного метаморфоза веществ», ведут ее под непосредственным влиянием и неукоснительным контролем щитовидной железы. Когда нет этого воздействия, или ослабевает оно, сейчас же в самом обмене замечаются недочеты, часто непоправимые; достаточно исчезнуть этому контролю — и если не все, то очень многое в хозяйственном укладе организма начинает протекать ненормально.

Только-что развитые общие соображения требуют, конечно, дальнейших фактических доказательств. К ним-то мы сейчас и обратимся, начавши с указания на две довольно тяжкие болезни у людей. Одна из них называется базедовой бо-

лезнью, а другая — микседемой. Обе они находятся в связи с ненормальной деятельностью щитовидной железы.

У человека, страдающего базедовой болезнью, имеется несколько очень характерных симптомов (признаков), по которым не трудно ее распознать: выпяченные глаза, напряженная и быстрая работа сердца и, наконец, зоб, представляющий собой ненормально разросшуюся щитовидную железу. Все это — признаки, так сказать, внешние, легко бросающиеся в глаза. Существо же болезни сказывается в нарушении обмена веществ: он сильно повышен, распад белков идет энергично, потребление жиров увеличено, температура тела выше нормальной и т. д. Чем же вызывается все это? Перепроизводством гормонов щитовидной железы, а обилие их зависит от увеличения ее размеров: ненормально разросшаяся железа, зоб, приготовляет больше, чем следует, гормонов, которые возбуждают деятельность сердца, легких, нервной системы да и вообще всех тканей и клеток, участвующих в обмене веществ. Чтоб положить конец этой болезни, казалось бы самое лучшее удалить щитовидную железу. Но такая операция, когда удаляют всю железу полностью, без остатка, приводит очень часто к совершенно неожиданным результатам: больной, страдавший базедовой болезнью, заболевает другим, не менее тяжким недугом, который характеризуется прямо противоположными признаками. В чем же тут дело?

Известные швейцарские хирурги, Реверден и Кохер, уже давно отметили, что удаление щитовидной железы вызывает у людей целый ряд ненормальных явлений; весь организм испытывает при этом какие-то несвойственные ему в здоровом состоянии перемены: органы кровообращения работают вяло, кровь местами застаивается, на голове и на ногах получаются сильные отеки, живот часто вздувается, кожа набухает, становится тестообразной, а с поверхности выглядит сухой и жесткой, даже трескается, так как сальные железы перестают функционировать, слизистые оболочки носа и рта припухают, печень и почки перерождаются, стенки артерий пропитываются известью, делаются хрупкими, деятельность мышц слабеет, питание тела идет из рук вон плохо, аппетит падает, температура становится ниже нормальной, так что больной часто жалуется на холод, нервы расстраиваются, мысль работает скверно, временами даже совершенно тупеет. Полная картина расстройства основного

процесса жизни, обмена веществ! Он сильно понижен за отсутствием гормонов щитовидной железы; а в результате — болезнь, известная под названием микседемы, болезнь по признакам своим, как видите, совершенно противоположная базедовой: та обусловливалась перепроизводством, избытком гормонов щитовидной железы, а эта зависит от недостатка или отсутствия их.

В щитовидной железе надо различать двоякого рода ткань. Одна образует множество островков, состоящих из клеток, которые приготовляют гормоны: это, так сказать, подлинно железистая ткань. Другая располагается прослойками между островками железистых клеток: это так называемая соединительная ткань — она к образованию гормонов никакого отношения не имеет. Отсюда следует, что ненормальное развитие щитовидной железы, т. е. образование зоба, может итти в двух направлениях: либо увеличивается число железистых островков, т. е. число клеток, изготовляющих гормоны, либо разрастается за счет железистых клеток промежуточная, соединительная ткань. В первом случае зоб обилует гормонами и вызывает базедову болезнь, а во втором он, наоборот, беден гормонами и ведет к развитию микседемы. В обоих случаях — и при базедовой болезни и при микседеме — с целью помочь больному зоб вырезают, оставляя обязательно небольшой участок щитовидной железы, так как без ее гормонов нормальное существование организма немыслимо. А при микседеме, где наблюдается большая недохватка в гормонах щитовидной железы, стараются устранить этот недочет следующим образом.

Из вырезанной у животного (например, теленка) щитовидной железы можно сделать вытяжку, в которой и будут гормоны этой железы. Если больному микседемой впрыскивать время от времени под кожу или в брюшину такую вытяжку, то состояние его здоровья заметно улучшается, а нередко и вовсе восстанавливается. Перед вами фотография ребенка, страдающего микседемой (рис. 64). Ему четыре с половиной года. В течение года слишком его лечили вытяжкой (экстрактом) из щитовидной железы. И результаты налицо: достаточно взглянуть на правую половину нашего рисунка; это — тот же ребенок 13 месяцев спустя после лечения (рис. 65).

Вместо впрыскивания вытяжки можно пользоваться и особыми препаратами, приготовленными из щитовидной железы.

Их делают из свежей или высушенной железы телят или овец и принимают внутрь так же, как любое другое лекарство. Один из гормонов щитовидной железы (а может быть, и единственный ее гормон) недавно был извлечен из нее в чистом виде. Это — кристаллическое вещество, которое назвали «тироксином». И замечательно, что принятый внутрь или впрыснутый в кровь «тироксин» повышает жизнедеятельность организма и улучшает состояние больных, страдающих микседемой.

Рис. 64. Ребенок, страдающий микседемой.

Рис. 65. Он же, 13 месяцев спустя после лечения.

(По Вейлю.)

Есть, наконец, еще один способ лечения микседемы. Он сводится к тому, что больному пересаживают под кожу в брюшину или в селезенку часть щитовидной железы, взятую у здорового человека, или всю железу, вырезанную у какого-нибудь животного. Железа прививается на новом месте, снабжает больного своими гормонами и таким образом способствует улучшению его здоровья. Часто однако случается так, что пересаженная железа несколько времени спустя рассасывается и тогда здоровье больного вновь ухудшается. Надо, впрочем, заметить, что новейшие опыты в этом направлении кончались несомненным успехом, давая не только продолжительные, но и блестящие результаты (Воронов).

Не надо думать, что контролером и регулятором обмена веществ является только щитовидная железа. Эту службу несут и другие кровяные железы. Но о них я говорить не буду, а остановлюсь только на поджелудочной железе. Для этого имеются особые причины и вот какие: поджелудочная железа есть железа с выводным протоком; ее ферменты изливаются в кишечник и служат делу пищеварения. Это мы уж знаем. Теперь же пора узнать и другое.

Рассматривая в микроскоп кусочки поджелудочной железы, находят в ней двоякого рода деятельные железистые клетки: одна группа их вырабатывает пищеварительные ферменты (секреты), а другая заготовляет гормоны (инкреты), поступающие прямо в кровь. Итак, эта железа объединяет в себе две функции, исполняет одновременно две работы: пищеварительную (секреторную) и гормонную (инкреторную). В чем состоит первая — мы уж видели; а к чему сводится вторая — сейчас увидим.

Ряд ученых — Миньковский, Меринг, Гедон и др. показали, что если у собаки вырезать полностью поджелудочную железу, то уже через несколько часов у нее обнаружатся все типичные признаки болезни, которую называют сахарным мочеизнурением (диабет). Собака быстро худеет, несмотря на то, что страшно прожорлива, много пьет и много выделяет мочи, заключающей в себе большое количество виноградного сахара: уже два-три дня спустя после операции в моче ее накопляется от 10 до 15% сахара, а если кормить собаку только хлебом, то и больше — процентов 20. Проходит несколько недель, и сильно отощавшая собака околевает.

Если же этой собаке пересадить, например, под кожу хотя бы небольшой кусок ее же собственной поджелудочной железы и если он приживется, как следует, то сахар в моче либо уменьшится, либо вовсе исчезнет.

Совсем недавно (1921 г.), два исследователя, Бантинг и Мак-Клеод, нашли способ извлекать неповрежденным из поджелудочной железы ее гормон, который они назвали инсулином. Впрыскивая этот инсулин собаке, с вылущенной поджелудочной железой и страдавшей сахарным мочеизнурением, они заметили, что количество сахара в ее моче после каждого такого впрыскивания становится значительно меньше.

Мы познакомились с гормонами, которые задерживают или ускоряют обмен веществ, а также направляют его в ту или

иную сторону. Но ведь обмен веществ лежит в основе всего жизненного процесса, всех различных сторон его. Если это так, то несомненно, что рост, развитие, а стало быть, и форма организма должны зависеть в известной мере от деятельности тех гормонов, которые влияют на обмен веществ. И факты подтверждают эту мысль.

Вот две собаки одного возраста, одного помета, родные братья и как не похожи они друг на друга и ростом, и общим видом своим, и характером, и смышленностью! Один по росту такой, каким полагается быть годовалому щенку: стройный, бодрый, подвижный, веселый, смышленый; другой — полнейшая

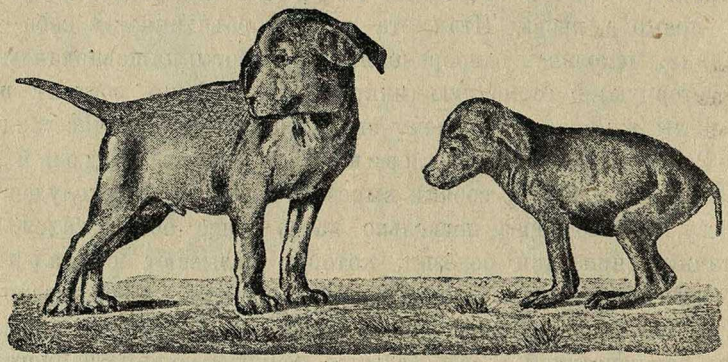


Рис. 66. Два щенка в возрасте одного года. 1 — нормальный. 2 — с вылущенной щитовидной железой.

ему противоположность: какой-то карлик с искривленными ногами, с недоразвитым черепом и круглым выпуклым лбом, слабый, мешковатый, неуклюжий, апатичный. И все это потому, что в то время, когда ему было три недели, у него вылущили щитовидную железу (рис. 66).

Есть у человека и другая железа, которую можно, пожалуй, назвать «железою роста»: это — зобная железа, которую прошу не смешивать с зобом, появляющимся при базедовой болезни, а иногда и микседеме.

Зобная железа помещается в грудной клетке за грудной костью. Она хорошо видна у детей и молодых животных и достигает полного развития к моменту половой зрелости — к 12-15 годам у человека; затем она быстро уменьшается в размерах, атрофируется, а к старости часто

вовсе исчезает. Уже этот один факт, связь с возрастом, указывает на то, что зобная железа должна иметь какое-то важное значение именно в ту пору, когда организм растет и развивается. Так оно и есть на самом деле, о чем свидетельствуют многочисленные опыты над собаками.

В процессе роста принимает деятельное участие еще одна железа, о которой здесь мельком уже упоминалось. Это — так называемый мозговой придаток или гипофиз.

Гипофиз расположен в основании головного мозга, в том месте, где перекрещиваются зрительные нервы. Это — небольшая железа величиной с боб, серовато-красного цвета. Выводных протоков у нее нет, и потому продукты, вырабатываемые частью ее клеток, направляются прямо в кровь. Роль мозгового придатка выясняется лучше всего опытами на молодых животных, в частности — на щенках. Берется 5 — 6-недельный щенок какой-нибудь крупной породы собак, скажем, лягавой, который и подвергается операции: гипофиз вылущивается. Другие щенята того же помета, его родные братья и сестры, остаются нетронутыми. И вот, уже короткое время спустя, резко выступает разница между ними. Нормальные щенята растут и развиваются нормально как физически, так и психически. Не то — щенок, подвергшийся операции. Он так щенком с виду и остается, а по характеру неповоротлив и туповат. Есть у него и другие более глубокие изменения: под кожей толстый слой жира, молочные зубы сохранились, а за ними выступает ряд постоянных зубов, температура на полтора и даже два градуса ниже нормальной, органы размножения слабо развиты. Все это свидетельствует о нарушении обмена веществ, и, как прямой результат его, — задержка в росте и развитии. Посмотрите на изображенные здесь два скелета (рис. 67). Кто скажет, что это скелеты собак одного и того же помета, одной и той же породы? А между тем это так: маленький, детский скелет принадлежит собаке, у которой на втором месяце от рождения вырезали гипофиз; большой — скелет ее родного брата, развивавшегося нормально. И какая колоссальная разница! Обе собаки были убиты одновременно на 14-м месяце жизни. Большая перед смертью весила 16,3, а малая 4,3 *кг*. Последняя за год слишком прибавилась в весе всего лишь на 0,3 *кг*, тогда как первая увеличилась почти на 12 *кг*. Так отражается на росте животного действие гормонов мозгового придатка.

Если гормоны щитовидной, зобной и «подмозговой» железы оказывают такое большое влияние на рост организмов, то это, пожалуй, проливает некоторый свет на решение старой престарой загадки — загадки о причинах появления на свет великанов и карликов.

Можно ведь думать, что карлики появляются благодаря недоразвитию этих желез и, в первую голову, мозгового придатка, а великаны, наоборот, возникают, благодаря чрезмерному развитию тех же органов: врожденная или благоприобретенная атрофия мозговой железы вызывает карли-

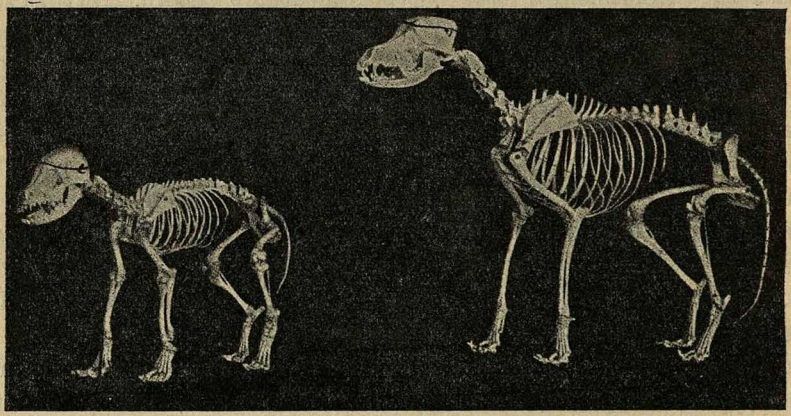


Рис. 67. Скелеты двух собак: слева — оперированной, справа — нормальной. (По Вейлю.)

ковый рост, тогда как такая же гипертрофия ее порождает великанов; то есть, при обилии «гормонов роста» получаются великаны, а при недочете их — карлики.

Не нужно, впрочем, забывать, что вопрос о гормонах не такой простой, как это кажется на первый взгляд; не нужно думать, будто бы те знания, которыми наука обладает сейчас в этой области, решают его исчерпывающим образом. Природа вовсе не так легко вскрывает свои «тайны». Путь постижения ее — тернистый путь. Он требует от исследователей много труда и терпения. Он полон неожиданностей, и там, где мы готовы уж почить на лаврах, вдруг открываются новые горизонты, а с ними и новые задачи, новые сомнения, новые трудности. В науке о жизни, почти сплошь и рядом, бывает так, что чем

глубже проникаешь в существо того или другого жизненного явления, тем дальше как будто отодвигается возможность полностью и всесторонне оценить и осмыслить его. Особенно сильно и резко это чувствуется в такой новой отрасли знания, как учение о гормонах. Один пример прекрасно объяснит нам, в чем тут дело. Рост и развитие человека, других млекопитающих и птиц развертываются более или менее постепенно; смена возрастов, переход от детства к отрочеству и юности, а от юности к возмужалости, а там и к старости идет тут почти незаметно; и в этой смене, как мы уж знаем, не маловажную роль играют гормоны нескольких кровяных желез.

Но вот земноводные, положим, лягушки. Они развиваются превращением; здесь смена возрастов сопровождается более или менее резким изменением формы животного; головастик сильно разнится от взрослой лягушки, личинка тритона во многом не похожа на взрослого тритона. Спрашивается: играют ли в этом какую-нибудь роль гормоны? Конечно, играют. Но — какие? Да те же самые, которые заведуют ростом и развитием птиц, млекопитающих и человека, например, щитовидная и зобная железы. Посмотрите, однако, как своеобразно сказывается в данном случае их действие.

Гудернач кормил молодых головастиков щитовидной железой теленка; головастики эти очень скоро переставали расти, гораздо скорее, чем полагается, и превращались в маленьких лягушат, тогда как другие головастики, питавшиеся нормально, продолжали расти и в надлежащий срок также превратились в лягушат, но несравненно большего размера, чем те, которые развивались из головастиков, кормившихся щитовидной железой. Опыт этот был повторен другими учеными и, между прочим, Абдергальденом: результат был тот же.

Когда же Абдергальден стал вскармливать молодых головастиков зобною железою теленка, то эффект получился совсем иной, противоположный: головастики начали расти гораздо быстрее своих собратьев, питавшихся нормально, обогнали их в росте на много — иные почти вдвое — и, несмотря на то, что давно уж пора было превращаться в лягушат, превращения не наблюдалось.

Любопытные факты — неправда ли? Две железы, способствующие и росту и развитию, ведут себя в данном случае,

как настоящие антагонисты: гормоны щитовидной железы задерживают рост и ускоряют развитие, а гормоны зобной железы совсем наоборот, ускоряют рост, но останавливают развитие. Таково их действие вообще или только в данном случае, оказываются ли они антагонистами всегда или нет, трудно сказать. Подождем дальнейших исследований. Во всяком случае, только что рассмотренный пример нагляднейшим образом свидетельствует о крайне сложной и далеко еще не выясненной роли гормонов в жизненном процессе.

Я уж говорил, что поджелудочная железа, изготовляя пищеварительные ферменты, в то же время выделяет и гормон, что она — железа двойного назначения: и «секреторная», и «инкреторная».

К числу таких желез, исполняющих двойную функцию, относятся и половые железы. О них-то и будет дальше речь.

Гормоны половых желез за последнее время привлекли к себе внимание всего ученого и неученого мира. Это — своего рода модный вопрос. Его трактуют представители всех отраслей науки о жизни — биологи, физиологи, эмбриологи, врачи всех специальностей, начиная с хирургов и кончая психиатрами. Даже философы прониклись некоторым уважением к этой злободневной теме. Само собою разумеется, что исчерпать содержание этой темы в отдельной главе «общедоступной физиологии человека» нет никакой возможности — да и надобности. Волей-неволей придется ограничиться лишь кратким обзором наиболее существенных сторон этого большого и глубоко интересного вопроса.

Органом, вырабатывающим одновременно и мужские половые продукты и «мужские гормоны», являются семенники (два); а органом, приготовляющим как женские половые продукты, так и «женские гормоны», служат яичники (тоже — два). Начнем с первого.

Срез семенника под микроскопом показывает его строение (рис. 68). В этой железе явственно выступают следующие отделы: 1) семенные канальцы (на рисунке они видны в разрезе), в которых вырабатываются сперматозоиды, и 2) промежуточная ткань, расположенная между канальцами; она образует вместе с ними отдельные островки, отграниченные друг от

друга соединительной тканью, которая местами пронизывает и сами островки. По мнению большинства современных ученых, эта-то «промежуточная ткань» и вырабатывает «мужские гормоны». Штейнах — один из самых видных знатоков данного вопроса — называет ее пубертатной железой, что значит «железа половой зрелости»[1]. Это название, как сейчас будет видно, имеет свое разумное основание.

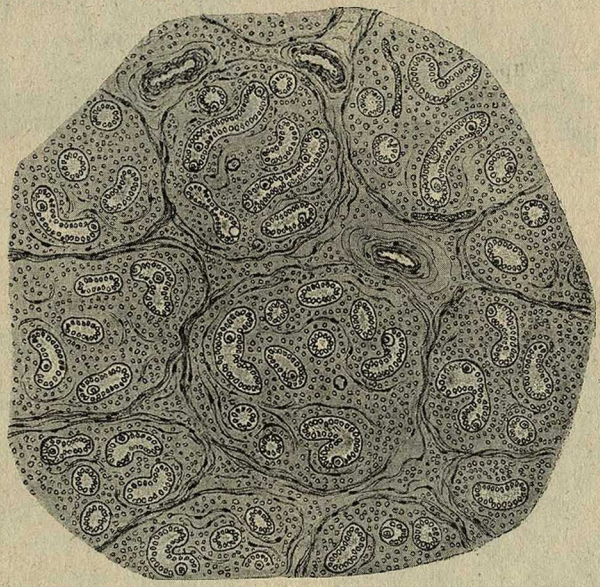


Рис. 68. Семенник молочного поросенка в разрезе под микроскопом при увеличении в 80 раз. Видны все указанные в тексте элементы. (По Штейнаху.)

Штейнах брал четырехнедельного самца крысы и вырезал у него семенники. Животное продолжало расти, но при этом все оставшиеся нетронутыми части его органа размножения оказались недоразвитыми.

Когда же Штейнах пересаживал под кожу или в брюшину этой охолощенной крысы семенники, взятые у другой крысы, то и эффект получался иной: охолощенная крыса не только росла, но и развивала полностью все те части своих органов размножения, которые в первом случае оставались в недо-

[1] Надо, впрочем, заметить, что некоторые исследователи, например, Реттерер и Воронов, не разделяют взглядов Штейнаха на этот счет и полагают, что «мужские гормоны» изготовляются теми же клетками, которые дают начало сперматозоидам, т. е. клетками семенных канальцев.

развитом, младенческом состоянии. Из этих опытов прямо следует, что семенники, действительно, вырабатывают гормон, и что гормон этот прежде всего влияет на развитие всех частей

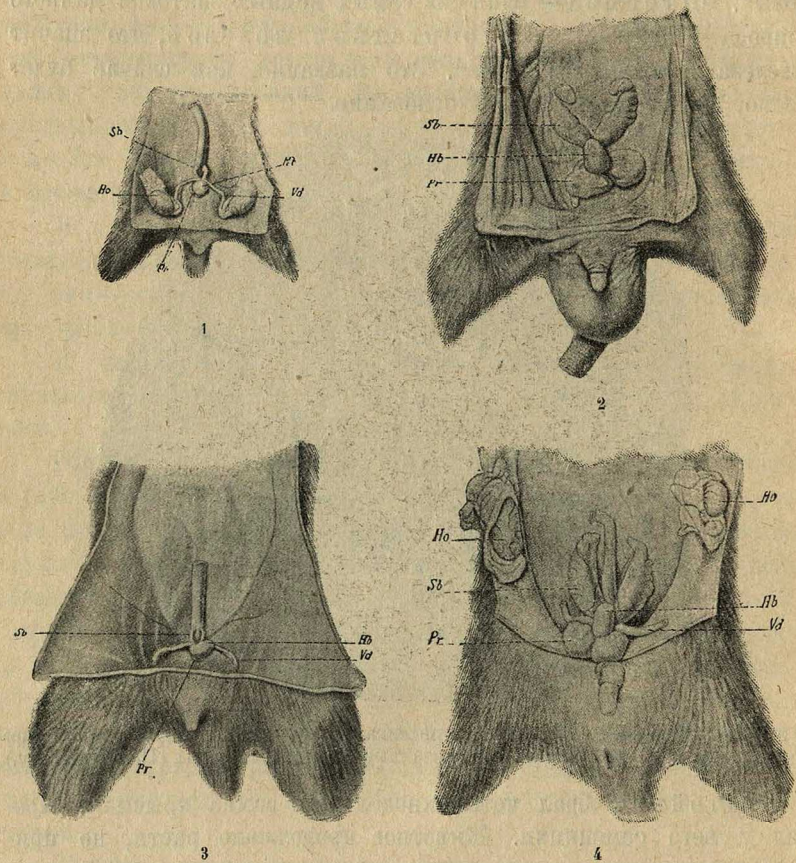


Рис. 69. Опыты с крысой. 1. — Нормальный месячный самец крысы. 2 — Он же взрослый. 3 — Оскопленный (кастрированный) самец в зрелом возрасте. 4 — Оскопленный самец, после того как ему пересадили семенники другого самца. Обозначение букв всюду одно и то же: *Sb* — семенной пузырь. *Pr* — простата или предстательная железа, изготовляющая «семенную жидкость». *Hb* — мочевой пузырь, *Vd* — проток, выносящий семя. (По Штейнаху).

мужского органа размножения, т. е. позволяет животному достигать половой зрелости (рис. 69).

Такого же рода опыты и с теми же результатами производились над самками крыс: и тут с очевидностью явствует, что яичник производит гормон, влияющий на нормальное развитие женских половых органов. К чему же сводится роль пубертат-

ных желез? Чем объясняется та сенсационная слава, которая выпала на долю гормонов этих желез? Неужели только тем, о чем упоминалось выше? Конечно — нет. Разница между самцом и самкой не только в том, что у одних имеются семенники, а у других — яичники. Целый ряд признаков, и внешних и внутренних, и телесных и духовных, отличает один пол от другого! Украшенный роскошной гривой лев и безгривая львица, бородатый оранг и его безбородая «жена», ветвисторогий олень и безрогая самка его, изящные, как цветы, самцы-колибри и их скромно одетые подруги, павлин и пава, петух и курица, селезень и утка и т. д. и т. д. — кому не ведомы эти контрасты, встречающиеся почти на каждом шагу? Среди людей они выражены не менее отчетливо. И если даже совсем оставить в стороне вопрос о психологии мужчин и женщин, то уже в физической природе их найдем мы много несходного.

Несходны их скелеты, различна величина конечностей, грудной клетки и, особеннно, тазовых костей. Несходно развитие мускулатуры и подкожного жира: мужчина мускулистее, очертания его тела угловатее; женщина, наоборот, отличается мягкими очертаниями тела, более округлыми формами, большим развитием подкожной клетчатки (жира) — особенно на груди и бедрах. Волосяной покров на теле мужчины обильнее, чем у женщины, но зато у последней волосы на голове растут длиннее и пышнее, чем у мужчины. Есть разница в величине мозга, гортани, надпочечников и щитовидных желез; первые два органа у женщины, в среднем, меньше, а последние два больше, чем у мужчины. Есть разница в пульсе, температуре тела и в дыхании: последнее у женщины грудного типа, пульс чаще, а температура выше, чем у мужчины. Резче всего у взрослых бросается в глаза разница в росте и развитии грудных желез.

Все эти специально половые особенности у животных и людей называются вторичными половыми признаками; все они, как учит современная наука, находятся в прямой связи с деятельностью пубертатных желез: «мужские гормоны» вызывают к жизни вторичные половые признаки самцов — и только их; а «женские гормоны» влияют на образование вторичных половых особенностей самок — и опять-таки только их; иначе говоря, пубертатная железа мужчины не может породить специфических черт женщин, и наоборот: пубертатная железа жен-

щин не властна создавать типичные штрихи мужчины. Опытное доказательство этих общих выводов находим мы, главным образом, в трудах Штейнаха и его сподвижников. Эксперименты (опыты) в этом направлении производились над различными животными; делались они, правда, сравнительно редко, и с людьми, которым приходилось, благодаря заболеванию семенников или яичников, вырезывать эти органы.

Но, повторяю, для такого рода опытов животные — несравненно более сподручный материал. На них-то и оперировал Штейнах, пользуясь обычно крысами и морскими свинками.

Вот один из его опытов. Морская свинка — самка, только что родившая. Молочные железы ее прекрасно развиты, обилуют молоком, соски большие, малыши питаются великолепно. Ее оскопляют — и все меняется: дней через 8 — 10 после операции грудные железы опали, соски стали маленькие, выделение молока прекратилось, детвора голодает, а мать их не обнаруживает ни малейшего полового влечения и энергично защищается от «ухаживаний» самцов. Тогда Штейнах пересадил ей яичники, взятые у другой первородящей самки. По прошествии некоторого времени яичники великолепно прижились на новом месте и картина опять изменилась: груди налились, соски увеличились, молоко потекло обильно, и молодая самка вновь почувствовала влечение к самцам — стала подпускать их к себе.

Дальнейшее развитие опытов Штейнаха еще интереснее. Он рассуждал примерно так:

«Если мужские признаки зависят от мужских гормонов, а женские — от женских, то можно, пожалуй, самцов превращать в самок и — наоборот, самок в самцов: для этого нужно сперва кастрировать и тех и других, а затем приживить самцам яичники, а самкам — семенники, взятые у других таких же животных».

Рассуждение — логически безупречное. А что говорят факты? Факты и в данном случае подтверждают вывод, сделанный «от разума».

Рисунок 70 дает полную картину «превращения полов» у морских свинок по Штейнаху. Проследим его.

В верхнем ряду — три сестры с братом, все одного возраста. Двух сестер оскопили, после чего одной из них привили семенники. Она, как видите, значительно разнится от нормальной своей сестры и в общем по росту, форме тела, шерстяному покрову и т. д., очень походит на родного брата.

В нижнем ряду — другое: три брата и одна сестра. Двух братьев охолостили, причем одному из них вслед за операцией удаления семенников привили яичники. Результат налицо: он очень разнится от своего нормального родного брата и внешним

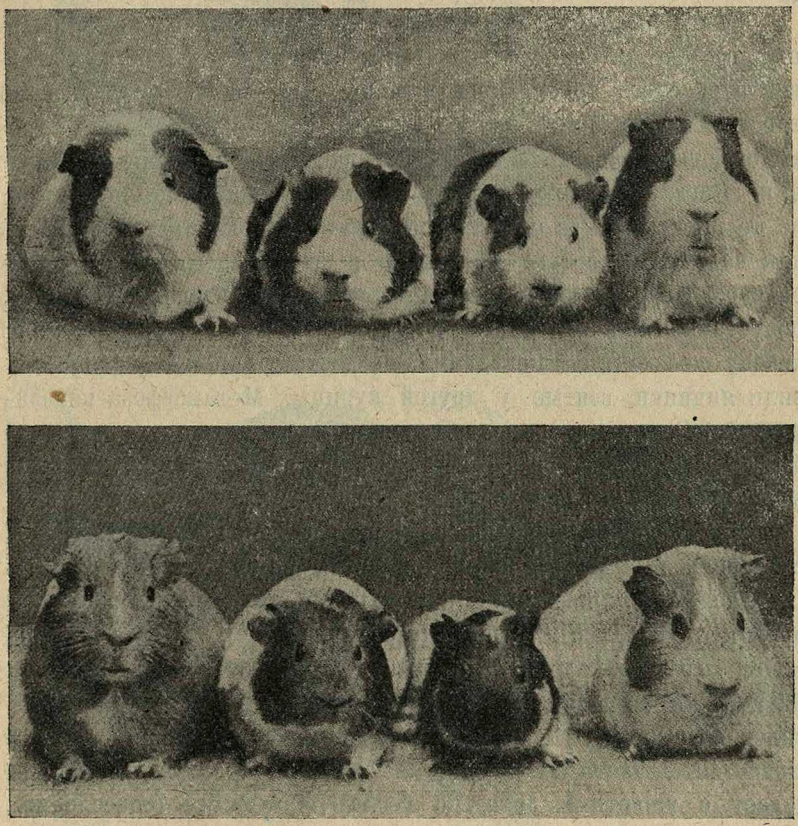


Рис. 70. Превращение полов у морских свинок. (По Штейнаху.) Верхний ряд (слева направо): 1.— Маскулинизированная самка. 2. — Оскопленная самка. 3. — Нормальная самка. 4. — Нормальный самец. Все — дети, рожденные одновременно одной матерью. Нижний ряд (слева направо): 1. — Охолощенный самец. 2. — Нормальная самка — девственница. 3. — Феминизированный самец. 4. — Нормальный самец. Все — одного и того же помета. (Рисунок взят из книги Вейля).

обликом и поведением больше походит на сестру. Наверху перед нами — маскулинизированная (мужеподобная) самка, внизу — феминизированный (женоподобный,) самец.[1]

[1] От латинских слов: masculinus — мужской; femininus — женский.

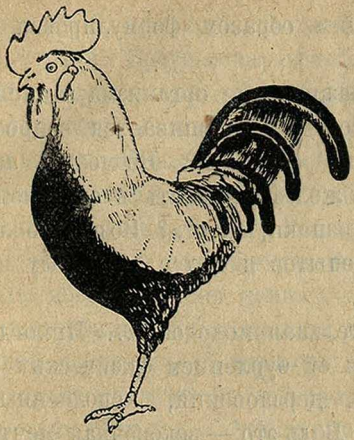
Один из русских исследователей вопроса о превращении полов, М. Завадовский, проверил опыты Штейнаха на других животных и, в частности, на петухах и курах. О достигнутых им результатах можно судить по следующему рисунку (рис. 71).

Кастрированный петух меняет свой костюм. Его великолепный гребень и бородка сводятся почти на-нет. Еще разительнее перемена у оскопленной курицы. Можно подумать, что это тот же охолощенный петух (каплун). Лишенная женских гормонов, она несколько выросла и украсилась петушиными перьями. Когда же этому существу «среднего рода» — не то курица, не то петух! — были привиты семенники, то оно стало выглядеть как настоящий петух: появились и зубчатый гребень, и мясистая бородка, и одеяние, и осанка петуха. А бесполое создание, полученное при кастрации петуха, преобразилось в примерную квочку со всеми ее повадками, после того как каплуну прижили яичники, взятые у другой курицы. Метаморфоза поразительная! Одного лишь недостает: новоявленная курица не вырабатывает и не откладывает яиц, а новоявленный петух лишен возможности оплодотворять их.

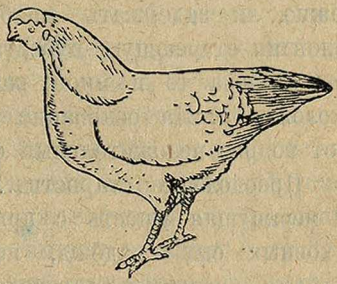
Мы подошли к самой животрепещущей теме, связанной с учением о гормонах вообще и половых гормонах в особенности.

Оскопляя животных (позвоночных), мы лишаем их пубертатной железы, то есть половых гормонов, а без этих гормонов понижается вся жизнедеятельность организма — и физическая и психическая. Возвращая животным, путем прививок, эту железу и ее гормоны, мы вновь повышаем всю жизнедеятельность организма — и телесную и духовную. То, что делает с животным довольно быстро кастрация (оскопление), проделывает, вместе с годами, сама жизнь: животное, достигшее полного развития всех своих физических и психических сил, поднявшись на гребень своей жизни, начинает постепенно итти «под гору»; оно дряхлеет, стареет. И параллельно с этим его обратным развитием от здоровой юности и зрелости к старости идет постепенно и атрофия органов размножения, а, стало быть, и пубертатной железы: она уменьшается в размерах и начинает выделять все меньше и меньше гормонов.

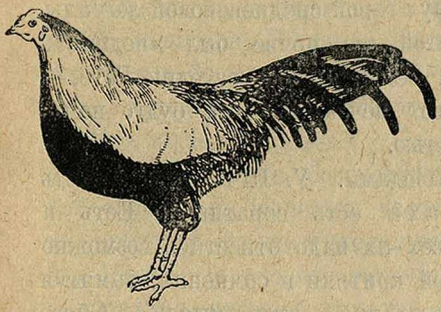
Эти факты и обобщения не раз останавливали на себе внимание Штейнаха и в своей статье «Омоложение», напеча-



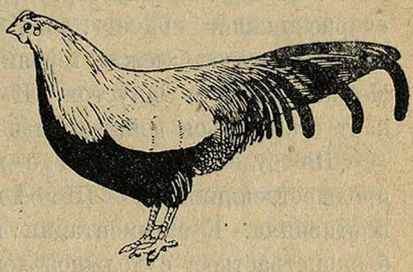
Нормальный петух.



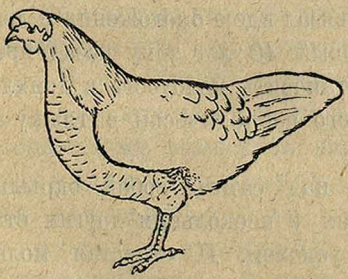
Нормальная курица.



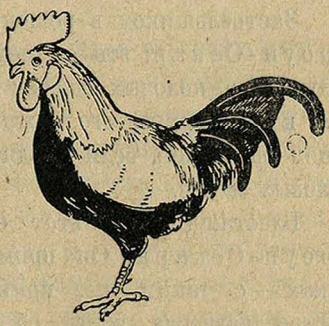
Кастрированный петух.



Кастрированная курица.



Кастр. петух с пересаж. яичником.



Кастр. курица с пересаж. семенником.

Рис. 71. Превращение полов у петухов и кур. (По М. Завадовскому.)

танной в 1920 году, он следующим образом формулировал и вопрос и ответ по поводу них:

«Если развитие и обратное разрушение организма зависят от пубертатной железы, то сам собою напрашивается вопрос: можно ли задержать приближение старости? Возможно ли, обновляя стареющую пубертатную железу, вызвать в организме еще раз — а то и много раз — признаки юности? Возможно ли омоложение? На основании моих опытов я дал в 1910 году на этот вопрос положительный ответ».

Преодоление старости... Длительная молодость... Никогда не меркнущая юность с присущим ей бурлением физических и духовных сил — надежд, порывов, дерзновений, исполненных величия, красоты и благородства... Ведь это — вековечная мечта человечества! За нее — в страстных поисках «жизненного элексира» — боролись алхимики с гениальным Парацельсом во главе. За нее «продал чорту душу» герой средневековой легенды, «чернокнижник Фауст». На этой же почве был «подписан кровью договор» между героями бессмертной трагедии Гете, — Мефистофелем и Фаустом. И вот мечта эта как будто начинает становиться действительностью.

Не будем торопиться с выводами. У Штейнаха есть предшественники. У Штейнаха есть соратники. Есть и противники. К аргументации всех их надо отнестись возможно беспристрастнее, с должной дозой критики и сомнения, памятуя мудрое немецкое изречение: «желание — отец мысли». Обратимся к фактам, и посмотрим, что говорят они в оправдание давно желанной мечты.

Застрельщиком в решении интересующего нас вопроса был Броун-Секар: это он первый связал идею омоложения с деятельностью половых желез; он первый 40 лет тому назад пришел к убеждению, что можно восстановить молодость в дряхлеющем организме, если вводить в него периодически вытяжку из половых желез.

Блестящий результат опытов над самим собой окрылил Броун-Секара. Он применил их к нескольким другим старикам — с таким же, примерно, успехом. И стоустая молва быстро разнесла весть об открытии «жизненного элексира». Слава осенила французского физиолога. Брошенная им сенсационная идея «омоложения» взволновала умы не только обывателей, не только теоретиков научной мысли, но и своекорыст-

ных, не брезгающих никакой рекламой, жадных до наживы практиков. Броун-секаровский «элексир» стал предметом страстных вожделений. В лабораторию французского ученого потянулись чуть не толпы алчущих возврата юности. Его засыпали письмами. Пришлось даже на время бежать в Лондон от назойливых клиентов и корреспондентов. Увлечение росло, дошло до апогея, а там... так же быстро пошло на убыль и в конце концов сменилось разочарованием, приведшем к забвению на долгие годы новой и очень ценной научной идеи: о «броун-секаровских впрыскиваниях» вспоминали не иначе, как с иронической усмешкой на устах. И понятно почему: уж слишком быстро покинула эта идея стены лаборатории и вышла на улицу — слабая, не оперившаяся, — ставши сейчас же достоянием различных рекламистов и шантажистов, эксплуатирующих наивную доверчивость толпы.

Так было с Броун-Секаром. Но вот проходит лет 20-25, и сперва Гармс (Harms) а потом Штейнах воскрешают мысль, брошенную Броун-Секаром: существо ее остается то же, меняются лишь методы и способы ее проведения в жизнь.

Что делает Гармс?

У одряхлевшего, бессильного во всех смыслах самца морской свинки он вырезает часть семенника, а затем прививает ему семенник его шестинедельного сына, и старик спустя дней 10 — 15 совсем «молодеет»: выглядит несравненно бодрее, чем до операции, задорен, драчлив, охоч до самок и, что особенно интересно, его собственные семенники оказываются вновь хорошо развитыми. Еще разительнее опыты Штейнаха над крысами и теми же морскими свинками.

Он заметил, что повреждение семенников обычно вызывает разрастание их «промежуточной ткани» т. е. пубертатной железы. И это обстоятельство легло в основу его метода. У семенников есть выводные протоки (семенные канатики), при помощи которых семя выносится наружу. Перерезка или тугая перевязка этих протоков вызывает перерождение семенников: их пубертатные железы увеличиваются в размерах и начинают обильно выделять гормоны. В этом существо дела. Посмотрим, как сказывается оно при опытах над крысами.

Крыса живет в среднем месяцев 28 — 30. Между полутора и двумя годами ее жизни начинается старость, которая длится

несколько месяцев, после чего приходит «естественная смерть». Разница как во внешнем облике, так и в поведении между молодыми и старыми крысами велика. Она прекрасно обрисована самим Штейнахом.

«Молодой самец, — говорит он, — подвижен и весел. В новой обстановке, например, в чужой клетке, его охватывает любопытство все обнюхать, осмотреть и на все вскочить. Когда к нему подсаживают другого самца, то он сейчас же становится на задние лапки, готовый прыгнуть, напасть, и смело вступает в борьбу на жизнь и смерть. Если же подсаживают самку, немедленно начинается неутомимая игра с нею... в промежутках он все время двигается, чистится, охорашивается и проявляет необыкновенное щегольство.

«Старый самец очень мало подвижен, плохо бегает. Когда подсаживают к нему другое животное, он укрывается от его преследований, избегает борьбы, сопротивляется слабо, быстро изнемогает. Вся прелесть забавы для него пропала. Ко всему он равнодушен, даже к самкам; все время он проводит в сонливом состоянии, ест мало, сильно худеет. Дыхание тяжелое, сердцебиение замедлено. Душевная апатия связана с нечувствительностью к физическим повреждениям. В то время как молодое животное содержит себя в чистоте и свободно от всяких паразитов, старое животное очень нечистоплотно и усеяно вшами... Но что особенно бросается в глаза и даже уже издали, это — осанка животного: старое животное стоит сгорбившись, с согнутыми ногами, с опущенной к земле головой, с полузакрытыми или совсем закрытыми глазами».

Прибавьте к этому еще несколько штрихов — гладкую, густую шерсть, живой блеск глаз, хорошо развитые органы размножения у молодых и, наоборот, неровную, покрытую плешками шерсть, безжизненный, помутневший взор и атрофию органов размножения у старых самцов, — и перед вами будет яркая картина жизнерадостной молодости и печальной старости у этих животных. Достаточно однако вмешательства экспериментатора, чтобы все теневые стороны последней исчезли, и неприглядный с виду, безразличный к радостям бытия «старик» вновь и выглядел и почувствовал себя молодым.

Штейнах омолаживал своим способом целую серию крысиных самцов. Для каждого из них велся специальный дневник, в котором последовательно отмечались все перемены, вызванные

операцией. Прочтём один из этих дневников, да и то не полностью, а в извлечении.

Для опыта был взят пегий самец возрастом 23-х месяцев со всеми только что описанными признаками старческого вырождения.

Операция (перевязка семенных протоков) произведена 4-го февраля 1911 года.

Через 17 дней, 22-го февраля. На спине появляются новые волосы. Животное усердно чистится. Очень прожорливо. Вес прибавился на 40 г. Гораздо оживленнее и более внимателен. При виде самки приходит в сильное возбуждение; беспрерывно преследует ее, заигрывает и делает попытки к овладению.

25-го февраля. В клетку пускается охочая самка. Моментально, без предварительного заигрывания, повторное бурное покрытие. Во время перерывов — старательно охорашивается.

1-го марта. При испытании смелости ведет себя крайне вызывающе как молодое животное.

3-го марта. Вновь пускается охочая самка. Полное проявление темперамента и ненасытного полового влечения. Значительно живее, чем нормальные молодые самцы.

10-го мая. Половое влечение в полной юношеской силе. Очень красивая густая шерсть. Легко взбирается на палку и достает сало. Бешено нападает на соперника, делает попытку опрокинуть и разгрызть маленькую клетку и не успокаивается до тех пор, пока его оттуда не убирают. Вес прибавился на 80 г.

24-го сентября. Умер от небольшого гнойного нарыва в печени.

Таким образом, этот престарелый самец прожил после операции 8 месяцев, из которых 7 приходятся на подлинную «вторую молодость».

То же самое наблюдается и при опытах со старыми самками. Только тут применяется пересадка яичников, взятых у молодой самки. Картина до операции и после нее в общем сходна с тою, которую мы только что проследили у самца. Но замечательнее всего здесь то, что у такой омоложенной самки вновь увеличиваются грудные железы, распрямляются яичники и начинают не только выделять гормоны, но и вырабатывать яйца, благодаря

чему она опять становится матерью, дает потомство. Факт в высокой степени интересный. Он показывает, что гормоны пересаженных яичников, действуя на яичники старой самки, восстановляют их заглохшую было деятельность. В некоторых случаях омоложения крыс и морских свинок Штейнах наблюдал еще один не менее ценный в научном отношении факт, а именно: омоложенные старцы иногда жили на несколько месяцев дольше, чем их нормальные одновозрастные собратья. Иначе говоря, в этих случаях операция вела не только к омоложению, но и к продлению обычного для данных животных срока жизни.

У Штейнаха, как сказано было выше, есть соратники. Они производили свои опыты с другими, крупными животными. Один из них, Кнуд Занд, омолодил старого кобеля, которому до операции было 12 лет и 3 месяца.

Другой ученый, Воронов, с целью омоложения животных пользовался пересадкой половых желез; он брал семенники молодого 6-месячного барана, разрезал их на части и приживлял эти куски к семенникам старого барана.

«Приблизительно через два месяца после пересадки, — пишет Воронов, — в состоянии старых баранов произошли изменения. Апатия, угнетенный вид и печальное выражение сменились живостью движений и бойкой воинственной поступью. Силы животных с каждым месяцем заметно крепли, шерсть стала лосной, взгляд живым, и равнодушное отношение к самкам, которое я имел случай неоднократно наблюдать до операции, уступило место ухаживанию, свойственному молодым самцам. Недержание мочи у одного из баранов совершенно исчезло...

«В течение 4-х слишком лет после операции они сохранили полную устойчивость здоровья и замечательную силу».

Все эти опыты над различными животными в связи с общим учением о гормонах воскресили надежду на омоложение людей, вернули научную мысль к блестящей идее, брошенной миру Броун-Секаром.

Броун-Секар начал прямо с людей. Современная наука прошла длинный искус путем экспериментов над животными и, достигнув тут желанного успеха, вновь обратилась к опытам над людьми во всеоружии новых методов, давших прекрасные результаты в применении их к животным.

Броун-Секар знал уже цену «внутренним секретам» и был твердо уверен в том, что «соки», вырабатываемые половыми железами, должны оказывать плодотворное влияние на общий тонус (напряжение) жизни организма. И потому он рекомендовал вводить эти «соки» извне в дряхлеющий организм в виде вытяжки (экстракта) из половых желез. Современная наука опытным путем подтвердила правильность общей мысли Броун-Секара. Но, соглашаясь с ним в принципе, она признала недостаточным применявшийся им способ борьбы со старостью. Организм дряхлеет от недостатка соответствующих гормонов — пусть так. Чтобы поднять его жизнедеятельность, надо дать ему то, чего он сам уж не имеет — и это не подлежит спору. Но впрыскивание вытяжки из половых желез — мера, действующая временно, непродолжительно. Надо, чтобы дряхлеющий организм сам снова стал вырабатывать то, в чем он нуждается; надо, чтобы в крови его постоянно имелись те гормоны, от которых зависит сила и бодрость организма, «молодость» его. Отсюда и новые, более действительные методы омоложения: перевязка семявыносящих протоков или прививка «старикам» половых желез, взятых у «молодежи». Эти-то методы попробовали применять к людям. И надо сказать, не без успеха, хотя успех тут все еще условный и далеко не оправдывает тех преувеличенных, чрезмерных надежд, которые в подобных случаях овладевают людьми, стоящими далеко от научной работы и сопряженных с нею трудностей, тяжких дум и роковых сомнений.

Штейнах полагает, что борьба со старостью у людей «не безнадежна», что «преждевременное увядание молодого человека так же преодолимо, как и мучительная тягость старости»; и с целью подтвердить это предположение экспериментально, поручает своему ученому коллеге, доктору Лихтенштерну, произвести ряд опытов над людьми, использовавши тот метод, который оказался столь успешным в применении к животным. Доктор Лихтенштерн применил его к двум старикам и одному преждевременно состарившемуся рабочему. Во всех трех случаях эффект получился благоприятный.

Доктор П. Шмидт, один из самых горячих сподвижников Штейнаха, в 1920 г. ставит опыт над людьми в большом масштабе (24 случая) и, подытоживая результаты своих наблюдений, утверждает, что «омоложение по способу Штейнаха»

привело к следующим изменениям в физике и психике его клиентов:

I. Изменения физические.	II. Изменения психические.
1. Более быстрый и более густой рост волос и бороды.	1. Повышение полового интереса.
2. Повышение физической силы.	2. Повышение умственного напряжения, инициативы и памяти.
3. Улучшение зрительной способности.	
4. Повышение притока кислорода. Улучшение аппетита. Прибавка в весе и т. д.	3. Повышение работоспособности, улучшение самочувствия, жизнерадостность.
5. Улучшение таких старческих недугов, как дрожание конечностей, артериосклероз, сердечные шумы, недостаток дыхания и т. п.	(«Все здесь описанные изменения, говорит Шмидт, появлялись не во всех случаях одновременно. Но целый ряд их представлял собою картину, которую можно охарактеризовать, как действительное омоложение, приведшее меня в изумление».)

Наконец, третий ученый, Воронов, произвел 8 операций омоложения при помощи пересадки человеку семенников обезьяны (1920 — 1921 гг.).

Вот один из описанных им случаев:

Это был англичанин 74 лет отроду — «согбенный тучный старец, с выражением угнетенности и безучастия на лице, который передвигался с трудом, опираясь на толстую палку».

«2-го февраля 1921 г. я, — пишет Воронов, — пересадил ему несколько кусков семенника большого павиана... Через две недели после операции больной покинул Париж; я увидел его снова лишь 8 месяцев спустя. Мой ассистент, доктор Дидри, и я сам были буквально поражены, увидав мистера E. L., который потерял половину своей тучности, имел вид бодрый и двигался быстро; в глазах его светился лукавый огонек, и он, видимо, радовался нашему удивлению. Жир у него рассосался, мышцы окрепли, стан выпрямился, и он производил впечатление человека с вполне прочным здоровьем...

«Я вновь исследовал его через 20 месяцев после операции и нашел, что счастливая перемена, происшедшая во всем его организме, не только удержалась, но сделала еще заметные успехи. Он держался прямо, ходил легкой, молодой поступью, но самым удивительным зрелищем была все-таки его голова, поросшая волосами, достигавшими 3 *см* в длину...

«Справедливо гордясь таким чудесным превращением, мистер Е. L. имел мужество не скрывать его источника и дать своим присутствием на заседании съезда хирургов самое лучшее доказательство того, как современная наука может победоносно вступить в борьбу с самым ужасным состоянием, в которое может впасть всякий человек в определенный момент жизни,— со старостью, физическим и духовным разрушением».

Этим восторженным дифирамбом современной науке, поднявшейся на борьбу со старостью, я и закончу изложение вопроса об омоложении. Должен, впрочем, несколько огорчить женскую половину человеческого рода.

Большая часть опытов с омоложением людей производилась и производится над мужчинами. Опыты с женщинами — пока очень малочисленны. Дело в том, что пользоваться методом Штейнаха (перевязка или перерезка выводных протоков) тут нельзя: у женщин перевязать нечего, ибо яичники не имеют настоящих выводных протоков (см. выше). Способ пересадки почему-то до сих пор сравнительно редко применялся к женщинам. Тут надо ждать дальнейших исследований в этом направлении. Однако еще Штейнах указал на возможность особого метода борьбы со старостью у женщин: это — освещение яичников лучами Рентгена. Специалисты по женским болезням пользуются такого рода «освещением» при некоторых заболеваниях — особенно в пору климактерического периода, когда воспроизводительная способность женщины сходит на-нет. И Каммерер — один из наиболее видных биологов нашего времени, ссылаясь на факты, с несколько подчеркнутым оптимизмом утверждает, что в результате лечения лучами Рентгена у женщин «наступает чудесный расцвет, восстановление физических и духовных сил». Словом, отчаиваться женщинам не приходится. Не следует только как им, так и мужчинам, отдаваться во власть преувеличенных надежд и фантазий по поводу «омоложения» вообще.

Когда говоришь о гормонах вообще и о гормонах пубертатных желез в особенности, не следует никогда упускать из виду одно чрезвычайно важное обстоятельство: рост и развитие организма, сила и общий тонус жизни в нем, возникновение и исчезновение вторичных половых признаков, целый ряд своеобразных повадок и душевных свойств — все это у позвоночных животных связано в известной мере с действием гормонов семенника и яичников.

Но не только: физическая и психическая жизнь организма развертывается под перекрестным воздействием всех гормонов, характерных для него. Тут постоянное взаимодействие, взаимопомощь, солидарная, гармоничная работа, в которой иногда и противоборству отведено надлежащее время и место. И половые гормоны, сами по себе, без участия других гормонов, несмотря на все свое могущество, зачастую оказываются бессильными дать тот эффект, который как будто от них только и зависит. Об этом свидетельствуют и логика и факты. Вспомните, например, опыты Гудернача и Абдергальдена с головастиками, которых кормили то щитовидной, то зобной железой: гормоны этих желез оказываются в данном случае антагонистами — одни ускоряют рост и задерживают развитие, другие задерживают рост и ускоряют развитие. Правда, вопрос о взаимодействии гормонов находится пока еще в периоде дискуссии, и исследования в этом направлении оставляют желать очень многого. Но уже то, что известно, позволяет наметить вывод, к которому идет наука и который уже формулировали некоторые авторитетные ученые.

«Среди желез внутренней секреции, — пишет по этому поводу Каммерер, — имеются союзники и противники; но пока организм здоров, как взаимопомощь, так и соперничество гормонов в одинаковой мере содействует достижению единой конечной цели... Она заключается в гармонии частей тела между собою и ведет к полному согласованию отправлений всего организма...» В таком же духе высказывается и проф. Кольцов. Это — господствующий взгляд среди ученых на деятельность кровяных желез. Когда заходит речь об этих железах, то в пылу преувеличенной оценки их роли в организме не трудно впасть еще в одну ошибку.

Было время, когда единственным регулятором и контролером всех отправлений многоклетного животного считался нервно-мозговой аппарат. Теперь мы знаем хорошо, что в этом деле огромную роль играют кровяные железы. Таким образом монополия нервной системы отпадает. Гормоны несут такую же «службу связи» между различными органами и тканями животного, как и нервно-мозговой аппарат; вызываемый ими импульс (толчок) к деятельности тех или иных частей организма часто имеет такое же значение, как и раздражение, исходящее из нервных центров. Это бесспорный факт. Есть опасение, что как

раньше все взваливалось на нервно-мозговой аппарат, так и теперь вся монополия в деле контроля и регуляции жизненного процесса будет приписана кровяным железам. Уж раздаются голоса, правда, немногочисленные, в пользу того мнения, что господами положения в организме животного являются гормоны, которым всецело подчиняется и нервная система. С этим новым уклоном мысли в сторону однобоких увлечений надо всемерно бороться; надо бороться хотя бы уже потому, что существуют факты, свидетельствующие о влиянии нервной системы на деятельность кровяных желез. Вот почему такой авторитетный и глубокий знаток вопроса о гормонах, как Вейль, категорически отвергает формулу «или нервная система — или гормоны» и заявляет, что для жизни животного равноценны, нужны в одинаковой мере и гормоны, и нервная система.

«Нервная система, — пишет он, — господствует как над всеми прочими органами тела, так и над кровяными железами, и, наоборот, гормоны, в свою очередь, могут влиять на нервные окончания и на нервные центры; прямым раздражением клеток они могут вызывать те же изменения в отправлениях организма, как и раздражения, исходящие от нервной системы...

«Нельзя признать верховное господство внутренней секреции; она является таким же регулятором жизни, как мозг и автономная нервная система». (Курсив мой.)

Эти последние слова приводят нас к ответу еще на один большой вопрос, связанный с учением о гормонах. К сожалению, коснуться его придется лишь слегка.

Говоря о щитовидной железе, я между прочим упомянул, что изменения в строении и деятельности этой железы отражаются и на психике людей. И действительно. Хорошо известно, что при базедовой болезни, когда щитовидная железа выделяет больше чем следует гормонов, душевное состояние больного испытывает резкие колебания: мысли быстро перебегают от одного предмета к другому, внезапные, часто беспричинные приступы веселья и смеха сменяются такими же приступами плача и угнетенности; характер больного изменяется: он становится недоверчивым, капризным, вспыльчивым.

С другой стороны, при микседеме, когда больная щитовидная железа вырабатывает гораздо меньше гормонов, чем нужно, или почти не вырабатывает их, в ду-

шевном состоянии больного наблюдается нечто противоположное: он апатичен, мало восприимчив ко всему, что творится вокруг, мысль его работает вяло, тускло, речь льется медленно и монотонно.

Такое душевное состояние особенно выпукло и резко сказывается при той форме заболевания щитовидной железы, которая известна под названием кретинизма. В Швейцарии

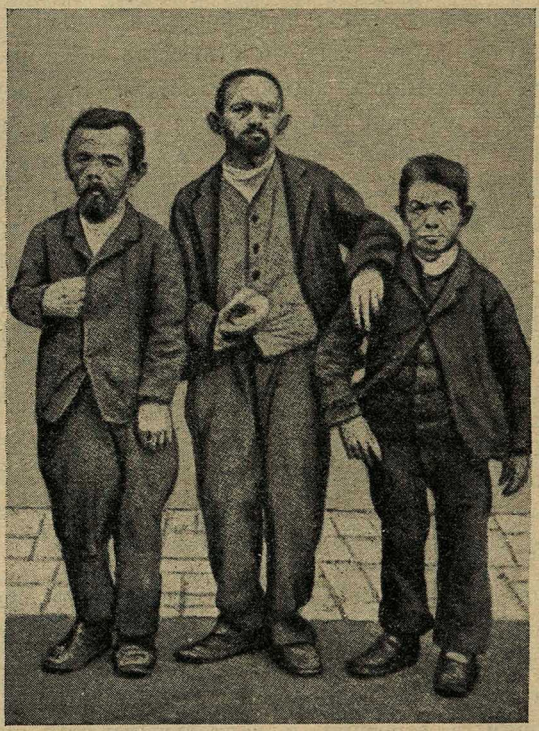


Рис. 72. Кретины.

(кантон Валэ) и в Австрии болезнь эта местами широко распространена. Кретины — жалкие существа, отличающиеся не тольхо физическим недоразвитием, но и душевным вырождением.

Зачастую это — форменные идиоты. И лучшим доказательством тому, что физическое и душевное состояние их зависит от отсутствия гормонов этой железы, служит следующий факт: давая кретинам препараты щитовидной железы или прививая им эту последнюю, можно временно улучшить их состояние, а иногда и вовсе излечить.

Гормоны щитовидной железы, равно как и других кровяных желез, несомненно оказывают влияние на психику животного, на совокупность низших и даже высших «душевных переживаний его». Но и «психика», в свою очередь, при посредстве нервно-мозгового аппарата, оказывает влияние на работу кровяных желез — в неменьшей, если не в большей мере, чем это наблюдается при отправлениях пищеварительных желез (см. главу IV). Тут, как и всюду в жизненном процессе, мы имеем дело с взаимодействием так называемых «факторов» жизни. Мозг нервная система, гормоны, да и все вообще жизненные функции порознь и вместе взятые — всего лишь компоненты той равнодействующей, под знаком которой развертывается «душевная» деятельность животного. Можно, сколько угодно, фантазировать о «всемогуществе» гормонов; можно, как это некоторые склонны делать, всю психику свести к деятельности гормонов; можно и титаническое бунтарство Манфреда, и неизбывную печаль Гамлета, и мучительные искания Фауста, и дивную по красоте любовь тургеневских девушек отдать на заклание гормонам. Можно, конечно... но это будет уже не наука, а отмеченное «легкостью мыслей» увлечение...

Подвожу итоги.

Учение о гормонах — одна из самых интересных и блестящих страниц современного естествознания.

Роль гормонов в жизни позвоночных животных огромна, а иногда и очень эффектна. Для изучения их свойств и влияния сделано уж много, но далеко не все: работы впереди на этом поприще — уйма.

И в самом деле: неизвестна, за малым исключением, химическая природа гормонов. Не знаем мы, как действуют в различных случаях многие из них — прямо или через посредство нервной системы. Не выяснена связь между гормонами, витаминами и ферментами. Мало исследован факт взаимодействия различных гормонов. Не установлена с должной точностью их связь с нервно-мозговым аппаратом.

И, наконец, мы почти ничего не знаем о гормонах растительного мира, то есть доброй половины живой природы. А это — пробел колоссальный...

Глава X.

ДВИЖЕНИЕ И ОЩУЩЕНИЕ.

Различные части скелета приспособлены к движению. — Мышцы — это двигатели. — Строение мышц. — Мышцы гладкие и поперечно-полосатые. — Деление мышц согласно их роли. — Миограф. — Гимнастика и физический труд. — Отчего мышцы сокращаются? — Трупное окоченение. — Нервы и центральная нервная система. — Строение нервов. — Нервные волокна и нервные клетки. — Опыты с перерезкой различных нервов. — Спинно-мозговые нервы. — Закон Белля-Мажанди. — Различная роль нервных корешков. — Опыты над лягушкой. — Головные нервы. — Блуждающие нервы и их функция. — Тройничный нерв. — Личной нерв. — «Игра физиономии». — Нервы центробежные и центростремительные.

Основу нашего тела составляет скелет, сложенный из множества костей различной формы и величины. Одни из этих костей связаны между собою прочно и потому совершенно неподвижны; другие, напротив, обладают способностью двигаться в различных направлениях. Все кости черепной коробки и все кости лица, за исключением нижней челюсти, соединены между собою неподвижно; кости же рук и ног, ребра и позвонки, слагающиеся в позвоночный столб, соединены подвижно и обусловливают различные движения, присущие нашему телу; они, как говорят, сочленованы между собою. Соприкасаясь друг с другом гладкими поверхностями, покрытыми хрящом, кости эти могут двигаться в различных направлениях, смотря по той роли, которая на них возложена самой природой. Кости, составляющие твердый остов верхних конечностей нашего тела, соединяются самым совершенным образом для того, чтобы предоставить широкий простор движениям рук как в целом, так и различными частями. Особенною подвижностью отличается кисть руки с пальцами. Эти последние состоят из маленьких трубчатых косточек, прилегающих друг к другу своими гладкими головками; изумительно беглые движения пальцев руки пианиста или скрипача лучше всего показывают, какого

совершенства в движении достигают кости, составляющие кисть человеческой руки.

Позвоночный столб человека, состоящий из 24 подвижных позвонков, также отличается значительной подвижностью. Наложенные друг на друга позвонки могут двигаться и каждый в отдельности и целыми группами, придавая различные положения нашему телу. Самые разнообразные формы может принимать позвоночник благодаря лишь тому, что каждый отдельный позвонок двигается несколько вперед, назад, вправо, влево; а при сочетании этих движений различным образом могут получиться еще новые виды движений. Такие выражения, как «в три погибели согнулся», «змеей извивается», отличаясь большой фигуральностью, в то же время в общем совершенно справедливы. Обратите внимание на «работающего» на трапеции гимнаста или на изумительные положения, которые придает своему телу какой-нибудь «гуттаперчевый человек», и вы будете иметь прекрасные доказательства чрезвычайной подвижности позвоночника как в целом, так и отдельными частями. Остановимся теперь в общих чертах на строении и работе того механизма, который приводит в движение различные группы костей. Я говорю о мышцах (рис. 74 и 75).

Мясо, покрывающее скелет, состоит из мышц различной величины и формы. Каждая мышца одета оболочкой и состоит из множества волокон; она оканчивается так называемыми сухожилиями, при помощи которых прикрепляется к костям. Волокна собраны в мышце группами, которые называются мышечными пучками; каждый мышечный пучок одет в такую же оболочку, как и вся мышца. Рассматривая отдельное волокно под микроскопом, мы увидим, что оно в свою очередь состоит из большого числа тончайших волоконец. Каждое волоконце, входящее в состав такого волокна, на простой взгляд совершенно гладкое, на самом деле состоит из целого ряда темных и светлых частей; оно точно исчерчено поперек темными полосками, что придает и ему самому и волокну, образованному из таких волоконец, рубчатый вид. Отсюда и название такого рода мышц: поперечно-полосатые или рубчатые мышцы. Однако, в различных частях нашего тела, например, в стенках желудка, кишечника, дыхательной трубки и бронх, кровеносных сосудов, мочеточников и т. д. находятся мышцы несколько иного устройства: они называются глад-

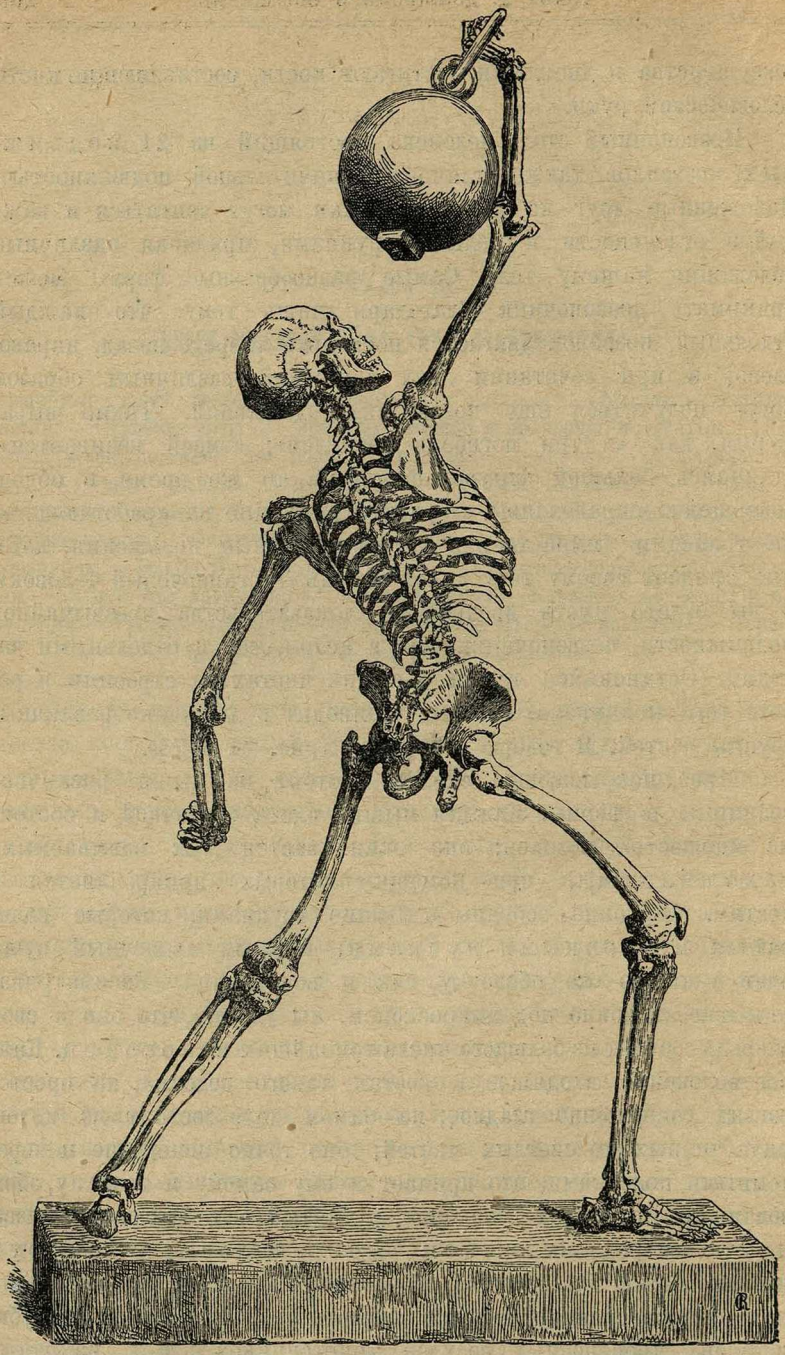


Рис. 73. Скелет, «поднявший груз». (Ранке.)

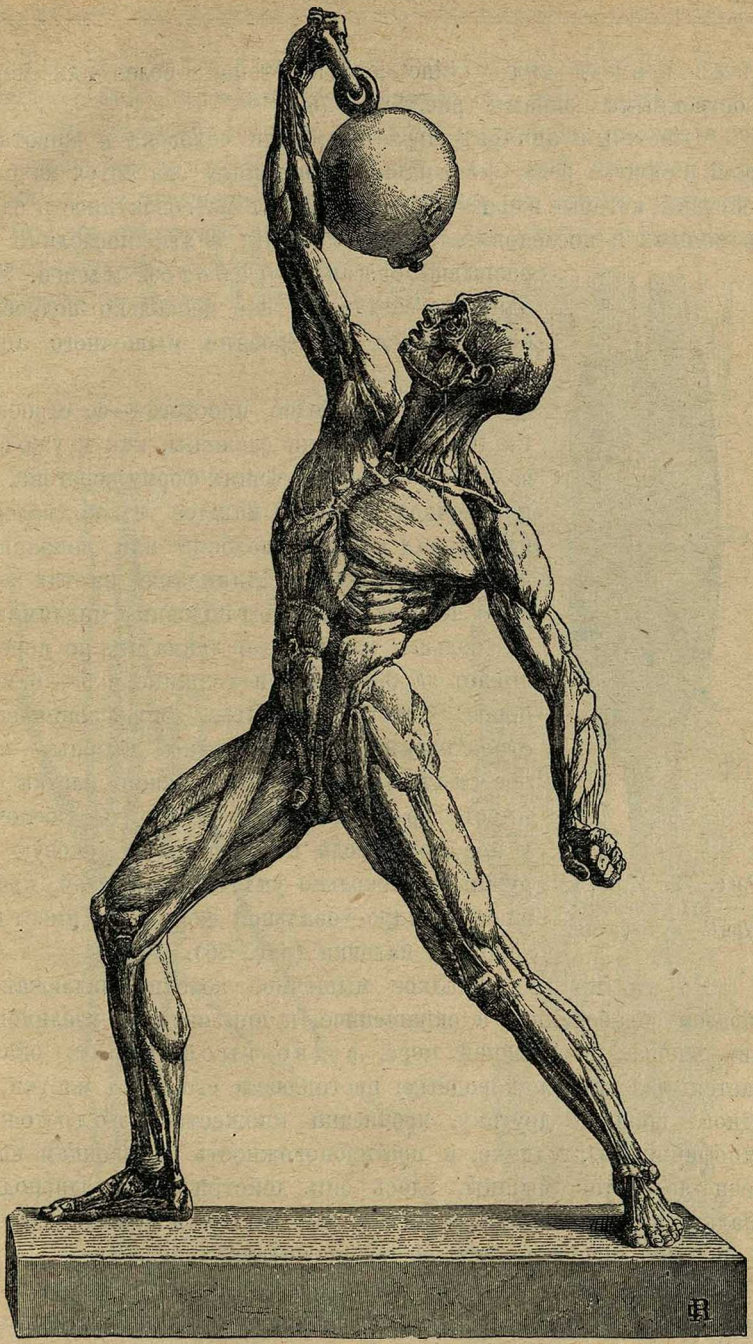


Рис. 74. Мускулатура человека. Та же поза. (Ранке.)

кими и имеют вид удлиненного веретена с более или менее заостренными концами (рис. 76 — 78).

Мышечный аппарат играет в жизни человека и животных громаднейшую роль: все наше «поведение» слагается из ряда действий, которые в свою очередь состоят из совокупности одновременных и последовательных движений; а эти последние неразрывно связаны с работой мышц. Уже одно это заставляет нас несколько подробнее остановиться на строении мышечного аппарата.

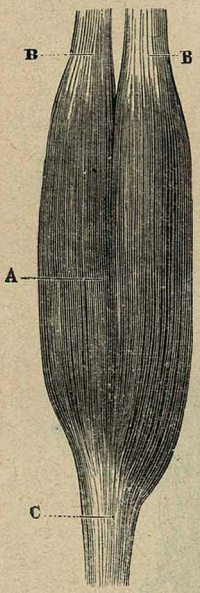


Рис. 75. Мышца. *A* — тело мышцы. *BB* и *C* — сухожилия.

Начнем с более простого — со строения гладких мышц. Они сложены, как я уже сказал, из волокон, имеющих форму веретена. На поперечном разрезе каждое такое волокно имеет вид кружка, полоски или неправильного многоугольника. Длиннейшее из этих волокон у человека достигает половины миллиметра, не больше; обычно же длина их не переваливает за 0,2 *мм* при толщине в 5 — 6 микронов. Это, стало быть, микроскопический строительный элемент гладкой мышцы — мышечная клетка. Как всякая клетка она имеет протоплазму и ядро. Оболочки у нее нет — если не считать за таковую наружный, несколько уплотненный слой протоплазмы. Ядро — овальной формы или имеет вид короткой палочки (рис. 76).

Но это не все. Гладкое мышечное волокно, надлежащим образом обработанное и окрашенное, и при сильном увеличении микроскопа, по крайней мере, в две тысячи раз, оказывается далеко неоднородным: протоплазма его вдоль клетки, от одного конца к другому, пронизана множеством волоконец (миофибриллы); однако, в противоположность волоконцам поперечно-полосатой мышцы, здесь они действительно однородны, гладки, не распадаются, как там, на светлые и темные участки и никакой исчерченности не обнаруживают (рис. 77).

Тот материал, из которого построены «гладкие» мышцы мы называем мышечною тканью. Мышечная ткань «соткана» из мышечных волокон или клеток. Спрашивается, как же эти клетки соединяются в «ткань»? Что их поддерживает, скрепляет воедино?

Тут на подмогу приходит соединительная ткань. В виде нежных, прозрачных перепонок она пробирается между волокнами гладкой мышцы. Каждое мышечное волокно окружается особым влагалищем или гильзой из такой перепонки; и те же перепонки, направляясь от одного влагалища к другому образуют поперечные скрепы, связывающие одно мышечное волокно, окутанное «гильзой», с другим (Гейденгайн).

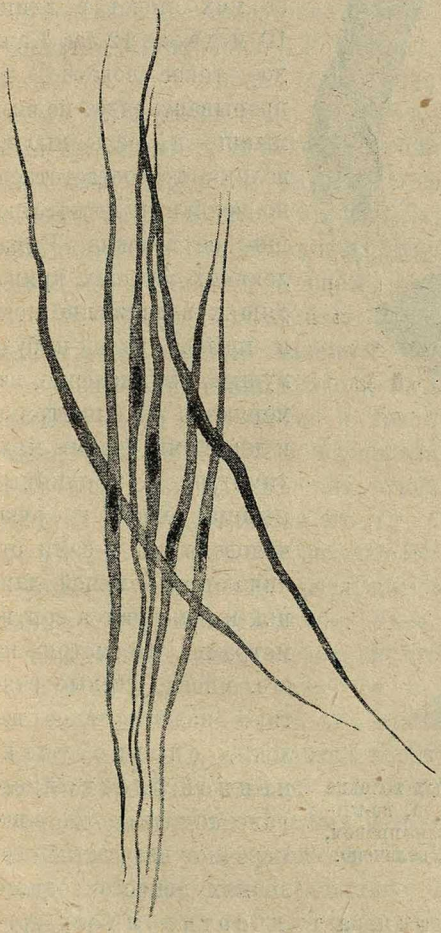


Рис. 76. Несколько разобщенных гладких мышечных волокон из стенки желудка кошки. Посередине каждого волокна видно ядро. Увеличено.

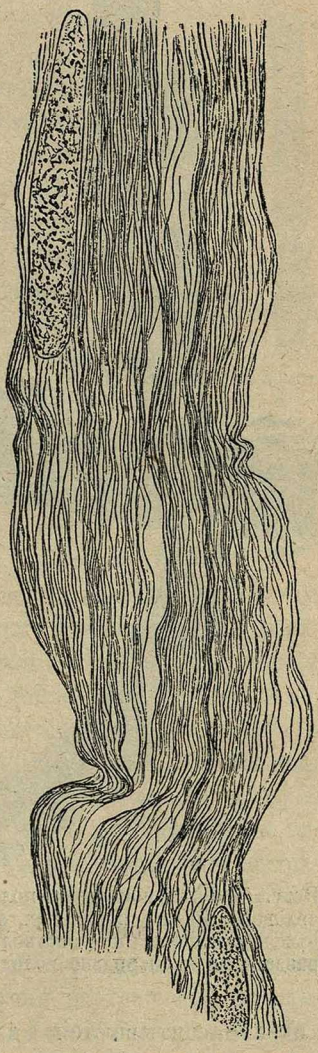


Рис. 77. Волоконца в гладких волокнах мышцы из стенки кишки тритона. Увеличено в 2 300 раз. Слева, наверху, видно ядро.

Значительно сложнее строение поперечно-полосатых мышц. Настолько сложно, что я не стану вдаваться в подробности, а ограничусь лишь наиболее существенным.

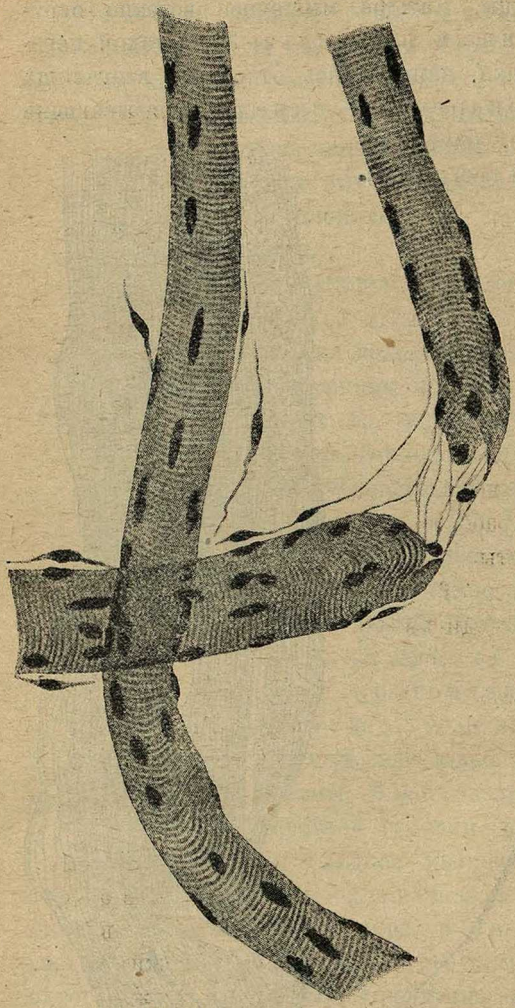


Рис. 78. Два поперечно-полосатых волокна человека. Видны, во-первых, ядра, а, во-вторых, и сарколемма (оболочка волокна) на правом, раздавленном посредине волокне. Увеличено.

Прежде всего нужно отметить, что волокна поперечно-полосатых мышц много длиннее гладких волокон: у человека иные из них имеют в длину 10 и даже 12 *см*. Каждое такое волокно, не прерываясь, идет по всей мышце и, если мышца велика, то соответственно велики и составляющие ее волокна. В маленьких мышцах, приводящих в движение ноги и крылья какой-нибудь мушки, они, конечно, измеряются миллиметрами и десятыми долями миллиметра; а в длинных мышцах ноги и руки человека они и сами отличаются большой длиной и измеряются сантиметрами. Несмотря на это, многие ученые считают каждое такое волокно сильно удлиненной клеткой; однако тот факт, что в поперечно-полосатых волокнах вместо одного ядра насчитываются десятки, а то и сотни ядер, приводит другую группу ученых к выводу, согласно которому каждое такое волокно является продуктом слияния многих клеток (синцитий).

Есть и другая существенная разница между поперечно-полосатым и гладким мышечным волокном. Последнее, как было только что сказано, собственной оболочки не имеет, а заключено в «гильзу», образованную из соединительно-тканной перепонки; а поперечно-полосатое волокно одето тонкою и прозрачной оболочкой (*сарколемма*), под которой лежит *протоплазма* (*саркоплазма*) с заключенными в ней — часто у поверхности — ядрами (рис. 78).

Наконец, в протоплазме поперечно-полосатых волокон, как и волокон гладких, лежат пучки волоконец (миофибрилл). Волоконца эти не однородны по всей своей длине; они сложены из целого ряда крошечных *дисков*, и любой из этих дисков выглядит словно бочоночек с двумя широкими обручами, надетыми на верхний и нижний край его (рис. 79). Ничего такого у гладких волокон и волоконец нет. Нужно ли прибавлять, что в жизненной работе мышц — и гладких и поперечно-полосатых — все эти детали имеют очень важное значение?

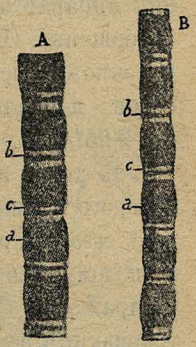


Рис. 79. Два волоконца *A* и *B*. *a* — темная часть сегмента; *b* и *c* — светлые участки, ограничивающие каждый отдельный сегмент.

Способность мышц приводить в движение различные части тела вообще и скелета в частности зависит от свойств того материала, из которого построены мышечные волокна, точнее — волоконца. И важнейшим из этих свойств является его *чувствительность*, или *раздражимость*, т. е. способность откликаться определенным образом на различные раздражения — тепловые, механические, химические, электрические. Укол, электрический ток, тепло, а некоторых случаях и свет, кислота, щелочь и т. д., все это действует на мышечное вещество и вызывает изменение в форме и величине мышцы: она под влиянием этих раздражителей сокращается, т. е. становится короче и толще. Когда же раздражение проходит, мышца снова распрямляется, т. е. приобретает свою первоначальную длину и толщину. Раздражимость и сократимость мышечного вещества — явления нераздельные, как нераздельны причина и следствие. Получая раздражение в определенной точке, мышца передает, *проводит* его по *длине своей* в обе стороны от места раздражения. И так как раздражение тут сказывается в виде сокращения мышечных волокон, то можно видеть, как это сокращение *волною* пробегает по тем

волокнам, которые получили его. Известно даже, с какой скоростью движется у различных животных эта волна. Так, в мышцах лягушки скорость эта равняется 3 — 6 *м* в секунду. У человека она значительно больше — от 10 до 15 *м* в секунду. Замечу кстати, что поперечно-полосатые волокна и сокращаются сильнее и раздражение проводят быстрее, чем волокна гладкие: как аппарат более сложный по строению, они и работают более совершенно. При сильном судорожном сокращении поперечно-полосатая мышца может укоротиться на три четверти своей нормальной длины; обычно же он укорачивается на 20 — 25% ее.

К тому немногому, что мы узнали здесь о материале, из которого сложены мышечные волокна и волоконца, надо прибавить, что раздражимость присуща самому мышечному веществу; и потому оно может откликаться сокращением на различные раздражения даже тогда, когда нерв, снабжающий своими тоненькими веточками ту или иную мышцу, парализован, например, при помощи особого яда, известного под именем курарe.

Чтобы мышца могла правильно работать, необходим постоянный приток к ней свежей артериальной крови, богатой кислородом. Чем интенсивнее работает мышца, тем больше поглощает она кислорода и тем больше выделяет углекислоты. В деятельной мышце идет весьма живой обмен веществ. Разрушая свои углеводы (гликоген), жиры, а отчасти и белки, она развивает энергию. И эта энергия развертывается в трех направлениях: в виде механической работы, тепла и электричества. Электрическая энергия, хотя бы только следы ее — неотъемлемая принадлежность мышечной ткани. В некоторых случаях ее накопляется так много, что она служит животному своего рода орудием самозащиты и нападения. Вспомните электрического ската и электрического угря, защитный аппарат которых представляет собой как бы электрическую батарею, состоящую из своеобразно построенных и действующих мышечных волокон.

Прикрепляясь концами к подвижным костям, мышцы своими сокращениями заставляют их опускаться и подыматься, сгибаться и разгибаться, вращаться одна около другой, приближаться к туловищу, отодвигаться от него и т. д. При всех этих движениях действуют обыкновенно целые группы мышц. Всевозможные движения рук и ног, такие явления, как стояние, хождение, бегание, сидение и т. п., быстрая

подвижность пальцев, сжатие и расширение грудной клетки, поднимание и опускание век, биение сердца, движения пищевода, желудка и кишек, открывание и закрывание рта, движение нижней челюсти и т. д. и т. д. — все это не что иное, как группы мышц. Всевозможные движения рук и ног, такие явления, как стояние, хождение, бегание, сидение и т. п., быстрая подвижность пальцев, сжатие и расширение грудной клетки, результат порою очень сложных сокращений и расслаблений мышц различной формы и величины.

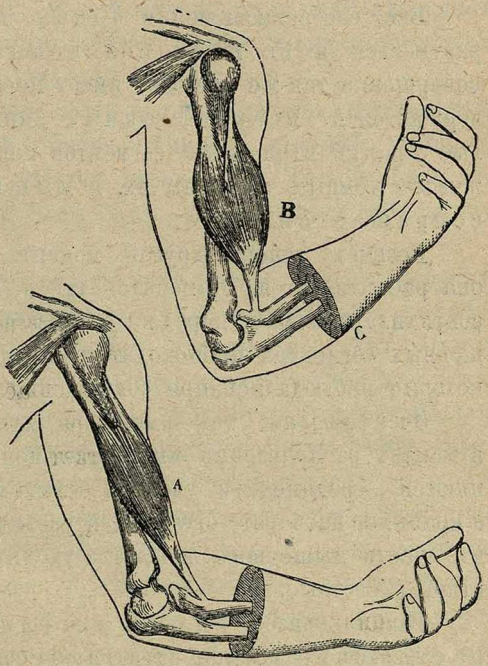


Рис. 80. Сокращение мышц. *A* — мышца расслаблена; *B* — мышца сократилась и предплечье поднялось к плечу.

Положим, что одна из таких мышц сократилась. Все волокна и волоконца его, значит, стали на некоторое время короче и толще, чем были они до того, как мышца сократилась. Изменяются при этом, само собою разумеется, и сегменты каждого волоконца: микроскопические «бочонки» выглядят ниже и шире, чем раньше. Что же произошло? Чем вызвана такая перемена в относительных размерах сегментов?

Ответить на это не легко. Есть несколько теорий, вернее, гипотез, на этот счет. Из них до последнего времени особой популярностью пользовалась гипотеза немецкого ученого Энгельмана.

Энгельман заметил, что в момент сокращения мышцы темная часть каждого сегмента становится объемистее, а светлые участки его, наоборот, уменьшаются. Но это не все. По мнению Энгельмана, одновременно с изменением размеров темной и светлой части сегмента изменяется и цвет, и плотность их: темный участок делается жиже и светлее, а светлый, напротив, выглядит темнее и плотнее, чем раньше. Отсюда уж следует,

что при сокращении мышечного сегмента часть вещества его перебирается из светлого слоя в темный. То, что происходит в отдельном сегменте, совершается и во всех сегментах данного волоконца только не одновременно, не за раз, а постепенно: сегменты сокращаются с известною последовательностью, быстро-быстро один вслед за другим, так что сокращение пробегает волною по всему волоконцу.

Все, совершающееся в одном волоконце, происходит, разумеется, и во всех волоконцах отдельного волокна; и совершенно так же все, что имеет место в одном волокне, совершается во всех волокнах данной мышцы: всюду светлые участки мышечных сегментов передают часть своего содержимого темным участкам их, и мышца вследствие этого сокращается.

Возьмем теперь другой момент в работе мышцы, когда она расправляется, становится такой, какой была до того, как сократилась. Уже наперед надо сказать, что в этом случае в мышечных сегментах происходят изменения, противоположные тем, которые наблюдались при сокращении.

Энгельман так именно и думает. Он утверждает, что в момент расправления мышцы мышечные сегменты вновь удлиняются: средние их участки становятся плотнее и темнее, а крайние, наоборот, светлеют и увеличиваются в объеме, потому что часть мышечного вещества уходит обратно из темных участков в светлые.

Таким образом, согласно Энгельману, сокращение и растяжение мышц вызывается перемещением мышечного вещества из светлых участков сегментов в темные — и обратно.

Вместо гипотезы Энгельмана теперь некоторые ученые принимают другую гипотезу, сущность которой можно формулировать так:

В мышечном волокне есть протоплазма и множество волоконец (фибрилл). Под влиянием раздражения в волокне образуется молочная кислота. Кислота эта, как и всякая другая кислота, способствует поглощению фибриллами воды из протоплазмы. Поглощая воду, фибриллы, как струны, набухают, а набухая, укорачиваются. Это укорачивание имеет место во всех фибриллах данной мышцы и вызывает ее сокращение (В. Данилевский).

Ничтожная вещь с виду, мышечный сегмент! Но когда представишь себе, какое множество таких сегментов работает в каждой мышце, то не станешь удивляться, почему в мышцах порою сказывается так много силы: по вычислениям одного ученого, сердечная мышца производит в день столько работы, что ее с избытком хватило бы на то, чтобы поднять громадный груз, весом в 1 000 слишком пудов на высоту почти одного метра. И эту чудовищную силу проявляет не сказочный гигант, а миллиардная армия микроскопических строительных элементов сердечной мышцы.

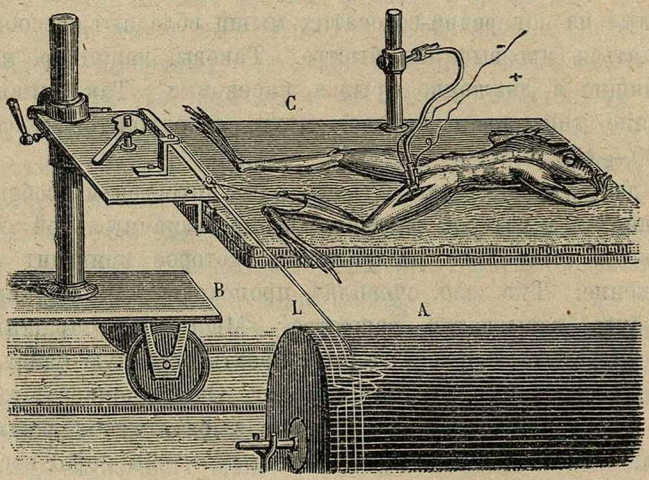
Иные из поперечно-полосатых мышц обладают способностью сокращаться чрезвычайно быстро. Таковы, например, мышцы, приводящие в движение крылья насекомых. Так, мышцы, заведующие движением крыльев мухи, сокращаются в секунду раз 300—400.

В деятельности мышц есть еще одна интересная особенность. Энергия, с которой работает мышца, в значительной степени превышает силу того раздражения, которое приводит мышцу в движение. Тут дело, очевидно, происходит так же, как в каком-нибудь взрывчатом веществе. Много ли, спрашивается, нужно затратить энергии, чтобы взорвать огромную бомбу, начиненную несколькими фунтами пороха? Очень немного: то количество тепловой энергии, которое вырабатывает зажженная спичка, оказывается вполне достаточным, чтобы порох воспламенился и разнес вдребезги толстую чугунную стенку бомбы. Однако, следует ли из этого, что бомба разорвалась под напором той энергии, которую развила зажженная спичка? Конечно, нет. Зажженная спичка всего лишь дала толчок к проявлению тех сил, которые имелись наготове в порохе. То же самое наблюдается и при деятельности мышц. Каждая мышца, все ее волокна и волоконца хранят в себе огромный запас энергии. Нужен лишь слабый толчок, незначительное раздражение, чтобы вся она сразу была пущена в ход и произвела большую работу.

Силу, с которой мышца сокращается, можно измерять при помощи особых приборов. Можно устроить даже такой прибор, который не только будет показывать силу сокращения мышцы, но и станет записывать все ее движения. Такой прибор называется миографом (от двух греческих слов: mios — мышца, grafo — пишу). Один из таких приборов — перед вами на рисунке 81.

Как же им пользоваться?

Поместим на столик этого прибора лягушку. Чтобы она лежала спокойно, нужно перерезать ее спинной мозг. К правой лапке лягушки привяжем нитку, свободный конец которой прикрепляется к рычажку *(L)*. Рычажок этот приделан к столику так, что если лягушка станет дергать ногу, то он будет двигаться взад и вперед, а острый конец его начнет выводить различные штрихи на цилиндре *(A)*; цилиндр обернут бумагой, предварительно покрытой тонким слоем сажи.



Р и с. 81. Миограф. *C* — столик, на котором распластана лягушка; *L* — остроконечный рычажок, прикрепленный к пластинке и упирающийся своим концом в цилиндр (*A*). Цилиндр обернут бумагой, которая покрыта сажей, и может вращаться на горизонтальной оси.

Положим, что цилиндр вращается, а лягушка лежит спокойно. При таких условиях конец рычага вычерчивает на саже прямую линию. Но вот мы прикасаемся концами двух электрических проволок, идущих от электрической машины, к мышцам правой ноги лягушки. Ток мигом проникает в мышцу, раздражает мышечное вещество, мышца сокращается и нога с силой сгибается. Рычаг при этом отодвигается в сторону и чертит на цилиндре кривую линию. Чем сильнее сократится мышца, тем дальше отодвинется кончик рычага, и тем дальше в сторону загнется линия. Несколько мгновений спустя мышца вновь распрямляется. Тогда рычажок отодвигается влево (все это, судя по рисунку, конечно) и проводит на саже соответствующий

его движению штрих. После целого ряда сокращений на цилиндре получится волнообразная линия, с волнами различной высоты. Судя по форме этой линии и по высоте ее волн, можно наглядно представить себе все те движения, которые проделывала сокращающаяся мышца лягушки. Да оно и понятно почему: ведь мышца сама записывала на цилиндре свои движения.

Кто не слыхал шаблонной фразы, что физиономия — зеркало души? Да и в самом деле: радость ли, горе, восторг, недоумение, гнев, презрение, ирония, страх и т. п. — все это известным образом отпечатлевается на физиономии человека; а это дает нам возможность почти безошибочно судить о настроении его духа. И все эти «выражения лица» обусловливаются движением и сокращением различных мышц. Убедиться в этом можно помощью очень показательных опытов. Физиолог прекрасно знает, какие мышцы или какие группы их сокращаются при известном выражении лица, например, при выражении недоумения или восторга. Он искусственно раздражает различные мышцы совершенно спокойного, видимо, безразлично настроенного лица и придает ему, по желанию, то или иное выражение. Приэтом экспериментатор проделывает и такого рода курьезы: раздражает на правой стороне лица те мышцы, которые, сократившись, должны, положим, выразить восторженное настроение, и в то же время на левой стороне лица вызывает сокращение тех мышц, которые должны изобразить крайнюю печаль; таким образом, выходит, что правая часть физиономии полна восторга, в то время как левая погружена в глубокую печаль.

Мышцы получают различное название, смотря по тому, какая работа на них возложена. Поэтому говорят о мышцах сгибающих и разгибающих, приводящих и отводящих, подымающих и опускающих, вращательных, запирающих отверстия и т. п. Такие мышцы, как например, сгибающие и разгибающие, называются антагонистами. Это значит, что на их обязанности лежит работа совершенно противоположного характера. В то время как одни служат для того, чтобы, сокращаясь, сгибать члены, другие, напротив, разгибают их. Все мышцы принято делить на две большие группы: одни из них называются мышцами произвольного движения, другие мышцами непроизвольного движения. Первые залегают в тех членах и

*

органах, движения которых зависят от нашей воли: хотим — двигаем, не хотим — они покойны. Мышцы же непроизвольного движения находятся в тех органах, движение которых не подлежит ведению нашей воли, которые двигаются сами по себе, независимо от нашего желания: заставить сократиться такие мышцы мы не можем, точно так же, как не можем усилить или ослабить их работу. Таковы, например, все мышцы, залегающие в стенках пищеварительного канала, который движется во время пищеварения помимо нашей воли и даже совершенно незаметно для нас.

Если бы не сердце, которое сокращается независимо от нашей воли и в то же время состоит из волокон поперечно-полосатых, то можно было бы с полным правом назвать все поперечно-полосатые мышцы — мышцами произвольного движения, а гладкие — мышцами непроизвольного движения.

Каждому работающему человеку приходилось, конечно, наблюдать, что во время работы и после нее чувствуется какая-то слабость и утомление. Оно наступает постепенно и также постепенно исчезает. Небольшой отдых, связанный с новым притоком питательных веществ и кислорода, возвращает мышце его жизнедеятельность. Та слабость, которая чувствуется после напряженной физической работы, объясняется не столько «утомлением» самих мышц, сколько усталостью того нервно-мозгового аппарата, который заведует деятельностью мышц. Существует, однако, довольно вероятное предположение, что утомление мышц происходит благодаря тому, что в них накопляется большое количество продуктов разложения мышечного вещества, преимущественно угольной кислоты; поэтому спустя некоторое время, когда продукты разложения будут удалены из работавшей мышцы, она снова оправляется и снова готова сокращаться. Помимо угольной кислоты «усталость мышц» вызывается и другими продуктами совершающегося в них обмена веществ: например, молочной кислотой.

Хотя при работе мышц трата усиливается, однако, вследствие наполнения их кровью, приход питательных веществ часто берет перевес над их расходом, каждое отдельное волокно мышцы увеличивается в своем объеме, и вся мышца растет. Отсюда прямо следует, что мышцы от упражнения крепнут, делаются более плотными, развиваются

и увеличиваются в объеме — если только они при этом хорошо питаются. Стоит только взглянуть на человека, регулярно упражняющегося физически, чтобы увидеть, что он действительно силен и мускулист. Кто не любовался красивым, крепким сложением атлетов, кто не обращал внимания на сильные объемистые мышцы рук, ног и груди у гимнастов!

Часто упражняющиеся мышцы обыкновенно и развиваются сильнее. Так, у танцоров и балерин сильно развиты мышцы ног, у пианистов — напротив, мышцы рук, в особенности те, которые приводят в движение кисть. Всякий скрипач знает, что кисть левой руки, перебирающая струны, становится обыкновенно несколько больше правой.

Во всех этих случаях мышцы не только увеличиваются в объеме, но приучаются еще и быстрее работать. Вспомним только ловкость движений гимнастов и танцоров, скорость, с которой скрипач работает смычком и перебирает пальцами струны, а пианист — клавиши. Некоторые люди, умеющие очень быстро придавать всевозможные, иногда совершенно противоположные, выражения своей физиономии, достигают в этом отношении необыкновенного совершенства: все мышцы их лица подчиняются вполне в своих движениях их воле, то сокращаются, то расслабляются с изумительной быстротой. И все это зависит от упражнения.

Кому дорого здоровье, кто хочет быть сильным и чувствовать себя бодрым, тот должен непременно заниматься аккуратно каким-либо физическим трудом, или, по крайней мере, гимнастикой. Упражняя при этом различные мышцы, мы не только вызываем увеличение их объема, но и вообще усиливаем работу всех наших органов. К работающей мышце притекает много крови, работающая мышца потребляет много кислорода и выделяет много угольной кислоты; следовательно, при этом обязательно должна повышаться работа сердца и легких, так как иначе, откуда черпали бы себе силу мышцы, откуда доставали бы себе бо́льшее количество кислорода. Повышение же работы сердца и легких есть самое лучшее средство для усиленного обмена веществ; кровяной поток быстро омывает все органы, питательный материал доставляется все в бо́льшем и бо́льшем количестве, различные органы извлекают из него все нужное для себя, растут, развиваются, крепнут. А между тем при таком повышенном обмене и чувствуется всегда как-то лучше, бодрее:

человек не так быстро утомляется, мысль работает живее, правильно питающиеся нервы не так скоро расстраиваются — словом, машина жизни действует как нельзя лучше.

Принимая все это во внимание, не мешало бы помнить, что необходимо приучить детей с раннего возраста к физической работе на вольном воздухе или по крайней мере к различного рода гимнастическим играм или упражнениям. Это ведь лучшая гарантия, чтобы дети наши были сильны, здоровы, бодры и веселы.

Как все живое, мышца умирает и, умирая, окоченевает.

Окоченение мышц — явление посмертное. Оно иногда наступает через 10 — 20 минут после смерти животного или человека, обычно — несколько позже, но может притти и часов через 5 и даже 6. Чем быстрее следует смерть, тем быстрее происходит и трупное окоченение. Известны факты, когда тело «застывало» в той позе, в какой его настигла смерть, например, при ударе молнии, при солнечном ударе, при моментальной смерти на поле битвы.

Умирая, мышца становится плотнее, короче, толще, мутнеет, теряет эластичность. Навсегда исчезает присущая ей способность раздражаться, проводить раздражение и сокращаться. В таком положении она остается день или несколько дней, а там снова становится податливой, мягкой. Но это не возврат к жизни, а начало подлинного конца — разложения, гниения. При смерти первыми теряют чувствительность мышцы пищеварительного канала. Последним умирает правое предсердие.

Трупное окоченение тела — результат целого ряда преобразований, протекающих с момента смерти, а частью и до нее, в мышечной ткани. Возможно, что тут действуют двоякого рода причины: с одной стороны, под влиянием какого-то пока неизвестного фермента, свертывается миозин, т. е. белковое вещество, заключенное в протоплазме мышечных волокон; а с другой — происходит набухание миофибрилл (волоконец) за счет воды, находящейся в протоплазме, и под воздействием молочной кислоты, которая накопляется в мышцах во время смерти животного...

Теперь посмотрим, что же именно дает возможность нашим мышцам работать, кто заведует и распоряжается всей деятельностью их.

Внутри черепной коробки, а также внутри длинного позвоночного канала, проходящего через весь позвоночный

хребет, находится серовато-белая масса, называемая мозгом. Та часть ее, которая заключена в черепной коробке, называется головным мозгом; другая же часть, лежащая внутри позвоночного канала, называется спинным мозгом. Обе эти части, как видно из рисунка 82, находятся в непосредственном сообщении через так называемую затылочную дыру, находящуюся в нижней части черепа, так что спинной мозг можно рассматривать как продолжение головного мозга.

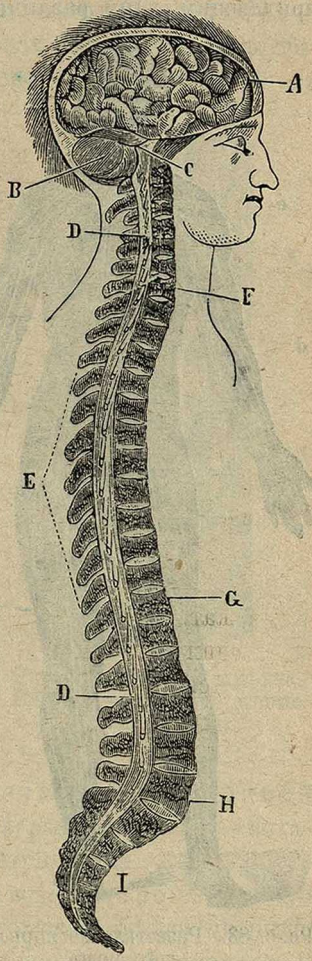


Рис. 82. Продольный разрез головы и позвоночного столба. *A* — головной мозг; *B* — мозжечок; *D*, *D* — спинно-мозговые нервы.

Как от головного, так и от спинного мозга берут начало белые шнурки, направляющиеся к различным частям тела: к мышцам, в кожу, к различным внутренним и наружным органам. Эти ветвящиеся в нашем теле шнурки называются нервами (рис. 83). Спинной и головной мозг со всеми относящимися к нему нервами и их бесчисленными разветвлениями принято называть нервной системой; спинной же и головной мозг в отдельности получили название — центральной нервной системы, так как они представляют собою центр, из которого исходят все нервы.

Нервы, берущие начало в центральной системе, подходят к различным мышцам, ветвятся в них и проникают в мышечные пучки (пучки мышечных волокон). Такая тесная связь между мышцами и нервами невольно наводит на мысль, что столь же тесная зависимость должна существовать и между деятельностью тех и других. Действительно, опыты подтверждают это самым наглядным образом. Перережьте нерв, снабжающий своими веточками те мышцы, которые поднимают руку, и она «повиснет, как плеть» и не

в силах будет больше подниматься, несмотря на все желание человека сделать это; перережьте нервы, идущие к мышцам, придающим лицу различные выражения, и лицо потеряет способность принимать эти выражения; сделайте то же самое с нервами, приводящими в движение мышцы век, и глаза не в состоянии будут больше открываться и закрываться. Все эти опыты самым наглядным образом подтверждают ту мысль, что работа мышц тесно связана с деятельностью нервов.

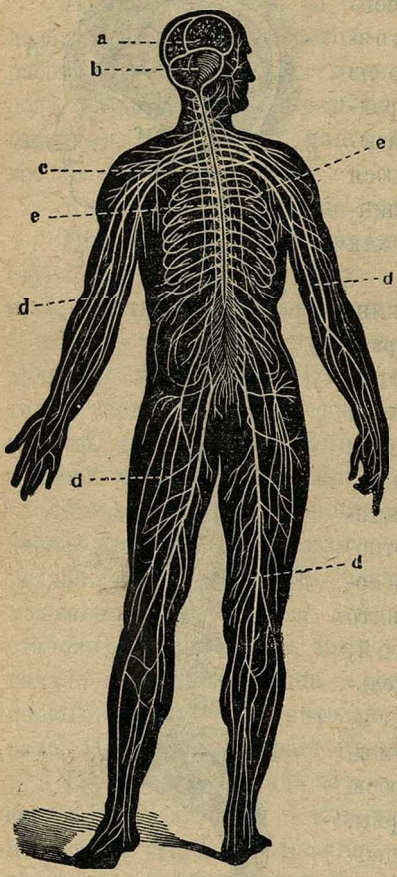


Рис. 83. Разветвление нервов спинного мозга.

Эта общая картина недостаточна для уразумения той поразительной работы, которую природа возложила на нервно-мозговой аппарат человека и животных. Нужно более подробное и тонкое знакомство с этим аппаратом, с его строением. Призовем снова на помощь микроскоп. Он нам покажет, что скрывается за гранью видимого невооруженным глазом. Он удостоверит нас в том, что каждый нерв сложен из множества нервных волокон, разбитых перехватами на отдельные участки. Каждый такой участок, находящийся между двумя соседними перехватами, есть удлиненная клетка, которая заключает в себе ядро, обнесенное тонким слоем протоплазмы. Но не это обращает на себя внимание в нервном волокне. Вот группа таких волокон (рис. 84).

Вдоль каждого из них, посередине, тянется так называемый осевой цилиндр — наиболее существенная часть нервного волокна. При сильном увеличении и после надлежащей обработки не трудно заметить, что «осевой цилиндр», в свою очередь, сложен из целого пучка нежных волоконец, которые в отли-

чие от миофибрилл, т. е. мышечных волоконец, называются нейрофибриллами, т. е. нервными волоконцами. Вторую важную часть нервного волокна составляет нервная мякоть — однородная, блестящая масса, одевающая осевой цилиндр, подобно футляру или муфте. Она состоит по преимуществу из липоидов,— тех жировидных веществ, о которых здесь уже не раз упоминалось. Ее называют иначе миэлином. Миэлин обычно покрыт очень тонкой прозрачной перепонкой. Эту оболочку нервного волокна, в честь открывшего ее ученого, называют шванов ской оболочкой (нейрилемма). Существуют нервные волокна, лишенные нервной мякоти — их так и называют: безмякотные волокна. Каждое из них состоит из осевого цилиндра, одетого шванов ской оболочкой.

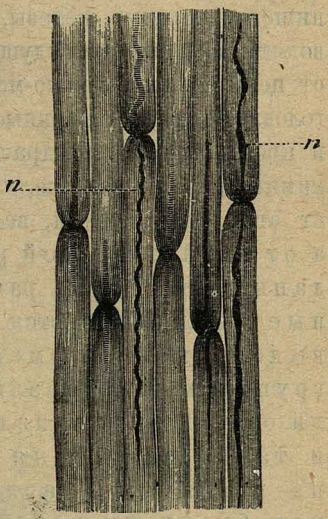


Рис. 84. Нервные волокна. Видны перехваты и осевые цилиндры (*n*, *n*).

Остановимся на этих данных. Других подробностей нам здесь не надо. Нервное волокно, как всякая, в частности, мышечная клетка, обладает способностью по своему возбуждаться, раздражаться; но, в отличие от всех остальных клеток нашего тела, оно наделено чрезвычайно тонкой чувствительностью ко всем видам раздражителей — механических, химических, тепловых и электрических.

Воспринимая раздражение, нервное волокно проводит его по всей своей длине; проводником тут служит осевой цилиндр, точнее, нервные волоконца, образующие осевой цилиндр, и скорость, с которою пробегает волна нервного возбуждения, равняется 25 *м* в секунду (приблизительно). Замечательно, что каждое нервное волокно проводит раздражение совершенно самостоятельно, не передавая его соседним, рядом лежащим, волокнам того же нерва. Весьма вероятно, что такую же независимость в деле проведения раздражений обнаруживает и каждое отдельное волоконце осевого цилиндра. Подходя к органам нашего тела, нерв рассыпается на множество тончайших веточек; веточки эти пронизывают орган в различных

направлениях и образуют здесь так называемые нервные окончания.

О них мы поговорим позже. Здесь же мне хочется подчеркнуть еще одну особенность нервных волокон.

Нервы, а стало быть, и нервные волокна, снабжают своими ветвями различные части и органы нашего тела: кожу, мышцы, пищеварительные железы, органы чувств и т. д. К ним они приводят раздражение, идущее либо из окружающей среды, либо от центрального нервно-мозгового аппарата, т. е. от спинного и головного мозга. Нервные волокна сами по себе воспринимают и проводят любое раздражение — и механическое, и тепловое, и химическое, и световое, и электрическое. Но эффект, получаемый от этих раздражений, всецело зависит не от нервных волокон, а от характера той работы, которая возложена на данный орган. На раздражение, например, теплом мышечные клетки откликаются сокращением, а железистые — выделением фермента. Иначе говоря, различные группы клеток различно реагируют (откликаются) на одно и то же раздражение. Но в то же время одна и та же категория клеток одинаково реагирует на различные раздражения. Так, мышечные волокна, чем бы их ни раздражали, всегда отвечают на эти раздражения сокращением; а железистые клетки — образованием и выделением секретов. Это — то самое, что еще основоположник современной физиологии, Иоганн Мюллер, назвал «законом специфических энергий», т. е. законом, согласно которому каждая специальная группа строительных элементов нашего тела обладает способностью по своему выявлять свою жизненную энергию.

Перейдем теперь к описанию тонкого строения мозга — спинного и головного. В разрезе и спинной и головной мозг представляются в виде участков, состоящих из белого и серого мозгового вещества. Белое вещество соткано из мякотных нервных волокон, а серое состоит из безмякотных волокон и нервных клеток.

С нервной клеткой связаны все «высшие» отправления организма. Она — очаг «психических переживаний» организма. В ней скрыта «тайна души». Не удивительно поэтому то исключительное внимание, которое наука о жизни уделяет нервной клетке.

Нервные клетки — микроскопические строительные элементы мозга. Их форма — как о том свидетельствуют нижеследующие рисунки — многообразна. Но в этом многообразии опытный взгляд устанавливает нечто единое, общее.

В каждой нервной клетке различают тело и отростки — короткие и длинные, простые и ветвистые. Тело ее имеет форму

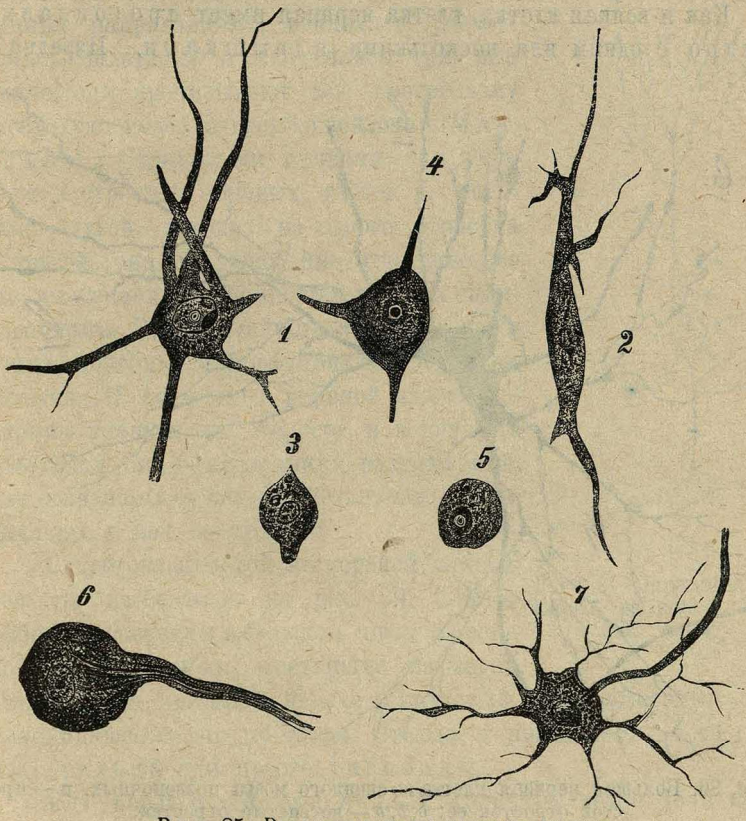


Рис. 85. Различные виды нервных клеток.

то круглую, то грушевидную, то звездчатую, то неопределенных очертаний (рис. 85). Среди отростков один всегда простой и длинный, иногда дающий такие же простые боковые отпрыски; другой — ветвистый, причем ветвистость эта порою принимает самые причудливые формы.

Все это заставляет думать, что в нервных клетках мы имеем дело с аппаратом, хотя и микроскопическим, но очень тонко и сложно построенным. И дальнейшее знакомство со структурой

нервных клеток только укрепляет нас в правильности этого предположения: нервная клетка под микроскопом при больших увеличениях и при соответствующей обработке различными химическими веществами представляет одно из самых дивных зрелищ, которые нам открывает этот инструмент, ставший неразлучным спутником естествоиспытателя наших дней.

Как и всякая клетка, клетка нервная имеет протоплазму и ядро с одним или несколькими ядрышками. Изредка в

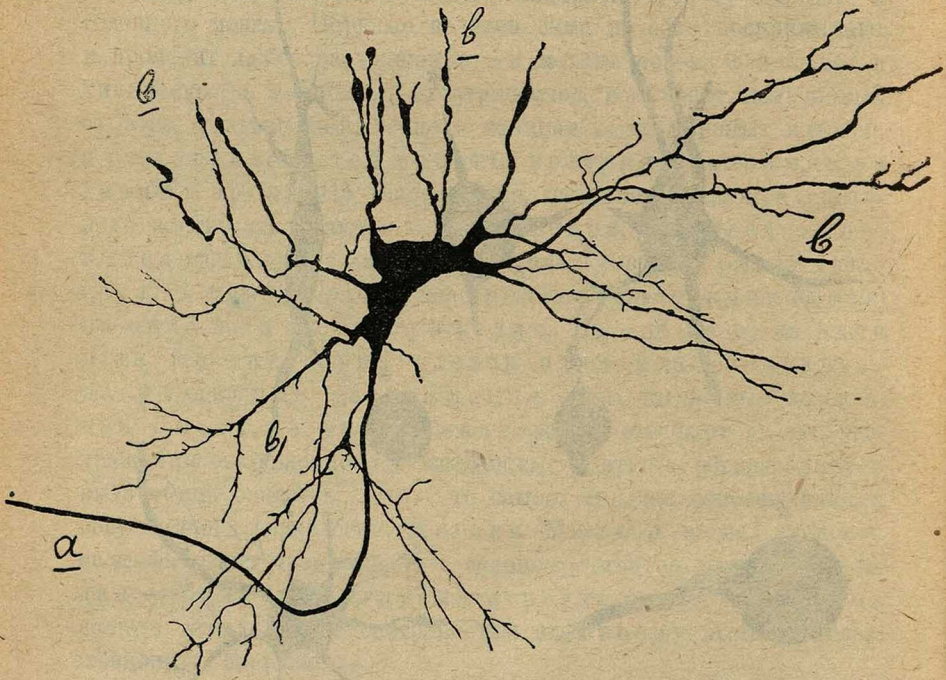


Рис. 86. Большая нервная клетка из спинного мозга позвоночных. *a* — простой отросток ее; *b*, *b*, *b* — ветвистые отростки.

ней бывает два ядра. Ядра обычно шарообразной формы. Настоящей, собственной оболочки у нервных клеток нет; в головном мозгу они все — «голые», и только в спинном мозгу они часто одеты особой капсулой, которая образуется за счет находящейся тут соединительной ткани. Наиболее любопытная сторона нервной клетки выступает при внимательном изучении ее протоплазмы: тут-то, повидимому, и заключены основные пружины этого своеобразного аппарата.

Что же находится в протоплазме нервной клетки? Я остановлюсь на кратком описании только двух характерных для нее образований, так как они, надо полагать, имеют прямое отношение к исполняемой ею работе.

Протоплазма нервной клетки (и тело, и отростки клетки) заключает в себе множество тончайших нитей. «Пробегая в различных направлениях, извиваясь, разветвляясь, сплетаясь и соединяясь так или иначе, они пронизывают всю протоплазму и образуют подобие густого войлока» (Максимов). Отдельными пучками они забегают в отростки нервных клеток и, изгибаясь дугой, заходят из одного отростка в другой (рис. 88). Особенно отчетливо все это выступает в объемистых клетках спинного мозга. Эти тончайшие нити или волоконца подобны нейрофибриллам нервного волокна. И роль их в нервной клетке, по мнению ученых, та же, что и в нервных волокнах: они — проводники раздражений, как исходящих от самой клетки, так и приходящих к ней со стороны.

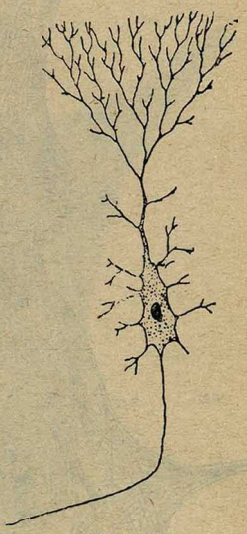


Рис. 87. Пирамидальная клетка из коры головного мозга.

В протоплазме той же нервной клетки, как это изображено на рис. 89, помимо фибрилл, рассеяны в большом числе различной формы глыбки, состоящие из зерен. Глыбки эти придают клетке пятнистый или полосатый вид, напоминающий шкуру тигра. Отсюда и название их — тигровые тельца или просто тигроиды.

Ряд наблюдений над судьбой тигровых телец до и после интенсивной деятельности нервной клетки показывает, что после напряженной работы количество «тигроидов» в протоплазме значительно падает; когда же клетка «отдыхает», например, во время сна животного, число их вновь увеличивается. Если клетка довольно долго испытывает сильные раздражения, то почти все тигроиды ее исчезают, глыбки распадаются на зернышки, а зернышки частью растворяются. Ясно, что в процессе жизненной работы нервной клетки они расходуются, и потому есть основание думать, что тигроиды представляют собою «резервный материал», который нервная клетка пускает в оборот во время своей деятельности.

Мне остается очень немного прибавить к тому, что сказано здесь о нервной клетке.

Нервные клетки наделены чрезвычайно тонкою чувствительностью — особенно по отношению к раздражениям, которые исходят от самого организма: колебания температуры омывающей их крови, изменение ее состава, накопление угольной кислоты, повышение или понижение кровяного давления, присутствие в крови минимального количества каких-нибудь ядов,— все это оказывает на нервную клетку огромное влияние и даже может привести ее к гибели. Она во многих отношениях гораздо чувствительнее не только мышечных, но и нервных волокон. И это понятно. Ибо нервная клетка каждое мгновение должна быть, что называется, «на чеку», чтобы предупредить или парализовать грозящую организму опасность.

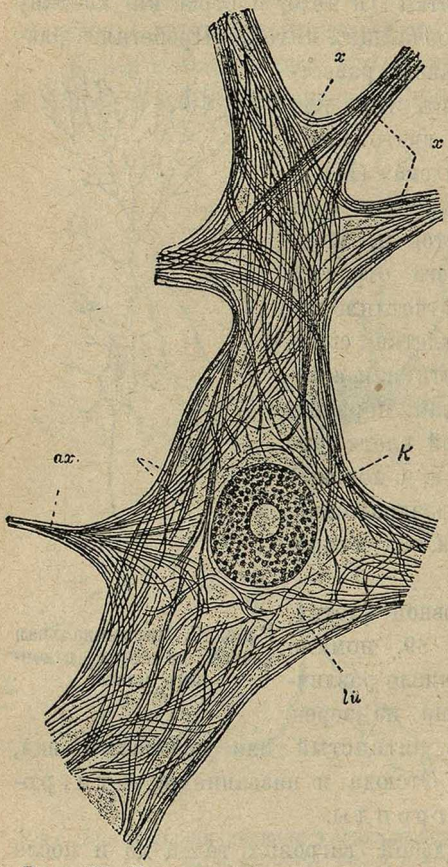


Рис. 88. Клетка из спинного мозга человека (отростки на рисунке обрезаны). *K* — ядро с ядрышком; *lu* — протоплазма, лежащая в промежутках меж фибриллами; *ax* — начало длинного отростка клетки; *x*, *x* — изогнутые дугой пучки фибрилл, переходящих из одного отростка в другой.

После этих беглых заметок о строительных элементах нервно-мозгового аппарата, мы можем приступить к изучению деятельности последнего.

Начнем с нервов, выходящих из спинного мозга и потому называемых спинно-мозговыми. Из спинного мозга берет начало 31 пара нервов, располагающихся по обеим сторонам его и выходящих из отверстий между позвонками.

Каждый спинно-мозговой нерв начинается в спинном мозгу двумя корешками, которые, сливаясь, образуют один нервный

ствол, ветвящийся на пути к тем частям тела, которые он снабжает своими веточками.

В начале прошлого столетия два ученых, Чарльз Белль и Мажанди, сделали замечательное открытие относительно значения обоих корешков спинно-мозговых нервов. Опыты, произведенные ими, показали, что передние корешки состоят из волокон, вызывающих сокращение мышц, а волокна задних корешков служат проводниками различных ощущений. Поэтому волокна передних корешков названы двигательными, а волокна задних корешков — чувствительными. Называют их и иначе. Нервные волокна заднего корешка несут раздражение из различных уголков тела — от кожи, мышц, внутренних органов — на «станции» и в «центральное бюро», т.-е. к спинному и головному мозгу, и потому их называют центростремительными волокнами; а нервные волокна переднего корешка проводят раздражение, — «распоряжения и приказы» — от «станции и центрального бюро» к различным частям и органам животного, к коже, мышцам, железам и т. д. — и потому получили название центробежных волокон. Итак, спинномозговые нервы, слившиеся из двух корешков и потому заключающие как двигательные, так и чувствительные, как центробежные, так и центростремительные волокна, обладают способностью вызывать движения и ощущения. Произведем такого рода опыты.

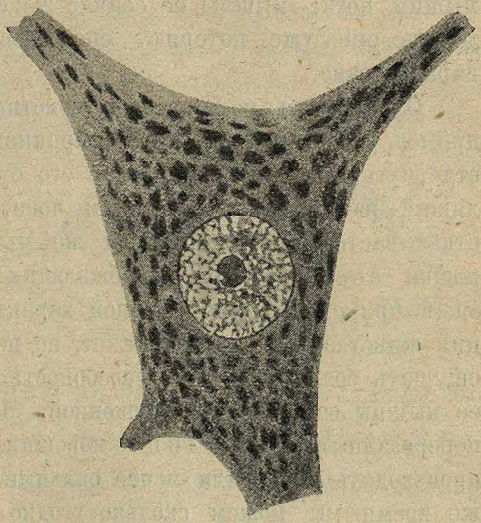


Рис. 89. Нервная клетка спинного мозга с рассеянными в ее протоплазме «тигровыми тельцами».

Вскроем у какого-либо молодого животного спинномозговой канал в области поясницы: часть лежащего здесь спинного мозга обнажится, и мы увидим нервные стволы, направляющиеся

к задним ногам животного. Прикоснемся иглою к переднему корешку одного из нервов; мышцы ноги, снабжаемые нервными волокнами этого корешка, моментально сократятся, и нога вздрогнет; если же мы станем раздражать задний корешок, то животное будет вскрикивать от сильной боли. Перережем передние корешки всех нервов, приводящих в движение мышцы ноги: мышцы ее сейчас же судорожно сократятся; но дальше они уже потеряют способность это делать: нога будет парализована.

Однако, она не потеряет чувствительности, и если ее, например, уколоть, то животное вскрикнет от боли и будет пытаться отдернуть ногу; но все усилия его будут тщетны: путь, проводящий раздражение к мышцам ноги, прекращен, и потому она отказывается работать. Если же мы перережем задние корешки всех нервов, снабжающих своими ветвями ногу, то опыт примет совершенно иной характер: в момент перерезывания животное сильно вскрикнет, но потом потеряет способность ощущать боль, тогда как способность двигать ногою, сокращать ее мышцы остается ненарушенной. Раздражая оставшиеся не перерезанными передние корешки, мы заставим животное производить более или менее сильные движения ногою, но в то же время мы можем сколько угодно колоть ногу, резать, даже жечь ее, — животное не обнаружит никаких признаков боли (анестезия, бесчувственность): проводник раздражения перерезан, чувствительные волокна мышц ноги лишены возможности донести это раздражение до «центрального бюро», где оно воспринимается, как ощущение, и потому нога кажется бесчувственной, а животное не выявляет никаких признаков боли. Наконец, если мы перережем нервные стволы, снабжающие своими ветками ногу, повыше того места, где оба корешка сливаются, или же перережем оба корешка сразу, то животное потеряет способность и двигать ногою, и ощущать причиняемую ей боль.[1] Перерезав передние корешки нервов, идущие к правой ноге, и задние корешки нервов левой ноги, мы будем иметь

[1] Не следует упускать из виду, что как мышцы отдельных частей тела, так и отдельные участки кожи обыкновенно снабжаются нервными ветками не одного, а двух и даже нескольких соседних корешков как чувствительных, так и двигательных. Вот почему во всех описанных здесь опытах перерезке подвергались несколько (по меньшей мере, два) рядом лежащих нервных стволов и нервных корешков.

возможность наблюдать одновременно значение обоих корешков: правая нога потеряет способность движения, будет парализована, но останется очень чувствительной к боли; левая же нога, наоборот, сохранит способность двигаться, но зато боли уже не будет ощущать. Этот же опыт можно произвести еще демонстративнее (показательнее).

Если на одной стороне тела животного,—положим, справа—перерезать все передние корешки, а с противоположной стороны, слева, все задние корешки, то перед нами будет очень странный организм, у которого правая половина тела парализована, но сохранила чувствительность, а левая—анестезирована, бесчувственна, но не утеряла способности двигаться.

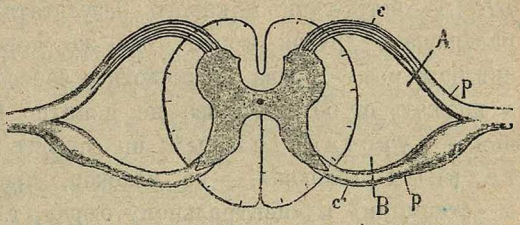


Рис. 90. Поперечный разрез спинного мозга. (Схематично.) *Ac* — передний корешок спинномозгового нерва; *Bc* — задний корешок его.

Так как «закон Белля-Мажанди» не раз подвергался всяческим сомнениям и лжетолкованиям, я позволю себе еще немного остановиться на опытах с перерезкой спинномозговых нервов.

Вернемся еще раз к схематическому рисунку, представляющему спинной мозг в поперечном разрезе с отходящими от него корешками нервов (рис. 90). На этом рисунке буквы *A* и *B* отмечают место перерезки переднего (*A*) и заднего (*B*) корешка. Буквы *c* и *c* изображают отрезки корешков, остающиеся в связи со спинным мозгом; а буквы *p* и *p* представляют те части корешков, которые, оставаясь в связи с нервом, в то же время разобщены со спинным мозгом.

Поведем снова наши опыты: они должны будут подтвердить правильность того вывода, который был сделан Беллем и Мажанди.

Перережем передний (двигательный) корешок одного из нервов, идущих в мышцы ноги. Попробуем теперь раздражать, например, электрическим током, тот конец его, который остался при спинном мозге (*c* в корешке *pAc*) — эффекта никакого! Нервным волокнам этого отрезка нечего делать в спинном мозге, и потому их раздражение ни к чему не при-

водит. Но попробуйте раздражать электрическим током другой конец (буква *р* в корешке *рАс*) того же корешка, — конец, остающийся в связи с нервом и направляющий свои волокна в мышцы ноги: эффект получился полный — та мышца, или та часть мышцы, куда проникают эти волокна, сократится; они ведь — двигательные волокна, а мышца — самое обычное место для выявления их деятельности.

Обратный результат получится тогда, когда вы тот же опыт проведете на отрезках заднего корешка (*рВс*). Раздражайте электрическим током тот конец его, который связан с нервом и направляется в мышцы ноги (буква *р* в корешке *рВс*), — опять-таки никакого результата! Если же вы станете раздражать другой конец того же корешка, оставшийся при спинном мозге (буква *с*), животное забеспокоится, начнет биться и визжать от боли. Разве не понятно почему? Задний корешок — чувствительный; он состоит из «центростремительных волокон», — из волокон, проводящих раздражение к «станциям» и «центральному бюро», т.-е. к спинному и головному мозгу. Правый конец его (*р*) сделать этого не может, ибо он отрезан от «центрального бюро», да и мышца вовсе не перерабатывает раздражение в ощущение; а левый конец того же корешка, связанный с мозгом, направляет полученное им от электрического тока раздражение в «центральное быро», т. е. к головному мозгу, где это раздражение перерабатывается в ощущение боли, ибо здесь, а не в мышцах и не в каком-либо другом органе тела, совершается такая «переработка».

Этот проверочный опыт не оставляет, казалось бы, никакого сомнения в правильности «закона Мажанди-Белля». И тем не менее, есть факты, которые как будто идут в разрез с этим законом. Но всего лишь «как будто».

При раздражении переднего (двигательного) корешка у собаки и некоторых других млекопитающих наблюдались не только сокращения соответствующей мышцы, но и проявление боли (собака визжит). Ясно, что в переднем корешке есть и чувствительные волокна. Да, иногда есть. Но они забегают сюда, — как это показал Клод Бернар, — случайно из заднего корешка, а вовсе не составляют принадлежности самого переднего корешка. Если, прежде чем раздражать у собаки передний корешок, вы перережете соответствующий задний, то при раздражении она

никакой чувствительности не обнаружит и никакой боли не испытает.

Так была доказана способность спинномозговых нервов вызывать движение и ощущение, а вместе с тем была выяснена и различная роль передних и задних корешков этих нервов.

Обратимся теперь к нервам, идущим из «центрального бюро».

Из головного мозга берут начало 12 пар нервов. Некоторые из нервов — например, зрительные, слуховые и обонятельные — состоят только из чувствительных волокон и потому являются проводниками только чувственных раздражений. Другие, наоборот, подобно спинномозговым нервам, являются одновременно и чувствительными и двигательными, ибо состоят из чувствительных и двигательных волокон. Таковы, например, нервы тройничные (5-я пара), лицевые (7-я пара), языко-глоточные (9-я пара) и блуждающие (10-я пара). Скажем кое-что об этих последних и остановимся прежде всего на нервах блуждающих.

Блуждающие нервы — важнейшие из регуляторов жизненного процесса. Своими чувствительными и двигательными волокнами они регулируют основные отправления организма: дыхание, кровообращение, пищеварение. Среди головных нервов это единственная пара, перерезка которой влечет за собою смерть животного: кролик умирает уже через сутки после такой операции, а собака на 5-й или 6-й день. Это самое красноречивое доказательство в пользу той исключительно ответственной роли, которую блуждающие нервы играют в жизни организма.

Они снабжают своими чувствительными волокнами слизистую оболочку дыхательных путей, начиная с гортани и кончая разветвлениями бронх, а двигательные волокна их заведуют работой мускулатуры тех же дыхательных путей; они содержат волокна, которые могут в известной мере замедлять и ускорять работу сердца, а также расширять просвет кровеносных сосудов; они наделяют своими ветвями пищеварительный канал, от глотки до тонких кишек включительно, обусловливая таким образом чувствительность и движение этих органов; они направляют свои волокна к пищеварительным железам желудка, к поджелудочной железе и печени, способствуя образованию и выделению пищеварительных секретов. Можно было бы эти перечисления

*

различных сторон деятельности блуждающих нервов чрезвычайно расширить, но сказанного вполне достаточно, чтобы видеть, насколько сложны и многообразны их отправления.

Давно уже было замечено, что после перерезки обоих блуждающих нервов животное заболевает острым воспалением легких со смертельным исходом этой болезни. Факт, на первый взгляд, — странный, загадочный. Однако, зная, какую службу несут в организме блуждающие нервы, можно найти для этого факта более или менее удовлетворительное объяснение.

Известно, что всякий раз, как кусочки пищи, слюна или какая-либо жидкость попадают нечаянно в дыхательные пути, мы, помимо своей воли, откашливаемся и таким образом выгоняем эти посторонние тела из неподлежащего им места. При перерезке же блуждающих нервов все эти движения, которые вызывают непроизвольное откашливание, прекращаются; поэтому, за отсутствием соответствующих движений, дыхательные пути засоряются посторонними телами: эти тела здесь разлагаются, гниют, вызывают воспалительные процессы, которые распространяются затем и на легочную ткань. Но это — не все. Перерезка блуждающих нервов влечет за собою паралич мышц гортани; благодаря этому, гортань, во-первых, не закрывается при прохождении пищи, что еще больше содействует засорению дыхательных путей, а во-вторых, она затрудняет выдыхание: воздушное давление в легких нарушается, вызывая тем самым расстройство кровообращения в легочных пузырьках, застой крови, отёки, разрыв капилляров, кровоизлияние — словом, все те явления, которые так характерны для острого воспаления легких.

Проф. Павлов отметил еще одну серьезную причину, обусловливающую острое заболевание и смерть животного после перерезки блуждающих нервов. Они, ведь, заведуют работой важных пищеварительных желез. Без них эта работа в желудке нарушается. Пища не перерабатывается, а разлагается, гниет, образует ядовитые вещества, отравляющие организм.

Подобно спинномозговым нервам тройничный нерв начинается в головном мозгу также двумя корешками: один из них значительно больше другого и состоит из чувствительных волокон; другой, меньший, заключает в себе двигательные нервные волокна. Следовательно, этот нерв также обладает способностью вызывать и движение и ощущение. Тройничные нервы

снабжают своими веточками различные части головы и лица; ветви одного из них рассеяны в правой половине головы, а ветви другого — в левой. При изучении свойств этих нервов пользуются теми же опытами, о которых мы говорили раньше, т. е. перерезывают их у какого-нибудь животного и затем наблюдают, что при этом происходит. Двигательные волокна тройничного нерва заведуют сокращением мышц, производящих жевание, и если перерезать один из этих нервов, то мышцы той стороны лица, которая снабжается ветвями его, потеряют способность вызывать жевательные движения. Раздражая ту ветвь тройничного нерва, которая управляет жевательными движениями, мы можем вызвать либо прерывистые сокращения жевательных мышц, либо сильное судорожное сокращение их. В первом случае наблюдается то самое явление, которое мы характеризуем словами «зубы стучат», а во втором зубы будут «стиснуты».

Вообще известно, что тройничный нерв принадлежит к числу самых чувствительных. Всякий страдавший мучительными зубными болями своим личным опытом может подтвердить это, так как зубы снабжаются веточками все того же тройничного нерва. Когда животному перерезают тройничный нерв, то оно страшно вскрикивает, но затем чувствительность соответствующей части лица совершенно теряется, кожа лба и лица, внутренняя поверхность полости носа и рта, часть языка, глазное яблоко,— все это делается совершенно нечувствительным: раздражайте эти лишенные чувствительности места сколько хотите, колите иглой парализованную часть щек, языка и носа — животное не будет ощущать никакой боли.

То же самое можно наблюдать и у людей, у которых тройничный нерв поражен и потому не исполняет своего назначения. Вот какие явления имеют место в подобных случаях. «Когда больной, у которого на одной стороне лица поражен тройничный нерв, пьет, то ему кажется, будто у стакана в соответствующей стороне нет стенок. При жевании, если кусок попадает на нечувствительную сторону языка и зубов, ему кажется, будто он выпал изо рта. Часто больной искусывает на пораженной стороне собственный язык, ибо никакое чувство боли не предупреждает его о том, что язык попал между зубами. Так как при этом на больной стороне и жевательные мышцы, получающие свои нервы от малого корешка тройничного нерва, потеряли способность двигаться, то больной мало-

по-малу привыкает жевать только на здоровой стороне, вследствие чего зубы на этой стороне сильнее стираются, между тем как на больной стороне они иногда принимают самые странные формы» (К. Фогт).

Тройничный нерв — не только двигательный и чувствительный нерв, но и секреторный, т.-е. выделительный. Часть волокон его направляется к слезным железкам и вызывает выделение слез, омывающих глаза; другая серия таких же «секреторных» волокон идет к слизистой оболочке носа и неба, где эти волокна, раздражая слизистые железки, заставляют их вырабатывать и выделять слизь; не без участия «секреторных» волокон тройничного нерва осуществляют свою задачу и слюнные железы — подъязычные, подчелюстные и околоушные.

Все тот же тройничный нерв своими волокнами снабжает роговицу и так называемую радужную оболочку (раёк) глаза; его двигательные волокна управляют движением радужной оболочки, то расширяя, то сужая зрачок, а чувствительные волокна придают чувствительность роговице глаза.

Он, наконец, заведует движением век при мигании. [1] Обыкновенно мы мигаем независимо от нашей воли и нашего сознания: это — движение непроизвольное. Говорю «обыкновенно», потому что мигать можно и по собственному желанию. Мигая, мы смываем с роговой оболочки глаза, например, пыль, которая, как известно, постоянно имеется в окружающем нас воздухе. Поражение тех частей тройничного нерва, которые снабжают своими волокнами веки, кладет конец миганию, и таким образом глаза теряют способность защищать себя от посторонних, раздражающих их влияний. Вот почему тройничный нерв может быть назван «стражем глаза».

Но он, вместе с блуждающим нервом, является и «стражем» дыхательных путей. В то время как блуждающий нерв вызывает непроизвольное откашливание, тройничный обусловливает непроизвольное чихание. Мы чихаем всякий раз, как какой-нибудь посторонний предмет раздражает слизистую оболочку носа, — чихаем и удаляем его таким образом из дыхательных путей. Без тройничного нерва немыслимо непроизвольное чихание; а без чихания — неизбежно засорение дыхательных путей.

---

[1] В этом принимают участие и волокна лицевых нервов (см. дальше).

Если перерезать лицевой нерв, снабжающий своими ветками мышцы правой и левой стороны лица, то все эти мышцы сделаются неподвижными, а вместе с тем и вся пораженная сторона лица потеряет возможность принимать то или иное выражение. Подобное поражение одного из лицевых нервов вызывает обыкновенно весьма курьезные явления: в то время как здоровая половина лица выражает сильный гнев, восторг, удивление и т. п., парализованная половина лишена всякого выражения: она не принимает никакого участия в душевных переживаниях человека.

Двусторонний паралич лицевых нервов еще ярче оттеняет специфическую роль их как нервов, служащих, главным образом, для мимики, для «выражения душевных переживаний». Лишь только останавливается деятельность этих нервов, лицо «застывает», «каменеет», приобретает вид маски, выглядит абсолютно равнодушным ко всему, что испытывает человек и что совершается вокруг него.

Лицевой нерв, по всем видимостям, является только двигательным нервом, и его «чувствительные» отправления объясняются тем, что к нему на пути присоединяются «чувствительные волокна» других головных нервов, например, блуждающих и языкоглоточных. Прибавлю еще, что лицевой нерв, подобно тройничному, управляет деятельностью слезных и слюнных желез.

Не станем разбираться дальше в деятельности других нервов. Для нас важно отметить здесь лишь тот факт, что работа всех органов тела находится в тесной зависимости от деятельности различных нервов. Какая бы жизненная работа ни совершалась в организме, она непременно связана с работой тех или иных нервов. Одни из них — двигательные, другие — чувствительные, третьи — совмещают в себе обе способности за раз, так как состоят из волокон двоякого рода: двигательных и чувствительных. Движение туловища, головы, конечностей и грудной клетки, движение глотки, пищевода, желудка и кишек, — все это находится в связи с деятельностью двигательных нервов. Поражение нервов, заведующих этими движениями, прекращает их обычную работу: туловище замирает, лицо становится как маска, конечности «болтаются, как плети», грудная клетка перестает сжиматься и расширяться, пищеварительный канал останавливает свои движения.

Глава XI.

ОРГАНЫ ЧУВСТВ.

Нервы органов чувств. — Кожные чувства. — Тепловые и холодовые точки. — Осязательные точки. — Чувство боли. — Орган обоняния и обонятельные клетки. — Чутье животных. — Вкусовые сосочки. — Общие сведения о звуковых явлениях. — Орган речи. — Искусство певцов. — Орган слуха. — Наружное, среднее и внутреннее ухо. — Улитка и кортиев орган. — Как воспринимаем мы слуховые ощущения. — Полукружные каналы и «чувство равновесия». — «Мышечное чувство». — Общие сведения о световых явлениях. — Глазное яблоко. — Сетчатка. — Зрительные палочки и колбочки. — Восприятие света и цветов. — Приспособления хрусталика. — Очки. — Обманы зрения.

На ряду с нервами чувствительными можно поставить особые нервы чувств, деятельность которых связана с деятельностью различных органов чувств. Орган осязания, орган обоняния, орган вкуса, орган слуха и орган зрения — вот те пять всем известных органов чувств, о деятельности которых нам предстоит беседовать. Из них три — органы обоняния, слуха и зрения — имеют даже особые три пары нервов, начинающихся самостоятельными стволами в головном мозгу; это будет — пара обонятельных нервов, пара слуховых и пара зрительных.

Начну с того чувства, которое квалифицируется как самое элементарное, хотя оно на самом деле очень сложно: я имею в виду чувство осязания. Органом осязания оказывается вся покрывающая тело кожа, и так как к числу осязательных ощущений относится и способность воспринимать теплоту, холод и давление, то помощью кожи нам удается различать не только такие свойства предметов, как твердость, гладкость, шероховатость и т. д., но и то, как сильно они нагреты и как сильно давят на поверхность кожи.

Эти общие соображения всего лишь вводят нас в круг тех явлений, которые принято определять словом «осязание». Его необходимо расшифровать.

Прежде всего следовало бы говорить кожные чувства, а не осязание, так как первый термин шире и общее второго: он включает в себе и «чувство осязания» в узком смысле этого слова, и «чувство боли» и, наконец, еще одно чувство, которое обычно смешивают с осязанием, а именно «чувство температуры», способность ощущать и различать тепло и холод. Остановимся сперва на этой способности. Она несомненно заложена в коже и выявляется при помощи находящихся здесь чувствительных нервных окончаний.

Одно время все склонны были думать, что ощущения тепла и холода по существу однородны, что воспринимаются они всеми точками тела безразлично и что для восприятия их служат одни и те же нервные аппараты. Однако, ближайшее знакомство с данным вопросом показало, что предположение это неправильно.

Два ученых, Бликс и Гольдшейдер, путем целого ряда остроумно поставленных и тонко проведенных опытов, доказали, что на коже имеются участки, совершенно нечувствительные к теплу и, наоборот, очень чувствительные к холоду, и что не вся кожа сплошь способна отзываться на термические раздражения: на ней есть определенные точки, ощущающие или тепло или холод; в одном месте больше «тепловых» точек, в другом — «холодовых»; а потом, как тепловые, так и холодовые точки рассеяны по коже неравномерно: в одном месте они сидят густо, в другом — редко; отсюда и неодинаковая чувствительность различных участков кожи к раздражению теплом и холодом.

Итак, «тепловые» и «холодовые» точки лежат отдельно друг от друга, а между ними находятся небольшие участки кожи, совершенно невосприимчивые ни к теплу, ни к холоду. Вывод этот подтверждается следующими опытами.

Возьмем металлическую трубку, вытянутую на конце в тонкое острие. Через нее можно пропускать, по желанию, холодную или теплую воду. Пусть сперва это будет теплая вода. Прикасаясь острием к различным точкам на определенном участке кожи, — делать это нужно очень осторожно, стараясь не давить на кожу, — мы заметим, что острие вызывает ощущение тепла только в некоторых точках, тогда как в других местах оно не дает никакого теплового эффекта. Это и будут «тепловые точки». Их можно отметить на коже какой-нибудь краской, — положим, черной.

Повторим тот же опыт, но уже не с теплой, а с холодной водой. Вновь пущено в ход острие, вновь прикладывается оно слегка к различным точкам на том же, только что исследованном участке кожи, — и снова оказывается, что ощущение холода воспринимается лишь определенными точками этого участка. Это уже — «холодовые точки». Отметим их краской другого цвета — скажем, синего. И что же? Черные и синие точки не совпадают — лежат независимо друг от друга, а промежутки между ними оказываются в равной мере нечувствительными как к холодному, так и к теплому острию.

И вот что в этих опытах особенно замечательно. Если раздражать тепловые и холодовые точки не теплом и не холодом, а какими-нибудь другими раздражителями, например, слабым электрическим током, то как вы думаете, что будет ощущать обладатель этих «точек»? Электрический удар? Нет — либо тепло, либо холод, смотря по тому, к каким из точек прикладывается электрический провод — к тепловым или к холодовым. «Закон специфических энергий», о котором упоминалось в предыдущей главе, полностью сказывается и здесь. Нервные окончания, предназначенные для восприятия ощущений тепла или холода, всегда дают только эти ощущения, независимо от характера тех раздражений, которые они получают.

Пойдем дальше, займемся теми формами «кожного чувства», которые именуются специально «осязанием». Сюда относится способность ощущать прикосновение и давление, а также различать, с какими предметами мы имеем дело — твердыми или мягкими, гладкими или шероховатыми, тупыми или острыми и т. д.

Тот же Бликс, о котором говорилось выше, утверждает, что на коже помимо точек, чувствительных к теплу и холоду, рассеяны «осязательные точки», при помощи которых мы ощущаем давление, прикосновение и т. д. Эти точки находятся не всюду, а занимают на коже определенные места, отдельные от точек холода и тепла. По вычислениям Фрея, на всей коже нашего тела имеется около 500 000 таких точек. Чувствительность их к давлению измеряется очень просто. Для этого на различные места кожи кладется груз различного веса и определяется то минимальное количество его, которое уже дает первое ощущение давления. Такого рода опыты

показывают, что острее и тоньше всего воспринимает давление кожа на лбу и на висках: груз в два миллиграмма уж вызывает тут ощущение давления, тогда как, например, на мякоть пальца нужно положить по крайней мере, десять миллиграммов, чтобы палец «почувствовал» слабое давление.

Осязательные ощущения человек относит к определенным местам и даже точкам своего тела. Так, если человеку завязать глаза и раздражать концом булавки какое-нибудь место на его коже, то он почти всегда может с точностью определить это место, т. е. локализировать его. (От латинского слова «locus» — место). Вот почему эту способность связывают с особым осязательным чувством, которое даже называют «чувством места». Для определения тонкости и остроты осязательных ощущений и, в частности, «чувства места» пользуются очень простым инструментом — циркулем. Исследования в этом направлении были впервые произведены известным немецким ученым Вебером. Что же делал он?

Раздвигая в большей или меньшей степени ножки циркуля, он прикладывал концы их к различным участкам кожи и определял в точности, как велико должно быть расстояние между точками прикосновения ножек, чтобы человек ощутил оба конца циркуля. Результаты получились очень любопытные. Оказалось, что для различных участков кожи и расстояние между концами циркуля весьма различно. Так, посредине спины двойное ощущение, т. е. ощущение обоих концов циркуля, получается только тогда, когда ножки отстоят друг от друга, по крайней мере, на расстоянии пяти-шести сантиметров. Раздвиньте их меньше, — положим, на 3 и даже 4 сантиметра, — и середина спины уж не различит прикосновения обоих концов ножек: она воспримет это прикосновение как одно, как нечто единое, слитное. С другой стороны, кожа на концах пальцев воспринимает двойное ощущение даже тогда, когда концы циркуля отстоят друг от друга на расстоянии двух-трех миллиметров. Отсюда явствует, что острота осязательных ощущений и способность «локализировать» их выражена в концах пальцев гораздо сильнее, чем в коже на спине. И неудивительно. Ведь мы знаем, что концами цальцев мы исследуем предметы, когда хотим определить, какие они — твердые или мягкие, и какова их поверхность — гладкая или шерохова-

тая и т. д. Вот некоторые цифры, показывающие степень остроты осязательных ощущений в различных участках нашей кожи.

Наименьшее расстояние, дающее двойное ощущение:	Место кожи:
2 *мм*	Ладонная поверхность концов пальцев на руке.
4,5 *мм*	Губы и ладонная поверхность 2-й фаланги пальцев.
7 *мм*	Кончик носа и наружная поверхность 3-й фаланги пальцев.
2,3 *см*	Кожа на лбу.
3,1 *см*	Тыльная поверхность кисти.
5,4 *см*	Тыльная часть шеи, поясница, нижняя часть груди и т. д.

(По Тигерштедту).

До сих пор остается загадкой, почему самым чувствительным к осязательным впечатлениям оказывается кончик языка. Вебер показал, что расстояния всего лишь в один миллиметр вполне достаточно, чтобы кончик языка ощутил оба конца циркуля.

К кожным чувствам относят и чувство боли. Это верно лишь постольку, поскольку сильное и продолжительное раздражение нервов, направляющихся в кожу, вызывает ощущение боли. Но чувство боли вызывается интенсивным раздражением не только кожных нервов и их окончаний, но и раздражением всяких нервов — и тех, что идут в мускулы, и тех, что снабжают своими ветками и окончаниями внутренние органы. Значит, чувство боли есть нечто более общее, чем кожное чувство. Это к тому же одно из наиболее субъективных чувств; одно и то же раздражение очень разно воспринимается различными индивидами: один вскрикивает при боли от укола булавкой, другой сравнительно спокойно переносит большие поранения.

Что касается боли, воспринимаемой кожей, то опыт показывает, что самое сильное раздражение «тепловых» и «холодовых» точек кожи не вызывает никаких болевых ощущений; можно в эти «точки» глубоко запустить булавку, не причиняя абсолютно никакой боли. Из этого следует, что не вся поверхность кожи способна воспринимать чувство боли, что есть на ней определенные места, обладающие этой способностью. Какие же? Мнения на этот счет расходятся. Одни склонны думать,

что боль воспринимается «осязательными точками» кожи; другие же настаивают на существовании в коже особых «болевых точек», к которым подходят специальные нервные окончания, служащие только для восприятия болевых ощущений. Какой из этих взглядов ближе к истине — дело еще не решенное.

Вы видите, таким образом, насколько действительно разнообразны те ощущения, органом которых служит кожа и которые обычно толкуются как «чувство осязания». Интересно теперь узнать, есть ли в коже специальные аппараты для восприятия и проведения кожных раздражений? Конечно, есть, и притом аппараты довольно разнообразные по своему строению. Но, к сожалению, пока еще не выяснено, какие из них служат для ощущения боли и давления и какие для восприятия тепла и холода. Ответить на этот вопрос — дело будущего. А пока не бесполезно будет познакомиться хотя бы только с их строением, да и то в самых общих чертах.

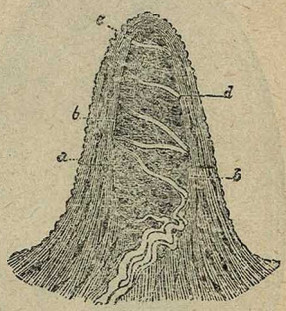


Рис. 91. Кожный сосочек с Мейснеровским тельцем. *a* — слой роговицы, покрывающей тельце; *b* — само тельце; *c*, *d*, *e* — обвивающее его нервное волокно.

В коже под тонким роговым слоем ее рассеяно множество сосочков. Частью к этим сосочкам, а частью к углублениям между ними подходят волокна осязательных нервов и оканчиваются здесь, образуя так называемые осязательные тельца. Есть несколько видов осязательных телец. Одно из них представлено на рисунке 91. Это — Мейснеровское тельце. Главное местонахождение таких телец — соединительная ткань кожи на ладонях рук, на подошве ног и на мягких частях пальцев. О форме их вы можете судить по рисунку, а на строении их, довольно сложном, останавливаться не буду. Отмечу только, что к каждому Мейснеровскому тельцу подходит одно или несколько нервных волокон, которые сперва обвивают его, а затем входят внутрь тельца и ветвятся здесь, образуя из веточек своих нечто в роде сетчатого клубка.

Есть и другая группа осязательных телец. Их называют Пачиниевыми тельцами. Замечу кстати, что Мейснер и Пачини — это имена ученых, впервые описавших эти тельца. В противоположность Мейснеровым тельцам, тельца Пачини сидят довольно глубоко в коже. Они крупнее других, имеют

в длину от одного до 4 *мм* и потому доступны невооруженному глазу. Форма их правильная, яйцевидная, цвет ярко-белый, сразу бросающийся в глаза. В каждом таком тельце нужно различать плотную слоистую капсулу, затем цилиндрическую колбочку, лежащую в середине капсулы, и нервное окончание, заключенное внутри колбочки (рис. 92).

Нервное волокно, подойдя к тельцу Пачини, прободает его, теряет мякотную оболочку, образует множество извивающихся и переплетающихся веточек, из которых здесь, как и в тельце Мейснера, получается сетчатый клубок: он-то и воспринимает осязательное раздражение.

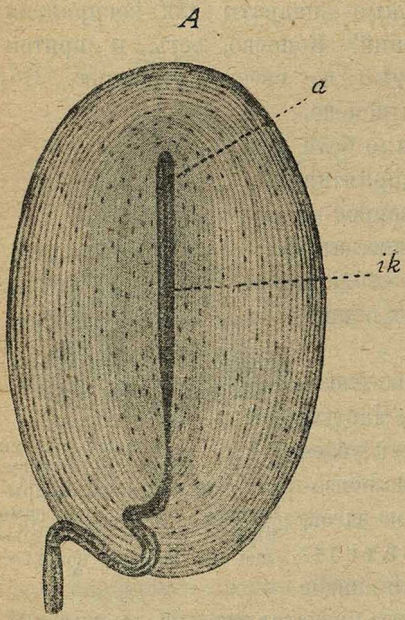


Рис. 92. Осязательное тельце Пачини. *a* — осевой цилиндр нервного волокна; *ik* — колбочка; внизу — нервное волокно.

Все эти изящные, ажурные аппараты, перед которыми меркнет слава тончайших работ человеческой руки, невольно заставляют чувствовать и понимать всю сложность жизненного процесса.

Всевозможные запахи мы различаем при помощи носа, полость которого посредством перегородки делится на две части, правую и левую. Внутренняя поверхность обеих носовых полостей выстлана слизистой оболочкой. Между клетками этой выделяющей слизь оболочки, в верхней, более глубокой части носовых полостей, там и сям вставлено множество так называемых обонятельных клеток. Каждая такая клетка с одной стороны вытягивается в тоненькую нервную нить. Все эти нервные нити, идущие от всех обонятельных клеток, сливаясь вместе, образуют пару обонятельных нервов, начинающихся в головном мозгу. Зная устройство органа обоняния, хотя бы в самых общих чертах, мы можем объяснить, как воспринимает человек разнообразные обонятельные ощущения. Однако, прежде чем отвечать на этот вопрос, посмотрим, отчего, например, пахнут цветы.

Все пахучие цветы приготовляют в своих клетках бо́льшее или меньшее количество особых жидкостей, называемых эфирами и эфирными маслами, которые весьма быстро испаряются и уносятся в воздух. Эти-то газообразные частицы вместе с вдыхаемым нами воздухом проникают в носовую полость, приходят в соприкосновение с рассеянными здесь обонятельными клетками, действуют раздражающим образом на них, и это раздражение передается нервами мозгу, где оно преобразуется в ощущение запахов. Мы не без умысла подчеркнули выражение «газообразные частицы», так как в таком только виде пахучие вещества обладают способностью производить ощущение запаха. Если положить человека на спину, откинуть ему голову назад и наполнить его носовую полость какой-либо сильно пахучей жидкостью, то он не ощутит никакого запаха. Следовательно, пахучие вещества, раздражают обонятельные клетки только тогда, когда находятся в виде мельчайших, вечно подвижных, газообразных частиц.

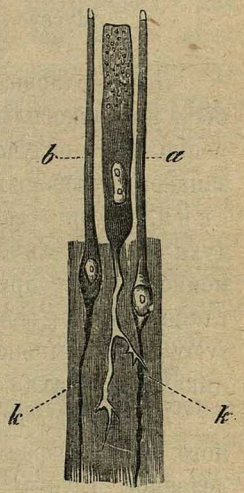


Рис. 93. Обонятельные клетки. *a*, *b* — обонятельные клетки слизистой оболочки носа (у человека); *k*, *k* — нити, соединяющиеся с нервными волокнами обонятельного нерва.

Для того чтобы воспринять тот или иной запах, животные и человек производят ряд быстро следующих друг за другом коротких вдыханий и выдыханий, приводя, таким образом, в соприкосновение с обонятельными клетками возможно большее количество воздуха, в котором рассеяны частички пахучих веществ. Эти действия мы и выражаем словами «нюхать», «обнюхивать», «принюхиваться».

Необходимо помнить, что не все пахучие вещества в равной мере скоро и легко поддаются «нюху». Одни из них дают обонятельное ощущение даже тогда, когда в воздухе находятся буквально неуловимые следы их; частички других, наоборот, должны быть рассеяны подле нас в заметном количестве, чтобы раздражение, вызываемое ими, дало сколько-нибудь ощутимый эффект. Вот табличка, показывающая те минимальные количества различных веществ (в миллиграммах), которые достаточны

для того, чтобы их присутствие в воздухе было установлено органом обоняния:

Название веществ.	Количество их (в миллиграммах).
Сернистый водород	1/5000 миллиграмма
Розовое масло	1/20 000 »
Камфора	1/200 000 »
Эфир	1/800 000 »
Мускус	1/2 000 000 » и т. д.

Когда одновременно «вдыхаешь» два или несколько различных, но равносильных запаха, то либо ощущаешь их попеременно, либо получаешь впечатление смешанного запаха (букет запахов). Любопытен факт, отмечаемый проф. В. Данилевским. «Если — говорит он, — ввести в одну ноздрю струю воздуха с определенным запахом, а в другую ноздрю одновременно струю с другим пахучим веществом, то можно подобрать такие пахучие вещества, которые поглощают, как бы нейтрализуют или «компенсируют» друг друга; приэтом не ощущается никакого запаха».

На вопрос, воспринимают ли нервные окончания обонятельного нерва безразлично все запахи, или же для каждой определенной группы запахов имеются свои особые аппараты, — пусть отвечают факты.

Известно, что люди, одаренные хорошим обонянием, в то же время совершенно не чувствуют некоторых запахов, например, запах фиалок или ванили.

Известны и другого рода наблюдения. Если у кого-нибудь обоняние на время пропадает — вследствие случайного повреждения или заболевания органов обоняния, — а затем вновь восстановляется, то способность чувствовать запах появляется не для всех запахов одновременно: сперва он начинает чувствовать, например, запах креозота, потом — фиалки, еще позже — мускуса и т. д. (Роллетт).

Есть, наконец, другое обстоятельство, обращающее на себя внимание. Чувство обоняния, как и всякое другое чувство, может притупиться от переутомления. Но и такое переутомление не наступает для всех запахов сразу, одновременно, а сперва угасает восприимчивость к одному из них, потом к другому и т. д.

Вдумавшись серьезно в эти факты, читатель поймет, конечно, почему большинство физиологов и психологов склонно утверждать, что для различных категорий запахов имеются, по всей вероятности, и различные нервные окончания.

Чувство обоняния не одинаково развито не только у различных животных, но и у различных людей, даже у одних и тех же субъектов при различных условиях. Кто не удивлялся необыкновенному обонянию собак, в особенности, охотничьих, так называемому чутью их, благодаря которому они очень легко настигают преследуемую ими добычу, разыскивают «по следу» своих хозяев, различные вещи и т. п. Во всех этих случаях как различные животные, преследуемые собаками, так и хозяева последних, оставляют по себе на земле или в воздухе неуловимые для нашего носа частички различных пахучих веществ, присутствие которых очень легко распознается сильно развитым обонянием собак. Небезынтересно будет, пожалуй, вспомнить, что, согласно наблюдениям Александра Гумбольдта, некоторые индейские племена Южной Америки (Перу) обладают приблизительно таким же тонким чутьем, как и охотничьи собаки.

Мы нередко смешиваем обонятельные ощущения с осязательными. Возьмем для примера нашатырный спирт. Дело в том, что «едкие» свойства этого вещества зависят вовсе не от того, что ему присущ «едкий запах». Обонятельные ощущения тут решительно не при чем. Пары нашатырного спирта, проникающие в нос, при более или менее сильном вдыхании, прикасаются к слизистой оболочке носа, раздражают ее и вызывают сильные, весьма характерные для этого вещества осязательные ощущения, даже боль.

При насморке чувство обоняния значительно ослабевает, а иногда и вовсе пропадает. Объяснить это можно тем, что в это время клетки слизистой оболочки носа весьма обильно выделяют слизь, которая выстилает всю поверхность ее и мешает газообразным частицам, проникающим в нос, раздражать обонятельные клетки.

Неменьший интерес представляет ощущение вкуса, органом которого служит язык. Вся поверхность языка покрыта множеством сосочков различной формы и величины (рис. 94 и 95). Однако, не все эти сосочки служат для одной и той же цели: одни из них воспринимают ощущения вкуса и называются вкусовыми, тогда как громадное большинство других, называемых

осязательными, служит исключительно для распознавания осязательных ощущений. Вкусовые сосочки рассеяны на задней части, на кончике и по краям языка; поэтому и принято говорить, что мы ощущаем вкус только этими частями. В языке рассыпаются ветви нервов (языкоглоточный, язычный), берущих начало в головном мозгу. Тончайшие веточки их проникают внутрь вкусовых сосочков. Жидкие вкусовые вещества или твердые, но растворившиеся в слюне, раздражают окончания этих вкусовых нервов и таким образом вызывают различные вкусовые ощущения.[1] Здесь уже необходимо, чтобы жидкое вещество соприкасалось с кончиками нервов, подобно тому как при обонятельных ощущениях должны фигурировать непременно вещества газообразные. Мы можем различать, собственно говоря, только горький, соленый, кислый и сладкий вкус; все же остальные вкусовые ощущения получаются при сочетании этих 4-х основных видов вкуса; поэтому мы говорим: горько-соленый, кисло-сладкий, солоновато-кислый и т. п. вкус.

Рис. 94. Язык. *A*, *B*, *C*, *D* — вкусовые и осязательные сосочки языка.

Различные части языка не одинаково воспринимают различные вкусы. Так, даже обычная житейская практика убеждает нас в том, что горький вкус лучше всего воспринимается задней частью языка, сладкий — кончиком его, кислый — краями и кончиком. Затем, такое же простое наблюдение может удостоверить вас в том, что горькие вещества вызывают ощущения горького вкуса в несравненно меньшем количестве, чем это требуется для возбуждения соленого вкуса соленым веществом. Один миллиграмм хины, разведенной в стакане воды, уже дает ощущение горького вкуса, тогда как один миллиграмм обыкно-

[1] Описание аппаратов, воспринимающих вкусовые раздражения, вы найдете в подробном объяснении к рисунку 95.

венной соли в таком же количестве воды никакого вкусового впечатления на языке не оставляет. Наконец, опыт показывает, что в некоторых случаях одно и то же вещество, соприкасаясь с различными частями языка, дает различный вкус; так, по словам Гедона, «пятипроцентный раствор горькой соли (сернокислой магнезии) дает на кончике языка сперва слабо-сладкий, а затем кислый вкус, на крае языка — кислый и горький вкус, на корне же языка — чисто горький вкус». Можно сделать еще один показательный эксперимент. Если взять очень тонкую кисточку, обмакивать ее в растворе сахара и прикладывать к раз-

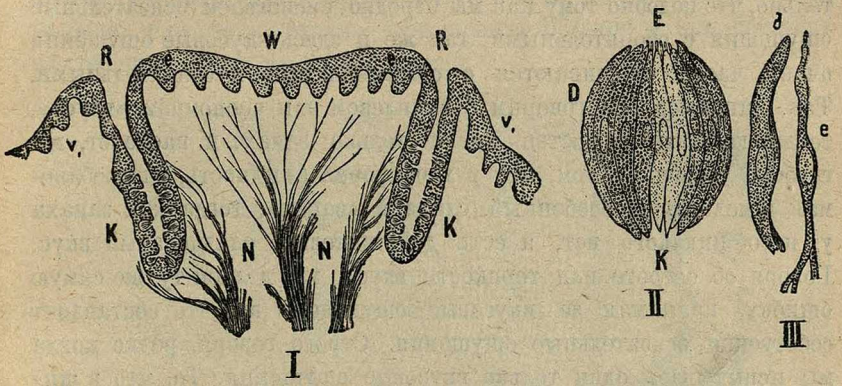


Рис. 95. Микроскопическое строение вкусового сосочка. I. Вертикальный разрез через вкусовой сосочек *(W)*: *RR* — впадина, окружающая сосочек; *KK* — вкусовые почечки; *NN* — нервные волокна. II. Отдельная изолированная вкусовая почечка *(D)*: *K* — нижняя часть ее, *E* — верхняя, свободная часть ее. Она состоит из двоякого рода клеток. Одни называются «вкусовыми клетками», другие — просто эпителиальными. III. Изолированные клетки вкусовой почечки: *d* — клетка эпителиальная, *e* — клетка вкусовая, воспринимающая вкусовые ощущения. Когда мы воспринимаем вкусовое ощущение, растворенные вкусовые вещества находятся во впадине *(RR)*, окружающей вкусовой сосочек *(W)*.

личным вкусовым сосочкам, то окажется, что одни из них дают при этом ощущение сладкого вкуса, а другие — не дают; обмакивая кисточку в хинный раствор и прикасаясь ею к сосочкам, мы опять-таки увидим, что не все они откликаются на «горькое раздражение»; и тот же результат получится при опыте с каким-либо веществом соленого или кислого вкуса.

Все только что перечисленные факты позволяют думать, что в языке имеются специальные аппараты для восприятия каждого отдельного вкуса (сладкого, горького, соленого, кислого). Однако, в виду того, что исследования в этом направлении

*

немногочисленны и недостаточно четки, многие физиологи воздерживаются пока от окончательного вывода по данному вопросу.

Способность воспринимать и различать вкусовые ощущения не у всех одинакова, и такие выражения, как «тонкий, избалованный, грубый и т. п. вкус» имеют некоторое основание, хотя тонкий вкус, при недостатке вкусовых ощущений, может огрубеть и, наоборот, человек с грубым вкусом, если ему только представится счастливая возможность упражнять орган вкуса, может выработать себе очень тонкий и прихотливый вкус. Замечательно, что подобно тому как мы нередко смешиваем осязательные ощущения с обонятельными, так же и здесь вкусовые ощущения очень часто смешиваются с осязательными и обонятельными. Так, например, мы говорим о ванилевом или чесночном «вкусе», тогда как эти вещества имеют только запах; и наоборот, мы глубоко уверены в том, что у хлороформа (жидкость, употребляемая в медицине) особенный сладкий «запах», тогда как запаха у него никакого нет, а есть действительно сладковатый вкус. Говоря об остроте или терпкости вкуса, мы делаем ту же самую ошибку, принимая за вкусовые ощущения то, что составляет собственно осязательные ощущения. Строго говоря, редко когда мы испытываем одни только вкусовые ощущения. То, что в житейском обиходе принято называть ароматом, в большинстве случаев есть не что иное, как неуловимое для нас сочетание вкусовых и обонятельных ощущений.

Органы обоняния и вкуса оказывают нам громадную услугу в жизни. Чувство обоняния помогает нам различать неприятные и вредные запахи, носящиеся в воздухе; оно же очень чувствительно к так называемой порче вдыхаемого нами воздуха. То же чувство в соединении с чувством вкуса предупреждает нас об испорченности и негодности различных пищевых веществ, так что, руководясь этими чувствами, мы нередко ограждаем наш организм от многих вредных для него влияний.

Теперь нам предстоит приступить к описанию деятельности наиболее интересных, но в то же время и наиболее замысловатых по своему устройству органов чувств. Это органы слуха и зрения, ухо и глаз.

Так как я думаю начать с органа слуха, воспринимающего звуковые ощущения, то считаю не лишним напомнить сперва читателю кое-что о звуке.

Дерните пальцем самую толстую струну, натянутую на скрипке или гитаре; она начнет колебаться и звучать, и при достаточной длине и толщине ее вы можете даже заметить размахи ее колебаний.

Дерните ту же струну сильнее — величина ее размахов увеличится, а вместе с этим и издаваемый ею звук станет слышнее, громче, сильнее.

Укоротите струну, и вы увидите, что она, издавая звук, начнет колебаться быстрее, и издаваемый ею звук станет выше. Он будет выше и в том случае, если вы, не уменьшая ни длины, ни толщины струны, натянете ее сильнее, чем раньше, или если струна, при прежней длине и при прежнем натяжении, будет тоньше первой.

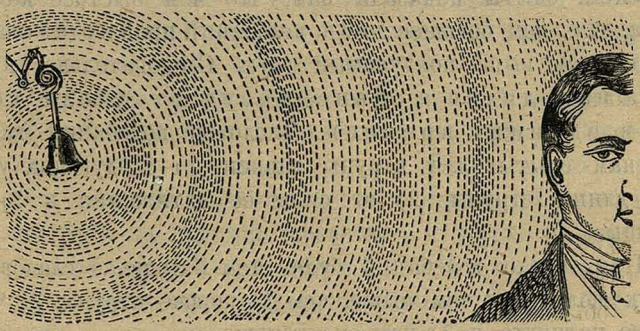


Рис. 96. Распространение звуковых волн.

Сделаем, наконец, еще один опыт: возьмем какой-нибудь звонок, который может звонить сам помощью механизма, и поместим его под стеклянный колпак, из-под которого можно выкачать воздух. Допустим, что механизм звонка заведен, и он звонит под колпаком. Теперь начнем выкачивать из-под колпака воздух; по мере того как воздух под колпаком станет разрежаться, звук звенящего колокольчика будет становиться все слабее и слабее и, наконец, когда почти весь воздух будет выкачан, мы увидим только быстро болтающийся язычок колокольчика, но звона никакого больше не услышим.

Посмотрим, что дают нам все только что описанные опыты для объяснения звуковых явлений.

Прежде всего мы видим, что более и менее быстрые колебания предмета в воздухе и звук — два неразлучные явления: в безвоздушном пространстве звук не образуется.

Так как воздух представляет собою вещество очень подвижное, то, очевидно, колебания или размахи звучащего предмета вызывают соответствующие колебания окружающего их воздуха. Итак, звук образуется при колебаниях различных предметов, вызывающих соответствующие колебания воздуха. Или, короче: звук производится колебаниями воздуха.

Мы видели, что одна и та же струна при различных условиях издавала звуки различной силы, а именно: чем сильнее были размахи ее колебаний, тем громче она звучала. Сила звука зависит от величины размаха звучащего предмета, — вот еще закон, который мы можем вывести из приведенных опытов.

Затем, опыты показали нам, что чем быстрее колеблется струна, т. е. чем бо́льшее число колебаний производит она в одну секунду, тем выше получаемый звук. Следовательно, высота звука находится в зависимости от числа колебаний в единицу времени. Число же колебаний, как показали нам опыты, для струны зависит от следующих условий: 1) от длины струны, 2) от силы ее натяжения и 3) от ее толщины.

Итак, число колебаний будет тем больше, а следовательно и звук получится тем выше, чем 1) короче струна, 2) чем она сильнее натянута и 3) чем она тоньше.

Сравнивая звуки, издаваемые различными инструментами, например, флейтой, фортепиано, кларнетом, гармоникой и т. д., ухо невольно замечает между ними некоторую разницу, если даже звуки эти совершенно одинаковой высоты, т. е. производятся одинаковым числом колебаний. Объяснить ее можно лучше всего опять-таки с помощью звучащей струны.

Дело в том, что звучащая струна колеблется не только вся целиком, но еще и отдельными частями своими; иначе говоря, в то время когда колеблется вся струна, колеблются самостоятельно и отдельные части ее, напр., $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ струны и т. д.

Понятно, что части струны, будучи короче целой струны, колеблются быстрее всей струны; так что в то время как целая струна делает, положим, 200 колебаний в секунду, половина ее в то же время делает 400 колебаний, одна четвертая часть — 800 колебаний и т. д. Из этого можно непосредственно сделать такое заключение: звучащая струна не дает одного какого-либо

звука; звук ее сложный и состоит из сочетания звуков, полученных как от колебания всей струны в целом, так и от колебания отдельных частей ее. Тот звук, который вызывается колебанием всей струны, называется основным тоном; те же, которые производятся колебаниями частей струны, принято называть высшими тонами или обертонами. После всего этого нам уже не трудно будет узнать причину того явления, о котором мы упомянули выше, т. е. почему звуки одной и той же высоты для различных инструментов различны (тембр звука). Оказывается, что основные тоны у всех музыкальных инструментов одинаковы, т. е. производятся одним и тем же числом колебаний воздуха, тогда как высшие тоны их различны; так что от присоединения различных обертонов к одному и тому же основному тону всевозможных музыкальных инструментов происходит и разница производимых ими на наше ухо впечатлений.

Если взять две струны одинаковой длины и толщины и натянуть их с одинаковой силой — одну на простую деревяшку, другую на скрипку, то первая будет звучать глухо, а вторая громко. Вся разница происходит вследствие того, что первая струна натянута на простой деревяшке, а вторая на деревянной коробке, содержащей внутри себя воздух. Эта-то коробка и усиливает звук. Колебания струны передаются скрипке, обе дэки ея начинают, в свою очередь, колебаться в связи с соответствующими колебаниями воздуха, заключенного внутри коробки (резонанс).

Все эти беглые замечания о звуковых явлениях можно целиком приложить к человеческому голосу и звукам, издаваемым различными животными. Поэтому, прежде чем приступить к описанию устройства и деятельности того органа, которым мы воспринимаем звуковые ощущения, предлагаю читателю рассмотреть орган звука у человека. Итак, каким же «музыкальным инструментом» снабдила природа человека и животных?

Дыхательная трубка, если читатель помнит, начинается особым расширением, называемым гортанью (рис. 97).

Эта-то гортань, состоящая из нескольких хрящей, и есть орган речи и звука у людей. Между хрящами внутри гортани натянуты две перепонки, которые называются голосовыми связками. Они исполняют роль струн и могут приходить в сотрясение от напора воздуха, выгоняемого из легких. Между

голосовыми связками находится треугольное отверстие, называемое голосовою щелью (рис. 98). Голосовые связки, или струны, прикрепляются своими концами к хрящам гортани; эти же последние снабжены мышцами, которые, сокращаясь, могут изменять натяжение связок. Когда хрящи, к которым прикреплены голосовые струны, приближаются друг к другу или отдаляются вследствие сокращения и расслабления связанных с ними мышц, то и голосовые струны так же натягиваются в большей или меньшей степени; при этом они могут делаться длиннее

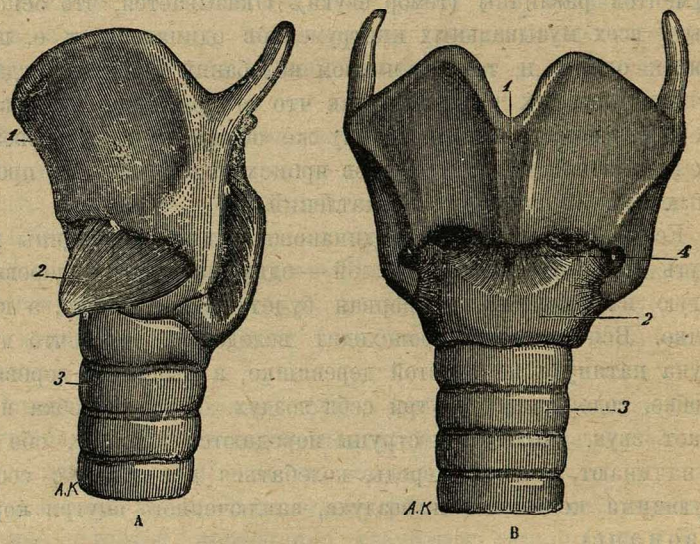


Рис. 97. Гортань. *A* — сбоку; *B* — спереди; *1*, 2 — хрящи гортани; *3* — кольцевые хрящи дыхательной трубки.

или короче, толще или тоньше. Значит, работая мышцами, прикрепленными к хрящам гортани, мы имеем возможность изменять силу натяжения, длину и толщину голосовых связок; а это, как мы уже знаем из предыдущего, и составляет все то, что нужно для колебания струн с бо́льшей или меньшей скоростью, а следовательно, и для того, чтобы могли получаться звуки различной высоты. К этому нужно прибавить, что быстрота колебаний голосовых связок зависит еще от того, насколько сильно мы выгоняем воздух из легких: чем больше сила его, тем быстрее колеблются голосовые связки, и наоборот.

Когда мы собираемся сказать что-нибудь, то прогоняем с различной силой воздух из легких через голосовую щель; последняя при этом значительно суживается от того, что, сокращая мышцы гортани, мы натягиваем голосовые связки. Вырываясь сквозь голосовую щель, воздух ударяет о голосовые связки, они начинают колебаться и тем самым производят звук. Ротовая полость при этом играет ту же самую роль, что и деревянная коробка струнных инструментов, т. е. усиливает звуки вследствие колебания заключенного в ней воздуха (резонатор). Для усиления различных тонов и звуков мы соответственным образом изменяем ротовую полость, придавая ей ту или иную форму и величину. Голос человека отличается необыкновенной мягкостью и гладкостью тогда, когда голосовая щель при колебании связок вполне закрывается через определенные промежутки времени. Поэтому, если края связок зазубрены и голосовая щель вследствие этого не может хорошо замыкаться, то звуки голоса становятся резкими и неприятными. Хрипота часто происходит оттого, что в голосовую щель попадает мокрота, которая, приходя в колебание вместе с голосовыми связками, придает звукам неприятный дребезжащий характер.[1] Вот и вся механика человеческого голоса в самых общих, разумеется, чертах.

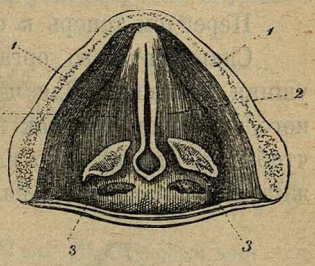


Рис. 98. Поперечный разрез гортани. *1* — гортанный хрящ; *2* — голосовая щель; *3* — хрящи, к которым прикреплены голосовые связки.

Что же собственно удивляет нас в замечательных певцах и певицах? В чем их искусство? Откуда берется эта необычайная гибкость, мелодичность и красота их голоса, который так очаровывает всех? Нужно уметь скоро и необыкновенно точно изменять натяжение голосовых связок и придавать ту или иную форму голосовой щели; нужно развить в этих связках необыкновенную гибкость и податливость; нужно приучить себя во время и безусловно кстати вдыхать в свои легкие воздух и выгонять его с различной силой из них; нужно, наконец, помнить всегда о том, какое положение, какая форма и величина ротовой поло-

[1] Хрипота может происходить и вследствие различных неровностей и наростов, образующихся при некоторых болезнях на голосовых связках.

сти наиболее соответствует для воспроизведения того или иного звука. В этом вся наука артистов, в этом все их искусство, которое, даже при несомненных способностях и таланте, дается в совершенстве только после долгих, порою утомительных, трудов.

Перейдем теперь к органу слуха.

Снаружи этого органа нам прежде всего бросается в глаза ушная раковина. Для человека она не представляет существенного значения, так как в случаях ее отсутствия не замечалось, чтобы это значительно влияло на остроту слуха. У большинства животных, напротив, она играет довольно важную роль, так как

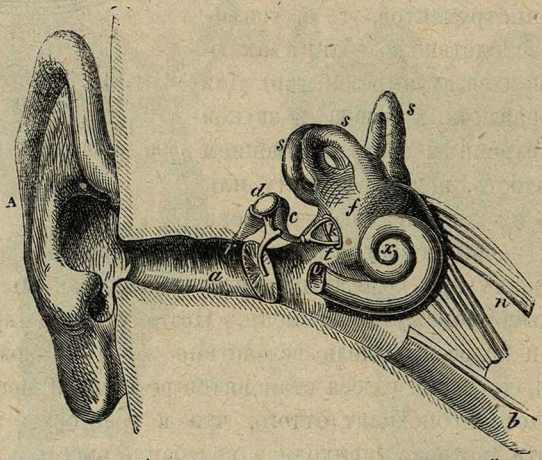


Рис. 99. Орган слуха. *A* — ушная раковина; *a* — слуховой проход; *r* — барабанная перепонка; *d* — молоточек, *c* — наковальня, *t* — стремя; *k* — овальное окошечко; *o* — круглое окошечко; *x s* — лабиринт; (*x* — улитка); *n* — слуховой нерв; *b* — Евстахиева труба (соединяет барабанную полость или среднее ухо с полостью рта).

животные способны двигать ею и обыкновенно направляют ее в ту сторону, откуда доносится звук; приэтом звуковые волны (будем называть так те колебания воздуха, которые производят ощущение звука) направляются прямо к наружному слуховому отверстию. За наружным слуховым отверстием следует наружный слуховой проход, передняя часть которого хрящевая, а задняя и костная помещается в височной кости. Проход этот оканчивается отверстием, на которое довольно слабо натянута барабанная перепонка. Все расстояние от наружного слухового прохода до барабанной перепонки называется наружным ухом. Вслед за ним идет небольшая полость (опять-таки внутри височной кости), называемая барабанной

полостью — это среднее ухо. Внутри барабанной полости помещаются три маленькие косточки с довольно оригинальными названиями; это — наковальня, молоточек и стремя. Взгляните на рисунки 99 и 100 и вы увидите, что названия эти имеют некоторое основание. Молоточек своей ручкой плотно срастается с той стороной барабанной перепонки, которая смотрит в барабанную полость; головка же его вложена во впадину наковальни (сочленена с наковальней), которая своим узким концом соединяется со стременем.

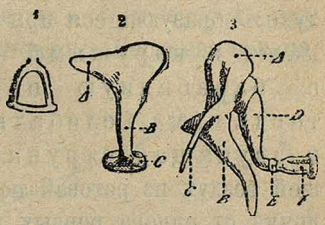


Рис. 100. Слуховые косточки. *1* — стремя; *2* — наковальня; *3* — молоточек, наковальня и стремя, сочлененные вместе.

Сюда же, в барабанную полость, открывается отверстие небольшого прохода, так называемой Евстахиевой трубы, другой конец которой сообщается с ротовой полостью.

Итак, помощью Евстахиевой трубы, барабанная полость сообщается с полостью рта.

За барабанной полостью глубже, также в височной кости, располагается самая главная и самая замечательная по своему устройству часть уха. Это — внутреннее ухо, лабиринт, называемый так, благодаря своему сложному устройству. Одна часть лабиринта именуется улиткой, название очень удачное, стоит только взглянуть на рисунок 99. Видите ли вы два серых пятна в средней части этого рисунка? Одно из них овальной формы, другое — круглой. Это два отверстия, затянутые перепонками, — овальное и круглое окошечко. Свободный конец стремени прикрепляется, как показывают рисунки 99 и 100, к овальному окошечку улитки. Что касается внутреннего устройства лабиринта, то отметим пока, что сюда именно, в лабиринт, входят ветви слуховых нервов, берущих начало в головном мозгу. Тончайшие нервные волокна, на которые рассыпаются слуховые нервы, оканчиваются в «улитке» цилиндрическими клетками, снабженными множеством щетинок. (Кортиев орган назван так по имени ученого, открывшего этот орган. Рис. 101). Число таких клеточек у человека достигает до 20 000. Прибавим к этому, что вся внутренность лабиринта наполнена особою жидкостью. И вот мы имеем все, чтобы объяснить, каким образом человек воспринимает звуковые ощущения. (Строение органа

слуха можно подробно рассмотреть на приложенных здесь рис. 99 — 102.)

Итак, предположим, что звучит скрипичная струна. Ее колебания производят такие же колебания в окружающем ее воздухе; образующиеся при этом воздушные волны проникают в наружный слуховой проход и ударяют о барабанную перепонку, которая начинает тогда сама колебаться с такой же быстротой, как и звучащая струна. Не будь Евстахиевой трубы, проводящей воздух из ротовой полости в барабанную, барабанная перепонка от напора первых воздушных волн вдалась бы внутрь барабанной полости и вовсе не колебалась бы. Однако, заключенный в барабанной полости воздух не допускает этого. Едва только барабанная перепонка вдавливается под напором первой воздушной волны, как воздух, наполняющий барабанную полость, делает ей некоторый отпор обратно в сторону наружного слухового прохода; вторая звуковая волна снова вдавливает барабанную перепонку, вызывая новый отпор со стороны воздуха барабанной полости, и т. д. Словом, барабанная перепонка колеблется в такт с колебаниями воздушных волн. Но ведь к барабанной перепонке прикрепляется рукоятка молоточка, сам молоточек сочленен с наковальней, а наковальня со стременем; значит, сотрясения барабанной перепонки вызывают соответствующие движения и в группе слуховых косточек. А так как стремя упирается в овальное окошечко лабиринта, то понятно, что и перепонка, затягивающая окошечко, начинает колебаться в такт с колебаниями барабанной перепонки и слуховых косточек. Чем быстрее колеблется скрипичная струна, чем выше звучит она, тем быстрее сотрясения барабанной перепонки, а следовательно, и перепонки овального окошечка; чем больше размахи звучащей струны, тем больше и размахи обеих перепонок.

Мы сказали, что внутренность лабиринта наполнена жидкостью. Теперь следует уже последний и самый существенный момент работы органа слуха: сотрясения перепонки овального окошечка передаются заключенной в лабиринте жидкости; она начинает колебаться в такт с колебаниями всех предыдущих частей органа слуха; волны ее производят сотрясение волокон «основной перепонки» Кортиева органа (рис. 101).

Число этих волокон достигает 60 000! Они различной длины, способны колебаться самостоятельно, и каждое из них, как полагают ученые, отвечает звуку определенной высоты: Гельмгольц сравнивал их со струнами арфы. Приходя в сотрясение, волокна «основной перепонки» вызывают в свою очередь раздражение в щетинистых «слуховых клеточках» Кортиева органа,

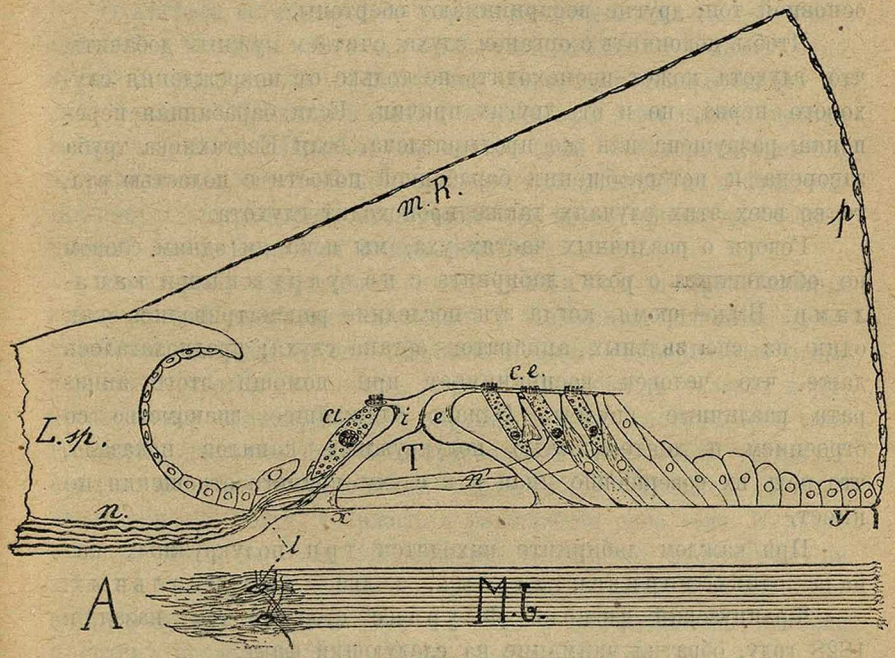


Рис. 101. Кортиев орган. (Небольшой участок его.) Рисунок представляет поперечный разрез, проходящий через канал улитки: *x*, *y* — «основная перепонка» Кортиева органа, на которой располагается этот орган. Внизу (*A*, *Ml*) — представлен небольшой участок этой перепонки в увеличенном размере: видны отдельные волокна. *T* — «Кортиев туннель»; *i*, *e* — «Кортиевы дуги»; *ci* и *ce* — щетинистые слуховые клеточки, расположенные по обе стороны Кортиева туннеля и Кортиевых дуг; n_1 *n* — нервные волокна слухового нерва, подступающие к слуховым клеткам (схема 1).

которые передают это раздражение нервным волокнам, подходящим, как было сказано выше, к щетинистым клеткам; слуховой нерв собирает раздражения, идущие от нервных волокон, проводит их (раздражения) в головной мозг — и мы испытываем ощущение звука.

Если читатель не забыл еще, что звуки музыкальных инструментов и человеческого голоса — сложные, т. е. состоят из

основного тона и высших тонов, или обертонов, если он помнит это, то, наверное, поинтересуется узнать, воспринимает ли каждая щетинистая клеточка, а с нею и концы нервных волокон, все эти тоны за раз, или нет? Некоторые ученые предполагают, что отдельные нервные волокна воспринимают различные части сложного звука; в то время как некоторые из них воспринимают основной тон; другие воспринимают обертоны.

Чтобы покончить с органом слуха, считаем нужным добавить, что глухота может происходить не только от повреждения слухового нерва, но и от других причин. Если барабанная перепонка разрушена или же продырявлена, если Евстахиева труба засорена и нет сообщения барабанной полости с полостью рта, то во всех этих случаях также происходит глухота.

Говоря о различных частях уха, мы пока ни одним словом не обмолвились о роли лабиринта с полукружными каналами. Было время, когда эти последние рассматривались как один из специальных аппаратов органа слуха; предполагалось даже, что человек воспринимает при помощи этого аппарата различные шумы. Однако ближайшее знакомство со строением и деятельностью полукружных каналов показало, что роль их совершенно иная и к слуху прямого отношения не имеет.

При каждом лабиринте находятся три полукружных канала: один — горизонтальный, а два — вертикальных.

Французский физиолог Флуранс сто лет тому назад, в 1828 году, обратил внимание на следующий факт.

Если у голубя обнажить внутреннее ухо и перерезать один из полукружных каналов, то голубь сейчас же начнет качать головой, как маятником, то в горизонтальном, то в вертикальном направлении, смотря по тому, какой из каналов у него перерезан: если это канал горизонтальный, то голова качается то вправо, то влево, причем голубь обнаруживает наклонность вращаться вокруг вертикальной оси своего тела; если же перерезать один из вертикальных каналов, то голубь начнет не только качать головой вниз и вверх, но и обнаружит склонность кувыркаться либо кпереди, либо кзади, опять-таки в зависимости от того, какой из вертикальных каналов — их ведь два — ему перерезали. Эти опыты наглядно показывают, что полукружные каналы имеют какое-то отношение к движениям животного.

Много лет спустя после Флуранса, два других ученых, Эвальд и Гольц занялись данным вопросом вплотную. Они повторили опыты Флуранса, видоизменяли и усложняли их не только на голубях, но и на других животных — на лягушках, кроликах, собаках — и пришли к выводам, которые сейчас можно назвать почти бесспорными.

Оказалось, во-первых, что перерезка двух одноименных каналов — скажем, обоих горизонтальных[1] — дает более яркий и длительный эффект, чем перерезка только одного из них: маятникообразные качания головы при этом продолжаются дольше и резче. Правда, по прошествии некоторого времени оперированное животное несколько успокаивается; но достаточно как-нибудь потревожить его, чтобы оно вновь принялось качать головой либо кружиться и кувыркаться.

Во-вторых, разрушение всех каналов и прилегающих к ним частей лабиринта вызывает у животных полнейшее расстройство движений: они принимают самые невероятные позы, перестают ходить и летать, теряют способность хватать корм, очень плохо орентируются в окружающей их обстановке — спотыкаются, падают, бьются в судорожных движениях, наталкиваются на всякий встречный предмет, при малейшей попытке двигаться не могут удержать в равновесии свое тело. И любопытнее всего, что так жестоко изуродованные животные при этом слуха не лишаются. Да это и понятно: ведь «улитка» с Кортиевым органом и слуховой нерв у них остаются в целости и потому продолжают исполнять свое назначение.

Наконец, в-третьих, эффект, получающийся после перерезки или разрушения полукружных каналов, может быть достигнут и иначе: можно, например, перерезать те ветви слухового нерва, которые снабжают своими окончаниями полукружные каналы, и этого вполне достаточно, чтобы животное потеряло способность регулировать свои движения и поддерживать в равновесии свое тело.

Что же вытекает из всего только что сказанного? Нечто в высокой степени важное, а для некоторых читателей, быть может, и совершенно новое, а именно: «внутреннее ухо», бережно

[1] Не забывайте, что в каждом ухе имеются свои полукружные каналы — по одному горизонтальному и по два вертикальных. Горизонтальные каналы обоих органов слуха являются каналами «одноименными»; то же надо сказать и о каждой паре вертикальных.

скрытое внутри височной кости, есть орган двойного назначения; одна часть его служит для восприятия слуховых ощущений, а другая — полукружные каналы с прилегающими к ним отделами лабиринта — является специальным аппаратом особого чувства, чувства равновесия, благодаря которому животное сознательно или бессознательно регулирует и координирует движения отдельных частей своего тела — головы, шеи, туловища, ног и рук или крыльев, чтобы держать его в равновесии как во время покоя, так и при всякого рода перемещениях.

Интересно было бы, конечно, узнать, каково внутреннее строение и действие этого «специального аппарата»; однако, в виду того, что вопрос этот еще окончательно не решен, я остановлюсь на нем лишь в самых общих чертах, не вдаваясь в обсуждение спорных подробностей.

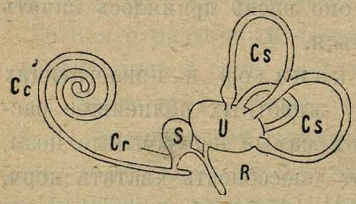


Рис. 102. Схематическое изображение кожного лабиринта. Видны: *Cs* — полукружные каналы. *s* — круглый и *u* — овальный мешочки.

Внутри костного лабиринта (рис. 102) находится кожный лабиринт. Он представлен здесь в увеличенном и упрощенном виде, схематически.

Средняя часть его состоит из двух отделений; их называют мешочками — круглый и овальный мешочек. Ветви слухового нерва забегают в оба мешочка и в расширенные концы (ампулы) полукружных каналов, рассыпаясь здесь на отдельные волокна (нервные окончания). Концы этих волокон подходят к щетинистым клеткам (вроде тех, что мы нашли в Кортиевом органе улитки), которые сидят на внутренней стенке обоих «мешочков» и всех трех «ампул». Внутри лабиринта, если помните, находится жидкость, а в «мешочках», кроме того, заключены кругловатые известковые тельца, которые прежде назывались «отолитами», а теперь называются «статолитами». «Отолит» значит «слуховой камешек» — название, показывающее, что раньше ему приписывалась определенная роль в процессе восприятия слуховых ощущений; а что значит «статолит» — будет видно из дальнейшего изложения.

Всякое, даже самое незначительное, наклонение головы в ту или иную сторону изменяет положение лабиринта и полу-

кружных каналов; а всякое перемещение лабиринта вправо или влево, вверх или вниз, сопровождается передвижением жидкости в полукружных каналах и в обоих «мешочках». Двигаясь внутри полукружных каналов, ток жидкости с различной силой давит на внутреннюю стенку ампул, точнее, на находящиеся здесь «щетинистые клетки» и нервные окончания; то же самое происходит и внутри «мешочков», с той разницей, что тут к давлению жидкости на «щетинистые клетки» присоединяется давление свободно передвигающихся в ней «статолитов». В обоих случаях это давление раздражает «щетинистые клетки», передается нервным окончаниям и, распространяясь дальше по слуховому нерву, направляется к мозгу, как бы «оповещая» его об изменившемся положении головы или всего вообще тела. И моментально из головного мозга идет «приказ» по двигательным волокнам к определенным группам мышц, которые, получивши соответствующее раздражение, приходят в действие, чтобы снова придать голове, туловищу или другим членам тела нормальное положение. Так, при помощи того специального аппарата, который заключен внутри височной кости, восстановляется и поддерживается равновесие нашего тела; так, при содействии лабиринтной жидкости, щетинистых клеток, статолитов и нервных окончаний слухового нерва мозг постоянно получает сведения о положении нашей головы и других частей тела в пространстве и о тех движениях или перемещениях, которым они подвергаются. Поскольку заключенные в мешочках известковые тельца способствуют поддержанию нашего тела в равновесии, постольку и оправдывается данное им название — «статолиты», т. е. «камешки равновесия». И всякий раз, когда с волнением следишь за эквилибристикой канатного плясуна или акробата, изящно и легко шагающего по тонкой проволоке, натянутой на высоте нескольких метров над землей, невольно вспоминается тот дивный аппарат, который, благодаря продолжительным, упорным упражнениям, приобрел способность сигнализировать мозгу о легчайших колебаниях в положении тела, чтобы тем самым регулировать движения его мышц, держать его в устойчивом равновесии, предотвращать печальную катастрофу.

Положение нашего тела, в целом и частями, размах, сила и направление наших движений, напряжение, с которым работают те или иные из наших мышц и, в частности, вес различ-

ных предметов, которые мы подымаем, передвигаем или переносим с места на место, — все это ощущается и познается нами при посредстве особого чувства, которое обычно называют мышечным чувством. Название это не совсем точно, ибо «органом» этого общего чувства служат не только мышцы, т. е. не только их нервы, но и нервы суставов, сухожилий и кожи. Во всяком случае, «мышечное чувство», остававшееся одно время в тени, играет немаловажную роль в той совокупности «переживаний», из которых в конце концов слагается наше представление как об окружающем нас внешнем мире, так отчасти и о нашем внутреннем мире. Оно же содействует в известной мере осуществлению той цели, которая достигается работой лабиринта и полукружных каналов. Цель эта, как мы уже знаем, сводится к регулированию наших движений, к поддержанию равновесия нашего тела.

Есть, однако, еще один орган, который помогает нам ориентироваться в окружающем нас пространстве. Это — орган зрения, глаз. Но у него имеется специальное назначение, о котором не мешает поговорить возможно обстоятельнее.

Прежде чем заняться изложением способов восприятия световых ощущений, напомню кое-что о световых явлениях.

Предположим, что мы поставили зеркало или какую-либо гладкую пластинку на пути падающих лучей солнца. Мы заметим, что часть солнечных лучей отразится от гладкой поверхности зеркала или пластинки, и свет от этих уже отраженных лучей может в свою очередь попасть на какой-либо другой предмет; вспомните хотя бы так называемые «зайчики», получающиеся от зеркала на стене или на потолке. Возьмем четырехугольный стеклянный ящик и наполним его чистой водой, окрашенной в какой-либо цвет, положим, синий. Поставим этот ящик перед окном с закрытой ставней так, чтобы лучи солнца, проходящие сквозь отверстие, сделанное в ставне, падали на жидкость в ящике сверху. При этом мы заметим, что светлая полоса в окрашенной жидкости не составляет продолжения падающих на нее лучей: попавши из воздуха в жидкость, т. е. из одной среды в другую, они изменили свое направление, преломились.

Допустим дальше, что у нас есть стекло наподобие чечевицы (такое стекло называется двояковыпуклым) и что на одну из выпуклых сторон его падает пучок параллельных световых лучей *c*, *c*, *c* (рис. 103). Попавши из воздуха в стекло,

лучи эти изменяют свое направление, преломляются и, пройдя некоторое расстояние, перекрещиваются так, как это показано на рисунке. В месте пересечения их образуется сильно светящаяся точка *А*, которая называется фокусом. Чтобы сделать этот фокус видимым для глаз, стоит только поместить по другую сторону чечевицы лист белой бумаги, на которую и упадет светящееся пятнышко (точка), образуемое пересечением преломившихся лучей. Расстояние этой точки от чечевицы (собственно от середины ее, от точки *В* на рисунке) называется фокусным расстоянием.

Заменивши нашу чечевицу другой, более выпуклой, мы заметим, что фокус очутится теперь ближе к стеклу, чем в предыдущем случае. Взявши менее выпуклую чечевицу, мы получим фокус дальше.

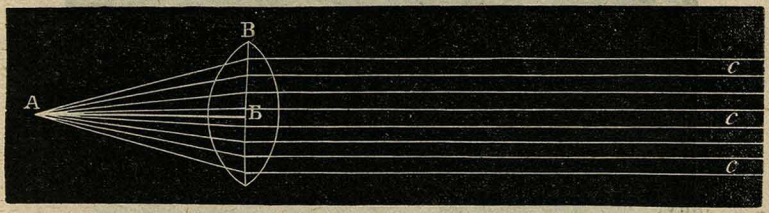


Рис. 103. Преломление лучей. *А* — фокус; *В* — чечевица; *с, с, с* — лучи света; *АБ* — фокусное расстояние.

Сделаем, наконец, еще один опыт. Поставим перед двояковыпуклым стеклом горящую свечу (вместо которой на рис. 104 изображен цветок). Лучи ее света пройдут сквозь двояковыпуклое стекло, преломятся, и по другую сторону его получится изображение свечи, но только вверх ногами, обратное, как говорят. Прилагаемый здесь рисунок поясняет это наглядно.

Все только-что приведенные опыты позволяют нам сделать такого рода выводы:

1. Лучи света отражаются от предметов.

2. Попадая из одной среды в другую, световые лучи преломляются.

3. Световые лучи, пройдя сквозь двояковыпуклое стекло, сходятся в один фокус.

4. Расстояние фокуса от двояковыпуклого стекла тем больше, чем меньше выпуклость его, и, наоборот, тем меньше, чем больше эта последняя

*

5. Двояковыпуклые стекла дают обратные изображения предметов.

Если бы в предыдущих опытах вместо стеклянной чечевицы у нас была трехгранная стеклянная призма, то дело приняло бы совершенно другой оборот. Вместо светящегося пятна у нас получилась бы светлая полоса (рис. 105), отливающая всеми цветами радуги: ослепительно белые лучи солнца, проходя сквозь трехгранную стеклянную призму, не только преломляются, но и разлагаются на составные части. Этот простой опыт показывает, что свет солнца, подобно звукам, не представляет собою нечто простое, однородное; напротив, в его состав входят

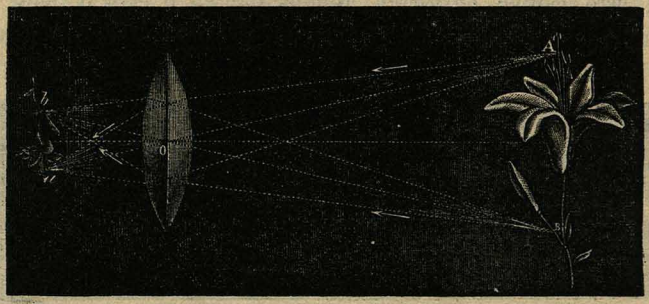


Рис. 104. Обратное изображение. *AB* — предмет; *ab* — обратное уменьшенное изображение предмета.

лучи семи радужных цветов, которые, сливаясь вместе, производят впечатление ослепительно белого цвета.

Все разнообразие цветов, красок и оттенков, существующих в природе, берет начало из этих семи основных цветов белого света. Например, между красным и желтым, желтым и зеленым, зеленым и голубым, словом, между всеми основными цветами существует множество переходов, называемых оттенками. То, что мы называем черным цветом, есть в сущности полнейшее отсутствие света; а серый цвет нужно рассматривать как переходный от черного к белому. Отсутствие света покрывает для нас все предметы общей пеленой темного цвета. Поэтому небезынтересно знать, как это различные предметы, лишенные совершенно всякого цвета в темноте, получают различную, иногда весьма яркую окраску, раз они освещаются однообразным белым светом? Почему одни из них кажутся нам красными, другие — зелеными, третьи — голубыми и т. д.? Почему одни—прозрачны, другие — нет? Почему одни — белые, другие — черные?

Мы знаем уже, что солнечный свет (то же относится и ко всякому искусственному освещению: электрическому, газовому, керосиновому, освещению свечами и т. п.) может отражаться, проходить сквозь предметы и разлагаться; а между тем все эти свойства его — способность отражаться, разлагаться и проходить сквозь массу тела — не одинаковы для различных веществ. В то время как одни предметы совсем не отражают и не пропускают световых лучей, а всецело поглощают их, другие, напротив, целиком отражают их от своей поверхности, ничего не пропуская

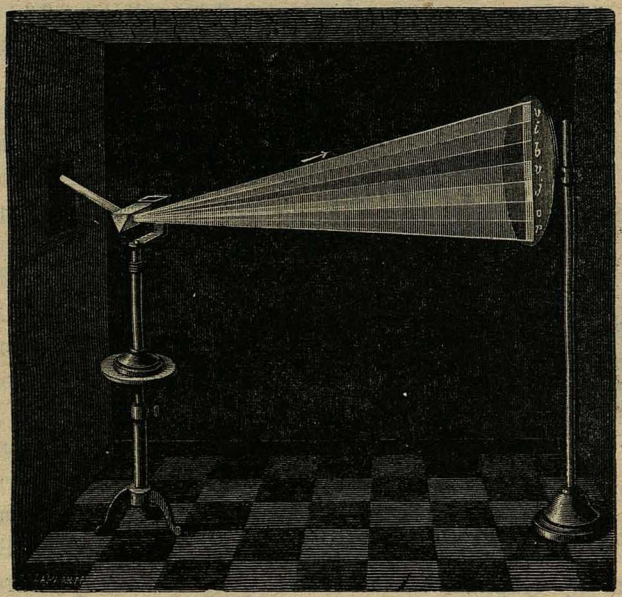


Рис. 105. Разложение белых солнечных лучей на цветные.

и не разлагая. Оттого-то первые кажутся нам черными, а последние — совершенно белыми. Значит, уголь потому черен, а мел — бел, что первый поглощает все падающие на его поверхность световые лучи, а второй, наоборот, полностью их отражает. На ряду с этим можно поставить способность некоторых веществ пропускать сквозь себя все падающие на них световые лучи. В этом последнем случае такие вещества считаются совершенно прозрачными.

Представьте себе, что перед вашими глазами находятся два предмета. Один из них обладает способностью поглощать из падающих на его поверхность сложных световых лучей все цвет-

ные лучи за исключением красного, а другой — все кроме зеленого. Очевидно, что красные лучи, отраженные от первого, и зеленые, отраженные от второго, попадая в глаз, произведут свойственные им впечатления, и вы увидите первый предмет окрашенным в красный цвет, тогда как второй будет казаться вам зеленым. В этом объяснении, собственно говоря, и кроется весь секрет того обстоятельства, что различные предметы представляются нам различно окрашенными. На этом основании мы можем признать, что цвет предметов вполне зависит от их способности поглощать и отражать те или иные составные части сложных световых лучей, освещающих их поверхность.

Получающаяся таким именно образом бесконечно разнообразная и пестрая игра цветов и красок, разлитых в природе, остается совершенно недоступной нам в тех случаях, когда нет того органа, который обладает способностью воспринимать и передавать нашему мозгу всевозможные световые раздражения. Мы говорим о глазе, к описанию которого и приступаем.

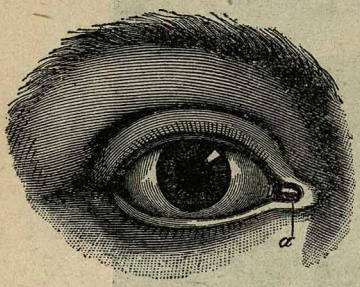


Рис. 106. Правый глаз человека. *a* — так называемое слезное мясышко, остаток «третьего века».

«Глазное яблоко» — так называется глаз в целом — сидит в глазной впадине под прикрытием век с ресницами и бровей. Брови и ресницы предохраняют глаза от пыли; брови, кроме того, защищают их от капель едкого пота, которые очень легко могли бы скатиться со лба в глаз.

В верхней части глазной впадины, ближе к виску, в небольшом углублении помещаются слезные железки. В них приготовляется чистая, прозрачная, слегка солоноватая жидкость; выделяясь постоянно, слезы смачивают поверхность глаза, который благодаря этому не высыхает, не тускнеет и не засоряется мелкими пылинками, попадающими в него случайно сквозь ресницы. Ненужный избыток слез стекает к внутреннему углу глаза и через два едва заметных отверстия проходит сперва в слезоносовой канал, а затем в полость носа. Каждый, должно быть, обращал внимание на то, что часто, желая скрыть свои слезы, мы начинаем энергично сморкаться, так как насильно

сдерживаемые слезы находят себе выход через слезоносовой канал в полость носа.

Движениями глазного яблока заведуют шесть мышц: одна из них подымает глазное яблоко кверху, другая — опускает вниз, третья — поворачивает вправо, четвертая — влево и т. д. Косоглазие чаще всего зависит от того, что некоторые из мышц короче других, так что глазное яблоко невольно поворачивается постоянно в их сторону. Когда косоглазие незначительно, то его исправляют тем, что заставляют слегка укороченную мышцу работать чаще других; вследствие такой усиленной работы мышца эта развивается, вытягивается, и косоглазие проходит. Если же глаз скошен очень сильно, то приходится перерезать мышцу, которая, будучи короче остальных, тянет глаз в свою сторону.

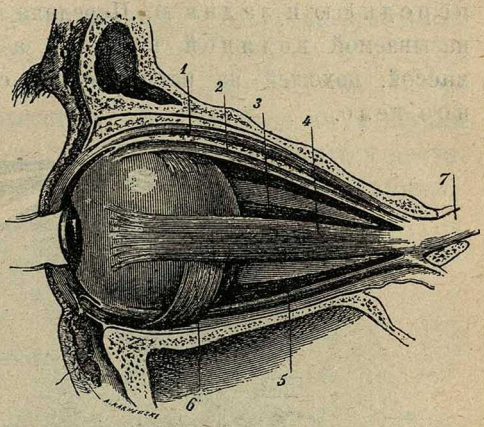


Рис. 107. Глазное яблоко и глазные мышцы.

Чтобы рассмотреть подробно строение глазного яблока, нужно разрезать его сверху вниз через зрачок. Тогда мы увидим следующее: снаружи глазное яблоко покрыто твердой оболочкой, называемой роговой; передняя часть ее (*A*), покрывающая так называемый раек, совершенно прозрачна и несколько выпуклей всей остальной части глазного яблока (рис. 108).

Под роговой оболочкой лежит вторая, сосудистая, в которой располагаются тончайшие ветви кровеносных сосудов. Передняя часть и этой оболочки отличается некоторыми особенностями. Она бывает различных цветов: серая, голубая, зеленоватая, темнокоричневая, светлокоричневая и т. д.; кроме того, она посередине продырявлена. Эта передняя часть (*D*) сосудистой оболочки называется радужной оболочкой (раек), и от цвета ее зависит различный цвет глаз; а отверстие (*C*) посередине ее — это зрачок, у всех людей и животных кажущийся темным пятнышком. Наконец, под сосудистой оболочкой глаза лежит третья оболочка (*K*), называемая сетчатой; она пред-

ставляет собою густую сеть, образованную тончайшими веточками глазного нерва *(M)*, входящего в глазное яблоко с задней стороны его из головного мозга. Сейчас же за зрачком лежит поддерживаемая особою связкой прозрачная чечевица *(E)*, очень похожая на двояковыпуклое стекло; это — хрусталик, который делит внутреннюю полость глазного яблока на две камеры, переднюю и заднюю. Передняя камера *(B)* — заполнена так называемой водяной влагой, а задняя *(L)* — студенистою массой, похожей на расплавленное стекло; это — стекловидное тело.

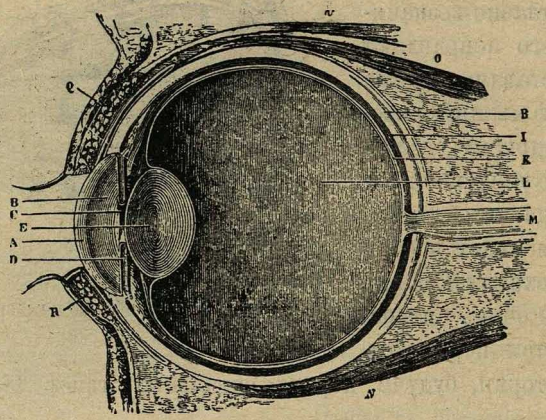


Рис. 108. Продольный разрез глаза. *A* — роговая оболочка (прозрачная); *B* — передняя камера глаза; *C* — зрачок; *D* — радужная оболочка; *E* — хрусталик; *H* — непрозрачная часть роговой оболочки; *I* — сосудистая оболочка; *K* — сетчатая оболочка; *M* — зрительный нерв; *L* — стекловидное тело, наполняющее заднюю (за хрусталиком) камеру глаза; *N* и *O* — глазные мышцы.

Оба эти вещества в здоровом глазе совершенно прозрачны.

Все это, однако, дает лишь самое общее, грубое представление о строении нашего органа зрения. На самом деле глаз — один из наиболее сложно построенных органов. Особенно замечательна в этом отношении сетчатая оболочка: микроскоп открывает в ее строении много любопытных подробностей; знание этих подробностей поможет нам понять, каким образом зрительные впечатления воспринимаются глазом и передаются мозгу. Посмотрим.

Глазное яблоко, сказали мы, имеет три оболочки, следующие друг за другом в таком порядке (если считать снаружи): роговая, сосудистая и сетчатая. Но это не все. На самом деле между сосудистой и сетчатой оболочкой вставлена еще одна, так назы-

ваемая пигментная оболочка. Это собственно тоненькая пленка черного цвета. Рассмотрите крошечный кусочек ее при помощи микроскопа и вы увидите, что он весь сплошь состоит из правильных шестигранных клеток, протоплазма которых наполнена черными зернышками (пигментные зерна); они-то и придают всей оболочке черную окраску (рис. 111). Благодаря темным пигментным клеткам внутренность глаза превращается в камер-обскуру (темная камера).

За слоем пигментных клеток лежит уже сетчатка, выстилающая внутреннюю поверхность глаза. Вот ее-то мы и изучим пообстоятельнее. Будем руководиться приложенным здесь рисунком 111. Это—небольшой участок сетчатки в разрезе и под микроскопом, конечно.

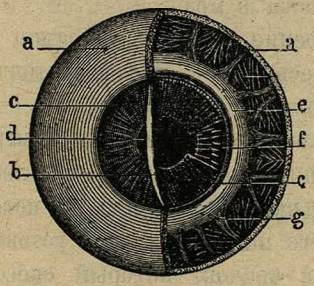


Рис. 109. Передний отдел глазного яблока. Справа часть роговой оболочки снята; *a* — роговая оболочка; *b* — передняя прозрачная часть ее; *c* — радужная оболочка; *d* — зрачок.

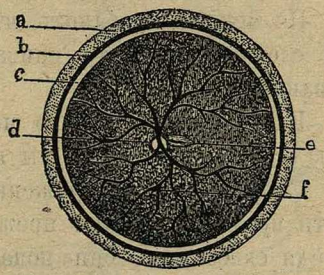


Рис. 110. Дно глаза. Поперечный разрез через глазное яблоко. Задняя часть его: *a* — роговая оболочка; *b* — сосудистая оболочка; *c* — сетчатая оболочка; *d* — сосок зрительного нерва (слепое пятно); *e* — желтое пятно; *f* — сеть сосудов, вступающих в сетчатку.

В действительности все отделы сетчатой оболочки расположены так, что все изображенное в верхней части рисунка примыкает к пигментной оболочке, а то, что изображено внизу, составляет внутренний, т. е. обращенный внутрь глаза, слой сетчатки.

К пигментному слою (*p*) примыкают, как видите, клетки двоякого рода: одни из них имеют форму палочек, другие — колбочек (*b* и *cv*, *c*). Это—зрительные клетки, названные так потому, что они воспринимают различные световые раздражения. Каждая такая клетка вытягивается в длинную ножку, причем ножки «палочек» заканчиваются шарообразным, а ножки

«колбочек»—плоским утолщением. Утолщения эти обхватываются кисточками, которые составляют разветвления отростков, идущих от целого ряда клеток (*cb*). Последние называются биполярными клетками, потому что каждая из них имеет два отростка. Нижние (судя по рисунку) отростки этих клеток в свою очередь рассыпаются на пучки тоненьких веточек (*pi*), которые встречаются с такими же тонкими веточками следующего ряда клеток (*cm*). Эти последние известны под именем мультиполярных клеток; название это дано им потому, что каждая из них снабжена несколькими отростками. Нижние (опять-таки судя по рисунку) отростки их переходят в нервные волокна зрительного нерва (*no*). Таким-то образом зрительное раздражение, пройдя целую систему элементов, входящих в состав сетчатки, направляется по волокнам зрительного нерва в мозг.

Не мешает прибавить, что строение сетчатки на самом деле еще сложнее, чем это описано здесь. Но с нас достаточно и сказанного.

Каждая из только-что перечисленных частей глаза играет свою особую роль, когда мы воспринимаем световые впечатления.

Световые лучи, отраженные от различных точек на поверхности предмета, падают прежде всего на прозрачную роговицу; пройдя сквозь нее, они попадают в зрачок, который способен сжиматься и расширяться, становится то больше, то меньше, смотря по надобности. Когда свет очень силен, а следовательно и внешние предметы ярко освещены, то зрачок сжимается и проводит в глаз только такое количество световых лучей, которое совершенно достаточно для получения ясного и отчетливого светового впечатления. Когда же рассматриваемый нами предмет находится очень далеко или же освещен слабо, то зрачок, наоборот, сильно расширяется и проводит в глаз возможно большее количество световых лучей, отражающихся от поверхности рассматриваемого предмета.

Пройдя сквозь зрачок, световые лучи падают на хрусталик. Здесь, как в двояковыпуклом стекле, они преломляются, так что по выходе из хрусталика направление их изменяется. Лежащее за хрусталиком стекловидное тело снова преломляет эти уже раз преломившиеся световые лучи. Таким образом, дважды преломившись, световые лучи внутри глазного яблока перекрещиваются и образуют то, что мы назвали выше фокусом, который в хорошем, здоровом глазу помещается неподалеку от дна его.

За фокусом лучи расходятся и падают на сетчатку, на которой, как видно из рисунка, получается обратное и притом значительно уменьшенное изображение предмета, как в камер-обскуре. Упавши на сетчатку, световые лучи раздражают ее; раздражение это собирается зрительными нервами и, направляясь к головному мозгу, воспринимается им как вполне определенное ощущение. Таким образом, очевиден тот факт, что в нашем глазу получаются изображения предметов внешнего мира; чем дальше отстоит предмет от глаза, тем меньше и изображение его на сетчатке; чем ближе он, тем больше, наоборот, становится и изображение.

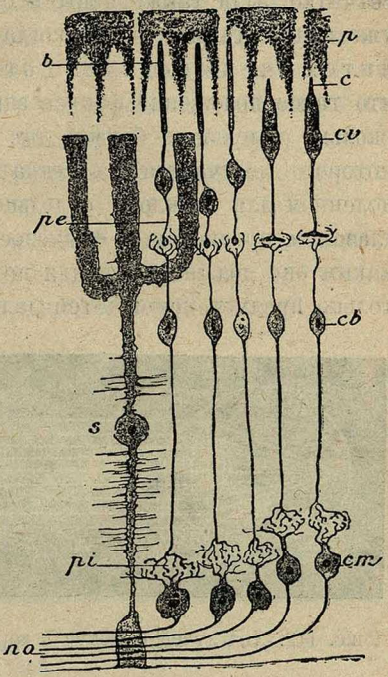


Рис. 111. Разрез сетчатки. *no* — волокна зрительного нерва; *cm* — клетки с несколькими отростками (так называемые мультиполярные); *cb* — клетки с двумя длинными отростками (биполярные); *pi* — нижние отростки этих клеток; *b* — зрительные клетки — палочки; *cv* — зрительные клетки — колбочки; *c* — окончания этих клеток; *p* — клетки пигментного слоя. Остальная часть рисунка для нас несущественна.

Как только световые лучи различной силы и окраски упадут на сетчатую оболочку, сейчас же различные отделы ее принимаются за возложенную на них самой природой работу. Первым делом начинают реагировать клетки-палочки и клетки-колбочки: ведь они-то и воспринимают раздражение, вызываемое лучами света. Затем раздражение это переходит сперва в клетки «биполярные», а отсюда направляется в клетки «мультиполярные». Это — предпоследняя инстанция. Мультиполярные клетки, как вам уж известно, переходят своими отростками в нервные волокна зрительного нерва. Следовательно, и световое раздражение должно направиться из мультиполярных клеток по нервным волокнам в зрительный нерв, который передает его мозгу, где и возникает соответствующее зрительное ощущение.

Для того чтобы получаемые нами представления о предметах были вполне ясны и отчетливы, нужно, чтобы и изображения их на сетчатке были также ясны и отчетливы; а это возможно, как мы уже знаем, только тогда, когда фокус хрусталика находится очень недалеко от сетчатки. Между тем известно, что такое положение фокуса зависит прежде всего от того, насколько далек или близок тот предмет, обратное изображение которого получается на сетчатке. Только при известном, определенном для каждого отдельного человека, расстоянии между глазом и предметом, — фокусное расстояние хрусталика таково, каким оно должно быть для получения ясного изображения. Как только предмет помещается дальше или ближе этого расстояния,

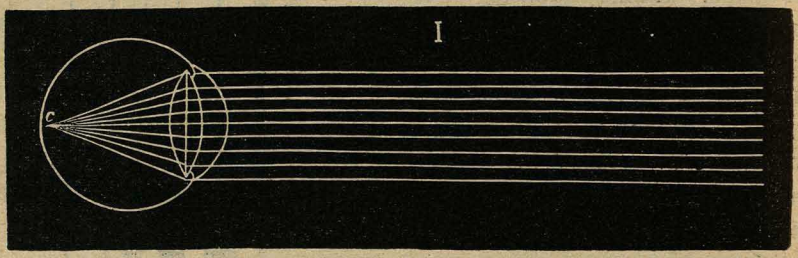


Рис. 112. Ход лучей и фокус в нормальном глазу. Фокус *C*—на сетчатке.

фокус отодвигается в ту или другую сторону, а вместе с этим пропадает и ясность изображения. Однако механизм, воспринимающий световые впечатления, справляется, до известной степени, конечно, с этой видимо трудной задачей. В глазу есть приспособление к тому, чтобы фокусное расстояние хрусталика могло оставаться более или менее неизменным, и вот в чем оно состоит. Рассматривая свойства двояковыпуклых стекол, мы заметили, что чем выпуклее их поверхность, тем короче и фокусное расстояние их, так как тем сильнее преломляются в них световые лучи; и наоборот: чем менее выпуклы они, тем дальше отодвигается и фокус их. Представьте себе, что хрусталик, играющий в глазу роль двояковыпуклого стекла, способен делаться по мере необходимости то более плоским, то более выпуклым. Зависит это от того, в каком состоянии находится связка, поддерживающая хрусталик: когда связка эта натянута, хрусталик становится более плоским; когда же она расслаблена, хрусталик, наоборот, делается более выпуклым.

Натяжение и расслабление связки, поддерживающей хрусталик, обусловливается в свою очередь деятельностью особой мышцы (аккомодационная, или приспособляющая мышца), которая помещается в том месте, где сосудистая оболочка глаза переходит в радужную оболочку. Сокращаясь, эта мышца расслабляет связку хрусталика, а расправляясь—она позволяет ей вновь натянуться. Так при помощи этого механизма происходит аккомодация глаза, т. е. приспособление его к восприятию далеких и близких зрительных впечатлений.

Если только читатель усвоил себе все, что говорилось о хрусталике на предыдущих страницах, то ему не трудно будет постигнуть секрет дальнозоркости и близорукости.

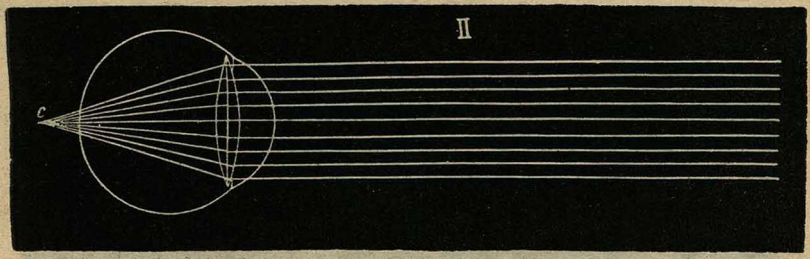


Рис. 113. Ход лучей и фокус в глазу дальнозоркого. Фокус *C*—за сетчаткой.

У дальнозорких хрусталик приспособлен к тому, чтобы давать наиболее ясные изображения таких предметов, которые находятся на значительном расстоянии от них. В чем же состоит это явление? У дальнозорких хрусталик несколько площе, чем у остальных, способных одинаково хорошо различать как далекие, так и близкие предметы. По этой причине лучи, идущие от близких предметов, образуют в их глазу фокус позади сетчатки (рис. 113), тогда как лучи, отраженные от более отдаленных предметов, пересекаются в месте, соответствующем вполне ясному зрению. Чтобы устранить этот природный недостаток и дать возможность людям дальнозорким различать предметы близкие, им советуют носить очки с двояковыпуклыми стеклами, которые пополняют недостаточную выпуклость хрусталика и приводят фокус лучей, отраженных от близких предметов, в надлежащее положение. Совершенно противоположным недостатком страдают люди близорукие: хрусталик их много выпуклее обыкновенного, нормального. Он преломляет лучи очень

сильно, так что только те из них, которые идут от предметов недалеких, образуют нужное для получения ясного изображения фокусное расстояние. Те же лучи, которые отражаются от предметов далеких, пересекаются близко от хрусталика (рис. 114), и потому образуемое ими на сетчатке изображение страдает значительной неясностью. Близоруким дают носить очки со стеклами двояковогнутыми, которые исправляют свойственный их хрусталику недостаток: они значительно ослабляют его способность сильно преломлять свет, так как двояковогнутые стекла, преломляя проходящие через них лучи, не собирают их в один фокус, а напротив — рассеивают, отклоняют в противоположную сторону. Помещенные здесь три рисунка (112 — 114) изображают ход световых лучей в глазу нормальном, дальнозорком и близоруком.

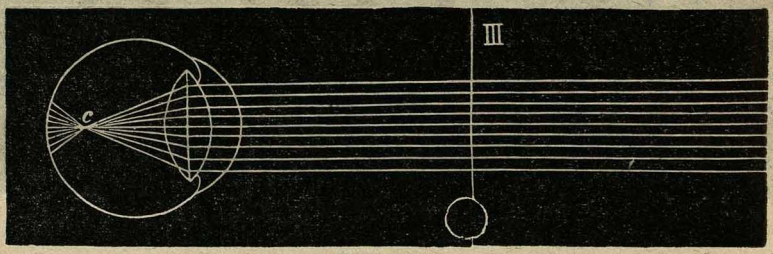


Рис. 114. Ход лучей и фокус в глазу близорукого. Фокус *C* придвинут к хрусталику.

В сетчатке есть небольшой участок, называемый слепым пятном (рис. 110, буква *d*), и если какой-либо предмет будет находиться по отношению к нашему глазу в таком положении, что изображение его попадет на это именно «слепое пятно» сетчатой оболочки, то предмет останется для нас невидимым. Вот прекрасный опыт, который докажет вам, что «слепое пятно» на сетчатке — не выдумка, а действительно существует. Нарисуйте два белых кружочка на темном фоне. Закройте затем левый глаз и смотрите правым на левый кружок; при этом вкось вам будет виден и правый.

Попробуйте теперь медленно отодвигать рисунок от себя: вы заметите, что на известном расстоянии, когда левый кружок все еще прекрасно виден, правый внезапно исчезает,—изображение его упало на «слепое пятно», и вы перестали его видеть.

Заговорив о «слепом пятне», мы должны обратить исключительное внимание на другой пункт сетчатки, который известен под названием желтого пятна, тем более, что с ним связан один из интереснейших вопросов физиологии зрения, правда, к сожалению, не совсем еще выясненный.

Слепым пятном называют то место на сетчатке, где зрительный нерв внедряется в глаз. Желтое пятно лежит в стороне, неподалеку от слепого. Оно составляет как бы центральный, наиболее существенный отдел сетчатки. Здесь, в ямке желтого пятна, находятся только зрительные колбочки. Это — та часть сетчатки, которая лучше всего воспринимает и различает все цвета. Дальше от нее находится другой отдел сетчатки, который состоит из колбочек и палочек; он хорошо воспринимает желтые и синие цвета и их оттенки, но плохо или же совсем не различает оттенки красные, зеленые и фиолетовые. Еще дальше идет тот пояс сетчатки, который наделен только палочками: к свету он очень чувствителен, но по отношению к цветам — «слеп». Итак, в сетчатке нужно различать две характерные зоны: одна, центральная (колбочки), цветочувствительная и возбуждающаяся при более или менее ярком освещении (днем); другая, периферическая (палочки), светочувствительная, возбуждающаяся легко при слабом освещении (сумерки), но не различающая цвета. Отсюда понятно, «почему при слабом освещении, при сумеречном видении, мы лучше, яснее видим боковыми частями сетчатки, чем центральными, в которых находятся колбочки. Наоборот, при дневном освещении, при достаточной яркости центральная часть отличается наибольшей точностью и наибольшей остротой зрения» (Данилевский).

«Закон специфических энергий», о котором здесь уже не раз упоминалось, вполне подтверждается и на органе зрения: чем бы мы ни раздражали зрительный нерв и его концевые аппараты, эффект всегда получится один и тот же: зрительное ощущение, ощущение света и теней, цветов и оттенков. Но эта специализация идет и дальше. Мы только-что видели, что зрительные палочки и колбочки несут различную службу: первые наделены чувствительностью к свету, но цветов не воспринимают; вторые, наоборот, особенно чувствительно различают цвета. Цветов и оттенков, однако, много. По мнению Кёнига, в солнечном спектре можно различить около 160 отдель-

ных тонов. Из различных комбинаций их между собой, а также с черным и белым цветом, получается громадное число цветных оттенков. Остановимся однако на указанной Кёнигом цифре—160— и спросим: неужели для восприятия каждого из этих оттенков в сетчатке имеется особый вид колбочек? Неужели специализация этих зрительных аппаратов заходит так далеко? Опыт показывает, что это не так. Всю гамму цветоощущений можно объяснить, принимая, что в сетчатке существуют только три вида цветоощущающих элементов,[1] так как каждый оттенок спектра может быть получен смешением в той или иной пропорции трех основных цветов. Такими «основными цветами» считают красный, зеленый и фиолетовый. Стало быть, сетчатка располагает тремя специальными видами колбочек: одни чувствительны к красному цвету, другие — к зеленому, а третьи — к фиолетовому. Тут, впрочем, мы вступаем в область более или менее остроумных, но спорных гипотез. А потому — ставлю точку и обращаюсь к новой группе фактов.

1. Если вертеть на шнурке кусок раскаленного угля, то мы увидим сверкающий в воздухе огненный круг.

2. Возьмем картонный кружок и на одной стороне его нарисуем клетку, а на другой — птицу. Если теперь мы станем быстро вертеть кружок, взявшись за концы веревочек, прикрепленных к нему, то мы не увидим отдельно клетку и птицу: перед нами будет птица, сидящая в клетке.

3. Вырежем кружочек из белой бумаги, разделим его на семь равных треугольных участков и окрасим каждый из них в один из радужных цветов так, чтобы на кружке были все семь цветов радуги. Если наклеить этот семицветный кружок на волчок и завести последний, то мы уже не заметим окрашенных участков бумаги: перед нами будет вертящийся серовато-белый круг.

Где искать разрешения всех этих явлений?

Вертящийся картонный кружок, на одной стороне которого нарисована клетка, а на другой — птица, оставляет в нашем глазу два быстро следующих друг за другом впечатления: впечатление клетки и впечатление птицы. В тот момент, когда наш глаз видит птицу, впечатление клетки еще сохранено сетчаткой;

[1] То есть колбочек. Не мешает отметить, что Юнг, Гельмгольц и Геринг, специально занимавшиеся этим вопросом, также ограничиваются признанием «трех видов цветоощущающих элементов».

поэтому оба эти впечатления воспринимаются нами как бы одновременно, и мы видим птицу, сидящую в клетке.

Точно также вертящийся уголь потому только и кажется нам огненным кругом, что впечатление, произведенное им, когда он находился в известном положении, длится дольше того времени, пока он сделает один оборот и вернется в то же самое положение. А так как вертящийся уголь, пока сделает один оборот, произведет тысячи световых впечатлений, то все эти впечатления, полученные из разных точек пролетаемой им окружности, сохраняются некоторое время сетчаткой и сливаются для нас в одно общее впечатление, — в огненный круг. Так же объясняется третий из приведенных нами опытов. Глаз наш получает последовательно ряд быстро следующих друг за другом ощущений семи радужных цветов. Все эти ощущения, так сказать, накладываются одно на другое, сливаются, и вместо отдельных ощущений красного, оранжевого, желтого, зеленого и т. д. цвета у нас получается одно общее ощущение сероватобелого цвета. Кстати, на этом незамысловатом опыте вы имеете возможность еще раз убедиться в том, что белый цвет — есть цвет сложный, получающийся при сочетании семи основных цветов.

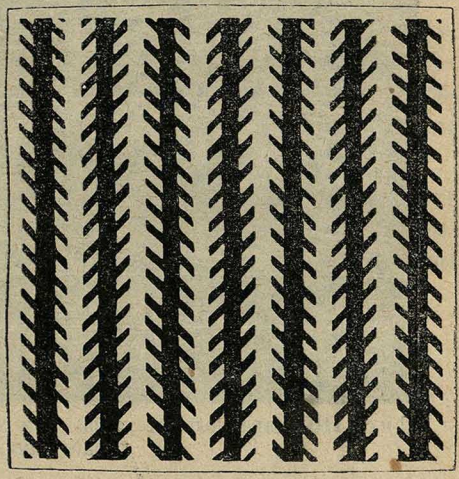


Рис. 115. Черные линии параллельны, но кажутся не параллельными. Если поднести край рисунка к глазам и смотреть на него не с поверхности, а вдоль, то линии будут казаться совершенно параллельными.

Соединяя в одно целое результаты, добытые нами при исследовании вышеприведенных опытов, мы можем сделать такой вывод: световое ощущение не уничтожается сейчас же после того, как оно произведено, а сохраняется некоторое время сетчатою оболочкой.

В заключение этого очерка о деятельности органа зрения, приведем несколько интересных наблюдений, которые показы-

вают, как часто мы заблуждаемся в своих зрительных ощущениях.

Гете обратил внимание на следующие явления: «Темный предмет, говорит он, кажется меньше, нежели светлый той же величины. Если смотреть на известном расстоянии одновременно на белый круг на черном фоне и на черный круг на белом фоне, то последний покажется нам приблизительно на $^1/_5$ меньше,

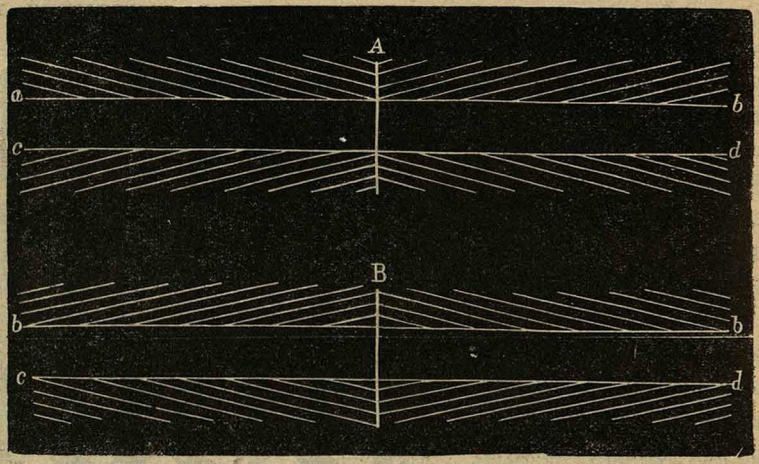


Рис. 116. Параллельные линии *ab* и *cd* кажутся то сходящимися, то расходящимися.

нежели первый. Если сделать черное изображение больше именно на эту величину, то оба круга покажутся равными». На этом основании серп молодого месяца кажется гораздо больше остальной темной части его, если только она видна.

На приведенных выше рисунках 115—117 вы можете проследить еще кое-какие из обманов зрения.

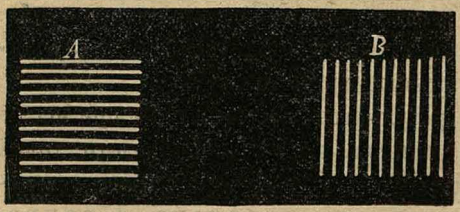


Рис. 117. Равные по величине квадраты из горизонтальных и вертикальных полосок кажутся неодинаковыми по ширине и высоте.

Довольно часто можно встретить людей, которые неспособны различать некоторых цветов. Про таких людей говорят, что они страдают дальтонизмом; слово это производится от имени известного химика Дальтона, который страдал такого рода недостатком зрения и описал его очень

подробно. Для него зеленый и красный цвета сливались в одно. Он не мог отличить красного вина от зеленой бутылки, вишни от зелени вишневого дерева, землянику и красные цветы от зеленых листьев. Фогт рассказывает небольшой курьез про одного из своих друзей, страдавшего дальтонизмом. Будучи в отсутствии, он писал своей жене письма на розовой бумаге, что та принимала за проявление особенной к ней нежности со стороны любящего супруга. Однако, дело объяснилось менее трогательно: оказалось, что муж ее не отличал розового цвета от белого и потому писал письма на розовой бумаге, думая, что она белая.

Роль и значение органов чувств в жизни животных и в особенности человека громадна. Без органов чувств невозможно было бы воспринимать окружающий нас внешний мир.

Каким образом ощущения, доставляемые нашему мозгу органами чувств, превращаются в представления о различных явлениях, совершающихся в природе, — это предмет особой науки, науки о душевных явлениях, психологии.

*

Глава XII.

РЕФЛЕКСЫ.

Строение спинного мозга. — «Чувствительные» и «двигательные» клетки его. — Чувствительное раздражение в спинном мозгу превращается в двигательное. — Опыты с перерезкой спинного мозга. — Спинной мозг — орган «непроизвольных» движений. — Опыты с обезглавленными животными. — Спинно-мозговые центры. — Продолговатый мозг. — Нервные центры продолговатого мозга. — «Узел жизни». — Мозжечок. — Опыты Флуранса, выясняющие роль мозжечка. — Мозжечок — орган сложных, целесообразных, непроизвольных движений. — Симпатическая нервная система. — Нервный аппарат сердца.

Покончивши с описанием деятельности спинно-мозговых и некоторых головных нервов, перейдем теперь к рассмотрению той работы, которую выполняет центральная нервная система. Я говорю о спинном и головном мозге.

Начнем с первого.

Разрезавши спинной мозг поперек, мы увидим, что он состоит из серого вещества и окружающего его белого вещества; последнее состоит из мякотных нервных волокон, а первое из нервных клеток и безмякотных нервных волокон. Обратимся снова к рисунку 90. Вы видите, что серое вещество спинного мозга сложено из следующих частей: из так называемых передних рогов, задних рогов и спайки между ними. Располагаясь внутри белого вещества, серое вещество делит белое на четыре отдельных участка, которые по месту своего положения получили название переднего, заднего и двух боковых столбов.

Спинно-мозговые нервы, берущие начало в спинном мозгу, находятся в тесной связи с серым веществом его, и связь эту можно выразить так: передние, двигательные корешки этих нервов сообщаются с передними рогами серого вещества, а задние, чувствительные корешки связаны с задними рогами.

В передних рогах обращают на себя внимание довольно крупные двигательные клетки (рис. 119, буквы *mc*): от

них берут начало двигательные волокна передних корешков спинно-мозговых нервов (буква *m*); а задние корешки тех же нервов образуют утолщения, известные под названием спинно-мозговых или межпозвоночных узлов (буква *G*): в каждом таком узле находится множество чувствительных клеток, дающих начало чувствительным волокнам задних корешков спинно-мозговых нервов (буквы *s*).

Все только что сказанное позволяет нам сейчас же объяснить одну из важнейших работ спинного мозга. Вот прежде всего рисунок, изображающий схематично связь между отдельными частями спинного мозга и спинно-мозговых нервов: он упростит и наше объяснение (рис. 120).

Предположим, что изображенный на этом рисунке нерв *A* есть тот самый спинно-мозговой нерв, который снабжает своими ветвями одну из задних ног лягушки. Допустим дальше, что мы укололи эту ногу иглой. Произведенное таким образом раздражение пройдет по чувствительному волокну *б* и передается чувствительной клетке *Б* (она,

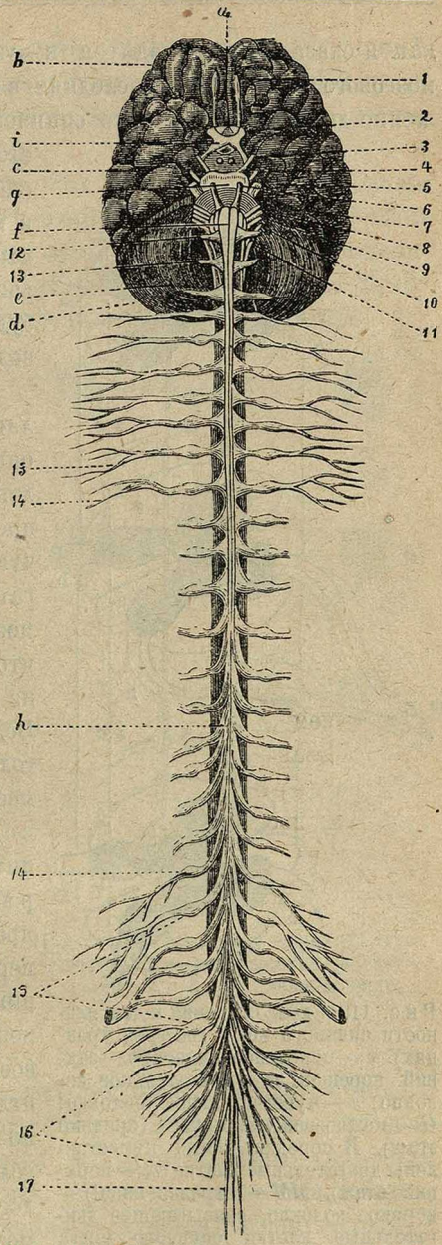


Рис. 118. Спинной и головной мозг с нервами. *abc* — большой мозг; *de* — мозжечок; *f* — продолговатый мозг; *h* — спинной мозг; 1—12 пары головных нервов; 13—13, 14—14, 15, 16, 17—шейные, грудные, поясничные, крестцовые и хвостцовые нервы.

как я сказал уже, находится в «узле» заднего корешка спинномозгового нерва). Эта последняя в свою очередь передаст раздражение двигательной клетке спинного мозга *B*, которая направит его по двигательному волокну *в* сперва в нерв *A*, а затем уже в мышцы задней ноги лягушки: мышцы эти от причиненного им раздражения сократятся, и нога будет отодвинута от иглы, произведшей укол.

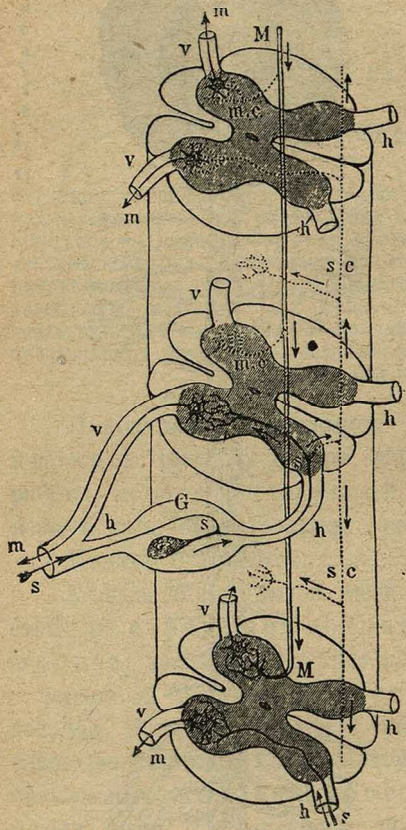


Рис. 119. Схема строения и деятельности спинного мозга (на трех уровнях). *v* — передний корешок; *h* — задний корешок; *m* — двигательное волокно; *s* — чувствительное волокно; *G* — межпозвоночный узел (средний этаж). В передних рогах представлены двигательные клетки (*mc*—верхний этаж). *MM* — (стрелки вниз!) — нервное волокно, связывающее двигательные клетки спинного мозга с мозгом головным. Стрелки всюду показывают путь нервного раздражения. (По Данилевскому.)

Нет никакого сомнения, что лягушка в приведенном нами опыте испытала боль, произведенную иглой. Как же это могло произойти, если только переход чувственного раздражения в двигательное произошел в спинном мозгу именно так, как мы только что описали и как это следует из вышеприведенного чертежа? Ведь мы привыкли думать, что головной мозг есть то именно место, где воспринимаются все ощущения, где происходит всякая сознательная работа? Да, читатель, вы правы: сознательная работа совершается в головном мозгу[1] и нигде больше; поэтому нужно непременно допустить, что болевое раздражение, произведенное иглой, передалось в нашем опыте по спинному мозгу выше мозгу головному, и оттуда уже вернулось обратно вниз по спинному мозгу к мышцам лягушки, как двигательное раздражение, как раздражение, вызывающее сокра-

[1] Речь идет, конечно, о млекопитающих (высших) животных вообще и о человеке в частности.

щение мышечного вещества. Из этого следует, что приведенный выше рисунок, который показывает превращение в спинном мозгу чувственного раздражения в двигательное, должен быть значительно пополнен.

Если принять во внимание, что в головном мозгу также есть нервные клетки, и что нервные клетки спинного мозга помощью нервных волокон белого вещества соединяются с нервными клетками головного мозга, то наш рисунок должен будет принять такой вид, как это представлено на рисунке 121.

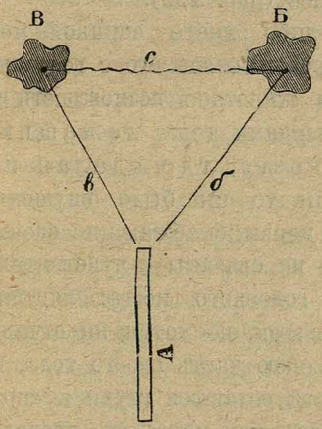


Рис. 120. Переход чувствительного раздражения в двигательное (упрощено). *А* — спинно - мозговой нерв, состоящий из чувствительных и двигательных волокон; *Б* — чувствительная клетка в спинном мозгу; *В* — двигательная клетка там же; *б* — чувствительное нервное волокно нерва *А*; *в* — двигательное волокно его же; *с* — связь между чувствительною (*Б*) и двигательною (*В*) клетками спинного мозга.

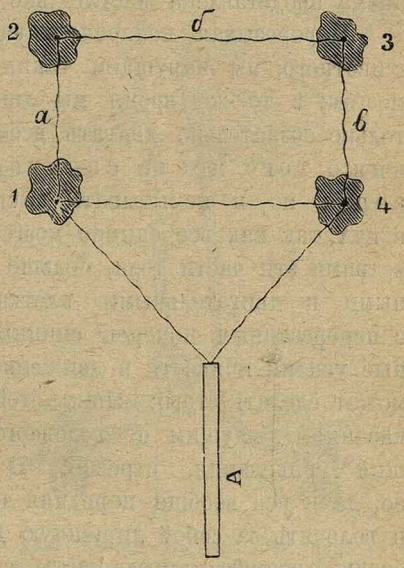


Рис. 121. Механизм перехода чувствительного раздражения в двигательное в более сложном виде.

Опыт наш, произведенный над лягушкой, выразится теперь несколько сложнее, а именно: болевое раздражение, произведенное уколом иглы, передается по чувствительным волокнам нерва *А* чувствительной клетке спинно-мозгового узла (обозначена — 4); отсюда это раздражение по чувствительному волокну *в* направится к чувствительной клетке головного мозга (обозначенной цифрой 3), которая передает его через *б* двигательной клетке — 2. Эта последняя «отдает двигательное приказание» через *а* двигательной клетке (1) спинного мозга, от которого

раздражение направляется в мышечное вещество мускулов ноги лягушки и заставляет ее двигаться. Пока раздражение, произведенное уколом иглы, находится в области головного мозга, оно вызывает в животном сознание причиненной ему боли и желание устранить ее движением ноги: и сознание и воля действуют тут в полной силе. Нечего и говорить, что вышеприведенные рисунки очень грубо и упрощенно представляют то, что на самом деле происходит много сложнее. Предлагаю вашему вниманию еще один рисунок, на котором работа нервного механизма представлена значительно полнее (рис. 122).

Перерезывая поперек в каком-либо месте спинной мозг животного, мы нарушаем таким образом связь его с головным мозгом; в то же время мы лишаем животное возможности не только сознательно двигать всеми членами тела, лежащими ниже того места спинного мозга, где сделан перерез, но и испытывать какие бы то ни было ощущения в них, так как все спинно-мозговые нервы, снабжающие своими ветвями эти части тела, больше уже не связаны с чувствительными и двигательными клетками головного мозга: лягушка с перерезанным поперек спинным мозгом, несмотря на отчаянные усилия привести в движение заднюю часть своего тела, не может сделать этого; мышцы этой части остаются глухи к «приказаниям», идущим от головного мозга, так как путь, проводящий приказания, отрезан. В то же время передние лапы ее, да и вся вообще передняя часть туловища, будет двигаться и волочить за собой лишенную деятельности, парализованную и бесчувственную заднюю часть.

Однако, попробуйте уколоть или ущипнуть одну из задних ног этой искалеченной лягушки: мышцы ноги сократятся, и она с силой отдернется; но воля и сознание животного тут решительно не при чем: движения его в данном случае бессознательны и непроизвольны, хотя и кажутся вполне сознательными, так как ими как бы устраняется причина, вызвавшая боль в ноге. Все эти движения совершаются бессознательно и потому называются непроизвольными, или рефлекторными (рефлексы).

У некоторых животных вырезывали частями головной мозг, оставляя неповрежденным лишь спинной, и приэтом наблюдали, что, в ответ на раздражения различных частей их тела самыми разнообразными способами, они производили движения, которые,

будучи совершенно непроизвольными, рефлекторными, отличались целесообразностью, то есть, были направлены к достижению определенной цели.

Если на заднюю лапку обезглавленной лягушки положить раскаленный уголек, то она будет стараться сбросить его передней лапкой.

«Обезглавленный угорь, говорит Фредерик, подвигается вперед головным концом совершенно так же, как и угорь нормальный, неповрежденный. Будучи опрокинут на спину, он переворачивается. То же самое наблюдается и у ската (рыба). Обезглавленная змея обвивается вокруг подходящего тела, которым до нее дотрагиваются, почти так же, как и змея вполне здоровая. Три отдельных отрезка ланцетника (низшее из позвоночных), полученные путем двух поперечных разрезов, перемещаются с места на место, направляя головной конец вперед».

«Если обезглавить утку на уровне пятого шейного позвонка, то можно получить целый ряд более или менее координированных движений ногами, крыльями и хвостом. Брошенная в бассейн, она производит плавательные движения». (Данилевский.)

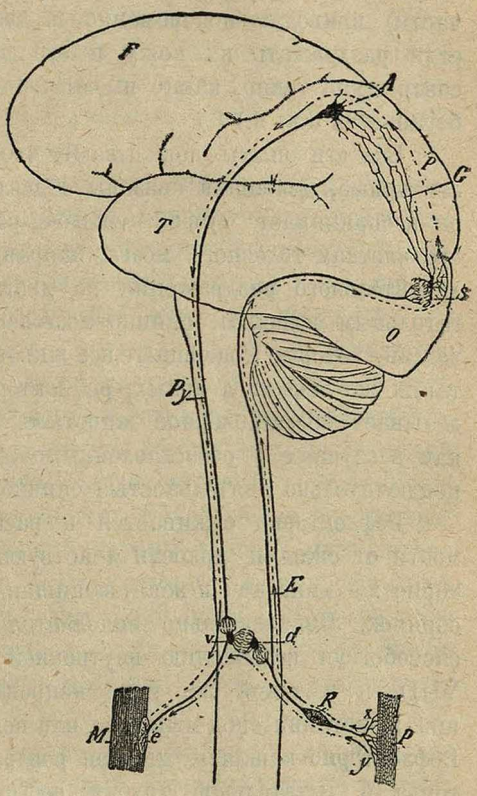


Рис. 122. Схема деятельности нервного аппарата. Наверху головной мозг. *F* — лобная доля его; *P* — теменная доля; *T* — височная; *O* — затылочная. Раздражение кожи (*P*) по чувствительным волокнам (*xy*) передается чувствительной клетке спинно-мозгового узла (*R*), а затем клетке (*d*), находящейся в спинном мозгу и связывающей его с мозгом головным. От клетки *d* по волокнам (*E*) оно направляется к чувствительной клетке головного мозга (*s*), которая при помощи отростков (*C*) сообщается с разветвлениями двигательной клетки (*A*) головного мозга. На этом пути раздражение перерабатывается в ощущение и доходит до нашего сознания. Затем от двигательной клетки головного мозга по двигательным волокнам спинного мозга (*Py*) оно идет в двигательную клетку последнего (*v*), а отсюда уж направляется в нервные окончания (*e*) мышцы (*M*). Получивши раздражение, мышца сокращается.

Собака с перерезанным поперек спинным мозгом (в грудной части) приводит попеременно в движение задние конечности, если раздражать их кожу, и эти координированные движения совершенно такие, какие имеют место у собаки при ходьбе или бегании (Гольц.)

Все эти опыты показывают, что бессознательные, или рефлекторные, движения связаны с деятельностью спинного мозга: он воспринимает чувственное раздражение и, не передавая его клеткам головного мозга, направляет его к мышцам в виде двигательного раздражения по двигательным корешкам и двигательным волокнам спинно-мозгового нерва. В ряду тех движений, которые совершают все животные и человек, очень много таких же бессознательных, рефлекторных движений, какие проделывает обезглавленное животное. Они очень обыкновенны и, как в случаях с обезглавленными животными, обусловливаются исключительно деятельностью спинного мозга.

Рефлекторно суживается и расширяется зрачок в зависимости от силы и яркости действующего на глаз света; рефлекторно же «мигают» и веки, защищая глаз от попадающих в него соринок. Непроизвольно появляется дрожь при сильном холоде, способствуя повышению внутренней температуры тела (см. гл. VIII), и в такой же мере непроизвольно отдергивается рука при щекотании «под мышкой» или нога при щекотании подошвы. Рефлекторно кашляем мы при раздражении слизистой оболочки горла и дыхательной трубки; рефлекторно же чихаем мы при раздражении слизистой оболочки носа. Из целой серии одновременно и последовательно развертывающихся рефлексов слагается смех; и так же рефлекторно возникают вздохи, плач и зевки. Непроизвольно работают мускулы пищевода при глотании или стенки пищеварительного тракта при переходе измененной пищи из одного отдела его в другой; и в равной мере непроизвольно функционируют железы желудка и кишок, выделяя пищеварительные ферменты всегда в таком количестве и такого качества, которые нужны для данного сорта пищи.

Своеобразная и бесконечно изменчивая «игра физиономии» при выявлении различных ощущений и «душевных переживаний», замыкание и размыкание выходных отверстий желудка, мочевого пузыря и прямой кишки, расширение и сжатие грудной клетки, энергичные сокращения матки и «брюшного пресса» во время родов, судорожные движения мускулов тела под вли-

янием болевых раздражений и т. д. и т. д., все это — рефлексы, все — акты «машинообразные», мимовольные; зависят они целиком от деятельности спинного мозга и тех отделов мозга головного, которые, как это видно будет дальше, не имеют прямого отношения к воле или сознанию животных и человека.

Рефлексы, как и всякое другое явление природы, и возникают и распространяются согласно определенным правилам, которые можно назвать «законами». Известный немецкий физиолог Пфлюгер установил четыре таких «закона». В чем они состоят, наглядно показывает следующий опыт над лягушкой.

Положим, что вы слегка, очень слабо, раздражаете пинцетом небольшой участок кожи на правой задней ноге лягушки; мышцы этого участка ответят на раздражение сокращением. Усиливши раздражение, вы получите более яркий эффект: сократятся мышцы не только данного участка, но и всей задней ноги — она отдернется. Раздражение распространилось, перешло от ограниченной группы мышц к мускулатуре всей ноги; но пока оно все еще держится в пределах правой задней конечности лягушки. Это — то, что Пфлюгер называл «законом локализации рефлексов» (от слова locus — место, местный рефлекс; рефлекс, ограниченный данным местом).

Продолжайте, однако, раздражать эту ногу дальше, все сильнее и сильнее, вы получите новый, еще более яркий эффект: приходит в движение другая задняя конечность лягушки, левая: раздражение, направившись поперек спинного мозга, сообщилось нервам левой задней ноги, и та ответила на него сокращением своих мышц. Иначе говоря, раздражение перебросилось на одноименную часть тела лягушки с другой стороны. Такой способ распространения рефлексов Пфлюгер называет «законом симметрии». Вам, конечно, ясно, при чем тут слово «симметрия».

Раздражая заднюю лапку лягушки еще энергичнее, вы заставите притти в движение и передние конечности ее: тут уж раздражение пошло дальше не поперек, а вдоль спинного мозга, и, добравшись до передних лапок лягушки, вызвало сокращение их мышц. Это явление Пфлюгер объясняет «законом иррадиации», т. е. рассеяния раздражений, исходящих из определенного пункта тела.

Усилив, наконец, раздражение до максимума, вы вызовете сокращение мышц всего тела: раздражение разлилось в различных направлениях, проникло в двигательные нервные волокна самых различных частей тела, обобщилось, «генерализировалось» — отсюда четвертый закон Пфлюгера, «закон генерализации» (от слова «généraliser» — обобщать, распространять).

Во всей этой картине особого внимания заслуживает факт постепенного, закономерного распространения или рассеяния раздражений по различным отделам нервной системы, — факт, свидетельствующий в первую голову о том, что в спинном мозгу существуют особые проводящие пути, по которым раздражение направляется и поперек, и вдоль спинного мозга, перебираясь из него, между прочим, и в другие, «высшие» отделы нервно-мозгового аппарата; такими «проводящими путями» являются безмякотные нервные волокна «серого вещества» и мякотные волокна белого вещества спинного мозга.

В частности, «закон локализации» и «закон симметрии» указывают еще на один важный факт в деятельности спинного мозга, а именно: весь спинной мозг мы можем представить себе как бы сложенным из целого ряда отдельных участков или сегментов (миэломеры), которые могут вести самостоятельно, независимо друг от друга свою физиологическую работу, т. е. могут давать рефлексы в подведомственной им области тела. Опыты Гольца и Эвальда над собакой подтверждают правильность такого допущения.

Представьте себе собаку, у которой сперва перерезали в шейной части спинной мозг, а потом совершенно вырезали, удалили прочь заднюю часть его. У нее, таким образом, оказался изолированным средний грудной кусок спинного мозга. Перенесши благополучно операцию и несколько оправившись после нее, собака эта стала объектом очень поучительных опытов. Задняя часть тела оставалась глуха ко всевозможным раздражениям — и неудивительно: лишенная спинного мозга, она пребывала в параличе. Передняя часть, наоборот, живо откликалась на всевозможные раздражения не только простыми, но и сложными, координированными рефлексами.

А как же вел себя средний грудной отдел тела собаки?

Он также отвечал рефлексами на различные раздражения. Собака, например, дрожала, когда спину ее поливали холодной

водой; но эта дрожь не распространялась ни на переднюю, отобщенную, ни на заднюю, парализованную, часть ее тела: она ограничивалась средним отделом; дрожь несомненно, вызывалась самостоятельной, рефлекторной деятельностью среднего, изолированного участка спинного мозга.

В спинном мозгу заложены в различных местах группы клеток, играющих важную роль в жизни животных. Их называют нервными центрами. Нервные центры обладают замечательной способностью: раздражая их различным способом, можно вызывать некоторые непроизвольные движения (рефлексы).

Мы уже знаем, что движения различных внутренних органов непроизвольны, представляют собою рефлексы — рефлексы мышечные, а также рефлексы желез. Так вот, центр этих именно непроизвольных движений помещается в различных участках спинного мозга.

Укажу на некоторые из них.

Это прежде всего центры, вызывающие выделение пота, т. е. деятельность потовых желез, например, на спине у человека. Раздражая искусственно такие центры, можно привести в действие потовые железы, залегающие в коже спины, и кожа покроется каплями пота. Потовые центры рассеяны по всему спинному мозгу.

Затем тут же находится ряд центров, раздражение которых влечет за собою сжатие или расширение кровеносных сосудов. На уровне 2 — 4 поясничного позвонка помещается еще один центр: он заведует мускулатурой, действующей при родах.

Из остальных центров, находящихся в спинном мозгу, особенного внимания заслуживают два: оба они находятся в поясничной области спинного мозга — на уровне 4-го и 5-го поясничного позвонка.

К чему же сводится их роль?

Один из нервных центров, находящихся в поясничной части спинного мозга, исполняет следующую роль: на его обязанности лежит открывать шейку мочевого пузыря, позволяя таким образом моче выходить наружу. Впрочем, рефлекторная работа мочевого пузыря находится в зависимости еще от другого центра, заложенного тут же, неподалеку от того, что отпирает шейку пузыря: этот второй центр сокращает стенки

мочевого пузыря (собственно, мышечные волокна его), которые таким образом выталкивают мочу наружу.

Рефлекс, благодаря которому моча удаляется из мочевого пузыря, сводится в общем к следующему: моча, постепенно наполняющая пузырь, растягивает стенки его; это растягивание раздражает чувствительные нервные волокна мочевого пузыря: вызванное таким образом раздражение направляется ко второму из только что упомянутых нервных центров, который сейчас же вслед за этим сокращает мышцы мочевого пузыря; таким образом несколько капель мочи выгоняется в шейку пузыря; моча раздражает шейку, раздражение это по нервным волокнам доходит до первого из указанных выше нервных центров, который в свою очередь отправляет нервное раздражение к мускулу, заложенному в шейке мочевого пузыря; мускул этот расслабляется, шейка пузыря открывается, и моча под напором стенок пузыря с силой выталкивается через мочеиспускательный канал наружу.

Да, много интересных страниц можно было бы еще написать по поводу рефлексов, связанных с деятельностью спинно-мозговых нервных центров. Но у нас впереди целый ряд не менее, если не более любопытных фактов. Поэтому приходится ограничиться сказанным.

Прибавлю разве еще следующее.

Тот факт, что спинной мозг является органом различных рефлексов и что в нем заложены «центры» очень важных отправлений, заставляет считать этот отдел нервно-мозгового аппарата чем-то незаменимым для жизни. Кому не известно, что острые заболевания спинного мозга у человека ведут за собой целый ряд очень серьезных и даже опасных для жизни расстройств в деятельности нашего организма? Есть однако факты, показывающие, что не следует слишком переоценивать роль и значение спинного мозга. Один из таких фактов приведен выше: это опыт с удалением у собаки задней части спинного мозга. Гольц в этом направлении пошел очень далеко; он вырезал у собаки (самки) большую часть спинного мозга, от верхнего грудного отдела ее до конца — и ничего: собака, хоть и с грехом пополам, но жила: «пищеварение происходило правильно, состав экскрементов не отличался от нормы... Интересно, что у такой оперированной самки правильно протекала бере-

менность, были роды, наблюдалось отделение молока, и она могла кормить своего щенка... Из новейших исследований в этом направлении можно еще привести опыты Фриденталя, производившего продолжительные наблюдения над собакой, у которой спинной мозг был удален, начиная с 5-го грудного позвонка и до самого заднего конца... Через некоторое время после операции собака достаточно оправилась, была более или менее бодрая, ела; процессы пищеварения, дефекации (испражнения), мочеотделения и др. совершались правильно». (В. Данилевский.)

Надо полагать, что урон, наносимый животному при удалении частей спинного мозга, в известной мере заполняется (компенсируется) деятельностью других отделов нервной системы, к описанию которых мы и перейдем.

Спинной мозг при входе в череп несколько утолщается и образует то, что называется продолговатым мозгом, который по отношению к головным нервам имеет такое же значение, как и спинной мозг по отношению к спинно-мозговым нервам. Он, значит, прежде всего орган, заведующий всевозможными рефлекторными движениями, которые производятся двигательными волокнами некоторых головных нервов.

В продолговатом мозгу также имеется целый ряд «нервных центров»; каждый из них несет особую, специальную работу.

Прежде всего надо заметить, что продолговатый мозг является по отношению к спинному мозгу как бы высшей инстанцией. Понимать это нужно так, что некоторые из спинно-мозговых центров подчиняются в своей деятельности центрам, заложенным в продолговатом мозгу. Таковы, например, те из спинно-мозговых центров, которые заведуют работой потовых желез и вызывают сжатие или расширение кровеносных сосудов: эти центры имеют в продолговатом мозгу своих представителей, которые видоизменяют и регулируют их деятельность.

Далее, к числу уже самостоятельных центров продолговатого мозга нужно отнести те, которые управляют такими явлениями, как кашель, чихание, рвота, жевание, сосание, глотание: здесь, в продолговатом мозгу, нужно искать центры, раздражение которых влечет за собою все эти сложные и своеобразные движения. Сюда же надо отнести центры, приводящие в действие поджелудочную и слюнные железы, а также и пищеварительные железы желудка, затем центры,

вызывающие расширение зрачка и мигание век и, наконец, центр, управляющий частью мышц, которые работают при образовании голоса.

Тут же, в продолговатом мозгу есть еще несколько центров, играющих громадную роль в жизни животных. Раздражая некоторые из них, мы можем вызвать страшные судороги почти всего тела. Однако, среди всех этих центров особенный интерес по своему значению представляют два центра: один из них заведует дыханием животного, другой регулирует в известной мере работу сердца.

Дыхательный центр был открыт Флурансом, который назвал его жизненным узлом. Если этот «узел жизни» проколоть булавкой, то животное мгновенно перестает дышать и, точно сраженное молнией, падает мертвым на землю. Некоторые опытные кухарки, не имеющие никакого представления о физиологии, прекрасно знают, где помещается «жизненный узел» у птиц, и убивают их мгновенно, проколовши этот узел булавкой. Точно так же бывалые охотники стараются нанести удар животному в такое место, чтобы разрушить «узел жизни» и покончить с добычею сразу.

Спрашивается, чем объяснить исключительную важность этого центра? Дело в том, что он автоматически вызывает к деятельности целый ряд мышц, с сокращением и расслаблением которых связано дыхание. Мышцы ноздрей и гортани, мышцы груди и диафрагмы, межреберные мышцы — все они подчинены, если можно так выразиться, «велениям» этого центра. Правда, все только что перечисленные мускулы снабжаются ветвями различных нервов; но волокна этих нервов находятся в связи с клетками дыхательного центра. Понятно, почему уничтожение его приводит к таким печальным последствиям для животного.

Второй из намеченных выше центров, центр сердечных движений при раздражении либо изменяет работу сердца[1], либо останавливает ее совершенно. В последнем случае жизнь животного может мгновенно прекратиться. Дело в том, что от клеток этого центра берут начало нервные волокна, которые регулируют, т. е. ослабляют или усиливают деятельность

[1] Обычная работа сердца зависит и от нервных центров, находящихся в самой ткани этого органа. См. дальше.

центрального органа кровообращения. Понятно, что ненормальные изменения этого центра или разрушение его могут вызвать сильные расстройства в работе сердца, а иногда даже и смерть.

В заключение обращаю внимание читателя еще на один центр, расположенный в продолговатом мозгу; его раздражение производит весьма странное явление; в печени образуется много сахару, который вымывается из нее кровью и, в конце концов, выделяется наружу вместе с мочой.

Думаю, что и сказанного здесь вполне достаточно, чтобы оценить должным образом роль продолговатого мозга в жизненном процессе: ведь целый ряд основных отправлений организма — кровообращение, дыхание, пищеварение, а отчасти и обмен веществ,—в значительной мере связан с функциями продолговатого мозга.

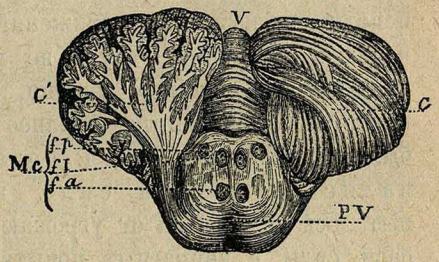


Рис. 123. Мозжечок. *C'* и *C* — правое и левое полушария мозжечка. Левое представлено в разрезе. *V* — так называемый «червячок».

Мы подошли к описанию наиболее существенной части нервной системы, ее центрального аппарата. Я говорю о головном мозге.

Ему в этой книге посвящены две последние главы, где вы найдете указания как на строение, так и на деятельность главнейших отделов мозга. Здесь же я остановлюсь на описании мозжечка и некоторых прилегающих к нему частей головного мозга. Помещенный здесь рисунок поможет вам несколько разобраться в дальнейшем тексте.

Если мозжечок поврежден, то животное не теряет ни чувствительности, ни воли, ни сознания. Следовательно, на долю мозжечка остается лишь значение органа рефлекторных движений. Мозжечок по отношению к другим органам, от которых зависят непроизвольные движения, т. е. по отношению к спинному и продолговатому мозгу, является более высокой инстанцией: он вносит порядок и стройность, гармонию и целесообразность в их деятельность; в случае его отсутствия работа этих частей центральной нервной системы, лишенных «руководителя», в громадном большинстве случаев сказывается беспорядочно, не отвечает тем целям, для которых она предназначается.

Прекрасные опыты для доказательства этой мысли производил Флуранс. «Снимая у голубя самые поверхностные слои мозжечка, он замечал, что движения животного становятся лишь слабее и неравномернее. С удалением средних слоев наступало сильное общее возбуждение, сопровождаемое неправильными, но не судорожными движениями. Приэтом сознание не было нарушено, зрение и слух продолжали действовать. Но такие рассчитанные и сложные движения, как ходьба, летание, прыгание, поворачивание, были заметно ослаблены. Наконец, после вырезывания самых глубоких слоев мозжечка способность стройного (гармоничного) исполнения названных движений совершенно исчезала. Будучи положен на спину, голубь не мог подняться, хотя употреблял для этого величайшие усилия, причем движения его выходили всегда нерассчитанными заранее (нецелесообразными) и потому были безуспешны. Воля, сознание и ощущение оставались в полной силе, животное видело и слышало, пыталось уклониться от угрожающих предметов, но оно истощало свои силы в напрасных попытках совершить необходимое движение и в конце концов в изнеможении оставалось в прежнем положении» (Ландуа).

Два других физиолога, итальянец Луччиани и француз Тома, производили такого же рода опыты над собаками: так как лишенные мозжечка собаки жили довольно долго, то можно было шаг за шагом следить за результатом этой операции.

Первое время после операции животные теряли способность ходить и даже стоять, но недели две спустя они в состоянии были уже стоять, растопыривши лапы, хотя при всякой попытке двигаться, моментально теряли равновесие и падали.

По прошествии еще некоторого времени наблюдалось заметное улучшение: «к животным понемногу возвращалась способность сохранять равновесие; они ходили, даже бегали, но движения их были неповоротливы, сопровождались дрожью и раскачиванием всего тела; они не носили обычного, автоматического характера ходьбы, а напоминали произвольные движения и быстро вызывали утомление».

При этом описании вновь обращают на себя внимание факты из жизни людей.

Страдающие болезнями мозжечка очень напоминают своими движениями оправившихся после операции собак Луччиани

и Тома: движения их также неуклюжи, походка такая же неуверенная, шатающаяся, «зигзагами», как у пьяных, равновесие удерживается с большим трудом, быстро наступает утомление; видно, что они все время настороже и употребляют громадные усилия, чтобы удержаться на ногах и хоть немножко податься вперед; и тут не чувствуется «автоматического характера ходьбы», и тут движения отмечены печатью «произвольности», напряженной работы воли.

Один из наиболее даровитых немецких физиологов, Мунк, производил такие же опыты, как Луччиани и Тома, над обезьяной. «Поведение оперированного животного мало чем разнилось от поведения собаки с вырезанным мозжечком. Первое время после операции все попытки обезьяны встать на ноги или двигаться кончались полной неудачей: она старалась подняться то на передние, то на задние ноги, но безуспешно, — сейчас же падала на бок или ложилась на живот, а когда, после долгих усилий, садилась, опираясь о стенку своей клетки, то опять-таки валилась либо вперед, либо назад, либо на сторону, как только переставала опираться. Однако, постепенно, по мере того как большие полушария мозга принимали на себя роль несуществующего мозжечка, положение обезьяны улучшалось. Но в общем животное даже через пять недель отличалось малой подвижностью; оно редко перемещалось с места на место и даже в сидячем положении производило только движения головой... Стоячее положение обезьяна принимала редко, так как немедленно падала. Походка оставалась качающейся и неуклюжей с разведенными ногами, и все движения производились с большой затратой сил. Обезьяна, правда, была в состоянии ходить и бегать по комнате, но, сделавши несколько шагов, она садилась или даже падала» (Тигерштедт).

Очевидно, что большие полушария и в данном случае не в силах были полностью заменить отсутствующий мозжечок.

Все это приводит нас к такому выводу: равновесие и связанная с ним координация движений животного и человека могут совершаться двояким путем: автоматически — непроизвольно и сознательно — произвольно. В первом случае главная роль падает на мозжечок, который исполняет ее при содействии лабиринта уха: отсюда направляются соответствующие «сигналы» по нервным волокнам, идущим из лабиринта центростремительно к мозжечку; во втором случае «дирижерами» являются

*

большие полушария головного мозга, осуществляющие свою миссию опять-таки не без «внушений» со стороны лабиринта.

Под большими полушариями неподалеку от мозжечка находятся еще два ответственных отдела головного мозга: это — так называемые зрительные бугры и четверохолмие. Относительно первых отмечу лишь следующее.

Когда у животного вырезали или разрушали оба зрительных бугра, оно теряло способность выражать чувство боли, страха и т. д. обычными для него телодвижениями, мимикой и звуками (визг, лай у собаки). Надо, впрочем, отметить, что роль зрительных бугров изучена пока недостаточно. Гораздо полнее сведения наши о роли четверохолмия.

Разрушая полностью четверохолмие у какого-нибудь животного, мы делаем его слепым. Но так как четверохолмие лежит на пути зрительных восприятий, так как эти последние, прежде чем дойти до больших полушарий, пробегают через четверохолмие, то становится вполне понятным, почему полное разрушение этой «промежуточной станции» зрительного тракта вызывает слепоту.

Затем есть основание думать, что четверохолмие служит как бы центром для рефлекторных движений глаза, которые отчасти связаны с рефлекторными движениями головы, направленными к поддержанию равновесия тела. Поэтому надо предположить, что четверохолмие принимает некоторое участие в деятельности тех аппаратов нашего тела, которые стремятся удержать его в равновесии.

Наконец, роль четверохолмия в деле поддержания равновесия доказывается еще и тем, что повреждение этого отдела головного мозга вызывает у животных ряд вынужденных, непроизвольных и на первый взгляд очень курьезных движений. В этом, впрочем, повинно не одно четверохолмие, а и мозжечок («ножки» его) и зрительные бугры, да и другие, «низшие», отделы головного мозга.

Еще во второй половине XVIII столетия один французский хирург заметил, что если у собаки перерезать «ножку» и часть мозжечка, то животное начинает «кататься шаром» вокруг длинной оси своего тела. Позже физиолог Мажанди проделывал такие же опыты с морской свинкой, которая при этом вертелась справа налево, когда ранили левую «ножку» мозжечка, и, наоборот, слева направо, когда поражению подвергалась правая «ножка». Дальнейшие опыты с поражением

не только «ножек» мозжечка, но также четверохолмия или зрительных бугров дали возможность наблюдать еще две формы «вынужденных» движений животного: в одном случае оно принималось бегать по кругу, как лошадь в цирке или в манеже («манежные движения»), в другом — оно начинало вертеться на месте вокруг самого себя, обычно от поврежденной стороны к здоровой (движения, аналогичные движению часовой стрелки). Все эти с виду «фокусы и курьезы» представляют громадный интерес для изучения специальных отправлений различных отделов головного мозга. И хотя механизм такого рода вынужденных движений пока еще не выяснен вполне удовлетворительно, мы можем во всяком случае, на основании только что описанных опытов, установить два следующих положения: во-первых, несомненно, что центрами, поддерживающими в равновесии тело животного и упорядочивающими его движения, являются не только продолговатый мозг и мозжечок, но и некоторые другие отделы головного мозга и, в частности, например, четверохолмие; а, во-вторых, весьма вероятно, что различные ненормальные движения животных, в роде «манежных», «катком» или наподобие часовой стрелки, вызываются тем, что одноименные группы мускулов правой и левой стороны тела получают неодинаковые импульсы (толчки к действию) от соответствующих отделов головного мозга, благодаря частичному или одностороннему поражению этих отделов: если обе ножки мозжечка или все четверохолмие целиком посылают свои «приказы» одновременно, дружно и согласованно, то подчиненные им мышцы совершенно нормально исполняют свою задачу; когда же работает одна ножка мозжечка, а другая бездействует, или же функционирует только одна часть четверохолмия, а другая парализована, тогда и подведомственная им мускулатура начинает «пошаливать», а животное принимается вертеться то «кубарем» то «волчком», то манежными кругами.

Каждый из нас из личного опыта знает, что можно, по крайней мере временно, воздержаться от таких рефлекторных актов, как кашель, чихание, смех, плач, крики, гримасничание от боли и т. д. Силой воли, сознательно, мы можем, стало быть, либо оттянуть появление некоторых рефлексов, либо ослабить, либо, наконец, подавить, затормозить их. «Сила воли», «сознание» — понятия, которые мы связываем с деятельностью больших полушарий: отсюда, очевидно, идут импульсы, ослабляющие,

угнетающие, тормозящие и подавляющие различные рефлексы. Это — верно, но не совсем: угнетение или торможение может исходить не только от больших полушарий головного мозга, но и от других отделов его; оно может происходить не только произвольно, но и непроизвольно, под влиянием раздражений, идущих из тех отделов нервной системы, которые не имеют прямого отношения ни к воле, ни к сознанию человека или животных. Это было впервые установлено в 1863 году нашим знаменитым физиологом Сеченовым.

Вспомним, что некоторые животные, у которых полностью удален головной мозг, отлично реагируют на всевозможные и очень сложные раздражения. Так же ведет себя и лишенная головного мозга лягушка. Предположим, однако, что, вырезая у лягушки головной мозг, вы оставляете нетронутыми ее четверохолмие и зрительные бугры. Так именно и поступил Сеченов. Если у такой лягушки ущипнуть заднюю лапку, она произведет ею несколько оборонительных движений. Это будут рефлексы. Если же, раздражая лапку лягушки, вы в то же время станете раздражать электричеством или повареной солью (как это делал Сеченов) ее зрительные бугры или четверохолмие, то рефлекторные движения лапки либо будут очень слабые, либо вовсе не скажутся. Ясно, что, раздражая зрительные бугры и четверохолмие лягушки, мы тем самым сперва понизили, а потом и вовсе остановили рефлекторную деятельность ее спинного мозга. Отсюда Сеченов пришел к выводу, что в зрительных буграх и в четверохолмии находятся особые «центры», обладающие способностью ослаблять, тормозить и задерживать рефлексы. Эти центры он назвал задерживающими или тормозящими центрами. С тех пор вопрос о торможении рефлексов занимает чрезвычайно важное место в учении о функциях нервной системы. Нерешенным пока остается вопрос: нужно ли настаивать на существовании особых «задерживающих центров» в мозгу, или достаточно признать, что всякое сильное раздражение, в каком бы месте оно ни производилось, способно угнетать, тормозить и полностью подавлять совершающиеся в данный момент рефлексы. Это последнее мнение может быть доказано целым рядом очень эффектных опытов.

Вот лягушка, лишенная головного мозга. Вы слегка поглаживаете ей спину — и она квакает. Это — рефлекс. Попробуйте, однако, поглаживая ей спину, в то же время ущипнуть сильно

одну из ее лапок — квакание прекратится: новое раздражение затормозило рефлекторное квакание.

Закройте у этой «безмозглой» лягушки мокрой бумажкой ноздри — она сейчас же сбросит ее несколькими ловкими движениями передних лапок. И это — рефлекс, целесообразный, оборонительный рефлекс, направленный к устранению препятствия, мешающего свободно дышать. Но если вы одновременно с наложением на ноздри лягушки мокрой бумаги станете раздражать ее кожу, положим, крепкой кислотой, — кончено: защитного рефлекса не будет, он подавлен, заторможен раздражением, идущим к спинному мозгу с поверхности кожи.

Сделайте с той же лягушкой еще один демонстративный опыт. Наденьте ей на шею тугое каучуковое кольцо и примитесь вызывать у нее искусственно те или иные обычные для нее рефлексы — безуспешно: рефлексов нет, лягушка не откликается ни на какие раздражения, ибо раздражение, вызываемое кольцом, нещадно сжимающим шею, затормозило деятельность всех спинномозговых центров лягушки. Сбросьте, однако, кольцо, освободите мозг лягушки от его гнетущего действия — и все рефлексы снова будут налицо.

Оставим лягушку. Обратимся к собаке с перерезанным в шейной части спинным мозгом. Вы приподнимаете ее слегка на воздух за шиворот или на подтяжках — и она начинает перебирать задними ногами, точно ища опоры или собираясь удирать. И это — рефлекс. Но если, продолжая держать ее таким образом, вы ущемите ей хвост, ноги перестанут двигаться. Оставьте хвост в покое — ноги снова задвигаются.

А разве нам неизвестны такие же, по существу, примеры из обыденной жизни человека? Вас, положим, подмывает чихнуть в ненадлежащем месте и в совсем неподходящий момент. Вы начинаете энергично поглаживать крылья носа — и подкативший было «чих» замирает, тормозится. Или другое: желая подавить рефлексы, вызываемые щекоткой, вы причиняете себе какую-нибудь боль, например, кусаете губы или язык — и рефлекс действительно угасает.

О торможении рефлексов нам придется еще говорить в последней главе. А потому ограничимся пока сказанным и перейдем к последнему отделу настоящей главы.

Как кровеносная система имеет особый придаток в виде сети лимфатических сосудов и желез, так же и нервный аппарат

нашего тела — головной, спинной мозг и нервы — дополняется особым нервным механизмом, которому дано название симпатической нервной системы. Она представляет собой два длинных нервных шнурка, которые тянутся по обеим сторонам позвоночника и образуют ряд утолщений, известных под именем симпатических узлов (рис. 124). Уже из рисунка видно, что симпатические нервные узлы располагаются довольно правильно. И действительно: в области грудных, поясничных и крестцовых позвонков (крестцовой кости) они лежат так, что на каждый промежуток между позвонками приходится по одному узлу цепочки. От узлов тянется громадное число нервных веточек, которые, подойдя к некоторым внутренним органам, например, к сердцу и желудку — сплетаются в густую сеть. Это — так называемые сплетения, например, «сердечное» в грудной полости и «чревное» или «солнечное» в брюшной.

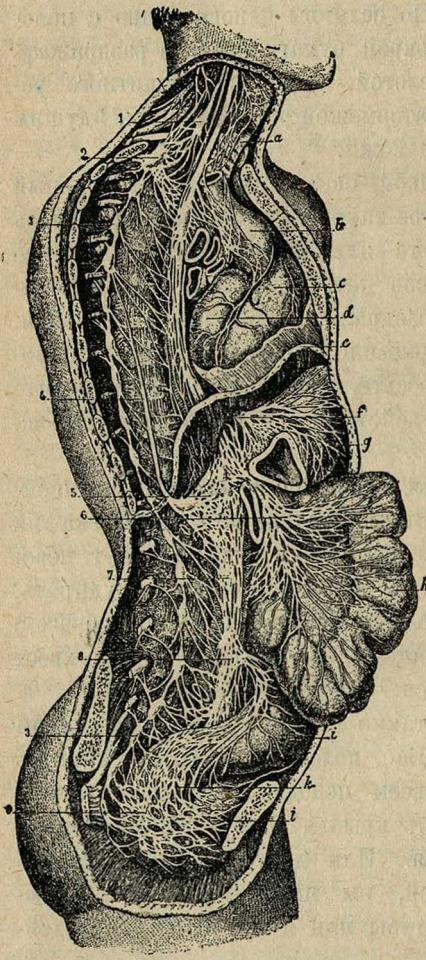


Рис. 124. Симпатическая нервная система и разветвления блуждающего нерва (правого). Влево, у позвоночника, цепочка с узлами, *a* — горло; *b* — дуга аорты; *c*, *d* — сердце; *f* — сплетение ветвей симпатического нерва на желудке; *h* — сплетение на брыжжейке; *k* — прямая кишка и нижнебрюшное сплетение.

При взгляде на этот своеобразный придаток к общей нервной системе человека первым делом спросишь: неужели симпатическая нервная система стоит совершенно особняком от общей системы и действует самостоятельно независимо от последней? Нет, конечно: она находится в тесной связи с нервами, берущими начало в спинном мозгу. И не напрасно один из ученых (Мопа)

называет симпатическую нервную систему «внепозвоночным спинным мозгом». Какова же роль ее?

Симпатическая система построена из тех же элементов, что и нервная: ее узлы состоят из нервных клеток с их отростками, а нервные ветви сложены из волокон — двигательных, выделительных или секреторных, чувствительных. Сердце и связанная с ним сеть кровеносных сосудов, легкие, мускулатура пищеварительного тракта, состоящая из гладких мышечных волокон, печень, пищеварительные железы, почки, некоторые из желез «внутренней секреции», различные отделы мужских и женских половых органов, — все эти внутренние органы снабжаются волокнами симпатических нервов, а микроскопически мелкие узелки симпатической системы рассеяны в стенках желудка и бронхов, мочевого пузыря и матки, между продольными и кольцевыми мышцами кишечника и т. д. Словом, нет ни одного органа, связанного с так называемой растительной жизнью нашего тела, который не находился бы до известной степени во власти симпатической нервной системы: органы кровообращения, дыхания, пищеварения и размножения, работающие рефлекторно, подчинены деятельности этой системы. Она, стало быть, есть рефлекторный нервный аппарат, деятельность которого не зависит от «велений» нашей воли, нашего сознания. Но так как рефлекторная деятельность организма обусловливается отправлениями спинного и продолговатого мозга, а также некоторых отделов головного мозга, мозжечка, зрительных бугров, четверохолмия и т. д., то мы имеем право рассматривать симпатическую нервную систему как более или менее самостоятельный автономный придаток к нервной системе вообще и к спинномозговому аппарату в особенности: раздражения, идущие от этого последнего, направляются в узлы симпатической системы, а оттуда переходят в перечисленные выше органы нашего тела.

Автономность симпатических узлов лучше всего доказывается теми опытами Гольца и Фриденталя, о которых говорилось в этой главе. Вы помните, что у собак, лишенных значительной части спинного мозга, все растительные процессы — кровообращение, дыхание, пищеварение, даже беременность и роды — «совершались правильно»; тут, очевидно, «придаток к спинномозговому аппарату» продолжал функционировать независимо от спинного мозга.

Итак, работа внутренних органов человека совершается при содействии двух различных нервных аппаратов — общего и дополнительного. Но у последнего, помимо этого, есть еще одна специальная функция. Если проследить за направлением веточек симпатического нерва на пути от узлов к различным внутренним органам, то нетрудно заметить, что часть их идет рядом с кровеносными сосудами; приэтом ветки симпатического нерва очень щедро наделяют кровеносные сосуды своими отпрысками, которые образуют вокруг сосудов тончайшие сеточки. К чему такая связь? Что означает она?

Оказывается, что эти нежные нервные сеточки регулируют деятельность кровеносных сосудов; одни из них заставляют сосуды расширяться, увеличивать свой просвет — их так и называют: сосудорасширители; другие, наоборот, суживают просвет сосудов, сжимают их, за что и получили название сосудосжимателей. Отсюда уже следует, что на нервах симпатической системы лежит обязанность увеличивать или уменьшать приток крови к различным органам.

Симпатическая нервная система посылает свои ветви и к сердцу. Ветви эти направляются сюда из трех нижних шейных и первого грудного узла симпатической системы. Их назначение — ускорять работу сердца. И потому они называются ускоряющими нервами сердца. Всякий раз, как удары сердца учащаются — в связи ли с интенсивной физической работой организма или под влиянием душевных эмоций — эту перемену в сердечной деятельности надо отнести за счет раздражений, исходящих из вышеназванных нервных узлов симпатической системы: получая раздражение, сами они проводят его дальше по ускоряющим нервам к сердцу.

Однако, сердце снабжается ветвями и головных нервов, а именно — блуждающих.

Эти последние, в противоположность симпатическим нервам, не ускоряют, а замедляют работу сердца. Вот почему их называют то задерживающими, то угнетающими нервами сердца. «Тормозящая» роль блуждающих нервов была впервые установлена физиологом Вебером. Если искусственно раздражать стволы блуждающего нерва, то сердце начинает биться медленнее; если же перерезать эти нервы,[1] то сердце,

[1] Не забывайте, что эта операция влечет за собой обычно острое заболевание, а там и смерть животного. См. гл. XII.

наоборот, начинает биться быстрее обыкновенного. Объясняется это тем, что вместе с перерезкой блуждающих нервов прекращается их тормозящая роль, и ускоряющие нервы сердца, не сдерживаемые больше работой блуждающих нервов, выявляют полностью свою физиологическую роль. Значит, нормальная деятельность сердца обусловливается постоянным взаимодействием нервов, задерживающих (блуждающих) и ускоряющих (симпатических) отправления этого органа: они взаимно регулируют и координируют работу сердца.

Но вот что интересно. Давно известны такого рода факты: 1) разрушение больших полушарий головного мозга, равно как спинного мозга, не останавливает работы сердца, если приэтом искусственно поддерживается дыхание животного; 2) деятельность сердца не прекращается после перерезки как ускоряющих, так и задерживающих нервов его; 3) вырезанное из груди сердце может еще биться от 6 до 36 часов, смотря по животному, у которого оно вырезано — у лягушки много дольше, чем у млекопитающего. На что указывают эти факты? Да только на то, что сердце, очевидно, имеет свой особый нервный аппарат, который действует автономно, независимо от деятельности нервной системы: в полой мышце, именуемой сердцем, заложены самостоятельно функционирующие нервные центры, представляющие собою скопления нервных клеток. У земноводных (лягушка) имеется три таких центра; один из них помещается в том месте, где полые вены впадают в сердце, другой находится в перегородке между предсердиями, а третий помещается в перегородке между предсердиями и желудочком. У млекопитающих клетки нервных центров скопляются в задней части перегородки предсердий, у устьев полых вен, — около отверстия аорты и т. д. (Данилевский).

Кровь, омывающая сердце, и образующиеся в сердечной мышце продукты обмена веществ являются, по мнению большинства физиологов, тем внутренним раздражителем, под влиянием которого возникает работа нервных центров сердца. А блуждающие и симпатические, задерживающие и ускоряющие нервы, действуя на эти центры, регулируют и нормируют сердечную деятельность.

Глава XIII.

МОЗГ И ЕГО РАБОТА.

Большие полушария. — Опыты, выясняющие их роль. — Опыты Гольца: «чудо-собака». — Галль и Флуранс. — Открытие Фритча и Гитцига. — Двигательные центры больших полушарий. — Центр Брока. — Афазия, аграфия и алексия. — Чувственные центры больших полушарий. — «Без больших полушарий нет ни чувства, ни воли, ни мысли». — Мозг различных животных. — Бороздки и извилины мозга.

Большой мозг продольной бороздой делится на два больших участка, называемых полушариями.

Он состоит из серого и белого вещества; часть серого вещества образует так называемую мозговую кору, которая покрывает оба полушария и снабжена множеством борозд и извилин. Здесь, в сером веществе мозговой коры, берут начало те двигательные нервные волокна, которые вызывают сознательные и зависящие от нашей воли движения; наконец, в мозговую кору вступают нервные волокна, идущие из органов чувств и некоторых других органов, те самые волокна, которые вызывают в нас способность сознавать и ощущать всевозможные внешние впечатления. Нечего и говорить, что значение коры обоих полушарий и всего вообще большого мозга очень велико. А это заставляет нас остановиться на строении его (рис. 125 — 138).

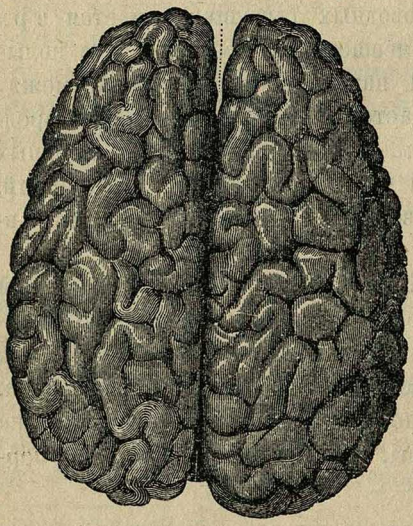


Рис. 125. Большие полушария.

Рисунок 127 схематически изображает большой мозг в разрезе. Он представляет только левую половину большого мозга, — левое полушарие и лишь небольшую часть правого полушария. Тут вы видите извилистую мозговую кору, мозолистое тело соединяющее одно полушарие с другим, затем — полосатое тело, чечевицеобразное тело *B*. Варолиев мост (*p*) и другие внутренние части большого мозга, составленные главным образом из «серого вещества».

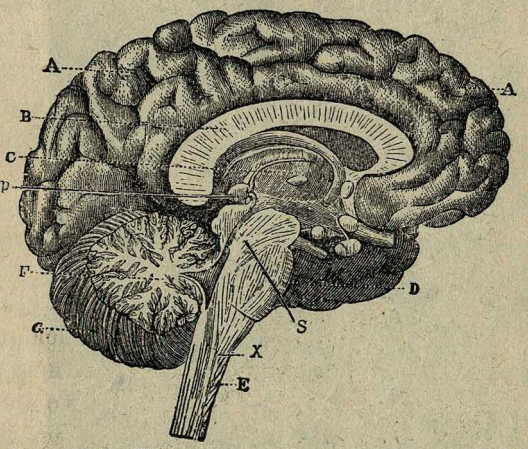


Рис. 126. Продольный разрез головного мозга (сверху вниз). *A*, *A* — левое полушарие; *B* — так называемое «мозолистое тело», — спайка между полушариями; *FG* — мозжечок; *X* — продолговатый мозг; *E* — спинной мозг; *C* — зрительный бугор.

Вся эта мозговая масса сложена из нервных волокон и клеток.

В мозговой коре различают множество нервных клеток. Это прежде всего большие пирамидальные клетки, о которых мы уже говорили раньше. Каждая такая клетка дает один простой и несколько богато ветвящихся дендритов.

Простые отростки пирамидальных и других клеток, одевшись в мозговую мякоть, превращаются в нервные волокна, которые направляются в белое мозговое вещество и частью служат для того, чтобы установить связь между различными отделами одного и того же полушария, а также обоих полушарий.

Массы «белого вещества» состоят главным образом из нервных волокон.

Одни из них тут же, в больших полушариях, и заканчиваются; другие, наоборот, выступают за пределы полушарий и направляются сперва в основание головного мозга, а затем и дальше к более или менее отдаленным частям «серого вещества» спинного мозга.

Нервные волокна, остающиеся в пределах мозговой коры, исполняют двоякое назначение: часть их соеди-

няет однородные участки обоих полушарий; другая часть связывает различные пункты одного и того же полушария.

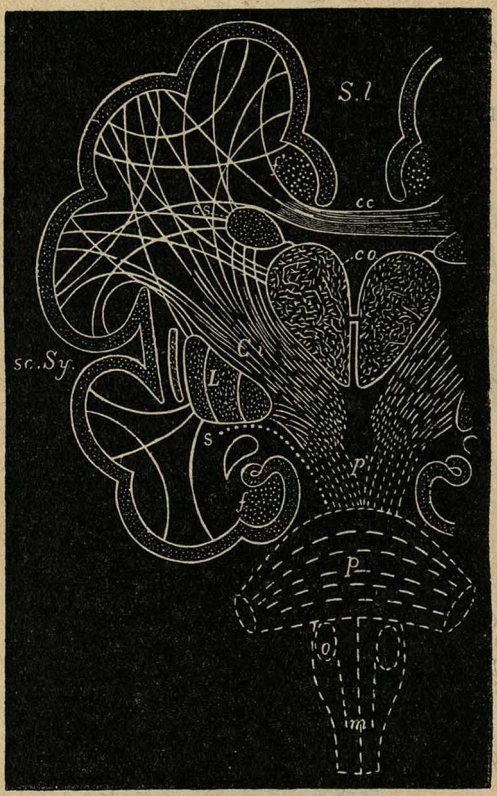


Рис. 127. Разрез большого мозга. Видны направления различных волокон. *c*, *c* — мозолистое тело; *co* — зрительный или оптический слой; *L* — чечевицеобразное тело; *p* — Варолиев мост; *p'* — ножка. (Рисунок схематический.)

Нервные волокна, выходящие за пределы мозговой коры, также распадаются на две группы: самые короткие из них соединяют мозговую кору с основанием большого мозга (например, с зрительным пластом), а те, что подлиннее, спускаются ниже, в спинной мозг (Мейнерт).

Так, при помощи всей этой сети бесконечно переплетающихся нервных волокон устанавливается связь между различными участками центральной нервной системы, с одной стороны, и между этой последней и различными частями и органами всего тела, с другой. Только при наличии такой связи становится понятной та сложная, многообразная и строго согласованная, гармоничная игра нервных процессов, которая обусловливает и держит в своей власти многостороннюю деятельность живого организма.

Итак, нервные клетки и нервные волокна — голые и мякотные — вот главнейшие строительные элементы мозга. Это, однако, не все. Исследуя под микроскопом мозговую ткань, в ней находят еще одну группу строительных элементов не нервного характера, заполняющих собой промежутки между

нервными клетками и волокнами. Эту своеобразную промежуточную ткань мозга называют нейроглией (нейроглия). Она находится и в белом и в сером мозговом веществе.

В белом веществе, среди мякотных волокон, повсюду рассеяны очень оригинальные клетки, похожие с виду то на микроскопические звездочки с тонкими, длинными лучами, то на микроскопических паучков.

Их название — астроциты, что значит звездчатые клетки (рис. 129).

Есть такого рода клетки и в сером мозговом веществе. Но здесь они отличаются тем, что имеют более правильную лучистую форму и снабжены сравнительно короткими лучами, почему и называются коротко-лучистыми астроцитами.

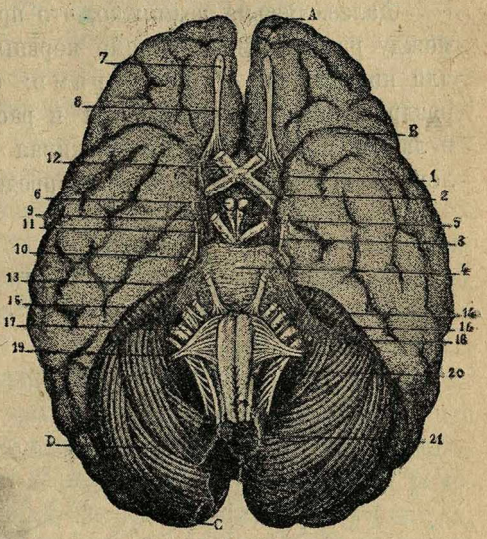


Рис. 128. Головной мозг человека (вид с основания). *A* — лобная доля; *B* — височная доля; *C* — затылочная доля мозга; *D* — мозжечок; 7 — обонятельная луковица; 10 — тройничный нерв; 12 — перекрест зрительных нервов; 14 — лицевой нерв; 16 — слуховой нерв; 19 — подъязычный нерв; 21 — разрез спинного мозга. Выше — продолговатый мозг.

Нейроглия, третий строительный элемент мозгового вещества, до сих пор еще возбуждает немало споров среди физиологов. В то время как одни считают «астроциты» за настоящие клетки, другие не признают их таковыми и рассматривают всю «нейроглию» как сплошной сетчатый или губчатый остов, состоящий из живой протоплазматической массы с рассеянными в ней ядрами и служащий чем-то вроде опоры для подлинных нервных элементов мозга. А потом не установлена еще в точности физиологическая, т. е. жизненная, роль нейроглии. Наш известный ученый Максимов, о котором здесь уже не раз упоминалось, склонен думать, что эта часть мозгового вещества несет весьма разнообразную службу. И вот в чем она, по его мнению, заключается.

Поскольку нейроглия действительно заполняет промежутки между нервными элементами мозга, постольку ее, конечно, можно рассматривать как «опорную ткань», которая связывает,

скрепляет различные отделы головного мозга, придавая ему определенные очертания.

Далее. Весьма возможно, что прослойки нейроглии, лежащие между различными группами нервных клеток и волокон, служат для них как бы изоляторами: они не позволяют нервному раздражению перекидываться и распространяться беспорядочно в любом направлении, задерживая это раздражение в определенных границах и на строго определенных путях.

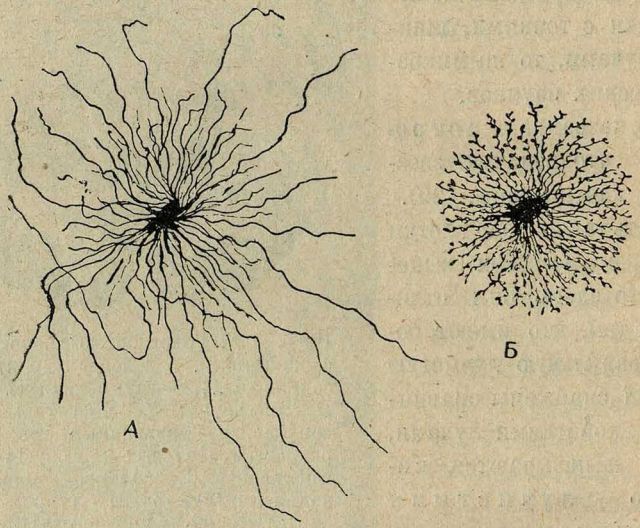


Рис. 129. Длинно-и коротколучистые звездчатые клетки нейроглии из серого и белого вещества головного мозга человека. *А* — длиннолучистые. *Б* — коротколучистые клетки.

Затем, нейроглия, по всей вероятности, играет очень большую роль в деле питания и обмена веществ мозговой ткани.

Наконец. Есть основание думать, что астроциты, звездчатые элементы нейроглии, берут на себя временами и роль фагоцитов, т. е. клеток-пожирателей (вспомните о деятельности белых кровяных шариков).

Когда нервные элементы в процессе своей жизнедеятельности разрушаются, астроциты подбирают и поглощают мелкозернистые продукты разрушения. Но бывает и так, что группы астроцитов, окружающих видимо здоровую, жизнеспособную нервную клетку, изменивши несколько свой вид и уподобив-

шись настоящим фагоцитам, внедряются своими отростками в протоплазму этой клетки, разъедают и переваривают ее без остатка. Это уже скверно. Эти процессы, как показывают наблюдения Мечникова, разыгрываются в организме обычно к старости, когда строительные элементы нашего тела теряют свою устойчивость и сопротивляемость, а потому легко подвергаются нападению «нейронофагов» (так принято называть тот вид фагоцитов, которые обрушиваются на нервные клетки).

Ознакомившись в основных чертах с строением больших полушарий, мы можем приступить к рассмотрению их деятельности.

Головной мозг давно уж считается тем органом, в котором возникают и протекают различные «душевные переживания». Когда-то очень популярный французский физиолог Кабанис, живший во второй половине XVIII и в начале XIX столетия, пустил в оборот крылатый афоризм, гласивший, что головной мозг вырабатывает мысли так же, как печень вырабатывает желчь. А за сто лет до него один из величайших философов Декарт, установивший впервые понятие о рефлексах, высказал даже предположение, что резиденцией души служит тот небольшой участок головного мозга, который известен под названием шишковидной железы. Однако немецкий ученый Галль (1758—1828 гг.), на основании некоторых наблюдений и целого ряда соображений, частью законных, а частью совершенно произвольных и бездоказательных, пришел к выводу, что душевная деятельность слагается из различных, совершенно самостоятельных, независимых друг от друга отправлений, и что в головном мозгу имеются особые отделы для каждой из душевных способностей. Исходя из этих соображений, Галль пытался даже создать особую новую науку, френологию. Основная мысль этой «науки» сводилась к тому, что по форме человеческого черепа можно судить о форме мозга и о степени развития его различных отделов; а так как, по мысли Галля, различные отделы головного мозга являются носителями определенных душевных способностей, то выходило так, что, изучив надлежащим образом череп человека, мы можем определить и и его «душевный мир» — характер, темперамент, призвание, духовные склонности, умственные способности и т. д.

Одно время френология пользовалась среди образованных кругов европейского общества большим кредитом, и имя ее основателя, Галля, было очень популярно. Но против этого модного

учения восстал французский физиолог Флуранс — ученый, о котором здесь уже упоминалось. Свои возражения Галлю он построил на опытах с вырезыванием у животных различных участков большого мозга. И вот как он примерно формулировал выводы из этих опытов:

1. Можно удалить спереди, сзади, сверху и сбоку довольно значительную часть мозговых полушарий без того, чтобы пострадали «душевные отправления». Наоборот, достаточно сравнительно ограниченной части головного мозга для полного проявления «душевной деятельности».

2. Чем больше удаленная часть головного мозга, тем более ослабевают «душевные отправления», и приэтом в известном порядке. Когда удаление переходит известные границы, то «душевная деятельность» совершенно прекращается. Различные части мозговых полушарий участвуют, следовательно, совместно в проявлении «душевных отправлений».

3. Не существует различных участков мозга для различных способностей и ощущений, и все они сосредоточиваются во всем большом мозгу (по Тигерштедту).

Выраженное в такой категорической форме заключение Флуранса пользовалось почти всеобщим признанием в течение нескольких десятилетий, со времени появления в свет его исследований в 1828 г. вплоть до 1870 г. Идея Галля о том, что различные отделы головного мозга осуществляют различные функции, была предана забвению. А идея Флуранса, наоборот, стала своего рода научным догматом.

Однако, дальнейшие исследования в этой области — и в частности, исследования Брока и Мейнерта, пробили не одну брешь во взглядах Флуранса. Научная мысль вновь робко влилась в русло, намеченное, правда, с большой дозой фантастики, Галлем, пока одно открытие, колоссальное по своему значению и сделанное в 1870 г., не положило конец всем колебаниям, показавши воочию, что различные участки больших полушарий, действительно, несут неодинаковую службу.

Двое ученых, Фритч и Гитциг, нашли, что среди извилин большого мозга существуют определенные участки, при раздражении которых приходят в движение известные группы мышц. Это, как их называют, двигательные центры

коры большого мозга. Каждый из двигательных центров заведует движением одной или нескольких мышц. Существование таких центров доказывается следующими опытами. У животных вскрывают черепную коробку и обнажают таким образом большие полушария, причем наблюдателю представляется возможность видеть одно из наиболее замечательных явлений. Исследователь, заранее зная, где находится тот или иной двигательный центр, говорит, что вот он сейчас будет раздражать такой-то центр, который вызовет сокращение в такой-то группе мышц. И действительно, едва только раздражитель коснется двигательного центра, как заранее намеченная группа мышц сокращается. При этих опытах нельзя не обратить внимания на следующее весьма важное обстоятельство.

Когда раздражается центр, расположенный в правом полушарии, тогда сокращаются соответствующие ему мышцы левой половины тела. Это обстоятельство показывает, что нервные волокна, передающие раздражение, перекрещиваются в основании головного мозга, так что те, которые оканчиваются в левой половине тела, берут начало в правом полушарии, и наоборот.

Нужно заметить, что двигательные центры неодинаково выражены у различных животных: чем выше место, занимаемое животным в эволюционной лестнице, тем лучше развиты, т. е. сложнее организованы, большие полушария, тем определеннее очерчены в них двигательные области и тем большим числом специальных двигательных центров располагает животное. Так, почти гладкая поверхность мозга зайца или морской свинки имеет их меньше, чем богатые складками полушария собаки или обезьяны.

Опыты Фритча, Гитцига и Мунка, а также наблюдения Шарко и Грассе над больными, страдающими поражением тех или иных областей мозговой коры, позволяют определить местоположение различных двигательных центров у животных и человека; но это не значит, что мы можем установить чуть ли не с геометрической точностью их границы. Есть данные, свидетельствующие о том, что «различные корковые центры вторгаются один в область другого и, таким образом, отчасти покрывают друг друга своими краями» (Гедон).

*

Чтобы прочнее установить значение «двигательных» центров мозговой коры, посмотрим, к каким последствиям влечет вырезывание (уничтожение) этих центров.

Положим, что у собаки извлечен центр, приводящий в движение ее правую переднюю конечность. Паралича приэтом почти не наблюдается: животное может двигать «больной» лапой при хождении, бегании, скакании. Однако все движения, совершаемые при помощи и участии этой именно ноги, неловки: собака поскальзывается на ровном месте, пропускает «больной» лапой ступеньки лестницы, по которым подымается. Можно подумать, что нога, лишенная управляющего ею центра, перешиб-

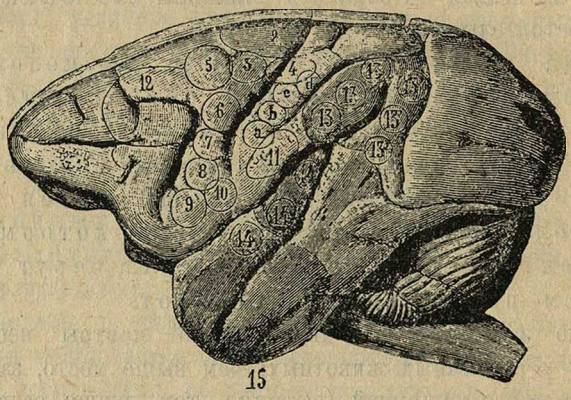


Рис. 130. Двигательные центры обезьяны. 1, 2 — двигательные центры правой задней ноги; 3 — двигательный центр хвоста; 4, 5, 6 — двигательные центры передней конечности; 7 — 11 — двигательные центры рта и языка. 12, 13 — двигательные центры головы и глазного яблока; 15 — двигательный центр губ и ноздрей.

лена: она часто сгибается то в ту, то в другую сторону, и животное часто ставит ее не так, как остальные, «здоровые» ноги, поднимает ее то выше, то ниже, чем следовало бы. Трогая «больную» ногу и сгибая ее в разные стороны, вы не замечаете никакого сопротивления со стороны собаки, тогда как подобные же манипуляции со «здоровыми» ногами вызывают протесты животного: оно отдергивает ногу, рычит, пытается укусить того, кто тревожит ее. Все эти недочеты становятся особенно заметными в тех случаях, когда собаке приходится исполнять какие-либо осмысленные движения или преодолевать препятствия. Если, например, она приучена «подавать лапу», то вам ни за что не добиться, чтобы собака подала «больную» лапу; она

всегда заменяет ее «здоровой». Если затем вы поместите животное на столе так, чтобы «больная» нога висела в воздухе, то собака не оттянет ее, а оставит в висячем положении.

Все это показывает, что собака одновременно со способностью правильно работать «больной» ногой, потеряла способность чувствовать ее: не осознавая положения ноги, она не может видоизменять и соразмерять ее движений. Вместе с удалением соответствующего «коркового центра» нога потеряла способность исполнять самопроизвольно какую бы то ни было работу: она движется автоматично, рефлекторно вместе с движениями остальных трех ног. При всем этом в «больной» ноге понижается до известной степени и чувствительность.

Ряд такого рода опытов показывает, что с удалением тех или иных двигательных (они же до известной степени и чувствительные) центров, заложенных в мозговой коре, животное сохраняет способность производить лишь такие координированные (согласованные) движения, которые зависят от деятельности мозжечка и продолговатого мозга.

Надо полагать, что двигательные центры больших полушарий представляют собой те пункты, на которые направляется воля животного, когда оно хочет совершить ряд осмысленных и вполне целесообразных движений. Во всех подобных случаях, в противоположность рефлекторным движениям, связанным с деятельностью мозжечка, спинного и продолговатого мозга, двигательное раздражение начинается в самом головном мозгу, в различных двигательных центрах его.

В числе проделываемых нами разнообразных движений есть много таких, которые только вначале были совершенно сознательны и подчинялись велениям воли. Но впоследствии они утрачивают свой произвольный характер и становятся непроизвольными, почти бессознательными. Скольких, например, трудов стоило ребенку выучиться ходить, сколько предосторожностей ему надо было принимать в соображение, как часто ему приходилось пускать для этого в ход свою волю; а между тем, прошли года, и то, что раньше было результатом его мышления и воли, сделалось чем-то бессознательным и непроизвольным. Он ходит без затруднения и обращает внимание на свои дви-

жения только тогда, когда на пути встречаются какие-либо препятствия, которые он должен будет преодолеть вмешательством своего сознания и воли. Как много труда положил скрипач на то, чтобы разобрать, выучить и затвердить на-память какую-либо длинную музыкальную пьесу, требующую самых сложных и быстрых движений пальцев левой руки и кисти правой руки. Но проходит время труда и упражнений — и тот же скрипач машинально, почти без всякого участия воли и сознания исполняет эту пьесу. Возьмите, наконец, любого гимнаста, канатного плясуна, даже какого-либо опытного ремесленника — вы и тут увидите, что многие из тех сложных движений, которые они проделывали прежде при бдительном надзоре воли и под строгим контролем сознания, теперь производятся почти машинально, превратились в ряд — правда, весьма сложных, — но все же почти рефлекторных, бессознательных движений. Над ними теперь властвуют спинной и продолговатый мозг, напутствуемые мозжечком, но не большие полушария.

Среди двигательных центров человека особенного внимания заслуживает «центр речи», который был открыт еще в 1861 году французским ученым Брока, и помещается в третьей лобной извилине левого полушария. Если разрушить или даже повредить каким-либо образом этот центр, то дело может кончиться тем, что в речи будут заметны большие расстройства, а то и вовсе пропадет способность говорить и повторять сказанное кем-либо другим. Больной напрягает приэтом всю свою волю, чтобы произнести то или иное слово, шевелит губами, двигает языком, но безуспешно: все усилия его пропадают даром — членораздельных звуков не получается, вместо них раздаются какие-то бессвязные, ничего не говорящие шумы. Но это не мешает больному понимать чужую речь, писать и даже читать «про себя». Такого рода заболевание известно в науке под именем афазии. Замечательно, что при исследовании мозга некоторых великих людей, отличавшихся ораторским даром, невольно обращало на себя внимание сильное развитие той лобной извилины, где помещается «центр речи». В то же время у глухонемых, людей, совершенно лишенных дара слова, извилина эта много проще, чем у обыкновенных людей, а у идиотов и обезьян она находится в зачаточном состоянии, очень мало заметна.

Наряду с афазией надо поставить другое заболевание, называемое аграфией. Оно наблюдается при повреждении

той части мозговой коры, которая занимает заднюю часть второй лобной извилины. Слово «аграфия» происходит от древне-греческого слова «grafo», что значит, пишу; аграфией называется такое состояние, при котором человек теряет способность воспроизводить на бумаге буквы и слова, выражающие его мысли, чувства и желания. Он все прекрасно понимает, видит, слышит, говорит и читает; он великолепно владеет своей правой рукой и может выполнять ее пальцами любую работу, но написать что-нибудь не в силах.

Третий вид заболевания, вызываемого поражением определенного отдела мозговой коры, носит название алексии. Это — поистине поразительная болезнь. Перед вами человек не только грамотный, но и образованный в полном смысле этого слова. Зрение, слух, способность говорить и понимать речь собеседника — все это сохранилось у него великолепно. Но положите перед ним развернутую книгу или исписанный лист бумаги; он смотрит на них, видит печатные или письменные знаки, но ни единого слова прочесть не может: для него они — все одно, что для нас с вами египетские иероглифы или ассирийские клинообразные письмена. Он утратил способность узнавать буквы родного языка и переводить их в членораздельные звуки. И эта оригинальная болезнь обусловливается тем, что у него поражена та часть мозговой коры, которая занята второю затылочной извилиной и прилегающей к ней височной долей мозга.

Если при алексии человек не может прочесть слово, которое он видит и смысл которого в устах других людей ему вполне понятен, то при четвертой форме заболевания он отлично слышит произносимые другими слова и сам их громко произносит, но смысл, содержание их остаются для него абсолютно непонятными — будь это даже самые простые, самые обыкновенные слова. Особенно тут любопытно то, что такой больной, во-первых, прекрасно понимает все написанное и печатное, читая это «про себя», а во-вторых, вполне отчетливо распознает все звуки, кроме членораздельных, — музыкальную мелодию, тембр знакомого голоса, свист и завывание ветра, звон колокольчика, звуки, издаваемые различными животными, шелест листьев, шум шагов — словом, все, кроме членораздельной речи человека. И это странное заболевание получило название чувственной или, что то же,

сенсорной афазии и зависит от поражения первой височной извилины и примыкающей к ней теменной доли мозговой коры.

Последние две категории фактов вводят нас в новую область явлений, имеющих прямое отношение к деятельности мозговой коры. Они показывают, что наряду с двигательными центрами коркового слоя больших полушарий можно поставить так называемые чувственные центры. Это те самые центры, которым как люди, так и животные обязаны своей способностью сознавать все впечатления, идущие от органов чувств. «Собака с поврежденными «чувственными центрами» хотя и видит, слышит, обоняет, но она уже не понимает, что она видит, слышит или обоняет. Центры эти представляют как бы хранилища, в которых сохраняется запас приобретенного раньше чувственного опыта» (Ландуа). Я остановлюсь лишь на двух таких центрах: один из них зрительный, другой — слуховой (по одному зрительному и по одному слуховому в каждом полушарии). Если раздражать зрительный центр, то в поле зрения появляются всевозможные световые и цветовые ощущения. Зрительные галлюцинации, которые преследуют людей при некоторых болезнях, вызываются болезненным раздражением этих именно центров.

Как же, спрашивается, отзывается на животных уничтожение зрительных центров? Это зависит от животного, которому сделана такая операция.

Вырезывая оба зрительных центра, например, у голубя, мы делаем его совершенно слепым на оба глаза. При уничтожении правого зрительного центра голубь слепнет на левый глаз, и наоборот.

Не так относятся к подобного рода операциям млекопитающие, например, собака и обезьяна.

Если у собаки или обезьяны вырезать оба зрительных центра, то они также слепнут на оба глаза. Если же удалить у этих животных какой-либо один из зрительных центров, то такая операция повлечет за собою ослабление зрения в обоих глазах, но не вызывет полной слепоты ни в одном из них. Почему же?

Объяснение сводится к следующему: сетчатка каждого глаза собаки и обезьяны получает нервные волокна от обоих зрительных центров, т. е. находится

в связи с обоими полушариями. Поэтому, когда мы снимаем у обезьяны кору с затылочной части правого полушария (а ведь здесь-то и помещается зрительный центр), то обезьяна теряет способность видеть что-либо в левой половине зрительного поля, ибо соответствующие части сетчатой оболочки обоих глаз ее перестают исполнять свое назначение. И наоборот: слепота в правой половине зрительного поля порождается уничтожением левого зрительного центра.

О слуховых центрах достаточно будет сказать следующее: у собаки, обезьяны и человека они находятся в височных долях

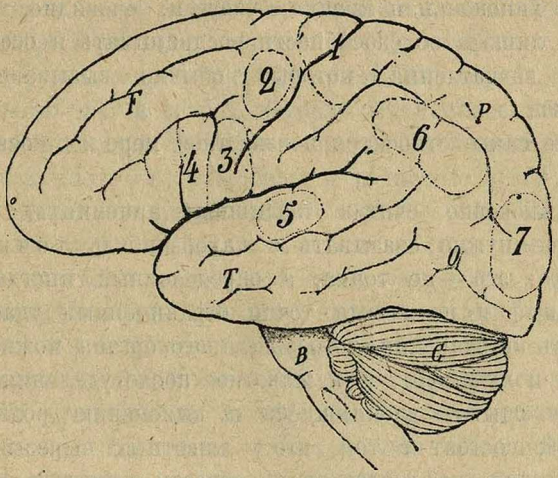


Рис. 131. Центры больших полушарий человека. *B* — продолговатый мозг; *C* — мозжечок; *F* — лобная доля; *P* — теменная доля; *O* — затылочная доля; *T* — височная доля мозга. 1 — центр движения правой ноги. 2 — центр движения правой руки; 3 — центр движения лица и языка; 5 — центр слуховых образов слов; 6 — центр зрительной памяти букв; 7 — центр зрительный. Есть, конечно, и другие центры, здесь не отмеченные.

мозговой коры; разрушение этих центров влечет за собой глухоту на одно или на оба уха, смотря по тому, разрушены ли оба центра или только один.

Если раздражать слуховые центры собаки, то она сейчас же настораживается, двигает ушами в различные стороны, т. е. принимает такую позу и выражение, которые показывают, что она слышит какие-то звуки. Это, конечно, совершенно субъективные ощущения, нечто вроде галлюцинации: на самом деле никаких звуков никто и ничто не производит, но собака их тем не менее слышит. Несомненно, что звуковые галлюци-

нации, испытываемые иногда больными людьми во время ненормально высокой температуры или при некоторых душевных расстройствах, вызываются раздражением их слуховых центров.

Что касается других чувственных центров, то о них многого не скажешь. Они в общем отличаются теми же свойствами, что и зрительный или слуховой центр. Раздражая их можно вызвать галлюцинации обоняния или вкуса; а разрушая их мы вызываем полную потерю вкуса и обоняния. Так, когда у обезьяны вырезывали полностью те части мозговой коры, где находятся «вкусовые центры», то она никак не реагировала на раздражение ее языка хиноном или крепким уксусом; очевидно, что такая операция лишала ее способности воспринимать и осознавать те вкусовые впечатления, которые обычно вызываются этими веществами.

То же самое относится в известной мере и к «осязательным центрам».

В заключение считаю нелишним напомнить, что слово «центр» не нужно связывать с какой-нибудь точкой в мозговой коре: это — не точка, а определенный иногда довольно значительный и не всегда точно ограниченный участок коры.

Судить о значении того или иного органа можно по тому, как ведет и чувствует себя животное после удаления его. Поэтому все опыты, клонившиеся к выяснению роли больших полушарий, состоят в том, что у животных вырезывают полушария и затем уже следят за их образом действия.

Прежде всего нужно помнить, что млекопитающие, у которых был вырезан большой мозг, жили обыкновенно недолго, так что произведенные над ними наблюдения сравнительно редки. Другое дело — птицы и лягушки. Ученым удавалось поддерживать жизнь этих животных в течение нескольких месяцев, после того как у них был вырезан большой мозг.

Приведем несколько ценных наблюдений, показывающих, как ведут себя различные животные, лишенные больших полушарий.

Начнем с лягушек.

«Лягушка, лишенная больших полушарий, говорит Фредерик, почти не отличается на первый взгляд от лягушки нормальной... Ее можно принять по виду за совершенно здоровое животное. Она не хватает более добычи и умерла бы с голоду, если бы ей не вкладывали пищу в глотку. В таком виде ее можно продержать год и даже два. Она остается на месте, если

ее не тревожить; при раздражении она прыгает и затем снова остается на месте... Все рефлексы у нее совершаются легко... Лягушка начинает квакать всякий раз, как ей теребят кожу на спине. Она даже производит такие согласованные (координированные) движения, каких, повидимому, обычно в нормальном состоянии она не делает. Так, будучи посажена на руку, которую притом слегка поворачивают, она довольно быстро вскарабкивается с одной стороны на другую. Если рука производит более быстрые движения, лягушка соскакивает с нее совсем как нормальное животное».

Вот перед вами голубь без большого мозга. Он запрятал голову под крыло и сидит неподвижно, точно дремлет. Толкните его; он встрепенется, встряхнет крыльями, откроет глаза, сделает несколько шагов вперед, неровно покачиваясь точно пьяный и опять остановится в такой же неподвижной позе, как и раньше. Если вы вздумаете его накормить и поднесете к его клюву несколько зерен, то он их не тронет; однако откройте ему клюв, положите зерно на корень языка, и голубь проглотит его. Интересно знать, в каком состоянии находятся его органы чувств. Когда вы ущипнете ему ногу, он сперва отдернет ее, затем подымет и спрячет под крыло, а сам останется в таком же положении на одной ноге. Если же прикоснуться чем-нибудь и к другой ноге его, то он опустит первую и спрячет ту, которую тронули. Поднесите к его глазам зажженную свечу: голубь забеспокоится и начнет бессмысленно следить за нею. Когда вы поднесете к его ноздрями какое-либо сильно пахучее, едкое вещество, он резко встряхнет головой и примется чесать ногою клюв, как бы желая устранить неприятный для него запах. Возьмите, наконец, этого голубя в руки и подкиньте его вверх: он расправит крылья, взмахнет ими и полетит прямо по одному направлению до тех пор, пока не встретит какого-либо препятствия, о которое ударится, и, если только не расшибется, свалится на землю, сядет неподвижно и снова впадет в прежнее дремотное состояние.

Но вот ряд других наблюдений над голубем, которые показывают, что он, несмотря на отсутствие больших полушарий, все же воспринимает *зрительные впечатления в их простейшей форме* [1] и под влиянием таких раздражений

[1] См. последнюю главу — об «анализаторах».

производит ряд довольно сложных и целесообразных движений. Наблюдения эти сделал немецкий ученый Шрадер.

Он посадил голубя, у которого были вырезаны большие полушария, на пробку, воткнутую в бутылку. Бутылка была поставлена на высоте двух слишком аршин от пола. Первые минуты голубь сидел спокойно, как во время сна. Затем он очнулся, стал озираться по сторонам, наклонять голову, напряженно смотреть вниз, как бы измеряя отделяющее его от пола расстояние. Несколько раз он собирался взлететь, но, видимо, не решался и принимался снова с большим вниманием смотреть вниз. Наконец, он снялся с места и, описав в воздухе небольшую дугу, ловко спустился на пол.

После этого голубя снова посадили на прежнее место; но теперь недалеко от него было поставлено возвышение такой же приблизительно высоты, как и то, на котором он сидел. На этот раз голубь гораздо раньше решился переменить свою позицию на более удобную, перелетевши быстро и искусно на новое возвышение. Наконец, его еще раз пересадили на бутылку, поставивши неподалеку от нее стул, повернутый спинкой в ту сторону, где сидел голубь, и последний, недолго думая, поднялся с пробки и опустился на спинку стула.

Как понимать поведение этого голубя? Неужели он соображает, мыслит, сознает, что делает? Нет, сознание тут не при чем: голубь автоматически, непроизвольно проделывает все эти сложные и бесспорно целесообразные движения. Но ведь мы уже отлично знаем, что «целесообразные» движения могут совершаться при участии хотя бы мозжечка. Чтобы вы убедились, что это действительно так, что птица, лишенная больших полушарий, лишена в то же время и сознания, приведу наблюдения того же Шрадера над соколом, у которого были вырезаны большие полушария.

Сокол, как известно, — прекрасный охотник. Ловит он не только птиц, но и мелких млекопитающих, например, мышей, и, поймавши их, немедленно растерзывает и пожирает.

Однажды в клетку, где находился лишенный большого мозга сокол, было посажено несколько мышей. Всякий раз, когда какая-нибудь из них начинала двигаться, и сокол замечал это, он набрасывался на мышь и схватывал ее когтями. Но дальше этого дело не шло. Стоило только добыче перестать двигаться, как сокол оставлял ее в покое и, повидимому,

совершенно забывал об ее существовании. Мышь, почувствовавши свободу, опять начинала двигаться, и сокол снова ловил ее с тем, чтобы сейчас же забыть о ее присутствии так же, как и в первый раз. Это удивительное общество продержалось до тех пор, пока в один прекрасный день мыши не сожрали живьем сокола. Животное оказалось совершенно беспомощно.

Как можно истолковывать поведение этого сокола? Зрительные ощущения, вид движущегося предмета, вызывали в нем ряд привычных, целесообразных движений, направленных к тому, чтобы схватить этот предмет. Но вот мышь поймана. Что же дальше? Дальше сокол не знает, не понимает, не помнит, что делать, да и не может помнить, ибо у него уже нет органа памяти.

Выше мы упомянули, что такого рода опыты с млекопитающими обыкновенно кончались неудачей. Но вот нашелся талантливый, остроумный ученый, который в конце концов добился того, что казалось недостижимым для других. Имя этого ученого — Гольц.

Гольц вырезал у взрослой собаки почти весь большой мозг, но сделал это так искусно, что она сохранила способность жить в течение многих месяцев. [1] И вот эта-то собака послужила предметом очень разнообразных опытов и наблюдений.

Посмотрим сперва, какие анатомические и физиологические изменения нашел Гольц у этой собаки при жизни и после смерти.

Продолговатый мозг и мозжечок сохранились вполне и совершенно нормальны. Зато мозолистое тело полностью атрофировалось, от него не осталось и следа, а зрительные бугры и четверохолмие сильно изменились. От больших полушарий сохранились только небольшие участки височных долей, да и те атрофированы. Все это установило вскрытие, после того как собака была убита. А при жизни было отмечено следующее.

Пищеварение нормально. Кал как по составу, так и по цвету также ничем не отличается от кала здоровой собаки. Нормальна и моча — ни белка, ни сахара в ней не найдено.

Иную картину представляют органы чувств.

[1] Были оставлены лишь очень незначительные части обоих полушарий вместе с зрительными буграми. Операция производилась в три приема — 27 июня и 23 ноября 1889 г. и 17 июня 1890 г. Собака погибла 31 декабря 1891 г. (была убита для исследования), т. е. жила еще больше полутора года после операции.

После операции чувство обоняния — это так ярко выраженное у собак чувство — совершенно утеряно. Осязание очень притуплено. Слух и вкус сохранились лишь в слабой степени. Не лучше обстояло дело и со зрением: собака не считалась с встречающимися на ее пути препятствиями, нередко тыкалась куда попало, не различая, какой перед нею предмет — живой или мертвый. В глазах не чувствовалось никакого выражения, в них сквозила одна лишь тупость. И эта тупость сказывалась во всем ее поведении.

Дни ее проходили, как у обыкновенной собаки. Она то спала, то бодрствовала, часто прогуливалась, но в движениях ее явственно проглядывала возбужденность: бывало, целыми часами бродит она безостановочно и беспокойно по клетке, пока не выбьется из сил и не приляжет, чтобы несколько отдохнуть. Она лаяла и по временам выла. Когда давали мясо и молоко, она жадно их проглатывала.

Если же к пище подмешивалось что-нибудь неприятное на вкус, например, хинин, она тотчас ее выплевывала. Вообще в период голодания животное выглядело беспокойным, а после еды успокаивалось. На щипки оно отвечало недовольным ворчанием и даже пыталось укусить щипавшую ее руку. Когда Гольц погрузил одну из лап этой собаки в холодную воду, она быстро отдернула ее. В то время как она крепко спала, ее можно было разбудить громкими звуками рожка, раздававшимися в соседней комнате. Если в темную комнату, где лежала она, врывалась яркая полоса света, то собака сейчас же щурилась и закрывала глаза, так как свет, очевидно, раздражал ее в подобных случаях.

Чего же нехватало ей? Очень многого: прежде всего памяти. Она не узнавала никого из окружающих — ни хозяина, ни своих друзей, с которыми, будучи здоровой, так много забавлялась; ни брань, ни ласки не производили на нее никакого впечатления: она не откликалась на них, оставаясь совершенно безучастной и к окрикам хозяина, и к ласковым призывам его. Это было апатичное, беспомощное существо, автомат, а не животное: оно не могло самостоятельно разыскивать пищу, выйти из неудобного положения, избежать опасности. Словом, все, что так или иначе соприкасалось с работой сознания, все это, казалось, было полностью уничтожено.

Само собой разумеется, что на людях нельзя производить такого рода опыты, какие Гольц проделывал с собакой. И не

только на людях. Они не удавались и с обезьянами: эти животные гибли дней через 10—15 после операций. Однако счастливый случай дал возможность наблюдать человека, лишенного больших полушарий. Это был ребенок — урод, не имевший от рождения больших полушарий. Несмотря на этот громадный недочет он прожил несколько лет.

«Ребенок этот,— по словам Данилевского,— правильно сосал грудь, а затем и соску. Но ручками не мог ее держать. В течение первого года он почти все время находился как бы в сонном состоянии, ничем не выражал ощущений голода. Глаза его были неподвижны, при сильном освещении они закрывались; других признаков зрения не было замечено. Никаких произвольных движений у него не наблюдалось, кроме постоянного крика во второй половине жизни. Этот интересный случай отсутствия больших полушарий при продолжительной жизни уродца ясно свидетельствует об отсутствии признаков не только психической жизни, но даже чувственных восприятий, зрительных и слуховых».

Мы видим, таким образом, что животное, лишенное большого мозга, теряет способность осознавать ощущение, мыслить, проявлять свою волю. Движения, которые оно проделывает, совершенно непроизвольны, несмотря на свою сложность, и зависят исключительно от деятельности оставшихся в целости мозжечка, продолговатого и спинного мозга. Ощущения воспринимаются, но они не сознаются; воля и мысль совершенно отсутствуют и потому животное сидит неподвижно, точно во сне и не делает ни одного сознательного, произвольного движения, если только не будет каких-либо раздражителей извне; оно сохраняет способность производить более или менее сложные движения только в ответ на внешнее раздражение. Словом, перед нами не мыслящее, чувствующее и, главное, желающее хоть чего-нибудь живое существо, а какая-то автоматическая машина, начинающая работать так или иначе, смотря по тому, какой из винтиков ее нажали.

Вывод очевиден: полушария большого мозга представляют собой то место, где у высших позвоночных животных совершаются все «душевные» отправления: без них нет ни чувства, ни воли, ни мысли.

Первое, чем интересуются обыкновенно при вопросе о головном мозге, это именно вопрос о том, в каком отношении

находится вес и величина мозга к умственным способностям. Однако, наблюдения на этот счет дают очень мало ценных выводов.

Головной мозг мужчины весит около 1 350 *г*; у женщины вес его на 120—150 *г* меньше. Однако, тут могут встречаться весьма большие колебания даже у людей с вполне нормальными умственными способностями. Вообще же можно отметить тот факт, что вес мозга у низших племен, у дикарей, негров и даже китайцев в среднем несколько меньше веса его у людей белой расы. Если сравнить вес человеческого мозга с весом его у различных животных, то окажется, что только у кита и слона он несколько больше чем у человека, тогда как у всех остальных животных, каких бы размеров они ни достигали, мозг всегда много меньше, чем у человека. Кстати будет заметить, что если мы желаем установить хотя бы приблизительную связь между весом мозга и умом животных, то нужно всегда иметь в виду не то, сколько весит мозг сам по себе, а как относится вес его к весу всего тела животного.

Если, с другой стороны, сравнить вес мозга у людей, отличавшихся громадными умственными способностями, с весом мозга не только безусловных идиотов, но и обыкновенных смертных, то разница тут будет весьма значительная. В то время как вес мозга несомненно талантливых и гениальных ученых и писателей — Кювье, Байрона, Гауса, Шиллера, Тургенева и других доходил до 2 000 *г*, у обыкновенного смертного он никогда почти не переваливает за 1 500 *г*. Правило это, однако, страдает многими исключениями: мозг Гамбетты — человека бесспорно выдающегося — имел сравнительно небольшой вес.

Нужно думать, что большая величина и более или менее правильная форма головы должны, если не всегда, то по крайней мере иногда, отличать людей большого ума от посредственностей, хотя и это не безусловное и не непременное правило.

Есть еще и другие, если можно так выразиться, приметы, по которым можно судить об умственном превосходстве одних животных и одних людей над другими. Укажем на некоторые из них. Можно с уверенностью утверждать, что местом духовной деятельности служит серое вещество головного мозга; поэтому, конечно, относительная величина его в сравнении с белым веществом может с некоторой вероятностью указывать на степень умственного развития как различных животных, так

и различных людей. А так как размеры коркового слоя определяются числом и глубиной мозговых извилин, складок и бороздок, то большее или меньшее количество их позволяет судить приблизительно о степени развития умственных способностей. Посмотрите на мозг низших животных, например, рыб, лягушек, даже птиц, и вы увидите, что поверхность их мозга совершенно гладкая. Перейдем от них к млекопитающим, и уже у кролика найдем несколько извилин, а у собак их будет весьма значительное количество; наконец, у слона, едва ли не самого умного из всех животных, большие полушария обилуют мозговыми бороздами. Точно также у людей высоко даровитых почти всегда находили очень много глубоких извилин на поверхности больших полушарий. Известно, например, что мозг знаменитого математика Гауса был чрезвычайно богат извилинами. Впрочем, и тут имеются многочисленные исключения: мозг жвачных животных очень богат складками.

Глава XIV.

«ТАЙНЫ» МОЗГОВОЙ КОРЫ.

Нейронная теория. — Гипотеза Флексига. — Классические опыты Павлова.— Условные рефлексы. — Распространение и торможение нервного процесса.— Организм и среда. — Учение об анализаторах. — Внешний и внутренний мир животного. — Мозговая кора — орган высших отправлений центральной нервной системы. — Общая картина деятельности мозговой коры. — «Рефлексология» и психология.

Продолжим нашу беседу о «высшей деятельности» нервной системы и вернемся снова к вопросу о микроскопическом строении ее.

Мы уже знаем, что спинной мозг сложен из нервных волокон и нервных клеток. То же самое надо сказать и о других частях центральной нервной системы (головной мозг).

Но какова связь между этими строительными элементами? Знать это необходимо, ибо только тогда несколько рассеется тот мистический туман, которым еще не так давно была подернута вся область нервных отправлений организма. Мы попытаемся проникнуть, насколько это во власти современной науки, в те «тайники» нервного аппарата, где совершается органическая работа высшего порядка, где приходится иметь дело с такими понятиями, как «ощущение», «воля», «мысль». Конечно, нет никакой надобности вступать в эту область с преувеличенными чаяниями и надеждами. Но можно надеяться, что те предварительные элементарные сведения о строении и деятельности нервных элементов, о «чувствительных» и «двигательных» клетках, о рефлексах и т. д., которые даны на предыдущих страницах, помогут читателю разобраться в дальнейшем. Итак к делу.

Вернитесь к рисунку 86.

Это — нервная клетка передних «рогов» спинного мозга. Это, стало быть, двигательная спинно-мозговая клетка. Она, если не забыли, состоит из клеточного тела и двоякого рода

отростков. Один из них, простой, известен под именем аксона (а) — от слова «акс», что значит ось; другие отростки — неправильные, ветвистые — получили название дендритов (*в*) — от греческого слова «дендрон», что значит дерево.

Аксон, или цилиндрический осевой отросток нервной клетки, имеет на большом расстоянии одну и ту же толщину и не ветвится древовидно, хотя и образует на пути своем боковые отпрыски. На некотором расстоянии от клеточного тела аксон одевается «нервной мякотью» и образует, таким образом, нервное волокно. Отсюда нетрудно заключить, что аксон нервной клетки есть не что иное, как осевой цилиндр нервного волокна. Запомните это хорошо. Нервы и нервные волокна отличаются иногда большой длиной. Стало быть, большой длиной должны отличаться и аксоны, если не все, то многие. Оно так и есть на самом деле: длина некоторых аксонов измеряется метрами. Таковы, например, аксоны, идущие из клеток больших полушарий головного мозга (у крупных животных) к самым отдаленным частям тела.

Не то совсем древовидно-ветвящиеся отростки нервной клетки, которые мы назвали дендритами; они за редкими исключениями коротки, заканчиваются обыкновенно тут же в сером веществе спинного мозга, не отличаются ни правильной формой, ни равномерной толщиной. Следует, пожалуй, отметить, что у беспозвоночных животных разница между аксонами и дендритами далеко не всегда четко выражена.

Итак, повторяем, клетка спинного мозга (тоже, как увидим дальше, относится к клеткам головного мозга) состоит из клеточного тела и двоякого рода отростков: аксона и дендритов (обыкновенно нескольких). Все это вместе взятое, т. е. клеточное тело и относящиеся к нему аксоны и дендриты, известно под названием нейрона. Так как нервные волокна, из которых складываются нервы, представляют собой продолжения аксонов, то мы можем смело сказать, что вся нервная система человека и животных является собранием бесчисленного множества нейронов.

Но как, спрашивается, понимать эти слова: «собрание нейронов»? Что это — беспорядочная, хаотическая куча? Нет: перед нами строго и гармонично распланированная «система нейронов», соединенных между собой путем особого рода «сочленений» (артикуляции).

Чтобы понять, в чем тут дело и как сочленованы между собой отдельные нейроны, нам необходимо коснуться еще подробнее их строения.

Каждый аксон у окончания своего рассыпается на щеточку тончайших волоконец, образующих так называемые конечные древовидные разветвления (арборизация, от слова «арбор», дерево, или телодендрий, т. е. конечное деревцо).

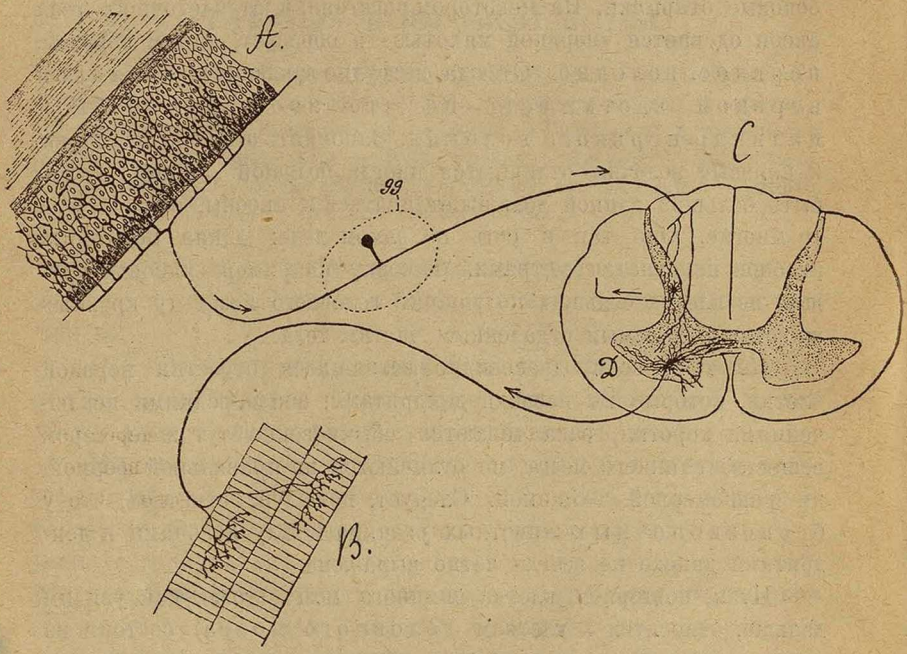


Рис. 132. Рефлекс. Путь нервного раздражения. *A* — область слизистой оболочки с разветвлениями чувствительных волокон. *B* — мускульные волокна с расположенными в них щеточками аксона. *C* — разрез спинного мозга с клетками. *Д* — двигательная клетка.

Путем таких щеточек нейрон «сочленяется» с другими нейронами или же приходит в соприкосновение с теми клетками, деятельность которых он вызывает, например, с мускульными волокнами, с клетками различных желез и т. п.

Связь между нейронами устанавливается следующим образом: «щеточка» одного нейрона подходит близко, вплотную к дендриту другого нейрона. Это наглядно показано на рисунке, изображающем микроскопическое строение глазной сетчатки.

То же самое вы можете проследить на ряде других рисунков, помещенных дальше в этой главе. Обыкновенно всякое нервное раздражение приходит по дендриту в тело нервной клетки (или возникает в самой клетке), которая, таким образом, является как бы центральной станцией всякого нервного раздражения; отсюда раздражение это направляется по аксону к «щеточке» последнего, затем из «щеточки» переходит сперва в дендрит, а потом в тело другого нейрона. Иначе говоря, дендриты воспринимают и собирают раздражение, приводя его в тело клетки, а аксоны (их называют иначе нейритами) отправляют это раздражение из тела клетки к другому нейрону или к другим клеткам организма.

Рассмотрим, для примера, какими путями идет нервное раздражение, которое вызывает рефлекторное сокращение какой-нибудь мышцы. Для большей наглядности приводим схематический рисунок (132).

Положим, что *А* представляет собой часть слизистой оболочки.

Под влиянием того или иного раздражителя нервные окончания, т.-е. телодендрии, рассеянные здесь между клетками слизистой оболочки, испытывают возбуждение, которое сперва передается чувствительной клетке спинно-мозгового узла, а затем воспринимается дендритом двигательной клетки спинного мозга. Дальше по дендриту оно проходит в тело двигательной клетки (*Д*), которая, в свою очередь, передает это раздражение своему аксону; аксон, превращенный по выходе из клетки в длинное нервное волокно, подходит к мышечным волокнам и образует здесь целую щеточку тончайших разветвлений; нервное раздражение по щеточке передается мышечным волокнам и волокна под влиянием его сокращаются (см. стрелки на рисунке.)

В только что рассмотренном случае путь, который пробегает непроизвольное нервное раздражение, взят самый короткий: он слагается всего лишь из двух нейронов. Часто он бывает длиннее, и тогда в нем принимает участие три-четыре и больше нейронов. Как это происходит — видно из помещенных ниже двух рисунков (рис. 133 и 134).

Рисунки эти дадут вам, между прочим, представление о том, как аксоны некоторых клеток двоятся и образуют боковые отпрыски, которые играют совершенно самостоятельную роль в качестве проводников нервного раздражения.

Еще длиннее и сложнее путь рефлекторного раздражения, представленный на рисунке 134. Обратитесь к этому рисунку, просмотрите его внимательно, и вам не трудно будет после всего сказанного самостоятельно разобраться в нем.

Проследим теперь путь нервных раздражений, идущих от двигательных центров мозговой коры вниз по спинному мозгу до нервов, приводящих в движение мышцы. Для этого предлагаем вашему вниманию рисунок 135.

Путь этот образуется двумя нейронами (рисунок, конечно, схематический). Один из них — центральный — начинается в мозговой коре, в ее «двигательных», пирамидальных клетках

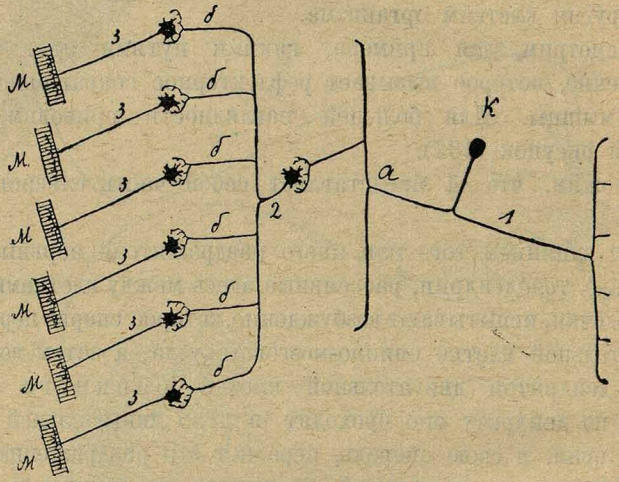


Рис. 133. Рефлекс с участием трех нейронов. 1 — клетка (*к*), направляющая от себя раздражение по аксону, который двоится и образует боковой отпрыск (*а*); 2 — второй нейрон. Он получает раздражение из щеточки 1-го при помощи своего дендрита и передает это раздражение своему аксону, который сперва двоится, а затем дает ряд боковых отпрысков (*б*). Эти производные аксоны при помощи своих щеточек передают раздражение группе нейронов 3-го порядка (3), которые, восприняв раздражение своими дендритами, направляют его к мускульным волокнам (*м*).

(*а*). Аксон этого нейрона, преобразовавшись в нервное волокно, спускается вниз. Заметьте, однако, следующее: на рисунке нашем изображены три пары центральных нейронов, а следовательно, три пары аксонов или, вернее, нервных волокон. Одна пара (*а*, *а*) спускается прямо, не перекрещиваясь, к спинному мозгу до пункта, обозначенного у нас буквой *е*; другая пара также направляется к спинному мозгу (a^1, a^1), но, выйдя из головного мозга, перекрещивается в пункте, отмечен-

ном на рисунке буквой *c*. Обе эти пары нервных волокон подходят к двигательным клеткам спинного мозга, дающим начало двигательным волокнам спинно-мозговых нервов. Наконец, третья пара выходящих из мозговой коры аксонов (a^2, a^2) также перекрещивается (*к*), но в спинной мозг не направляется: эти аксоны подходят к клеткам, дающим начало двигательным волокнам головных нервов.

Нас сейчас занимает тот путь, который обозначен на рисунке буквами a^1cdm (рис. 135).

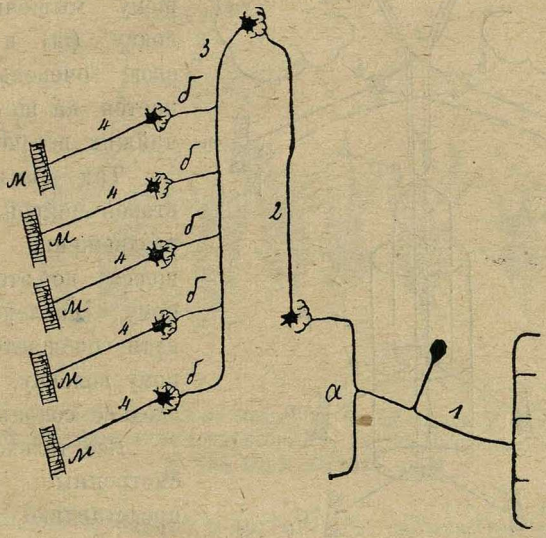


Рис. 134. Рефлекс с участием 4-х нейронов. (Рефлекс спинно-мозговой, как и предыдущий.) 1, 2, 3, 4 — последовательный ряд нейронов; *а* — боковые отпрыски, — производные аксоны — первого нейрона; *б* — производные аксоны 3-го нейрона; *м* — мускульные волокна.

Допустим, что мозг «дает приказание» тому из двигательных центров коркового слоя, одна из клеток которого помещается в пункте a^1; предположим, что «приказание» это доходит до клетки a^1 в виде нервного раздражения, вызванного зрительным или слуховым впечатлением. Что же дальше?

Дальше раздражение клеточного тела спускается по волокну (т.-е. по преобразованному аксону) в спинной мозг, где в точке *c* перекрещивается с волокном, идущим от соответствующего пункта другого полушария. Спускаясь все ниже и ниже, это нервное волокно подходит к одному из передних рогов спинного

мозга (буквы *n p*) и рассыпается на щеточку тонких веточек. Тут заканчивается путь первого нейрона, Затем на сцену выступает второй нейрон, «сочленяющийся» с первым при помощи дендрита заложенной здесь в переднем роге спинного мозга двигательной клетки (*d*). Аксон этой последней, преобразившись в двигательное нервное волокно, направляется к соответствующему мышечному волокну (*m*) и здесь, в свою очередь, рассыпается на щеточку тончайших веточек.

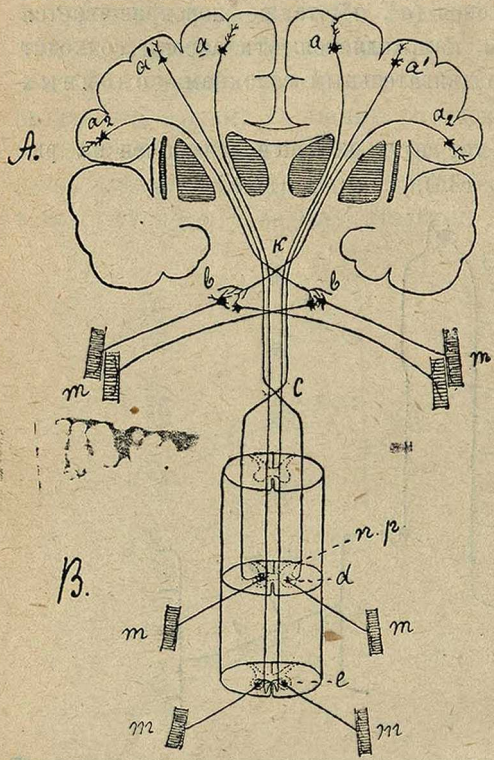


Рис. 135. Схема двигательных путей, идущих от «корковых центров». *A* — головной мозг. *B* — отрезок спинного мозга. *a*, a^1, a^2, — корковые нейроны; *в*, *в* — нейроны, направляющие свои волокна в головные нервы; *d*, *e* — нейроны передних корешков спинного мозга; *c*, *к* — места скрещивания нервных волокон; *m*, *m*, *m*, *m* — мускульные волокна, приводимые в движение соответствующими нейронами.

Так оканчивается второй нейрон. Нервное раздражение спустившееся по этому длинному, «сочлененному» пути, сообщается мышечному волокну, и это последнее сокращается.

Все только что рассмотренные примеры представляют сравнительно простое сочетание одних нейронов с другими. На самом деле связь между нейронами зачастую бывает много сложнее и запутаннее.

Например: вот так называемая «корзиночная клетка» из мозжечка мыши (рис. 136). Ее аксон (*ax*), как видите, дает целый ряд отпрысков, из которых каждый обхватывает своими «щеточками», т.-е. телодендриями, отдельную клетку Пуркинье (*P*) того же мозжечка. Иначе говоря, в данном случае один нейрон (корзинчатая клетка) приходит в связь не только с соседним близлежащим нейроном, но одновременно с целой серией

нейронов (клетки Пуркинье), которые имеют, конечно, свои аксоны и, в свою очередь, могут сочетаться с серией нейронов третьего порядка и т. д. Этим ведь и объясняется тот факт, что нервное раздражение, полученное каким-нибудь определенным пунктом мозга, распространяется дальше в различные стороны, постепенно расширяя свой путь и захватывая в сферу своего влияния все новые и новые отделы центральной нервной системы.

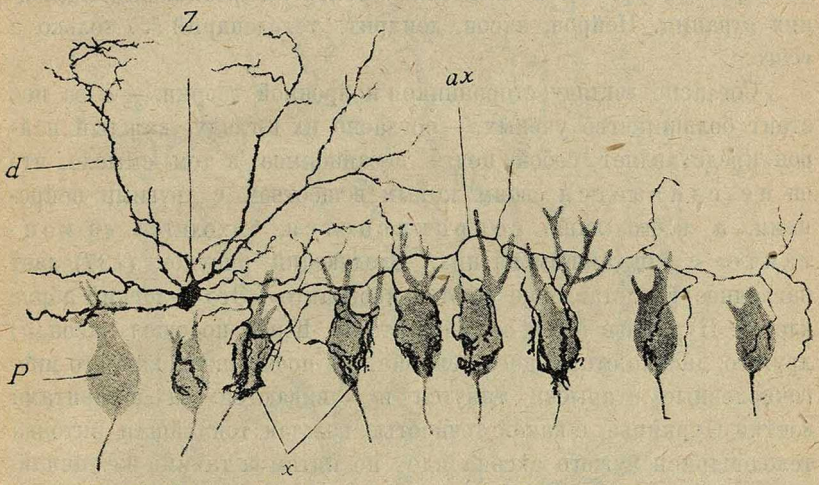


Рис. 136. Корзинчатая клетка из мозжечка белой мыши. *Z* — корз. клетка: *ax* — ее аксон, *d* — один из ее дендритов. *P* — клетки Пуркинье; *x* — щеточки аксона корз. клетки.

Не забывайте, однако, и другого. Не забывайте, что каждая нервная клетка, скажем, та же корзиночная, или клетка Пуркинье, имеет обычно несколько дендритов. Дендриты — восприемники, собиратели раздражения, и, поскольку их несколько, постольку они могут «воспринимать» это раздражение сразу от нескольких нейронов. Это показывает, что нервная клетка (тело нейрона) может одновременно и получать возбуждение от целого ряда нейронов (при помощи дендритов) и посылать его (при помощи отпрысков аксона) в целую серию их. Так создается связь и взаимодействие между самыми различными отделами и самыми отдаленными пунктами нервно-мозгового аппарата. Весь он соткан из бесчисленного множества нейронов. Весь он, как таковой, состоит из них — и только из них.

Я не коснулся и десятой части того, что можно было бы сказать о строении, взаимоотношении и деятельности нейронов.

Но, думается, что и сказанного здесь больше чем достаточно, чтобы можно было судить о глубоком, захватывающем интересе, который внесен в физиологию нервной системы учением о нейронах — учением, богато обставленным фактами, имеющим перед собою огромное будущее. Хотелось бы только, чтобы и тут читатель не чувствовал себя несколько смущенным той терминологией, которая неразрывно связана с этим учением. Да и много ли терминов пришлось читателю усвоить на протяжении последних страниц. Нейрон, аксон, дендрит, телодендрий... только и всего.

Согласно взгляду сторонников нейронной теории, — а за нее стоит большинство ученых, — согласно их взгляду, каждый нейрон представляет собой нечто независимое в том смысле, что он не сливается своим живым веществом с другими нейронами, а всего лишь соприкасается, находится «в контакте» с ближайшим из них. Следующий рисунок (137) дает наглядное представление об этом «контакте». Это — легкий абрис клетки Пуркинье (*b*) с ее дендритами. К ней подошел аксон (*a*) другого, далеко отстоящего нейрона. И посмотрите, как его многочисленные отпрыски тянутся и «увиваются» за дендритами клетки Пуркинье, с какой точностью каждая тончайшая ниточка телодендриев чужого аксона идет по пятам за такими же тончайшими веточками дендритов клетки Пуркинье. И нигде телодендрий не сливаются с дендритами, повсюду они остаются лишь в контакте.

Есть, однако, у нейронной теории соперница. Есть группа ученых, иначе толкующих строение нервной системы. И рассуждают они, примерно, так.

В нервной системе главная роль принадлежит нейро-фибриллам, — тем нервным волоконцам, которые в различных направлениях пронизывают протоплазму нервной клетки, которые, собравшись пучком, образуют сперва аксон нервной клетки, а потом осевой цилиндр нервного волокна, которые забегают во все ветви и веточки дендрита и составляют наиболее существенный элемент последнего. Это они, нейрофибриллы, и воспринимают и проводят нервное раздражение, и получают, и накопляют, и отправляют его. А нервная клетка, ее протоплазма, ядро, тигроиды — все это в нервных процессах никакой роли не играет, все это важно и нужно лишь постольку, поскольку служит делу питания нейрофибриллей.

Нейрофибриллы нигде не прерываются, они идут от периферии к центру и обратно, от центра к периферии, образуя неразрывное целое — густую замкнутую сеть, не имеющую, по существу, ни конца, ни начала, сеть, в которую включены, между прочим, и нервные клетки, Эти последние, равно как и нервные волокна — всего лишь пути прохождения нейрофибриллей. Итак,

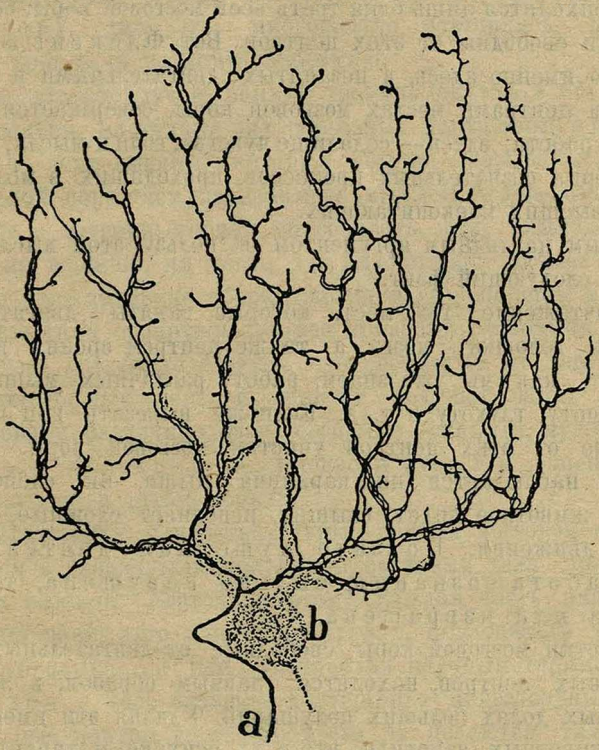


Рис. 137. Клетка Пуркинье из мозжечка человека и сопровождающие ее телодендрии другого нейрона.

по мысли защитников этой теории вся нервная система состоит не из отдельных нейронов, а из сплошной сети нейрофибриллей, пронизывающих из конца в конец весь организм.

Какая из двух изложенных здесь теорий одержит верх — вопрос ближайшего будущего. Но «имеющийся уже в науке фактический материал несравненно благоприятнее для учения о нейронах, чем для теории нейрофибриллей» (Максимов).

Другая большая проблема, имеющая прямое отношение к центральной нервной системе, сводится к вопросу: где, в ка-

ких частях мозговой коры совершается нервная работа высшего порядка, т.-е. психическая деятельность. На этот вопрос отвечает одна остроумная гипотеза, с которой мне хочется познакомить читателя. Гипотеза эта предложена физиологом, имя которому Флексиг (Flechsig).

На долю двигательных и чувствительных центров большого мозга приходится лишь одна треть всей мозговой коры: остальные две трети свободны от этих центров. Вот Флексиг и утверждает, что именно здесь, в незанятых двигательными и чувствительными центрами местах мозговой коры, совершается высшая нервная работа; здесь — седалище чувства, воли и мысли, здесь — лаборатория сознательных процессов, проходящих в мозгу человека и высших млекопитающих.

Самым наглядным аргументом в пользу этой мысли может служить следующий факт.

Уничтожение тех мест, которые заняты двигательными центрами головного мозга, а также центром зрения и слуха, нарушает, как мы уже знаем, работу различных мышц, вызывает слепоту, глухоту и т. д. Если же вырезать или поранить свободные от этих центров участки мозговой коры, то при этом не наблюдается ни паралича мышц, ни слепоты, ни глухоты: животное видит, слышит, исполняет сложные, согласованные движения. Но зато душевная деятельность его — работа сознания, сильно нарушена, т. е. понижена или извращена.

Участки мозговой коры, свободные от двигательных и чувствительных центров, находятся, главным образом, в лобных и затылочных долях больших полушарий. Удаляя эти именно участки у животных, заметили, что в их психике и характере происходят резкие перемены и расстройства. Так, например, собаки, отличавшиеся до операции «ласковым и добродушным» нравом, становятся раздражительными и злыми, «легко приходят в ярость» по самому пустяшному поводу, после того как у них удаляют некоторые участки лобных долей. И, наоборот: собака, бывшая до операции нелюдимой и злой, становится «добродушной, тихой и смирной» после вырезывания затылочных долей мозга, причем замечается резкий упадок всех ее психических отправлений.

Не менее любопытны и наблюдения над людьми, страдающими болезненным поражением лобных или затылочных долей

мозговой коры. В первом случае мозг больного наводняется бурным потоком идей под влиянием всякого сильного переживания. Душевное равновесие нарушается, действительные факты и события переплетаются с фактами измышленными и совершенно фантастическими, моральное чутье отходит куда-то совсем на задний план, самообладание пропадает и больной начинает выделывать нечто, совсем не отвечающее его врожденному характеру. Все это, многократно повторяясь, приводит, в конце концов, к полному слабоумию.

А во втором случае, помимо уже упомянутой в предыдущей главе алексии, наступает ряд серьезных нарушений нормальной душевной деятельности, которые обычно сказываются в том, что больной перестает узнавать знакомых ему людей, путает одни предметы с другими, теряет способность ими пользоваться, не помнит ни времени, ни места, где находится, утрачивает всякое здоровое представление об окружающем его внешнем мире, словом, опять-таки обнаруживает все признаки слабоумия.

Отсюда как будто следует, что свободные от двигательных и чувствительных центров участки мозговой коры являются лабораторией различных форм сознания — памяти, чувств, желаний и т. д. Флексиг так именно и думает и развивает свои мысли дальше в таком порядке.

Двигательные и чувствительные центры мозговой коры соединяются с различными частями и органами тела при помощи нервных волокон. Благодаря этому, каждая часть нашего тела и каждая часть того или иного органа, так сказать, геометрически отбрасывается или, употребляя научный термин, проецируется в коре больших полушарий. Двигательные и чувствительные центры головного мозга и являются такого рода геометрическими набросками или проекциями различных частей нашего тела и наших органов. Вот почему Флексиг называет эти центры проекционными. И затем так развивает дальше свои взгляды:

Та часть мозговой коры, где нет проекционных (двигательных и чувствительных) центров, не соединяется прямо, непосредственно ни с нижлежащими участками центральной нервной системы, ни с другими частями или органами нашего тела. Но зато она соединяется, при помощи нервных волокон больших полушарий, с проекционными центрами. Эта

часть также обилует особыми центрами, которые Флексиг называет ассоциативными (от слова ассоциация, что значит в данном случае — связь, единение).

Итак, мозговая кора усеяна двоякого рода центрами: одни из них «проекционные», другие — «ассоциативные». Центры проекционные прямо получают раздражение из различных частей тела и прямо же проводят это раздражение от себя к периферии, т. е. к более или менее отдаленным участкам тела. Центры ассоциативные, наоборот, могут и влиять на периферию и получать раздражения от нее лишь при посредстве центров проекционных (двигательных и чувствительных).

Каждый ассоциативный центр находится в связи со всеми проекционными центрами и в то же время путем особых нервных волокон он соединяется с другими ассоциативными центрами. Благодаря таким обширным «связям», любой ассоциативный центр может получать одновременно раздражения из нескольких проекционных центров, может и сам влиять сразу на целую группу их, может, наконец, переправлять испытанное им раздражение в другие ассоциативные центры или же, наоборот, получать, в свою очередь, раздражение от целой группы связанных с ним ассоциативных центров. Прибавьте еще к этому, что двигательные и чувствительные центры больших полушарий находятся в связи с такими же центрами мозжечка, продолговатого и спинного мозга, и перед вами встанет во весь свой рост картина тех тесных, взаимопереплетающихся и бесконечно сложных отношений, которые существуют между различными частями нервной системы и вообще всего организма.

Проекционные центры, по мысли Флексига, являются тем местом, где совершается относительно простая элементарная работа мозга, работа рефлекторная. Не то — центры ассоциативные. Здесь, в этих центрах, всякое впечатление, воспринимаемое центрами проекционными, закрепляется, вступает в сношение с другими впечатлениями, просветляется, становится осознанным чувством, желанием, представлением, мыслью. И отсюда же, из ассоциативных центров направляются всякие «приказания» к нашим органам, «приказания», сознательно, по расчету видоизменяющие, усиливающие, ослабляющие, словом, приспособляющие к известной цели работу этих органов. Не нужно только забывать, что всякое такое «приказание» должно, прежде

чем достигнуть места своего назначения, направиться в промежуточную станцию — в проекционные центры мозговой коры.

Ассоциативные центры, как я уже сказал, занимают, главным образом, лобные доли мозговой коры. Они — седалище духовной жизни человека.

Так думает Флексиг. Его мысли разделяются многими другими учеными. А этого вполне достаточно, чтобы оправдать наше желание познакомить читателя с его, во всяком случае, замечательной гипотезой.

Нейронная теория дает детальную картину строения нервной системы и путей нервного раздражения.

Гипотеза Флексига пытается локализировать те отделы мозговой коры, где протекают высшие нервные процессы, связавши их функции с отправлениями двигательных и чувствительных центров головного мозга. Перед нами встает сейчас последний и, если хотите, самый большой вопрос физиологии.

В чем же существо «высших отправлений» нервной системы? Или, говоря иначе: что представляет собою в свете чисто физиологической трактовки наше поведение, которое мы обычно связываем с теми или иными личными «душевными переживаниями?» Как и из чего оно складывается, как развертывается, в какие формы отливается?

Хотя физиология головного мозга, пишет акад. Павлов, начала было очень энергично разрабатываться с 70-х годов прошлого столетия, но до последнего времени она оставалась отрывочной, «лоскутной» физиологией... «И только 20—25 лет тому назад появилась, наконец, настоящая физиология больших полушарий, где предмет трактуется, с одной стороны, строго естественно-научным образом, с другой—захватывает основные черты поведения животного. Несмотря на такой небольшой срок существования этой физиологии, уже сейчас вся область очерчивается в таких границах, которые дают возможность в значительной части понимать механизм общего поведения животного».

Чем вызвано превращение «лоскутной физиологии» в «настоящую физиологию больших полушарий», трактующую свой предмет «строго естественно-научным образом» и позволяющую «в значительной части понимать механизм общего поведения животного?»

Говоря об успехах физиологии больших полушарий за последние 20—25 лет, Павлов, конечно, имеет в виду, главным обра-

зом, работы своей лаборатории. А потому ответом на только что поставленные вопросы должно служить знакомство с этими работами.

Они прежде всего отличаются самим подходом к проблемам высшей нервной деятельности, а стало быть, и *методом* изучения этой деятельности.

Возьмем собаку, — излюбленное в опытах *Павлова* и его учеников животное.

Жизнь ее протекает в ряде действий, одновременных и последовательных. Действия эти слагаются из одновременной и последовательной работы различных органов собаки и в совокупности своей образуют то, что мы называем «поведением» животного. Часть действий, составляющих поведение собаки, имеет характер машинообразный, автоматический. Это — *рефлексы*; их природа и способ происхождения, дело давно и хорошо изученное. Их строгая, почти роковая закономерность — факт бесспорный, установленный наукой чуть ли не со времен *Декарта*. Так называемая *рефлекторная дуга* слагается неизменно из следующих трех частей: 1) из нерва центростремительного, который воспринимает раздражение; 2) из «центров», расположенных в спинном и продолговатом мозгу, а также в мозжечке, и, наконец, 3) из нерва центробежного, который приводит раздражение к тому или иному органу и заставляет его исполнять определенную работу. В образовании рефлексов, стало быть, принимают участие только что перечисленные *низшие* отделы нервно-мозгового аппарата: их работа — работа сравнительно простая, элементарная; а потому и рефлекторные действия ничего загадочного собой не представляют. Это — действия, как бы раз навсегда закрепленные за организмом, врожденные: собака получает по наследству от родителей способность выявлять их, как получает она способность вырабатывать ферменты и гормоны, переваривать пищу или выделять при помощи почек и потовых желез жидкие продукты обмена веществ. Однако, не все поведение собаки укладывается в рамки врожденных машинообразных действий; оно много сложнее: изменчиво, часто противоречиво, иной раз капризно; да и мозговой аппарат ее не ограничивается спинным и продолговатым мозгом с мозжечком в придачу: кроме «низшего» у нее имеется ведь и «высший» отдел центральной нервной системы, — большие полушария, *мозговая кора*.

Опыты с удалением больших полушарий (полностью или частями) отчасти это выясняют. Однако, истолковывая такого рода опыты, физиологи обычно ссылаются на желания, чувства, разум собаки: «собака видит, но не узнает», «собака забыла», «собака вспомнила», «собака хочет, но не может», и т. д., и т. д. — вот, говорит Павлов, к какими чисто психологическими понятиями, почерпнутыми из субъективных переживаний самого человека, приходится иметь дело при «старой» трактовке «высшей нервной деятельности животного». А ее-то Павлов и не признает: он не хочет «гадать» о том, что происходит «внутри собаки», «подкладывая» ей человеческие желания, мысли и чувства с целью понять и объяснить ее поведение; он решительно отказывается «переносить свой внутренний мир в животных», отказывается «допускать, что животное так же приблизительно, как мы, думает, так же чувствует, желает и т. д.», считая, что такой способ трактовки поведения собаки произволен, субъективен и, следовательно, не научен. Что же предлагает он взамен? Какой метод рекомендует?

Тот же, который применяется вообще в естествознании, и в частности, в физиологии при изучении деятельности низшего отдела нервной системы, т. е. рефлексов: метод объективный. Применяя его, исследователь, по словам Павлова, «совершенно игнорирует воображаемое субъективное состояние животных», т.-е. их душевные переживания, их психику, и сосредоточивает все свое внимание на тех изменениях, которые происходят в организме животного под влиянием изменений во внешнем мире; сопоставляя первые с последними, он устанавливает между ними строгую, закономерную связь, чем по существу и заканчивается всякое научное исследование и объяснение.

Укрепившись на этих методологических позициях, Павлов и вся его школа повели свою исследовательскую работу и пришли к выводам высокой научной ценности, с которыми нам и надлежит теперь познакомиться.

Свои наблюдения и опыты они производили над собакой, точнее над деятельностью ее слюнных желез в зависимости от воздействий «внешнего мира».

Слюнная железа — орган очень тонко и чувствительно откликающийся (реагирующий) на всевозможные раздражения; ее работа чрезвычайно приспособлена к тому, что попадает в рот:

количество и качество выделяемой собакой слюны изменяется от качества пищи, поступающей в рот. Это — простой целесообразный рефлекс, и мы уже отлично знаем, как он возникает и почему слюнная железа разно реагирует на различные пищевые вещества.

Пища — сладкая или кислая, плотная или водянистая, твердая или мягкая, холодная или горячая — раздражает концевые аппараты нервов, рассыпанные в полости рта; раздражение это по различным нервным волокнам направляется к определенным пунктам нервной системы и отсюда перекидывается на нервные волокна, идущие к слюнной железе, вызывая в ней ту или иную работу: в одном случае одну, в другом — другую, смотря по качеству пищи и характеру раздражения нервных волокон. Отсюда — тонкое приспособление, целесообразность, видимая «разумность» в ее деятельности.

Такой же «целесообразный» характер носит, если помните, работа всех пищеварительных желез; и то же самое мы отметили в целом ряде защитных или оборонительных рефлексов, которыми полна жизнь животного (кашель, чихание, мигание, сужение и расширение зрачка, дрожь и т. п.). Слюнная железа лишь наиболее демонстративна, показательна в этом отношении. И потому с нею удобнее всего экспериментировать, производить различные опыты.

Продолжим же эти опыты. Последуем за Павловым.

В главе о пищеварении мы уж упоминали о том, что слюна, равно как и желудочный сок, выделяется из слюнных желез не только тогда, когда пища попадает в рот, но и тогда, когда животное видит ее или чувствует ее запах.

Покажите проголодавшейся собаке кусок мяса или хлеба — и у нее сейчас же «потекут слюнки»; дайте ей понюхать эту пищу — эффект получится тот же: вид, цвет, запах съедобного вызывает рефлекторное выделение слюны с таким же успехом, как и непосредственное соприкосновение пищи с полостью рта; тут пища действует на расстоянии, тут рефлекс возникает под влиянием раздражений, воспринимаемых путем зрения и обоняния, а не вкуса и осязания.

Вид, цвет, запах, все это — признаки, непосредственно связанные с пищей, предлагаемой собаке: они, так сказать, неотъемлемые свойства того или иного пищевого вещества, которым вы в опытах своих кормите животное.

Но вот ряд других экспериментов, более загадочных на первый взгляд.

Пусть всякий раз, когда собака кормится, одновременно с этим звонит колокольчик или загорается и гаснет электрическая лампочка, или звучит скрипичная струна «ля», или экспериментатор почесывает какое-нибудь место на спине собаки, или в помещении, где находится собака, разливается острый запах камфоры. Звон колокольчика, зажигание и потухание электрической лампы, звучание струны, ощущение от почесывания спины, запах камфоры, — все это не имеет ровно никакого отношения к пище, и никоим образом не может быть причислено к свойствам пищевых веществ, употребляемых собакой; все это — лишь сопровождает кормление взятого для опыта животного или обязательно предшествует кормежке. А между тем посмотрите, что получается в итоге таких опытов.

Собака, которую во время кормежки заставляли слушать звон колокольчика, «гонит слюну» и тогда, когда пред нею нет еды, но раздаются звуки колокольчика; собака, принимавшая несколько раз пищу одновременно с почесыванием ее спины, начинает выделять слюну и без пищи при одном лишь почесывании ее спины; собака, обедавшая несколько раз в помещении, наполненном запахом камфоры, дает обильную слюну и без обеда, раз до нее донесся запах камфоры. Звон колокольчика, почесывание спины, запах камфоры — стали для нее раздражителями, вызывающими к деятельности ее слюнные железы. Условия, не имеющие никакого прямого отношения к пище, как таковой, и совершенно безразличные для работы слюнных желез, приобрели такое же «слюногонное» значение, как вид, цвет, запах и вкус пищи.

А вот наблюдения еще более поразительные.

На лестнице, ведущей в то помещение, где находится собака, раздается голос человека, обычно приносящего ей еду, — а у собаки уж «потекли слюнки».

Или: к собаке подходит экспериментатор, прибирает ее помещение, расставляя имеющиеся там предметы так, как это он делал всегда до того, как приносил ей корм, — и слюнные железы вновь заработали, несмотря на то, что корма еще нет и, возможно, вовсе его не будет.

«Всякое раздражение глаза, какой хотите звук, какой угодно запах, механическое раздражение кожи в том или другом месте,

нагревание или охлаждение ее, — все это, недействительное раньше под нашими руками, пишет проф. Павлов, непременно делалось раздражителем слюнных желез, благодаря многократному совпадению этих раздражителей с деятельностью самих желез, вызванной той или иной едой, тем или другим веществом, насильственно введенным в рот собаке».

Что представляют собою эти любопытные эксперименты с чисто физиологической, или, как предпочтительно выражается Павлов, с объективной точки зрения? Не имеем ли мы и тут дело с рефлексами? А если это и в самом деле рефлексы, то нет ли в них чего-нибудь отличного от обыкновенных, знакомых нам рефлексов?

Есть тут и сходство, есть и разница. Начнем с первого и остановимся на следующих трех случаях, имевших место в наших опытах:

1. Корм во рту собаки — слюнные железы ее «гонят слюну».

2. Собака смотрит на корм — слюнные железы ее работают.

3. Собака слышит звон колокольчика — слюна течет из желез.

Во всех трех случаях собака находится под влиянием определенных раздражителей. Во всех трех случаях раздражение воспринимается центростремительным нервом и через посредство центрального нервного аппарата передается нерву центробежному, который приводит в действие слюнную железу; а эти три элемента — нерв центростремительный, центральный нервный аппарат и нерв центробежный — и являются необходимыми элементами всякого рефлекса. Из них слагается рефлекторная дуга; только в первом случае она начинается со рта, во втором — с глаза, в третьем — с уха. Во всем остальном механизм тот же. Стало быть, в этом отношении наблюдается полное сходство между тремя только что указанными здесь случаями.

Проанализируем их дальше.

Слюна у собаки выделяется то жидкая, то густая, то в большем, то в меньшем количестве, смотря по качеству корма, попадающего в рот.

Так же обстоит дело и при рефлексе слюнной железы «наглаз», т. е. когда собака видит корм. «Смотря по тому,

какую пищу ставят перед собакой, смотря по тому, смотрит ли она на сухую пищу или на жидкую, съедобную или совершенно непригодную для еды, наша железа совершенно так же работает, как и в том случае, когда такая же пища попадает в рот» (Павлов).

Следовательно, и в этом отношении рефлексы на необычный раздражитель ничем по существу не отличаются от рефлекса на раздражитель обыкновенный, действующий непосредственно на полость рта.

Приведем еще одно важное соображение.

Рефлекс — явление строго закономерное. Он возникает обязательно и всегда с роковой неизбежностью, раз имеются налицо все условия, с которыми прочно связано его возникновение. Ну, а как же обстоит дело с возбуждением слюнной железы в тех опытах, когда собака смотрит на корм или слышит звон колокольчика? «Это возбуждение, по словам Павлова, менее верно, менее часто действует, чем тогда, когда пища находится во рту». Однако, продолжает он, и в данном случае можно добиться такой же закономерности, как и тогда, когда пища раздражает полость рта. Для этого нужно «иметь в руках», т. е. изучить и знать в точности все те условия, — а они порой многообразны и сложны, — от которых зависит ответная реакция слюнной железы в подобных случаях. А это сейчас достигнуто работами Павлова и его учеников. Вот почему и с точки зрения закономерности явлений рефлексы слюнной железы «на глаз и ухо» ничем существенным не отличаются от рефлексов ее при раздражении ротовой полости.

Однако есть тут и разница. Ее-то и надо теперь подчеркнуть. Рефлекторное сокращение той или иной группы мышц можно вызвать, прикладывая к определенным точкам нашего тела проводники электрической машины. Что в них важно для нарождения рефлекса? Конечно, прежде всего, присутствие тока, а также сила, напряжение его. А какие это электроды, платиновые или медные, каким чехлом они покрыты, шелковым или каучуковым, каков цвет этой покрышки, черный или зеленый, откуда берется в электродах ток, из катушки Румкорфа или из элемента Бунзена, какой формы и окраски сама электрическая машина, где помещается она во время опыта, производит ли, работая, какие нибудь звуки или нет и т. д. — все это не существенно и даже безразлично для возникновения данного рефлекса.

Не то в рефлексах, открытых Павловым. Тут, как мы видели, целый ряд второстепенных и третьестепенных признаков раздражителя, может, в свою очередь, и порознь и в различных комбинациях стать сигнализатором рефлекса. Даже больше: не только отдельные признаки самого раздражителя, но и свойства окружающих его предметов, обстановка в которой он обычно действовал на организм, словом, нечто, находящееся в очень отдаленной связи с раздражителем, может дать импульс к возникновению рефлекса. Вспомните, что не только вид, цвет и запах пищи, но и посуда, в которой она подается, обстановка комнаты, где кормится животное, люди, приносящие корм, их голос, звуки их шагов — все это при надлежащей, умелой постановке опытов, может со временем приобрести значение раздражителя, вызывающего рефлекторную деятельность слюнной железы у собаки.

Ясно, что разница между обыкновенным и «павловским» рефлексами есть, и разница немаловажная.

Обыкновенный рефлекс вызывается существенными, привычными для данного органа свойствами раздражителя, а рефлекс «павловский» обусловливается второстепенными признаками самого раздражителя или же признаками других предметов, сопутствовавших неоднократно процессу раздражения. Связь между раздражителем и организмом в обыкновенном рефлексе простая и прямая, а в «павловских» рефлексах она отдаленная, сложная и временами чрезвычайно тонкая.

Затем, в обыкновенном рефлексе связь между раздражителем и организмом прочная, неизменная, постоянная; а в рефлексах «павловских» она — временная: эти рефлексы «в высшей степени непостоянны», «видимо капризны», «колеблются в размере, иногда до полного уничтожения» — то на короткий срок, то на долгое время; они возникают и могут исчезнуть, чтобы затем снова объявиться, а там опять исчезнуть, быть может, навсегда. Представьте себе собаку, которая еще никогда не ела мяса. Вид его не вызывает никакого эффекта на слюнную железу. Но дайте собаке попробовать раз-другой мясо, и слюнная железа станет работать всякий раз, как вы покажете собаке мясо. Продолжайте теперь показывать животному мясо, но не давайте ему есть его; с каждым таким опытом слюны будет выделяться все меньше и меньше и, наконец, выделение ее

совсем прекратится. Попробуйте вслед за этим дать собаке мясо, и она снова начнет выделять слюну при одном лишь виде мяса. Непостоянный, условный характер «павловских» рефлексов выступает в такого рода опытах вполне наглядно. Вот почему Павлов называет такие рефлексы условными: они, в противоположность обыкновенным рефлексам, «подвержены колебаниям в зависимости от многих условий» и этим отличаются от рефлексов простых, которым тот же Павлов дал имя безусловных.

Проводя сравнение двух типов рефлексов дальше, мы можем сказать:

Безусловный (обыкновенный) рефлекс есть нечто стереотипное, врожденное, т. е. такое, что организм получает в готовом виде от своих родителей и предков. В противоположность этим рефлексам, рефлексы условные представляют собой нечто новое, оригинальное в физиологическом обиходе животного, приобретенное им в пору личного, индивидуального существования. Там связь между раздражителем и организмом старая, вековая, унаследованная. Здесь — она новая, благоприобретенная. И много таких связей устанавливает заново животное, особенно высшее, за время своей личной жизни, в пору своего индивидуального существования. Вот почему Павлов называет эти рефлексы индивидуальными в отличие от обыкновенных, которые он окрестил именем видовых, поскольку они типичны и обязательны для всех индивидов данного вида.

Итак, обыкновенный рефлекс есть рефлекс постоянный, безусловный, врожденный, видовой; а «павловский» рефлекс есть рефлекс временный, условный, благоприобретенный, индивидуальный. Есть, однако, еще одно различие между этими двумя видами рефлексов.

В центральном нервном аппарате мы имеем дело с двумя отделами: низшим и высшим. К первому относится спинной и продолговатый мозг, а также мозжечок, ко второму — большие полушария головного мозга, или, вернее, мозговая кора; первый заведует простыми, безусловными рефлексами. А второй?

«Большие полушария,— пишет Павлов,— являются органом временных связей, местом образования условных рефлексов. Эти связи обязаны своим происхождением большим полушариям и с удалением последних исчезают».

«Одна из существенных функций больших полушарий — выработка условных рефлексов, точно так же, как главнейшая функция низших частей нервной системы — это простые или безусловные, постоянные рефлексы».

А вот и аргумент в защиту этих слов.

Перед вами фигурирует все та же собака, которой пришлось перенести не мало тяжких испытаний во имя и во славу науки, особенно, науки об условных рефлексах.

В собаке этой есть нечто ненормальное. Она остается подолгу неподвижной, на одном и том же месте, «как будто ее ноги примерзли». Ее однако можно заставить двигаться. Тогда она ходит, но в движениях ее не видно должной координации.

В чем дело? У нее экспериментатор вырезал часть так называемого «двигательного отдела» мозговой коры.

Когда эта собака была нормальна, у нее были выработаны условные рефлексы: кожный и звуковой — покалывание кожи и звон колокольчика вызывали выделение слюны.

Как же откликается она сейчас, после сделанной ей операции, на эти «сигнализаторы» условных рефлексов?

Пустите в ход кололку, колите ею животное в различных местах кожи — безрезультатно, сколько бы раз и как бы долго вы это не проделывали. Слюнная железа не действует. Слюна не течет. Условный рефлекс на кожу пропал и пропал навсегда.

Пустите теперь в дело колокольчик. Собака встрепенулась. Из желез показалась слюна. Условный рефлекс, выработанный у собаки, когда она была нормальна, — налицо.

Мало этого. Вы можете выработать у этой ненормальной собаки и новые условные рефлексы, например, на орган обоняния: давая ей нюхать камфору одновременно с кормежкой, не трудно добиться того, чтобы собака наша реагировала выделением слюны на запах камфоры даже тогда, когда ей ничего, кроме камфоры, не преподносят. Вновь спрашиваю: в чем тут дело?

Ответ на этот вопрос может быть только один.

Собака дает условные рефлексы на органы слуха (колокольчик) и обоняния (камфора) потому, что операция не затронула у нее тех отделов мозговой коры, которые воспринимают раздражения, идущие от органов слуха и обоняния: эти отделы больших полушарий целы, функционируют, и потому условные рефлексы «с уха» и «с носа» сохранились полностью. А реф-

лексов с кожи нет, они исчезли навсегда, ибо отнят у собаки тот отдел мозговой коры, который воспринимает всевозможные (тепловые, механические и т. д.) кожные раздражения.

Посмотрим теперь, в каком отношении условные рефлексы находятся с рефлексами безусловными, обыкновенными.

«Новые связи,— пишет Павлов,— рождаются прежде всего при помощи врожденных связей». Понимать это надо так, что условные рефлексы возникают на фоне безусловных, что последние являются исходным пунктом для образования первых. Но не всегда. Процесс нарождения условных рефлексов значительно сложнее, что лучше всего видно из тех сравнительно редких случаев, когда рефлекс благоприобретенный (условный) развивается при содействии не «врожденного», а другого такого же благоприобретенного, т. е. условного рефлекса. Прекрасной иллюстрацией к этому служит следующий опыт, который приводится в статье Павлова «Новейшие успехи объективного изучения высшей нервной деятельности животных».[1] Разрешите привести из этой статьи несколько строк (речь идет об опыте на собаках, конечно).

«Когда мы,— пишет Павлов,— образовали условный рефлекс, например, на сто ударов метронома, то эти удары являются постоянным и значительным возбудителем пищевой реакции. Так вот, нельзя ли при помощи этого прочного рефлекса выработать следующий условный рефлекс второго порядка, не применяя еды? (курсив мой. В. Л.). Оказалось, что если мы связываем во времени несколько раз наш метроном, скажем, с почесыванием собаки, то после нескольких повторений это почесывание кожи также станет вызывать пищевую реакцию».

Еще интереснее отметить, что Павлову удалось получить условный рефлекс не только второго, но и третьего порядка; а это свидетельствует о возможности возникновения «новых связей» в мозговой коре довольно сложными, обходными путями.

Учение об условных рефлексах такая захватывающая тема, что можно говорить о ней без конца. Но нам надлежит подойти ближе к основной задаче этой главы — к вопросу о существе отправлений «высших этажей» нервно-мозгового аппарата.

---

[1] Известия научного института имени Лесгафта. Том VIII/XXV — 1924 г.

И потому займемся другими общими соображениями того же Павлова.

Мы уж слышали от него, что «большие полушария являются органом временных связей, местом образования условных рефлексов». Следовательно, одним из механизмов, «высшей» деятельности нервной системы нужно считать условные рефлексы.

Однако физиологическая работа больших полушарий связана с другим не менее существенным механизмом. Его Павлов называет анализатором. Попробуем разобрать, что это за механизм.

Трехгранная стеклянная призма расщепляет обыкновенный, но сложный солнечный свет на его составные элементы — на семь радужных цветов. Она по отношению к солнечному свету является как бы анализатором (аппаратом, производящим анализ, т. е. расчленение сложного на составляющие его простые элементы).

Такую же по существу работу проделывают различные по величине и форме резонаторы со звуком: они выделяют из сложного музыкального тона составляющие его простые тона; они разлагают сложный музыкальный звук на его составные элементы, словом, резонаторы это — анализаторы звука.

Эти два примера наглядно показывают нам, что собственно нужно разуметь под словом анализатор.

Каждое живое существо отвечает своей деятельностью на определенные явления внешнего и внутреннего мира: под этим последним нужно понимать совокупность явлений, происходящих в самом организме.

Мир внешний, окружающий животное, сложен, многообразен, калейдоскопичен, богат содержанием: он полон звуков, красок, форм и движений. Все это пестрое многообразие внешнего мира действует на животное, раздражает его, «прикладывается» к его центральному нервному аппарату, вызывает определенные отклики в животном. Чтобы ориентироваться в сложном многообразии внешнего мира, чтобы поддержать свой организм в должном равновесии, чтобы нормально функционировать, животному нужно разложить «эту сложность» на составляющие ее «отдельности», простые элементы. Вот эта-то задача осуществляется целой системой анализаторов, которыми располагает животное и которые являются неизменной составной частью его нервной системы.

Чем выше то место, которое занимает данное животное в биологической классификации, чем лучше развита у него нервная система, чем сложнее она построена, тем больше специальных анализаторов имеет в своем распоряжении это животное, тем тоньше разлагает оно многообразную сложность внешнего мира на его «отдельности» и тем лучше ориентируется в нем. Низшее животное, все целиком — анализатор. Высшее наделено целой коллекцией специальных анализаторов. И то, что называем мы органами чувств, есть, по существу, не что иное, как анализаторы, или вернее, очень важные части анализаторов.

Возьмем, например, орган зрения — глаз. Его сетчатка, затем зрительный нерв и, наконец, те клетки мозговой коры (затылочная доля больших полушарий), в которых оканчиваются волокна зрительного нерва, все это, вместе взятое и составляет глазной или зрительный анализатор. Как трехгранная призма разлагает свет на его составные элементы, так и глазной анализатор расщепляет сложный мир световых раздражений на его «отдельности», позволяя животному различать свето-тени, цвета, оттенки и переливы красок, давая ему возможность соответственным образом откликаться на отдельные элементы этого сложного мира.

То же самое проделывает и слуховой или ушной анализатор с подведомственным ему миром звуков, шумов и тонов. Кортиев орган, слуховой нерв и клетки мозговой коры, в которых оканчиваются волокна слухового нерва, — вот составные части этого анализатора. Он подобен целой системе резонаторов, выделяющих из музыкального тона его отдельные обертоны. Он расчленяет хаос окружающих животное звуков, сортируя их на шумы, тона и полутона определенного тембра, определенной силы и высоты. Он дает животному возможность ориентироваться в мире звуков и соответственным образом откликаться своей деятельностью на каждый из них в отдельности, либо на ту или иную комбинацию их.

Не сомневаюсь, что читатель сумеет разобраться сам в остальных «анализаторах» и сам же решит, чем начинается и кончается анализатор носовой (обонятельный), ротовой (вкусовой), кожный (осязательный, тепловой, болевой) и к чему сводится их задача.

Все только что перечисленные анализаторы Павлов называет внешними. К ним присоединяет он еще один анализатор,

который называет внутренним или двигательным. И вот по каким соображениям.

Нет сомнения, что для организма важен не только анализ внешнего мира, но и анализ того, что происходит в организме, а это может быть исполнено лишь при наличии особых механизмов. Важнейшим из них является анализатор, как бы исследующий в тончайших деталях все движения животного. Хорошо известно, — пишет Павлов, — что от всех частей двигательного аппарата млекопитающих и человека, от суставных сумок и поверхностей, от сухожилий и т. п. идут центростремительные нервы, для которых «высшей инстанцией» служат клетки больших полушарий: сюда-то и направляются «сигналы» о каждом моменте, о каждой подробности в акте движения. Периферические окончания центростремительных нервов, сами эти нервы и те клетки, с которыми они связаны в головном мозгу, и составляют особый двигательный анализатор. Мозговым концом его служит тот отдел мозговой коры, где сосредоточены так называемые «двигательные центры».

«Двигательная область коры,— говорит в другом месте Павлов,— есть такой же анализатор скелетодвигательной энергии организма, как другие области ее суть анализаторы разных видов внешней энергии, действующей на организм.

«При таком взгляде на дело полушария представляют собою грандиозный анализатор как внешнего мира, так и внутреннего мира организма». (Лекции о работе больших полушарий головного мозга. 1927.)

Таковы анализаторы. Их физиологическое назначение состоит прежде всего в том, чтобы, восприняв раздражение извне или изнутри, преобразовать, трансформировать его в нервный процесс. Вот почему Павлов называет их и трансформаторами. Затем, другая задача анализаторов сводится к анализу окружающего животное мира — к разложению «разных сложностей на отдельности». В чем, однако, существо нервного процесса, возникающего в анализаторах, на чем основан сам анализ, как он развертывается и какие последовательные этапы пробегает — все это вопросы, подлежащие дальнейшему изучению и пока еще далеко не выясненные. Одно несомненно, что наиболее тонкий анализ, наиболее тонкое дробление «разных сложностей на отдельности», происходит в больших полу-

шариях — там, где находятся мозговые концы анализаторов, там, где помещается центральная часть «дуги» условных рефлексов.

В свете учения об анализаторах несколько меняется и наше представление об этой «дуге». Теперь она рисуется нам в таком, примерно, виде.

Сперва идет сам анализатор (например, для восприятия запахов — обонятельные клетки, обонятельно-центростремительный нерв и обонятельный отдел мозговой коры).

Затем, та часть дуги, которая соединяет мозговой конец анализатора с каким-нибудь из «исполнительных органов», «рабочих аппаратов» животного (скажем — секреторный нерв для слюнной железы).

И, наконец, сам рабочий аппарат со всеми особенностями его строения. Скажем, сама слюнная железа.

Рисунок 138, несколько видоизмененный по рис. Павлова, дает схематическую картину и анализаторов и дуги рефлексов как обыкновенных, так и условных.

В верхней части рисунка представлены внешние отделы разных анализаторов: кожа, язык, нос, ухо, глаз. В нижней части изображены продолговатый мозг (*П*) и слюнная железа (*С*), соединенная с продолговатым мозгом при помощи соответствующих нервных волокон. От кожи, языка, носа и т. д. идут линии прямо к продолговатому мозгу: это — нервы, направляющиеся сперва к «низшему» отделу мозга, а потом к слюнной железе; таким путем образуются обыкновенные рефлексы слюнной железы.

В средней части рисунка зернистая полоса (*КК*) изображает мозговую кору: она разбита на отдельные участки (*а-д*); каждый такой участок представляет собой внутренний мозговой конец анализатора. Линии, идущие от органов чувств к мозговой коре, изображают центростремительные нервы этих органов; а точечные линии, направляющиеся из соответственных отделов мозговой коры к продолговатому мозгу, представляют собой центробежные нервы, которые направляют нервное раздражение через продолговатый мозг к слюнной железе и приводят ее в действие; все это вместе взятое образует дугу условных рефлексов слюнной железы.

Разобравшись внимательнее в этом рисунке, мы можем вернуться к дальнейшему изложению нашей темы.

Где доказательство тому, что анализаторы выявляют свою работу разно — то грубо, то более или менее тонко? И что это значит — «грубо», «тонко?»

Возьмем собаку совершенно нормальную и попытаемся выработать у нее условный рефлекс слюнной железы (выделение слюны) на раздражение при помощи какого-нибудь определенного музыкального тона: пусть это будет протяжное «ре» на скрипке. Положим, что попытка наша увенчалась

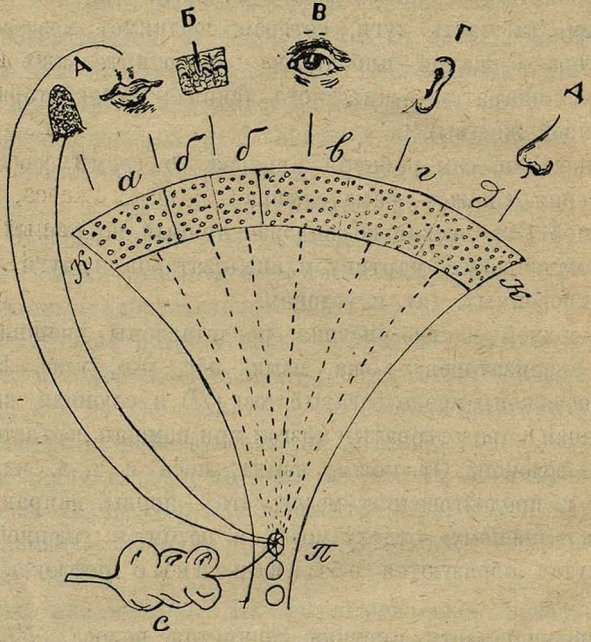


Рис. 138. Схема образования обыкновенных и условных рефлексов слюнной железы: (*А-Д*) — внешние концы анализаторов; *К*, *К* — мозговая кора; (*а-д*) — специальные воспринимающие отделы ее; *П* — продолговатый мозг с его центрами; *С* — слюнная железа.

успехом: условный рефлекс выработан. Но странная вещь! Первое время собака наша реагирует выделением слюны не только на протяжное «ре» скрипки, но и на тот же тон других музыкальных инструментов — рояли, флейты, кларнета. Тембров она не различает. И не только тембров. Не различает она и отдельных музыкальных тонов: слюнная железа ее с одинаковым успехом откликается и на до, и на ми, и на фа, т. е. на все тона гаммы самых различных инструментов. Однако,

и это еще не все: условный рефлекс слюнной железы получается у нее не только при звуках какого-нибудь музыкального инструмента, но, например, и при звоне колокольчика, или при ударах молотком о таз, или, наконец, при всяком явственно выраженном шуме. Короче говоря, собака наша все звуки и шумы, и тоны, и высокие и низкие — «валит в одну кучу». Ушной анализатор ее пока что не разбирается в многообразном мире качественно не сходных звуков, работает плохо, грубо, отличает только тишину от звука.

Но проходит некоторое время. Экспериментатор упорно ведет дальше свою работу и у собаки рефлекс слюнной железы начинает получаться только на музыкальные звуки. Анализ «внешнего мира» продвинулся дальше, стал несколько дробнее, тоньше, мир тонов отчленился от мира звуков вообще и шумов в частности. Не стало первоначального хаоса, когда «все валилось в кучу»: место его занял некий относительный порядок.

Проходит еще некоторое время, и «порядок» этот начинает вырисовываться четче, определеннее: со строгой, закономерной последовательностью из многозвучного мира музыкальных звуков различного тембра и различной высоты выделяются тона определенного инструмента и определенного числа колебаний. Слюнная железа, реагировавшая раньше безразлично и на звуки скрипки и на звуки рояля или флейты, принимается теперь давать ответы только на скрипку и остается «глухой» к звукам остальных инструментов. Звуковой анализ пошел еще дальше, еще глубже; работа ушного анализатора стала еще тоньше. И эта «тонкость» его работы доходит, наконец, до того, что слюна течет из железы лишь при протяжном ре на скрипке, не откликаясь на другие тона гаммы того же инструмента: до, ми, фа и т. д. уж не вызывают условного рефлекса, их власть над слюнной железой иссякла, стала исключительным, монопольным достоянием скрипичного ре. Анализ поднялся на доступную данному анализатору высоту деятельности. Многообразный мир звуков раздроблен на составляющие его элементы — на шумы и тона, на звуки определенного качества и определенной высоты. И животное, взятое для опыта, прекрасно разбирается в «отдельностях» звуковой «сложности», приспособляя к ним свое «поведение».

То, что проследили мы в прогрессивном порядке на нормальной, здоровой собаке, можно проследить и в обратном,

регрессивном порядке на собаке ненормальной, у которой недостает определенных отделов мозговой коры. И в самом деле. Мозговой конец ушного анализатора, как известно, лежит в височной доле мозговой коры. Попробуйте срезать или разрушить небольшую часть этого отдела больших полушарий, и собака потеряет способность давать условные рефлексы на музыкальные тона определенного тембра и определенной высоты; или иначе: условные рефлексы у нее образуются, слюна течет, но с одинаковым успехом от всякого тона любого музыкального инструмента.

Продолжайте свой опыт. Повредите сильнее ушной анализатор собаки — и он начнет работать еще хуже, еще грубее. Условные рефлексы на слюнную железу сохранятся, но теперь слюна будет течь не только при всяком музыкальном тоне, но и при любом из шумов. Исчезла еще одна ступень различения, анализа: все — и тона и шумы — «свалены в одну кучу»: собака способна отличать только шум от тишины — не больше!

Такой же опыт, с такими же последовательными результатами, можно проделать и с другим анализатором собаки — с глазным.

Эти опыты представляют в новом свете некоторые общеизвестные факты, о которых здесь уже говорилось.

Вот собака, у которой почти сплошь вырезаны затылочные и височные доли больших полушарий, т. е. мозговые концы глазного и ушного анализатора. Собака эта реагирует на свет и тьму, обходит различные предметы, встречающиеся ей на пути, просыпается от резкого шума, словом, способности видеть и слышать не потеряла. И тем не менее она ненормальна: хозяина своего не узнает, на зов не откликается. Такое состояние животного принято называть «душевной слепотой» и «душевной глухотой». И мы так называли его, подчеркивая, что «собака видит, но не понимает того, что видит, слышит, но не осознает того, что слышит». Нельзя ли, однако, это чисто психологическое толкование поведения собаки заменить более определенным, «объективным» толкованием, исходя из только что приведенных опытов и соображений?

Можно. И вот что, по мысли Павлова, имеет место в тех случаях, которые мы характеризуем словами «душевная слепота» или «душевная глухота».

У нашей собаки изуродованы, «поломаны» операцией два важнейших анализатора: слуховой и зрительный; от последнего у нее осталась лишь «минимальная часть», от первого — только ничтожный осколок. И соответственно этим жалким остаткам ведется и анализ окружающего животное мира: свет от тьмы собака еще может отличить, но там, где нужен более тонкий анализ, где нужно различать предметы по их форме, цвету и т. д., там исковерканный, поломанный анализатор отказывается служить; и потому собака наша не узнает своего хозяина. Отличить шум от тишины она еще в состоянии: на это хватает тех клочьев ушного анализатора, которые случайно оставил ей оператор; но различать отдельные звуки и тем более комбинации звуков, хотя бы былую кличку свою «Фингал», она уже не в силах: для такого тонкого анализа у нее нет надлежащего аппарата.

Собрав в одно целое все данные, изложенные на последних страницах, мы должны будем притти к такому, примерно, заключению.

Каждый организм отвечает своей деятельностью на определенные явления внешнего и внутреннего мира. При помощи своих анализаторов он разлагает этот мир на отдельности, выделяя из него определенные специальные явления — различные формы, краски, звуки, движения и т. д.

Чем выше место, занимаемое животным на лестнице живых существ, тем больше у него специальных анализаторов и тем тоньше их работа.

Чем тоньше работа анализаторов, тем сложнее отношения животного к внешнему и внутреннему миру, тем богаче содержанием его «поведения».

Анализатор целый, не поврежденный, и работу свою проводит далеко и глубоко; если же он испорчен, «поломан», то и работа его идет с грехом пополам: грубо, примитивно, благодаря чему и отношение между животным и внешним, а также внутренним миром сказывается проще, «в самой общей форме». И чем больше порчи в анализаторе, тем хуже действие его, тем беднее содержанием и поведение животного.

Итак, деятельность, физиологическая работа больших полушарий слагается из двух механизмов: один из них — это механизм образования «временных связей» условных рефлексов, другой — механизм анализаторов. Оба они подвержены колебаниям в своей деятельности. И первое, что обращает

здесь на себя внимание — это так называемое торможение условных рефлексов.

Положим, что собака выделяет слюну, когда слышит звук колокольчика. Присоедините к нему какой-нибудь другой звук, скажем, звук скрипичной струны ля, — отделение слюны прекратится.

Пусть «сигналом» к выделению слюны служит почесывание. Присоедините к нему другой раздражитель, хотя бы звон колокольчика, — почесывание уж не действует, слюнная железа «молчит».

Показывайте голодной собаке сухой хлеб и тут же рядом давайте другой собаке есть такой же хлеб,— и «выделение слюны, начавшееся было у первой, может сейчас же прекратиться».

Такого рода опыты проделывались в лаборатории Павлова не раз. И все они свидетельствуют о том, что торможение условных рефлексов можно вызвать одновременным действием двух раздражителей — одного старого, условного, и другого нового, случайно вторгающегося в сферу влияния первого. Это мы видели на примере обыкновенных рефлексов, когда речь шла о «задерживающих центрах» Сеченова. То же имеет место и при условных рефлексах: они также либо слабеют, либо могут вовсе уничтожиться под влиянием определенных условий. Вопрос только в том, как и почему происходит это торможение рефлексов — и простых, и условных. Павлов полагает, что тут мы имеем дело с взаимодействием и даже с чем-то вроде борьбы или конкуренции двух раздражителей, направленных на различные центры мозговой коры.

Остановимся на последнем из только что приведенных примеров.

Собаке показывают хлеб. Вид хлеба вызывает у нее выделение слюны: нервное раздражение действует тут на определенный центр мозговой коры, заведующий деятельностью слюнной железы, и слюна начинает течь. Но тут же, почти одновременно, раздражается и другой центр; его деятельность вызвана другим раздражителем — видом собаки, поедающей такой же хлеб. Благодаря этому нервная энергия, направившаяся к первому центру, отвлекается от него, «оттягивается» ко второму центру, и «начавшееся было выделение слюны» задерживается, тормозится.

Правдоподобие этого объяснения подтверждается следующим опытом.

Вы действуете на кожу собаки сильным электрическим током. В ответ на боль собака обороняется. Раздражая ее таким образом несколько дней под ряд, вы можете поднять «центр» ее защитных движений до максимального напряжения.

Теперь вы изменяете направление своего опыта: раздражая попрежнему собаку электрическим током, вы в то же время кормите ее. И картина меняется. Оборонительные движения слабеют, а там и вовсе исчезают. «Раздражение пищевого центра привело к торможению волевого центра»,— поясняет Павлов.

Вы повторяете это много раз: причиняя собаке боль, в то же время подкармливаете ее. И в итоге получаете условный рефлекс: боль, вызывавшая оборонительную реакцию, становится «сигналом» к реакции на еду; вместо того чтобы защищаться, собака «поворачивается к вам, засматривает в то место, откуда приносят еду, и у нее течет слюна». «Раздражение, которое шло в центр оборонительного движения,— пишет Павлов — перешло в центр пищевой, т. е. в центр движений на еду и секреторную деятельность». Итак, благодаря одновременному действию двух раздражителей на два различных центра, один из них затормозился и переправил раздражение в другой.

Есть в жизни животных и человека одно очень важное явление, которое сходно и, по существу говоря, даже тождественно с торможением. Это — сон, или, как называет его Павлов, сонное торможение.

Сон нормально возникает под влиянием внутренних причин, связанных с обменом веществ в организме животного.

Однако, сонливое состояние, а вслед за ним и сон могут быть вызваны и искусственно, путем внешних воздействий. Опыты с условными рефлексами показывают это наглядно.

Перед вами голодная собака, дающая условные рефлексы на еду при почесывании ее спины. Почесывая ее несколько раз через известные промежутки времени и не давая ей приэтом еды, вы можете затормозить ее рефлексы на еду. Невзирая на это, вы продолжаете раздражать ее почесыванием. И что же? Собака впадает в сонливое состояние, которое завершается настоящим сном. Как объяснить себе это странное на первый взгляд явление? Павлов толкует его очень

просто: торможение «пищевого центра» разлилось постепенно дальше, захватывая все большие и большие участки мозговой коры, пока не распространилось на весь центральный аппарат — и у собаки объявилась сперва сонливость, а потом и настоящий сон.

Отсюда следует, что торможение есть как бы частичный сон, — сон, распространившийся лишь на определенные участки мозговой коры; а полный сон есть торможение, разлившееся по всей коре, охватившее оба полушария и распространившееся даже ниже на средний мозг.

Итак, процесс торможения не является чем-то закрепленным за определенным местом мозговой коры; он движется; он постепенно расплывается по большим полушариям, подчиняя себе в конце концов всю территорию мозговой коры и даже других отделов головного мозга; он, говоря словами физиков, иррадиирует.[1]

То же самое, если помните, имеет место и для нервного раздражения. Дойдя до определенного центра нервно-мозгового аппарата, «оно не остается на месте, а проделывает некоторое движение». Это — один из основных признаков нервного процесса. Он распространяется из данного пункта сперва на ближайшие, а там и самые отдаленные пункты центральной нервной системы; он переходит от центра к центру, вовлекая их постепенно в сферу своего влияния; он иррадиирует, расплывается по всей мозговой коре и другим отделам нервно-мозгового аппарата. Это мы видели на примере обыкновенных рефлексов. И то же самое наблюдается при условных рефлексах. Разница только в том, что при обыкновенных рефлексах нервное раздражение движется по путям, которые раз навсегда со дня рождения животного проложены, тогда как при условных рефлексах они, во-первых, заново прокладываются и, во-вторых, при подходящих условиях закрываются; в первом случае они всегда открыты, во-втором — то свободны, то загромождены.

Довольно. Все, сказанное в этой главе о простых и условных рефлексах, об анализаторах и их физиологической роли, о торможении, иррадиации и концентрации нервного процесса в боль-

[1] Иррадиацией называется рассеяние во все стороны той или иной формы энергии — света, тепла, электричества.

ших полушариях, — все это не составляет и десятой доли того, что вы найдете в прекрасной книге Павлова «Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных», из которой и взяты почти все приведенные в этой главе цитаты. Для нашей цели достаточно и того, что сказано. Остается подвести итоги и отметить последние, конечные выводы, которые делает Павлов на основании наблюдений и опытов своей лаборатории.

Итак — к выводам.

Прежде всего. Результаты наблюдений и опытов над собакой можно, конечно, перенести на любое из высших животных, включая сюда и человека; а опыты со слюнной железой и рефлексами на еду можно заменить опытами с другими органами и другими рефлексами. Рефлексов много, помимо пищевого. Есть серия двигательных рефлексов, иногда очень сложных, направленных к осуществлению тех или иных целей, которые сводятся к поддержанию жизни индивида. Среди них особо выделяются рефлексы оборонительного или защитительного характера. Наряду с пищевым рефлексом можно поставить рефлекс половой, направленный к поддержанию жизни вида.

Затем. Изучая поведение животного, объективно, с чисто физиологической стороны и независимо от характеристики и оценки его субъективных «душевных» переживаний, Павлов приходит к выводу, что оно целиком, без остатка сводится к следующим явлениям, связанным с деятельностью всей нервной системы, и низшей, и высшей.

1. Возбуждение и торможение нервного процесса.

2. Движение (иррадиация) как возбуждения, так и торможения.

3. Взаимодействие между возбуждением и торможением: появление торможения благодаря возбуждению и наоборот, — возбуждения под влиянием торможения.

4. Замыкание и размыкание нервных путей между различными пунктами нервно-мозгового аппарата.

5. Анализ, т. е. разложение сложного мира внешних и внутренних явлений на отдельности, на качественно и количественно различные элементы.

И наконец. Организм и среда — понятия нераздельные. Всякое живое существо должно находиться в некотором относительном равновесии с окружающим его миром. Только при наличии относительной гармонии между деятельностью организма и воздействиями среды становится возможной жизнь его. И эта «относительная гармония», это равновесие устанавливается прежде всего при помощи целой серии простых, безусловных, врожденных рефлексов.

Однако среда не только многообразна, но и изменчива. Всякая перемена в обстановке, окружающей животное, всякий новый, еще не испытанный раздражитель выводит организм из равновесия, возбуждает его. И, чтобы вновь притти в равновесие, животное должно откликнуться определенным образом на перемену в окружающей его среде, должно вступить в связь с новыми условиями ее. «Вся индивидуальная жизнь животного,— говорит Павлов,— есть история постоянного, беспрерывного образования и практикования этих новых связей».

Итак, равновесие между организмом и средой устанавливается путем двоякого рода связей: постоянных и заново образующихся или временных, т. е. при помощи обыкновенных и условных рефлексов.

Однако, работа мозговой коры не исчерпывается образованием условных рефлексов. Для того чтобы эти последние отвечали своему назначению, для того чтобы организм пребывал в равновесии с окружающей его средой, чтобы все поведение его развертывалось в некотором созвучии с многообразным и изменчивым воздействием внешнего мира, необходимо разбираться, ориентироваться в этом многообразии и в этой изменчивости. А ориентироваться — значит, прежде всего, расчленять качественно и количественно сложный мир на «отдельности», на составляющие его элементы. И чем подробнее и тоньше совершается такое расчленение, такой анализ, тем совершеннее связь организма со средой, тем быстрее и вернее налаживаются условные рефлексы, тем лучше и полнее достигается столь выгодное для животного «равновесие», «гармония». А этот анализ совершается при помощи другого механизма высших отделов нервной системы, механизма различных анализаторов.

Само собой разумеется, что все, что сказано здесь об отношении животного к внешнему миру, можно распространить

и на отношение его к миру внутреннему, т. е. к совокупности явлений, разыгрывающихся в самом животном.

Подымемся выше. Сделаем еще один, последний, общий вывод: он суммирует все предыдущие частные выводы. С чисто физиологической, объективной точки зрения, работа высших отделов нервной системы слагается из двух механизмов: механизма условных рефлексов и механизма анализаторов — так, по крайней мере, следует думать на основании того научного опыта, который накоплен работами Павлова и его учеников.

Но сами-то «эти две деятельности» покоятся на нервном процессе, в котором нужно различать два противоборствующих момента: возбуждение и торможение.

«Взаимное ограничение обоих нервных процессов, — говорит Павлов, — обусловливает в бодром состоянии то, что большие полушария представляют собою грандиозную мозаику, где имеются, с одной стороны, раздражимые пункты, а с другой — заторможенные, хронически усыпленные. И наличием этих тесно перемешанных между собой то раздражимых, то усыпленных пунктов и определяется все поведение животного. На одни раздражения животное будет отвечать деятельностью, на другие — торможением». («Новейшие успехи»... и т. д.)

Так современная физиология решает вопрос о высшей нервной деятельности у высших животных и человека; так разоблачает она «тайны» мозговой коры. Условные рефлексы и деятельность анализаторов, возбуждение и торможение нервного процесса в различных пунктах больших полушарий — вот чем, повидимому, исчерпывается деятельность этих последних, а с нею вместе и поведение высших животных, человека в такой же мере, как и собаки. Я не без умысла подчеркнул слово «повидимому».

Павлов строг и чрезвычайно осторожен в своих выводах — много осторожнее не в меру увлекающихся, прямолинейных сторонников его учения. Об этом свидетельствует ряд оговорок в книге Павлова. Так, например, указавши на то, что высшая нервная деятельность представляется ему «в виде работы двух основных механизмов» (условные рефлексы и анализаторы), он тут же прибавляет: «Было бы (ничем?) не оправдываемой претензией утверждать, что двумя описанными механизмами исчерпывается раз навсегда вся

высшая нервная деятельность высшего животного».

И ту же мысль, во всей ее спокойной ясности находим мы в «Лекциях» Павлова, где, между прочим, имеются такие строки:

«Было бы большим легкомыслием первые шаги физиологии больших полушарий, полной по программе только а, конечно, не по содержанию, считать уже за какое-то решение грандиозной задачи о высшем механизме человеческой натуры. Поэтому всякая узкая регламентация в настоящее время работы об этом предмете была бы только свидетельством чрезвычайной ограниченности мысли» (курсив мой. *В. Л.*).

Павлов ясно учитывает всю сложность и исключительную трудность стоящей перед ним проблемы. Он не боится «дискредитировать свое научное предприятие» указанием этих трудностей. Он, наоборот, считает нужным предупредить будущих работников об «опасностях», стоящих на пути их исследовательской работы.

Послушайте, как сам он устанавливает рамки и цель своих изысканий.

Можно стремиться к объяснению существа таких процессов, как нервное раздражение и торможение, стараясь определить их физико-химическую природу; можно искать решения этих процессов в элементарных свойствах нервно-мозговой ткани; можно, наконец, отказаться от этих двух задач, рассматривая явления раздражения и торможения как нечто данное, как непреложный основной факт, из которого надо исходить при объяснении деятельности больших полушарий. На последней из этих трех возможностей и останавливается по зрелом размышлении Павлов.

«Если, говорит он, не может быть речи в настоящее время о понимании всей деятельности больших полушарий из деталей физико-химического процесса, — что очевидно; если нет, по всей вероятности, верных шансов для понимания этой деятельности из элементарных свойств нервной ткани; если мы даже относительно самого основного явления этой деятельности не имеем еще полного знания, то что же остается для нашего исследования, к чему сводится наша работа?

«Очевидно, приведение бесчисленной массы разнообразных отдельных явлений все к меньшему числу общих основных

явлений и должно составить ближайшую и реальнейшую задачу теперешней стадии физиологического изучения больших полушарий. Этим мы и занимаемся теперь, то приближаясь несколько к цели в отдельных случаях, то стоя перед неразрешенными, но атакуемыми вопросами, то ошибаясь».

Только такой глубокий мыслитель и блестящий экспериментатор, как Павлов, может позволить себе подобного рода смелость и роскошь самоограничения. Это, конечно, не пресловутое «смирение паче гордости». Ибо великий физиолог прекрасно знает цену тем замечательным открытиям и обобщениям, которые сделаны им самим и, под его руководством, целою плеядою его талантливых учеников. Он не умаляет заслуг своей «школы». Он откровенно говорит о них, подчеркивает их значение для науки будущего, сознавая, что исследование физиологии больших полушарий «вышло на настоящую дорогу» и что ему «предстоит конечно, не близкий, но полный успех».

Но этот «полный успех» ему рисуется в туманных далях грядущего, а не сейчас и не завтра, о чем так прекрасно, так благородно говорят следующие строки из его «Лекций о работе больших полушарий»:

«В общем этот новый отдел физиологии поистине увлекателен, удовлетворяя двум, всегда рядом идущим, тенденциям человеческого ума: стремлению к захватыванию все новых и новых истин и протесту против претензий как бы законченного где-нибудь знания.

Здесь гора неизвестного явно надолго останется безмерно больше кусочков отторгнутого, познанного» (курсив мой. *В. Л.*).

Излагая учение об условных рефлексах, я все время оставался верен рекомендуемому Павловым методу: трактовал поведение животного объективно, в рамках чисто физиологических явлений, ни разу не прибегал к лексикону психологов, ни словом не обмолвился о «душевных переживаниях» собаки, неоднократно фигурировавшей в наших опытах, ничего не говорил о ее ощущениях и чувствах, о ее разуме и воле, короче — о ее сознании. И понятно — почему: следуя совету Павлова, я просто не хотел приписывать собаке наши людские чувства, мысли и желания. Но мое-то, человеческое сознание при этом все время работало. И, работая, ставило очень большой важности вопрос: как представляется Павлову, чисто физио-

логически, конечно, то, что мы обозначаем словом «сознание» и «сознательный»?

И на это Павлов отвечает, правда, с присущей ему как человеку науки осторожностью, «только предположительно». И вот к чему сводится этот «предположительный» ответ:

Большие полушария человека состоят из отдельных участков. В каждый данный момент и при данных условиях они обладают неодинаковой возбудимостью. Положим, что один из них в этот именно момент возбудим лучше остальных. Это делает его центром образования новых условных рефлексов и интенсивной деятельности анализаторов. Он, таким образом, является сейчас как бы творческим отделом мозговой коры, и протекающая в нем нервная работа представляет то, что мы называем сознанием. В то же время другие отделы больших полушарий находятся в состоянии пониженной возбудимости. На творческую работу, подобную той, которую проделывает участок с оптимальной (наилучшей) возбудимостью, они не способны; вся деятельность их в данный момент сводится, в лучшем случае, к тому, что они под влиянием определенных раздражителей воссоздают какие-нибудь старые, давно уж выработанные, стереотипные рефлексы, т. е. проделывают то, что мы обычно называем бессознательной или автоматической деятельностью.

Не нужно, конечно, думать, что участок с оптимальной возбудимостью, а стало быть, и творческой деятельностью раз навсегда закреплен за определенным местом мозговой коры. Нет, он постоянно перемещается по всей поверхности больших полушарий, переходит от одного центра к другому в зависимости от связей между ними и смотря по качеству и силе внешних раздражителей. Благодаря этому участок, только что бывший творческим, на время как бы затихает, а какой-нибудь другой отдел, бывший несколько мгновений назад в тени, становится творчески деятельным. Это перемещение ярко выраженного нервного процесса по различным участкам больших полушарий Павлов рисует очень образно, говоря:

«Если бы можно было видеть сквозь черепную крышку и если бы место больших полушарий с оптимальной возбудимостью светилось, то мы увидали бы на думающем сознательном человеке, как по его большим полушариям передвигается постоянно изменяющееся в форме и величине причудливо неправильных

очертаний светлое пятно, окруженное на всем остальном пространстве больших полушарий более или менее значительной тенью».

Мы не должны ни на иоту умалять значения условных рефлексов в деле вопросов, связанных с влиянием среды и воспитания на характер и волю, «ум и сердце» людей, и особенно в деле дрессировки животных и людей в направлении определенных мыслей и действий; мы не должны ни на мгновенье упускать из виду тех грандиозных перспектив, которые открывает учение об условных рефлексах для понимания фактов индивидуальной и массовой психологии; мы должны полностью согласиться с утверждением Павлова, что «чистая физиология головного мозга животных чрезвычайно облегчит, больше того — оплодотворит непомерную, богатырскую работу тех, кто посвящал себя науке о субъективных состояниях человека, т. е. работу психологов», ибо он тысячу раз прав, когда говорит: «мы (т. е. физиологи) строим фундамент нервной деятельности, а они строят высшую надстройку».

И, твердо памятуя все это, мы должны сказать: возбуждение и торможение, иррадиация и концентрация их, деятельность анализаторов и образование «временных связей», все это — лишь «чистая физиология», «фундамент» того процесса, который протекает в мозговой коре, — не больше. Но помимо этой объективной стороны его, остается еще и другая, субъективная сторона, во всяком случае у человека, остается «высшая надстройка». Над объективным миром явлений, имеющих место в больших полушариях, или, если хотите, за ним, встает мир «душевных переживаний», — богатый содержанием, оттенками и переливами, мир ощущений, эмоций, волеизъявлений и мысли, мир «сознания».

Конечно, этот внутренний мир человека, мир «субъективных состояний», не является чем-то совершенно отдельным и независимым от мира объективных, физиологических процессов, протекающих в мозговой коре. Конечно, «фундамент» и «надстройка» — всего лишь нераздельные стороны единого, по существу, и целостного процесса, как нераздельны, например, понятия энергии и материи, как нераздельны выпуклая и вогнутая поверхности одного и того же полого шара. Но это единство не исключает реальности мира «субъективных состояний», и, как реальный, подлинно существующий мир, он имеет полное право быть объектом особой науки — психологии.

«Нельзя спорить о законности существования психологии», — говорит Павлов. «Психология, касающаяся субъективной части человека, имеет право на существование, потому что ведь наш субъективный мир есть первая реальность, с которой мы встречаемся» («Новейшие успехи» и т. д.)

И ту же мысль — еще четче, еще резче, как бы отмежевываясь от не в меру усердных последователей учения об условных рефлексах, — развивает он в своей книге, где имеются следующие красноречивые строки:

«Я хотел бы предупредить недоразумение в отношении ко мне. Я не отрицаю психологии как познания внутреннего мира человека. Тем менее я склонен отрицать что-нибудь из глубочайших влечений человеческого духа. Здесь и сейчас я только отстаиваю и утверждаю абсолютные, непререкаемые права естественно-научной мысли всюду и до тех пор, где и покуда она может проявлять свою мощь. А кто знает, где кончается эта возможность!..»

Можно, конечно, спорить, является ли психология сейчас, как наука, строгой представительницей «естественно-научной мысли». Но несомненно лишь одно: она стремится — и не безуспешно! — стать таковой. И это укрепляет ее «непререкаемое» право быть самостоятельной научной дисциплиной. Попытка утопить психологию в физиологии нервно-мозгового аппарата, стремление заменить или, вернее, подменить психологию «рефлексологией», совсем не входит в намерения людей науки. Это утверждает сам основатель учения об условных рефлексах, И. П. Павлов.

Было время, когда на вопрос о строении и работе мозга отвечали остроумным латинским изречением: structura — obscura, functiones — obscuriores, morbi — obscurissimi, что нужно понимать примерно так: строение мозга непонятно, работа его еще непонятнее, а о болезнях и говорить нечего — ничего не разберешь! Теперь имеем право утверждать, что изречение это не совсем справедливо. Благодаря блестящим завоеваниям ученых наших дней, мы многое уже знаем о строении мозга и нервов, мы многое узнали и об их деятельности.

2 р. 75 к.

Переплет 40 коп.

2011138807