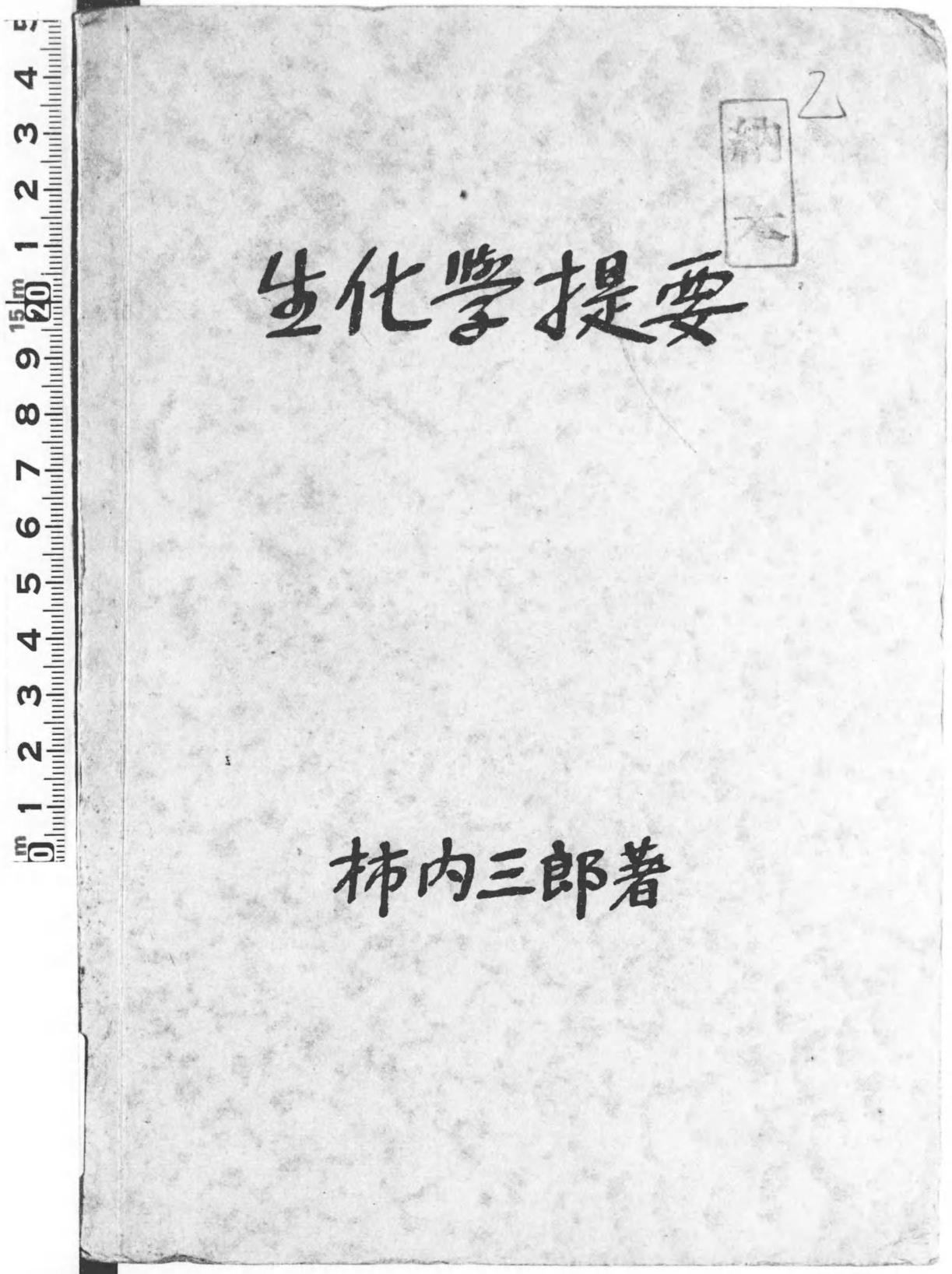
始



384
321

特207
892

456

生化學提要

柿内三郎著

生化學提要目次

緒　論

第一編　糖　質

頁

第一章　一糖類……3
第一節　一糖類の構造……4
第二節　一糖類の一般性狀……9
第三節　低級一糖類……20
第四節　五炭糖類……20
第五節　Methyl-五炭糖類……22
第六節　六炭糖類……23
第七節　一糖類の誘導體……25
第二章　二糖類……28
第一節　二糖類の構造……28
第二節　二糖類の性狀……31
第三章　三糖類及び四糖類……32
第四章　多糖類……33
第一節　澱粉類……33
第二節　植物纖維類……36
第三節　Gom-類……38

第二編　脂　質

第一章　單純脂質……43
第一節　單純脂質を構成する脂酸……43
第二節　單純脂質を構成する Alcohol……46
第三節　脂肪……53
第四節　Sterinester……61
第五節　蠟……62
第二章　複合脂質……63
第一節　燐脂質……63
第二節　糖脂質……69

第三編　蛋白質

第一章　Amino-酸……73
第一節　蛋白質を構成する Amino-酸……73
第二節　Amino-酸の通性……76
第二章　Polypeptid……81
第一節　Polypeptidの合成……81
第二節　Polypeptidの性狀……84
第三節　蛋白質の不完全水解産物……85
第三章　蛋白質の分析，特徴及び構造……89
第一節　Fischer の Ester-法……89
第二節　Kossel の Diamino-酸分離法……91

第三節 蛋白質內窒素の分布檢査……92
第四節 蛋白質內 Amino-酸結合狀態……94
第四章 蛋白質の性狀……99
第一節 物理的性狀……99
第二節 色彩反應……101
第三節 沈澱反應……104
第五章 單純蛋白質……106
第一節 蛋白素……106
第二節 球素……107
第三節 Prolamin……108
第四節 Glutelin……108
第五節 Histon……108
第六節 Protamin……109
第七節 硬蛋白質……110
第六章 複合蛋白質を構成する主なる配合族……111
第一節 核酸……111
第二節 Itin-硫酸……117
第三節 Hem……119
第七章 複合蛋白質……124
第一節 核蛋白體……124
第二節 糖蛋白體……125
第三節 色素蛋白體……126
第四節 燐蛋白體……128

第四編 酵素

第一章 酵素總論……129
第一節 酵素の化學的本態……129
第二節 酵素の性狀……130
第三節 酵素と基質との結合…130
第四節 酵素作用に對する各種條件の影響……132
第五節 酵素の化學力學……136
第六節 酵素作用の特殊性……142
第七節 酵素作用の可逆性……144
第八節 賦活體及び招癆體……145
第九節 酵素の製出及び精製…148
第二章 水解酵素……152
第一節 糖質を分解する酵素…152
第二節 Ester を分解する酵素·159
第三節 蛋白酵素……169
第四節 Peptid-酵素……178
第五節 Amino-基を離解する酵素……180
第三章 酸化に與かる酵素……184
第一節 酵素的酸化機序の歷史的考察……185
第二節 酸化還元酵素……189

第五編 細胞化學

第一章 細胞を構成する化學的成分……205
第一節 細胞構成化合物の特性·205
第二節 細胞漿の膠質性構造…210
第二章 細胞膜の機構……213
第一節 細胞膜の透過性檢査法·212
第二節 細胞膜透過性變化の要因

……215
第三節 各物質の細胞透過性…219
第四節 細胞膜の構造……221
第五節 Donnanの膜平衡……222
第六節 膜電位……224
第七節 膜滲透……226

第六編 組織及臟器化學

第一章 結締及び支柱組織……231
第一節 結締組織……231
第二節 軟骨組織……232
第三節 骨組織及び齒牙……233
第四節 皮膚……236
第二章 脂肪組織……238
第三章 筋肉組織……239
第一節 筋肉の蛋白質……240
第二節 筋肉の糖質……242
第三節 筋肉の含窒素浸出分…243
第四節 筋肉の含燐構成分……248
第五節 筋肉の非含窒素浸出分·251
第六節 筋肉の脂質……252
第七節 筋肉の無機成分……252
第八節 平滑筋の化學……244
第九節 筋肉の收縮……254
第四章 神經組織……262
第一節 神經細胞及び神經纖維·262
第二節 神經組織の化學的成分·262
第三節 腦の組成……264
第四節 神經行作時の化學變化·266
第五章 血液……267
第一節 血液の性狀……268
第二節 血漿及び血清……271
第三節 赤血球……289
第四節 白血球……294
第五節 血小板……294
第六節 血液凝固說……295
第六章 淋巴……299
第一節 空腹時の淋巴……300
第二節 消化時の淋巴……301
第三節 淋巴腔液……302
第四節 淋巴の生成……303
第七章 消化腺……306
第一節 唾腺及び唾液……306
第二節 胃粘膜の腺及び胃液…308
第三節 膵臟及び膵液……311
第四節 肝臟及び膽汁……313
第五節 腸粘膜腺及び腸液……328
第八章 覺醒素腺及び覺醒素……330
第一節 甲狀腺及び Thyroxin…331
第二節 上皮小體(准甲狀腺)…333
第三節 胸腺……334
第四節 副腎及び Adrenalin…335
第五節 腦下體……340
第九章 生殖腺及び乳汁……346
第一節 睾丸及び精液……347
第二節 卵巢，卵，及び胎盤…349
第三節 乳腺及び乳汁……354

第七編 消化

第一章 口腔內消化作用……362
第二章 胃內消化作用……363
第三章 小腸內に於ける消化作用·366
第四章 大腸內の消化作用……369
第五章 吸收……375
第一節 水分及び鹽類の吸收…376
第二節 糖類の吸收……378
第三節 蛋白質の吸收……379

第四節 脂肪の吸收……381
第五節 尿……382

第八編 呼吸作用

第一章 血液瓦斯……385
第一節 血液中に於ける瓦斯の狀態……386
第二節 血液中に含まるゝ瓦斯の張力……390
第二章 肺臟呼吸……391
第三章 組織呼吸……393

第九編 尿

第一章 尿の一般性狀……396
第二章 有機成分……400
第三章 無機成分……428
第四章 尿の組成……433

第十編 養素の同化及び酸化

第一章 糖質中間代謝……437
第一節 糖の同化……438
第二節 糖質の分解……441
第三節 體內に於ける糖の生成……446
第二章 脂質中間代謝……447
第一節 蓄積脂質……449
第二節 糖質より脂肪の生成……450
第三節 脂酸の酸化……452
第三章 蛋白質中間代謝……456
第一節 Amino-酸の酸化……457
第二節 Amino-酸の合成……468
第四章 核酸中間代謝……469
第一節 核酸の分解……469
第二節 Purin の生成……472

第十一編 代謝及び營養

第一章 物質代謝及び勢力代謝……475
第一節 代謝作用の研究法……475
第二節 物質代謝……484
第三節 勢力代謝……507
第四節 饑餓時の代謝……524
第五節 運動時の代謝……529
第二章 榮養……533
第一節 攝取すべき養素の量……533
第二節 食物の選擇……539

第十二編 化學的調節作用

第一章 呼吸機能の調節……553
第二章 血管系の調節……554
第三章 消化機能の調節……555
第四章 代謝機能の調節……557
第一節 基礎代謝の調節……557
第二節 Calcium 代謝の調節……557
第三節 糖質代謝の調節……558
第五章 生殖機能の化學的調節作用……563
第一節 男性生殖覺醒素……564
第二節 女性生殖覺醒素……566

第五編 細胞化學

第一章 細胞を構成する化學的成分

細胞內には種々の化合物が複雜なる生姿學的要素を形成して存在するが故に各種の生活現象を發揮するこゝを得. 細胞內に存する化合物の種類多き程又是等の化合物の相互的排列の模樣複雜なる程生活現象の發露も亦多樣こなる. 然れごも細胞內には隨時細胞外より各種の物質侵入するこゝあるにより細胞內に存する凡ての化合物を悉く細胞の主要成分こ稱するこゝは難し. 從つて細胞內に存する如何なる化合物が重要にして如何なる化合物が然らざるかを斷言するは困難にして其量の多少を以て之を判ずべからず. 又未だ其存在を確知するこゝを得ざる微量の物質にして細胞に主要なる役を演ずるものなきを保せず吾人は唯如何なる官能に對して如何なる化合物が關與するかを追究し得るに過ぎず.

多くの細胞は細胞膜によりて外界より隔てられ各種內容の組構を維持する一方, 他方には細胞內到る處に蛋白質, 脂質時こして糖質が互に相寄りて或は化學的化合物を作り或は膠質性複合體を形成し細胞內に無數の微塊こなりて存在す, 微塊は其配合の如何によりて種々異なりたる狀態に出現し, 是等の微塊の表面には種々の化合物が或は吸著せられ或は化學的に結合せられて濃厚こなり又互に相近づく機會を與へられて反應を惹起す. 而も是等膠質の分散度は細胞內の酸性度及び鹽類の影響によりて著しく轉變するを以て細胞內の反應は極めて複雜こなるこゝを得.

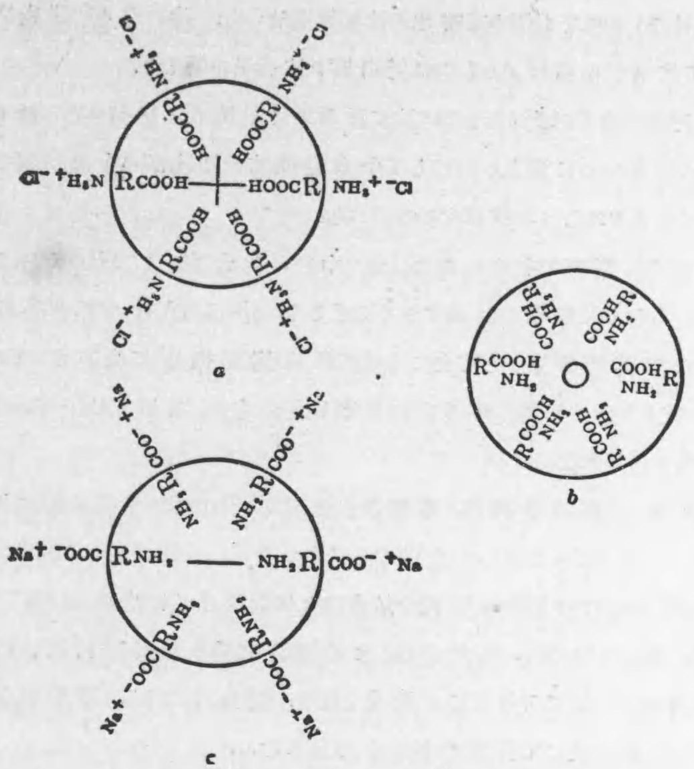
第一節 細胞構成化合物の特性

細胞の形成に與かる各種化合物は其化學的構造に從ひ細胞內にて種々

異なる性狀及異なる官能を發揮す．其概要を述ぶれば

1. 蛋白質 各種の Amino-酸が互に Polypeptid-様に結合して發生したる蛋白質は其分子量の大さ數千乃至十數萬に上り其溶液は全く膠質性を呈す．之を構成する Amino-酸の爲めに分子中に Benzol-核，Imidazol-核，Indol-核，水酸基，水硫基等を有するのみならず，Diamino-酸及二炭素酸の存在により遊離-Amino-基，竝びに遊離炭素酸基を有し其構造及其性狀を異にす．且つ遊離の Amino-基及び遊離の炭素酸の數の割合によりて或は酸こしての性質强く或は滷こしての性狀强し．しかも何れも酸こしても又滷こしても作用し得る兩性化合物なり，斯く蛋白質が遊離の Amino-基及遊離の炭素酸基を有する爲に種々の酸性又は滷性の化合物こ結合し得るここは細胞內にて各種の化合物の反應の傾向を決定するに重要なる性質なり．

蛋白質の膠質性溶液は介劑の酸性度に從ひ著しく其性狀を變ず．之れ蛋白質が兩性化合物にして介劑の酸性度に伴ひ其 Amino-基若くは炭素酸基を解離せしめ $RNH_3^+|Cl^-$ 若くは $RCOO^-|Na^+$ 等の Ion を發生し是等の電氣的極性族は界面に直角の方向に櫛立し蛋白質微子の表面を陽性若くは陰性に荷電（第5圖に之を圖解す）する爲にして之によりて溶液の粘稠度，Alcohol 等の脫水劑に對する態度等に大なる差異を呈す．卽等電點に於ては電荷零なるにより電粘效果最小なるも溶液の水素-Ion 濃度增すか又は減ずる時は蛋白質微子の帶電度の增加こ共に溶液の粘稠度增加す．然れごも溶液の酸性度若くは滷性度更に增加して蛋白質分子の電離抑制せられ電荷再び減少すれば粘稠度再び降下すべし．蛋白質が其溶液中より Alcohol の添加によりて沈澱する性狀も亦等電點に於ては著明なるも等電點より酸性度若くは滷性度大こなるに從ひ困難こなり Alcohol の添加量大ならざれば容易に沈澱を惹起せざるここも一に蛋白質微子の帶電度の如何によりて定まる所にして，Alcohol の脫水作用により親水性膠



第 5 圖

a は等電點よりも酸性度大なる溶液中に於ける蛋白質微子の狀態．
c は等電點よりも H-Ion 濃度小なる溶液中に於ける蛋白質微子の狀態．
b は等電點に於ける H-Ion 濃度を有する溶液中に於ける蛋白質微子の狀態．

質の安定二因の中抱水度は減退するも電荷の爲めに凝固阻止せらるるものなり．

尙介劑の水素-Ion 濃度以外に尙蛋白質微子の帶電度を左右するものは多價の陽-Ion 及び陰-Ion にして是等は微子の表面に吸著せられて微子に陽性及び陰性の電荷を附與す．

又蛋白質は親水性の膠質こして種々の電解質の作用に對して安定の化合物なるが故に之こ結合せられ若しくは之に吸著せられたる化合物は自身

虧恒性のものにても極めて安定の性を附與せらる，彼の種々の酵素が細胞内にて其活性を維持するも偏に蛋白質と結合せる爲なり．

以上の諸性狀は蛋白質が細胞に諸種の化學變化を發揮するに都合よき地盤を提供するに適する所にして今日動植物の細胞が必ず蛋白質を基質として含有することを理解するを得べし．

2. 脂質　脂質の中**中性脂肪**は全く中性の化合物として他のものと結合する能力なく又膠質を形成する力に乏しく，單に最も有效なる(熱量抱藏力大なる)蓄積養素として主に特殊の細胞(脂肪細胞)に含有せらるるに過ぎず，尤も何れの細胞も多少の中性脂肪を含有す，其消失は細胞の死滅を伴ふものに非ず之に反し

燐脂質　は有機性鹽基，燐酸及び脂酸が Glycerin 又は Sphingosin と結合して形成せられたる化合物なるにより酸竝びに鹽としての作用を呈し．高級脂酸分の如き非極性簇の存在により脂肪若くは脂肪溶劑に容易く溶解し得ると同時に，他方には親水性膠質溶液を形成し溶液內の酸性度及び鹽類の模樣によりて其分散度を變ず．蛋白質と好みて膠質性複合體を形成し細胞內にて各種作用の中心部となる．

糖脂質　は脂酸と Galactose と Sphingosin との化合物にして多數の水酸基を有するにより非極性大なる基あるに拘らず Ether に溶解せず，脂溶性化合物と水溶性化合物との接觸を得しむるの作用あるものの如し．

Sterin と脂酸とより成る **Sterinester** は中性の化合物にして從つて細胞內に在つても何等活躍性の作用を營むことなく唯單なる蓄積質に過ぎず．之に反し遊離の Sterin は還元芳香性屬の一價の Alcohol として他のものと作用し其量の消長は細胞の機能に多大の影響を與ふ．

3. 糖及び糖原　糖は多價の Alcohol の Aldehyd 又は Keton として化學的に活性の基を有し容易に酸化せられ Energi を迅速に遊離せしむることを得．然れども此の如く活性大なる狀態にあるは比較的少量にして其多

くは環狀型及び多糖類の狀態に於て存し各種の條件下に是等は互に容易に移行す，故に殆んど凡ての細胞は分量の差こそあれ糖原を常に含有し機に應じて之を水解し，酸化して Energi の根源となす，尙糖は必要に應じ細胞內に潛入したる又は細胞內に於て發生したる各種の生機的活性質(毒物)と結合して之を比較的毒性小なるものに變ぜしむるに利あることあり．

4. 核酸　核酸は何れの細胞にも必ず含有せらるる成分にして其複雜なる Tetranucleotid は核中に，簡單なる Mononucleotid は細胞漿內にあり，近時 Adenyl-酸が或種酵素の酵補素として重要なることを知られたり，核中に多量に存在する點より見て細胞漿の生成若くは機能を關節するに必要なる作用を有するものと考へらる．

5. 無機質　細胞內にて分量的に主なる部分は水分にして鹽類の一部は水溶液として之に溶存し陽-Ion 及び陰-Ion に電離す．生化學上注意すべき鹽類の性狀を擧ぐれば　1. 鹽類の濃度稀薄なる時は Ion の原子價に基く性狀著明なり．例へば膠質に對する凝固作用若くは界面の電位に對する影響等は膠質若くは界面と反對の電荷を有する Ion の原子價が大なる程其作用大なるが如し．2. 鹽類の濃度大となる時は Ion の抱水能の大小が鹽類の性狀を支配することとなる．抱水能は一般に Ion の大さ同一なれば電荷の高きもの，又同一の電荷値のものなれば原子の直徑小なるもの程抱水度大なるものの如し．普通の Ion に就て Hofmeister は

$$Li>Na>K,\ NH_4>Rb>Cs>Mg>Ca>Sr>Ba>$$
$$SO_4>Cl>Br>NO_3>I>CNS$$

の如き和水序列の存在することを見出したり．3. 滷，土滷，亞鉛，錫，鉛等水素よりも電離溶解壓大なるものは決して酸性溶液にて酸と鹽を形成することなきも銀，銅，金，白金の如く電離溶解壓小なるものは酸性溶液にても酸と鹽を形成す．殊に酸と作りし鹽が不溶解性の時は可なり强き酸性に於ても尙鹽を作ることを得．

第二節　細胞漿の膠質性構造

細胞内に含有せらるる蛋白質は酸こしての性狀遙かに鹽こしての性狀よりも大にして其等電點は通常 pH 6 よりも小なるが故に正常細胞内酸性度(pH=7.4)に於ては大部分は鹽こ結合し蛋白質微子は陰-Ion こして存在す．然るに同じく細胞内に存する Lecithin 及び Kephalin 等の燐脂質も亦陰電荷を有する膠質微子こして存在するにより是等は決して相互凝固を起すここなく極めて分散度の高き微子よりなるここ多し，蛋白質こ Lecithin こより構成せらるる膠質性微塊の等電點は蛋白質の割合大なる時は比較的大に，Lecithin の割合多き時は等電點著しく小こなる．是等の膠質は何れにしても其炭素酸基若くは燐酸基の電離によりて生じたる蛋白質-Ion 又は Lecithin-Ion の充分に抱水せられたる親水性膠質なるが故に之を顯微鏡にて見るも均一に見え，超度顯微鏡にて檢するも一樣に明らけく見ゆるに過ぎず．此の如き狀態にあるものが適當なる固定劑にて固定せらるる時は顯微鏡的に比較的均一相を示したる細胞漿こして現はる．　之に反し原因が細胞の內外何れにあるに關らず細胞の酸性度が强くなる如きここあれば膠質微塊の分散度低下し其狀態に於て固定せらるる時は顯微鏡的に蜂窠狀又は網狀の像を呈すべし．

細胞内に存する蛋白質は皆同一の構造す有するものに非ず，少くこも蛋白素樣のものこ球素樣のものこあるべく又是等の內に更に構造を異にする幾種類を區別せらるこ考へらる．此內蛋白素に屬するものは酸性にても鹽性にても水に溶解するも，球素に屬するものは弱酸性反應にて沈澱す．細胞內に於て斯の如き球素が容存し居るは一は細胞內に一定の緩衝劑が存在して細胞漿の酸性度が一定度以上に上らぬ爲こ，一は細胞漿が一定濃度の鹽類を含有するが爲なり．蛋白素及び球素何れにするも細胞の有する反應度にては大部分陰-Ion こして存在するを以て其一部は Calcium-及び

Magnesium-Ion こ結合して不解離性の化合物を形成す．是等の化合物は細胞漿を酸性にする時分解して無機の Calcium-鹽及び Magnesium-鹽こ蛋白質こに分離す．重金屬鹽が細胞漿に作用する時蛋白質の等電點よりも鹽性側の酸性度にては容易に是等金屬の蛋白質鹽を生ず．而かも此ものの中には弱度の酸性にては分離せずに不溶解性化合物こして存するものあり．

酸性色素及び鹽性色素(酸性色素こは色素が陰-Ion こして存在するもの，又鹽性色素こは色素が陽-Ion を形成するもの)が細胞內に入る時は蛋白質こ色素この化合物を發生し，多くは不溶解性のものこして沈澱す．此際酸性色素は細胞漿の反應が蛋白質の等電點よりも酸性にて蛋白質が陽-Ion こして存在する時，又鹽性色素は細胞漿の反應が蛋白質の等電點よりも鹽性側にありて蛋白質が陰-Ion こして存在する時によく結合するは勿論なり．尤も此時に於ても色素こ蛋白質この結合物の溶解度が極めて小なる時は蛋白質は酸性溶液に於ても鹽性色素に，又鹽性溶液に於ても酸性色素に結合するここを得．　酸鹽種々の色素にて細胞漿を處理し且つ酸性度を適宜に加減する時は細胞漿の生姿學的構造を稍細密に觀測するここを得るは之が爲なり．

燐脂質の膠質も亦親水性膠質こして細胞漿中に彌蔓して存在す．　燐脂質は膠質性溶液內にて全く抱水したる狀態にては之を Ether こ共に振盪するも毫も Ether 中に移行せず溶液に適度の酸を添加し又は二價若くは三價の陽-Ion の一定量を加ふる時は抱水度を減じ析出す，此時之を Ether にて振盪すれば悉く Ether 中に移行す，Alcohol 及び Aceton にては其脫水作用にて抱水度を減少せらるる爲之に溶解せらる．燐脂質の膠質性微子は好んで又蛋白質及中性脂肪等こ膠質性微塊を作つて存在す．

細胞漿內にて脂肪が分解せられ脂酸が多く發生するここあり，　此ものは鹽こなりて一部は溶存するも，其大部は細胞漿中に存在する中性脂肪等

の表面に吸著せられて其表面張力を降下するが爲脂肪を親水性膠質に導くことを得. 此時 Kalium-鹽は抱水能を助長し Calcium-鹽の存在は脫水作用を促す.

細胞漿の膠質は分散度高き場合には抱水能強く, 之に反し分散度低き場合には抱水能弱きを以て細胞漿內の遊離の水分は膠質の分散度の變化によつて著しく增減し細胞內反應物質の活性度を變化し其反應の速度に影響を與ふることとなる.

細胞漿を形成し居る或種膠質性微塊の表面が他の物質の吸著若くは化合の爲に不溶解性の薄膜にて蔽はるる如き場合あり, 此狀態にては該膠質性微塊は他の膠質性若くは晶質性の細胞漿成分より分離せらるる狀態となる, 若し其表面の吸著が取除かれ又は化合物が分解さるる時は該膠質性微塊は他の成分と接觸し其間に反應惹起せらるべし. 種々の酵素が細胞內に其基質と同時に存在し居りて而も之に作用せざるは此種の膠質性薄膜にて隔てられ居るものと考へらる.

第二章 細胞膜の機構

多くの細胞には細胞膜を區別することを得. 之れ細胞が外界と接觸する表面には生姿學的に內部との差あることを認められ之を損傷すれば細胞漿の流出を來たす場合あるのみならず, 各種表面活性の物質を含有する細胞漿としては表面に濃厚なる層の發生し得ることより之を首肯することを難からず. 然れども此細胞膜の構造に就ては古來種々に臆說あるも未だ完全に承認せられたるものなし. 蓋し小なる細胞の薄き細胞膜を純粹に取出し之を分析することは容易の事に非ず又顯微化學的方法にては到底其構成を窺知し得ざるが爲なり. 故に從來多數の人々の檢索したる方法は如何なる物質が之を透過し, 如何なる物質が之を透過し得ざるかを調査し透過性及び非透過性の物質を互に比較し, 其等の分子の大さ, 水及脂肪に對する溶解

度, 分子の化學的構造と透過性との間に關係を見出し得るかを探ね分子の小なるものを通し大なる分子を通さぬときは膜に一定の大さの孔あると稱し, 脂肪に溶解するものを通し水に溶解するもの透過せざれば膜は脂質よりなると言はんとするもの多し. 然れども是等の調査の成績より膜の模樣を直ちに論斷することは危險にして實驗に用ふる條件によりては或は細胞の透過性を全く阻止することあり又反對に正常時に透過せぬものを透過する狀態に於て觀察するものあり.

第一節 細胞膜の透過性檢査法

細胞膜の透過性を調査する方法として次の如き諸法用ゐられたり.

1. 漿質剝離法 種々の植物の細胞は植物纖維素よりなる細胞壁を有し原形質は之に密接して存するも, 其原形質の外層を形成する細胞膜は多くの物に對し半可透の性狀を示すを以て細胞內滲透壓よりも高張なる非透過性物質の溶液中に細胞を投ずる時は, 原形質は纖維素より成る細胞壁を離れて收縮す. 此現象を漿質剝離と稱す. 故に高張の被檢液にかくの如き細胞を入れて漿質剝離の有無を檢し剝離起らざれば該物質は細胞膜を透過するものとし, 漿質剝離が一時起つて再び時を經るに從つて消失するならば透過性の小さきものとなし, 剝離が久しきに亙つて消退せざれば透過性なきものと斷定す. 之は一見無理なき推論の如く見ゆるも之に信賴するは危險なり. 之れ細胞內の滲透壓と同等以上の滲透壓を呈する濃厚の單一物質の溶液を久しく細胞に接觸せしむる事夫自身既に不自然にしてかくの如き溶液が細胞膜の透過性を變化せしむる事は既に觀察せられ居る所なればなり. (蔗糖溶液は其透過性を降下せしめ, Alcohol 溶液は之を增大せしむ). 細胞の外液にも細胞漿と同一の組成を有する混合液を置き, 其中に被檢物質を餘り大にならざる量に加へて漿質剝離の有無を檢すれば稍眞に近き結果を得るも, 此時被檢物質が化學的にも物理化學的にも外

液と交渉あるものにては不可なり．要するに漿質剝離法にて透過法の有無及び程度を推斷せんとするは粗雜なる方法たるを免れず，況して之より得たる結果のみより細胞膜の構造を論ずるは不可なり．

2. Hematokrit 法　動物性細胞は植物性細胞の如く堅固なる細胞壁を有せざるにより，漿質剝離の如く簡單に顯微鏡下にて細胞に對する水の出入を見るを得ざるも，水の出入に伴つて其容積に增減を生ずるにより Hematokrit にて一定廻轉數の下に廻轉沈澱器により沈澱せしめたる細胞の容積を比較すれば之を推知することを得．併し此方法にても全く漿質剝離の所にて述べたると同樣なる不滿の點あり．

3. 麻醉作用法　細胞膜を透過し易き麻醉性化合物は比較的濃度小なる時既に細胞內に進入して麻醉を起し得るにより其麻醉作用發現に要する濃度と，脂肪に對する溶解度の大小を論じ，細胞膜の構造を推論せんとするものあり (Overton, Meyer)．此方法にては前に述べたる漿質剝離法及び Hematokrit 法の如き濃厚なる溶液ならずして行ひ得るが故に其時述べたる如き危險は少となる．然れども此法は細胞膜の透過性を測定せんとする根本意義を無視す．之れ麻醉作用は單に細胞の中に該物質が進入する分量によりてのみ定まるものにあらず，其物が其表面張力の大さにより細胞漿內酸化機構に影響を與ふる大さによつても大に左右せらるるものなる事を顧慮せざる爲なり．Propylalcohol, Butylalcohol, Caprylalcohol 等が麻醉作用を起すに要する濃度は炭素の數ますに從ひて減じ之に伴つて脂肪に溶解する濃度は增加するも，之は炭素數が大なる脂酸程表面活性度が大にして麻醉作用に影響すること大なると，炭素數が大なる脂酸程脂肪に對する溶解度が大さなると の關係が偶然伴ひたるに過ぎず．脂肪によく溶解して麻醉作用の小なるものもあるはこの爲なり．

4. 色素法　色々の色素が細胞膜を通して細胞內に進入する能力と色素の性狀とを比較して細胞膜が如何なる物質より構成せるかを定めんと企て

たるものあり (Overton, Ruhland, Höber, Nierenstein)．此場合も稀薄なる濃度にて實驗し得るにより濃厚溶液に見る如き非難なきも，此處にも亦大なる缺陷存在す．之れ是等の實驗は單純なる色素の膜透過性を檢し居るにあらず細胞漿の色素結合能の作用を同時に受け居り，時としてこの方が重なる部分をなし居るが爲なり．卽ち一方色素が細胞漿內にて結合せられ細胞漿內の遊離色素の濃度減少すれば從つて濃厚なる外液より色素が進入する速度增進するも，之と反對に色素が細胞漿內に於て結合せられざれば一定度細胞內に入りたる後は滲入すること止む．

以上述べたる所により明なる如く，細胞透過性を檢するに何れの方法にも缺點あり，從つて是等の方法の何れか一つの方法にて測定したる結果に基きて細胞膜の透過性と透過物質化學構造との關係を論じ，次で細胞膜の性質を推定せんとする諸說は皆不徹底たることを免れず．

第二節　細胞膜透過性變化の要因

赤血球は其內に血色素及び其他の內漿を包藏し細胞膜にて被はれ居る細胞なるも種々異なる原因により其內部の血色素 (及び他の內漿成分) を血球外に逸出せしむ．故に此の際に於ける是等の原因を考察せしむるは細胞膜の性質を窺ふ一助ともなるを以て次に其大要を敍述せんとす．

1. 低張液による解血作用　赤血球を 0.85 % NaCl 液よりも低張なる溶液に入れ置く時は內外滲透壓の差に基きて水は赤血球內に侵入する爲め血球は漸次膨脹し赤血球は早晩其周圍の諸處より血色素を漏失して全く解血作用に陷る．尤も此際單に水の滲入に因る赤血球の內壓增大によりて血球膜が破綻したりと說明するは充分ならざるものの如く，純粹なる等張の食鹽水も亦赤血球に有害にして其透過性を增加せしむることと知られ，恐らく食鹽に浸漬せられたる赤血球の膜中の Lecithin/Cholesterin の比に變化を及ぼすためなりと考へる．

2. 表面活性質 之に屬するものは石鹸，膽汁酸，Saponin，細菌性解血素等なり，恐らく膜の蛋白質に作用して表面の張力を減少せしめ膜の破壊を起すものなりと考へらる，以前は石鹸及び膽汁酸の解血作用は膜の類脂體を溶解する爲めとし，Saponin は Cholesterin を奪取する爲と考へられしも是等は主なる原因ならざるべし．

3. Cobra-毒及蝮毒 是等の毒は夫自身には何等解血の作用を呈せざるも之に Lecithin 又は血清を加ふる時は Lecithin に作用して Lysocithin を發生し此ものが膜蛋白質と結合する爲めに解血作用起るものと考らる．

4. 免疫性解血素 或種屬の動物（例へば家兎）の血球を他の動物（例へば豚）に注射すれば豚の血液中には家兎の血球を破壊する物質發生し，該注射を繰返すときは家兎の血球は豚の血行中にて直に解血作用を蒙むることは免疫學上周知の事實なり．此時同種類の動物の血球は解血素を發生せしむる能を有せず．此免疫解血素は極めて特殊の作用を有し注射したる血球以外の血球に對しては之を解血する事なし，之れ此解血素は細胞膜内にある極めて特殊の構造を有する蛋白質分に作用して發現するものなる爲ならむ，此解血素の作用を受くる時赤血球は膽汁酸鹽若くは Saponin の作用を受ける時と異なり平圓板狀の形態を維持したるまま膨脹することなくして解血せらる．

5. 熱及び光 赤血球は55度に熱せらるれば其膜を破壊されて小球に分離せらる，之も膜の中に在る蛋白質が熱によつて凝固する爲に起る現象にして，熱凝固が一定度に達したる時血色素は膜を通して外に出で解血に陷るなり．光線は正常の赤血球に對しては殆ど作用することなしと雖も Eosin 若くは Hematoporphyrin と共に同時に作用せしむる時は數分の間に解血作用を起す．之も細胞膜の蛋白質及び脂質の結合の破壊に因つて起る變化にして其作用は吸收せらるる Energi 量に比例す．

是等赤血球の解血現象を誘起する種々の原因は他の種々の細胞に對し

ても等しく解細胞の原因となる．

是等の觀察に基く時は細胞の透過性を變化せしむる要因は其數多きこと知らるべし．但し細胞透過性を變化せしむる要因も簡單なるものならず．種々の要素より成るものなるにより，其要因の一要素を認めて輕々しく要因と速斷することは之を誡めざるべらず．例へば甜菜の根の切片を水中に投じる際當分色素も糖も細胞より竄出することなきも，若し細胞と同張なる食鹽水(1.8％)の中に入るる時は忽ち色素も糖も竄出す．然るに食鹽と鹽化石灰とを適當に混合したる液(1.8％食鹽及び0.17％鹽化石灰とを含むもの)に入れたる際には純水に入れたる際と同じく色素も糖も容易に竄出せず．之より見れば食鹽は細胞膜の透過性を高め，鹽化石灰は之に反對する作用を有する如く見ゆ．何故に Natrium と Calcium との鹽化物の間にかくの如き反對の作用存するか，之は細胞膜の構造判明せざれば斷言し難き處なるも簡單なものならざるは確なり．之れ是等二種の鹽化物が色々の點に於て互に對鬪的の作用を呈し得るより考へらるる所なり．例へば Kakiuchi が Lecithin の水溶體に對する各種鹽類の影響を調査したる所にては陰性の荷電を持つ Lecithin の膠質性微子に對し電解質の陽-Ion は之に接近して之を放電せしめんとし，陰-Ion は之を阻止して安定ならしめんとす，此時滷金屬の Ion は到底一價の陰-Ion の敵ならざるも，土滷金屬(Calcium の如きもの)の Ion は其電荷量遙に大なる爲め同當量の陰-Ion の働を凌駕す．故に今一定の狀態にある水溶體に滷鹽化物（極めて濃厚にて脫水の作用參加する場合を除く）を加ふる時分散化の度を增加し，土滷鹽化物を加ふれば放電凝固の傾向を高む．卽ち Natrium-Ion 又は Calcium-Ion と鹽素-Ion との間の對鬪作用に基くものなり．之は Natrium-Ion 及び Calcium-Ion の電荷と鹽素-Ion の電荷との間に對鬪作用あることを語るものなるが，又他方には Natrium 又は Calcium が形成する鹽の性狀により是等二種鹽類の相反する作用に起ることもあり得．例へば Clowes は油と稀薄滷液

の一定混合物に種々の量の $Na^{\cdot}$ 及び $Ca^{\cdot\cdot}$ を加へて振盪するに $Na^{\cdot}$ が多き時は水中に油が乳化したるものを得，$Ca^{\cdot\cdot}$ が割合に多こなる時は油中に水が乳化したるものを得たり，之は $Na^{\cdot}$ が多ければ脂酸-Natrium が多く存在し，これは油よりも水によく溶解するにより水の表面張力を減少せしめ水溶液の表面玆に増大して水中油の乳化體を發生するも，$Ca^{\cdot\cdot}$ が多ければ脂酸-Calcium が多く存在し，之は水に不溶解にして油の方によく溶解するにより油の表面張力を減少せしめ油の表面玆に増大して油中水の乳化體を發生するものこ説明せらる．各種金屬が Ion の狀態にて水溶體に對する態度も，又其鹽類の溶解性其他の性狀の異なるここも究竟は其原子の構造に基因するものなるが，細胞膜に對する是等金屬鹽の作用は或は細胞膜を構成する膠質(陰電荷を持つて居る)の分散度を變ずる爲なるか，或は兩相の表面張力の變化により相の反轉を起す爲なるか，將た亦他の機序によるか，之は斷言するに苦しむ所なり．

既に述べたる如く一動物の赤血球を他種動物に注射して發生せしめたる免疫解血素を該赤血球に加ふる時は解血作用起るも免疫血清を豫め 56 度に加熱し置く時は解血の作用起らず，然るに此處に該赤血球に對し毫も解血作用を呈せざる動物の新鮮正常血清を加ふる時は解血作用忽ち起るここ知らるべし．之は解血素に熱に遇ひて抵抗性少き構材があるここを語るものなり．又今新鮮なる正常血清を他の種類の抗元抗體混合物中に添加し一定時間經たる後前の如く抗元たる赤血球こ其免疫血清の中に加ふるに毫も解血作用を起さず，之れ新鮮血清中の非耐熱性物質(補體)が初めに混和せられたる他種の抗體に結合せられ消費せらるる爲め解血素抗體こ結合するものなく從つて解血作用起らざる爲なり．

以上甜菜の根細胞に對する滷土滷鹽化物の作用及び赤血球に對する免疫解血素の作用の二つの例を以つても明なる如く，食鹽の細胞膜の透過性を變化せしむるは單に食鹽の濃度の大こなり又は Natrium-Ion の增加す

る爲に非ず，陽陰二つの Ion の作用の均勢が破れたる爲なるにより食鹽を加ふるこ同時に鹽化石灰を適當量に加ふる時は透過性に變化を起さず．故に食鹽のみを增減せしめたる時の結果によつて食鹽の害毒の有無を論ずるは一部分を見て全般を見ざるものなり．又免疫解血素には當該赤血球に全く特殊の作用をする構成分なる抗體こ多くの免疫反應に共通に作用する補體この二構材を要し，如何に特殊の抗體存するも補體が缺如する場合には解血作用起らぬここを知り得べし．

是等の點より考ふれば細胞が其正常的透過性を維持するには其複雜なる機構の何れの一部分にても一定度以上に擾亂を受くるべからざるこ同時に，複雜なる機構の一部分にても變化生ずるは種々の複雜なる要因が相錯綜して生じたる結果なりこ見ざるべからず．

第三節　各物質の細胞透過性

以上述べたる所を以て明なる如く，各種の物質が正常なる狀態にある細胞膜を透過して細胞內に進入する難易の度を測定するここは甚だ困難なるも，種々の方法にて得たる結果を概括すれば大體次の如しこ考ふるここを得．

1．膠質性にして分子の大なるものは細胞膜を透して細胞の內には入らず．

2．有機化合物にして非極性の大なる分子例へば Methan, Pentan, Amylen, Acetylen, Benzol, Naphthol, Phenanthren 等は容易に細胞內に侵入し，細胞こ周圍の液この間に平衡狀態成立す．尤も斯くの如き物質は水に對する溶解度小なるにより細胞內に入るも其絕對値は非常に大なるものならず．

3．炭化水素より誘導せられ多少極性簇を有する化合物例へば Alcohol, Amin 及び脂酸等は其分子內に極性簇(-OH, $-NH_2$, -COOH) 及び非極性

簇(Alkyl-基)を持ち，極性簇の存在によりて水に溶解する性質を得るも，炭素鎖長く非極性簇が大なる程細胞内に侵入する力強し，尤も非極性簇大に過ぎて水に溶解する度極めて小さなれば細胞内に入る絕對量は又小さなるは當然なり．

4．一分子の内に水酸基が2個入り，3個入りたるもの(Glycol, Glycerin等)は極性簇勝れる化合物なるが，細胞内に入ること遲くなり．水酸基が6個入りたる糖-Alcohol の如きものは進入すること餘程悪るし，糖も同樣に透過困難なり．

5．有機酸及び有機鹽は3の條下で述べたる如く非極性簇が適當の大いさなれば細胞内に攝取せらるるも，之が鹽類を形成し居る場合には進入すること著しく阻止せらる．之れ進入し得るものは Ion としてならず不解離の分子としてなる爲ならむ．

6．酸素，炭酸，窒素，一酸化炭素，毒瓦斯等も細胞に攝取せらる．是等の瓦斯は水よりも脂肪によく溶解する瓦斯なり．

以上の如き諸物質は水よりも脂肪によく溶解するものなるにより細胞膜は脂質より成ること考へたる人あるは尤ものことなり．然れども之は單に膜が脂質より成る爲によるに非らず細胞内到る處に脂質が存在することも亦細胞に是等物質の窟入すること大なる理由なるべし．即ち細胞膜の性質による透過性の大なることを示すよりも，細胞内に是等物質を溶解する脂質量の大なるを語るものならむ．

7．鹽類　鹽類は極性度の大なるに相當し，細胞内に侵入する速度極めて遲く，高張の鹽溶液の中に植物の細胞を投入し置く時は漿質剝離を起し容易に剝離解除せず．故に Overton は鹽類は正常細胞膜を透過せずと述べたるがOsterhout 等の研究にて實際に於ては漿質剝離解除行はるること明となれり．一般に鹼金屬に屬する一價の陽-Ion は容易に細胞膜を透過しLi<Na<K<Rbの順に透過性大となり土鹼鹽は鹼鹽に比して透過性遙

に遲し，陰-Ion にても一價のものは多價のものより早く透過す．大體に SO_4 <Cl<NO_3<Br<J の順に透過性増大す．

8．Amino-酸も其分子内に極性簇を多く有するにより其透過性は餘り大ならずと說明し得る如し．

諸實驗の結果にては鹽類，Amino-酸竝に糖は細胞内に透過し難き化合物なるも，實際細胞が絕えず是等の成分を攝取し又は排泄し居るは明にして，之は透過し難きものにても絕えず少し宛攝取し又は絕えず少し宛排泄して居れば可なりと說明すべきか．著者の卑見にては鹽類，Amino-酸，糖其他の物質が細胞に出入するは單に膜の性質に依るのみならず寧ろ細胞全體の狀態に依つて左右せらるるものと考ふる方至當なるべし．即ち細胞内には蛋白質，脂質，糖質等，膠質性物質が混合して存在し，正常酸性度にてはその内にある水分の大部分は膠質性分子に抱合して存するにより遊離の水分極めて少なく，從つて水に溶解する各種の電解質は竄入すべき場所少なし．若し細胞内の酸性度の變化又は酵素の作用等に依つて細胞膠質の狀態變ずれば，細胞膜には變化なき時にても細胞内遊離水分の増加に伴つて電解質の進入増加すること極めて順當の事なり．勿論細胞膜にまで變化が行はれたる場合には更に電解質のみならず膠質まで出入する如くなること勿論なり．　此の如く細胞内には遊離の水分が少なしといふ見解は種々の細胞が外圍の液と異なりたる一價の陽-Ion 及び異なりたる陰-Ion の組成を有することを理解するに都合よしと思惟す．

第四節　細胞膜の構造

以上細胞膜の透過性檢査法，細胞膜透過性變化の要因，各物質の細胞透過性等を考察する時は細胞を圍繞する細胞膜の構造に就て不完全ながら一定の概念を得ること不可能ならず．

1．細胞膜は細胞内部と同じく主として蛋白質及び脂質より成る膠質

性物質なり．膠質性物質なるにより分子の大きさ小なる水溶性の化合物の通過を得しむ．蛋白質を凝固せしむる要因又は脂質を溶解する如き物質は細胞膜を破壊す．又是等蛋白質及び脂質の膠質微塊の分散度の變化により其透過性に增減を生ず．

2．透過性は必しも膜の構造によりてのみ決定さるべきものならず，時こして之こ大なる交渉を有せざるものあり．之は a細胞内成分こ結合するものは膠質性ならざるかぎり細胞内に侵入す(脂質溶解性物質，蛋白質染色色素等)，b細胞内成分こ結合せざるものは細胞内遊離水分の微量なるに伴ひて進入する量も亦少なし，但し是等の成分が細胞内に於て合成に用ゐられ又分解により消費せらるれば絕えず外液より細胞内に進入す(細胞機能時の Amino-酸，糖，或種の無機質等)．

3．細胞の内外に於ける種々の要因によつて細胞膜は絕えず膨化及び收縮等の變化を蒙り居れり，故に正常的の透過性を論ずるここは困難なるこ同時に透過性の變化の原因を直ちに膜に歸するここは不可能なり．

第五節　Donnan の膜平衡

膜を透過し得る物質は膜の内外に於て常に同一の濃度を占むるここ普通なるも，若し膜の一方に非透膜性分子若くは非透膜性の Ion 存在する時は夫が爲に透過性の物質まで全く内外に於ける其濃度を異にするに至る．以下簡單に其理由竝に其程度を考察せんこす．

今膜の内側の方に膠質性の Ion R′ を形成する化合物の鹽 NaR(例へば色素 Congo-赤の Natrium-鹽)を入れ，外側には全く透過性の鹽例へば NaCl を入るるに，食鹽は膜を通じて内方に瀰散し，遂に一定の平衡に到達す．

此平衡にては膜の内外に於て透過性の陽-Ion こ陰-Ion この積が互に同等こなる．之れ凡て電解質は其一方の Ion のみが膜を通るここ不可能にして

例へば $Na^{\cdot}$ は常に Cl' こ隨伴して膜の一方より他方に移行すべく，然らざれば往くものこ止まるものこの間に靜電力發生し往くものの瀰散を牽制するが爲なり．而して $Na^{\cdot}$ こ Cl' が膜の單位面積に衝突する度數は是等二種の Ion の濃度の積に比例す．平衡狀態にては内外より膜に衝突する Ion の度數等しきにより

$$[Na^{\cdot}]_u \cdot [Cl']_u = [Na^{\cdot}]_s \cdot [Cl']_s$$

然るに膜の内側にては $Na^{\cdot}$ は食鹽以外に尙膠質化合物 NaR より發生するを以て膜の内外の食鹽の平衡は稍複雜こなる．今假に膜の内外に於ける液の容積を同一こし，内側の NaR の濃度を c，外側の NaCl の初期濃度を c こし，外側より内側に移行したる NaCl の濃度を x こすれば，此初期及び平衡の狀態は下に示す如し．

初期				平衡狀態			
内側		外側		内側		外側	
$Na^{\cdot}$	R'	$Na^{\cdot}$	Cl'	$Na^{\cdot}$	R'		
				c	c	$Na^{\cdot}$	Cl'
c	c	c	c				
				$Na^{\cdot}$	Cl'	$c-x$	$c-x$
				x	x		

故に平衡狀態にては

$$(c + x)x = (c - x)^2$$

之より

$$x = \frac{c}{3}$$

卽ち非透膜性の Ion R′ の存在により完全なる透過性を有する $Na^{\cdot}$ 及び Cl' は不等の分布を蒙る．而して此透過性電解質の不平等分布に對する影響は非透膜性-Ion の濃度大なる程大なり．

NaR こ食鹽こが種々なる濃度に存する時の初期竝に平衡狀態に於ける濃度を比較すれば下の如し．

初期濃度			終期濃度	
NaR_u	$NaCl_s$	比	% $NaCl_u$	比 $NaCl_s$; $NaCl_u$
0.01	1	0.01	49.7	1.01
0.1	1	0.1	47.6	1.1
1	2	0.5	40	1.5
1	1	1.0	33	2
1	0.1	10	8.3	71
1	0.01	100	1	99

卽ちこの表の最終行に示したる如き條件下に於ては食鹽は殆ど全く外側にのみ存在するこゝとなる．之を見て膜は食鹽を透過せしめずと考ふる人もあるべし．

細胞の內外にて電解質の濃度が差異を呈する原因の一部は細胞內に非透過性の蛋白質が多量に存在し，此 Donnan の膜平衡を呈すること勿論なり．然れども細胞の內外に於ける $Na^{\cdot}$ と $K^{\cdot}$ の濃度分布の差，Cl' の透過性如何等は斯くの如き簡單なるものにあらず，一は前にも述べたる如く細胞內膠質の抱水性による遊離液分の減少，他は細胞內成分の是等の Ion と形成する鹽類の解離狀態の如何に關するこゝと主なる原因の如し．

第六節　膜電位

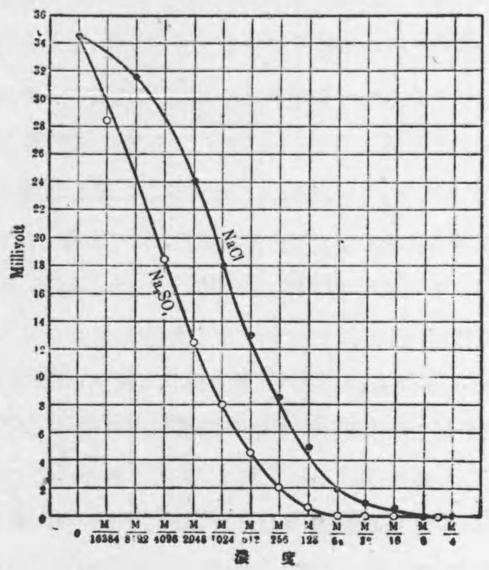
前節に於て述べたる如く，膜の內部に非透膜性の蛋白質-Ion が存在する時は Donnan の定理に基きて膜の內外に電解質の濃度の差發生し從つて膜電位差現はる．其高さは膜を隔てて存在する液が任意の Ion に關して濃淡電池として與ふる電位に等しく，其符號は反對なり．故に內外兩液の水素電位を測定し，其差を採れば膜電位の値を知ることを得．

Loeb は Collodium-囊の內に蛋白質溶液を入れ，之と彌散平衡を維持しつつある外液との各に飽和甘汞電極を插入して其間の電位差を測定したり，尤も之れは5個の界面間の電位の和を示すものなるも．兩甘汞電極に於ける水銀/KCl 間の電位は同じくして互に相殺され，KCl/外液及び KCl/

內液間の彌散電位は KCl が飽和の場合には極めて小にして兩者を略等しくして大差なきを以て，殘る膜の處に於ける電位差が測定せらるる事となるなり．Loeb は種々の酸性度に於ける1%膠鹽化物に就て直接にこの膜電位を測定し，他方には膜內，膜外兩液の水素-Ion-濃度より計算に依つて膜電位に相當すべき値を得て兩者の値を比較したるが，下に示す如く大體に於てよく一致したる値を得たり．

1%等電的膠液 100cc に加へたる n/10 鹽酸の cc 量	內液の pH	外液の pH	內 pH と外 pH との差	H-電位 (m.V)	膜電位 (m.V)
1	4.51	4.14	0.42	+24.7	+24.0
2	4.31	3.78	0.53	+31.0	+32.0
4	4.01	3.44	0.59	+34.5	+33.0
6	3.85	3.26	0.59	+34.5	+32.5
8	3.33	2.87	0.46	+27.0	+26.0
10	3.25	2.81	0.44	+25.8	+24.5
12.5	2.85	2.53	0.32	+18.8	+16.5
15	2.52	2.28	0.24	+14.0	+11.2
20	2.13	2.00	0.13	+ 7.6	+ 6.4
30	1.99	1.89	0.10	+ 5.9	+ 4.8
40	1.79	1.72	0.07	+ 4.1	+ 3.7
50	1.57	1.53	0.04	+ 2.3	+ 2.1

第　6　圖



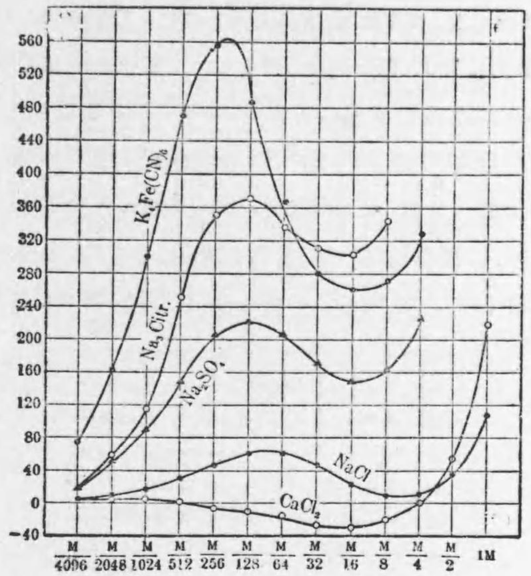
卽ち一定の酸性度の時は膠の解離最も大なるに相當し膜電位も亦極大値を示す. 又中性鹽を加ふれば Donnan-平衡時の分布率が緩和さるるこ同じく, 膜電位は中性鹽が多量に存在する時著しく降下す(第6圖).

第七節 膜滲透

半可透の膜(水を透過せしむるも溶質を透過せしめぬ膜)にて一定の非電解質溶液こ純水こを隔て置く時は水は膜を通じて溶質溶液の中に移行し可及的水こ溶液こを均一相に化せんこする傾向を示す. 此時水が膜を通じて溶液中に入らんこする壓卽ち滲透壓は溶液中の溶質の分子濃度に比例す. 又溶質が電解質なる時は滲透壓は溶液內にある非電離分子こ電離にて生じたる Ion の濃度の和に比例するにより, 其滲透壓は同一分子濃度の非電解質溶液の滲透壓よりも遙に高し.

然るに電解質の稀薄溶液の場合には尙複雜なる現象現るるここあり. 例へば比較的緻密の Collodium の膜囊を作つて其內に食鹽の稀薄なる溶液を入れ其上に毛細硝子管を括り附けてより之を純水の中に浸す時は水が急劇に囊中に入る爲め毛細硝子管內の水面急に上昇す. 食鹽の分子濃度が500分の1又は1000分の1の如く稀薄にして普通の非電解質溶液の場合には少時間內には殆ご毛管內の水面を上昇せざる如き濃度に於ても短時間內に著しく上昇するは極めて奇こするに足る. 且つ食鹽の代りに鹽化石灰を入るる場合には反つて囊の內部卽ち溶液の方より水は外側の水の方に竄出する爲に毛管內の水面急に下降す. かく食鹽の場合には水が膜を通じて囊內に入り, 鹽化石灰の場合には水が膜を通じて囊外に出づ. 然れごも溶液の濃度が漸々大こなる時は此の如き水の運動は再び減少して水面の高さは食鹽の場合には正常値まで降下し, 鹽化石灰の場合には上昇して正常値に還る. 此關係を稍定量的に調査したるものに米國の Loeb 及び我教室にて行ひたる梅澤の實驗あり. 是等は前に述べたる滲透壓計を用るて各種の鹽

類の種々の濃度の溶液を滲壓計中に一定容積まで入れ, 其下部一定の處まで一定容積の純水中に浸漬し5分, 10分, 15分, 20分毎に毛管內液面の高さを讀みたるものにして滲壓計を浸漬するこ同時に水は囊中に侵入し始め毛管中の液面は漸次上昇するも一定時間にて極大値に達し夫より再び徐々に低下す, 之れ膜が完全なる半可透の膜ならざるにより溶質が漸次囊外に竄出し膜の內外の溶質の濃度の差が小こなるが爲なり. 今梅澤の實驗例の內より食鹽, 鹽化石灰, 硫酸曹達, 醋酸曹達, 枸櫞酸曹達, 黃色血滷鹽等に關するものを圖解すれば第7圖の如し.

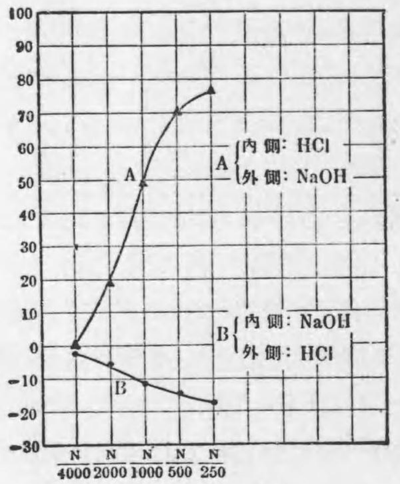


第　7　圖

横方位軸に鹽類濃度の對數値をこり, 縱方位軸に毛管內液面の高さを取る. 純水浸漬後時間の經過こ共に毛管內液面の高さは常に變化するを以て採讀は常に一定時間後に比較せざれば不可なり. 此實驗例の結果によれば一價の陽-Ion を持つ鹽類にては水は常に囊中に侵入し, 2000倍, 1000倍乃至500倍の稀釋度こ漸次濃度が增加するに從つて水の滲入度は

増加し終に$\frac{M}{256}-\frac{M}{128}$にて極大値に達するも夫より濃度が増すにつれて再び滲入度が小さなり$\frac{M}{8}$位になれば正常値に近づく．又一價の陽-Ion と鹽を形成する陰-Ion が一價よりも二價(硫酸曹達の如く)の時，二價よりも四價(黄血鹽)の時の方水滲入の度が遙に大なり．

かく電解質の場合には之を形成する陽-Ion 及び陰-Ion の原子價の異なるに從つて水滲入の方向は定められる．之に就て Loeb は Collodium-膜は負の電荷を有し，其孔隙は陽-Ion の竄出を容易ならしむるも陰-Ion 透過し難からしむる爲め膜の外面は陽-Ion に富み膜の内面は陰-Ionに富みたる狀態となり膜電位を形成することを實驗的に證明したり．尤も陰-Ion も陽-Ion との間の靜電的牽引に依つて膜を通過し得るも，二價又は多價の陰-Ion の如く容積大なるものは透過速度殊に遲徐となるを以て膜電位も大となるものならむ．食鹽及び硫酸曹達等の時は Natrium-Ion は膜の外側に，鹽素-Ion 又は硫酸-Ion は膜の内側に集積する爲め膜の外側は内側に對し陽性に荷電せらる．膜の孔隙内の水は陽性の電荷を持ち居るにより此部分の水は膜の内側に向つて移動す．鹽化石灰の時は之に反し膜の内側は陽性に，外側

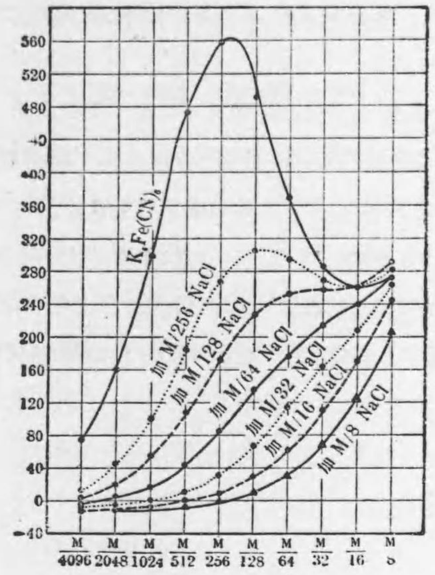


第 8 圖

は陰性に荷電せらるる爲め水は反對の方向に滲透す．

酸又は鹽の稀薄溶液を囊中に入れ囊を純水中に浸したる場合には第8圖に示す如く水は盛に膜を通じて囊中に入り又は囊中より出づ．此場合に於ても水素-Ion 又は水酸基-Ion が膜の孔隙を通ずること他の Ion に比して大なる爲め膜電位を形成するが故ならむ，

梅澤は膜の内外側に同一濃度の種々の濃度の食鹽水を置き，膜の内側に硫酸曹達の稀薄溶液を入れたるに第9圖に示す如く食鹽の濃度一定度



第 9 圖

に達する時は不定規の超壓透水現象は現はれず．硫酸曹達の如きもののみならず酸又は鹽の場合にても鹽類の存在にては不定規の超壓透水現象抑止せらる．動物の體液が$\frac{1}{8}-\frac{1}{6}$Mol. の鹽類を含有し居るは一に此膜滲透の發起を緩和するに利ある如く考へらる．即ち細胞の内にては其生活現象の順程に於て或は多價の Ion の發生を見，又は酸若くは鹽の發生によつて上記超滲透壓膜透水を見るべく細胞は之に伴つて絕えず或は急に膨脹し，

或は急に收縮して其官能に多大の支障を來す虞あるべきものなるに，幸にして食鹽其他の比較的濃厚なる鹽類が存在する爲め細胞膜の內外に於ける膜電位を減少し，電氣的膜透水現象の發現を著しく輕減すべし．梅澤の實驗によれば血球と等張の蔗糖液に$\frac{M}{512}-\frac{M}{256}$の如き稀薄なる黃色血漿鹽溶液を溶解せしめたものの中に赤血球を入れる時は水は血球內より血漿鹽の水に向ひて竄出し血球は收縮して金米糖狀に變ず，然るに此血漿鹽溶液に$\frac{M}{8}$の食鹽を添加する時は水の竄出止み血球は其正常態を維持す．各種の動物の體液が皆一定の鹽濃度を有し居るは此點より見て都合よき事なり．

膜の電荷は膜の性質と溶液の酸性度とに從つて必しも一定するものならず，多くの膜は水に對して陰性に荷電せらるるも，蛋白質の如く兩性化合物より成るものは溶液の反應が其等電點よりも酸性側なるか鹽性側なるかに從つて陽性又は陰性に荷電せらる．又酸性度以外に尙多價の Ion より成る電解質の存在にては膜は Ion の電荷と同じ電荷を受くることあるを以て膜の電荷は變化し從つて膜の透水の方向も之に依つて變化を蒙ることあり．

第六編　組織及臟器化學[1]

第一章　結締及び支拄組織

動物體を支持する骨骼を形成する各種の骨及是等の骨を連結する强力性靭帶を初めとし處々に散在する軟骨組織及び各臟器を支拄する結締組織等は何れも細胞より分泌せられたる大量の細胞間質を有し，該細胞間質の化學的組成により硬軟收張各樣の性狀を具備す．

第一節　結締組織[2]

結締組織を構成するものは細胞，基質及びその間に包藏せらるる生膠性纖維若くは彈力性纖維なり，その內腱の如く生膠性纖維多きものはこれを纖維性結締組織と云ひ又靭帶の如く彈力性纖維に富めるものはこれを彈力性結締組織と名づく．基質は主として類粘體を含有し，生膠性纖維は膠原，彈力性纖維は彈力素より構成せらる．

細碎したる結締組織を冷水若くは食鹽水を以て浸出したる後（此時組織內に存在する組織液は一部の類粘體と共に除去せらる）殘渣を半飽和の石灰水にて浸出する時は類粘體（このものは抽出液に醋酸を加ふる時は析出せらる）抽出せられ纖維を殘留す．

結締組織の化學的成分はその官能により大差あるを以て全般に亙りてこれを通說すること困難なり．然れども一般に結締組織は約60.0％の水分約40.0％の有機分及び約0.5％の無機分を含むを常とす，その有機成分の主なるものは纖維性結締組織に在りては膠原にして，彈力性結締組織に於ては彈力素なり．その他類粘體，脂肪，凝固性蛋白質，浸出分（Kreatin, Hypoxanthin, Guanin）等を含む．但し類粘體の量は幼獸の結締

1 Gewebe- u. Organchemie　2 Bindegewebe

組織に大に，老獣に小なり．

淋巴腺，腸粘膜，肝，腎，肺等の支持質をなせる**網狀結締組織**は其中に Reticulin なる硬蛋白質を含有す．此ものは Tryptophan を含むも Tyrosin を含有せず水と共に煮沸せらるるも膠を作らざるを以て之に附隨する膠原を除去すること得．

第二節　軟骨組織[1]

軟骨組織は硝子樣基質及びその中に散在する細胞より構成せらる．然れども時として硝子樣基質内に彈力纖維或は結締織纖維を含むものあり．故に軟骨組織を區別して硝子樣軟骨，彈力性軟骨及び結締織性軟骨となす．

軟骨細胞に就ては未だ充分なる研究なし．幼稚のものはその中に糖原を含むものの如し．

硝子樣基質　の有機成分は主として軟骨類粘體，軟骨酸，膠原及び軟骨硬蛋白質等よりなる．顯微化學的にそれを檢索する時は軟骨細胞を圍繞し，Methyl-紫にて染色する部とその外圍の Tropäolin に染色する部とを區別するを得べし．軟骨類粘體及び軟骨酸は前者に限りて存在し，軟骨硬蛋白質は後者にのみ見出さる，これに反し膠原は何れの部分にも含有せらる．

乾燥粉碎したる軟骨を先づ10%の食鹽水次に2%の苛性曹達にて浸出する時は軟骨類粘體及び軟骨酸溶解す．溶液を醋酸にて中和したる後 Kaolin を加へて蛋白質を除去して得たる濾液に2倍容量の Alcohol を加ふる時は軟骨酸析出す (Jorpes[2]) 稀薄鹽性液にて浸出したる後の殘渣を加壓蒸熱器にて浸出する時は膠原は膠となりて溶解し，後に軟骨硬蛋白質を殘留す．

1 Knorpelgewe　2 Jorpes: Bioch. Z. 204 354 [1929]

軟骨は約40—70%の水分及び2—10%の灰分を含む．灰分中 Natrium の量甚だ多く時として灰分の90%に達することあり，これに反して Kalium は甚だ僅少なり．その外常成分として軟骨中に少量に存するものは脂肪及び糖原にして前者は0.3より5%に及び，後者は時としては0.9%に達することあり．

第三節　骨組織[1]及び歯牙[2]

骨は軟骨組織に無機鹽類沈着し此處に於て一定の骨化作用行はれて發生したる組織にして從つて骨組織は細胞，有機性基質及灰分より構成せらる．骨を稀鹽酸(0.2%)にて處理する時は其無機成分を溶解するを得べく，又骨を灼熱し若くは其細粉を鹵 Glycerin 溶液にて煮沸する時は其有機性基質を除去するを得べし．

骨は約20—24%の水分を含有し固形分は約等半の有機分及び無機分より形成せらる．

有機性基質の大部は Ossein と稱して膠原に類似する硬蛋白質なり，その他骨類粘體及び骨硬蛋白質も亦存在す．(稀鹽酸にて無機分を除去したる有機性基質を半飽和の石灰水にて浸出する時は骨類粘體を抽出するを得べく殘渣を水と共に加熱して膠原を溶解せしむる時後に骨硬蛋白質を殘留す．)又反對に骨類粘體を抽出したる殘渣を Trypsin にて消化し骨硬蛋白質を除去すれば Ossein を得べし．

骨の無機構成分は大部分 $Ca[\{Ca_3(PO_4)_2\}]_6(OH)_2$ の如き複合化合體として存在せるものの如く之に量不定の $CaCO_3$ (海産魚にては7%，哺乳獸にては11%) 及び少量の Magnesium-化合物，鹽化物竝びに弗化物を混ず(Morgulis[3])

骨無機分の平均値(%)は次の如し．

1 Knochengewebe　2 Zahn　3 Morgulis:J. Biol. Chem. 93, 455, 1931)

P_2O_5	40.3	CaO	25.0
CO_2	5.0	MgO	1.2
Cl	0.1	Na_2O	1.1
F	0.1	K_2O	0.2

之は $Ca_3(PO_4)_2$, 85.0%; $Mg_3(PO_4)_2$, 1.5%; CaF_2, 0.3%; $CaCl_2$, 0.2%; $CaCO_3$, 10.0%; 滷鹽, 2.0% に相當する組成なり.

鷄の骨にては Calcium の一部 Strontium にて代償せらる(Wheeler[1]).

滷鹽は恐らく燐酸滷土滷鹽として不溶解性の狀態に於て存在す. 骨は他の組織と異なりその Natrium 含量 Kalium よりも遙かに大なり.

幼年期の骨は水分を含むこと多く, 高年となるに從ひて水分の量減少し. 脂肪及び無機分增加す.

骨髓

骨髓に赤髓と黃髓とあり. 前者は後者に比し赤血球に富み, 蛋白質を含むこと稍大に, 脂肪を含有すること小なり. 黃髓は Olein-酸に富み硬脂肪に乏し, 骨髓は脂肪, Lecithin, Globulin, 核蛋白體, Fibrinogen の他尙浸出分として乳酸, Inosit, Hypoxanthin Cholesterin 等を含有す.

齒牙

齒牙は骨組織に類似し, 白堊質[2], 象牙質[3], 琺瑯質[4]の三部よりなる.

1. 白堊質 齒牙の根部を蔽へる物質にして骨と同一の組成を有す.

2. 象牙質 齒牙の主部を占む化學上, 骨と全く同樣なる成分を有するもその有機性分稍少なく(26—28%)又水分に乏し.

3. 琺瑯質 齒牙の露出したる部分の表面を蔽へる物質にして動物體中最も堅固に又最も無機分に富みその水分は僅かに2%に過ぎず有機性分は2—10%にして骨又は象牙質と異なり膠原を含むことなく從てこれを水を以て熱するも膠を生ぜず, 無機性分の組織は骨及び象牙質に類似するもこれ

1 Wheeler: Bulletin. New York. Agric. Exp. Stat. 1 [1919]
2 Cement 3 Dentin 4 Schmelz

らに比し比較的 Calcium に富み Magnesium に乏し. 弗素に富む. 人齒の弗素含有量は固形分の 0.29—0.59%に達す(Treibitsch[1]).

構成分	象牙質	琺瑯質
有機成分	29.15%	6.82%
酸化-Calcium	38.18	50.22
酸化-Magnesium	1.51	0.73
五酸化燐	30.24	40.69

齒牙も亦骨の如く酸化-Natrium に富み酸化加里に乏し, 無機成分中前者は約2%, 後者は約1%を占む.

齲齒は無機分著しく減少し水分及有機分に富む. Kuhn[2] によれば

構成分	健齒	齲齒
H_2O	4.27	10.91
$Ca_3(PO_4)_2$	52.90	14.47
$CaCO_3$	12.93	7.92
$Mg_3(PO_4)_2$	1.08	0.35
有機質	28.39	66.38

齒牙の健全骨化には食物中に於ける抗佝僂症物質, Calcium 及燐の適量を必要とす. Vitamin C の缺損時には齒牙の髓質傷害を蒙る.

骨化作用

骨及軟骨は燐酸-Ester を分解する酵素を含有しこのものは血液中に存する六炭糖一燐酸, 六炭糖二燐酸, Glycerin-燐酸等を分解して骨を灌流する血液中の燐酸量を增加せしめ血液內に於ける燐酸と石灰との量を燐酸石灰の溶解度よりも遙かに超越せしむるが爲め是等組織に燐酸石灰の沈着を促がし又た其溶解を妨ぐるものなるべし(Robison[3]).

1 Treibitsch: Bioch. Z. 191, 234, [1927] 2 Kuhn: D. Monatssch. Zahnh. 13, 361, 450. 3 Robison: Bioch. J. 16,819[1922]; 17, 286[1923]: 18, 744, 755, 1354[1924]

第四節　皮　膚

皮膚は内部の各臟器及び組織を大氣，濕氣及光線照射等より保護すると同時に體溫調節を營む主要なる組織なり．是等の機能を營む必要上皮膚は上皮結締組織，血管，脂肪，神經，筋肉等種々の組織の集合より成りその上皮の部には主として角素よりなれる特殊の角質組織，色素及脂質等あり．

皮膚の化學的組成は脂肪を除外したる皮膚に換算して之を比較する時は略ゝ近似したる値を得べし．

水分は約66—70％にして骨骼に次で水分少なき組織なり．乳兒にては水分多くして81％に及び，成長するに從ひて水分減ず，尤も老年にては一見枯涸したる如き觀あるも水分再び大となる．皮膚の水分の調節には覺醒素關係する處大なるべし．

鏃質は含有せらるゝこと多く，こゝに鹽素の含有量大なり．鹽素少なき食餌を攝取する時は體の全鹽素量の$\frac{1}{4}$，鹽素含量大なる食餌攝取時にては$\frac{1}{3}$は皮膚中に含まる．人の皮膚は約220—340mg％の鹽素を含有すCaOの含量は12.8mg％なりといふ．

總窒素量は3.5—4％にして筋肉(3.3％)及肝(2.7％)よりも大なり，殘餘窒素は70—80mgにして血清よりも遙かに大なり，

糖量は人間にては血糖の約半量に過ぎざるも他の動物(家兎)にては血清と同量に達するものあり，

皮膚は外部の濕氣に對する防禦として皮脂を以て被はる，

毛　髮

毛髮は13％の水分，0.2—0.5％の灰分を含む毛髮中に含まるる角素は硫黄を含有すること大にして5％に達す老人の髮は幼者のそれよりも石灰を含むこと多し，又灰分は多量の硅酸を含有す．

皮　脂

毛膿胞に輸管を有する皮脂腺より分泌せらるる油狀質にして皮膚の表面に分布せらる．主として脂酸が Cholesterin, Oxycholesterin 及び Octadecyl-alcohol 等と結合して生じたる Ester より成り尙これに遊離の Cholesterin, 低級脂酸鹽及び Lanocerin なる蠟樣質を含有す．

皮脂中に存する低級脂肪は久しく皮膚の表面に遺留せらるる時は細菌の爲めに分解せられて脂酸を遊離す．その內蟻酸，醋酸及び Propion-酸には惡臭なきも酪酸には敗油の匂あり，Valerian-酸には不快の匂殊に强し，夫より尙高級となるに從ひ揮發性減ずると共に其匂を減ず．

汗

皮膚の表面より發散せらるる水分の量は寒暖によりて勿論差あれども平均體重の$\frac{1}{64}$量に達し其大部は水よりなる．皮膚の部位により汗の分泌せらるる度に差あり，頰，掌，二の腕より分泌せらるる汗の量の比は 100:90:45 なりといふ．

掌以外足裏，腋窩，額，鼻頭等によく發汗す，馬及び羊は體全表面に亙り發汗するも犬及び猫にては趾のみに限局せらる．故に是等の動物は夏時體溫調節に當りて呼吸切迫，舌出垂等によりて之を行ふ．

人間は夏時勞役を營む際其體溫を維持する爲め時として10—15lも水分を蒸散せしむるを要することあり．從て斯の如き際多量の水を飮用せざる時は組織內の水分は奪取せられ尿は著しく減量す．

汗は上皮細胞，汗腺の細胞等の有形素を含有す，濾過したる汗は無色透明の液にして鹹味を有し體の部位により特殊の匂を呈す．一般に酸性を有するも時として滷性を呈することあり，肉食獸は酸性に，草食獸は滷性なるを常とす．

人汗の比重は1.001乃至1.010の間を上下し，又其固形分量は0.5—2％の間を動搖す．從て其分子濃度，結氷點降下度も異なる，中性脂肪，

Cholesterin, 揮發性脂酸, 微量の蛋白質, Kreatinin, 芳香性-Oxy-酸, Ether-硫酸(Phenol-, Skatoxyl-, Indoxyl-硫酸), Serin, 尿素及び尿酸を含有す. 尿素は汗の總窒素量の68—75%を占む, 高溫度, 過劇なる行作等に當りては窒素の少なからざるの量(體より排泄せらるる窒素の12%に達することあり)は汗によりて排泄せらる, 尿毒症, Cholera の尿止症の時には尿素が皮膚の表面に析出することあり. 汗中無機成分の主なるものは食鹽なり.

平時女子の汗は1l 中に約6.5 mg の Cholin を含有し月經時には其49倍に增量す. 此時血液中の Cholin も亦增量す. 此際同時に Vagotoni の現象起る故に兩者間の關係を想像するものあり(Kraus[1]).

瓦斯代謝

皮膚による瓦斯代謝は兩棲類に於ては著しきも哺乳類, 鳥類, 人類にては僅少に過ぎず, 殊に酸素の皮膚を通じて體內に攝取せらるるは極めて微量なり. 炭酸は溫度高くして皮膚に充血ある時殊に運動後には其排泄量を增加す.

第二章　脂肪組織

脂肪組織は結締組織の細胞が增殖してその中に脂肪を沈着したるものなり.

細胞の膜は彈力素に類似したる物質よりなり, Alcohol 及び Ether に對する抵抗力强く, 醋酸若くは稀薄なる鑛酸にも亦溶解せらるること難きも胃液には容易く溶解せらる.

細胞內に含有せらるる脂肪は主として Stearin-酸, Palmitin-酸及び Olein-酸の Glycerinester の混合物にして尙その外微量の脂酸を混有す. 脂肪の

1 Kraus: Bioch. Z. 163, 41 [1925]

構成分として Stearin-酸及び Palmitin-酸を多量に含有するものはその質比較的堅く, Olein-酸に富むものは割合に軟かし, 人體の皮下脂肪組織は Olein-酸に富みその量約70—80%に達す. 初生兒の脂肪は Olein に乏しきも一年の終頃までに增量し成人と同等に達す, 尙體脂肪は食物の種類によりて影響せらるること大なり.

その外脂肪細胞は脂肪色素を含む, このものは痩削に際し消失すること脂肪よりも遙かに遲きを以て此時脂肪組織は橙黃色に變ず.

其外脂肪組織は脂肪酵素及び katalase に富む.

脂肪組織は水分に乏しく約10%の水分を含むに過ぎず.

第三章　筋肉組織

筋肉組織は筋肉に特有なる筋纖維及びこれを結束する結締組織の二部よりなり, 後者は一般の結締織に同じ.

筋纖維はその外圍に化學的性質全く彈力素と同一なる筋纖維鞘'を有し, 內に半流動にして蛋白質に富める內容物を含む. 各筋纖維の微細なる構造は未だ明かならずと雖も橫紋筋にありては主として Myosin 及び Myogen なる蛋白質よりなれる重屈折質と, 他の蛋白質及び浸出物よりなれる單屈折質とが互に相重疊してこれを構成するものの如く筋肉を稀薄なる酸, 曹達水及び胃液等蛋白質を溶解するものに入るれば筋纖維は橫に離斷して多數の圓板(Bowman の圓板)に分たる. これに反し Alcohol, Chrom-酸, 熱湯等にて筋肉を凝固せしむる時は長き纖維を形成す.

筋肉の反應は安靜狀態に於ては弱鹽性若くは兩性なるも動作時及び死後には酸性に變ず, これ主として乳酸の生成に伴ひ二加里燐酸鹽が一加里燐酸鹽に變ずる爲なりとす.

筋肉組織は平均75%の水分, 25%の固形分を有す. 固形分中多量を

占むるものは蛋白質にしてその餘は糖原，脂肪，浸出分，纖質等よりなる

第一節　筋肉の蛋白質

筋肉の約20％を占むる固形分の大部分(筋肉の約16—18％)は蛋白質より構成せられ其大部分(約80％)は溶解性にして1.2 mKCl (pH 8)にて之を浸出するこゝを得，此溶解性蛋白質は Weber の研究によれば Myosin, Myogen 及 Globulin X の三者よりなる．溶解性蛋白質を浸出し去りたる後に不溶解性の筋礎質を殘留す．

Myosin は其 KCl 溶液を稀釋する時は析出す．一種特殊の Globulin にして約10％の脂質を含有するも燐を含まざるを以て燐脂質には非ざるべし．Myosin は恐らく延長纖維狀の分子を形成し其溶液を蒸餾水中に注入する時は纖維狀に凝固す．該纖維は大なる粘稠度を有し重屈折性を示し，筋肉こ同樣のX線圖を呈し結晶性構造を有するものこ推定せらる．是等の性狀は Myosin が筋纖維の蛋白質たるに一致す．筋肉の收縮に際し見る膠質的狀態の變化は Myosin に於て行はるるものの如し．

Myogen は蒸餾水中にても溶存す，重屈折を呈せず，粘稠度も小なり．其溶液を放置すれば變性して不溶解性の Myogen 纖維素に變す，Myogen は恐らく筋漿 (Sarkoplasma) 中の蛋白質にして收縮順程に關與するものには非ざるべし．

Globulin X は其筋蛋白質鹽浸出液を透析する際先づ析出する蛋白質にして，之に pH 7—8 の鹽を加ふれば多少又溶解す，重屈折を呈せず，粘稠度小に，紡績性纖維を形成せず．

Myogen 及 Myosin は溶解性筋蛋白質の約60％を占め化學的組成に於ては三種蛋白質間に餘り差異を認めず，等電點は何れも酸性域にあり從つて筋肉內にては鹽こして存在す．Myogen の等電點は pH 6.3 に，Globulin X は pH 5.0 に，Myosin も亦恐らく pH 5.0 に存するものの如

し，蓋し鹽の存在にて初めて溶存する蛋白質の等電點は正當なる等電點を測定するこゝ難きによる．是等蛋白質は又緩衝劑こしての作用をも呈するものの如し．

筋肉內には尙多數の色素蛋白體あり，卽呼吸酵素，過酸化酸素，Katalase，各種の Cytochrom 以外に Myoglobin (Myochrom) なる Hemoglobin に似て可逆的に酸素を結合し其分光像も大に Hemoglobin に類似せるものを多量に含有す．此ものの鐵含有量は Hemoglobin こ同じく 0.345％にして等電點も之こ同じく亦 pH 6.99 に存す．但し蛋白質分なる Globin は Hemoglobin こ異なる．

第三項　筋肉强直

死後若くは動脈結紮等により筋肉內に血液の循環停止する時は早晩筋肉は短縮するこ同時に溷濁の觀を呈し緊張す．此現象を死後强直こ稱す．此ものは加熱，化學的物質の接觸によりて起る强直こは其基因全く異なるものなり．

1. 死後强直　死後一定時(人間にては早きは10分，遲ければ7時間後)を經過すれば筋肉は强直して短縮溷濁の觀を呈し，反應は弱酸性に變ず．

死後强直の原因に就て一般に認めらるる處は死後筋肉に對する酸素の供給杜絕こ共に乳酸が過剩に發生し反應酸性に變ずるが爲め筋肉蛋白膨化するによるものなりこいふ，故に若し此の如き筋肉に人工的に血液若くは弱鹽性の鹽溶液を輸過せしむる時は强直中絕すべし．死後强直は暫時の後再び消失す．これ恐らく自家分解作用により筋肉の組構破壞せらるる爲なるべし．

2. 熱强直[1]　筋肉を溫めて一定溫度に達する時は筋肉は短縮するこ同時に溷濁し感應性を失ひ彈力性を減ずこれを熱强直こ稱す．卽蛙の場合には 40° にて，又哺乳動物の場合には 48—50° にて，鳥類に於ては 53°

1Yanagi : J. Bioch. 14, 305[1931]　2 Muskelplasma

にて强直起る．熱强直は全く筋漿内に存在する Myosin 及 Myogen が熱に遇ひて凝固する爲に起る現象なり．

3. 化學的强直　筋肉は又種々の化學的物質に觸接するに際し强直を起すことあり．

a. 水强直　生活する筋肉に蒸餾水を通ずれば瀰散作用により水が筋鞘内に進入して筋肉を膨脹せしむる爲め强直狀態に陷る．

b. 蛋白質を沈澱して凝固せしむる鞣酸，Alcohol 等が直接筋肉に觸るる時も亦高度の强直を起す．

c. 蛋白質の沈澱劑ならずして尙且筋肉の强直を起すものあり，Veratrin, Caffein, 一臭化醋酸曹達，Chinin, 過鹽素酸曹達等これなり．これに反し血清は Myogen-凝固を防止する作用を有す．

第二節　筋肉の糖質

1. 糖　原

新鮮なる人筋は約 0.4—0.7％の糖原を含有しその量は筋肉の種類によりて差異あり筋肉動作後はその内に存する糖原量減少す，よく練習せられたる筋は糖原の含量大なり．

筋肉内糖原は死後速かに澱粉酵素の爲めに分解せられてその量を減じ，又 Adrenalin 中毒の際は暫時にして悉く消失す．その外高熱，糖尿症，Strychinin-痙攣等凡て糖の出動を促す機能は筋肉内糖原の減少を惹起す．然れども筋肉の糖原を牽持する力は肝臟に於けるものよりも稍大にして久しく糖原を含有するを常とす．故に饑餓のみに因り筋肉より全く糖原を消失せしむるは到底不可能にしてこの時脂肪の一部は常に糖原に變ずるものの如し，かくの如き饑餓獸に糖質を與ふれば先づ筋肉内の糖原速かに增量す．

2. 葡萄糖及び麥芽糖

も亦筋肉内に存在すべきもその量は極めて僅少なるべし．

3. 六炭糖二燐酸

筋肉の成分として存在し糖類酸化の前提として必要なる成分なるものの如し．筋肉内に存する酵素の爲めに分解せられて燐酸及び Methylglyoxal を發生す．死後筋肉内乳酸の增量するは此者に基因するものの如し．白色の筋には多く赤色の運動弛緩なる筋肉には少し．釀母醱酵の際生成せらるる六炭糖二燐酸と異なり强度の左旋性（約 −30°）を示し，Phenylhydrazin と Osazon を作らず (Brugsch[1])．

第三節　筋肉の含窒素浸出分

新鮮なる筋肉を水若くは Alcohol を以て浸出若くは煮沸する時は各種の含窒素物質を得べし．其中最多きものは Kreatin 及び Carnosin なり．各全含窒素浸出分の約 3 分の 1 量を占む (Fürth 及 Schwarz[2])．

1. Kreatin $C_4H_9O_2N_3$ $HN{=}C\begin{cases}NH_2\\ N\cdot CH_2\cdot COOH\\ \quad|\\ CH_3\end{cases}$ 及び **Kreatinin** $HN{=}C\begin{cases}NH{-}CO\\ \quad\quad|\\ N\ {-}CH_2\\ \quad|\\ CH_3\end{cases}$

Kreatin は脊椎動物の筋肉内に約 0.25—0.7％を算す．無脊椎動物には存在せず．同種族の動物の全筋肉内 Kreatin 量は甚だ一定し家兎にては其値 Kreatinin として 0.450％を占む (Riesser[3])．同じ動物にても個處により筋肉内 Kreatin の量異なり白筋は赤筋よりも Kreatin の量多く，心筋及平滑筋は Kreatin 量骨筋よりも著しく少なり．

Kreatin は筋肉以外に睾丸，肝，膵，脾，甲狀腺，胸腺及腦中にあり．哺乳獸にて骨骼筋及心筋に次て Kreatin に富むは睾丸なり或種無脊髓動物の男性生殖器も Kreatin に富むより見れは筋肉收縮作用以外にも亦作用を呈するものならむ．

1 Burgsch: Z. Physiol. Chem. 157, 186 [1926]　2 Fürth 及 Schwarz: Bioch. Z. 30, 428 [1911]　3 Riesser: Z. f. Physiol. Chem. 120, 180 [1922]

迅速に收縮する白筋は收縮緩徐なる赤骨骼筋よりもKreatin量に富む，Riesser の測定によれば

	Kreatin (Kreatinin として)
家　兎	
白　筋	0.454%
赤　筋	0.241
家　鷄	
Gastrocnemius(白)	0.362
Soleus（赤）	0.225
胸　筋（白）	0.341
蛙	
後　脚	0.342
前　膊	0.253
平滑筋	
家兎子宮	0.077
腸　筋	0.023—0.032

筋肉の Kreatin は少量の Kreatinin (約 Kreatin の1%)を伴ふに過ぎざるも筋肉動作後に於ては Kreatin 減少し Kreatinin の量増加す. Kreatin は筋肉の緊張と關係あるものの如く家兎を冷水に浸す時は冷却と共に筋肉緊張度増加し夫れと同時に筋肉内 Kreatin 量増加し12時間にして0.64に達しそれより漸次減少して48時間にして常態に復歸すといふ. 之に反し冷血動物にては冷却に伴ひて Kreatin 量減少す(赤塚[1]). 尙 Adrenalin 注射は動物の筋肉内 Kreatin 量を増加せしめ，Physostigmin 注射は之を減少せしむ. 蓋し Adrenalin は Kreatin の生成を助長し，Physostigmin は Kreatin より Kreatinin への變移を促進するが爲なるべし(赤塚[2]).

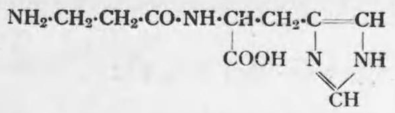
Kreatin は筋肉内にては殆んど全く燐酸と結合し鹹恒性なる Kreatin-燐酸として存在す (Eggleton[3]) 其量は燐中毒時，Tetrahydro-β-naphthylamin 發熱時に増量す (Palladin 等[4]). 筋肉收縮時に當り分解して燐酸を

1 赤塚：J. Bioch. **7**, [1927]　2 赤塚：J. Bioch. **8**, 57 [1928]
3 Eggleton. Bioch. J. **21**, 190 [1927]　4 Palladin 等：Z. f. physiol. Chem. **179**, 24 [1928]

分離せしむ.

Kreatin は無色，透明，光輝ある柱晶にして一分子の結晶水を含有す，これを熱して100°に至れば結晶水を失ひ，更に高溫度に熱する時は分解す(291°)，約74倍の冷水に溶解し，溫湯には容易く溶け，Alcohol には溶解し難く，Ether には全く溶解せず. 溶液は中性反應を呈し，苦味を帶ぶ，諸種の鑛酸と結晶性の鹽を作成し，又重金屬鹽と複鹽を作る，鹽の性狀は酸の性狀より大なり ($pK_b=11.32$, $pK_a=14.28$). Kreatin は燐-Wolfram-酸及び鉛醋には沈澱することなし. 酸と共に煮沸する時は其失水物なる Kreatinin に變ず. 弱鹽と共に加熱すれば水解し尿素及 Sarkosin に變ず.

2. **Carnosin** (Ignotin) β-Alanylhistidin $C_9H_{14}N_4O_3$



Carnosin は脊椎動物の筋肉中に含有せられ，無脊椎動物の筋肉に缺く.

針狀結晶にして水に容易く溶け，Alcohol に沈澱す. 241—248°にて熔融す. 水溶液は右旋性を呈し，その比旋約25°度なり. 燐-Wolfram-酸，硝酸水銀，硝酸銀＋過剰 Baryt，沃度蒼鉛加里，鹽化金に沈澱するも鹽化白金には沈澱することなし. Histidin 及び β-Alanin の Di-Peptid にしてこれを水酸化-Barium にて分解する時は Histidin を得，

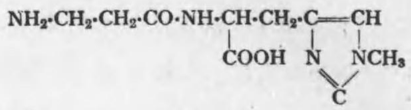
分子内に存する β-Alanin は Asparagin-酸の脫炭素酸作用によりて發生したるものなるべし.

$$HOOC\cdot CH_2\cdot CHNH_2\cdot COOH = CO_2 + HOOC\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot NH_2$$

Carnosin は Imidazol-化合物なるにより Diazobenzolsulfon-酸と作用して Azo-色素を發生し之に基く定量法あり (Hanke 及 Koessler : J. Biol. Chem. **39**, 497, 1917). 又 Carnosin を銅化合物として定量することを得.

Carnosin は胃液の分泌を著しく促進する作用を有す．筋肉内に約 0.2—0.3 の割に存在す．饑餓の際に減少するも緊張及び筋肉動作時には毫も其量を變ぜず．

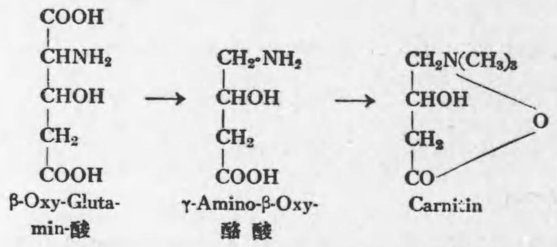
3. Anserin $C_{10}H_{16}N_4O_3$ (Methylcarnosin)



鳥類，爬蟲類及哺乳類の筋肉内に存在し之を分解する時は β-Alanin 及 Methylhistidin となる．熔融點 238—239°, $[\alpha]_D = +11.2°$. 鹽化白金及鹽化金と複鹽を形成す．燐-Wolfram-酸，硝酸水銀等に沈澱す．

4. Carnitin $(CH_3)_3{\equiv}N{\cdot}CH_2{\cdot}CHOH{\cdot}CH_2{\cdot}CO$ $C_7H_{15}NO_3$

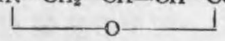
筋肉中の常成分として存する一種の Betain なり．其構造は Tomita 及 Sendju[2] の研究により上掲の如く γ-Dimethylamino-α-Oxy-酪酸-Methyl-betain なること明となれり．β-Oxy-Glutamin-酸の脱炭素酸産物なる γ-Amino-β-Oxy-酪酸が完全に Methyl-化せられて發生したるものと考ふることを得



Carnitin は Baryt にて之を分解すれば Trimethylamin を遊離し．鹽酸と共に煮沸すれば水を分離して，Croton-betain となり，腐敗を蒙むれば Butyrobetain に變ず．

1 Tomita 及 Sendju: Z. f. physiol. Chem. **169**, 263 [1927]

5. Crotonbetain $(CH_3)_3{\equiv}N{—}CH_2{—}CH{=}CH{—}CO$



Liebig の肉-Ex より Carnitin と共に金鹽として析出せらる．過-Mangan-酸加里を常溫に於て脱色す (Linneweh[1])

6. Adenyl-酸

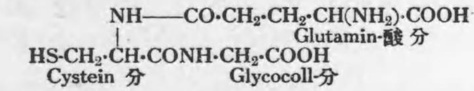
筋肉中に收縮に對して重要なる成分として Adenyl-酸あり．

7. Purin-體

Purin-N の總量は哺乳獸の筋肉にては 0.023—0.06%，鳥類にては 0.05—0.1% なり．就中 Hypoxanthin の量最も多きが如し．Purin-N の含量は行作時に減少し，之と同時に血液及尿中の尿酸-N 及 Allantoin-N 增量す．

疲勞及び死滅せる筋肉内には Inosin-酸，Hypoxanthin 及び Xanthin あり，是等は新鮮なる筋肉に少なし．

8. Glutathion (還元型)



筋肉中に存するは主として還元型なり含鐵酸素賦活系に遇ひて酸化型の Glutathion に變ずる時は容易に脱水素系より水素を受容するを以て筋肉内酸化作用に重要なる作用を營む．其含量は白筋にては 0.03—0.05% 赤筋にては 0.066—0.107%，心筋にては 0.1—0.11% にして永續行作を營む筋肉に大なり．

9. Amino-酸

筋肉浸出分の約 1.5% は六炭鹽基及び Amino-酸よりなる．その他 Methylguanidin の存在を說くものあるも疑はし．無脊椎動物(甲殻類)の筋肉中には Arginin-燐酸存在す．

1 Linneweh: Z. f. Physiol. Chem. **175**, 91 [1928]

第四節　筋肉の含燐構成分

筋肉中には多數の含燐物質ありて其 Energi 代謝に關與す，蛙の筋肉中の含燐量は約 0.5—0.7％にして其主なる部分は稀酸により筋肉より浸出せらるるこさを得，此時浸出せられずして殘留するものは約0.1％にして燐脂質に相當す，酸溶解性燐中の各成分の組成は筋肉の官能の狀態によりて變化するも其大要を擧れば

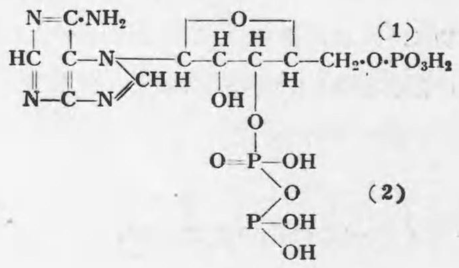
o-燐酸	15％
燐-Kreatin	50％
焦性燐酸	22％
Adenyl-酸	11％
六炭糖-燐酸	5％

六炭糖一燐酸-Ester 新鮮なる筋肉內に存し$[\alpha]_D=+29.5°$．其 Barium-鹽は水に溶解し，Methylalcohol に沈澱す．Brucin-鹽は 125—126° にて熔融す．

六炭糖二燐酸-Ester 强度の左旋性を有す．($[\alpha]_D$=約−30°)を有す．其 Barium-鹽は水に溶解せず，弗化物は此ものの生成を助長す．筋肉內に存する酵素の爲めに分解せられて燐酸及 Methylglyoxal を發生す．白色筋に多く赤色筋には少なし．

是等の糖燐酸-Ester は糖の酸化の前提さして必要のものなるべし．

Adenosin-三燐酸(Adenyl-焦性燐酸)



(1)

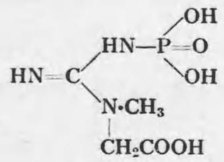
(2)

燐-Monoester-酵素にては(1)の位置にて分解起り，焦性燐酸酵素にては(2)の位置にて分解行はる(Satoh：J. of Bioch. 21, 19, 1935).

新鮮なる筋肉中に存し瀉の作用を蒙むる時は焦性燐酸及 Adenyl-酸さなり，定規鹽酸さ共に半時間加熱せらるる時は二分子の燐酸，Adenin 及 Ribose-燐酸さなる．

筋肉收縮時に當り Adenosin-三燐酸は o-燐酸を分離するも焦性燐酸を遊離せず，此際同時に遊離せし Adenyl-酸は恒溫動物及蛙の筋肉內にては特殊の脫-Amid-酵素によりて安門を分離して Inosin-酸に變ず，Embden は此安門分離を目して收縮發揮に必要のものさせるも Lohmann によれば蟹筋肉中にては Adenyl-焦性燐酸より一分子の燐酸分離して Adenosin-二燐酸生ずるも此ものは酵素によりて脫安門せず，又蟹筋肉は Adenyl-酸を脫 Amino-化する酵素を含まざるにより蟹筋の收縮の際には安門發生せざるこさを確め，恐らく恒溫動物にても Adenosin-三燐酸は Adenosin-二燐酸を經て二段的に分解せらるるものにして安門生成は Adenyl-酸の燐酸再結合が行はれざる時初めて現はるるものなりさせり，故に安門の發生は疲勞の度さ共に大さなり．强直の時最大に達す．Adenosin-三燐酸より燐酸の分離竝に Adenyl-酸より安門の分離は何れも可逆的の反應にして休息恢復期に復歸し Adenyl-焦性燐酸は元の値に戻る．

燐-Kreatin



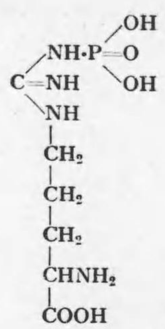
哺乳動物筋肉內の主なる含燐物質なり無脊椎動物にては此ものの代りに Arginin-燐酸存在す．兩者さも容易く燐酸を分離して分解するを以て燐酸原(Phosphagen)さ稱せらる．其分解は筋肉の收縮時に行はれ其度は

行作の度に一致す．行作に續く休息時にては酸素在存時にては完全に，無酸素時にては部分的に再び燐酸の結合行はる．再生は壓搾液若くは無蛋白浸出液中にても行はる．燐-Kreatin が分解する時は中性反應にては 1g の燐酸に對し約 120 cal，酸性にては約 150 cal の熱量を發生す．從つて再生時には他の分解順程によりて此 Energi を供給せらるを要す．

燐-Kreatin は極めて水解せられ易き化合物にして筋肉内に存し刺戟の際破壞せらる．分析の際には液體空氣にて完全に組織を凍結せしむるを要す，外傷により筋肉内燐-Kreatin は速かに分解せらる，酸及鹽も亦迅速なる水解を招來す．

休息時の筋肉内にては Kreatin の大部は燐-Kreatin として存在す．尤も一部の Kreatin は燐酸と結合せず，此ものは彌散性を有し休息時筋肉を 50 mg％以下の濃度の Kreatin 溶液中に置く時は筋肉外に逸出す．疲勞筋は遊離-Kreatin を含むこと大にして 200—300 mg％の溶液と平衡の狀態にあり．是等より見て筋肉内 Kreatin の約 80％は燐-Kreatin として存在すと考へらる．

Arginin-燐酸 $C_6H_{13}O_2N_4 \cdot PO_3H_2$



無脊椎動物の筋肉中には燐-Kreatin なく，之に代りて Arginin-燐酸存在す．其 Ba-鹽，硫酸鹽，遊離酸等何れも Alcohol によりて沈澱せらるることを得．其態度は凡て燐-Kreatin の場合に等し．

第五節　筋肉の非含窒素浸出分

筋肉内に存在する非含窒素浸出分は主として Inosit 及び乳酸なり．

1. Inosit $C_6H_6(OH)_6 \cdot H_2O$

Inosit は六水化飽和-Benzol にして筋肉以外尚肝臟，脾臟，白血球，腎臟，副腎及び尿中に見出さる，その燐酸と結合せる者を Phytin と稱し植物界に汎く存在す．無色單斜系に屬する結晶にして一分子の結晶水を有し，110° に於て結晶水を失ひ 225° にて熔融す．7.5 倍の水に溶解す，溶液は旋光性を有せず．强度の Alcohol 及び Ether には溶解せず，鉛醋によりて沈澱す，甘味を有し且つ糖類の如く鹽性溶液に於て水酸化銅を溶解するもこれを還元するの作用なきのみならず，釀母によりても醱酵することなし，然れども乳酸醱酵及び酪酸醱酵を惹起す．

2. l(+)-乳酸(肉乳酸, Fleischmilchsäure)

筋肉内には右旋性を有する乳酸存在す．主として糖原の分解によりて發生す．海猿及鼠にて測定せられたる處によれば休息時の筋肉乳酸含量は約 15 mg％なりといふ(Devenport. J. Biol. Chem **76**, 651, 1928)常に筋肉動作の際に增加するも血行盛にして酸素の供給充分なる時はその含量少なし．これに反し死後血行杜絕する時は乳酸の量著しく增大す．

乳酸は濃稠なる汁巴をなし之れを放置する時は一部水を失ひて Lacton に變ず．水，Alcohol 及び Ether によく溶解す．肉乳酸は右旋性を呈し $[\alpha]_D = +3.5°$，亞鉛及び Calcium と特異の鹽を作る．

乳酸溶液に過剩の炭酸亞鉛を加へ煮沸し熱時濾過を行ふに冷却に際し乳酸亞鉛を析出す．

3. 筋肉色素

筋肉内に Myochrom なる色素あり Hb と同樣なる Hemin を發生すといふ．其含量不定にして心筋，横隔膜の如く作用大なるものに多く含まる

ごいふ．平滑筋には含有せられず．

鮭の筋肉中に存する色素は Ether に溶解する Lipochrom なり．

第六節　筋肉の脂質

1. 筋肉脂肪

筋肉は筋纖維間の結締組織中にある脂肪以外に尙筋鞘内の收縮物質中に多量の脂肪を含有す，その量は約1％なりごと雖も動物の種類により10％に達するものあり．是等は營養狀態によりて消長し蓄積質ごと看做すべきものなり．之に反し Lecithin 及 Cholesterin は其量常に一定し細胞の機能に必要なり．

2. Lecithin

筋肉内の Lecithin は主ごして肉漿内に存し其含量は體筋に於ては比較的少なるも心臟の筋肉に於ては甚だ多量にして Ether 浸出物の 60—70％を占む．

筋の種類	Ether 浸出物	Lecithin
犬の心筋	12.6%	8.30%
犬の體筋	13.96	4.83

3. Cholesterin

筋肉は常に一定の Cholesterin を含みその量は固形分の約0.2％なり．疲勞するごと遲き筋肉は Cholesterin を含むこと最も大なり．

第七節　筋肉の無機成分

1. 水

筋肉の含有する水分はその脂肪量に從ひ著しく差異を呈し，脂肪に富めるものは水分少なし．又動作せる筋肉は休止せる筋肉よりも水量多く，晝夜間斷なく動作する心筋の如きは殊に水分に富む．

哺乳動物の筋肉は概して20—30％の水分を含有す．魚類の筋肉は之よりも水分多く，鳥類は水分少なきを常ごす．

2. 鑛　質

筋肉の無機成分の量は大約下の如し．

	K	Na	Fe	Ca	Mg	P	Cl
人	0.32	0.08	0.0147	0.0075	0.0212	0.203	0.07
家兎	0.398	0.045	0.0054	0.0183	0.0287	0.250	0.05
犬	0.325	0.094	0.0045	0.0068	0.0237	0.220	0.08
鷄	0.465	0.095	0.0093	0.0105	0.0370	0.258	0.06
蛙	0.308	0.055	0.0062	0.0157	0.0235	0.186	0.04

卽筋肉の灰分は各種動物を通じ著しく恒定し，且つ血清ごと異なり Natrium 量が Kalium よりも少なく，Ca が Magnesium より少なきごとを以て特異ごす．

燐酸及 Kalium の量他の無機分に比し著しく大なるは Kreatin-燐酸 Kalium, Adenyl-酸-Kalium, 六炭糖燐酸-Ester ごして存在せるが爲なり．又最近筋肉内に焦性燐酸鹽が酸溶性燐の一部ごして存在するごと明ごなれり，此ものは 1N HCl にて 100° に7分間加熱せらるる時は悉く燐酸に變ず1gの新鮮筋肉中に約0.6—0.9 mg P_2O_5 の割合に於て含有せられ筋肉内全酸溶性燐酸鹽の約20％を占む (Lohmann[1])。

筋肉の機能には一定の無機 Ion の混在を必要ごするものの如く，筋肉を久しく等張蔗糖液若くは葡萄糖液に入れ置く時は鹽の一部浸出せらるるごと同時に興奮性消失す，之に一定量の Na-鹽を添加する時は行作能力恢復す．卽興奮性ご收縮性には Na-Ion を必要ごするものの如し．此恢復に向つて Na-Ion ご結合せる陰-Ion の性質も亦關係を有し Rhodan-鹽にては其效力最大に，硫酸鹽，枸櫞酸鹽，酒石酸鹽にては興奮起らず．此陰-Ion の作用力は Hofmeister 列に一致せり．恢復に最も作用ある Ion は有

1 Lohmann: Bioch. Z. 202, 466, [1928]

機性燐より無機性燐を分離する力强く，之に反し弗化物は有機性燐より無機性燐酸の發生を全く阻止す.

Na 鹽にて筋肉興奮性恢復したるものに Kalium 鹽を多量に添加する時は行作全く麻痺に陷る.

Magnesium-Ion は Adenosin-三燐酸より燐酸を分離し之によりて燐酸を六炭糖に運輸するに必要なり.

Calcium-Ion は筋肉運動神經末端の興奮性に必要なり.

燐の大部は有機性の狀態にあり. 是等各種の有機性燐化合物は筋肉の行作に重要なる成分なり.

鹽素は主として陽-Ion(蛋白質又は有機性燐化合物と結合せざる陽-Ion)と結合し居れり.

第八節　筋肉の收縮

筋肉の收縮と稱するも實際筋肉が其容積を減少する度は小にして寧ろ短縮といふを適當とす. 卽ち該組織の一端が固定せられたる時他端が之に近づく如く動くに止まる.

筋肉には二種あり. 一は横紋を有し骨骼に附着して隨意に之を支配することを得るもの他は內臟血管及び其他にある不隨意筋なり其中間の移行型も亦存在す. 心筋の如き卽之なり.

横紋筋は交互に暗帶及び明帶を有し其內暗帶は重屈折の性狀を呈す. 收縮時に當り暗帶は明亮に明帶は暗色に變ず. 然れども此際重屈折の性狀には變化なし. 單屈折の部は收縮時に其容積を減じ重屈折部の容積增加す，之れ液が單屈折部より重屈折部に移行するが爲なり.

電氣を以て一回筋神經調材の神經を刺戟するに筋は .002—.003 秒の後一定の速度を以て收縮し後又弛緩す. 若し第一回の收縮全く復歸せざる間に之に第二回の刺戟を與ふる時は第二回の刺戟に對する收縮は刺戟の瞬

間に於ける第一回收縮の狀態より初まるにより收縮の度第一回收縮の時よりも大となる故に若し斯の如き刺戟を反復する時は收縮漸次積和して大なる收縮を現はす. 然れども各收縮に對する弛緩も亦從て起るを以て終に收縮の度一定す之を Tetani-性收縮と稱す. 普通軀幹筋の收縮は少なくも 3—4 回以上の刺戟によりて起るものの如し.

筋肉が刺戟せられて收縮する時は張力發生し之によりて或は物質を擧げ，或は他の Energi を要する官能を營むことを得，收縮は酸素の存在せざる處に於ても起り收縮時には炭酸の發生することも亦小にして，酸素の費消，炭酸及び熱の發生は寧ろ筋肉弛緩後に於て大なるにより考ふる時は筋肉の收縮に際し遊離せらるる Energi は豫め筋肉內に蘊蓄せられたる或種物理化學的持滿性 Energi より發生し此持滿性 Energi を復舊せしむる爲めに化合物の酸化行はるるものなるべし. 今酸素の存在及び不在に於て蛙筋の等伸收縮の際發生する熱の割合を擧ぐれば下の如し. 但し收縮時及び弛緩時に於て發生する熱を 1 とす.

時　　期	熱發生の割合
收縮及び弛緩時(酸素の存否に關せず)	1.0
收縮時 (〃)	0.6
弛緩時 (〃)	0.4
弛緩後恢復時(酸素の不在に於て)	0.25
〃　〃 (酸素に存在に於て)	1.5

收縮時及び弛緩時に於て發生する熱量と，此時營爲し得る行作とを比較する時は筋肉內に存する持滿性 Energi は殆ど全く器械的 Energi に轉換せられ得ることを知る. 弛緩後恢復時に於て化合物の酸化により失はるる熱量(行作時の 1.5 倍)を考慮に入るる時は機關筋肉の效率は理論上 40 %となる. 實際吾人の勞働時に於ける行作量は此際增加したる熱量の 33 %に達せしむることを得.

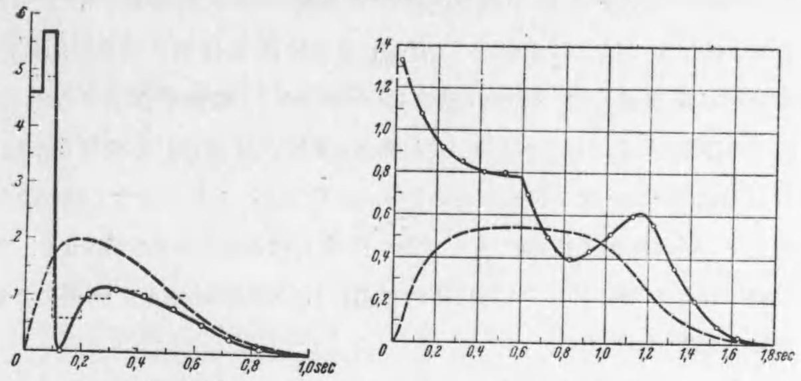
筋肉行作時に際し一定の物質分解せられ是等は其行作內又は之に接

隨して再生せらる．其内の或もの即燐-Kreatin，六炭糖燐酸-Ester 及 Adenyl-焦性燐酸等は無酸素性狀態にても再生可能なり．之に反し乳酸は無酸素性狀態にては消失せず，又酸素存在時にも其小部分のみ燃燒せられ大部(完全ならず)は糖原に構成せらる．又完全なる生體内にても乳酸の燃燒及合成は筋肉内にて行はるるこさ極めて小にして大部分は肝臟にて行はる．筋全體さして見る時は筋行作の際變化する大部分のものは元の狀態に復歸し唯糖原のみ筋行作の度に比例して減少す．故に筋行作は糖原の分解によりて生じたる Energi を消費して行はるさ考ふるを得べし．

筋肉行作時に於て遊離せられたる化學-Energi の一部は器械的行作に變し，一部は熱に變ず．此の時熱の發生は上に記したる如く行作さ同時に行はるるものさ行作に後隨して行はるるものさあり．初期熱は收縮の時間さ時間的に一致し且つ酸素存在時にても無酸素狀態に於ても其大さ等しく，酸化的に發生したるものならざるこさ知らるべし．之に反し後隨熱發生は行作に續く恢復期に行はれ無酸素的狀態にては其度小なく，酸素存在時にては初期熱生熱さ其量を同じくし又は之よりも大なり之より見れば初期熱發生は行作時に Energi を供給する順程によりて發現し，後隨熱發生は酸素消費の下に行はるる乳酸除去作用により發現するものなるを知るべし．

初め Meyerhof 及 Hill 等は初期熱發生は糖原より乳酸の發生及乳酸の中和熱によるものなりさし乳酸發生が收縮を喚起する化學的順程なりさ說明せしが，乳酸發生せざる時(一沃度醋酸又は一臭素醋酸にて中毒せしめたる筋肉)にても筋肉行作行はるるを見るのみならず，熱發生曲線さ乳酸生成曲線さは時間的に一致せず．初期熱發生は次頁の圖にて知らるる如く收縮の未だ極大に達せざる内に著しく行はれ，收縮の最潮時に一時減じ後再び發生するも收縮の終結さ同時に熱の發生も又止む．之に反し乳酸は收縮後反つて增量し居れり．斯く乳酸の發生が行作終結以後にも後

蛙 Sartorius の零度に於ける收縮時の初期熱曲線(——)
さ等伸張力曲線(----)



單一收縮　　Tetanus (0.6秒)

隨して起るのみならず，筋肉を沃度醋酸を以て中毒せしめ乳酸の發生起らざる時にても筋收縮行はるるこさより乳酸の生成が筋收縮の發揮を司ごり收縮の行作の根源たるこさは事實ならざるこさを知るべし．

乳酸生成以外にて發熱反應を呈するものは燐-Kreatin より燐酸及 Kreatin の分解する反應，及 Adenosin-三燐酸が Adenyl-酸及燐酸に分解する反應なり．是等の分解は可逆性反應にして Energi の供給を得て元の燐-Kreatin 等に復歸するこさを得，此恢復を得しむるに無酸素的狀態にては後隨性の乳酸發生及び後隨性熱發生を要するものならむ．即ち乳酸發生時に遊離する Energi にて燐-Kreatin の再生行はれ後隨性熱發生は燐-Kreatin の再生に伴ふ一定の Energi 損失を示すものなるを知るべし．

多數の筋肉酵素試驗により筋肉行作の際變化する各種物質の代謝間に互に密接なる關係あるこさ知らるるに至れり．即之により明らかにせられたる點は各種筋肉内順程間を結ぶ連鎖は燐酸の移行現象にして燐結合及燐脫離の反應が各種化合物間に相次て起るこさ知られたり．

鹽性反應に於て筋肉の壓搾汁及び浸出液内にて Kreatin 及 O-燐酸は速かに燐-Kreatin に合成せらる．燐-Kreatin 合成は筋 Adenyl-酸添加時に

も亦行はれ得るも其生成量は Adenyl-酸存在せざる時よりも遙かに少なし之れ燐酸の一部が Adenyl-酸と結合して Adenosin-三燐酸を生ずるに用ゐらるる爲なり．次に Lohmann の實驗により筋浸出液内にては燐-Kreatin の分解は浸出液中に Adenyl-酸又は Adenosin-三燐酸が存在する時に於てのみ行はるることと知られたり．之れ燐-Kreatin が酵素的に分解せらるるには同時に Adenyl-酸が存在し此のものが燐-Kreatin より分解する燐酸を結合して Adenosin-三燐酸に變ずる聯結反應行はるるを要するが爲なり．故に燐-Kreatin が分解せらるるには之に前だち先づ Adenosin-三燐酸の分解行はるることと必要あり．

Adenosin-三燐酸 = Adenyl-酸 + 2燐酸

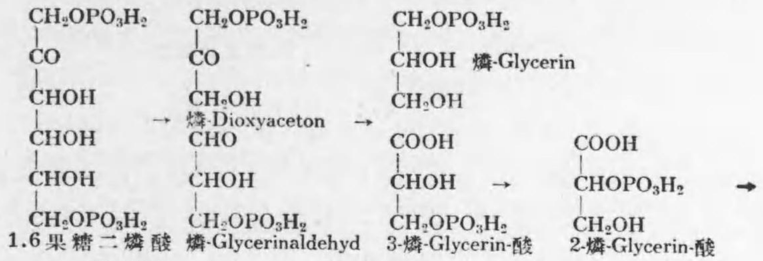
Adenyl-酸 + 2燐-Kreatin = Adenosin-三燐酸 + 2 Kreatin

之を Lohmann の反應といひ微量の Adenosin-三燐酸が多量の燐-Kreatin の分解を促進す．此際 Adenosin-三燐酸は恐らく二個の燐酸を一個宛順次に分離して Adenyl-酸となるものの如し．此際遊離する燐酸は糖原を構成する葡萄糖の C_1 に結合して燐酸-Ester を形成し糖原を燐酸解する端緒となる．

かくして發生したる1-燐酸-Ester は他の酵素により六炭糖二燐酸-Ester に變ず．此ものは恐らく 3.4 Dienol 型化合物となりたる後二分子の三炭糖燐酸 Ester に分解せらる．夫より以後の變化は酸素供給の有無によりて其趣を異にす．即ち酸素の供給充分なる時は燐酸脱離によりて Methtlzoxal となり此ものは直ちに酸化せられて焦性葡萄酸に變ずるも，酸素の供給杜絶する時は Cannizzaro 反應によりて燐-Glycerin 及び 3-燐-Glycerin-酸に變じ，此 3-燐-Glycerin-酸は酵素の作用によりて2-燐-Glycerin-酸に變じ (Meyerhof 及 Kiessling : B. Z. **276**, 239, 1934)，此ものは水を失ひて Enol-型焦性葡萄酸の燐酸鹽となり (Meyerhof 及 Lohmann : B. Z. **276**, 60, 1934)，次で燐酸と焦性葡萄酸とに分解す．玆に發生したる焦性葡萄酸は

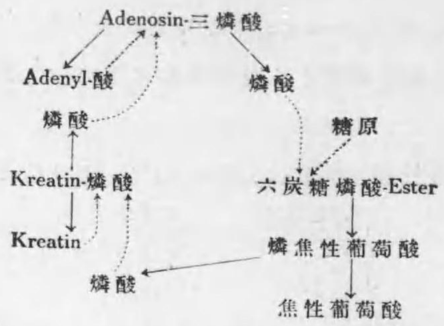
Glycerin-燐酸 (燐-Glycerin) と酸化還元反應を爲して三炭糖燐酸と乳酸とに變ず．焦性葡萄酸は又三炭糖燐酸と作用して Glycerin-燐酸と乳酸とを生ず．

以上の酸素杜絶時の變化を構造式にて表はす時は



以上の諸反應が筋肉の行作時に相次いで又は同時に行はるると考へらる．即筋肉の行作に當り先づ初めに認めらるる化學反應は Adenosin-三燐酸より燐酸分離して其燐酸は六炭糖二燐酸の形成に與かり，其 Adenyl-酸は Kreatin-燐酸より燐酸を奪取して Kreatin を遊離せしむ，Kreatin は燐焦性葡萄酸より分離する燐酸を得て燐-Kreatin に復歸す．

前にも述べたる如く Adenosin-三燐酸の分解及び燐-Kreatin の分解時には Energi 遊離し之は筋行作に必要なるものの如し．之れ Halogen-醋酸中毒時にても筋肉行作が行はれ得る所以なり．然れども Halogen-醋酸中毒



時には糖質分解停止するを以て燐焦性葡萄酸の發生止み燐-Kreatin の生成に要する燐酸の根源杜絶し燐-Kreatinの再生行はれず燐-Kreatin 盡く分解せらるるに至らば筋行作は自ら停止す.

Energi の關係を考察するに初の Adenosin-三燐酸の分解は發熱的に行はれ, 之に次ぐ燐-Kreatin の分解も亦發熱的なり. 尙糖原より乳酸發生するこさも亦發熱反應なり. 之に反しAdenosin-三燐酸の合成は燐-Kreatinの分解により, 又燐-Kreatin の合成は乳酸の發生を持ちて可能なり, Adenosin-三燐酸の合成は無酸素的にて完全に行はるるも, 燐-Kreatin の合成は無酸素的には不完全にして酸素の存在にて初めて定量的に行はる.

1g 蛙筋肉にて行はるる各種の反應に際し生滅する Energi-量を Lohmann が擧げたる處によれば

1. Adenosin-三燐酸 $\underset{\text{無酸素}}{\overset{\text{無酸素}}{\rightleftharpoons}}$ Adenyl-酸 + 2燐酸 : 0.09 Cal

2. 燐-Kreatin $\underset{\text{無酸素及酸素}}{\overset{\text{無酸素}}{\rightleftharpoons}}$ Kreatin + 燐酸 : 0.23 Cal

3. 糖原 $\underset{\text{酸素的}}{\overset{\text{無酸素}}{\rightleftharpoons}}$ 2乳酸 : 1.2 Cal

4. 乳酸 $\xrightarrow{+3O_2}$ $3CO_2 + 3H_2O$: 30—60 Cal

卽 1g の筋肉内にて Adenosin-三燐酸が分解すれば 0.09 Cal, Kreatin-燐

酸が分解すれば 0.23 Cal 生ず. Halogen-醋酸中毒にては此兩者の熱量のみ用ひらる. Halogen-醋酸にて中毒せられざる筋肉は無酸素的狀態にては乳酸發生し乳酸の含量0.4%に達する時收縮性停止す. 此時までに乳酸生成により發生する熱量は 1.2 Cal なり. 之に反し酸素存在時にては乳酸燃燒し糖原の全 Energi 量は筋肉行作に用ひらる. 若し糖原の含量を0.5—1%ことする時は此時得らるる Energi 量は 30—60 Cal なり. 是等の數値より見るも糖原は Energi 蓄積源こして重要のものなるを知るべし.

筋肉行作の時に現はるる化學反應にて遊離する Energi は收縮惹起に用ゐらるるに非ずして復舊順程に過ぎず. 收縮は化學的ならざる他の發熱反應によりて行はるるものの如し. 之は筋肉蛋白質の膠質的變化によるこ考へらる. 筋肉の收縮は Acetylcholin の遊離にて發生するものの如きも之は Energi 發生の順程ならず. 體內に存する筋肉にては乳酸は發生するこ同時に血液中に移行し血液內乳酸量は0.2%に達するここあり. 血液內乳酸の一部は尿中に排泄せらるるも他は概ね肝臟に於て糖質に化生せらる. 此に發生したる糖は再び筋肉に輸送せらるべし.

疲　勞

筋行作に伴ふ酸化作用不充分にして乳酸の發生が一定度を超過する時は筋肉は疲勞に陷る, 從て酸素の供給不完全なる時は疲勞速かに現はる. 疲勞時に筋肉に於て全燐酸量は變化を蒙らざるも乳酸原性燐酸量減少し無機燐酸量增加す. 燐脂質の量には增減なし. 此時血液に於ても無機燐酸量增量し乳酸原性燐酸量減少す(Cuthbertson[1]).

疲勞に特有なる各種の物理化學的變化は筋肉訓練により起るここ遲延す. 家兎に連日數分宛其座骨神經を數百の短 Tetani にて刺戟し訓練するに糖原量增大するここ知られたり. 尙訓練を經たる筋肉にては弗化物による合成減少も起るここ遲延し, 又筋蛋白質溶解度の減少も小なり.

1 Cuthbertson: Bioch. J. 19, 896, [1925]

第四章　神經組織

神經系に中央神經系及び末梢神經系を區別す．前者に屬するものは腦，脊髓，延髓にして後者は神經なり．中央神經系は白色質及び灰色質の二部よりなり，白色質には神經纖維を藏し，灰色質には神經細胞を存す．末梢神經は神經纖維が結締組織にて互に結合せられたるものなり．

第一節　神經細胞及び神經纖維

神經組織を構成する化學的成分は蛋白質，糖脂質，燐脂質，脂肪，Cholesterin，浸出分，鹽類等にしてこれらは神經組織中に一樣に存在するにあらず各顯微鏡的素質は諸種の異なる化學的成分を含有す．神經組織は他の組織に比し脂質分の量及構成分の差大なるを特異とす．

神經細胞　神經細胞は原形質及び核よりなるを以て蛋白質に富む，從て主として神經細胞を含有する灰色質も亦多量の蛋白質を含む，神經細胞内には蛋白質以外に尙灰色の色素あり恐らく血色素より變性したるものならむ．細胞核は他の細胞核に於けるとき等しく主に核素より作らる．Nissl の體は核蛋白體より形成せらるるものの如く之に核酵素を作用せしむれば消失し又鹽酸，硫酸及硝酸等に溶解するも醋酸にはとけず．

神經纖維　は軸索[1]，神經鞘及びその間に介在する髓鞘の三部より構成せらる，この内軸索は主として蛋白質及び脂肪よりなり，神經鞘は神經角素より作られ，髓鞘は Myelin と稱するものよりなる，Myelin は化學的純一なる物質ならずして燐脂質，糖脂質及び Cholesterin の混合物なり．

第二節　神經組織の化學的成分

蛋白質と脂質とが密接に混合して形成せらるる組織なり．著しく水分を

1 Achsenzylinder

抱有する性を有す．水分は殊に灰色質に多く，胎兒に著し．胎兒の腦灰色質は約92％の水分を含み，成人の灰色質は83—84％の水分を含有す．

1. 蛋白質

蛋白質は總固形分の約50％を占む．腦中に存する溶解性の蛋白質は二種の球素及び一種の核蛋白體より成る，球素の内一は47°(Neuroglobulin α)，他は70—75°(Neuroglobulin β)の凝固溫度を有し，核蛋白體は56—60°に於て凝固す(約0.5％のPを含む)．蛙の腦中には尙39—40°にて凝固する第四の溶解性蛋白質あり，熱に對する神經系の抵抗性は主として蛋白質の凝固溫度の高低に關するものの如し．

その外神經鞘を構成する神經角素(脂質を Alcohol 及 Ether にて浸出したる後，溶解性蛋白質を消化し，殘渣を更に鹽にて處理したる時變化せられずして殘留するものにして白色質より灰色質に多し)．神經結締組織内に含有せらるる膠原及び彈力素あり．

2. 脂　質

正常腦には中性脂肪を殆んど全く缺如す．神經中に存する脂質の大部分は Cholesterin 及燐脂質にして之に次ぎ糖脂質存在す．糖脂質は體の他の部に比し神經にことに多量に含有せらるる成分なり．

A. 糖脂質

腦中に存する糖脂質は Phrenosin，Kerasin 及 Nervon 等にして胎兒の腦中には見ることなく髓鞘の發生に伴ひて出現す．

糖脂質の量は腦の Chloroform 浸出物を稀硫酸 Methylalcohol 溶液と共に水浴上に加熱して分解し此時遊離する Galactose を測定して之を定量することを得．

B. 燐脂質

最も重要なる構成分なり．神經組織中には Lecithin よりも Kephalin 多し．

C. Cholesterin

大部分(99%)は遊離の狀態に於て存在し白色質に多し．Oxycholesterinも亦存在す．

3. 糖　質

營養可良なる犬の腦中には約0.23%の糖原あり．

4. 浸出分

浸出分は筋肉に於けるものと酷似せり，卽 Kreatin, Adenyl-酸, Inosit, Cholin, 肉乳酸, 琥珀酸, 尿酸, Purin-鹽基及び尿素等を含有す．

5. 鹽　類

腦の鑛質分の定量は困難なり之れ燐及硫黄の大部は有機性化合物として存在し灰化に際して他の鑛質分と共に定量せらるるのみならず，他方鹽類の一部は脂質と結合して有機溶媒中に溶解するにより有機性の燐及硫黄を分離すること難きが故なり．

灰分中主として存するは燐酸，鹽酸，Kalium, Natriumにしてその他少量の硫酸，Calcium, Magnesium, 鐵，Mangan及銅を含有す．筋肉に於けるが如くKaliumはNatriumより大に，MagnesiumはCalciumよりも多し．

6. 酵　素

Katalase, 過酸化酵素，脂肪酵素，澱粉酵素及び蛋白酵素あり．

第三節　腦の組成

Fränkel の測定によれば腦は平均23%の固形分を含有す固形成分の約⅓は蛋白質樣物質よりなり，⅔は類脂體の占むる處となる．その内Cholesterinは腦固形分の10%に上り，不飽和化合物は30%に達す．

腦の灰色質は神經細胞及び無鞘神經纖維よりなるを以て蛋白質及び核素に富み，白色質は有鞘神經纖維よりなるを以て神經角素(3%)，燐

脂質，糖脂質，Cholesterin等を含むこと多し．又灰色質は白色質よりも遙に多量の鹽類を保有す．灰色質より得たる灰分は鹽性なるも白色質より得たるものは酸性なり．

各神經組織の定量的組成

神經組織の各部は夫々異なりたる機能を營み之に從ひて其組成を異にす．尙神經の岐化は生後に於ても不絕行はるるにより年齡と共に組成の變化あり．

神經各部の水分，固形分及び蛋白質量

(人，猿，犬，猫の平均値)

	水　分	固形分	固形分中の蛋白質量 (%)
灰白質	83.5	16.5	51
白色質	70.0	30.0	33
小腦	80.0	20.0	42
脊髓	71.6	28.4	31
坐骨神經	61.3	38.7	29

灰色質及び白色質の浸出劃量 (Weil[1])

浸出劑	牛 灰白質	牛 白色質	人 (全腦)
水	13	6	—
Aceton	17	16	11
石油-Ether	16	34	27.8
Benzol	3	9	13.53
Alcohol	6	3	6.26
Ether	—	—	0.92
殘渣	45	32	31.63

成人灰白質及び白色質中の脂質の分布

(乾燥分の百分比)

	Koch 及 Mann 灰色	Koch 及 Mann 白色	Koch 及 Mann 全	Smith 及 Mair 灰色	Smith 及 Mair 白色
Cholesterin	4.9	18.5	11.7	5.64	13.80

1 Weil: Pflüger's Arch. **179**, 21,[1920]

燐　脂　質	23.7	31.0	27.3	15.28	22.65
糖　脂　質	8.8	16.6	12.5	1.94	12.24
爾他類脂質	—	—	—	6.23	10.38
合　計	37.4	66.1	51.5	29.09	59.07

卽成人の白色質は灰色質よりも倍量の脂質を含有す．燐脂質は灰色質に多く，糖脂質は白色質に多し．

幼生兒にては未だ灰色質及白色質ごに岐化せられず全部成人の灰白質に似たる構造を有し，發育するに從ひ白色質發生す．幼兒の成長ご組成ごの關係を示せば次の如し．

幼兒各期の腦の組成　(%)

	白色	灰色	白色	灰色	白色	灰色	白色	灰色	白色	灰色
年　齡	死　産		3　月		13　月		5　年		成　人	
Chloroform 浸出分	31	25	40	31	53	29	51	31	59	29
Cholesterin	6.97	4.50	7.48	5.14	12.82	6.12	12.24	4.96	13.80	5.54
糖　脂　質	1.18	0.70	3.66	0.68	9.75	1.27	8.26	1.33	12.15	1.94
燐　脂　質	16.49	15.28	16.49	7.30	19.48	15.09	22.10	15.80	20.91	17.51
爾他類脂體	6.35	12.5	9.14	10.09	8.33	5.81	9.59	7.20	10.38	6.24

此表に見る如く類脂體は年ご共に增加しごに糖脂質は全く成長するまで增加しつつあり．

腦の組成は營養狀態によりて左右せらるるこご極めて少なく饑餓にて斃れたる動物の重量の減少は約1%に過ぎず，ここに脂質の量は恒定す．

第四節　神經行作時の化學變化

神經行作時には肉眼にも亦顯微鏡的にも神經の構造に變化を認むるこご能はず唯電氣的現象ご僅少なる熱の發生を伴ふのみ，行作終れば直ちに舊態に復するものの如し．然れごも若し麻醉劑等にて再生の機能を弱め又刺戟を連續する時は一定の化學的變化を認むるごごを得べし．

腦に入り，腦より出づる血液を分析し腦に於て費消せらるる酸素を測定

するに100 g の腦質は1分間に 9.95 cc. の酸素(犬)を費やす，之れ腦は凡の臟器中最も多く酸素を用ゐる臟器なるを示すものにして筋肉の22倍に相當す．蛙の脊髓は酸素の供給を充分にする時は久しく超生試驗に堪ゆる便あるものなるが Winterstein の測定によれば1 g 1時間に 260—300 cmm の酸素(全蛙の平均酸素消費の5倍)を費やす．尤も麻醉したる神經も尙酸素を消費し，又 Alcohol 麻醉に陷り全く反射機能を失ひたるものも酸素を多く消費するにより興奮の度ご酸素消費の高ごは一致するものにはあらず．

Na 及 Ca は神經の行作に必要なりKは少量にても有害なり．

休息時の腦の反應は鹽性なり死後直ちに酸性に變ず．休息時の腦の乳酸量は 15 mg % なるも空中に之を放置するこご一分なれば 45 mg %，10 分なれば 120 mg % による (Cobet: Arch. f. exp. Path u. Pharm. 145, 141, 1929)

酸素供給時に電氣にて神經を刺戟する時は窒素の減少を招き此時 NH_3 を發生す．脊髓にては此 NH_3 を更に他の物質に導く機能あるものの如しごいふ．脂質も亦減少し，燐量も休息時は新鮮物質の0.2%なるもの其の內の10—20%減少す．安門は脂質又は Adenyl-酸より發生するものならむ．

腦は又糖を消費す，麻醉によりて消費量減じ，酸素杜絕にては止み，電氣的刺戟にては消費量平時の倍量ごなる．葡萄糖ご同じく果糖及 Galactose 使用せられ Galactose は效果最も大なり．糖原も行作時に用ゐらる．

灰色質は白色質よりも代謝量2—3倍するものの如し．

人間脊髓は平均74%の水分，14%の脂質，4%の Cholesterin，8%の蛋白質を含有し，脂質の內不飽和燐脂質は12%，飽和脂質は1.5%を占む．Kephalin を含むこご大なり．

第五章　血　液[1]

血液は血漿及び有形素より構成せらるる流動性の組織にして，有形素

1 Blut

(赤血球，白血球及び血小板)は約44％，血漿は約56％を占む.

單一の細胞よりなれる原蟲類にありては單にその表面に於て瀰散作用によりて周圍の液との間に物質の交換を營み以て自體に必要なる養分を攝取し不要なる產物を排泄するを得ざるも，高等なる動物に至りては結構上個々の細胞は自ら養分を攝取し不要分を排泄すること能はざる位置にあるを以て勢ひ細胞と外界との間は立ちて物質運輸の衝に當るものを要す，この任を充たすものは卽ち血液にして，一方に於ては消化管より吸收せられたる養分及び肺臟に於て得たる酸素を組織內の細胞に送り，他方に於ては細胞にて酸化の結果生じたる炭酸及びその他の燃燒產物を肺臟，腎臟，腸及皮膚等の排泄臟器に送る.

かくの如く血液は養分を組織細胞に供給すると同時に細胞に對し常に適當なる反應，滲透壓を有する環境となるものなるが故にその組成は大に一定し居れり.

これ等主なる官能以外に血液は尙他の必須なる官能を有す，卽ち毒素若くは細菌の侵害を蒙りたる動物の血液中には抗毒素[1]，解菌素[2]等を含み再度の侵害に對し抵抗性を與へ又居常血液中には各臟器若くは組織にて生成せられたる覺醒素[3]を含有し神經と竝び立ちて他の臟器及び組織の官能を調節し，又後篇に於て述ふるが如く體溫の調節に與かる.

第一節　血液の性狀

第一項　物理的及び物理化學的性狀

血液は粘稠，赤色，不透明，中性の液體にして少しく鹹味を有し特有の臭氣を發す. 比重平均1.054—1.060の間にあり. 結氷點は食物攝取及びその他の狀態によりて少しく上下すれども大體に於ては變化することなく大約零下0.56°を占む. 血液の粘稠度は5.1なり.

1 Antitoxin　2 Bacteriolysin　3 Hormone

色　血液の赤色なるは赤血球中に存在する血色素に基因す. 動靜兩脈血は互にその色を異にし，動脈血は鮮紅色を呈し，靜脈血は暗赤色を帶ぶ，これらの色彩の差異は酸素を含むことの多少に依りて生ずるものなり. 血液が不透明にして如何に薄層となすも透明となることなきは血色素が赤血球內に限局し，浮游體として淡色なる血漿中に存在するが爲なり，故に血液に多量の水若くは微量の安門水を加へ赤血球を破壞すれば血色素は血漿中に移行して一樣の溶液となるを以て血液は透明となるべし，これに反し濃厚なる鹽溶液を加へ，赤血球を收縮せしむる時は不透明の度增加す.

比重　血液の比重を測定するに Hammerschlag の法あり. その法，まづ Chloroform と Benzol とを混じて比重約1.050の混合液を作り，これに血液の一滴を入るるにその比重の大小により或は沈下し，或は浮昇すべきを以て混合液に或は Choroform，或は Benzol を添加し混合液の比重を血液に近からしめ，血滴の浮沈せざるに及びて混合液の比量を普通の方法にて測定する時はその數値は血液の比重を表示すべし. 血液の比重は女子にありては男子よりも稍小に(平均男子は 1.057，女子は 1.053)，晝間は夜間よりもも小なり(其差平均男子 0.0033，女子 0.0027 に達す)，又食物攝取後には比重小となり之に反し勞働後には其値增大す. 血漿の比重は 1.0237—1.0276；血球の比重は約1.088なり.

赤血球沈降速度　正常血液にては赤血球沈降速度比較的小なるも妊娠時及傳染病罹患時に增大し其診斷に供せらるることを得. 是等の際沈降速度增大するは血漿內各蛋白質分劃の異常を來たし血球の電荷を變化せしむる爲なり.

滲透壓　結氷點降下度は上述の如く 0.56° なり. 而して 1 Mol の溶液の結氷點降下度は 1.85° なるにより，人血の Mol-濃度は 0.56 : 1.85 卽 0.3 なり然るに 1 Mol 溶液は 22.4 氣壓の滲透壓を呈するを以て血液は約 7 氣壓の滲透壓を有することを知るべし. この壓の ¾ は電解質，¼ は非電解質

に基因し，電解質による壓の¾は食鹽，他の¼は重炭酸鹽及び燐酸鹽に由來す．蛋白質に因する膠質性滲透壓は約25—30mgHgなり．

電導度　多くの哺乳動物の比電導度は40—60×10⁻⁴なり．而して血漿又は血清の比電導度は100×10⁻⁴なるにより赤血球は電導度に與からざるを知るべし．

粘稠度　上述の如く血液の粘稠度は約5なるに反し，血漿の粘稠度は約2—2.3なり．故に粘稠度は主こして赤血球に基因するこさを知るべく，赤血球數の增加する時は粘稠度これに伴ひて增大す．

反應　正常血清のpH値は通常7.4乃至7.5なり其値は早朝より夕方になるに伴ひて增大し，又食時，運動其他の要因によりて變ず．pH 7.5より大なるは鹼性症，7.3より小なるは酸性症に屬す　pH 7.0より小なるものは糖尿症又は尿毒症の末期に現はるるのみにして殆んご死を免るるこさ能はず．

血液内に酸を加ふるも容易に其酸性度を變ぜず．之れ血液中に炭酸-重炭酸鹽系及蛋白質系の緩衝劑が存する爲にして殊に酸素-Hæmoglobinに其力强し，故に體内にて異常の酸が發生し多量の酸が血液中に竄入する場合又は有機酸の腎臟より排泄せらるるこさ妨げらるる場合に於ても血液は其活躍性酸性度に變化を來たすこさ極めて微にして單に炭酸こ結合し得る豫備鹼の減量を起すに止まるこさ多し．

第二項　血液凝固

血液が血管外に出づる時は早晩凝固して寒天樣の物質に變ず，從て小なる血管が損傷を蒙りて出血する際には傷口之が爲めに閉塞せられて止血するこさ多し，人の血液にありては凝固は2乃至3分にして起り大約6—8分にして完結す，此處に發生したる柔軟寒天樣の物質は時を經るに從ひ漸々收縮し，黄色の液を分離す，この液を血清こ云ひ凝固物を血餅[2]こ稱す．血餅

1 Blutserum　2 Blutkuchen, Placenta sanguinis

は纖維素[1]及びこれに包繞せられたる赤白血球よりなる．血清は血漿より纖維素原[2]を失ひたるものにして最早凝固するの性なし．通常清澄の液なるも血液が脂質を含有するこさ大なる時若くは白血球の竄出多き場合には少しく微濁を呈するこさあり．

若し血液を血管より採取したる後直ちに硝子棒にてこれを强く攪拌する時は纖維素析出して脫纖維血を殘留す，このものは最早凝固するこさなく，これを久しく靜置する時はその内に含有せらるる赤色の血球が下降する爲め上部に黄色の血清を分離す．血液の成分を一括して次の如く考ふるこさを得．

血液の凝固作用には動物の種類により遲速あり，尙冷溫，酸素缺乏等は凝固を遲緩ならしむ，又酸，鹼，中等濃度の中性鹽液(硫酸-Magnesiumの⅓飽和)，少量の蓚酸鹽(0.1%)若くは弗化物(0.3%)，卵白，糖，Glycerin，膽汁酸鹽，Hirudin (0.01:200)等の添加により人工的に凝固を抑制するこさを得．これに反し白金黑，赤血球礎質，組織浸出液等は凝固を催進せしむ．又Cobra-毒，Pepton若くはHirudinを血管内に注入したる後一定時間に採取したる血液はその凝固性を失ふ．

第二節　血漿及び血清

血漿は血液の液狀をなせる部分にしてその内に赤白兩血球，血小板等を浮游せしめたものは卽ち血液なり．血漿より纖維素原を纖維素の形に析出せしめたる殘餘の液狀部を血清こ稱す．

1 Fibrin　2 Fibrinogen

第一項　血　漿[1]

敍上の血液凝固を緩慢ならしむる何れかの方法により血液の凝固を妨げて靜置するときは比重大なる血球は漸次器底に沈降し，上部には血漿よりなれる透明の層を得べし．尤もこの時用ゆべき方法は血液の成分に化學的變化を起さざるものなるこゝを要す．普通用ゐらるゝものは冷溫或は中性鹽添加なり．

冷漿　血液を脈管より直ちに冷却せる硝子筒に盛り，氷を用ゐて急速に冷却し零度に於て久しくこれを放置すれば血球は漸次器底に沈降し上方に血漿を分離す．これを冷漏斗にて濾過すれば白血球を除去するこゝを得べし．

かくして得たる血漿は粘稠，透明，黃色の液にして Lackmus に對しては鹼性を呈するも，その內に存する水酸基-Ion の量は純水と大差なし．その比重は 1.027 より 1.032 の間を上下す．血漿は大凡 90％の水分，10％の固形分を有し．固形分中には 0.3—0.6％の纖維素，7—8％の爾他の蛋白質，約 0.5％の浸出質及び 0.7—1.0％の鑛質を含む．

鹽漿[2]　種々の鹽を用ゐて血液の凝固を防止するこゝを得，卽ち飽和硫酸曹達液中に同量の血液を加ふるか，飽和硫酸-Magnesium-液に 3 倍の血液を加ふるか，1％の蓚酸加里液 1 分に 9 分の血液を混ずるか又は 3％の弗化曹達液 1 分に 9 分の血液を混じて靜かに攪拌したる後にこれを放置すれば血球は沈降し上方に血漿を分離す．これらの血漿は共に自然に凝固するの性を缺く．その用ゐたる鹽によりこれを名くるに硫酸曹達漿，硫酸-Magnesium-漿，蓚酸鹽漿若くは弗化鹽漿等を以てす．

Hirudin-漿　血液に水蛭の口腔腺浸出液若くは其精製物なる Hirudin を添加する時にも血液の凝固障碍せられ血漿を分離す之を Hirudin-漿といふ．Hirudin は蛋白酵素により此作用を失ふにより Polypeptid 樣の物質

1 Blutplasma　2 Salzplasma

るべしと考へらる．

蛇毒漿及 Pepton-漿　上に述べたる諸處置と異なり直接に之を血液に添加したる際には何等血液の凝固を防止するの作用を有せずして之を血管內に注射する時血液の凝固性を失はしむるものあり．蛇毒及び Pepton 等之に屬す．是等の適量例へば體重 1 kg に對し蛇毒にありては通常 0.1 mg 以上，Pepton にありては 0.3 g 以上を注射し半時間を經過せざる時期に攝取したる血液は凝固性を有せず．此時凝固を障碍する物質は肝臟に於て發生するものの如し，かくの如くして得たる血漿を蛇毒漿及び Pepton-漿と稱す．

Heparin-漿　除血肝臟の食鹽浸出液に Aceton を加へて沈澱せしめて得たるものに Heparin あり此ものは窒素及燐を含有せず，水解後に Fehling の液を還元す．Howell は之を Glucuron-酸誘導體と考へたり，此物の 1mg を 100 cc. の血液に加ふる時は久しきに亙り凝固起らず，又 Heparin を靜脈內に注射したる後には出血容易に停止せず．

第二項　血　清[1]

血清は血漿より纖維素を除去したるものなるを以て血液凝固の際若くは血漿より纖維素を分離せしむる時に得らる．血清も亦血漿と同じく黃色，中性の液にして血漿と異なり纖維素原を含むこゝなきが故に自然に凝固するこゝなし，纖維素原を除き他の血漿の成分は盡く血清中に含有せらる，人間の血清の粘稠度は 1.7—2.0 なり．其內に存する蛋白質量と比例す．血清の比重は約 1.03 なり．

第三項　血漿中に存する蛋白質

血漿中に含有せらるる蛋白質は纖維素原，血清蛋白素，血清球素及び少量の核蛋白體なり．血清中には勿論纖維素原を缺き，その他の蛋白質は全く血漿中に於けるものと等し．總量約 7—8％を占む．

1 Blutserum

これ等血漿蛋白質はその種類に於て又その量に於て常に一定し，Gliadinの如く多量の Glutamin-酸を含有し血漿内蛋白質と著しくその組成を異にする蛋白質を以て飼養したる動物の血漿中に於ても平常より多量のGlutamin-酸を含有する蛋白質の存在を認むることなし．

纖維素原　球素に屬する一種の蛋白質にして蓚酸血漿に同量の飽和食鹽水を加ふる時は沈澱し，稀薄なる食鹽水(7—8％)に再び溶解す．其溶液は52—55°に於て凝固し，析出至適酸度は pH 4.46 なり．その溶液より Thrombin の作用により不溶解性の纖維素に變ずる性を有す．纖維素原は Cholesterin と結合して存し pH 6 に於て Ether を以て浸出する時は初めて Cholesterin より分離せらるることを得．(Theorell[1])

常態に於て血漿中に存在する纖維素原の含量は約 0.3—0.6％にして肺炎その他强度の白血球過多症を惹起する病に際して增量し．これに反し燐中毒，敗血症及び肝臟剔出の際缺如す．血液を血管内より取出し纖維素原を除去したる後再び血管内に復歸せしむるに纖維素原の量は暫時にして復舊す．腸間膜靜脈血は之を含むこと他の動脈血よりも大なり．

血清球素　血液を硫酸-Magnesium を以て飽和せしむるか或は硫酸安門にて半ば飽和せしむる時に沈澱する蛋白質なり．然れどもこのものは單一なる蛋白質にあらずその硫酸安門の 1/3 飽和にて既に沈澱するものを眞性球素と云ひ爾餘の球素を僞性球素と稱す．眞性球素は約0.1％の燐を含有し其内に約10％の燐脂質を存するものの如く，僞性球素は之に反し燐を含有せず．前者は純水に沈澱し．後者はこれに溶解す．

血清球素の血液中に於ける含量は動物の種類により著しく異なる，饑餓及び傳染病に際しては球素量相對的竝びに絕對的に增大し，免疫操作の際にも球素增量し，これに伴ひて蛋白素の量減退す．

血清蛋白素　血清蛋白質の大部分を占む．血清より硫酸-Magnesium

1 Theorell: Bioch. Z. 223, 1 [1930]

にて球素を除去したるものに1％の割に醋酸を加ふる時析出す，これを集めて弱鹽に溶解せしめ透析にて鹽類を去り低溫にて蒸縮す．凝固溫度は70—85°にして鹽類の含量によりて大差あり．人類の血液は血清蛋白素を含有すること血清球素よりも遙かに多く約その一倍半に達す，病的の際には蛋白素時として著しく減少し，球素量これに代りて著しく增加することあり．刺血の際には蛋白素增量す．血清蛋白素も亦分劃沈澱法によりて少くも二種の蛋白素に分つを得べし．血清蛋白素は多量の糖質を含有す，該糖質は一分子の Glucosamin 及2分子の葡萄糖よりなる縮合體なり．

血漿の蛋白質量は約7％なり．一定の無機鹽溶液の種々なる濃度に於て鹽析し數種の劃分に別つことを得 Howe[1] 其他の人々の研究により蛋白質劃分の沈澱は一定の規律を以て行はるるものの如く Na_2SO_4 の 0.75 mol 溶液にては纖維素原沈澱し，眞正球素は1 mol，第一僞性球素は 1.25 mol，凡ての球素は1.5 molにて析出し蛋白素より分つことを得．蛋白質を1.75，2.00，2.25，2.50，2.75 molにて沈澱せしめ V，VI，VII，VIII，IXの劃分に別ちたり．普通は蛋白素を五劃分する必要はなかるべし．

正常人士の血清は Linder，Lundsgaard 及 Van Slyke[2] の研究によれば平均6.73％の全蛋白質，2.61％の球素，4.21％の蛋白素を含有す．蛋白質全量の極大値は7.45％極小値は6.22％なり血漿蛋白質の最も重要なる官能は血液と組織との間の正常的滲透關係を維持するにあり．血液の水素-Ion-濃度にては蛋白質の大部分は鹽と結合し從つて可なり明なる滲透壓を有す．Krogh[3] によれば正常人士の血清蛋白質は平均380 mm 水壓の滲透壓を有す．血清蛋白素は62000の分子量，僞性球素は130000—150000眞正球素は174000の分子量を有すと稱せらる．若し腎臟疾患にて絲毬體が蛋白質に對し透過性を增大する時は小なる分子量を有する蛋白素は排

1 Howe: Physiol. Review 5, 439 [1925] 2 Linder. Lundsgaard 及 Van Slyke: Proe. Soc. Exp. Biol Med. 20, 320 [1922—23] 3 Krogh: Anatomy & Physiol of Capillaries 1923, 28

泄せられ血清蛋白質に由來する滲透壓減少す，而して減少の度進み滲透壓が250mm水壓以下ニなる時は水腫發生すニいふ(Iversen及Nakazawa) Leiterは Plasmapharese によりて血漿中の蛋白質を減少せしめ實驗的に水腫を發生せしむるこニを得たり．

大出血の後血液の脂質量著しく增大すニを Fishberg (J. Biol. Chem. 81, 205 [1929]) は血清蛋白質の損失によりて起る滲透壓の減少を脂質にて代償する爲なりニ說明せり．

第四項　非蛋白窒素一名殘餘窒素

種々の方法を以て血液，血漿若くは血清より蛋白質を完全に除去するこニを得．例へば弱醋酸性溶液にて之を加熱する時，又は水酸化鐵膠質又は Kaolin に蛋白質を吸着せしむる時，又は Wolfram-酸又は燐-Wolfram-酸，燐-Molybden-酸其他の試藥にて蛋白質を沈澱せしむる時は全く蛋白質を含まざる濾液を得べし．此時脂質は多少同時に沈澱除去せらる，故に脂質を檢せんニ欲せば Alcohol-Ether 混合物を以て除蛋白すべし．

蛋白質を除去したる濾液中には種々の晶質性物質あり是等は一部は細胞に輸送さるべき養素及覺醒素，一部は細胞より排泄臟器に運ばるる代謝產物にして種々の疾病時に際し其量を異にす．

蛋白除去濾液中に殘留する窒素を殘餘窒素ニ稱し健康空腹時の人士の血漿中には 18—30mg % あり．腎臟の排泄機能減退したる際には殘餘窒素の量著しく增大す．血漿より蛋白質を除去したる濾液 (燐-Wolfram-酸にて除蛋白を行ふを可ニす)中に存する炭素量を殘餘炭素ニ稱しChrom. 硫酸にて酸化して之を測定するこニを得(Nicloux[1])．健康なる人士にては其値約180 mg % なり．之に屬する化合物は未だ盡く明かにせられずニ雖も過血糖症時及び殘餘窒素增加時には其値增大すべし．

主なる殘餘窒素の量は大約次の如し．

1 Nicloux: Bull. Soc. biol 9, 639, 1927

全殘餘窒素量	18—30 mg	尿　酸-N	1—1.3 mg
尿　素-N	10.5—16 mg	Indican	0.045 mg
Kreatinin-N	0.3—0.5 mg	Amino-酸-N	4—5.6 mg[1]
Kreatin-N	1.2—1.5 mg		

全血液各cc毎に25 mgの Olein-酸-Natrium を加へたる後蛋白質を除去し殘餘窒素を測定するに直接に測定したる時よりも約20—55 % の增加を見る．之れ蓋し殘餘窒素が蛋白質に吸着せられ居りたるもの Olein-酸の爲めに分離せらるるに基因するものなるべし(Rosenthal[2])．

殘餘窒素は饑餓及び食餌攝取後に增量す，その主なるものは尿素窒素なり．

血液內安門の量は大約 0.02—0.03 mg % に過ぎず．其一部は腎臟，筋肉，胃腸管等より血液內に瀰散したるものにして，他の一部は血液內 Adenyl-酸の分解によりて發生す，腎臟及び筋肉にて安門を發生する母體も亦 Adenyl-酸にして Insulin は筋肉行作の爲に增加する血安門量を著しく減少せしむ．之に反し一臭素醋酸若くは一沃度醋酸にて中毒せられたる筋肉は刺戟に對し多量の安門を發生す，胃尿素酵素は尿素を分解して安門を發生す．

血液殘餘窒素の增加は腎臟機能の障碍に伴ふこニ多く，殊に最もよく排泄せられ易き尿成分たる Kreatinin が5 mg % 以上に增量したる際には危險なる徵なり，故に Kreatinin を內服せしめ其排泄の狀況を觀察して腎臟機能の試驗を行ふこニあり．

第五項　無窒素物質

糖質　血液中に主ニして含有せらるる糖質は一糖類なり．その量多からずニ雖も略ぼ一定し生機上必要の物質なり．その他血漿中には Glycuron-酸も微量に存在す．

1 Danielson: J. Biol. Chem. **101**, 523, [1933]
2 Rosenthal: J. Biol. Chem. **70**, 129. [1926]

常態血液の還元性質の糖相當量は約0.09—0.11％に過ぎず．その量は甚に一定し，食物の攝取如何によりて大なる影響を蒙ることなし．卽ち糖質攝取後血糖量は一時增加し30—60分にして極大値に達するも其値は通常0.15％を超ゆることなく，而かも其含量忽にして減少し2—3時間內に正常値に復歸す．然れども種々なる狀況により過血糖症を起し0.2—0.3％以上に達することなきにあらず，この時は必ず尿中に糖を排泄す．動脈血は一般に靜脈血よりも糖を含有することと大なり．饑餓の後には糖質攝取に際し血糖量の增加することと比較的大なり，これこの際には糖より糖原を生ずる機能減退する爲なるべし．

糖は血液の重要なる成分にして其量一定値(0.045％)以下に減少する時は動物は痙攣を起し生活機能障碍を蒙る．

血液中に存し糖と稱せらるるものの一部は醱酵性を有せざる還元物質に屬し其量は100 cc血液に對し27 mgなり．其中血球は40 mg％，血漿は10 mg％を含有す．從つて眞正血糖の量は血液100 ccに對し 70—90 mgなり(Benedict[1])．　血球中に存し血液に還元性を與ふる成分の主なるものはGlutathionなり，血液の蛋白除去を行ふに際し等張液の除蛋白試藥を用ふる時はGlutathionは血球外に出でず從つて除蛋白濾液は殆ど眞正血糖の値を示す．

赤血球內に於ける眞糖は血漿內よりも遙かに少なく其濃度の比は約0.75なり，之れ恐らく血球は血漿よりも固形分に富み水分の含量少なき爲めならむ．血球對血漿內眞糖の比は糖尿症にて血液內眞糖の量大なる時に於ても全く同一の關係を示す．

血液を放置すればその中に含まるる糖量は漸次減少して乳酸に變ず，この解糖作用は血漿若くは血淸に存することなく，主として赤白兩血球に存在し，種々の方法によりて血液が解血を蒙る時は全く消失す．燐酸の添

1 Benedict: J. Biol. Chem. 92, 141 [1931]

加は解糖作用を促進す．

正常人士に於て100 ccの血液は1時間に約15—25 mgの糖を分解す．初期糖濃度に60—250 mg％重/容の差あるも分解の速度には差を見ず．但慢性髓質性白血症には解糖作用大に增進し84 mg％重/容對1時間に達することあり(白血球の數に比例す)．淋巴性白血症にては解糖作用の增進を見ず(Smitz及Glover[1])．

脂質　血漿中に存する脂質の總量は空腹時に於ては約0.5—0.6％なり．其中中性脂肪は150—200 mg％，Cholesterinは160 mg％，燐脂質は200 mg％を占む，平時には血淸は淸澄なれども脂肪消化の頂點には一時乳濁を呈し暫時の後再び淸澄となる．中性脂肪を多量に攝取したる後にはCholesterin及燐脂質增量し，遊離Cholesterin攝取後にも血漿には多量にCholesterinester其他の脂質成分の增加を見る，蓋し脂肪，Cholesterin，燐脂質が一定の割合に存することは組織の存養上必要なるものの如し．

饑餓の時期永續することと久しきに亙る時は血漿內脂質量著しく增大し血淸は溷濁の觀を呈す．一般に酸性症の際には脂質量增大し，鹼性症の際には減少す．

色素　血淸の黃色を呈するはCarotin及Xanthophyll等の脂肪色素の存在するが爲めなり．その他Bilirubinも0.1—0.5 mg％の量にて含有せられ，病的の場合には著しくその量を增加す．van den Berghは之をDiazobenzolsulfon-酸と結合せしめ比色法によりて其量を測定することに成功せり．但し血淸に少量の試藥を加へたる時30秒以內に赤紫色を發生するものを直接反應と稱し閉塞性黃疸の證なり．Alcohol處置を行ひたる後初めてDiazonium-鹽と作用するものを間接反應と稱し黃疸に見る．12 mg％までは間接反應に屬す．16 mg以上となれば直接反應を呈す．血色素，Hematin及Porphyrinは正常時には血漿中に存在せず．

1 Schmitz及Clover: J. Biol. Chem. 74, 761 [1927]

乳酸　休息時に於て血液 100 cc は約 10 mg (6—14 mg)の乳酸を含有す，筋肉動作及鬱血時には糖質の不全燃燒によりて多量の乳酸を發生するを以て血液中の乳酸量增加す．劇動時には 300 mg％に達するこゝあり．勿論窒息死に於て著しく增量す．その他正常血液も約1 mg％の Aceton-體を含有し，蟻酸，及 Phenol も亦極めて微量に血液中に含有せらる．

Acetaldehyd．犬の正常血液 1 *l* 中には約 2—6 mg の Acetaldehyd を含有す (Gee 及 Chaikoff[1])．

第六項　酵　素

血液中には種々の酵素存在すれごもその量僅少なるこ，且つ血清中にはその作用を阻害する働あるこによりてこれを證明するこゝ困難なり．

Butyrase　Monobutyrin 及び Tributyrin を分解する働を有す．血清-Butyrase は硫酸安門の半飽和により球素こ共に沈澱し之より Glycerin によりて抽出せらる，人の血清脂肪酵素は動物の脂肪酵素こ異なり Chinin に對する銳敏度 100—1000 倍す，肝脂肪酵素こ異なり Chinin に對する銳敏性大に，Atoxyl によりては障碍せらるゝこゝ少なし．饑餓時に際しては血清-Butyrase の量增大す．Butyrase の作用は血漿內 Cholesterin の量こ反比するものの如し．普通脂肪を分解する作用は僅微なり．

血清には其他澱粉酵素，麥芽糖酵素及 Katalase あり，蛋白酵素の作用は正常の血清には之を認むるこゝを得ず，然れごも若し血清を Kaolin，膠性鐵，澱粉等にて處理する時は血清の邊止作用は除去せらるゝを以て蛋白酵素の働明かに表はれ，かくの如き血清はよく膠を消化するを得べし．

新鮮なる血清は單に Trypsin によりて分解せらるゝこゝ困難なるのみならず尙他の臟器の自家分解をも妨ぐる作用あり之れ酵素が消化を受くるこゝ困難なる血清蛋白質こ結合抑留せらるゝに依るか又は蛋白酵素の作用を障碍する抗酵素の存在に基因するか不明なり．

1 Gee 及 Chaikoff: J. Biol. Chem. **70**, 151 [1926]

常態に於て蔗糖酵素は存在せざるも皮下に蔗糖を注射すれば血液中に蔗糖酵素を生成せしむるを得こ云ふ．

第七項　水及び鹽類

血清中に存する水分は略一定し平均約90—92％を占む．多量に液體を攝取すれば血液の水分一時增加するも暫時にして全く舊に復するを見る，これ一は組織が水分を收蓄する機能あるこ，一は腎臟より尿中に水分を排泄するこによるものなり．

血清及血漿の主なる鑛質は

Na	330—350 mg%	Ca	9—11 mg%	Cl	346—372 mg%
K	16—22 ,,	Mg	2— 3 ,,	P	3— 4 ,,
				S	1 ,,

にして銅及鐵も少量あり．鐵は種々異なる性狀の化合物こして含有せらる．

安門は血清中には極めて微量に過ぎず．然れごも之を放置する時は酵素の作用によりて其母體(恐らく Adenosin-燐酸)より分離發生す．

尙陰-Ion こして臭素 (0.5—1 mg%，Dixon: B. J. **28**, 48, 1934) 及び沃度 (7—10 γ％ Döring, Kw. **15**, 1010, 1936) あり．其外少量の硅酸及び Rhodan-水素も亦存在す．

無機鹽類中最も大量にあるは食鹽にして約 0.6％を占む．此値は食鹽攝取の過不足によりて變ずるこゝなく食鹽過剩なる時は尿中に排泄せられ不足なる時は尿中に食鹽の排泄を斷つ，一時に多量の食鹽を攝取する時は速かに皮膚及其他の組織に收蓄せられ夫より徐々尿中に排泄せらるゝなり．

血清中の Calcium 量は約 10 mg％なり．血漿中には之よりも稍多く其一部は血液凝固の際析出する纖維素に結合す．全血清 Calcium の中約 33—40％は蛋白質こ結合し，非透過性の狀態にあり透過性 Calcium の約半量は Ion-化の狀態にあり，他の半量は非解離性の重炭酸 Calcium, $Ca(HCO_3)_2$ こして存在す．透過性の血清-Calcium 量が 3.5 mg％に低下する時は痙攣起る．血清 Calcium は血清燐酸鹽量增大する時減少す．

血清中の Magnesium 量は 100 cc 中に 2.74 mg なり (Greenberg 等 : J. Biol. Chem. 100, 139, 1933). 血球中には 6.61 mg あり. 血球内の Mg は等張 Mg 不含液にて血球を洗滌する際にも失はれず全く膜不透過なるものの如し. 血清内 Magnesium 量は血清蛋白質又は燐酸鹽の濃度によりて左右せらるるこさなし.

人血清中の**鹽化物**は 100 cc 中に 350—380 mg (99—108 m 當量per l) あり無含鹽食を攝取すれば 98 mM に減少するも其以下に低下せず, 又食鹽の攝取大なれば血清鹽化物の量大さなるも 110 mM 以上にはなるこさ難し. 消化の初期にては鹽酸含有の胃液の分泌大なる爲め血清鹽化物減少す.

燐酸鹽　成人血清は通常3—4 mg % の無機燐を含有す, 小兒にては稍多く 4—7 mg % に達す. 葡萄糖利用の際には血清内無機燐稍減少す.

血液中には尙有機性燐化合物あり此者は殊に血球に多し, 血液中の燐化合物を分ちて酸溶性燐 (無機燐酸, 核酸, 燐酸-Ester, 其他の未知化合物) 及 Alcohol-Ether 可溶性燐さなす. 血液内燐總量は血清にては 8—10 mg %. 血球にては 47—114 mg % なり.

硫酸鹽　血液 100 cc 中には 0.5—1.0 mg の無機硫酸性硫黄及び殆んご同量の Ether-硫酸性硫黄を含有す. 尙中性硫黄は約 2—4 mg の割に存在し血漿よりも細胞内に稍多し.

血清中の K/Ca の比は殆んご恒定し 1.70—2.15 の間にあり (Kylin. 及 Myhrmann : Klin. Ws. 4. 1870 [1925]). 之に反し全血中の K/Ca は不變ならず. 人に就て $CaCl_2$ 攝取時 (一日に 1.3 g $CaCl_2$) 前後の全血 K/Ca を測定するに正常食に於て其値約1.7なりしもの全血内Caの增量するに從ひて 1.2 に減少す, 之れ此時全血内 Ca 量增加するも其 K 量は增加せざるを以てなり此際 K は有形素より血清中に移行し血清内 K/Ca の比は維持せらるるものさ考へらる, (Weber 及 Krane : Z. physiol. Chem. 163, 134 [1927])

第三節　赤血球

血液の最も重大なる機能の一は組織に酸素を運輸するこさなり, 而してこの作用は主さして赤血球の存在に基因す.

第一項　性　狀

人の赤血球は兩面の中央凹みたる彈力性の圓板にして核を有するこさなく, 蛋白質及び脂質 (Kephalin, Cholesterin) 等よりなれる膜を有するものさ想定せらる, 固形分の含量大なる爲比重は約 1.090—1.105 に達し血漿 (1.028) に比すれば遙かに重し, 從て凝固せざる血液にては赤血球沈澱し, 沈降の速度は血液の種類及び異常時により異なる. 卽ち馬血にては人よりも甚速かに, 人にても妊娠時, 急性熱性病に際し迅速さなる, 赤血球が血漿よりも比重大なるに拘らず沈降の速度小なるは電荷 (陰性) を有する爲なるものの如く血液の組成の變化により赤血球の荷電狀態に變化を來たす際には赤血球**沈降速度**も亦變ず. 內徑2.5 mm, 長さ 200 mm の毛細硝子管に枸櫞酸鹽血を充たしたる時血球沈降の速度を測定するに妊娠時及び急性熱性病に際し迅速さなる. 之は血漿中の球素量が蛋白素量に比し著しく增大する爲ならむさ說くものあり. 沈降速度大さなるは凝集作用に基く爲めにして, この時血球は連鎖狀を形成するこさ多し. 赤血球の浮游體は其電位 6 m Volt よりも減ずる時に凝集す, 尤も $MgCl_2$ 液内にては電位差零さなるも凝集せず之に反し免疫血清, Ricin 等にて處理さるれば 12m Volt 以下に電位下れば凝集す. 牛, 豚にては沈降速度極めて遲し.

赤血球の大さは直徑約7.5 μ, 厚さは緣に於て2 μ, 中央に於て1 μ なりさ雖も時さして直徑 12 μ に及ぶ巨球又は 2 μ に足らざる矮球を混ずるこさあり. 大部分を占むる赤血球の表面は約 0.000128 平方 mm にしてその重量約 0.00008 mg を有す. 赤血球の數は血液 1 cmm 中に男子にありては約 5000000 女子にありては約 4500000 を算す. 肉眼には赤色に映ずれごも

顯微鏡下にこれを照せば黃色を呈す．今假りに人體に 5*l* の血液ありとすれば赤血球の全表面は 3500 m² にして體表面の約 2000 倍に達す．

赤血球を低張液中に入るれば滲透壓の差によりて水は血球內に浸入する爲め其容積增大し終に膜は破綻して赤色の內容は球外に出づ此の現象を解血作用[1]と稱す，解血作用は尙凍結及融解竝びに化學試藥の作用(Ether, Chloroform, 膽汁酸 Saponin 等)によりて血球破壞せらるる時に起る．尤も各血球の低張液に對する抵抗力は其脂質量の量の變化により變じ燐脂質が多量に血漿より吸著せられて血球に於ける $\frac{\text{Cholesterin}}{\text{燐脂質}}$ の比が小となれば抵抗力減少すべく之に反し，血球を洗滌して燐脂質を去れば抵抗性大となる．普通人血は 0.9—1.0％食鹽水と等張なるが食鹽の濃度約0.045％以下に低下したる時は解血作用を蒙る．

人間の赤血球中に存する特殊被凝集質にA及Bの二種あり，又人間の血清中に於て是等に對する凝集素にα及βの二種あり，而して是等の被凝集質を含有する血球が夫等に對する凝集素を含有する血清に遇ふ時に初めて凝集起る．或個人の赤血球中にAを含有する時は其血清にはαを缺きβを存すべく，赤血球中にBを含有する時は其血清中にはβを缺きαを存すべく，又血球がA及Bを含有する時は其血清中には凝集素を缺くべく．更に血球がA及Bを含有せざる時は其血清中にα及βを含有すべし．注血の時は受注者の血清の方遙かに多量なるにより凝集は授血者の血球中に受注者の血清內凝集素に對應する被凝集質存するや否やによりて定まる．凝集試驗は試驗管內にて血液の一滴を他の血清の多量の中に加へて行ひ其結果によりて該血液をO, A, B, ABの四個の血屬の何れかに配屬せしむることを得べし，今各四血屬血清が各四血屬の血球に對して呈する凝集の關係を表示すれば次頁の表の如し．但し表中＋は凝集陽性なることを，－は陰性なることを示す．之にて知らるる如くAB屬血を有する人は何れの血屬の血種をも攝取し得べく又O屬血を有する人は何れの人にも血液を供給す

ることを得べし．

受注者の血種屬	受注者血清中の凝集素	授血者の血種屬 O	A	B	AB
O	α, β	－	＋	＋	＋
A	β	－	－	＋	＋
B	α	－	＋	－	＋
AB	O	－	－	－	－

失血したる際古來動物の血液を血管內に注射して之を救濟せんと試みられたりしも奏效せざりしこと多し．之れ動物血液を人の脈管內に注射するときは異種血球は必ず凝集及び解血を蒙むる爲なり．人間の血液にても同屬凝集及同屬解血起ることあり．

第二項　化學的成分

上述したるが如く赤血球に多量の水を加ふる時は血球は漸次膨脹し終に內漿はその膜を破りて球外に出で，後に蒼白色の陰影を殘留す，これを礎質と云ふ．この時廻轉沈澱器を以て內漿及び礎質を分つことを得べし．

赤血球は大約5％の礎質，30—33％の血色素，酵素，0.1％の糖，浸出分，0.7—0.8％の鹽類，64—65％の水分を含有す．

礎質[2]　Stromatin なる蛋白質，Cholesterin, Kephalin 等よりなる，Cholesterinester は存在せず．約その⅓は脂質に屬し，⅔は蛋白質の占むる所となる．鹽類は約0.8—1.9％含有せらる．

Stromatin は燐を含有せず又硫黃の含量も亦極めて小なる蛋白質にして Trypsin 及 Pepsin の作用を蒙むらず．

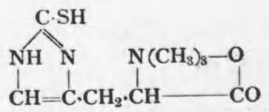
礎質脂質は⅓の脂肪及び脂酸，⅓の Cholesterin 及 ⅓ の燐脂質よりなる，燐脂質の主なる部は Kephalin にして Lecithin は糖脂質と混合して存するものの如し．

內漿[3]　內漿は赤血球の約45％の容積を占め，內漿中には鹽化加里，

1 Hämolyse　2 Stroma　3 Endosoma

燐酸加里その他少量の Natrium 及び Magnesium 等の無機物を有す，Natrium の量は Kalium の量に比し遙に少なし(加里は 3.99, Natrium は 0.75%)，鹽素の量は 3.1%．然れどもこれら無機物は纔かに内漿の一小部分を充たすに過ぎず，内漿固形分の大部分は生機上須要なる血色素よりなるものにして實に赤血球の固形成分中血色素は 87—94% を占め，赤血球の約 1/3 は血色素よりなるこ看做すことを得べし．但し有核赤血球にては血色素の量少なく，鷲にては固形分の 63%，蛇にては 47%を占むるに過ぎず，尚内漿内には特殊成分こして尿酸-Ribose-體存在す．

Thionein　Benedict, Newton 及 Behre (J. Biol. Chem. **67**, 267, 1926)



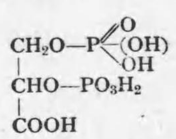
$(C_9H_{15}N_3O_2S)$

によれば血液 100 cc 中に豚血液は約 25—30 mg，人血は約 14—15 mg の Thionein を有す．此者は赤血球に限りて存在し麥角中に存する Ergothionin こ同一物なり．Thiohistidin より發生したるものなるべし．

熔融點は 276°, $[\alpha]_D = +116$, NH_2-N を含有せず．還元性を有し Glutathion こ同じく血糖測定上に障碍を來たす．Hunter (Bioch. J. **22**, 4, 1928) は之を Azo-色素に導き比色的に測定する法を考案したり．

二燐-Glycerin-酸　血液は酸溶性燐酸を含有す．其量は血球に著しく多く血漿に少なし血清に存するものは殆んご全く無機燐酸鹽よりなるも血球内有機性酸溶性燐酸の大部は二燐-Glycerin-酸よりなるものの如し．

二燐-Glycerin-酸は



の構造を有し Alcohol によく溶解する汁巴こして得られ左旋性(約 3°) を有

す，Ba, Ca, 鉛及銀鹽は何れも不溶解性を有す，水溶液より美なる Brucin-鹽を形成す．5% H_2SO_4 を以て水解する時は 1 分子の Glycerin-酸及 2 分子の燐酸こなる．

このものは完全なる赤血球の存在に於て糖及燐酸より發生す恐らく先づ三炭糖燐酸發生し之より變じたるものならむ．解血作用を蒙りたる赤血球には之を生成する機能を缺く．生成には pH>7.35 なるを要す酸性度之より大なれば分解を蒙りて燐酸こ Glycerin-酸を生ず．筋肉，脾，骨髓によりては分解せられず肝臟も稍〻之を分解するに過ぎざるも腎臟はよく之を水解す．(Jost: Z. f. Physiol. Chem. 165, 171 [1927])

糖　一般動物の血球は糖を含有せざるも人の赤血球は之を含有し其量血漿含糖量の約 70%に相當し (Aceton, 尿素も亦之こ同じ割合に血球及び血漿間に分配せらる蓋し血球は固形分多く水分少なく從つて之に溶存する成分が血漿よりも小なるものならむ (Lundsgaard 及 Holböll Bioch. Z. **173**, 269, 1926) 血漿内糖量の增減に伴ひて瞬時にして變化す．但し赤血球を純粹濃厚なる葡萄糖液に入るる時は糖の透過性著しく減少す．(Ege, Gottlieb, Rakestraw[1]).

第三項　血色素

血液の赤色を帶ぶるは赤血球中に Hemoglobin 及び酸素-Hemoglobin を含有するが爲めにして酸素-Hemoglobin 多き時は鮮紅色を呈し，Hemoglobin に富む時は暗赤色を呈す．血液の Hemoglobin 量は通常比色法によりて之を測定す．分光度計を用ふる時は尚ほ正確なる結果を得べし．血液中に含有せらるる Hemoglobin の量は平均 15.6% なり．女子にありては普通男子の 90% に過ぎず．

Hemoglobin 及びその分解産物に就ては既に蛋白質の條下に詳述したるを以て以下その化合物に就て記述すべし．

1 Ege, Gottlieb 及 Rakestraw: Amer. J. Physiol **72**, 76 [1925]

1. 酸素-Hemoglobin. Oxyhämoglobin O_2Hb

酸素-Hemoglobin は赤色の完全なる結晶こして得られ動物の種類により其結晶形を異にす. 水に溶解し, 少量の炭酸曹達を含む弱鹹性の水には尙能く溶解す, 無水-Alcohol, Ether, Benzol, Chloroform に溶けず. 水溶液は光活性を有すその比旋は $[\alpha]_D = +10°$ なり. 水溶液は諸種金屬鹽により て沈澱するも鉛糖及び鉛醋は之を沈澱せしめず.

赤血球を1%食鹽水にてよく洗滌したる後含-Ether-水に崩壞せしめ色素を溶解せしめたる後之を零度に冷却しこれに同じく氷冷の Alcohol を約25%の割合に加へ零下約5度に放置する時は酸素-Hemoglobinの結晶を得べし.

酸素-Hemoglobin は1gの Hemoglobin に 1.34 cc の酸素が結合して生じたるものにして恰かも血色素中の鐵一原子に對し一分子の酸素が結合したる化合物に相當す. 然れごも酸素-Hemoglobin は解離し易き化合物なるを以て, これを酸素の分壓小なる處に置けば結合せる酸素の一部を失ひて酸素の含量減少すべし. これ生機學上重要なる性狀にして Hemoglobin は酸素の氣壓大なる肺に於て能く酸素こ結合し, 酸素の氣壓小なる組織に至りて酸素を遊離するは全くこれが爲めなり, 卽ち酸素-Hemoglobin こその構成分この間には次の如き化學的平衡成立するものこす.

$$Hb + O_2 \rightleftarrows O_2Hb$$

次に Hüfner が 14%の血色素液に就て行ひたる實驗の結果を掲ぐべし

酸素の氣壓mmHg	遊離酸素%
760.0	1.49
715.6	1.58
620.8	1.81
524.8	2.14
477.1	2.15

357.8	3.11
238.5	4.60
119.3	8.79
47.7	19.36
23.8	32.51
4.8	70.67

これに由りて觀れば氣壓著しく低下せざる間は酸素を失ふこご比較的小なるこごを認むるを得べし. これも亦た生機學上重要なる性狀にして大氣中の酸素の含量に稍大なる差異ある時に於ても尙酸素-Hemoglobinの生成充分に行はるるは全くこの性狀に基因するものなり.

酸素-Hemoglobin 溶液に黄色の硫化安門, Hydrazin, Stokes の液(5%硫酸第一鐵こ安門性酒石酸液の混合物)等の還元劑を作用せしむる時は酸素を失ひて Hemoglobin に變ず.

酸素-Hemoglobin は猩紅色を呈し其分光像は黄綠部に於てD線こE線こその間に二本の吸收帶を現出す. そのDに近きものは幅員稍狹くして濃く, Eに近きものは廣くして淡し. 吸收の最も強き部は前者にては $\lambda = 579\ \mu\mu$ 後者にては $\lambda = 542\ \mu\mu$ なり, 溶液を稀釋する時は第二の吸收帶先づ消失す. その他蓳外部に於て $\lambda = 415$ の處に一條の吸收帶あり, これは勿論肉眼にて見るこご能はざれごも寫眞によりて明瞭に認むるこごを得るのみならず, 稀釋度大なる時もこを證明するこご容易なり, 卽ちD及びE間に存する吸收帶は1500乃至2000倍に稀釋せられたる時は最早出現せざるに反し, 蓳外部の吸收帶は40000倍の稀釋度に於ても尙明かにこれを證するこごを得べし.

2. Methemoglobin OHb

Methemoglobin は Hemoglobin の酸化物にして體內に於ては鹽素酸加里, 亞硝酸曹達, 亞硝酸-Amyl, Antifebrin 等の中毒の際に發生し, 體外に於ては酸素-Hemoglobin 又は酸化炭素-Hemoglobin に赤色血滷鹽, 過-

Mangan-酸加里，鹽素酸加里等を加ふるによりて發生し，その溶液に Alcohol を加ふれば析出す又 Alcohol 含有(約 $^1/_{10}$ 量)の Hemoglobin 液を空氣中に久しく (40°にて1週間) 放置する時にも亦析出す (Nicloux 及 Fontes[1]).

$$\underset{\text{酸素-Hb}}{HbO_2} + H_2O + \underset{\text{Ferricyan-加里}}{K_3Fe(CN)_6} \rightarrow \underset{\text{Met-Hb}}{HbOH} + O_2 + \underset{\text{Ferrocyan-加里}}{K_3HFe(CN)_6}$$

酸素 Hemoglobin 及 Hemoglobin にては鐵が二價なるに反し Methemoglobin にては三價なり.

Methemoglobin 中に存する酸素は酸化-Hemoglobin に於けるものと異なり，Hemoglobin に結合すること强く從てこれを眞空に置くも酸素を失ふことなく又酸化炭素に遇ふも變化を蒙ることなく解離性殆んどなきが故に酸化炭素と同じく呼吸作用に大害あり．然れども還元劑例へば硫化安門等により還元せられて Hemoglobin に變ずるは酸素-Hemoglobin と同一なり.

Methemoglobin は，靑化水素に遇へば靑化-Hemoglobin に變じ(屍體中に Methemoglobin の存在を證明する時靑化水素を加ふれば赤色を呈す) Alcohol により赤色の Kathemoglobin を生ず(解剖標本に天然色を與ふる爲めに先づこれを中性若くは弱酸性の Formol にて處理して Hemoglobin を Methemoglobin に導き次にこれを Alcohol に漬すは蓋し之が爲なり，但し Formalin の作用すること永きに失すれば Hb より Hematin 發生し Alcohol 添加に際し新鮮血色に復歸せず(高山正雄[2])

中性 Methemoglobin 溶液は褐色を呈し．分光像中赤部に於て C 線と D 線との間に一本の吸收帶を表はす ($\lambda=634$)，尤も濃度大なるときは更に $\lambda=580$，540 及 500 に中央を有する吸收帶を表はす．多數の吸收帶ありし場合に於ても C と D との間にあるもの最も特異なり．Methemoglobin 溶液に

1 Nicloux 及 Fontès: Bull. Soc. Chim. Biol. 6, 728 [1924]
2 Takayama: Beitr. Toxikolog. u. Gerichtl. Med. [1905]

弗化鹽を少量に加ふる時は赤部の吸收帶の黃部に向ひ轉位するを見るべし，その位置は $\lambda=612\,\mu\mu$ の處にあり．この現象は Methemoglobin の赤部吸收帶の殆んど明瞭ならざる如き稀釋度に於ても尙明かに表はるるにより Methemoglobin 竝びに弗素の證明に用ゐらる.

Methemoglobin を製せんと欲せば 500 cc の血球粥に 10 倍量の水を加へて解血せしめ之に 500 cc の 25 % 酒石酸曹達と 250 cc の 10 % 醋酸を加へて混和し，之に 60 g の酒石酸曹達と 40 g 鐵安門明礬を 500 cc の水に溶解したるものを加へ，濾過し一液放置する時は Methemoglobin 析出すべし.

亞硝酸による中毒時に當り全血色素の 40 % が Methemoglobin に變ずるに至れば中毒の症候起り，50 %にて更に明瞭となる．其量 75 % に達する時は死を致すを常とす．60 %の際には恢復することを得.

8. 酸化炭素-Hemoglobin, Kohlenoxydhemoglobin COHb

Hemoglobin 又は酸素-Hemoglobin の溶液に一酸化炭素(又は之を含有する石炭瓦斯)を通ずる時は溶液の色彩櫻實赤色に變じ酸化炭素-Hemoglobin 發生す．此時一分子の一酸化炭素は Hemoglobin の鐵1原子に對し結合し1g の Hemoglobin は 1.34 cc の一酸化炭素と結合す.

酸化炭素-Hemoglobin は分光像中に酸素-Hemoglobin と能く類似したる二本の吸收帶を呈す，仔細にこれを檢すればその少しく紫部の方向に偏移せるを知る ($\lambda=570$ 及び $\lambda=542$) と雖も一見兩者を辨ずること甚だ難きに似たり，然れども酸化炭素-Hemoglobin は酸素-Hemoglobin に異なり，これに硫化安門を加ふるも還元せられて一條の吸收帶を有する Hemoglobin に變化せらるることなきを以て酸素-Hemoglobin より區別することを得べく，又 Hoppe-Seyler の曹達試驗(多量の苛性曹達を入るる時正常血液は暗褐色に變ずるも酸化炭素血は鮮紅色を呈す)を以て兩者を認別することを得.

酸化炭素は Hemoglobin と結合する力，酸素に比し著しく強く約これに150倍し，且つ兩瓦斯の Hemoglobin に結合する位置は同一(鐵の部)にしてこの處に結合する兩瓦斯の和は 1.34 cc を超ゆること能はざるを以て酸化炭素の Hemoglobin に結合するに從ひ酸素は漸々驅逐せられて Hemoglobin と化合すること能はず．故に酸化炭素を血液中に通ずる時は酸化炭素は酸素-Hemoglobin の酸素を排除し Hemoglobin と結合して酸化炭素-Hemoglobin を作る．吸氣中に酸化炭素 1%，酸素16%存在する時既に Hemoglobin の 95%は酸化炭素と結合し，その酸素と化合する量は僅かに5%に過ぎず．酸化炭素纔かに 0.1%の時にても Hemoglobin の5%は既にこれと結合す．故に Hemoglobin は酸素を結合するの機能を失し組織呼吸の停滯を伴ひ動物は爲めに窒息死に陷る．但しこの時速かに純酸素を吸入せしむれば動物を蘇生せしむること を得．

酸化炭素-Hemoglobin の結晶は酸素-Hemoglebin に於けると同形なるも，これよりも溶解し難く，色も青色に傾けり，右旋性を有しその度は $[\alpha]_D = +10.8°$ なり．

上述したる如く酸化炭素-Hemoglobin は酸素-Hemoglobin に比し解離度甚だ小なれども尙一定度の解離壓を有するを以て，久しくこれを眞空に置くか或は久しくこれに無働瓦斯[1]若くは酸素を通ずる時は遂に全く酸化炭素を驅逐すること を得，又酸化炭素-Hemoglobin に久しく酸化窒素を通ずる時は酸化窒素は全く酸化炭素と置換して酸化窒素-Hemoglobin を作り，又赤色血滷鹽液を加ふる時も亦酸化炭素は盡く驅逐せられて Methemoglobin に變ず．

4. 酸化窒素-Hemoglobin NOHb

酸素-Hemoglobin 又は一酸化炭素-Hemoglobin に酸化窒素を通ずる時得られ又亞硝酸鹽の中毒時に Methemoglobin と共に血液內に發生す．

1 Inaktive Gase

酸化窒素-Hemoglobin は一分子の Hemoglobin に一分子の酸化窒素が結合せるものにして酸素-Hemoglobin と全く同形に結晶し，分光像も亦酸素-Hemoglobin に甚だ良く類似す(但しD線は少く赤色部に移動す)．酸化炭素に比しその離解度更に僅少なるを以て酸化窒素は酸化炭素-Hemoglobin を分解すべし．

酸化窒素-Hemoglobin を含む血液は煮沸の際赤色の凝固物を作り，Ferricyan-加里と醋酸とを之に加ふるも Methemoglobin に變ずること遲きが故に久しく褐赤色を存す．

5. 青化-Hemoglobin 及硫化-Hemoglobin

Hemoglobin 及酸素-Hemoglobin は青化水素若くは硫化水素に遭遇する時はこれらと化合して青化-Hemoglobin 若くは硫化-Hemoglobin を生ず．硫化-Hemoglobin は Methemoglobin に似たる分光像を呈し唯其赤色部吸收體は少しく波長小なる處にあり (λ=615—628) 且つ其幅狹し，青化 Hemoglobin の分光像は Hemoglobin に似たり．尤もこれら瓦斯の中毒に際し血液內に之を認むること なし蓋し青化水素は大氣 1 l の中纔かに 0.35—0.1 mg の量に存在する時に於て既に死を招來するに因る．硫化水素中毒の際も神經の侵さるること早きを以て通常血液には明なる硫化-Hemoglobin を發見すること稀なり．

6 炭酸-Hemoglobin

Hemoglobin が酸素と充分に化合して生じたる酸素-Hemoglobin は他の Hemoglobin-瓦斯化合物と異なり同時に尙よく炭酸を化合せしむ．これ酸素と炭酸とは Hemoglobin の同一部分に結合するものにあらずして，酸素は Hemochromogen と化合し，炭酸は Globin と結合する爲ならむ．炭酸-Hemoglobin は血液中に於て炭酸瓦斯の運輸に與かる蓋し僅少にあらざるべし．

第四節　白血球 Leukozyten

白血球は膜を有せざる顆粒性原形質塊より成り 1—4 の核を有す．その大さ，色素に對する關係，核の性狀等より數種に分たる．

白血球の數は 1 立方mm 中に約 5500—8000 を算す．尤も此量は正常的狀態の變化に伴ひて動搖し食後にも增加す．多量に白血球を採取せんと欲せば Aleuronat，小麥粉等を胸腔内に注射するか，是等物質を含有する硝子毛細管を皮下に插入すべし．然る時は白血球は多量に血管内より竄出し堆積すべし．

白血球の化學的組成は血漿と赤血球との中間を占む，血漿よりも Natrium 及 Calcium の含量小に，Kalium の含量大なり，燐酸量著しく大なるも重炭酸鹽は極めて少なし，有機性成分として核酸，Histon，糖原，Cholesterin，燐脂質あり．Glucothion-酸も亦見出されたり．

白血球は極めて，多種の酵素を含有し，强力の蛋白酵素の外に澱粉酵素，麥芽糖酵素，Katalase，核酸酵素，過酸化酵素等あり，又解糖作用(糖より乳酸を發生するもの)も明なり．斯の如く白血球に酵素の含量大なるに，白血球が多量に消化器の壁及び腺腔内にて溶解することにより消化液分泌作用は白血球の選擇及び溶解にありとし消化は尙ほ白血球の口腔，胃及び腸管内に竄出することにより補助せらるると說くものあり (Willstätter, Z. f. physiol. Chem. **186**, 93, 1929).

第五節　血小板

有核の小なる細胞 (直徑 0.5—3 μ) にして他の血液有形素よりも比重小なるにより分劃廻轉沈澱により分離せしむることを得，血液 1 mm³ 中に約 30 萬を算す，鹽に對する抵抗極めて小なり，酸素を消費する能强く，又 Peptid-酵素を含有す．酸素缺乏時には解糖作用大なれども呼吸行はるる

時は解糖作用著しく減弱す．

第六節　血液凝固說

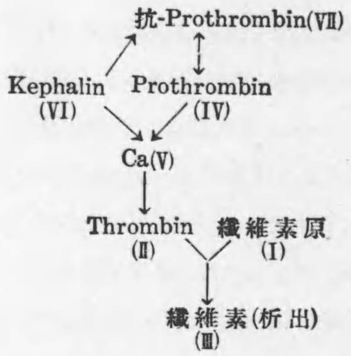
血液を新たに血管より抽出する時は數分間にして其内の纖維素原凝固して纖維素となるも血液抽出後直ちに之に蓚酸鹽，枸櫞酸鹽又は臭化物を加ふる時は血液凝固を阻止することを得．此際蓚酸鹽及び臭化物は無機の Calcium を沈澱せしめ，枸櫞酸鹽は極めて電離度小なる石灰鹽を形成するより見れば血液凝固には血液内に一定量の **Calcium-Ion** を要することを知るべし．此の如く處理したる血液に鹽化石灰を加ふる時は凝固を惹起すべし．

蓚酸鹽を加へて凝固を阻止したる血液を廻轉沈澱して血漿を分離せしめ之に同量の飽和食鹽水を加ふる時は纖維素原の沈澱を得べきが故に之を半飽和食鹽水にて洗滌したる後稀薄なる食鹽水に溶解し，更に食鹽半飽和により沈澱せしめ斯の如き操作を反復する時は纖維素原の純粹なる溶液を得．斯の如き纖維素原溶液は之を放置するも又之に鹽化石灰を添加するも毫も凝固を起すことなし．然るに新鮮なる血液を攪拌して得たる纖維素を冷水にて揑加洗滌して之より赤血球其他の挾雜物を除きたる後，水分を出來得る丈去り，鋏を以て細切し，8％食鹽水を以て磨ひ，冰室内にて 48 時間放置する時得らるる粘稠なる溶液 (纖維素は溶解せず) を上述せる純粹纖維素原の液に加へ尙鹽化石灰溶液 1—2 滴を加ふる時は無色の凝塊を生ず．之れ卽ち纖維素にして此實驗により纖維素の發生には纖維素原及び Calcium-Ion 以外に尙血清中に存し，析出纖維素に吸收せらるる第三の要因の存在することを明かなり．此物質を Thrombin と稱す．

Thrombin は血管内に存する新鮮なる血液中にては不活性なる Prothrombin として存在す．卽ち蓚酸鹽を加へて凝固を阻止したる血液を廻轉沈澱して血漿を得，之を 45° に加熱して纖維素原を析出せしめ之を濾過し

て得たる濾液に Aceton を加へて沈澱せしめ，之を Ether にて洗滌し，乾燥したる後稀薄なる重炭酸曹達にて浸出して得たる溶液は之を純粋なる纖維素原溶液に加ふるも，又蓚酸血液に加ふるも凝塊を發生せず，然るに此溶液に豫め鹽化石灰を加へ久しく放置するか或は組織 Alcohol 浸出物及鹽化石灰を加へたる後之を纖維素原に加ふる時は凝塊の發生を認むべし．之により蓚酸血漿内には Calcium-Ion の作用によりて Thrombin に變ずる物質あることを知るべし．該物質を **Prothrombin** といふ．

體内を循環する血液中には纖維素原，Prothrombin 及び鹽化石灰を共に溶存するに拘らず何故に凝固の作用行はれざるか，古來之を說明せんとする諸說極めて多きも現今に於て未だ全く之を明かにすることを能はざるが如し．仍て現今諸學者の實驗にて得たる諸事實に基き最も可能性多き說明を次に略述すべし．



血漿内に溶存する纖維素原(Ⅰ)は血漿内に Thrombin (Ⅱ)の發生する時之に作用せられて纖維素(Ⅲ)となりて析出す．Thrombin は血漿内に既存する Prothrombin (Ⅳ)が Calcium-Ion (Ⅴ)の存在に於て Kephalin (Ⅵ)と結合して發生す．血液内には Calcium-Ion 及微量の Kephalin 存在するに拘らず Prothrombin が Thrombin に變化せざるは Prothrombin が血漿中に抗-

Prothrombin (Ⅶ)と結合し居る爲めにして抗-Prothrombin は Prothrombin と解離性の化合物を形成するも，尙 Kephalin と更によく結合するにより血漿中に Kephalin 量增加する時は Kephalin と結合して Prothrombin を遊離せしむる爲め此 Prothrombin が Kephalin 及 Calcium-Ion と結合して Thrombin を形成するなり．

Prothrombin　蛋白質樣物質にして血漿の眞性球素劃分中に存す，血漿又は血清を 56° に 30 分加熱する時其活性を失ふ，冷溫は液體空氣の溫度に於ても障碍を蒙むらず，注意して乾燥したるものは永久の貯藏に堪え，又 100° に之を熱するも尙其作用を維持す．血液を振盪する時は賦活せられて Thrombin に變ず．Prothrombin は濃厚鹽溶液を加ふれば其活性抑止せられ稀釋に遇ひて再び其活性を現はす，$Ca_3(PO_4)_2$, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, 澱粉，Inulin, 糖原，乾酪素等の多くの膠質にて吸着せらるが故に血液を組織液に觸れざる樣取出し Paraffin 塗抹器中にて是等の膠質にて處理する時は Prothrombin 之に吸着せられ，廻轉沈澱して得たる血漿は月餘に亙るも凝固することなし．此の如き血漿は之に敏化血球を入るるも解血作用起らず，卽補體は除去せられ居れり．之に少量の Prothrombin を加ふる時は解血起る，此事實より Prothrombin は補體中部體と同一なるものと考ふる人あり．膠質に吸着せられたる Prothrombin は濃厚なる食鹽溶液 (8%) にて誘出せられ該誘出液を水を以て 0.8% に稀釋する時は有效なる Prothrombin となる，然れども此遊離の狀態にては能力速かに減退し消失す，之に反し濃厚鹽液，蒸餾水及び吸着せられたる狀態にては久しく其能力を維持することを得．

抗-Prothrombin　抗-Prothrombin は耐熱性物質にして肝臟より抽出せられたる Heparin 之に屬し其 1 mg は 100 cc の血液を液樣に保たしむることを得，Jorpes (Bioch. J. 29, 1817, 1935) によれば Chondroitin-三硫酸にして凝固阻止の活性基は强酸性を呈する硫酸基なり．之れ合成的に得

られたる Liquoid Roche, Germanin, Chicago-青等の凝固阻止剤が同じく Polysulphon-酸化合物なるに一致す. Heparin は血液凝固阻止の外又抗體結合を障碍す，他の凝固阻止剤なる Hirudin, Novirudin, Germanin, Salvarsan, Liquoid,54調材等も亦補體を結合す. 但し Heparin は他のものと異なり其補體との結合は可逆性にして，之に有力の感作血球を加ふる時は解血作用現はる，他の紋上の凝固障碍剤は強き感作血球に遇ふも解血を起さしむることなし.

Kephalin　Kephalinは血液内有形素の崩壊によりて發生し，遊離竝びに Prothrombin と結合せる抗-Prothrombin と結合して其作用を閉塞せしめ更に Ca-Ion の存在に於て Prothrombin と結合し Kephalin-Ca-Prothrombin を形成す. 之れ卽 Thrombin なり，Prothrombin と結合する結果血液は其補體を誘致せらる. 若し此際 Ca-Ion 存在せざる時は，Kephalin は Prothrombin と結合する抗-Prothrombin を奪取し Prothrombin を遊離せしむるのみにして之と結合することなきを以て敏化血球を解血せしむることを得，之れ蓚酸鹽は Calcium 含有鹽よりも多量の敏化血球を解血せしめ得る原因なり. 解血は Kephalin の發生を促がし此ものは抗-Prothrombin を中和し血球と Prothrombin との結合を容易ならしむ，而かも Ca-Ion は存在せざるにより Thrombin は發生せず.

Thrombin　Thrombin は Kephalin-Ca-Prothrombin にして其等電點は中性反應よりも鹽性側にあり從つて等電點が中性反應よりも酸性側にある纖維素原と迅速に結合して纖維素を形成す，Thrombin の一部は析出する纖維素に吸着せられ此狀態にては久しく其作用を保持するも血液中に殘留するものは急劇に其能力を喪失す，之れ血清中に存する遊離の抗-Prothrombin が徐々に Thrombin の Kephalin 分に附着して Thrombin を無效ならしむるか，又は血清中に存する Kephalin と結合し血清中の Kephalin の濃度を減弱せしめ Kephalin と Prothrombin 化合物の解離を促し

Thrombin の作用を喪失せしむるものなるべし.

第六章　淋巴[1]

既に前章に於て述べたるが如く血液は組織及び外界の中間に介在して一方には消化器及び肺臟に於て吸收したる養素を組織に分與すると同時に他方には組織に於て發生したる代謝產物を受領してこれを排泄器に送る，かくの如く血液及び組織細胞の間には常に物質の授受行はるとは雖も各臟器の細胞は直接に血液と接觸するものにあらず，血管と組織細胞との間には種々の廣袤，種々の形狀を有する空隙を存し，その中には血液中より血管壁を透過し來りたる養素竝びに組織細胞より排泄せられたる代謝產物を含む，この液を組織液と稱し，血液及び組織細胞は各自これとその成分を交換す. 而して組織細胞の官能緩徐なる時は養分の需要及び代謝產物の生成共に僅少なるを以て血液，組織液，組織細胞間の物質交換共に迅速に行はれ，組織細胞及び毛細管內血液は組織液を隔てて完全にその成分を授受す，從て組織液は毫も增減することなし. 然るに組織の官能一度び旺盛となるや血液は頻りにその成分を組織液內に送り，細胞は盛にその代謝產物を組織液內に排泄するを以て，成分の交換完全に行はるるの遑なく組織液の量著しく增加し，該液は別路を經て血液中に運輸せらる，これ卽ち淋巴なり. 臟器及び組織に於て發生したる淋巴は先づ毛細淋巴管に集り漸次大なる淋巴管に移り靜脈に伴ひて馳走しその下肢，腹臟[2]，頭左半，頸左半，上肢左半，胸腔左半より集合し來れるものは胸管[3]を經て，又頭右半，上肢右半，胸腔右半より出でたるものは右側淋巴總幹[4]を經て各側の頸靜脈及び鎖骨下靜脈の合流點に於て靜脈內に注入す.

淋巴の運搬せらるる速度は血液に比し遙かに遲緩なり，Weiss が馬の頸

1 Lymphe　2 Unterleibesorgane　3 Ductus thoracicus
4 Truncus lymphaticus dexter

淋巴幹にて測定したる處によれば一分間に約240—300 mmに過ぎずといふ. 小淋巴管にては速度これよりも更に小なり.

身體各處に於ける淋巴の組成は一樣ならず肢淋巴は有機性成分を含むこと甚だ少なく, 肝淋巴はこれを有すること最も多く, 他の臟器より出づる淋巴の有機成分の含量はその中間に位す故にこれら各淋巴の集りて成れる混合淋巴例へば胸管を流るるものの如きは各臟器參與の大小によりその化學的組成に差異を呈す. 身體若し靜止の狀態にある時は四肢の淋巴管には淋巴の流通を見ず, 四肢を運動せしむる時に當り始めてその分泌を認む, これに反し腹臟に於ては安靜時にも絕えず淋巴を生成しこれを胸管に致す, 蓋し腹臟は起臥動靜絕えずその官能を營む爲なるべし. 胸管を經て靜脈內に注入せらるる淋巴の一日量は約3—4 *l* に達するものの如し.

往時に於ては嘗て組織內に存する水分及びこれに溶存する成分は悉く淋巴管を經て排泄せらるるものなりと考へたる時代ありしも, これは全く誤謬にして血液も亦物質の排泄に向ひて直接に關與し, 養分が血液より組織內に向て濾出すると同時に又排泄分は組織より血管內に竄入するものなり.

第一節　空腹時の淋巴

性狀　水の如く澄明なる液體にして時として微濁を帶ぶるに過ぎず. 輕稠, 淡黃, その比重は 1.016—1.023, その味は鹹し. 反應は中性なるも Lackmus に對しては滷性なり.

有形素　淋巴の一滴をとりてこれを顯微鏡下に窺ふ時はその中に幾多の白血球を認む, その大さは直徑 5—10 μ, その數は血液に於けるものと略ゝ相等しと雖もその形狀は甚だこれと異なり, 血液中には多樣核顆粒性の白血球多きに反し淋巴中に存するものは概ね淋巴球なり, これら淋巴球は淋巴腺に於て發生し淋巴腺を通過したる淋巴管內に多く出現す. 赤血球はその數極めて少なく眞に曉天の星に比すべし, 血小板は淋巴中に存在せざ

るものの如し.

凝固　淋巴を體外に放置すれば自然に凝固して纖維素を析出することと宛かも血液に於けるが如し, 然れどもその速度は血液の凝固に比し遙かに遲く且つ不完全なり. 蓋し纖維素原の含量少なきに由る (0.04—0.06 %), 淋巴の有形素を除きたる液狀成分を淋巴漿と稱し, その纖維素を失ひたるものを淋巴清と稱す.

淋巴漿の組成　淋巴の組成は淋巴管域によりて各々異なり一に其臟器の化學機能に關係す, 定性的には血漿に類似する點多く蛋白質の性質も相同じ(纖維素原も亦存在し淋巴の凝固を惹起す)きも其含量少なく約4 %に過ぎず, 球素量殊に小にして蛋白素及球素の比は 2.4—4 に達す尤も部位によりて異なる.

糖の含量は約0.1 %なり血漿よりも屢ゝ稍ゝ大なることあり, 脂肪量は平常時に於ては極めて少なく (0.5—0.9 %), 全 Cholesterin も 0.045—0.08 % に過ぎず, 之に反し脂肪吸收時に於ては Ether 浸出分の量4.5 %に達することあり.

鑛質量は胸管淋巴にては血漿より稍ゝ大にして Cl 量は約10 % 大なり.

炭酸張力は 50—68 mm に達す.

第二節　消化時の淋巴

消化の際は脂肪の大部卽ち約60 %は淋巴管を經て吸收せらるるを以て淋巴の脂肪量著しく增加し, 食後約 2—3 時間にして腸淋巴は無數の脂肪粒を含有する爲め乳樣に變ず. 故にこれを乳糜[1]と稱す. 乳糜中の脂肪量は3—15 %に達す. Lecithin の量も亦增加す蛋白質量及び糖量は常時と著しき差異を見ず.

1 Chylus

第三節　淋巴腔液

體腔は淋巴管上皮被膜を以て周壁ごしその中に全く淋巴に相當する液汁を含む．これら淋巴液はその量僅少なるを以てこれを化學的に檢査するこご甚だ難く從て腦脊髓液，心膜液，眼液及び聽官液の他は概ね研索を缺けり．

1. 腦脊髓液　腦脊髓腔の表面は他の淋巴腔ご異なり軟內膜[1]及び邊緣神經膠體[2]の二膜よりなり膠質性成分を濾過するこご難きを以て該腔液中に存する膠質性成分の量は一般の淋巴に比し甚だ僅少なり．腦脊髓液は無色，透明，少しく鹹味を有する液體にして Lackmus に對しては弱鹼性を呈す．全く有形素を缺き，固形成分は約1％餘，有機分中蛋白質は殊に少なく漸く 0.07％に過ぎず．有機性晶質も亦血漿よりも少なく糖は血糖量の約60—70％に過ぎず又殘餘窒素量は7—10 mg ％のみ．是等より生ずる壓力缺損量は食鹽の增量により代償せられ食鹽含量は約0.7％に達す．Cholesterin は存在せず．

2. 眼液　眼球內の液は化學的組成上全く他の漿液ご同一なる性狀を有す．但し水樣液[3]の組成は腦脊髓液ご全く一致す．但し糖量は腦脊髓液よりも稍大なり．硝子樣液[4]中には硝子類粘體[5]ご稱する蛋白質あり約0.02—0.07％を占む．

3. 耳淋巴　迷路液[6]には外淋巴ご內淋巴ごを區別す可し，前者は蜘蛛膜下腔ご直接に連續し化學的性狀全く腦脊髓液に類似せり，內淋巴は稍粘稠の液にして1.5—1.6％の固形分を含む．

4. 心囊淋巴　心膜腔の淋巴は透明にして黃色を帶ぶる粘稠の液體なり，固形分3—4.5％を含みその蛋白質含量は約2—2.5％に上る，鹽類は0.76—0.87％を占め，約0.1—0.2％の浸出分を含む．

1 Intima piae　2 Perineurilemma　3 Humor aqueus　4 Humor vitreus
5 Hyalomukoid　6 Labyrinthwassser

第四節　淋巴の生成

上に述べたる如く淋巴ご組織ご血管ごの間には盛に水及び可溶性物質の交換行はるるを以て淋巴腔內に注射せられたる物質は須臾にして血管內に移行し速かに體內に傳播せらる，彼の Strychinin を皮下の淋巴腔內に注射する時は忽にしてその毒作用現はれ且つ大なる淋巴幹より出づる淋巴中にはこれを證明するこご能はざるが如き，又肋膜腔內に注射せられたる Methylen-青若くは Indigo-carmin は20—120分を經過するにあらざれば淋巴幹內の淋巴を着色せしめざるに反し注射後5分にして既に尿中に排泄せらるるが如き皆これが爲なり．從て一定の組織に於て生成せられたる淋巴も亦その發生の地點より離れて淋巴幹に達する間に絕えずその周圍の組織及び同行せる血管ごその成分を交換するを以て著しくその組成を變ず．故に淋巴幹內の淋巴を檢して淋巴の生成を論ずるは全然不可能のこごなり．吾人若し淋巴生成の由來を明かにせんご欲せば勢ひ淋巴發生の地點に於ける毛細血管內血液及び組織液の定量的組成を比較せざるべからず．從て今日の如く未だこれら定量的分析を完全に行ふこご能はざる時期に於ては淋巴生成に關する說は全く一個の想像說たるに過ぎず．然れごも從來既知の事實によれば濾過作用及び滲透作用により淋巴生成の說明を試むこごを得べし．

1. 濾過作用　毛細血管內の血壓が組織壓よりも大なる時は液狀成分は毛細血管を通じ血液より組織內に濾過せられ，これに反し毛細血管內壓が組織壓よりも減少する時は液分は組織より血液內に濾過せらる．故に一定量の血液を動物脈管內に注射する時は其血壓高昇し液分は血管壁を通じて血管より組織內に濾過せらるるを以て血液は比較的血球に富み Hemoglobin の量を增す，又反對に動物の脈管より一定量の血液を取り去る時は脈管內の血壓減少し組織內より液分が血管內に進入する爲め該動

物の血液單位容積中に存する血球の數は減少す．Adrenalin を以て血壓を上昇せしむる際にも亦液分は血管内より組織内に濾過せらる．然れごもかくの如く血壓及び組織壓の差により液體が血管及び組織間に出入するに當り淋巴の流通は殆んご影響を蒙るこごなし．

2. 滲透壓　種々の濃度を有する鹽溶液を血管内に注射するに溶液若し血液よりも高張なる時は水は組織より血管内に進入し，溶液が低張なる時は水は血管内より組織内に移る，これ血管壁は水を容易く通過せしむるも溶質を通過せしむるこご困難なるにより血管の内外に滲透壓の差を生ずるや主ごして水分が膜を通じて出入しその壓差を除去せんごするが爲なり，又同樣に細胞及び組織支柱質内の滲透壓ご組織液の滲透壓ごの間に差異を生ずる時は水は交々兩者の間に移行すべし．

鹽類又は糖類の濃厚なる溶液(Heidenhain の所謂第二種淋巴生成質[1]ご稱するもの) を靜脈内に注射する時は淋巴が盛に流通するご同時に淋巴液も血液も共にその量を增加す，血液の增加するは高張なる鹽溶液の混入により血液の滲透壓上昇して組織液の水分血管内に進入するが爲なり，而してこれご同時に漸次鹽類は毛細管血管壁を通過して組織隙[2]に入り組織液の滲透壓を增大せしむるを以て水分は更に細胞及び組織隙支柱質より組織液内に滲入し淋巴も亦增量するものなり．

蟹筋，水蛭，甲介類，犬の腸及び肝等の浸出物，その他 Pepton，卵白等(Heidenhain の所謂第一種淋巴生成質ご稱するもの)はこれを血管内に注射すれば淋巴の流通著しく催進しこれご同時に淋巴はその性狀を變ず，卽ちその凝固性を減少し有機性物質の含量は甚だ增大す，この種の淋巴は肝に於て生成せらるるものにして豫め肝淋巴管を結紮したる時にはこの作用を認むるこご能はず，Starling[3] はこれを該物質により惹起せられたる肝血管の透過性昇進に歸し，Ascher は肝臟細胞の作用增進に歸せり．

1 Lymphagoga　2 Gewebsspalte　3 Starling: J. Physiol. 16, 224, 17, 30 [1894]

吾人は兩說の中その何れが是なるや知らずご雖も Ascher の唱ふる如く各腺性臟器の作用亢進に伴ひ淋巴が多量に生成せらるるは確實なる事實にして膽汁酸を靜脈内に注射して膽汁の分泌を促し，分泌素を注射して膵液の分泌を盛ならしむる際には肝，膵等に於ける淋巴增量す，Bainbridge はこれを證明して臟器に於ては大なる分子を有する化合物が分解せられて小分子なる多數の化合物ごなり以て組織内の滲透壓を上昇せしむる爲め組織液は血液及び組織より水分を吸引し淋巴管を經て流出するものなりご云へり．然れごも臟器の代謝產物が毛細管壁に作用してこれを變性せしめたる結果血液成分の排泄作用催進せられたりごの說を全然否定するこご能はず．

以上述ぶる所を以て見れば體内に於ける淋巴の生成は單に水壓及び滲透壓のみを以て說明し得るが如し，卽ち始め血管より濾過し來りたる組織液は略血液ご等張なるも組織細胞の働によりその中に存在する巨大なる分子が多數の小分子に分解せらるる時はその分子濃度著しく增加し組織液は血液よりも高張ごなる．然れごも血液ご組織液ごは互に相接し單に薄壁により隔てらるるのみにして兩者間には絕えず滲透作用によりて可溶性物質の交換行はるるを以て該組織に於ける代謝作用緩慢なる時は血液及び組織間の物質の交換は殆んご完全に行はれ兩液中の分子濃度互に平均して組織液の增加を見るこごなし．

これに反し若し組織内に於ける代謝作用亢進し組織液の分子濃度盛に增大する時は該液ご血液ごの間に於ける物質の交換平均に達するの暇なく，組織液の滲透壓は血液よりも遙かに大ごなるを以てここに水分は組織液中に滲入し著しく組織液を增量せしむ，かくして發生したる淋巴は淋巴管を經て再び血液に注入するものならむ．休息時に當り四肢に淋巴の流通を見ざるは蓋し代謝產物の生成小なきが爲めにして，淋巴の主ごして內臟臟器より來るこご多きはこれらの部分は常に行作を營み代謝作用盛に行はるる

が故なるべし。

淋巴の主成に關し Heidenhain 及び Hamburger は毛細血管壁が自働的に組織液を分泌する機能を有すと說き淋巴及び組織液が反て血液よりも大なる分子濃度を有する事實もこれが所信を確むるに似たりと雖も，淋巴及び組織液が血液よりも大なる分子濃度を有するは强ち毛細管壁の分泌作用によらざるも上の如くして說明するを得べし。

第七章　消化腺

食物中に存する諸成分を消化する種々の酵素竝びに其他消化に必要なる物質を分泌する腺にして或は消化管粘膜内に存在し又は獨立の腺器を形成し其内容を直接に若くは輸液管を經て消化管内に送る。

第一節　唾腺及び唾液

第一項　唾　腺

唾腺は口腔内に唾液を分泌する腺器にして耳下腺，顎下腺，舌下腺及び口腔粘膜内に散在する小腺器よりなる．腺により細胞中に凝固性蛋白質を多く含むものこ，粘素を含むものこあり之により蛋白腺及び粘素腺こを區別す．人及び一般哺乳獸の耳下腺，家兎の顎下腺は前者に屬し，口腔粘膜内小腺，舌下腺及び一般動物の顎下腺は後者に屬す．人の顎下腺は混合腺に屬す．

Magnus-Levy[1]によれば人の唾腺は27.4％の固形分を含有し其内11.4％は脂肪，15.4％は蛋白質よりなる．蛋白質こしては粘素，凝固性蛋白質，核蛋白體，核素あり．其他酵素，浸出分，Leucin, Purin-鹽基及び鑛質を含む。

第二項　唾　液

唾液は耳下腺，顎下腺，舌下腺なる三對の唾腺及び口腔内に散在する

1 Magnus-Levy. Biochem. Z. 24, 363 [1916]

小腺より分泌せらるる無色，無味，無臭の液體にしてその中に上皮細胞，唾液小體等を混ずる爲め稍溷濁す．その反應は Lackmus に對して弱鹽性を呈すれごも pH は 6.55—6.85 の間にあり空氣中に放置する時は pH の價に於て平均尙 0.3 を增加す(Starr[1])．食物攝取直前より直後に至る間に於て一時稍其酸性度を增加す。

唾液の比重は平均 1.005 にして，水分は 99.5％を占め，固形分は僅かに約 0.5％に過ぎず．固形分中には蛋白質殊に粘素，食鹽(約 2％)重炭酸鹽及び燐酸鹽等存在す．Rhodan-加里も亦一般に唾液中に含有せられ，殊に喫煙者に多しこ云ふ(非喫煙者は約 0.03％，喫煙者は 0.1—0.2％に達す)．微量の尿素も亦常に存在す．唾液中には多量の炭酸を含むを以て炭酸-Calcium は酸性鹽こして溶存し居るも，唾液を空氣中に放置する時は漸次炭酸を失ふこ共に炭酸-Calcium を析出せしむ。

その外唾液成分中の重要なるものは酵素にして就中**澱紛酵素**を以て第一こす．唾澱粉酵素[2](Ptyalin こも稱す)は主こして耳下腺より分泌せられ液中に存する酵素の主なるものなるも肉食獸の唾液中には存在せず．唾液は其外少量の麥芽糖酵素を含有し，尙其中に存する有形素中に微量の蛋白酵素，酸化酵素及 Katalase を存す。

各種の腺より出づる分泌液は稍その性狀及び組成を異にす，耳下腺の分泌液は稀薄にして少量の蛋白質を含むも粘素を含有せず，顎下腺の分泌液はこれに反し少しく粘稠にして粘素及び微量の蛋白質を含み，舌下腺に至りては殊に粘液性の唾液を分泌するが如し。

一日に分泌せらるる唾液の量は食物の性狀によりて差異あるも約 1—1.5 *l* に及ぶこいふ。

唾液の作用　唾液は口腔及び食物を濕潤にし且つ其内に存在する粘素の爲めに食物の嚥下を容易ならしむ，又食後口腔中に遺留せられたる食物

1 Starr: J. Biol. Chem. 54, 55 [1922]　2 Speichelamylase

の殘片を洗滌し以て齒牙を清淨にしこれが保健に參す．唾液は其內に含有する唾澱粉酵素によりて澱粉を分解して之を糊精こなし終に麥芽糖に變ぜしむ．

第二節　胃粘膜の腺及び胃液

第一項　胃粘膜の腺

胃粘膜は部位により異なる種類の腺を有す．汎く散在しこさに胃底部に於て能く發達するものを胃底腺[1]又は Pepsin-腺こいひ，幽門部に存在するものを幽門腺[2]こ稱す．尤も此等二腺の分布は動物の種類により異なるを常こす．此二腺以外に胃粘膜は其全面に亙り一層の上皮細胞にて蔽はれ該細胞は胃粘液の生成に與かるものの如し．胃底腺は主細胞[3]及び副細胞[4]こ稱し色素に對し性狀を異にする二種の細胞を含む．幽門腺は胃底腺の主細胞に似たる細胞より構成せらる．

第二項　胃　液

胃液は無色，透明，輕稠の液體にして强酸性を呈す．その比重は 1.002—1.006 にして偏光面を左旋する性を有す．

胃液はその比重小なるに一致しその中に固形分を存するこさ僅かに 0.3—0.6％に過ぎず．その有機成分の大部は核蛋白體樣の物質にしてこれを加熱して 58°C に至れば凝固し寒冷により沈澱す，酵素も亦その沈澱中に含まる．灰分の量は約 0.1—0.17％にしてその大部卽灰分の 98—99％を占むものは食鹽なり，鹽酸加里，燐酸土滷鹽あれごも極めて微量なり．

胃液中最も重要なる成分は**鹽酸**及び**胃蛋白酵素**(Pepsin)なり．その外少量の脂肪酵素あり．人の純粹なる胃液中の鹽酸量は犬に於けるものこ大差なく約 0.4—0.5 ％に達す，從つて酸性度强く pH **1.0—1.5** に達す但し Congo-赤を標示藥こして滴定せる酸性度は水素-Ionの濃度より計算せる酸

1 Fundusdrüse　2 Pylorusdrüse　3 Hauptzelle　4 Belegzelle

性度こ殆んご同じきも，Phenolphtalein を標示藥こなしたる際には尙これより少しく酸性の度大なり，これ純粹の胃液中に存在する酸は遊離鹽酸のみにあらずして蛋白質こ結合せる鹽酸あるここを示すものなり．

胃液の結氷點降下(通常 0.56—0.62°)竝びに電導度は時期によりて著しき變化を呈し，且つ電導度こ結氷點この變化は必しも互に平行するものにあらず，これ恐らく種々の電解物が種々の割合に於て存在するこ，非電解物の混在せるこの爲めに起るものならむ．

1. 胃蛋白酵素(Pepsin)は空腹時に於て胃壁ここに胃底部に於ける腺の主細胞內に蓄積せられ消化時に當り分泌せらる．細胞內にありて未だ鹽酸に觸れざる酵素は滷に對し抵抗强きも一度鹽酸に觸れたる酵素は滷に對する抵抗著しく減少す．

胃液若くは胃粘膜水浸出物は中性若くは弱滷性反應に於て乳汁を凝固せしむる作用を有す．この凝乳作用は胃蛋白酵素に基くこ考ふる人こ別個の酵素によるこ考ふる人こあり．

2. 胃脂肪酵素　脂肪酵素も亦胃液中に存在するも胃に於て脂肪を水解する働は極めて少にして唯纔かに乳汁に於けるが如く乳化狀態にある脂肪によく作用するに過ぎず．且つ，この酵素は鹽及滷により甚だ破壞され易きを以て新鮮なる胃液ならざれば之を證明するここ能はず．Pepsin-鹽酸はその働を阻害す．脂肪に富める食物を攝取する時に酸性胃液の分泌減退するは蓋し又一の適應現象こも稱すべきか．胃脂肪酵素の至適酸度は PH =4—5 なるも之を精製する時は膵脂肪酵素こ相似たる至適酸度を示すに至る．

鹽酸の生成　胃粘膜による鹽酸生成に就ては未だ完全なる說明を缺くこ雖も若し胃分泌細胞中に存する蛋白質若くは他の透過性物質か或時期に於て好んで血液中に存する鹽素-Ion こ結合して鹽化物を作成し，

細胞内	血液内		細胞内	血　液
R+	Na+	⟶	R+	Na+
OH−	Cl−		Cl′	OH−

他の時期に於て胃腺腔に面したる處にて同じく Donnan の膜平衡により一部の鹽素 Ion を細胞膜外に竄出せしむるこゝあらば

細胞内	胃腺腔内		細胞内	胃腺腔内
R+	H+	⟶	R+	H+
Cl−	OH−		Cl− OH−	Cl′

胃腺腔内に鹽酸の分泌し得るこゝを理解するこゝ難きに非らざるべし.

動物が酸を生成するは胃粘膜に限れるに非らず Dolium galea (Mollusc) の唾腺は4—5%の硫酸を分泌し, 又他の Molluscs は濃厚なる Asparagin 酸を生成す.

休息時にては鹽酸の發生量少にして悉く粘液生成細胞より分泌せられたる粘液こ結合す. 消化時に於ても鹽酸が, 胃中に存する食物を結合し終へたる時は鹽酸の生成緩徐こなり, 且粘液こ結合するを以て胃内容の酸度は一定度を超過するこゝなし(McCann[1])

一日中に分泌せらるる胃液の量は一定せず, 攝取したる食物の量に比例するものの如し, 平均2—3 l に及ぶこ云ふ.

犬に食後に重炭酸曹達を與ふるに體重1 Kilo に對し1 g に達せざる時は何等胃液の分泌を阻害するこゝなく之よりも小なる量に於ては反て胃液の分泌を增進す. 此量を超過する時は胃液の量竝びに酸度を減少せしむ. 但し空腹時に於ては敍上の量よりも遙かに小にして既に障碍を招來す. 脂肪は胃液の分泌を阻止す.

胃液の分泌は所謂試驗食を與ふるか又は Histamin の皮下注射を行ひ之を促進するこゝを得べし Ewald の試驗食は一片の麵麭こ一杯の茶よりなり食後一時間にして胃内容を胃瘻管にて取り出だし之を分析す.

1 McCann: Am. J. Physiol. 89, 483 [1929]

人胃液組成
(比重 1.002—1.006)

構　成　分	%
水	99.20—98.94
溶　　質	0.80— 1.06
有機性化合物	0.34— 0.47
無機性化合物	0.46— 0.59
HCl	0.35— 0.45
全 Cl	0.49— 0.56
NH_3	0.05— 0.07
K, Ca, Mg	微　量

第三節　膵臟及び膵液

第一項　膵　臟

膵臟は蛋白質, 脂質, 糖質を消化するに必要なる酵素を生成する重要なる腺器にして其分泌物なる膵液を腸管の上部に送る. 尙多くの動物にありては膵臟内に特殊の細胞團なる Langerhans の細胞嶼[1]を有し此處に於て覺醒素を作る. 膵臟の大さは大人にありては約70—90 g を算す.

蛋白質　膵臟内に含有せらるる蛋白質の主成分は水及び中性鹽溶液に溶解せざる蛋白質及び核蛋白體よりなり Globulin 及び Albumin は僅少に過ぎず. 核蛋白體中には抱合簇こして Guanyl-酸を含有するものあり.

浸出分　浸出分こして Leucin, Tyrosin, Purin-鹽基, Inosit, 乳酸, 揮發性脂酸及び脂肪を含有す. 是等の内には化學的操作によりて發生したるものもあるべし.

無機分　動物の種類, 性等により大差あるものの如し一般に Calcium は Magnesium より遙かに多量に存するが如し.

組成　Magnus-Levy[2] に從へば 27.8 %の固形分を有し其内 10.6 %は脂

1 Zellinsel　2 Magnus-Levy: Bioch. Z. 24, 362 [1910]

肪，15.6％は蛋白質よりなる．

第二項　膵　液

膵臓に於て發生し輸管により十二指腸に注加せらるる分泌液にして一日中に於ける分泌量は食物の種類により異なるも雖も平均500—800 cc なるべし．

草食動物の如く常時腸が內容物を以て充塡し居るものにありては膵液の分泌は持續的なるも人間にありてはその分泌間歇的なり．膵液の量，滷性度及酵素量は空腹時に最も少にして，採食後增加し，3時間後にて最大に達し7時間後に舊態に復す．

膵液は無色透明の液體にして泡沫を生じ易く，反應は大約 pH 8.3．蛋白質を含有するを以て煮沸すれば溷濁す．比重約1.015，結氷點は零下 0.62° なり．固形分は約1.3％を含有し鑛質の量は0.9％なり，鑛質の重なるものは滷鹽化物及び滷炭酸鹽にして其外 Calcium, Magnesium, 及び燐酸の鹽類あり．無機分の總濃度は約 160 m Mol にして血液と略同一なり．有機質としては蛋白質(0.13—0.17％)，Proteose, Pepton, 痕跡の核蛋白體を含む．酵素は主として Carboxypolypeptidase, 膵蛋白酵素 (Trypsin)，膵澱粉酵素 (Amylopsin)，膵脂肪酵素 (Steapsin) にしてその外 Aminopolypeptidase, Dipeptidase, Protaminase 麥芽糖酵素及び(少なくとも幼年期に於て)乳糖酵素を含有す．

膵液の分泌　膵液の分泌は神經性竝びに化學性の調節を受く．膵液分泌の化學的調節は分泌素[1]によりて營まる，分泌素は一種の覺醒素(調節作用編參照)にして腸粘膜內に前分泌素[2]として存在し，胃より入り來る酸性の糜粥に遇ひて賦活せられて分泌素に變じ血液內に入りたる後，膵臟細胞を刺戟して膵液の分泌を惹起す．糜粥による膵液分泌は2分にして盛に起り約5分の間持續す，Alcohol，石鹼等も鹽酸と同じく前分泌素を賦

1 Sekretin　2 Prosekretin

活する作用を有す．Pilocarpin, Curarin 及 Methylguanidin の注射は膵液の分泌を促進す．

以上の如き化學的調節の外尙神經的調節あり．遂走神經及び內臟神經によりて支配せらる．

Pawlow の研究によれば膵液中に存在する酵素は全く食物の種類に適應して生成せらるべく，牛乳のみを飮用する時は脂肪酵素に富み，麵麭のみを食する時は澱粉酵素を含むこと多き膵液を發生す．食肉動物には膓澱粉酵素を缺如し，食草動物中に膵蛋白酵素の存在せざるものありと云ふ．Pawlow は胃より移行したる糜粥が十二指腸粘膜を刺戟して種々の神經末端を感應せしめ若くは種々の衝動を惹起してこれを膵臟若くはその神經中樞に傳へ，細胞は恰かも理性ある活物の如く適應なる動作をなすものと斷定せり，然れどもこれには充分なる根據あるにあらず．Pawlow の說に反し膵液の分泌は食物の種類によりて全く影響を受けざることを實驗的に主唱する人あり．

第四節　肝臟及び膽汁

第一項　肝　臟

食物より攝取せられたる消化物を同化し，代謝產物の毒性を削減し，消化液を生成し，排泄作用を營む等種々の機能を有する腺器なり．其化學作用の多岐なるに伴ひ其代謝も亦甚だ旺盛にして肝臟の重量は全身體重の約3.3％なるに拘らず其代謝量は全代謝量の約12％に達し肝靜脈血の溫度は口腔內溫度よりも約1℃程高し．

蛋白質　肝臟は Halliburton[1] に從へば 68—70° 及び 45—50° にて凝固する二種の Globulin, 60° にて凝固する核蛋白體を含む．其外多量の不溶解性蛋白質を含有す．

脂肪　肝臟中に存する脂肪量は一定せざるも，正常時には4.3％を超ゆることなし，通常微細なる小球として存在するも乳兒及び多量の脂肪を含

1 Halliburton: J. of Physiol. 13 Suppl. Bd. [1853]

有する食物を攝取したる後には粗大なる脂肪球として存在す．肝臟內脂肪の組成は動物の種類，食物內脂肪の種類によりて異なるも一般に皮下脂肪組織よりも多量の不飽和脂酸を含有す．

燐脂質　肝臟內燐脂質の量は2.4％に達し，其量は飽食時と饑餓時とによりて大差なし，其脂酸の構成分は攝取したる食物內脂肪の性狀によりて種々異なるべし．

Cholesterin 及び Cholesterin-脂酸-Ester も亦肝臟內に含有せらるるも Oxycholesterin は少なし．

糖質　主として存するは糖原なり其量は食物攝取後に著しく增量し，饑餓時に減少す．飼養により濕肝量の約18.7％に達せしむることを得．

浸出分　比較的多量の Purin-鹽基を有し．固形分に對し Guanin 20％，Hypoxanthin 13％，Xanthin 12％を含む．其他尿素，尿酸，d-乳酸，Cholin, Leucin, Taurin 及 Cystin 等も亦存在す．膽汁色素は正常的には之を檢出することを難し．

酵素　肝臟は Katalase，各種酸化酵素，Aldehyd-變改酵素，澱粉酵素，脂肪酵素，蛋白酵素，核酸酵素，脫-Amino-酵素，尿酸酵素，Arginin-酵素及 Caroten-酵素等を含む．

鑛質　肝臟の鑛質は燐酸，Kalium, Natrium，土滷及び鹽素なり．但し門脈より鹽素-,Natrium-,重炭酸-Ion 等を受理して酸滷平衡を得しむる作用あるにより之に伴ふ動搖あることを免れず，其他肝臟は微量なる鐵，銅及び Mangan を必須の成分として含有す．初生兒の肝臟は成獸の肝臟よりも是等重金屬の含量の割合大なり．尙食物より入り來れる鉛，亞鉛，砒素等は肝に於て結合捕捉せらる．

水分は約 80 ％なれども肝臟の如く時として多量の有機性膠質を攝取する臟器にては水分の動搖大なるを常とす．

第二項　膽　汁

膽汁はその中に酵素を含有せずと雖もその主要なる成分によりて養素の消化及び吸收を助け重大なる作用を營むと同時に或種物質(金屬，Cholesterin 等)の排泄媒たり，膽汁は肝臟に於て發生し，膽囊中に貯藏せられ輸管により十二指腸に注加せらるる消化液にして肝臟よりの分泌は持續的なるも膽囊よりの流出は間歇的なり．

腸管內に膽汁の流入する機序は明かならずと雖も酸性の糜粥が十二指腸壁に作用し分泌素を發生するに因るものなるべし．1日中に肝臟より分泌せらるる膽汁の量は確言することを難きも約 500—1200 と推定せらる．瘻管を作成したる際これより流出する量は約550 cc なりと推定せらるるもこの場合に於ては一方には酸性糜粥が膽汁によりて中和せらるることなく從て膽汁の分泌を促進する作用あると同時に他方に於ては膽汁が腸內に注加せられず從て膽汁酸の吸收に因する膽汁分泌增進を缺くを以て(以下を見よ)果してこの量を一日中の膽汁分泌量と稱し得るやは疑なき能はず．

肝臟より分泌せらるる膽汁卽ち**肝膽**は稀薄透明なる液體にして粘素を含むことなきも膽囊に於て瀦藏せらるる間に水分を失ひ且つ膽囊粘膜より生ずる粘素を混ずるを以て囊中に蓄積せる膽汁卽ち**囊膽**は粘稠濃厚となり尙これに上皮細胞の破片及び石灰を混和して溷濁の觀を呈せしむ，從てその固形分の如きも肝膽にありては纔かに 3—4 ％に過ぎざるも，囊膽にありては 16—17％に達す．然れども膽汁は固形分の增加に伴ひ食鹽を失ふを以てその滲透壓は兩者に於て毫も差なく共に 0.54—0.56° の結氷點降下に相當す．

腸內に排泄せらるる囊膽は水分吸收の程度よりて大にその比重を異にし 1.008—1.040 の間に動搖し，從てその色調も亦甚だ異なり，淡きは黃金色を呈し濃きは黃褐色に及ぶ．然れども膽汁は容易に酸化作用を受くるを以てこれを空氣中に放置すれば須臾にして何れも綠色に變ず，味は苦味を呈し少しく甘味を帶ぶ．反應は Lackmus に對し滷性なるもその pH 價は7.4

—7.8の間を上下す．熱するも凝固せず，これ粘液を混ずる爲めならむ．

膽汁中に含まるる有機成分こして特殊なるものは**膽汁酸**の鹽鹽及び**膽汁色素**なり，その他粘素，Cholesterin，脂質(Lecithin，石鹸，中性脂肪)，Ether-硫酸，抱合性Glucuron-酸，尿素，蓚酸等を含む但し尿素は痕跡に過ぎず．その他常に必ず Urobilin-原を含有す(木村德衞)．

無機成分は膽汁酸こ結合せる以外の鹽，Calcium，Magnesium，鐵等の鹽化物及び燐酸鹽を含む，その他痕跡の銅，亞鉛を混ずるこさあり．膽汁中に含まるる瓦斯中多量を占むるものは炭酸にしてこれは鹽の量こ共に增減す，酸素及び窒素は痕跡に過ぎず．膽汁の組成は素より一定せずこ雖も概念を與へん爲め次に人膽に就てその略表を掲ぐ．

	肝膽		嚢膽	
固形分	3.53%	2.54%	17.03%	16.02%
水分	96.47	97.46	82.97	83.98
粘素及色素	0.43	0.52	4.19	4.44
Taurochol-酸鹽	0.21	0.22	2.74	1.93
Glycochol-酸鹽	1.62	0.69	6.96	6.97
脂肪及石鹸	0.14	0.10	1.12	1.06
Cholesterin	0.16	0.15	0.99	0.87
Lecithin	0.06	0.07	0.22	0.14
脂肪	0.10	0.06	0.19	0.65
可溶性鹽	0.68	0.73	0.29	0.30
不溶性鹽	0.05	0.02	0.22	0.24

第三項　膽汁酸

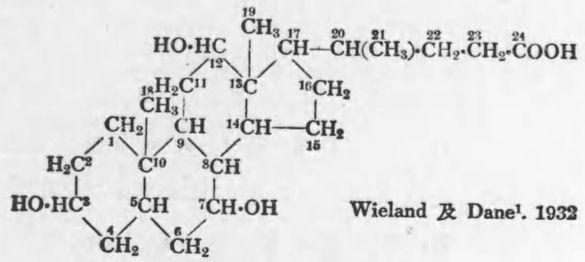
膽汁酸は各種のChol-酸が Glycocoll 若くは Taurin こ結合せるものにして，これらを Glycochol-酸若くは Taurochol-酸こ稱す．これを酸又は鹽を以て熱すれば水解せられて各構成分に分解せらる．

牛膽に獸炭を加へて蒸發乾固せしめたる後之を熱-Alcohol を以て浸出し冷却後之に Ether を加ふる時は Glycochol-酸鹽及び Taurochol-酸鹽の混

合物を得之を Plattner の結晶膽こ稱し再三再結晶を反復して之を純粹にするこさを得．之を水に溶解し之に醋酸鉛を加ふる時は Glycochol-酸鹽は沈澱し，Taurochl-酸鹽は溶存す．

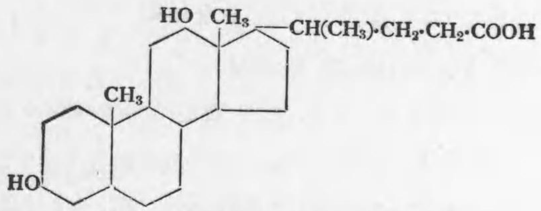
I. Chol-酸

Chol-酸は肝臟特殊の産物にして Cholesterin より誘導せらるる Cholan-酸$C_{24}H_{40}O_2$ の Monoxy-，Dioxy-及 Trioxy-置換體こ看做すべきものなり，其天然に屢々見らるる主なるものの構造式を擧ぐれば

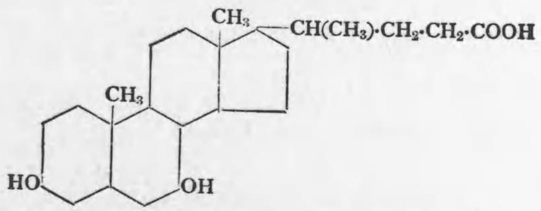


Wieland 及 Dane[1]. 1932

Chol-酸(3, 7, 12 Trioxycholan-酸)

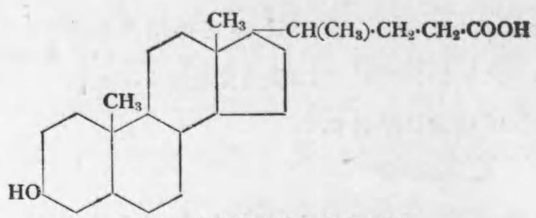


Desoxychol-酸(3, 12-Dioxycholan-酸)



Anthropodesoxychol-酸(3, 7 Dioxycholan-酸)

1 Wieland 及 Dane: Z. f. physiol. Chem. **210**, 268 [1932]



Lithochol-酸(3-Oxycholan-酸)

Chol-酸の水酸基は二種の方法によりて之を除去するこさを得，即 1. Chol-酸を眞空内にて加熱して OH-基を之に隣れる H-原子こ共に水こして分離せしむる時は既存 OH-基の數に相當する Ethylen-結合を得(Cholen 酸，Choladien-酸及び Cholatrien-酸)るが故に之を觸媒的に還元する時は何れも飽和せられて同一の Cholan-酸 $C_{24}H_{40}O_2$ こなる．2. 第二の方法は膽汁酸を注意して酸化して其 OH-基を CO-基に變ぜしめ(所謂脫水素酸)たる後亞鉛-Amalgam こ HCl こを以て Carbonyl-基を Methylen-基に變ぜしめ同一の Cholan-酸を得るなり．故に何れの膽汁酸の構造も Cholan-酸の置換の箇所の符號を附して之を現はすここを得べし．かくして Cholan-酸には OH-基1個，2個及3個を有する置換體存するここを知る．

1. Lithochol-酸，3-Oxycholan-酸 $C_{24}H_{40}O_3$

少量に人及び牛の膽汁中に存す．膽汁酸混合物を Ether にて浸出し稀薄 Alcohol にて再結晶する時得らる．186° の熔融點を有する柱晶にして 1.75％ Alcohol 溶液にて +32.14° の比旋を呈す．濃硫酸にて綠色の螢光を放ち，蔗糖液及び濃硫酸にて Pettenkofer の膽汁酸試驗を呈す．Chrom-酸にて注意して酸化せらるれば Dehydrolithochol-酸こなり，眞空にて蒸餾せらるれば Cholen-酸 $C_{24}H_{38}O_2$ こなる．

2. Desoxychol-酸，3, 12-Dioxychol-酸 $C_{24}H_{40}O_4$

膽汁酸の約10％を占め，膽汁酸混合物(鹽にて鹼化して得られたるもの)より Alcohol にて浸出し氷醋酸にて再結晶して精製す(一分子の結晶醋酸を有する結晶は 145° の熔融點)．遊離の酸は Alcohol より得られ 125° の

熔融點を有す．2.03％ Alcohol-溶液の比旋は +57.02° なり．

Desoxychol-酸は Alcohol 以外の溶媒よりは遊離の狀態に析出せず，常に安定の添加結合物を作る，此性狀は又重大なる生機的意義を有す．即 Desoxychol-酸は Stearin-酸より醋酸に至る迄の凡ての脂酸こ溶解性の添加結合物を作成す．此の如き化合物を Cholein-酸こ稱す．Naphthalin，樟腦，Xylol，Cholesterin 等も亦 Desoxychol-酸によりて溶解性を得．脂酸こ結合する割合は脂酸の分子量こ共に增大し醋酸にては 1:1，Stearin-酸にては 1:8 なり．

Desoxychol-酸の Chloroform 溶液に失水醋酸及び濃硫酸を添加する時は赤，褐，綠の色亞いて現はれ終に濃綠色の螢光を發す．眞空にて加熱せらるれば Choladien 炭素酸を生ず．

3. Anthropodesoxychol-酸(Chenodesexychol-酸)．3, 7-Dioxycholan-酸

人，鯊，鷄の膽汁中に見出さる．Desoxychol 酸こ異なり Cholein-酸生成の能なきも其鹽鹽は石鹼を溶解する力强し．

4. Hyodesoxychol-酸 $C_{24}H_{40}O_4$　3, 6-Dioxycholan-酸

豚膽汁中に存す．Alcohol より析出したる遊離の酸は 151° の熔融點を有す．無味の膽汁酸にして Pettenkofer の反應を呈す，Cholein-酸を形成せず．

5. Ursodesoxychol-酸

熊の膽汁中にあり．

6. Chol-酸，$C_{24}H_{40}O_5$ 3, 7, 13-Trioxy-Cholan-酸

膽汁酸中最も多量に存する酸にして牛の冬膽汁を Alcohol にて脫粘液化したる後之を鹽にて水解する時得らる，Alcohol より一分子の Alcohol こ共に析出し四面體又は八面體の結晶を作る．196—197° にて熔融し，熱湯，氷醋酸，Alcohol に容易く溶解し，Ether，Aceton にこけ難く，冷水には更に溶け難し．其 Alcohol 溶液は +37.02° の比旋を有す．

Chol-酸は蔗糖液及び濃硫酸に遇ひて Pettenkofer の膽汁酸反應を呈す．沃度沃度加里液に遇ひて青變し加熱せらるる時は緋色す．又結晶を25%の鹽酸に入れて放置する時は徐々に紫青色を發現し D-線附近に吸收帶を示す．

Chol-酸は容易く Ester を作成し之を Alcohol 溶液にて加熱したるのみにて既に Ester 化す．Chol-酸の Hydrazid を亞硝酸にて處理する時は Azid $C_{24}H_{39}O_4N_3$ に移行し，此ものは Glycin 又は Taurin と作用して膽汁酸となる．

II. 抱合性膽汁酸

抱合性膽汁酸中最もよく研究せられたるものは Glycochol-酸及 Taurochol-酸なり，其鹽鹽は Cholein-酸を生成するも遊離酸は Cholein-酸を作らず，膽汁酸鹽は殊に稀薄なる溶液に於て著しき表面活性度を呈す．

1. Glycochol-酸 $C_{26}H_{43}NO_6$

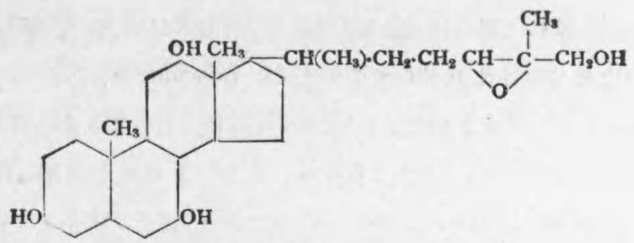
主として人及び草食動物の膽汁中に含有せられ犬の膽汁中には缺如す，水より針狀晶として析出し1.5分子の結晶水を含有す，結晶は 138—140° にて熔融し，無水の狀態にては 155° にて熔融す．Ether には殆んど溶解せず，鹽鹽の水溶液に醋酸鉛，鹽化鐵，硝酸銀等を加ふれば沈澱す．

2. Taurochol-酸，$C_{26}H_{45}NSO_7$

主として肉食獸の膽汁中に存すと雖も草食獸及人の膽汁中にも亦存在す．含水 Alcohol より Ether 添加に際し針晶又は柱晶として析出し熔融點は確然たらず，鉛醋には沈澱するも鉛糖及び他の重金屬鹽にて沈澱せず．

3. Scymnol-硫酸

鮫類の膽汁中にあり Cholesterin と Chol-酸との中間に位する Scymnol なる Alcohol が硫酸と結合して生じたる一種の膽汁酸なり，Symnol は次の如き構造を有すと考へらる．



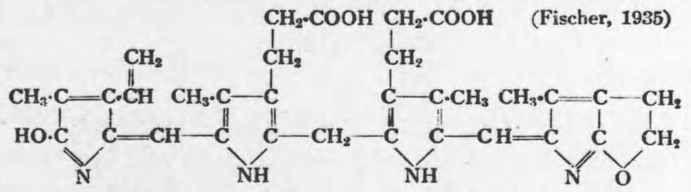
これらの膽汁酸は鹽鹽として膽汁中に存在しその量，肝膽にては約1—2%，囊膽にては10%に達し，針狀若しは柱狀の結晶として得らる．水及び Alcohol には溶解すれども Ether には溶けず．これら鹽鹽の溶液は右旋性を呈し，Cholesterin, Lecithin, 脂酸，石鹼等を溶解する性を有す．

膽汁酸の作用　膽汁酸は有害にして Saponin の如く解血作用を呈し又血壓の降下及び筋肉痙攣を起す．膽汁酸鹽の服用は著しく膽汁の分泌を促進す．尙腸管内に於て脂酸及び Cholesterin の吸收は膽汁酸によりて著しく促進せらる．

第四項　膽汁色素

膽汁の色は主に二種の色素よりなる即ちその一は赤黄色なる Bilirubin，他は綠色なる Biliverdin にして兩者の割合如何によりて膽汁に種々の色彩を與ふ．直接に肝臟より分泌せらるる膽汁の色素は殆んど全く Bilirubin よりなるを以てその色は黄金色なり Biliverdin は Bilirubin の酸化せられて發生したるものにして正常的によく Bilirubin と共存す．

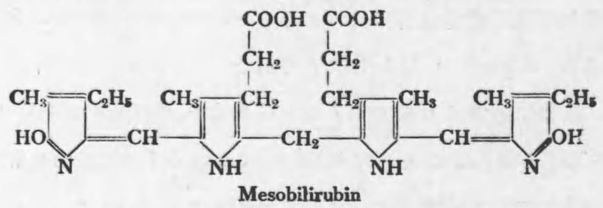
I. Bilirubin $C_{33}H_{36}N_4O_6$



赤黄色の斜方板をなす，Chloroform ここに熱 Chloroform に容易く溶解し Alcohol には溶け難く Ether, Benzol, Amylalcohol 及び二硫化炭素

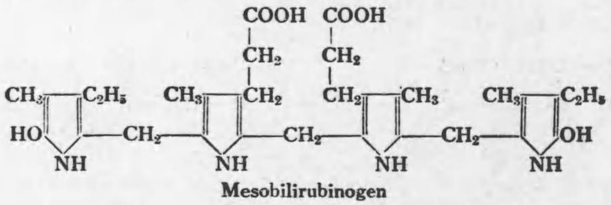
には微量に溶解す．酸の性狀を有し水にさけず鹽には容易く溶解し黄色の液を作る(體液中には此狀態に於て存在す)，Bilirubin を含む Chloroform を稀薄なる鹽液と振盪する時は Bilirubin は鹽鹽となりて水中に移行す(之れ Lipochrom 及 Lutein と異なる處なり)，鹽鹽の溶液は土鹽鹽，醋酸鉛，亞鉛鹽，硝酸銀に沈澱す，この際 Calcium は一原子の割に結合せらるるを以て色素は二鹽基性の弱酸と看做すことを得べし．尙 Bilirubin はその溶液より硫酸安門の飽和によりて析出せらる．空氣に觸るる時は酸化せられて綠色の Biliverdin に變ず．水溶液中に於ける Bilirubin の溶解度及び溶液の色調は溶液の pH 値と密接なる關係を有す，溶液は特殊の吸收帶を示さず．光線殊に紫外線によりて褪色す．Bilirubin 鹽鹽の安門性溶液に鹽化亞鉛の溶液を加ふれば溶液は橙黄色次で綠色に變じ，赤色部に一條の吸收帶を表はす．このものはCとDの間にありてCに近く位す($\lambda=650\mu\mu$)．

Bilirubin を膠質性 Palladium 又は白金黒の存在に於て水素にて處理する時は4原子の水素之に加はりて Mesobilirubin に變ず．



Mesobilirubin

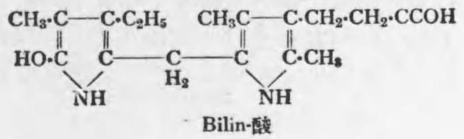
Mesobilirubin 又は Bilirubin を Natriumamalgam にて還元する時は更に4原子の水素を取りて Mesobilirubinogen に變ず．



Mesobilirubinogen

此 Mesobilirubinogen は又腸内に於て細菌の作用により Bilirubin より

發生し吸收せられたる後 Urobilinogen として尿中に排泄せらる．Urobilinogen と Mesobilirubinogen とは全く同一の化合物なり．沃化水素及び沃度燐にて還元せらるる時は Bilin-酸($C_{19}H_{26}N_2O_3$)に變ず．



Bilin-酸

2. Biliverdin $C_{33}H_{36}N_4O_8$

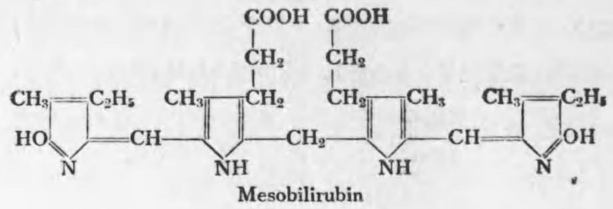
Biliverdin は Bilirubin の酸化物にして食草動物の膽汁中に多量に存在す，Alcohol，氷醋酸には溶解するも水．Chloroform，Ether には溶解せざる非晶性粉末にして未だ結晶として得ることを能はず．鹽には溶解しその鹽鹽溶液より Bilirubin と同じく石灰鹽，Barium-鹽及び鉛鹽等種々の不溶解性の化合物として沈澱せしむることを得．發生機の水素を用ゐてこれを還元すれば Bilirubin と同じく Hydrobilirubin に變ず．

Gmelin の膽汁色素反應

試驗管内に於て少しく亞硝酸を含有する25％硝酸に Bilirubin 鹽鹽の水溶液を注意して重疊せしむる時は兩液の接觸層に上より下に綠，青，紫，赤，赤黄の順序に色彩環を發生す．此 Gmelin の反應は1：80000の濃度に於てもよく出現す．色彩中綠と赤紫色とは缺くべからざるものに屬す．Lutein は青若くは綠色の環を生ずることあるを注意すべし．硝酸は餘り亞硝酸を含むべからず多きに失すれば反應忽ち經過して明瞭を缺くべし．溶液中に Alcohol 存すれば綠又は青色發生するにより誤を來し易し．

Gmelin 試驗に特殊なる色彩は一般に認めらるる處によれば酸化によりて發起せらるるものなり．Fischer 及 Adler(Z. f. physiol. Chem. 206, 186, 1932)が Mesobilirubin に Gmelin の反應を行ひ研究したる處によれば Mesobilirubin より脱水素化により綠色質生じ，又其異性體として青色質發生し，是等より更に脱水素行はるる時は赤色質に變ず，其時の變化は概ね

次の加くなるべしこいふ.



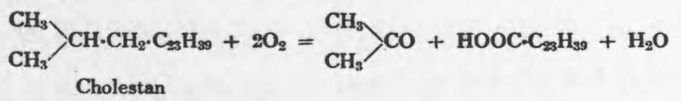
Gmelin の反應の各相は Hammarsten の試藥の添加量の差異により發現せしむるこさを得べし. Hammarsten の試藥さは25%の鹽酸に5%の割に25%硝酸を混合し溶液が黃變するまで放置したるものを用に臨みて4倍の Alcohol を以て稀釋したるものなり.

Bilirubin 含有液に少量の Jod 液を加へたる後過剩の Jod を Ether 又は Chloroform にて除去する時は水溶液は綠色に變ず, 其中には Biliverdin の外に尙膽汁色素の沃度化合物も亦含有せらるべし.

第五項　膽汁特殊成分の生成

膽汁酸の生成　膽汁酸は肝臟の特殊產物にして肝臟を除去すれば血液及び組織中に膽汁酸の滯積を見るこさなく, これに反し膽汁管を結紮して膽汁の排泄を遏止すれば膽汁酸は淋巴徑を經て血液中に進入し, ここに始てその存在を認むるに至る, 故に膽汁酸は肝臟に於てのみ生成せらるるこさを知るべし.

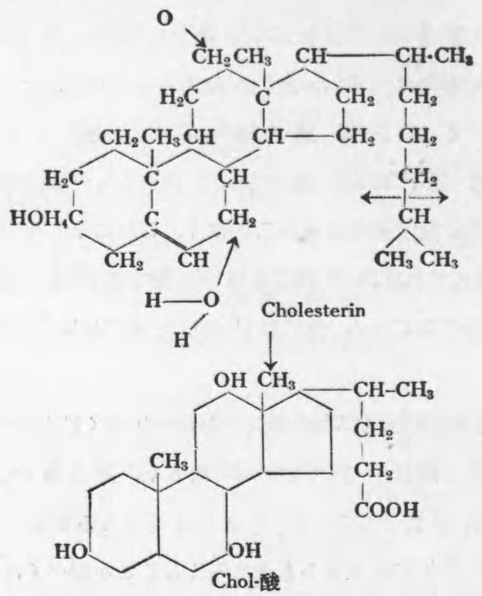
膽汁酸は上述せるが如く Chol-酸さ Glycocoll 若くは Taurin さの化合物なり. 而してこれら構成分中 Glycocoll は多くの蛋白質中に含有せられ, Taurin は蛋白質分解物なる Cystin より誘導せらるるものなるを以て何れも蛋白質分解によりて發生するものさ考ふるこさを得べく, 又 Chol-酸は Windaus[1] によれば Cholesterin より發生するものの如く Cholestan を Chrom-酸失水物を以て强く酸化する時は Aceton を分離して Cholan-酸を發生するを認む.



之は Wieland 及 Weil が Chol-酸より得たる Cholan-酸さ同一ならざるも, 若し Cholestan の代りに Pseudocholestan を用ひて同樣の處理を施す時は Wieland 及 Weil の得たる Cholan-酸さ全く同一のものを發生す. 故に Cholesterin が變化により

$$C_{27}H_{46}O + 5O = \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CO + C_{24}H_{40}O_5$$

Chol-酸に移行するこゝは事實こ考ふるを得べく此際側鎖にては Aceton 分離し，之こ同時に核内にては下の如く酸化，水添加作用，OH-基の轉位，等行はるこ看做すこゝを得む．



膽汁色素の生成　膽汁色素は必しも肝臟の特種生成物こ云ふべからず，肝臟除去獸に於ても脾臟及骨髓に於て生成せらるべく(Mann 等[1])肝臟以外に於ても亦その發生を見るこゝあるは事實にして，古き出血竈にある Hematoidin は Bilirubin こ同一物質たるべく又病的に馬の組織内に於て血液より膽汁色素の發生するこゝあり．

然れごも正常的狀態に於て膽汁色素の生成せらるる場處は肝臟なり，故に鳩の輸膽管を單に結紮したる時は膽汁色素は排泄口を失ふ爲め血液中に吸收せられ五時間を出ずして色素が明かに血液中に現はるこ雖も，若し

1. Mann 等 : Amer. J. of Physiol. **74**, 497, Erg. d. Physiol. **24**, 379 [1925]

これこ同時に肝に出入する血管を結紮し置く時は24時間を經るも血液中に膽汁色素を見るこゝなし．膽汁色素の母體は血色素なりこ考ふるを得べし，Hematin 竝びに Bilirubin を還元するきは共に同一なる Hydrobilirubin を得るを以て兩者の間に密接の關係あるこゝを推知せらるるのみならず．體内に於て赤血球の崩壞盛なる時(砒化水素，燐化水素，Toluylendiamin，Anilin 等を血管内に入れたる時)又は Hemoglobin を血管内に注射する時は膽汁色素の生成增大するこゝも全く血色素より膽汁色素の發生を證明するものなり．恐らく血色素の分解が體内に於て酸素の存在に於て行はるれば鐵を多量に含蓄する Hemosiderin に變ずべく又これに反し分解が酸素の供給なき處に於て行はるる時は Bilirubin に變化するものなるべし．

Bilrubin 及び膽汁酸の生成は必しも平行するものにあらず．

第六項　膽汁の作用

膽汁は酵素を含有するこゝなしこ雖も腸内消化に對し重要なる意義を有す．こゝに脂肪が膵液により分解せらるる作用は膽汁の存在により催進せらるるこゝ約數倍に達す，これ膽汁に含有せらるる膽汁酸鹽が蛋白質こ共に脂肪及脂肪酵素を複吸着體に導き，又脂酸を溶解せしめて脂肪の分解竝びに吸收を容易ならしむるに基因するものなりこす．

膽汁は又腸内腐敗を防止するの作用を有す，これ殺菌的性狀を有するにあらざるも消化を促進し又腸管の筋肉運動を鼓舞して食物の該部通過を迅速ならしむる爲ならむ．膽汁の乳化物若くは0.2—0.3gの Chol-酸を直腸内に送入する時は 5—10 分にして便通を催し，頑固なる便祕，麻痺性 Ileus，手術後腸弛緩等に效あり．然れごも經口的に膽汁酸を與ふる時は小腸にて大部吸收せられ大腸に達せざるにより其效小なり．(Glässner 及 Singer[1])

膽汁は又肝臟にて發生したる不用の產物及び有害物質の排泄媒にして

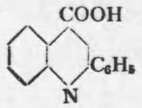
1. Glässner 及 Singer: Wiener Klin. Wochensch. **23**, 1 [1910]

これらの物質は糞と共に排除せらる．即肝臓内にて多數崩壊せらるる血球より遊離する血色素は膽汁色素に變じ，血球の礎質より分離したる Cholesterin と共に膽汁内に排泄せらる．

第七項　膽汁の量及びその分泌

膽汁は他の分泌液と異なり絶えず肝臓より分泌せられ，而して消化時に於ては直ちに腸管内に送らるるも空腹時に於ては膽嚢中に集收せらる．然れども空腹時に於ても約2時間毎に10—20分に渉り腸内に排泄せらる．犬に於ては膽汁の分泌は食後3—5時間及び13—15時間の2回に高まるといふ．人の膽汁は日々約500 cc分泌せらる．饑餓により減少す．

膽嚢より腸管内に膽汁の分泌せらるる壓は僅かに 20 cm の水壓に過ぎず (Robitschek 及 Turolt[1]) かく分泌壓小なる爲め些細の障碍により其分泌阻止せられて淋巴徑によりて吸收せらるることあり．

膽汁分泌催進劑として力大なるものは膽汁酸なり Chol-酸鹽にも亦其作用あり．Desoxychol-酸は其作用最も大なるも，Chol-酸の酸化物(Bilian-酸，Cilian-酸等)には其作用なし．膽石症の際膽汁の分泌を盛にするに效あり．常態にて十二指腸に膽汁と共に分泌せられたる膽汁酸は腸の下部に於て再び吸收せられ肝臓に復歸す(肝腸輪廻) 鹽酸も膽汁分泌を促がす作用を有す恐らく分泌素を出動せしめ膵液の分泌を高めて間接に作用するものならむ(Mellanby[2])．尙 Atophan  は膽汁生成を著しく增進すと．

第五節　腸粘膜腺及び腸液

第一項　腸粘膜腺

1 Robitschek 及 Turolt: Wien. Klin. Woch. 34, 263 [1921]
2 Mellanby: J. of Physiol. 64, 321 [1928]

腸粘膜には Brunner の腺及び Lieberkühn の腺あり．Brunner の腺は十二指腸壁に位し圓柱狀の腺細胞にて蔽はるる單腺にして胃の幽門腺と甚だ相似たり．その分泌液は滿性に於ては蛋白質を分解することなく鹽酸によりて賦活せられて初めて蛋白質に作用す，又凝乳作用を營む等全く Pepsin と均しき酵素を含む，且つここには Erepsin を缺く．Lieberkühn の腺は小腸全長に亙りて存在し他の小腸粘膜と共に普通腸液の分泌を司どる．

第二項　腸　液

腸液は腸壁に汎在する腺及び小腸の上皮細胞より生ずる分泌汁なり．

腸液は溷濁せる液體にして廻轉沈澱器にて沈渣より分つ時は透明黄色の液を得これは Lackmus に對し强滿性反應を呈し pH 値は 8.3 なりその比重約1.007 とす，沈渣には種々の上皮細胞，白血球，細菌及び殘敗物[1]を含む．

腸液の組成は Hamburger 及び Hekma[2] によれば

有形素	1.07 %
食鹽	0.58—0.67 %
炭酸曹達	0.22 %

にしてその結氷點降下は 0.62° なり，腸液中には粘素を含むことなく，醋酸により沈澱する蛋白質は粘素にあらずして一種の燐蛋白體なり，このものは腸壁を粘滑ならしめ腸内容物の運動及び腸粘膜の保護に重要なる作用を有す．

腸液中に存在する固有なる成分は Erepsin，蔗糖酵素及び腸活素なり，その他多量の麥芽糖酵素を含有し，尙乳糖酵素，澱粉酵素，核酸酵素等あり．Nucleosid-酵素は腸液中には存在せず腸粘膜中に含有せらる．

小腸液の分泌

純粹なる腸液を得んと欲せば腸の一部を切除して一索[3]を作り，その一端を縫合

1 Detritus　2 Hamburger 及 Hekma: Jl. de physiol. et d. pathol. 1902 & 1904　3 Schlinge

も他端を腹壁に縫ひて瘻管となすか(Thiry の法)又は該腸索の兩端を各別に腹壁に縫付けて互に交通する二瘻管を作り(Vella の法)この管より出づる腸液を集むるを要す.

腸液の分泌は胃腸の全く空虚なる際に於ても規律正しく行はれ約2時間毎に凡そ15分間持續す, 然れどもこの時に分泌せらるる分量は 1—1.5 cc にすぎず, その一半は粘液他の一半は腸液よりなる, 胃消化に際しては腸液分泌の時期遠長且つ不正こなり約3—5時間の間歇あり, 時こしては毫も腸液の分泌を見ざるここあり. これに反し腸消化の時期に於ては腸液の分泌量著しく增加し數百 cc に上る, この際小腸の上部に於ては下部に於けるよりもその分泌遙かに旺盛なり. 腸粘膜は直接器械的の刺戟により又は酸, 石鹼, Chloral, Ether 等の化學的刺戟によりて分泌せらる. 然れども器械的刺戟の際分泌せらるる腸液は酵素を含有するここ少なりこ云ふ. 24時間内に分泌せらるる腸液の量は確定する事難し, これ一方には腸液が再び吸收せらるるこ, 他方には遠隔せる腸管の一部に於て分泌せられたる液量より全腸に於ける者を推算する事は正鵠を得ざればなり.

第三項 大腸分泌液

無臭, 粘稠, 中性の液にして Erepsin 以外の酵素を見ず, 主こして粘液の分泌及び纖質の排泄を司るものの如し.

第八章 覺醒素腺及び覺醒素[1]

體内諸處に於て消化腺の如く輸液管を有するここなく, 而かも之を除去する時は生體に特殊の異常を招致する腺器あり. 血管に富むを以て古來血液腺こ呼ばれたるものにして甲狀腺, 上皮小體(准甲狀腺), 胸腺, 副腎, 腦下體, 腦上體等其主なるものなり. 此等腺細胞より生成せらるる主要成分は血管内に吸收せられ血行によりて體の他の組織に運ばれ適宜の生機

1 Hormon

的作用を營み生體内に行はるる各反應を巧みに調節す. 此の如き物質を覺醒素こいふ.

覺醒素を生成する細胞は時こして獨立したる臟器を形成せるここなく他の臟器内に潛在するここあり. 膵臟内に存在する Langerhans の島嶼, 卵巢内にある中間腺及び黄體, 睾丸内 Leydig の細胞等の如き之なり. 尙一定の組織若くは體内各組織に汎く散在するものも亦存す.

覺醒素は其構造既知のものより察すれば一般に比較的簡單なる構造を有する化合物にして抗元こしては作用せず. 其生機的作用は潛伏期なくして現はれ, 量過ぐる時は極めて有毒なり. 從つて血液中には化學的に證明し得る程度に存在するここ稀なり.

覺醒素腺の生機的意義は初め異常學的知見により注意を喚起せられ(Addison の病症こ副腎退化現象こ伴ふが如し), 實驗的に覺醒素腺の切除, 移植及其浸出物の經口的及び避腸的附與によりて確められ, 又一覺醒素の脫落が他の覺醒素腺の肥大を伴ふここによりて相互の關係を窺知するここを得たり.

第一節 甲狀腺及び Thyroxin

第一項 甲狀腺

甲狀腺は氣管の兩側, 喉頭の直下に位する約20—25g の腺にして主に球狀若くは卵狀の膿胞を形成する上皮細胞よりなり充分なる血管の分布を受く. 無機性の沃度を有機性の沃度に變じて之を血液に與へ代謝及び發育に重要なる作用を營む腺器にして極めて迅速に增殖若くは萎縮に陷り易き組織なり.

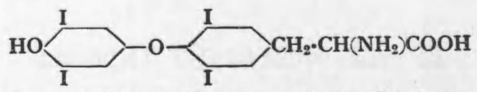
人の甲狀腺は75.7%の水, 24.3%の固形分, 4.4%の脂肪, 2.7%の窒素0.006%の鐵を含む. 他の組織こ異なり沃度を含有するここ大なるを以て特異こす尤も其沃度量は土地, 個人, 食物により大差あり, 小兒にては極

めて少なく年齢と共に增量す，初生兒にては0.0003—0.001％の沃度を含むに過ぎざるも成人にては 0.007—0.18％に達す．何れにしても全甲狀腺內の沃度の總量は數mgを出でず．而かも人體重の約0.05％に過ぎざる甲狀腺は人體中に存する沃度の約20％を占め其沃度含量は他の臟器よりも約1000倍すと考ふるこさを得．無機性及有機性沃度化合物を攝取する時は數時間の後其大部分はJodthyreoglobulinの狀態に變じ甲狀腺內に蓄積せらる．

第二項 Jodthyreoglobulin

甲狀腺水浸液(こさに1％食鹽水にてよく浸出せらる)を硫酸安門にて半飽和せしめたる時得らるる一種のGlobulinにしてJodの含量は約0.3—0.6％なりさいふ(豚にては0.46％，牛にては0.86％)．尤も幼年者にては殆んど全くJodを缺きThyreoglobulinさして存在す．通常Jodthyreoglobulinは乾燥甲狀腺組織の約10—50％を占む．

第三項 l-Thyroxin



β-[3:5-Dijodo-4-(3′:5′-dijodo-4′-oxyphenoxy)-phenyl]-α-Aminopropion-酸

甲狀腺より分泌せられ生體內酸化を促進する覺醒素にして65.3％の沃度を含有し無味無匂の結晶を形成す，此ものは233°にて溶解し水及び普通有機溶媒に溶解せざるも無機酸若くは鹵を有するAlcoholに溶解す．酸の水溶液に溶けず，之に反し鹵及び安門に溶解す．

乾燥甲狀腺を10％のBaryt水さ共に水浴上に加熱して水解し，之に鹽酸を加ふる時はThyroxinを沈澱す，之に附著する不純物を除去するには更に濃厚Baryt水さ共に水浴上に加熱するを要す．Thyroxin沈澱を去りたる酸性濾液中にdl-3.5-Dijodthyrosinあり之を醋酸鉛にて沈澱分離するこさを得．

Thyroxinに特異なる色彩反應あり卽ち之を水に浮游せしめ又は稀鹵に溶解したる後之に亞硝酸を添加する時は溶液黃變し，之に安門又は苛性曹達を加ふる時は薔薇色に變ず．

Thyroxinは之を內服せしめ，又は注射する時甲狀腺乾燥劑飼養さ酷似したる作用を呈するも其度稍弱はし之れ恐らく精製操作によりRacemi-化を受け其生機的作用減少するものの如くl-Thyroxinはd-Thyroxinよりも其作用約3倍大なり．

人體は1日に平均0.2—0.4 mgのThyroxinを分解す．

人體竝びに動物の血液內のThyroxin-量は直接に化學的に測定するこさ能はず，血液中には約10—15γ％の沃度含有せられ其量の約25—30％がAlcohol不溶性にして蛋白性沃度從て覺醒素量を指示するものの如し．筋肉中には25—30γ％，肝臟中には35—40γ％を存すさ云ふ．

經口的に攝取せられたるJodthoreoglobulinは一部腸より吸收せらるべく，又胃腸に於て酵素の分解によりて發生したるThyroxin-Polypeptidは完全に吸收せらる．

第四項 dl-3.5-Dijodthyrosin

甲狀腺內Jodの約33％を占む，其作用はThyroxinさ同樣にして之よりも弱し．

第二節 上皮小體(准甲狀腺)

甲狀腺の附近に存在する二對の小腺にして陸棲動物に限り存在す．人にありてはその長徑僅かに數mm，其重量0.1—0.15 gに過ぎず．その部位に從ひこれを上後准甲狀腺及び下前准甲狀腺さ稱す．肉食動物に於ては甲狀腺さ密接して存在し，草食動物に於ては之より隔離して存在するを常さす．其內に石灰代謝を調節し．血漿內Calcium濃度を維持する覺醒素を分泌す．

上皮小體除去獸は運動竝に知覺神經の興奮性高まり，顔面筋肉に痙攣起り重き時は全骨骼筋に痙攣を及ぼす．血液內の石灰量は減少し，之と同時に燐酸鹽は增量す．骨の石灰量減す．

上皮小體覺醒素は上皮小體を5％HCl にて加熱して浸出し，浸出液の酸性度を pH 5.5 まで低下せしむる時析出する蛋白質を除き，濾液より覺醒素を其等電點 pH 4.8 にて鹽析せしむることによりて得らる．覺醒素は Insulin に似て蛋白質樣の性狀を有し 15.5％の窒素，少量の硫黃 (0.2％) 及鐵を含有す，Parathormon, Paratotal, Paraglandol 等の名の下に販賣せらる．上皮小體を除去し血淸內 Ca 減量したる動物に之を注射すれば Ca 量を復歸し，痙攣を抑止する作用あり，正常獸に之を注射すれば血液 Ca を 15 mg％又は其以上に上昇せしむ．過剩投與の際には食思不振，嘔吐，Koma 等の症候起り，血液 Ca 增大し，Ca は尿に多く排泄せられ又組織(腎，肝，肺，心臟)に沈著す．覺醒素は Trypsin に遇へば其作用を失ふが故に內服は其效なし．

上皮小體覺醒素は Formaldehyd，酸性 Methylalcohol にて可逆的に奪活せられ，失水醋酸又は亞硝酸にて不可逆的に奪活せらる (Tweedy 及 Torigoe : J. Biol. Chem. **99**, 155, 1932—33)，故に該覺醒素の生機的作用の存する有效簇は Amino-又は Imino-簇なるべしと考へらる．

上皮小體覺醒素の有效單位は體重 20 Kg の犬に注射し 15 時間內に血淸の Calcium-量を 5 mg％ 丈增加せしむるに要する覺醒素量の 1/100 量なり．

第三節　胸　腺

胸腺に對する研究の結果は未だ確實なるもの少なし，胸腺の大さは年齡に關係し人間にては少年期より靑春期に至るまで絕對的竝びに體重に比し常に增大し，夫より漸次淋巴組織にて貫錯せられたる脂肪體に退變す．

是等の關係より發育竝びに性熟に必要なる作用を有するものと推定せらる．若し幼若なる動物より胸腺を除去する時は生殖腺時として肥大し，時として萎縮，又時として副腎の肥大を伴ふ．又反對に生殖腺又は副腎を除去する際胸腺の肥大を見る．發育に關係あることは幼若の犬に就て胸腺を除去する時は發育停止すると同時に漸次肥胖に陷り且骨化作用減退するにて知らる．又蝌蚪を胸腺浸出物を含む水中に飼ふ時は增殖進み，之に反し變態遲る，又鼠を代々酸性牛胸腺浸出物を以て養ふ時は其子孫の代に體の發育及性熟促進せらるることを認められたり．

上の如く胸腺の存在が體の發育及び性熟に對し須要なるは明なりと雖も之が果して覺醒素によるものなるかは未だ斷言することを得ず，目下胸腺覺醒素に關する化學的知識は全く不明なり．

胸腺の酸性液浸出物は水に溶け脂肪溶媒に溶解せず，透滲せず，100° に加熱するも分解せず．このものは上皮小體覺醒素と對鬪性の作用を示し之を動物に注射すれば血液-Calcium 量を減じ，骨-Calcium 量を增す．脾臟及淋巴腺の浸出物も亦胸腺と同樣なる血-Calcium 降下性を示す．

第四節　副腎及び Adrenalin

第一項　副　腎

副腎は腎臟の上極に存在し血管に富む小腺器にして其重量約 6—7 g に過ぎず．新鮮なる狀態に於て觀察する時は外部の白黃色の皮層と內部の灰赤色の髓層との二部を認むべし，皮層は又三層よりなりその中層には類脂體を含み內層には滷に遇ひて直ちに褪色する黃褐色の色素を有す．髓層の細胞內には鹽化鐵に遇ひて綠變し，Chrom-酸鹽に遇ひて暫時にして褐色に染まる顆粒を有す，時として顆粒間の細胞の細胞原形質も亦 Chrom-反應及び鹽化鐵反應を與ふるのみならず，髓質中の毛細管中にも Chrom-反應を呈する一樣の分泌物あるを認む．

副腎は生姿學的には全く異なる二種の臟器なる皮質系及髓質系より成り人及び高等動物にては外見上一個の臟器ミして結合せるも魚類にては腎間體[1](皮質)及び腎上體[2]ミに分離して存在す．髓質は主ミして神經性組織よりなり發育學上交感神經系に由來するのみならず著しく交感神經の分布を受く，髓質中に存するChrom-酸鹽にて暗褐色に染まる細胞は他の部位にも存在し是等ミ共にChrom-染性系ミ稱せらるるものなり．皮質は上皮性由來を有す．

副腎組織は副腎以外にも散在するを以て動物によりては副腎を除去するも之に堪ゆるこミを得此時散在性副組織肥大して副腎の機能を代償す．從つて多くの動物にて一側の副腎除去は何等の異常を呈さざるこミ多く兩側を同時に除去する際には死に陷るこミ多し．

副腎除去の結果ミし哺乳動物に現はるるものは筋力衰弱症(Adynamie)にして時ミし麻痺に陷るこミあり．

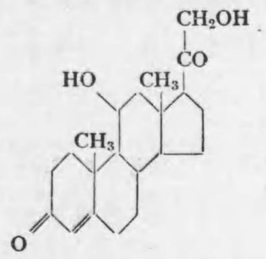
1855年Addisonによりて記載せられたる Addison-病は疲勞，痩削，血糖不及症，精神力衰退，皮膚暗黑色化(陽に曝されたる部)を伴ひ，此時副腎は結核性病變により破壞せられ，多くは徐々に死に導かるるものなり．

副腎は二種の異なる細胞より構成せらるるにより其脫落現象ここに致死的の原因が皮質若くは髓質の何れかの損失に歸すべきかは初め不明なりしも，皮質及髓質組織の分離し居れるサメエヒ類に就て行はれたる實驗により腎間體(皮質)の除去は筋力衰弱症，呼吸數減少を起し終に呼吸麻痺によりて死に至らしむるこミ知られ皮質は生命に必須の作用を有するこミ認めらるるに至れり．副腎除去獸に皮質浸出物を注射すれば其生命を維持せしめ得るに反し髓質には其力なし，然れごも髓質には生機的に作用力大なるAdrenalinの分泌あり此者を注射する時は血壓著しく昂昇す．

I. 副腎皮質

1 Interrenalkörper　2 Suprarenalkörper

副腎を脂肪溶劑にて浸出して得たる劃分中に副腎除去に因る脫落現象ここに筋力衰弱症を除去し死を回避し得る成分あり此のものは又Addison病にも亦有效なり，之をCortin又はCorticosteronミ云ひ其構造はProgesteronによく類似す．恐らく次の如き構造式を有するものならむ．



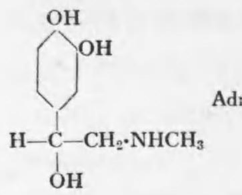
Corticosteron
(Δ_4-Pregnen-11, 12-diol-3, 20-dion)
(Reichstein, 1936)

Corticosteronは糖質代謝に重要にして此者缺如するこきは燐酸-Ester-化作用障碍せらるるものの如く之が爲め筋肉の作用減退し，腸にては六炭糖燐酸-Esterの生成障碍により糖質の吸收不良ミなり，又中性脂肪の吸收も惡しく，尙LactoflavinよりLactoflavin-燐酸の生成妨げらる．其他基礎代謝量半分以下ミなり，血糖は少なく，肝及筋の糖原消失す此時Adrenalinを含まざる皮質浸出物を注射する時は血糖徐々に增量し久しく其作用を持續す．副腎除去獸は代謝減退の結果ミして體溫低下し體溫調節の作用不良ミなる．尙呼吸數初めは增大するも夫より減少し數時間又は數日後呼吸麻痺によりて斃る．更に尙副腎除去の作用ミして血漿量減少し，赤血球數增大し血液濃厚ミなり，腎臟機能障碍せられ，鹽類ここにKalium-鹽及び窒素含有物の排泄減退す．之に伴ひて血液中には全窒素量及び殘餘窒素量增加す．

副腎皮質には多量の脂質を含有し脂質代謝に重大の意義を有するものの如し，例へば脚氣の際には血液中にCholesterin增大し之ミ同時に副腎皮質肥大す．此際皮質浸出物を注射する時は血液內Cholesterin減量し，皮質の肥大も之を阻止するこミを得且つ脚氣の症狀大に恢復す．

II. 副腎髓質

副腎髓質より分泌せらるる覺醒素をAdrenalinと稱す．此のものは焦性Katechin-Ethanol-Methylamin

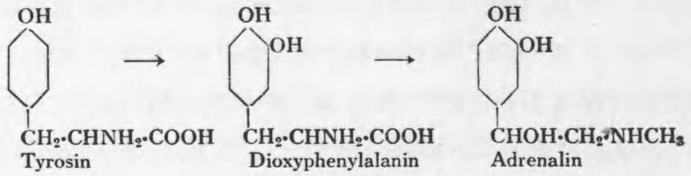


Adrenalin

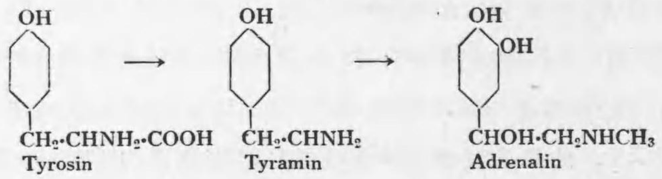
なり．天然のAdrenalinはl-型にして合成にて得らるるRacemi-型よりも其效12—15倍大なり，水に溶解すること小なるを以て鹽酸鹽として使用す．

Adrenalinは極めて容易に酸化せらるるを以て第二鹽化鐵液によりて青綠變し，重-Chrom-酸液によりて暗褐變するも此反應は他の還元性物質によりても起るが故に定量法としては用ゐらるることを得ず，故にAdrenalin溶液の測定は血壓上昇等の生機的方法によつて行ふを例とす．

AdrenalinがTyrosinより發生することは一般に承認せらるる所なるも如何なる機序によりて行はるるかは未だ斷定し難き所なり．或はDioxyphenyl-alaninを經て行はるると考へ



又はTyraminを經て行はるると考ふる人あり．



Adrenalinは體内に於ても容易に酸化せらるるを以て其作用も亦極めて

短時間止まり血壓上昇の作用持續は數分に過ぎず．

血壓上昇は種々の要因の總和として惹起せらる．即ち貯藏血液の放出，心臟行作の强化及び頻化，毛管前動脈及び毛管血管の狹窄等交感神經刺戟によりて起る狀態を起す．交感神經の支配下にある他の平滑筋性臟器にも全く交感神經刺戟と同一の現象起るAdrenalinの作用はErgo-toxin及びErgotaminによりて抑制せらる．

以上血行及び平滑筋に對する作用以外にAdrenalinは又代謝に對し重要なる作用を呈す．即ち未だ血壓に對する作用を呈するに至らざる如き少量のAdrenalinにより基礎代謝量增大す．之はAdrenalinが直接に組織に作用するものの如く超生組織に於て酸素消費を增進す．然れども此作用はAdrenalin自身に非ずして其酸化物なる構造未定のOmegaによるものならむといふ．

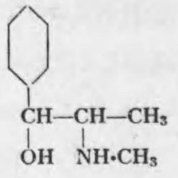
一般代謝昂進と密接の關係あるは糖質代謝に對する作用なり．既に微量のAdrenalin-量にて血糖量は0.5—0.7％に增加し之が爲め糖尿症を起す．之は肝及筋に含有せらるる糖原が出動する爲めに起る．即ち先づ初めには肝臟の糖原が水解せられて血液中に出づるも，次で筋肉内の糖原は乳酸に分解せられて血液を經て肝臟に運ばれ其處にて葡萄糖に變じ大部分は尿中に出され，一部は肝臟内に蓄へらる．二三時間後には血液中の乳酸及糖量再び正常値に減ず．此際筋肉内糖原量殆んど消失し之に反し肝中の糖原量はAdrenalin注射前よりも寧ろ大となる．

尙屢々糖の排泄は體内全糖質量よりも大にして糖が體内にて脂肪より發生することを思はしむ．之れ肝臟脂肪がAdrenalinによりて速かに消退し，又饑餓時に體の糖質豫備消費によりて停止したる糖尿症が油輸注により再び發揮することより推知せらるる處なり．

Adrenalinは敍上の如く血壓上昇，血糖量增加，肝糖原增加，基礎代謝增進の作用あるにより副腎剔出に伴ふ血壓，血糖，基礎代謝の減少を

Adrenalin の脫落現象として見る人あらむも之は正しからず，之れ是等の脫落現象は Adrenalin の作用と異なり極めて徐々に起るのみならず副腎皮質浸出液の注射によりて除去せらるるより見れば少なくとも一部は副腎皮質の脫落に基因すると考ふべきに由る．

l-型の Adrenalin は *d*-型のものより效力約15倍大なり．



Adrenalin に化學上及び作用上より類似せる物質植物界より分離せられたり，即ち麻黃(Ephedra vulgaris)より得られたる **Ephedrin** にして此ものは1-Phenyl-1-Oxy-2-Methylaminopropan なる構造を有す．

第五節　腦下體

視神經交叉の下，腦下體窩中に存在する菜豆大，灰赤色の物體(重量約0.6 g)にして前後兩葉よりなり其間に中間部あり，各部は全く異なる組織學的構造を有す，即ち前葉は腺性組織をなしその內に三種の細胞を包有す(染色され難く，妊娠時に當りて增殖する主細胞，生殖腺除去時に增大する酸性色素性細胞，及び鹽基性色素性細胞之なり)．**後葉**は主として被膜細胞及び神經膠質細胞よりなり，その外，性質不明の細胞を含む．故に後葉を神經部と稱す．前後兩葉の間に數層の腺性細胞より構成せらるる部あり，これを**中間部**と稱す，この部は甲狀腺除去時に際し增大す(鳥類は此部を缺如するものの如し)．尙最近管狀部と稱せらるる第三腺狀組織の存在確認せられたり．

化學的研究は未だ充分ならず前葉は水分77.6％，脂質類1.3％，爾他の固形分21.1％にして後葉は水分77.8％，脂質類2.6％，爾他の固形分19.6％を含む．

腦下體の必要なることも初めは臨牀上の見地より注意せられたるものに

1 Hypophysis

屬す．即ち Akromegalie (尖端肥大症)として成人に徐々に發生し手，足，鼻，頤，脣等の發育著しく昂進する病症に常に腦下體の增大するを認め，又腦下體の機能昂進が年少發育時に起れば體全部の異常發育略ぼ一樣に行はれて巨人症となり，又反對に發育期に腦下體の機能低下する時は倭人症に陷り，又腦下體機能不全の爲めに生殖器及第二次性徵の不全發育竝びに脂肥症を來たし，又腦下體の損傷時に尿崩症と稱し水分が腎臟より絕えず多量に逃避する症狀を起す．其他實驗的に腦下體を除去し，又は腦下體浸出液を注射することにより更に多種の機能が腦下體に存することを明かにせられたり．殊に最も重要なる認識は腦下體が他の覺醒腺の殆んど凡てを指顧する狀態にあることにして甲狀腺，副腎皮質，生殖腺等は腦下體より出づる覺醒素の作用を受けて其機能を發揮す．故に腦下體質を腺支援覺醒素(Adenotrope Hormone)といふ．尤も他の覺醒素の作用が腦下體に作用することも當然の事にして妊娠時，甲狀腺剔出時に腦下體に特殊の組織學的變化起る．

腦下體には多數の覺醒素分泌せらるるにより其脫落現象竝びに添加試驗の結果は一樣ならざることと多し．

第一項　前葉覺醒素

腦下體前葉は生長覺醒素，生殖腺支援覺醒素，甲狀腺支援覺醒素，副腎皮質支援覺醒素，上皮小體支援覺醒素，糖質代謝覺醒素，乳腺促進覺醒素等を含有す．即ち腦下體前葉の Pyridin 浸出液より水に溶解性の濾胞發育覺醒素，水に不溶解性の黃體發生促進覺醒素を得べく，1％苛性曹達浸出液の pH 値を補整し硫酸曹達にて分劃して生長覺醒素を得べく，酸性液浸出液より甲狀腺支援覺醒素を得べく，其他の各覺醒素も夫々分劃せられたり．

1. 生長覺醒素

腦下體缺如動物は發育停止し，之に反し發育期の動物に腦下體前葉浸出液を注射すれば異常の發育を促がす(巨人症)

之と同時に糖尿病性の障碍(血液內糖及 Aceton-體の增量，是等物質の尿中排泄)を招く．Akromegali の際にも糖尿症屢〻起る．之に反し膵臟除去獸に膵臟と同時に腦下體を除去すれば糖尿症起らず，此際腦下體前葉浸出物を注射すれば糖尿症現はる．此抗-Insulin-性作用は容易に生殖腺支援覺醒素及甲狀腺支援覺醒素作用より分離し得るも副腎皮質支援覺醒素より分つこさを得ず．又副腎除去獸にては腦下體前葉浸出液注射は糖尿症性現象を惹起せざるより見れば腦下體の糖尿に對する影響は副腎を經て作用するものならむ．

發育覺醒素は稀鹽にて前葉を浸出して得らるるも鹽に對し抵抗弱く又 60° に加熱せらるれば效力を失す．

2. 生殖腺支援覺醒素

生來腦下體の作用を缺くもの及實驗的に腦下體を除去したるものにては性的發育遲延す．之に反し幼若の二十日鼠に腦下體前葉を移植すれば卵巢の膸胞を成熟せしめ，之に伴ひて輸卵管，子宮，膣の肥大，性交期に特有なる膣分泌物(無核上皮細胞の出現，白血球の消失)を起す．尤も是等影響は去勢獸には現はれざるにより生殖腺覺醒素生成部位に對する作用に過ぎず．

Aschheim 及 Zondek は妊娠時に當り早期に其血液，胎盤，尿等に性交期現象を誘起する物質を證明し之によりて Aschheim 及 Zondek の妊娠試驗を完成せり，卽ち妊婦の尿を幼若の處女二十日鼠又は他の幼若の齧齒類に注射して其膸胞を成熟せしめ其破碇によりて生ずる膣分泌物の變化を見て診斷するなり，初めは斯の如き作用を有するものを Prolan と稱し腦下體の生殖支援要因と同一なりと考へたりしも其關係は之よりも尙複雜なり，卽ち尿より得らるる物質は腦下體缺如獸には作用弱少にして中には

全く之によりて作用を受けざる獸あり，故に尿 Prolan の作用を完成するには更に腦下體にて生ぜらるる協力質を要するものの如く，尿 Prolan は主として Prolan B に相當し，腦下體協力質は Prolan A に相當す，Prolan A は膸胞支援覺醒素と稱すべきものにして膸胞の發育を促がすも之を完全に成熟せしむるに至らず唯單に Oestradiol の生成を得しめ，睾丸にては Testosteron 生成を起さしむるに過ぎず，之に反し Prolan B は黃體支援覺醒素にして膸胞を成熟せしめ之を，黃體に移行せしめて Progesteron の生成を促がす．故に卵巢の完全發育には Prolan A 及 B の共同作用を要するものの如し．

生殖腺支援要因は稀酸若くは稀鹽を以て前葉より浸出するこさを得，70% Alcohol に溶解せず，他の腦下體覺醒素の如く蛋白酵素により其作用を消失す．

3. 甲狀腺支援覺醒素

腦下體を除去する時は甲狀腺に退行性變化起り，之に反し腦下體浸出液を注射する時は甲狀腺組織肥大す，腦下體浸出物注射後には血液中の沃度量增加し，甲狀腺內の Thyroxin-量減少す(卽ち甲狀腺覺醒素を血中に移行せしむ)．若し腦下體浸出物の注射を續行する時は Basedow-症樣の變化現はる，之に反し腦下體除去後には基礎代謝量著しく減少す，之れ主として甲狀腺に對する作用の消失によるなり．腦下體浸出物を注射する時は代謝量增進するも此際甲狀腺を除去する時は其作用出現せず．

甲狀腺支援覺醒素は Alcohol には稍〻よく溶解す，Sulfosalicyl-酸及三鹽化醋酸にて沈澱せず Pepsin にて破壞せられず．故に Pepton-類似の物質ならむ．60° にて破壞せらる．

4. 副腎皮質支援覺醒素

腦下體缺如獸にては副腎皮質の發育停止するこさ，又 Akromegali の際には副腎皮質肥大するこさ，又腦下體前葉浸出液の注射が副腎皮質

の肥大を招くこと等より腦下體に副腎皮質支援覺醒素の存在をすることは確實なり，此際副腎髓質は何等の影響を受けず，尙前に述べたる對 Insulin 作用は副腎皮質を經て行はるる腦下體の作用なるべし．

副腎皮質支援覺醒素は分子量小なるものの如く腦下體浸出物を Alcohol 及 Aceton にて處理し生長覺醒素及甲狀腺支援覺醒素を沈澱せしめたる後の濾液中に殘留す，Kollodium-膜を透過するにより他の多くの覺醒素と分離することを得，耐熱性も亦他の腦下體有效素よりも大なり．

5. 乳腺支援覺醒素

乳腺にて休止の狀態にある上皮が分泌可能なる狀態に迄發育するには卵巢よりの覺醒素を必要とするも乳汁分泌の開始及繼續は膸胞覺醒素及黃體覺醒素によりては行はれ得ず，腦下體前葉中にある Prolactin によりて始めて可能となる，從つて授乳期の動物に其の腦下體を除去すれば乳汁の分泌停止するも，卵巢除去によりては乳汁依然として分泌せらる．

Prolactinは超度濾過せず，弱酸及弱鹽に溶解するも鹽析及等電沈澱法によりて析出す．Biuret 反應を呈し一種の蛋白性覺醒素なり．(pH 6.5—7.5) にて沈澱す．

第二項　中葉の覺醒素

中葉よりは Intermedin 分泌せらる．此ものは蛙及び多くの魚類の皮膚に於ける色素細胞の展開を司どる作用を有するものの如く Intermedin にて處理せられたる蛙は黑色素細胞の擴大により黑色の度强し，これに Ellritze (Phoxinus laevis, 光によつて色を變ずる魚) に Intermedin を作用せしむれば其 Erythrophoren 蔓浸して美麗なる赤色を呈す，中葉覺醒素が人體に如何なる意義を有するかは不明なり．

第三項　後葉覺醒素

後葉は神經性組織より形成せらるるも其中に尙原形質に富める大なる細胞を存し分泌を司どるものの如し，後葉の覺醒素は血液のみならず腦下體頸部及び Tuber cinereum を經て第三腦室の液中に移行し腦脊髓液中に檢出せらる．

後葉浸出物は Histamin より分離せられたる狀態に於て自律神經支配下にある臟器に作用す，其作用は純粹の交感神經性ならず又純粹の副交感神經性ならず，多くの點は Adrenalin に似たりと雖も之と異なり Ergotamin 又は Ergotoxin にて制肘を受けず．

腦下體後葉浸出物の主なる作用は血壓の上昇，大腸，小腸，膀胱，子宮等の平滑筋の興奮，腎臟の水分排泄及濃縮作用等なり．

後葉の浸出液(Pituitrin, Pituglandol 等の名に於て販賣せらる)調劑の 99% 硝酸溶液に 2.5 倍の Ether を加ふる時有效分の沈澱を得べく，其濾液に石油を加ふる時は他の有效分の沈澱を得べし．是等二種の有效成分は其作用を異にし其 Ether に沈澱するものは血壓を高め，腎臟の水利作用を阻止し尿固形分の增加を齎らす．之を **β-Hypophamin** 又は **Vasopressin** といふ．之に反し Ether に溶解するものは平滑筋殊に子宮筋の收縮を起し又 Insulin に對闘的に作用す．之を **α-Hypophamin** 又は **Oxytocin** と稱す．

血壓は初め不純物に因る一時的作用の後 Vasopressin の爲に上昇し其作用は Adrenalin と異なり永續す．Oxytocin の主なる作用は非妊娠性子宮に作用して緊張度を高め同時に自發的に週律的の收縮を起さしめ又妊娠性子宮には高度の陣痛を起さしむ．大腸には Oxytocin，小腸下部には Vasopressin 作用す．腎臟よりの水分排泄は Vasopressin のみにより行はる，尿崩症の際に Vasopressin を使用する時は水分の排泄大に抑制せられ，尿中の鹽濃度再び正常となる．

後葉覺醒素は分子量小なる如きも未だ其化學的性質不明なり.

異常時に前葉退變すれば幼者にては矮人症を起す,之に反し前葉の機能亢進(腺腫等に犯さるる時)が Epiphyse の癒合前に起れば(卽幼者に起れば)長骨が延長し巨人症に陷り(Circus の巨人は皆此種の病人にして身長6.5—8呎. 中には9.2呎に及ぶ人あり), 疾病が Epiphyse 癒合後に起れは對稱的の生長不可能ニなり骨骼の或部のみ生長す. 卽顎は大ニなりて突出し手及顔は容積大ニなり,結締織も亦增殖する爲め鼻, 脣, 舌, 頭皮及皮膚は肥厚し Gorilla 型ニなり Akromegali の症候を呈す. 20 歲又は其以後にて過腦下體症重く起れば典型的の Akromegali ニなり. 青年初期にて起れば Akromegali 型が巨人型によりて蔽はる.

巨人症及 Akromegali の時は初め性機能盛ニなるも, 過腦下體症は間もなく腦下體不及症に變ずる爲め性機能も亦減少す. 之に反し骨骼の變化は固定し恢復せず.

巨人症及 Akromegali にては內臟の容積も亦增大し Splanchnomegali を起す.

第九章 生殖腺及び乳汁

高等の動物は一般に男性竝びに女性の生殖腺より生成せらるる生殖細胞の融合により新生したる細胞の分裂岐化によりて自己ニ同等なる生體を作る機能を有す,哺乳動物にありては兩性生殖細胞の融合によりて新生したる細胞は母體內に於て一定期間培養を受けたる後母體外に娩出せられ,夫より母體乳腺の分泌物によりて榮養せらる.

男性生殖腺は卽睾丸にして之より分泌せらるる精液は攝護腺分泌液ニ混じたる後射出せらる. 女性の生殖細胞を生成する處は卽卵巢にして卵は母體內にて受精せられたる後子宮壁に固著し此處に發生したる胎盤に對し養分及び排泄分の授受を行ひ一定時期の後母體外に娩出せらる.

第一節 睾丸及び精液

第一項 睾丸

睾丸に就ては未だ充分の化學的研究を缺く, 成熟睾丸は其分泌物を含有するニ鬱しく化學的分析は著しく精液の影響を受く.

第二項 精液

射出せられたる精液は白色若くは帶黃色, 粘稠の液にして中性若くは弱鹽性を有しその內に無數の精蟲を含有する爲め乳樣の觀を呈す. 液分の一部は睾丸より, 一部は攝護腺より分泌せられ, 攝護腺分泌液の爲めに特異の臭氣を有す, 比重は大約1.02—1.04の間に位す. 一回に射出せらるる精液の量は多寡種々なりニ雖も平均5g內外なるべし. 射出後一時寒天樣に膠化するも再び液化す. 水を加へて稀釋する時は纖維素樣の沈澱を析出す. Stowtzaff[1] に從へば平均96.8%の固形分を含み, その內9%は無機質に屬し, 87.8%は有機分たり. 蛋白質は約22.6%を占め主ニして核蛋白體及び少量の粘素, 蛋白素, Proteose 樣物質等よりなる. 蛋白質の他 Lecithin, Cholesterin 及有機質の約3%に當る枸櫞酸(Schersten[2])を含有す. 無機分の大部は主ニして燐酸-Calcium 及び食鹽にして, Calcium は灰分の約20%, 燐酸は約30%を占む, 加里は極めて僅少に過ぎず.

Miescher の研究によれば鮭の精漿(精液より精蟲を除きたる液狀部)は有機分1.3—1.9‰, 無機分6.5—7.6‰を含有する稀薄なる液體なり. 蛋白質は痕跡に過ぎず, 無機分は主として食鹽, 炭酸曹達よりなりその他少量の鹽化加里及び硫酸加里を含む.

第三項 攝護腺分泌液

攝護腺の分泌液は精液に混じてこれに特異の嗅を與ふ, 弱鹽性反應を呈し, 少量の蛋白質, 食鹽, 精囊內容物を凝固せしむる囊酵素[3], Leci-

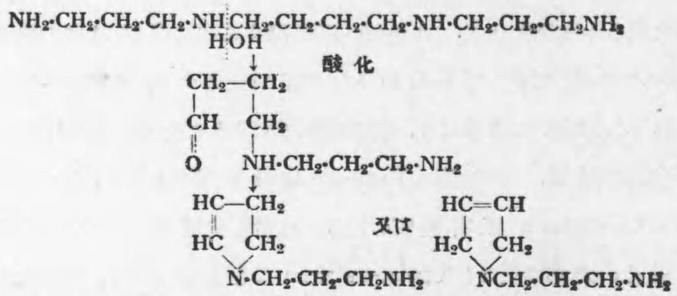
1 Stowtzaff: Z. f. Physiol. 35 2 Schersten: Skand. Arch. 58, 90, (1929)
3 Vesikulase

thin, Cholin 等を含有し又 Böttger の精液晶(Spermin-燐酸鹽)を藏す. 攝護腺分泌液は精蟲の運動を促進する作用を有す.

Spermin ($\alpha.\delta$-Bis [γ'-aminopropylamino]-butan) $C_{10}H_{26}N_4$

$NH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}NH{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}NH{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}NH_2$

Spermin は鞣酸, 鹽化水銀, 鹽化白金, 沃化加里, 蒼鉛, 燐-Wolfram-酸等に沈澱する一種の鹽基にして燐酸と結合し Böttger の精液晶 $C_{10}H_{26}N_4{\cdot}2H_3PO_4+6H_2O$ として精液中より析出す. 該結晶は Alcohol, Ether, Chloroform に溶解せず, 水に少しく解け, 稀酸, 稀滷, 炭酸曹達, 安門等に容易く溶解す. Spermin の分解物は精液に特異の匂を起さしむるものなり. 此者の滷性液を銅粉の存在にて空中酸素にて常温下に處理すれば Trimethylendiamin ($C_3H_{10}H_2$) 及 $C_7H_{14}N_2$ の二種の鹽基に分解す.



の如き變化を受くるものならむ (Wrede, Fanselow, Strack[1])

Spermin は精液以外に尙膵臓(約0.02%)睾丸, 醸母其他の組織中に含有せらる, 筋肉内に見出されし Musculamin, 腦の Neuridin, 肝の Gerontin 等は皆 Spermin と同一なるべしといふ.

Spermidin $NH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}NH{\cdot}CH_2{\cdot}CH_2CH_2{\cdot}CH_2{\cdot}NH_2$

α (γ'-Aminopropylamino)-δ-Aminobutan

組織中に Spermin と共に存在す. Spermin に似, Pyrrol 反應を呈し, Kossel 及 Kutscher の法にて Lysin 劃部に現はれ, 燐-Wolfram-酸鹽は

1 Wrede, Fanselow, Strack: Z. physiol. Chem. 161, 66 [1926]

Aceton に溶解せず, 其鹽化金鹽溶液に Mg を加ふれば精液様匂を發生す. (Dudley, Rosenheim 及 Starling[1])

第四項 精蟲

精液一立方mm 中に其數約60,000の精蟲ありて盛に運動す. 此運動は睾丸若くは副睾丸に於ては之を認むることなく精蟲が攝護腺分泌液に遇ひて初めて現はるるものにして1分間に約3—4 mm の速度を以て前進す. 射精後久しく運動を繼續するも酸性反應にては運動忽ち停止す, 但し此際に於ても破壞せらるるに非ず, 之に反し重金屬, 硼酸, Alcohol 及 Ether は全く精蟲を破壞す.

精蟲は鑛酸に對し抵抗性大にしてその頭部には多量の核酸あり, このものは魚類精蟲の分析によれば未熟の精蟲にありては Histon, 成熟の精蟲にありては Protamin と結合して存在す. 頭部は Lecithin, Cholesterin 及び脂肪等を含まざるか或はこれを有すること極めて微量に過ぎず, これに反し尾部には蛋白質以外に多量の Lecithin, Cholesterin 及び脂肪を有し, 恰かも神經軸索に彷彿たり. Miescher[2] が鮭の精蟲に就きて研究せる結果によれば脫脂したる頭部は960‰の核酸-Protamin を含みその他の有機分は極めて少なし, 尾部は約4.19%の蛋白質, 318.3‰の Lecithin 262.7‰の脂肪及び Cholesterin を含む. 精蟲は約5%の無機鹽類を含有し, その四分の三量は燐酸加里なり.

第二節 卵巢, 卵, 及胎盤

第一項 卵巢

卵巢に關する化學的研究は未だ充分ならず. 卵巢は其内に多數の卵を含有し是等の卵は漸次卵巢内に於て發育し人類にては15—50歳の頃に至る迄

1 Dudley, Rosenheim 及 Starling: Bioch. J. 21, 97 [1927]
2 Miescher: Die histochemischen u. physiologischen Arbeiten von Friedrich Miescher. Leipzig. Vogel 1897

の間に其内約400個は成熟の域に達す．卵は初め Graaf の膩胞内に存するも成育せらるるや膩胞の破裂と共に卵巢より遊離せらる．

牛の成熟膩胞の内容物は黄色，粘稠の液體にして1.027の比重(11°度)，0.59—0.63° の結氷點降下度，7.5%の固形分，1.108%の總窒素量を有す．蛋白質は6.65%にして其中2.28%は硫酸安門の半飽和にて沈澱す．脂肪は存在せず，糖は血清と略同一濃度に含有せらる．

破裂したる膩胞内には上皮細胞及び結締組織細胞の增殖により黄體[1]を形成す．黄體は黄色結晶性の色素を含有す．該色素は一種の Carotin $C_{40}H_{56}$ なるものの如く分光像の青色部に3本の吸收帶を示す卵黄中の黄色色素 Lutein と異なり Alcohol に溶け難く石油-Ether によく溶解す．

第二項　卵

人類及び哺乳獸の卵は小にして充分なる研究に適せず，從て從來主として研究せられたるものは鳥の卵なり，故に以下說明する處も亦專らこれに限らんとす．

鷄卵は外部に堅固なる殻を蒙り，內部に卵黄及び卵白を藏する大形の卵にして，その重量は大約40—60 g，時として70 gに達するものあり．その內，殻及び殻皮は5—8 g，卵黄は12—18 gを算し，卵白は23—34 g卽ち卵黄の倍量を占む，全卵中に存する鐵量は酸化鐵として2.8—7.5 mg 平均4.6 mgに上る．

卵　黄

粘稠にして鹽性反應を呈し淡黄若くは褐黄色を有する不透明の乳化體なり．固形分50%以上に達し極めて大量の脂質及び蛋白質を含有しその外色素及び痕跡の鹽基，少量の糖及び灰分を含む，その外澱粉酵素，解糖酵素，蛋白酵素，脂肪酵素等を存す．

その組成は大約水分47.2%，固形分52.8，有機物51.8，無機物1.0，

1 Corpora lutea

蛋白質15.6，脂肪23.0，Lecithin 11.0，Cholesterin 1.7 より成る．

Ovovitellin　卵黄を Ether にて處理して脂質を浸出したる後其殘液に食鹽を加ふる時は15—30%の Lecithin を含有する Vitellin を析出す．之より熱-Alcohol を以て Lecithin を除去して得たる Vitellin は燐蛋白體に屬する蛋白質にして乾酪素と異なり Glycocoll を含有し Tyrosin 量稍〻小なり，水解液中に多量の Glucosamin を存す，鐵を含有し胎兒に鐵を供給す．

Livetin　僞性球素樣蛋白質にして卵黄全蛋白質の約20—25%を占む比較的多量の Tyrosin, Tryptophan, Cystin を含有するにより生機的に意義ある蛋白質なるべし．

脂肪　Liebermann に從へば，卵黄脂肪は鹼化に際し約40%の Olein-酸，38%の Palmitin-酸，15%の Stearin-酸を發生す．尤もこの組成は食物の種類に從て差異を呈す．

燐脂質　卵黄中には約三種の燐脂質あり．その一は最も多量に存する Lecithin にして Alcohol 及び Ether に溶解す．その二は Kephalin に類似する燐脂質，その三は Sphingomyelin に似たる Diamino-燐脂質にして160—170°C の熔融點を有す，このものは Ether に溶解せず，熱酒精に溶解し冷却するに從ひて針狀結晶として析出す．

Lutein　卵黄中に存する黄色の色素にして192—193° にて熔融する褐赤色の結晶をなし其 Alcohol 性溶液は分光像の青部及藍青色部に2本の吸收帶を示す，黄體の色素と異なり Alcohol に溶解し石油-Ether に溶け難し，植物界に存する色素 Xanthophyll $C_{40}H_{50}O_2$ の異性體なり．

無機分　大部は燐酸の鹼鹽及び土鹼鹽よりなる，鐵を含むこと多く，煮沸卵にて卵黄及び卵白の中間に屢〻綠色の層を呈することあるは硫化鐵の爲なり．

卵　白

1 Lutein

少しく黄色を帯び多量に蛋白質を含有する液體にして角素樣の菲膜にて縦横に區分せらるるを以て甚だ粘稠の觀を呈す. その比重約 1.038—1.045, 新鮮なるものは反應 pH 8.2 なるも日を經過するに從ひて鹽性度を增して2日後には 9.0, 8日後には 9.5, 20日後には 9.6 となるといふ, 故に極めて新鮮なるものは Phenolphthalein にて着色せず時日を經過したるものは着色の度大となる (Healy 及 Peter[1]). 卵白は殆んど全く蛋白質, 水及び鹽類より構成せられ糖(0.5%)及脂肪は微量に過ぎず. 組成は大約水分 85—88%, 固形分 12—15, 蛋白質 10—13, 脂質 1.3, 鹽類 0.7%なり.

卵白の蛋白質には卵蛋白素, 卵球素, 卵粘素, 卵類粘體等ありと雖もその大部を占むるは卵蛋白素にして蛋白質の 90%をなす, 卵球素は蛋白質全量の約 6.7%を占むるに過ぎず, 粘素及び類粘體の如きは極めて微量に含有せらるるのみ. 卵球素は卵白溶液を硫酸安門にて半ば飽和したる時析出し, 卵蛋白素は鹽類を透析したる後煮沸によりて沈澱す, 卵類粘體は煮沸によりて卵球素及び卵蛋白素を除去したる後に Alcohol を加ふれば析出す. 卵蛋白素の内その過半は結晶性にしてこれを卵白素と稱し, 他の非晶性蛩素を副卵蛋白素[2]と稱す, 前者は 64°, 後者は 60°にて凝固す, 卵蛋白素は約 15.3%の窒素を有し, 副卵蛋白素は 16%の窒素を有す.

卵類粘體は其配合族として一種の多糖類を含有す. 此者を部分的に水解すれば二分子の葡萄糖と一分子の Chitosamin とよりなる還元性の三糖類4個を發生す. 該三糖類は Chitosamin の Amino-基を遊離の狀態に保有す (Levene 等[3]).

鑛質分 卵白の無機成分は主として Kalium, Natrium 及び鹽化物よりなる. Calcium, Magnesium, 燐酸鹽等は是等より遙かに少なし.

鷄卵殻

鷄卵殻は卵の約 10 分の 1 の重量を有し, 卵の發育と共に漸次消費せられ

1 Healy 及 Peter: Am. J. of Physiol. 74, 363 [1925]
2 Konalbumin 3 Levene 等: J. of Biol. Chem. 84, 49 及 63, 1929

胎兒の構成に用ひらる.

鷄卵殻の大部は無機成分よりなり, 有機質甚だ僅少にして 3.6—6.5% に過ぎず有機質は主として一種の角素よりなる.

無機成分の大部は炭酸-Calcium よりなり, 尙少量の炭酸-Magnesium 及び燐酸土鹽鹽を含有す.

鷄卵殻を着色する色素は之を Ooporphyrin と稱し Protoporphyrin と同一物なり.

鷄卵の鈍極に於て外皮及び内皮の間に瓦斯を含有する空隙あり, 其の中には約 18—20%の酸素を存す.

第三項 胎盤

胎盤は 60—65° に於て凝固する蛋白體を含有す.

糖原は約 0.5%の割合に存在し剔出後漸次分解し 24 時間を經過する時は全く消失す. 此際 Acetaldehyd を發生す. Insulin の存在は Aldehyd の生成を助長するものの如し (Tateyama[1]). 燐脂質も亦存在す. 酵素には蛋白酵素, 脂肪酵素, 澱粉酵素, 酸化酵素等見出さる.

第四項 羊膜液[2]

輕稠の白色若くは淡黄色の液にして微濁を呈す. これ有形分として粘液小體, 上皮細胞, 脂肪小球及び綿毛を有するが爲なり, 反應は中性若くは弱鹽性にして比重は 1.002—1.028 なり, 固形分に乏しく僅かに 20‰を含むに過ぎず.

人間の羊膜液は妊娠の終期に於ては其量約 1 *l* に達す固形分は僅少にして僅かに 1.5%を含むに過ぎず. 其内 0.7%は無機鹽類の占むる處にして其大部は食鹽なり. 有機成分中蛋白質は僅かに 0.085%に過ぎず. 總窒素 (0.075%) 中主なるものは尿素及安門にして其他尿酸, Allantoin 及び Kreatinin あり. 尙 Pepsin, 澱粉酵素, 脂肪酵素等の酵素を有す. 人類

1 Tateyama: Bioch. Z. 163, 292 [1925] 2 Amnionsflüssigkeit

の羊膜液中には未だ糖を檢出せざるも獸類には存在すこいふ.

第三節　乳腺及乳汁

第一項　乳　腺

乳腺の化學的成分に就ては研究未だ充分ならず. 乳腺を構成する細胞は蛋白質に富みこゝに核蛋白體多し. 核蛋白體の水解産物は Glykokoll を含まず其組成恰かも乾酪素より得らるるものこ相似すこいふ[1].

脂肪は分泌期の乳腺には必在の成分にして或は大なる或は小なる顆粒こして原形質内に現はる.

乳腺は Katalase, 過酸化酵素, 蛋白酵素, 澱粉酵素, 脂肪酵素等の酵素を含有し是等は一部乳汁中に移行す.

第二項　乳　汁

乳汁の一滴を顯微鏡に檢する時は二種の成分よりなるを認むべし, その一は透明なる液體にしてこれを乳漿こ稱し, 他はその内に浮游する微細なる脂肪小球なり, 故に乳汁は乳漿及び脂肪球より形成せらるる一種の乳化態[2]なり.

性　狀

不透明にして白色又は黄白色を呈し薄層にては青白色を帶ぶその味稍甘まく, 特有の臭を有す. 比重は脂肪の量により上下し1.028—1.034の間にあり(平均1.030), 大部分の乳脂を除去したるものはその比重大なり, 結氷點は凡零下 0.54—0.59°. 此等の諸性狀は各種動物の乳汁に就て略同一なりこ雖も其化學的の組成に至りては動物により著しく異なる. 極めて新鮮なる草食獸及び雜食獸の乳汁の反應は Lackmus に對しては兩性, Phenolphtalein には酸性, 瓦斯電池法によれば中性にして牛乳に於ては $[H^{\cdot}]=1—2\times10^{-7}$ なり. 肉食獸の乳汁は Lackmus に對し酸性を呈す. 暫時

1 Mandel: Bioch. Z. 23, 245 [1910]　2 Emulsion

放置せられたる乳汁は空氣中より入りたる細菌の作用を受けその内に含有する乳糖を乳酸に變ずるを以て酸性反應を呈す. 乳汁は何れも緩衝性強く酸若くは鹽の添加により其酸性度を變ずるこ少なし, 新鮮にして兩性若くは弱鹽性に反應する牛乳は煮沸せらるるも毫も凝固せず, 唯その表面に近き部分の濃縮して乾酪素及石灰鹽よりなる菲膜を形成するに過ぎず. この期に於て煮沸こ同時にこれに炭酸瓦斯を通ずるも凝固するここなし. 然れごも乳酸發生するに從ひこの關係漸次變化し, 第一の時期にありては豫め炭酸を通じたる後これを煮沸すれば凝固し, 第二期に於ては炭酸にて處理するここなく煮沸せしのみにて凝固し, 次の時期に於ては單に炭酸を通じたるのみにて凝固す. 終には常溫に於て(8°C にては 2—3 日, 16°C にては 1 日の後)既に凝固作用行はれ, 凝塊は漸次收縮して黄色又は黄綠色の液を分離す, これを酸乳清[1]こ稱す. かくの如き乳汁の凝固は乳酸の發生に伴ふ現象なり. 酸乳清は乳糖を含有するここ乳汁より遙かに少なくこれに反し乳酸を含むここ大なり. その他乳汁は新鮮なる狀態に於てもこれに胃粘膜の浸出液を加ふる時は凝固して黄色液を分離す, これを甘乳清[2]こ云ふ, この際乳汁はその反應を變ずるここなし.

化學的成分

乳汁成分の主なるものは脂肪, 蛋白質, 乳糖, 酵素, 無機鹽類殊に燐酸及び Calcium 等なり. その外少量の Lecithin, Cholesterin, 尿素(0.008—0.012%), Kreatin, Kreatinin, Purin-鹽基, 尿酸, Aceton 及び脂肪色素(約等量の Carotin こ Xanthophyll よりなる)竝に轉輪素を含む, 少量の枸櫞酸(牛乳にありては 0.1—0.15%, 人乳にありて 0.05—0.07% 含有せらる)も亦存在す. 牛乳 100 cc 中に存する殘餘窒素は 19—38 mg なり.

乳脂　脂肪は乳漿中に微細の脂肪小球こして分散し, 周圍に吸着せられて生じたる一種の蛋白質の被膜を有する爲各脂肪小球は合一し難しその

1 Saure Molke　2 Süsse Molke

數凡そ1c.mm約1—6百萬，その直徑は2—5μあり(均等牛乳にては直徑約0.1μ)，主ミして Olein 及び Palmitin よりなり，Olein は人乳にありては脂肪の約50%，牛乳にては約32%を占む．乳脂の組成は他の體脂ミ異なり Stearin-酸を缺き Myristin-酸，酪酸，Capron-酸，Capryl-酸等の低級脂酸之に代りて存在す．揮發性脂肪は牛乳にては脂肪の約7%を占め(Butyrin の量は4—5%に達す)，人乳にては1—2%あり．

乳脂は何れも Carotin 及 Xanthophyll 等の黃色植物色素を含有す．乳脂は約0.36%の Cholesterin を含有し其約40%は Ester の狀態にあり，(Gardner 及 Fox, Bioch. Journ. 17, 94, 1923)．乳汁中に存する燐脂質は極めて微量にして乳汁の 0.018%，固形分の 0.14%に過ぎず．Lecithin, Kephalin 及 Sphingomyelin 等よりなる．

脂肪球は比重の關係上漸次乳汁の表面に集りて酪汁を形成す此ものは約25%の脂質を含有す．酪汁を去りたる乳汁を瘠乳ミ稱す廻轉沈澱器により酪脂ミ分たれたる瘠乳の脂質量は0.1%に過ぎず．酪汁は之を打盪する時は脂肪球の被膜破綻せられ脂肪は互に相合して酪脂を形成し酪脂乳を遺留す．

蛋白質　乳汁中に存する主なる蛋白質は乾酪素，乳蛋白素なり．人乳にありては蛋白質の約三分の一は乾酪素，三分の二は乳蛋白質よりなるも，牛乳にありては乳蛋白素の量乾酪素に比し遙かに僅少にして乾酪素は約3%，乳-Albumin は約0.5%なり．其他乳汁中には極めて微量の球素存するも(乳汁蛋白質の約0.1%に過ぎず)此ものは血清球素の移行し來りたる物なり(Wells 及 Osborne[1])

乾酪素は乳汁に限り存在する一種の燐蛋白體にしてpH 4.7に於て等電點を有し水及び中性鹽液には溶解せざるも滷又は土滷に容易く溶解す，然れごも乾酪素土滷鹽の溶液は清澄ならずして溷濁す乳汁中には主ミして

1 Wells 及 Osborne: J. of Infect. Dis. 29, 200 [1921]

石灰鹽ミして存在す．乾酪素原中の燐酸は Serin 其他の Oxy-Amino-酸の Oxy-基ミ結合して存在し37°に於て n/4 苛性曹達を以て處理せらるる時は之より分離せらるべく，又 Trypsin を以て消化する際にも分離せらる．乾酪素の特異なる性狀は石灰鹽の存在に於て凝乳酵素のために凝固するにあり．この沈澱を乾酪ミ稱す．この時乾酪素は先づ准乾酪素ミ Proteose 樣の乳清蛋白質(燐を含有せず)ミに分解し准乾酪素は石灰ミ共に沈澱して乾酪を形成す．乾酪を久しく適度の溫度に放置する時は或種細菌中に含有せらるる酵素の作用によりてその蛋白質漸次分解せられ Proteose, Pepton, 數種の Amino-酸ミなり，Amino-酸の一部は Amino-基を失ひて脂酸に變じて成熟す，これ吾人の食卓に上る乾酪なり．

乳蛋白素は血清蛋白素に比し比旋度小(—37°)，Tryptophan 含量大なり．

乳汁に食鹽を飽和して乾酪素を沈澱せしめその濾液を硫酸-Magnesium を以て飽和する時は球素の沈澱を得べく更にその濾液を硫酸安門を以て飽和すれば蛋白素の沈澱を析出す．

各個人より分離したる乾酪素は各自異なる熱凝固點を示し而かも各個人に就ては數月に亙り殆んご不變なりごいふ．之れ乾酪質の構造異なるによるか又は挾雜物の存在に基因するか斷言するこご能はず[1]．

糖質　0.025—0.035%の Arabinose 及少量の糊精樣物質の外主ミして乳糖よりなる．

乳糖は乳汁中に限り存在する糖質にして牛乳には約5%，人乳には約7%含有せらる．

乳糖は純粹なる醱母によりて酒精醱酵を惹起せず，然れごも Saccharomyces kefir はその中に存する乳糖酵素の作用によりて先づこれを葡萄糖及び Galactose に分解したる後酒精醱酵を惹起す．かくの如き菌を用ひ酒

1 J. Biol. Chem. 178, 82 [1926]

精醱酵を起さしめて製造せる飲料あり，その牛乳より得たるものを Kefir と稱し，馬乳より作りたるものを Kumys と呼ぶ．此際尚乳酸も亦發生し且つ蛋白質の一部は Pepton に變ず．Kefir 菌が勢を得て發育する時は他の細菌の發育阻止せられ腸腐敗作用減退すと稱せらる．

乳糖は乳酸菌[1]の爲めに乳酸醱酵を起し乳酸を生成す，空氣中に放置せられたる乳汁が酸性を帶ぶるは乳酸の發生に基くなり．

酵素 Katalase，過酸化酵素，Dehydrogenase，脂肪酵素及澱粉酵素等あり，是等は主として乳汁生成の爲め腺細胞内に於て働きし酵素にして幼兒の爲めに重要なるものに非ず．Schardingr 酵素の作用の有無により生乳及び煮沸乳を區別するこを得べく又過酸化酵素の檢出(Storch の反應)も亦生乳及び煮沸乳との區別に用ふるこを得，即ち約10 cc の乳汁に2滴の2% p-Phenylendiamin 液及び1滴の0.2%過酸化水素を加ふるに生乳にては振盪に際し青變す．

無機鹽類 牛乳及び人乳 1000 分中に含有せらるる無機成分は大略次の如し．

	酸化加里	酸化 Natrium	鹽素	酸化鐵	酸化 Calcium	酸化 Magnesium	五酸化燐
牛乳	1.73	0.51	0.98	0.004	1.98	0.20	1.82
人乳	0.88	0.36	0.98	0.002	0.38	0.05	0.31

即ちこの表に於て明なる如く乳汁中の重なる無機成分は燐酸加里及び燐酸-Calcium なるを知るべし．乳汁中の鐵量は僅少に過ぎざるを以て發育しつつある幼兒の Hemoglobin 生成に對し充分なること難く爲に久しく母乳にて養はれたる幼兒は貧血に陷ること多し此症狀は他の食物を攝取するに至りて漸次恢復す．

轉輪素 乳汁は Vitamin A. B. C. D 等何れをも含有す．暫時の煮沸は是等轉輪素の量を減少せしむることなしと雖も Pasteurisation 若くは長時間

1 Bacterium lactis

の加熱は Vitamin C の含量を著しく減少せしむ．

乳汁の定量的組成

乳汁の組成は同一動物にありても分泌の時期，食物及び營養狀態により差異あるを以て一定數を示すこと能はずと雖も下に König 從ひ牛乳と人乳との組成を擧げむ．

	水分	固形分	乾酪素	乳蛋白素	脂肪	乳糖	鹽類
牛乳	87.2%	12.8	3.0	0.5	3.7	4.9	0.7(石灰 0.2)
人乳	87.6	12.4	0.8	1.2	3.7	6.4	0.3(石灰 0.04)
本邦人乳	88.5	11.5	1.3		3.0	7.0	0.16(堀内松五郎)

これに依つて明かなるが如く人乳は牛乳に比して乾酪素及び鹽類 (殊に Calcium)を含むこと少なく，これに反し乳糖を存すること比較的大なり．故に小兒科醫は牛乳を以て人乳を代用するに際し，これを稀釋し且つこれに乳糖又は蔗糖を添加するを薦む．人乳が牛乳に比しその乾酪素を沈澱せしむること難く且つその沈澱が過剩の酸に容易く溶解すること，又凝乳酵素の爲めに生ずる凝固の不規則なるは蓋し乾酪素及び石灰分等鹽類を含むこと小なるが故なるべし．尚人乳は牛乳に比し乳蛋白素を含有すること遙かに大なり．而して乳蛋白素は營養に重要なる Lysin を含むこと多きは注目すべき點なり．

初乳[1] 妊娠時及び產後の初期(三日間)に分泌せらるる乳汁を初乳と稱す，初乳は普通乳汁に比し稍强き黃色を帶び粘稠度大にして鹼味を有す，その比重大にして，固形成分を含むこと多し(人の初乳の比重は約 1.04—1.05 を算す)，明かに酸性反應を呈す．普通の乳汁は煮沸せらるるも凝固することなしと雖も初乳は多量の蛋白素及び球素を含有するを以て煮沸によりて凝固す．蛋白質量は最初三日間に多く 5—9%に達するも急に減少して一週の終りには通常値 1.4—2.0%となる．初乳の凝固性蛋白質は普

1 Colostrum

通乳汁ニ異なりGlobulinの含量遙かにAlbuminよりも大なり，乳糖の量は初期に少なく二週の內に平常値6.5%に達す．初乳中には所謂初乳小體[1]ニ稱するものあり，これ膿胞細胞若くは多量の脂肪球を含有する多樣核性竝びに單核性白血球にして顆粒狀を呈し各種病原菌に對し喰菌性を有す．初乳は又抗體を含有するこゝ甚だ大なり，解血補體は普通乳汁中には存せざるも初乳中に之を認むるこゝを得．

初乳は又Jodを含有するこゝ大にして日ニ共に其含量速かに減少す今分娩後8日間に分泌せらるる初乳中の固形分，鹽分及Jodを擧ぐれば下の如し(Maurer及St. Diez[2])

分泌日	1	2	3	4	5	6	7	8
固形分	——	12.98	11.98	11.23	12.35	12.48	11.96	11.27
鹽分	——	0.27	0.25	0.26	0.27	0.24	0.25	0.21
Jod	24.0	12.7	11.1	5.4	4.3	2.1	2.5	2.9

授乳時期と人乳組成との關係　授乳の各時期に於ける人乳組成大約次の如し．

	時期	蛋白質	糖	脂肪	灰分
初乳	1— 3日	8.5%	3.5%	2.5%	0.37%
變遷期	12—30日	2.25	7.5	3.0	0.3
旺盛期	1— 6月	1.25	7.5	3.5	0.2
後期	10—20月	1.0	7.5	3.2	0.2

第三項　乳汁の分泌

乾酪素は乳腺細胞內に於て合成せらる，乳汁中の脂肪は血液中の燐脂質が乳腺細胞內に攝取せられ此處に於て燐酸を分離して發生するものの如く其構成分たる脂酸の中には食物に由來する脂酸及び體內にて糖質より發生する脂酸共に存在すべし．乳糖は乳腺に於て葡萄糖より發生し饑餓時に於ける血糖減少ニ共に減少し又Phlorhizin糖尿症時に減少す．

1 Colostrumkörperchen　2 Maurer及St. Diez: Bioch Z. 178 161 (1926)

第七編　消化

幼若なる細胞は發育せんニ努め，成長せる細胞は其組構を維持し且增殖せんニす，是等の目的には必ず外部よりの食物の攝取を必要ニするのみならず，生體の生活現象の發揮に必要なるEnergiは又食物より供給せらるるを要す．

單一細胞より成る個體は其周圍の介劑より物質を攝取し需要に應じて之を變化し不必要なる殘渣及代謝產物を直接に細胞外に排泄す．之に反し多細胞より構成せらるる動物にては細胞の多くは直接に外界ニ接觸するこゝなく，且各細胞は一定の岐化を蒙り直接に各種の物質を其儘攝取する時は障碍を蒙るこゝあるを以て高等なる動物にては食物を體細胞の攝受に可能ならしむる如く變化せしむる役目を演ずる臟器系あり之を消化管ニ稱す．

養素が消化管內にて受くる器械的竝びに化學的の作用を消化作用ニ稱す．此際養素が蒙むる主なる變化は二樣にして其一は養素を膠質性より晶質性に變じ，他は養素の特殊性を除去するにあり，卽ち食物及生體內諸成分は主ニして膠質性の狀態に於て存在し無機質，糖及若干の浸出物を除くの外は皆膠質ニして消化管內に攝取せられ，又膠質ニして體內に沈着せらる，然るに消化管壁を形成する動物膜は膠質に對し透過を許さざるを以て養素をして之を透過し生體內に入らしむるには一時之を晶質性狀態に變化せしむるを要す之れ消化の第一目的なり．かくして發生したる養素の晶質性分解物は腸管壁又は他の組織にて再び複雜なる成分に合成せらるるも其構造は全く食物內に於ける養素の構造ニ同一なるものに非ず卽肝臟內糖原は其構造食物內澱粉ニ異なり，又人の血液及臟器中の蛋白質は植物性及動物性食物中の蛋白質ニ異なる，蛋白質の構造は種族及臟

器の異なるに從ひて異なる，而して蛋白質を避腸的に血液中に注射するに毫も利用せられずして排泄せられ，血液及臟器は異種の蛋白質を同種の蛋白質に變化せしむる作用なし．消化の第二の目的は實に養素成分の種族特異性を除去するにあり．

脂肪，糖質，蛋白質等は其種類極めて多きも是等は比較的少數なる構成分が結合の模樣を異にするより起るものなるを以て消化管內に存する酵素の作用によりて其結合を解きて簡單なる構成分となす時は其特異性失はるるなり．結晶性の狀態は分解の程度比較的輕度なる時に於ても既に獲得せらるるも腸粘膜は二糖類の如き晶質性のものも之を透過せしめず悉く是等を一糖類に變化せしめたる後吸收するものの如し．

第一章　口腔內消化作用

口腔內に於て食物の受くる作用は一部は器械的一部は化學的なり，その器械的なるものは咀嚼筋の運動によりて細碎せられ且つ唾液と混和せらるるにあり，これが爲め食物は唾液中の粘素によりて粘滑となり嚥下に際し容易く食道を經て胃中に送らるることを得(1.2 cm より大なる塊は之を嚥下することを難しといふ)，咀嚼と同時に可溶性成分は唾液中の水分に溶解せらる．

食物が口腔內に於て受くる化學的變化は主として唾澱粉酵素及び麥芽糖酵素によりて澱粉若くは糖原が糖化せらるるにあり，殊に一旦煮沸せられたる澱粉性食物は澱粉酵素の働を受け易きを以て直ちに一定の變化を呈す，然れども食物の口腔に在るは比較的短時間に過ぎざるを以て糖化作用は反て胃に於て繼續せらるる方を大なりとす，これ澱粉酵素は酸に對し抵抗力少なく胃液と混和せられ一定度の酸性を帶びるに至らば固よりその働を失ふものなりと雖も，食物は炭酸にて飽和せられたる濕液として考ふべき唾液とよく混合せられあるを以て胃に入るも直ちに酸性となることなく，そ

の胃壁に沿ふものは酸性を呈すと雖も內部に在るものは久しく酸性を帶ぶるに至らず．この部に於ては依然として唾澱粉酵素の作用繼續せられつつあればなり，尤も一定時間(0.5—1—1.5時間)の後には一方には分解產物なる糖の滯積を來し，他方には胃液の浸潤に伴ひて反應酸性となるにより澱粉酵素の作用は遂に全く熄むに至る．

その外口腔は味官及び觸官により食物の適否を檢するのみならず味覺神經により反射的に胃液の分泌を增進せしめて胃消化を完全ならしむる作用を有す．同量の食物を胃瘻管よりして挿入するよりも口腔を經て與へたる時に於て胃の消化作用が1—2時間早く終結するは蓋しこれが爲ならむ．

第二章　胃內消化作用

胃の主なる作用は胃液中に存する蛋白酵素によりて蛋白質を一定度まで分解して腸消化を受け易からしむるにあり，その他消化の初期に於ては唾澱粉酵素の働を繼續遂行せしめ又食物と共に混入し來れる細菌を一定度まで殲滅せしむ．

胃の運動　胃の消化に際し胃は胃壁內に存する環狀筋肉の收縮によりて明かに大小の二部に分たるるを見む，その一は大にして左方に位し胃底部と稱す，他の一は小にして右方に在り幽門部これなり，食物の胃中に入るや先づ胃底部に貯藏せられそれより漸次少量宛幽門部に送らる即ち胃底部は主として貯藏室の役を營みその壁の筋肉は發育微弱にして食物の輸入せらるると共に擴張せられ內容物に向つて間斷なく6—8 cm の水壓に相當する壓を加ふるに過ぎずしてこの部には毫も蠕動を起すことなし．これに反し幽門部に於てはその壁筋の發育充分にして一定の强度と，一定の速度とを以て殆んど器械の如く規律正しく絕えず蠕動運動行はれその內容はこれが爲めに混和せられ又これが爲めに腸に送らるるなり．

固體の食餌を攝取する時はその後より入るものは前に入りしものの內部に順次配列するを以て食時の後期に於て取りし食物は比較的久しく胃液に接觸せざるものとす，周圍のものは漸次胃液と混じこれが爲めに液狀に變ずるや壁壓により徐々に幽門部に送致せられ，ここに於て充分に胃液と混和消化せられて小腸に壓出せ

らる．幽門の開閉の機序に關しては以前胃内容の酸性度が一定度に達すれば幽門部括約筋の弛緩を起して胃内容物を十二指腸に出さしめ胃内容が十二指腸に達する時は其刺戟によりて幽門閉鎖せられ，十二指腸の内容物が膵液，膽汁．腸液等の混和に遇ひて滷性となるに至らば幽門再び開扉せらるると説明せられしが幽門括約筋の收縮は單に酸によりて惹起せらるるのみならず器械的刺戟及び滷によりても行はるること知らるるに至り，更に Mc Cann[1] の研究によれば胃内容が腸に送致せらるるは單に幽門部括約筋の作用によるのみに非らず全幽門腔之に關與し寧ろ胃内容物が粗大なる間は幽門強く刺戟せられ蠕動運動を起すも，消化進みて内容物が半流動となるに至れば刺戟も漸次減少し幽門部弛緩し括約筋も弛みて内容物速かに排出せらるるものなりといふ，尙血液に比し高張若くは，低張なる内容物の存在せる時は幽門閉鎖せられ，彌散作用により内容物が血液と凡そ同等の滲透壓を得るに至つて始めて幽門開口し内容物は腸に向つて噴出せらる．胃が固體を以て充溢し居る時に液體を攝取すれば液は食物と胃壁との間を通して幽門に達し食物と混ずることなくして十二指腸に出づると云ふ (Katsch 及 Friedrich[2])

蛋白質の消化　胃液の鹽酸及び Pepsin の爲めに殆んど凡ての蛋白質は分解せられて溶解性となり，Proteose 及び Pepton を生じ約5％の Amino-N の增加を認むるも Amino-酸は毫も生ずることなし，結局胃に於ける消化作用は蛋白質の大部分 (80—85％) を溶解性となし，腸消化を受くること容易ならしむる前提にして胃消化を受けたる蛋白質は Trypsin, Erepsin 等により分解すること甚だ迅速なり．胃に於ける蛋白質の消化度は蛋白質の種類により異なるものにして膠は最も消化し易く，乾酪素，Edestin, Gliadin, 肉等も亦よく消化せらるる ($3^1/_2$—$4^1/_2$ 時間にて約 80—100％) も血清蛋白質及び卵白は消化甚だ不充分なり (同時間内に約 50％)．角素，粘素，Protamin は胃液によりて消化せらるること難し．

糖質　胃の内容物が悉く胃液に浸潤せられて一定の酸性度に達せざる以前に於ては胃に於ても唾澱粉酵素の爲めに澱粉の糖化作用行はれ澱粉の

1 McCann: (Am. J. of Physiol **89**, 497 [1929]
2 Katsch 及 Friedrich: Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. **34**, 343 [1921]

約60％は糊精及び麥芽糖に分解せらる．

脂肪の消化　脂肪は胃液中に存する脂肪酵素の爲めに水解せらるるも乳化態に於て含有せらるるに非らざればその度甚だ僅少なり，尤も多量の脂肪が胃中に達するや少量の十二指腸内容が直ちに胃中に逆流し膵液中に存する脂肪酵素も亦胃内脂肪の分解に與かる．これ等の作用は腸内脂肪分解の作用に比すれば輕微に過ぎずと雖もこの際發生したる脂酸は石鹸となりて腸内に於て脂肪を乳化態に導き膵脂肪酵素の作用を受け易からしむるに效あり．

消化の時間　Demuth[1] が X 光線にて檢したる處によれば各種食物の滯胃時間は胃の運動能により異なると雖も糖質食の時は 2 時 50 分，蛋白質食の際は 3 時 30 分脂質食にありては 4 時 20 分を普通とす即糖質食最も早く，蛋白質食之に亞ぎ脂質食は最も遲し其比は正常胃にては略

蛋白質:糖質	1.23—1.46
脂　質:糖質	1.35—1.53
脂　質:蛋白質	1.08—1.24

の範圍にありといふ．

食事の際 1l の水，茶及珈琲を攝取するも食物の滯胃時間に餘り影響を及ぼさず 10 g の蔗糖攝取も亦何等影響を與へざるも 100 g の糖は酸度を減じ食物の辭胃期を遷延せしむ．水分は食前に採らず食後に攝取するを可とす．液の溫度は影響少なし．

熟練せる運動は食物の滯胃時間に影響を與ふること少なきも不熟練なる動作は胃内容の停滯を起し其水分は增加 (10％) し蛋白質の消化障碍せらる．Morphin 類滿體も亦胃内容の停滯を招來す．

蛋白質と脂肪とを混じて食するも蛋白質の消化にさしたる障碍を見ず，尤も多量の脂肪をとりたる時はこの限りにあらず，これに反し脂肪と多糖類と

1 Demuth: D. Arch. Klin. Med. **130**, 292 [1921]

の混食は消化時間を著しく遷延せしむと云ふ. 多糖類を食したる後蛋白質を食するも蛋白質消化に變化を認むることなし, これに反し蛋白質を食したる後に多糖類を攝取すれば多糖類の胃を去る時間甚だしく後るると云ふ.

乳兒の胃消化 生後1—6月の頃は HCl の分泌充分ならず胃内容物の酸度は多くは pH 5にして一年の終りに至るも漸く3.5に及ぶに過ぎず, 從つて玆に Pepsin の消化作用を認むることは難し, 之に反し乳兒の胃液中には乾酪素を凝固する凝乳酵素あるを以て此ものの水解作用を受けて乾酪素は Paracasein となり石灰鹽として析出し其中に微細なる脂肪を沈著せしむ. 是等の狀態は腸内に於て腸液及び膵液の消化作用に最も都合よき處のものなり.

第三章 小腸内に於ける消化作用

胃消化終りたる後その酸性内容物(これを糜粥[1]と云ふ)は幽門を經て十二指腸に達するや直ちに膵液及び腸液に遇ひて中和せられ Pepsin の作用は全く停止せらる. 糜粥中には脂肪, 澱粉及びその消化物, 植物纖維素, 蛋白質の不消化分及び Proteose, Pepton 等あり何れも腸に於ける酵素によりて更に一層完全なる消化を要するものなり. 是等の消化作用に與かるものは膽汁酸鹽, 膵及び腸脂肪酵素, 膵及び腸澱粉酵素, 腸粘膜よりの麥芽糖酵素, 蔗糖酵素, 乳糖酵素, 腸活素にて賦活せられたる Trypsin, Carboxypolypeptid 酵素, Aminopolypeptid-酵素, Dipeptid-酵素等あり之によりて糜粥の内容は悉く簡單なる構成分に分解せらる.

蛋白質 胃に於て Pepsin-鹽酸の作用を受け溶解性となりたる蛋白質は小腸に於て腸活素にて賦活せられたる Trypsin, Polypeptidase 及び Dipeptidase の爲めに更に分解せらる. 膵液中の Trypsin は胃液の Pepsin よりも蛋白質を分解する力强大にして單にこれを溶解性化合物に變化するのみならず簡單なる Amino-酸をも化生す. 然れども Trypsin は Polypeptid を水解すること能はず, 是等は膵液中の Carboxypolypeptid 酵素及び腸液中の Aminopolypeptid-酵素及び Dipeptid-酵素の爲めに水解せられて悉く Amino-酸に變ずることを得.

1 Chymus

糖質 口腔及び胃に於て未だ唾澱粉酵素の働を受けざる多糖類は小腸に於て膵澱粉酵素の爲めに分解せられて麥芽糖に變ず. この作用は膽汁の存在により催進せられ, 腸液の澱粉酵素(これは膵澱粉酵素に比して少量なり)により補助せらる. この際發生したる麥芽糖は膵液及び腸液中にある麥芽糖酵素の作用により更に分解せられて葡萄糖に變ず, その外蔗糖は腸粘膜中に存する蔗糖酵素により葡萄糖及び果糖に分解せらる, 乳糖は乳兒及び乳汁を常用する成人にありては消化せられて葡萄糖及び Galactose に變ずるも然らざれば消化せらるることなし, これ乳兒及び牛乳を常用する成人の膵液及び腸液中には乳糖酵素を含有するも然らざるものにありてはこれを缺如すればなり.

その外糖質は小腸に於て既に細菌性分解卽ち乳酸醱酵, 酪酸醱酵等を惹起すこと雖も大腸に比しその度遙かに小なり.

脂肪 脂肪は主として小腸に於て消化せらるるものにしてその大部分は膵液内に存する脂肪酵素により Glycerin と脂酸とに分解せらる. 豫め食物中に存する微量なる脂酸若くは胃脂肪酵素の作用によりて發生したる脂酸は膽汁中の膽汁酸に遇ひて Cholein-酸を作り此のものは表面張力を降下する力强き爲め脂肪を乳化態に導き表面を擴大し脂肪酵素の作用面を大ならしむるが故に脂肪酵素の作用著しく增進す. 膽汁酸は尙膵脂肪酵素により腸内に於て分解の結果生じたる脂酸及び石鹼を上記の Cholein-酸の狀態にて溶解しその吸收に便ならしむるにより脂肪の分解を助く. 膽汁及び膵液は共に脂肪の消化に重要にしてその一一を缺く時は脂肪の消化に著しき障碍を招くものなり. 腸液内の脂肪酵素は乳化狀態にある脂肪を分解

するもその作用は膵脂肪酵素に比して微弱なり．熔融點高き脂肪は熔融點低き脂肪に比し消化及び利用の度小なり之れ乳化及び鹸化の作用遲き爲なり．

腸内消化の度　純粋なる狀態に於て攝取せられたる脂肪，糖質，蛋白質の 95％ 以上は悉く腸に於て吸收せられ加ふるに爾餘の分も多くは腸に於て既に分解せられしものが腸の運動により大腸に運ばれしものと考へ得るを思へばこれら養素は腸に於て完全に分解せられたりと看做すこと得べし．

かくの如く多量の養素が腸に於て短時間内に完全に分解せらるるは酵素の配置宜しきを得ると同時に凡ての狀況が酵素の作用に良好なるによる殊に分解産物の發生後直ちに吸收せらるるは分解を迅速ならしむる一大原因たるべし．

然れども以上は純粋なる養素の消化狀態なり．若し食物中に不消化分を含有する時はその消化の程度全くこれに異なる，動物の皮膚及び毛髮，植物の植物纖維素は大部分小腸に於て變化を蒙ることなし然のみならず植物纖維素の如きは單に自身が不消化なるのみならず，蛋白質その他の養素を包繞する爲めこれら養素の消化を著しく障碍す．豆類，茸類の多量に蛋白質を有するに拘らず適當の調理法を講ぜざれば滋養分としてその效力少なきはこれが爲めなり．

Cannon[1] は猫に少量の次硝酸蒼鉛を加へたる種々の食物 25 cc を與へ Röntgen を以て撮影しその狀態を檢したるに，脂肪は胃より壓出せらるること遲く常に同一の歩調を以て小腸に入り大腸に出づるを以て小腸内に脂肪の堆積すること少し，これに反し糖質は胃を去ること早く且つ容易なるを以て一時腸に多量の糖質を見る．一般に蛋白質は胃より逸出すること遲しと雖も脂肪と異なり比較的多量に腸管内に滯溜す，これらの關係上腸管内に於ける各養素消化の模樣異なれり．各養素が攝食後大腸に現はるる時間は平均糖質にありては 4 時間，蛋白質は 6 時間，脂肪は 5 時間を算すと云ふ．

1 Cannon: Amer. J. poys. 12, 487 [1905]

小腸に於て未だ消化せられざる食物は吸收せられずして殘れる一部の消化産物及び膽汁，酵素，腸上皮細胞，粘液及び白血球等と共に大腸に運ばる．

小腸内容の酸性度は pH 5.7 乃至 6.6 の間にあり食物内に於ける脂肪，蛋白質，糖質の量に偏重あるも酸性度は影響を受くることなし．[1]

第四章　大腸内の消化作用

大腸に於ては小腸の内容物と共に入り來れる酵素の爲めに尙消化作用繼續せられ胃，小腸に於て開始したる消化作用を完成す，大腸より分泌せらるる液汁は僅かに少量の Erepsin 及び澱粉酵素を含むに過ぎざるを以て消化機能に與かること甚だ少なし．その外大腸内には細菌も亦多量に存在し蛋白質の一部はこれが爲め腐敗に陷り，糖質の一部はこれが爲めに醱酵作用を受く脂肪は腸管内にて細菌の作用を蒙ること小なるものの如し．腸管内に於ける常住性細菌の好氣性に屬するは主として大腸菌，好氣性乳酸菌にして嫌氣性に隷するは腐敗菌及び不働性酪酸桿菌等なり．

酵素の作用　大腸の上部 1/3 の處にてはその内容未だ輕稠にして水分に富みその反應は殆んど弱鹽性若くは中性なるを以て小腸酵素即ち蛋白酵素，脂肪酵素，澱粉酵素，蔗糖酵素等はよくその作用を繼續す，且つその部に於ては吸收を充分ならしめん爲め内容物が速に通過し去ることを妨ぐる目的にて抗蠕動作用行はれて輕稠なる内容物はよく混和吸收せらる，尾端に赴くに從ひその内容漸次濃厚となり(固形分 30—50％となる)，糞樣の性質を帶ぶ．ここには緩徐なる蠕動行はれ肛門の方に靜かに内容物を送る．

腸腐敗

消化酵素の作用は單に養素を水解して之を簡單なる構材に變ずるのみに

1 Grayzel 及 Miller: J. Biol. 76, 423, [1928]

して此際遊離する Energi の量は僅小に過ぎず，かくして發生したる構材は吸收せられ體細胞の利用に供せらる．然れども一部不消化の養素(彈力素，生の卵白，植物纖維素等)が吸收せられずして大腸に至れば其處に蕃殖する微生物の食餌に用ゐらる．此時養素は先づ水解を蒙むるも，次で種々の分解に陷る．

糖質醱酵

糖質の細菌性分解中最も重要なるものは乳酸醱酵

$$C_6H_{12}O_6 = 2\ CH_3CHOHCOOH$$

及び酪酸醱酵なり．

$$C_6H_{12}O_6 = CH_3CH_2CH_2COOH + 2\ CO_2 + H_2$$

尙嫌氣菌の作用により植物纖維素より Methan 醱酵行はれ腸瓦斯內 Methan の一部を形成す．

蛋白質腐敗

蛋白質が大腸に於て細菌の作用を蒙むり腐敗に陷る際先づ發生するは Amino-酸にして此ものは更に炭素酸基若くは Amino-基に於て分解を受く，卽ち或は Carboxyl-基を失ひて Amin となり(I)，或は先づ Amino-基を失ひて脂酸若くは其誘導體となる(II)，其何れの作用が主となるかは條件によりて異なるものの如し．又勿論是等二作用相踵で行はるることあり(III)．

(I). $R\cdot CHNH_2\cdot COOH \xrightarrow{-CO_2} R\cdot CH_2NH_2$

(II). $R\cdot CHNH_2\cdot COOH \xrightarrow[-NH_3]{+H_2} R\cdot CH_2\cdot COOH$ 又は $R\cdot CHNH_2\cdot COOH \xrightarrow[-NH_3]{+O} R\cdot CO\cdot COOH$

(III). $CH_2NH_2\cdot COOH \xrightarrow[-NH_3-CO_2]{H_2} CH_4$

Amino-酸より腐敗菌の作用により發生する Amin 類を擧れば．

CH_2NH_2COOH Glycocoll → CH_3NH_2 Methylamin

CH_3CHNH_2COOH Alanin → $CH_3CH_2NH_2$ Ethylamin

$(CH_3)_2CHCHNH_2COOH$ Valin → $(CH_3)_2CH\cdot CH_2NH_2$ Isobutylamin

$(CH_3)_2CH\cdot CH_2\cdot CHNH_2\cdot COOH$ Leucin → $(CH_3)_2CH\cdot CH_2CH_2NH_2$ Isoamylamin

$(CH_3)(C_2H_5)CHCHNH_2COOH$ Isoleucin → $(CH_3)(C_2H_5)CH\cdot CH_2\cdot NH_2$ Ethylmethylethaylamin

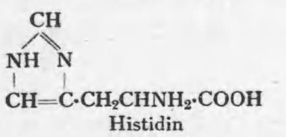
$C_6H_5CH_2CHNH_2COOH$ Phenylalanin → $C_6H_5\cdot CH_2\cdot CH_2NH_2$ Phenylethylamin

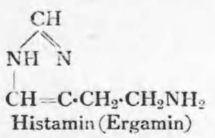
$HO\cdot C_6H_4\cdot CH_2\cdot CHNH_2COOH$ Tyrosin → $HO\cdot C_6H_4CH_2CH_2NH_2$ β-Oxyphenylethylamin (Tyramin)

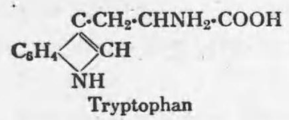
$HN=C(NH_2)\cdot NH\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH(NH_2)COOH$ Arginin → $HN=C(NH_2)\cdot NH\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2CH_2NH_2$ Agmatin

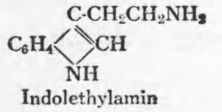
$H_2N\cdot CH_2\cdot CH_2CH_2\cdot CHNH_2\cdot COOH$ Ornithin → $H_2N\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2NH_2$ Putrescin

$H_2N\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH(NH_2)COOH$ Lysin → $H_2N\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot NH_2$ Cadaverin


Histidin


Histamin (Ergamin)


Tryptophan


Indolethylamin

Isobutylamin 以上 Hexylamin 迄は血壓上昇の作用(動脈小枝の平滑筋を收縮するが爲なり)を呈す．殊に此作用は Benzol-核又は異性環狀核入る時に著しく Phenylethylamin にては脂肪屬-Amin よりも5倍以上其働强し，殊に Tyramin は血壓上昇の作用大にして常に病的に血壓高きは

Tyramin の吸收によるものなるべし. 卽ち是等の作用は副腎の分泌物 Adrenalin と等しく交感神經刺戟時と同樣の結果を呈するなり. 久しきに亙れば腎臟及び血管に障碍を招來すべし. Tryptamin にも同樣の作用あり.

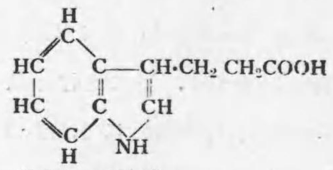
Diamin (Putrescin 及び Cadaverin) は他の Amin に比し毒性小なり. Monoamin と異なり血管內に注射せらるる時は血壓を降下す. Cystin-尿症及 Cholera の際尿中に出づ.

Histamin は又麥角 (*Claviceps purpurea*) 中に含有せらる. 上揭の他の Amin 類とことなり Histamin を血管內に注射すれば毛細管の弛緩起り血壓下降す. 此時肺, 心, 腎の血管收縮し, 稍多量にては氣管小枝は痙攣性の收縮を起す. (海猪にては 0.5 mg の Histamin にて數分間に窒息して死す). 又子宮筋其他 (胃, 腸, 瞳孔收縮筋) 等を收縮す. 血液は毛細管壁の透過性亢進に伴ひ其水分を失ひて濃厚となる.

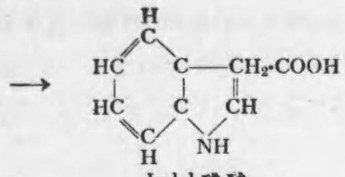
此等鹽基性腐敗產物は殊に有害にして多量に發生し吸收せらるる時は眩暈, 嘔吐, 頭痛, 血壓上昇等の徵候を呈することあり, 所謂自家中毒之なり, 之か爲一部の營養論者は盛に肉食の不可なることを唱ふ.

Amino-酸より腐敗菌の作用にて Amino-基脫により發生する**脂酸誘導體**が好氣菌の爲に酸化を蒙むれば炭素鎖短縮し簡單なる化合物に變ず. 卽ち

1. Tyrosin よりは $OH\cdot C_6H_4\cdot CH_2CH_2COOH$ (p-Oxyphenylpropion-酸) ⟶ $OH\cdot C_6H_4\cdot CH_2COOH$ (p-Oxyphenyl-醋酸)
   之より更に ⟶ $OH\cdot C_6H_4\cdot CH_3$ (p-Kresol) ⟶ $OH\cdot C_6H_5$ (Phenol) 發生す.
2. Phenylalanin よりは β-Phenylpropion-酸 ⟶ Phenyl-醋酸發生す.
3. Tryptophan よりは

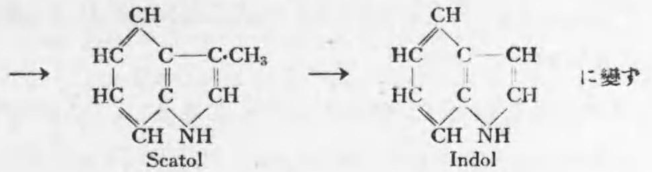


Indolpropion-酸



Indol-醋酸

發生し之は更に



Scatol　　Indol

に變ず

此の內 Indol は Scatol より遙かに有害にして頭痛及び焦燥の原因たることあり.

腐敗の際發生したる物質が吸收せらるる時其一小部分 (例へば脂酸) は養素として用ゐらるるも芳香族例へば Phenol, Kresol, Indol, Scatol 等は人體に有害なるを以て體內に於て一定の化學變化を受けて無害の化合體となり尿中に排泄せらる, その多くは硫酸又は Glycuron-酸と化合して存在す, 腐敗產物の他の一部は吸收せらるることなくその儘糞中に排泄せらる. 大腸內に於て腐敗作用の結果有害なる分解物發生するに拘はらず人體に害を及ぼさざるは腐敗作用が一定の度を超えざるに基因するものなり. これ一方には大腸に於て頻りに吸收作用行はれ腐敗を受くべき物質減少し又水分を失ふこと多くして細菌の發育に適せざることと同時に, 他方には糖質醱酵の結果生じたる酸の爲にその內容物酸性に變じ細菌の作用を弱むるによる爲めなるべし. 尙細菌によりては糖質充分に存する間は主として之に其 Energi を仰ぎ蛋白質を餘り分解せざるものも多し故に乳糖等腸の上部にて消化せらるることと比較的困難にして腸の下部に到達し其處に於て細菌の爲めに醱酵を受くるものは腸內蛋白質腐敗を減少せしむることを得.

牛肉及び卵蛋白質は還元作用を惹起すること大に, 乾酪素は其力最も弱はく, 植物性蛋白質は其中間にあり. 澱粉, 蔗糖, 葡萄糖, 果糖, 麥芽糖等容易

く吸收せらるるものは還元抑止の效少なきも糊精及び乳糖には其作用大なり．脂肪は何等の影響を呈せず．牛乳は單純に又は他の食物と共に攝取する時常に還元を阻止する能を有す．果物及び蔬菜にも一定の還元抑止の力あり (Bergeim[1])．Kefir 及 Yoghurt 等乳汁酸酵物は蛋白質腐敗を抑制するに有效なりとて盛に宣傳せら居れり．Metschnikoff は Yoghurt は大腸内腐敗を減少せしむると，Yoghurt を常用する Bulgaria 地方に高齢者多きとより Yoghurt を長壽の藥として愛用したりと雖も直接の作用あるに非ず．

これを要するに蛋白質腐敗は人體に對して毫も有益なるものにあらず，その一定度を超ゆる時は反て害を來たすものこす，これに反し次に述ぶる所の植物纖維素の醱酵は人體にも有益なり．

植物纖維素の醱酵 植物性纖維素に圍繞せられたる養素は胃，小腸等に於て酵素の作用を受くること難く，大腸に於て醱酵作用に遇ひ植物纖維素の被包を脫するに及んで始めて酵素の作用に與かるものなるにより，植物纖維素の醱酵は植物性食物の消化上要用なる作用たるを失はず．往時はこの醱酵は植物に存する纖維酵素の如きものにて行はること考へこれに相當する酵素を腸粘膜に求めんこ試みたりしも常に失敗に終れり．要するに纖維素は細菌によりてのみ分解せらるるものにしてこれに二樣の醱酵あり．一は沼氣醱酵にして他は水素醱酵なり．前者にありては少量の炭酸及び沼氣の外に多量の揮發性脂酸(醋酸，異性酪酸等)を生じ，後者にありては水素及び炭酸以外に醋酸，異性酪酸及び痕跡の Valerian-酸を生ず，これら二種の醱酵は概ね共に行はるるもその主なるものは沼氣醱酵なりこす．

醱酵產物中水素及び沼氣の如く無益にして單に肛門より排泄せらるるものありこ雖も同時に有益なる物質も亦稍多量に生成せらる，細菌は植物纖維素を分解して先づ葡萄糖こなし(一部はその儘吸收せらるべし)更にこれより乳酸，酪酸等を發生す，これらは體内に吸收せられて Energi の源

1 Bergeim: J. of biol. chem. 62, 49 [1924]

泉たるここを得べし，食草動物は食餌中の植物纖維素の約50—80％を利用するを得．人間にては食草動物の如く植物纖維素を利用するここ大ならずこ雖も軟き蔬菜及び五炭多糖類等は25％以上も之を消化するここを得．

鷄を全く無菌的に飼養する時はその發育著しく阻害せられ體重は漸次減少し遂に鷄は一ケ月を出でずして斃る，然れども若しその半途に於て細菌を含有する鷄糞若くは鷄の腸中に常住する大腸菌を與ふる時は暫時にしてその體重增加し發育常に復す，これ穀粒の植物纖維素破碎して養素の消化に便ならしむるのみならず，臨時に體外より入り來れる有害の細菌を殲滅する作用を有するならむ．

腸瓦斯 腸内に存在する瓦斯は腸内に於て腐敗及び醱酵作用によりて發生したる瓦斯こ食物こ共に嚥下したる空氣の殘餘よりなる．その主なる成分は炭酸，水素及び窒素にしてその他食草動物にありては多量の沼氣を含む．その外に少量の硫化水素，Methylmerkaptan を含有し，酸素は殆んご全くこれを缺く，沼氣は植物纖維素の沼氣醱酵の際に發生し，又蛋白質の腐敗によりても生ず．炭酸は糖質の醱酵，炭酸鹽の分解，蛋白質腐敗の爲めに生ず，水素は蛋白質腐敗，植物纖維素の水素醱酵，酪酸醱酵によりて生じ，硫化水素及び Methylmerkaptan の發生は蛋白質の分解による，獨り窒素は嚥下したる空氣の殘留せしものなり．以上述ぶるが如く腸瓦斯は主こして醱酵及び腐敗によりて生ずるものなるによりその組成は食物の種類によりて差異を呈す．次に例を擧げてその概略を示さむ．

	牛　乳	牛　肉	菜　食
炭　酸	9.9％	13.6％	34.0％
沼　氣	——	37.4	44.5
水　素	54.2	3.3	2.3
窒　素	36.7	45.9	19.1

第五章　吸　收

既に上章に記述したるが如く食物は消化管の各部に於て種々の消化酵

素の作用により分解せられて一糖類，脂酸，Glycerin 及び Amino-酸の混合物に變ず．而してこれらの分解産物が消化管を通じて遞次運輸せらるる間に消化管壁の細胞は一定の物質を攝取す，この現象を吸收作用と稱す．

消化管より各種の物質が吸收せらるる量は消化管の各部により各差あり其主なる要因は 1．被覆上皮の性狀，2．吸收表面の面積，3．食物が吸收面と接觸する時間，4．消化物の量，等なり．今消化管各部の吸收能力を考ふるに

口腔及食道　口腔，咽頭及び食道の上皮は比較的厚く，且是等の處には糖質消化の度少なく，脂質及び蛋白質は未だ水解を蒙り居らず．又食物の停滯することきを以て養素は殆んど全く吸收せられず，然れども或種の藥劑は透過力强き爲め舌及び口腔粘膜を通じ吸收せらる．

胃　胃に於ても吸收小なり，水は殆んど吸收せられず．Alcohol は吸收せらるること易く其他少量の糖，Amino-酸竝びに他の有機物も吸收せらるといふ．

小腸　小腸は最もよく吸收に適する部なり，ここに空腸及び十二指腸の下部に於て然り，之れ小腸の表面は約半平方mに過ぎざるも多數の指樣突起により其眞正吸收面は約10平方米に達すること，且つ食物は胃より腸に入りてより吸收を了せらるる迄約 4—6 時間の久しきに亙り此處に止まるを以て吸收に最も良好なる要因完備せる爲なり．

大腸　に於ては主として水分を吸收してその内容物を濃厚ならしめ以て糞の生成に資するに過ぎず．

吸收作用は特殊の機構を有する上皮細胞膜を隔てて濾過作用，滿散作用及び滲透作用により營まる．

第一節　水分及び鹽類の吸收

水分の主として吸收せらるる場所は小腸にして胃に於て殆んど吸收せらる

ることなし．食物の大腸に達する時期に至りてその中に含まるる水分は他の成分と共に甚しく減少す．水分の吸收に際し胸管内に於ける淋巴の分量は特に大なる影響を受けず，これ蓋し吸收せられて淋巴腔及び小淋巴管に集まりたる水分は直ちに循環速なる血管内に移行するに因るものならむ．種々の鹽類の水溶液も亦小腸に於て吸收せらる．然れどもその吸收に難易あり，腸粘膜を透過し得る鹽の溶液は吸收せられ然らざるものは鹽分のみならずその水分も亦吸收せらるることなし．この事實は Starling に從て次の如く考ふることを得．先づ說明を簡單ならしめんが爲め粘膜の内外ともに同じ溶質 A を同じ濃度に含有し，内側には尙その外に該膜を透過せざる B なる物質の一定量を有するものと假定せむ．然る時は B の存在により内側の滲透壓高きを以て水分は膜を通じて外側より内側に赴き滲透壓を平均せしめんとす．然れどもこれが爲め外側に於ける A の濃度は内側に於ける A の濃度よりも大となる，故に若し A が膜を通過し得るものなる時は A は膜を通じ内側に向て彌散し兩側に於ける A の濃度を均一にす，これと同時に兩側に於ける滲透壓は再び障碍せられ内側に於ては B の存在に基因する分壓に相當し外側よりも大なる滲透壓を有するにより，水分は外側より内側に移るべし，かくの如き現象は絕えず反復せられ終に外側に在りたる鹽溶液は鹽類水分共に内側に移行すべし，これに反し A も亦非透過性物質なるときは初め滲透壓の差により水が外側より内側に赴き兩側に於ける滲透壓が均一となりしのみにして止まるべし．Starling は主として血漿中に存する蛋白質を以て上に述べたる B に相當するものとなしこれに基因する滲透壓は 30 mm 水銀の壓に過ぎざるもこれを以て優に水及び鹽の吸收を說明するに足れりと稱せり．

諸種の鹽類が腸管より吸收せらるる難易を檢するに鹽化物，臭化物，沃化物，蟻酸鹽，醋酸鹽，Propion-酸鹽，酪酸鹽，Valerian-酸鹽，Capron-酸鹽等は吸收さるること甚だ容易く硝酸鹽，乳酸鹽，Salicyl-酸鹽，Phthal-

酸鹽等はこれに亞ぐも硫酸鹽，燐酸鹽，Ferrocyan-酸鹽，Capryl-酸鹽，Malon-酸鹽，琥珀酸鹽，林檎酸鹽，枸櫞酸鹽，酒石酸鹽等は既に吸收遲緩にして水を保持すること強く爲めに腸蠕動を增進せしめ下劑として作用す，蓚酸鹽及び弗化物は毫も吸收せらるることなし．

何故に鹽類が腸粘膜を通過するに難易あるかに就ては根據ある說明を缺く．等しく重金屬鹽にても鐵鹽は十二指腸より吸收せられその上皮細胞中に顆粒となりて出現するに反し，他の重金屬鹽は吸收せられざるを以て見れば鹽類の透過性も亦主として腸細胞の働によりて定めらるるものならむ．又上記諸種鹽類被吸收性とその瀰散性との間に何等の關係を認むることなし，但し吸收せられ難きものは皆 Calcium と不溶解性の化合物を作るものなれどもこの性狀は單に細胞が鹽類を吸收する機能に影響を與ふる一條件に過ぎずしてこれを以て未だ細胞壁の透過性を說明することは能はざるなり．

第二節　糖類の吸收

食物として攝取せられたる多糖類，二糖類は皆各自に適應する酵素の爲めに分解せられて一糖類となりたる後始めて吸收せらる．Cori[1] が鼠に就て檢査したる處によれば諸種一糖の吸收速度は Galactose＞葡萄糖＞果糖＞蒟蒻糖＞Xylose＞Arabinose (110 : 100 : 43 : 19 : 15 : 9) の順序に遞減す．澱粉，糖原等の如き多糖類は膠質性物質なるを以て直接吸收せらるることなきは當然なりと雖も，蔗糖，乳糖等の二糖類は溶解性瀰散性共に大なるに拘らずその儘腸より吸收せらるることなきは甚だ奇とすべき現象なり．これ糖類の吸收も亦全く腸上皮の特殊作用に基くに因るものにして豫め腸の上皮を破壞し置くときは一糖類の吸收も甚しく阻害せらるるを見む．

1 Cori: J. Biol. Chem. 66, 691 [1925]

Alcohol, Glycerin, 乳酸等糖質に類似したる物質はよく吸收せらる．

糖質の消化せられて一糖類となりたるものは直ちに吸收せられ腸管壁の淋巴腔に入るも滲透壓の差に從ひ毛細管內の血液中に入り漸次悉く循環の盛なる血管中に移るを以て，食物として攝取せれたる糖質は皆門脈を經て體內に入る．これ胸管の淋巴中に於ける糖量は食後と雖も常に一定し門脈血中の糖量は食後著しく增加する所以なり．

故に糖質に富みたる食事の後に於ては門脈血內の糖量著しく增加し約3倍に達す．然れども血液のひとたび肝臟內を通過するやここに於て糖は糖原に變形して沈着せらるるにより肝臟より流出する血液中の糖量は頓に減少すべし．肝臟內に於ける糖原の量は饑餓時に於ては甚だ僅少なりと雖も食後に於ては往々10％に及び18％に達することも甚しく稀ならず，然かのみならず糖原は少量に肝臟以外體內到る處に存在し筋肉の如きは約0.4％の糖原を含有することあり．かくの如く體內に吸收せられたる過剩の糖は糖原の狀態にて蓄積せらるるも體內に於ける糖原の含量には限りあるを以て糖の供給一定度を超越する時はその餘は脂肪に變じて含蓄せらるるなり，尤もこの際行はるる化學變化は吾人の未だ全く明かにすることは能はざるものなり．

一糖類中葡萄糖，果糖，蒟蒻糖及び Galactose は體內に於て糖原に變化せらるるも他の六炭糖類及び五炭糖類は糖原の生成に與からず．

第三節　蛋白質の吸收

蛋白質は消化管內に於て酵素の爲めに Amino-酸に分解せられたる後吸收せらる，尤も生新の卵白の如く比較的消化せらるることは難き蛋白質を多量に攝取する時は卵蛋白素の一部は其儘吸收せられ悉く尿中に排泄せらる．かく異種の蛋白質は吸收せらるるも體內にて利用せらるることなく其儘排泄せらるるのみならず，異種の蛋白質は免疫性抗體の發生を促がし過敏性衝擊症を惹起す．然るに是等は平常に見る現象ならざるより考ふる

時は蛋白質の儘吸收せらるるこさは稀且僅微なるものなるべし，又中間消化産物なる Pepton も一部は吸收せらるべしさ雖も Pepton を直接に血液中に注射するさきは衝撃症に似たる中毒症候を呈し盡く尿中に排泄せらるるを以てその儘腸より吸收せられて多量に血液中に入るこさは頗る疑はし，これに反し犬，鼠等に胃蛋白酵素，膵蛋白酵素を以て全く分解したる蛋白質又は合成的に製造したる Amino-酸混合物を脂肪及び澱粉さ共に與へてこれを完全に飼養せしめ得るを以て見れば蛋白質は盡く Amino-酸に分解せられたる後吸收せらるるものさして考ふるを妨げず.

かくして腸管内に於て發生したる Amino-酸の大分はその儘血管内に吸收せらるるものの如くこれが爲め血液中の Amino-酸量は空腹時の約倍量に達す，これらの Amino-酸は體内各組織に至りて沈着せられ其一部は各自固有の蛋白質生成若くは分泌物生成に用ゐられ他の部は徐々に再び血液中に放出せられ肝又は腎にて Amino-基を分離しその窒素は尿素に變化せられ窒素を含まざる部分は處々の組織に運輸せられて力源さなる.

Abel は生體瀰散法[1]により血液中より Amino-酸を分離することを得たり．即犬の血管より血液を Collodium 管に導きて之を食鹽溶液に對して透析せしめたる後再び血液を犬の血管内に復歸せしめ絶えず Collodium 管内に血液を循環せしむる時は Amino-酸は食鹽溶液内に瀰散して他の非透析性の窒素化合物より分離するにより之を取り出すことを得.

吸收せられたる Amino-酸は門脈内に移行す故に胸管を結紮するも吸收作用に何等の影響を及ぼさず尿素の排泄も毫も平時さ異なるこさなし.

各 Amino-酸は腸より吸收せらるる速度等しからず(Wilson 及 Lewis[2])

Rubner の檢査によれば人は一日中に 880g の肉若くは 960g の卵中に存する蛋白質を悉く吸收利用し得るも植物性食品にては約 50％の窒素を尿中に排泄す，之れ蛋白質が植物纖維素を被むりて消化液の作用を受くこさ困難なるさ植物纖維素が食物の腸内に止まる時間を減せしめ且消化

1 Vividiffusion　2 Wilson 及 Lewis: J. Biol. Chem. 84, 511 [1929]

液の分泌を增大せしむるさに基因す.

第四節　脂肪の吸收

脂肪は腸内に於て脂肪酵素の爲めに脂酸及び Glycerin に分解せられたる後吸收せらる.

脂酸は鹽さして溶解し吸收せらるるさ考へられたりしも石鹸は pH 9 以下にては存在せず(Jarisch : Bioch. Z. **134**, 163, 1922) 且つ腸内容の pH 値は之より遙かに小なるを以て脂酸は殆んさ全く遊離の狀態にあり，故に斯の如き遊離の脂肪酸は Desoxy-Chol-酸等さ結合して Cholein-酸 (Wieland 及 Sorge : Z. f. Physiol. Chem. **97**, 1, 1914) を形成し表面張力極めて小なるよく瀰散する分子性化合物さなりて吸收せらるるものならむ(Verzar 及 Kutliy : Bioch. Z. **205**, 369; **210**, 265, 281, 1929).

吸收せられたる脂酸は腸の上皮細胞内にて先づ燐脂質に變じたる後中性脂肪に變ずるものの如し(Sinclair[1]). かくして生じたる脂肪は先づ微細なる顆粒さなりて原形質内に現はれ尋で細胞間隙より絨毛隙に出で絨毛筋の作用によりて中央乳糜管.腸淋巴管を經て胸管に入る此際白血球が脂肪運輸の任に當るこさ大なるものの如し，脂肪は水に溶解するこさ極めて僅少なるを以て血管内に瀰散するこさ能はず，その大部分は淋巴管を經て胸管に集中す，然れさも胸管を通過する脂肪は吸收せられたるものの約 60％に過ぎず，その餘の 40％は或は血管中に移行するか或は腸壁の組織内に沈着するか全く不明なりさす.

脂肪吸收の主さして行はるる處も亦小腸なり食道及び胃に於ては脂肪の吸收を見るこさなく，食物の大腸に移る頃は既にその脂肪の約 95％を失ふ.

人は 100—120g 以上の脂肪を消化吸收するこさ不可能なるものの如しさいふ.

1 Sinclair: J. Biol. Chem. 82, 117, [1929]

燐脂質は酵素にて水解せられたる後吸收せらる. Cholesterinester も亦大部分水解せられて Cholesterin となり膽汁酸によりて吸收せらる. Sitosterin は吸收せられず Ergosterin は光線照射を受けるものに限り吸收せらる.

第五節　屎

屎は食物の消化及吸收せられずして殘留する部分, 消化液殘留物及び剝離消化管壁上皮細胞に屬する部分及び腸內細菌の屍體の三種屬の物質より構成せらる.

食物を攝取せざる時に於ても屎は常に成せられ, 兩端を閉塞したる腸索內にも亦饑餓期屎に似たる物質を認む. 是等は何れも主として消化管上皮細胞及び細菌より成る.

消化液の殘留物として屎中に存するは主として膵液及び腸液中の酵素及び膽汁色素の誘導體にして唾澱粉酵素は胃にて又 Pepsin は腸にて破壞せらる.

食物攝取時にては角, 樹脂, 蠟, 骨, Elastin, 植物纖維素等の不消化分屎中に現はる. 食物攝取と同時に消化液分泌量增大し之に因する屎の構成分も亦增大す.

屎の色彩, 屎の色彩は膽汁色素に基因し, 腸內細菌の爲めに還元せらるること大なれば Mesobilirubinogen (Stercobilinogen) となりて存し, 還元の度弱く又は腸內容の疏通速かなる時は變化せざる Bilirubin を混入す, Chlorophyll 及び血色素等を大量に食物中に含有する時は是等も亦屎の色彩に影響を及ぼす.

屎の反應 は概して中性に近きも弱鹽性若くは弱酸性なること少なからず, 通常 pH 8.43 と 5.16 との間にあり. pH 7—8 なる時は多くは固形を呈し; pH 6—7 なる時は固形なるものと液狀なるものと互に相半ばし, pH 5 以下にては皆液狀を呈す. 一般に固形屎は鹽性, 液狀屎は酸性なり (Schaudt[1]).

1 Schaudt: Bioch. Z. 165, 136 [1925]

屎の反應は腸內に於ける腐敗作用, 醱酵作用の程度如何によりて異なるものの如く若し腸の下部に於て腐敗作用盛に行はれ芳香性產物竝に安門性物質多數生成せらるる時は屎は鹽性反應を呈すべく, これに反し若し醱酵盛に行はれ多量の脂酸發生する場合には屎は明かに酸性を帶ぶるに至るべし, 食肉時には中性若くは鹽性の屎を生じ糖質を多量に食する時は酸性の屎を出すは全くこれが爲なるべし. 屎が特異の惡臭を放つは大腸に於て蛋白質腐敗の爲めに生じたる Skatol の存在によるものにして時として之に低級脂酸の匂を混ず.

本邦人屎に於ては乾量約 20—30 g, 窒素量約 2—3 g を普通とす. 水分は凡そ 70—85 % を占む.

腸粘膜より Cetylalcohol 分泌せられ此のものは通屎劑として作用するものの如し (Schönheimer 及 Hilgetag: J. Biol. Chem. 105, 73, 1934).

第八編　呼吸作用

細胞は酸化を營む際酸素を消費し炭酸及び水を發生す．此時用ゐらるる酸素は血液中に存する酸素により供給せられ，此血液中の酸素の缺損は肺に於て大氣より補はる．之れと同時に血液は又細胞にて發生したる炭酸を受容して之を肺臟に運輸し之を外氣中に排除す．かくして呼吸瓦斯交換は血液と組織間(內呼吸)及び外氣と血液間(外呼吸)の二段に行はる．外呼吸は殆んど全く肺臟に於て行はれ，常氣溫に於ける吾人の皮膚呼吸は全呼吸の1.5％に過ぎず，尤も氣溫高く且つ大に發汗する際には屢その倍量若くはそれ以上に上ることあり．

第一章　血液瓦斯

血液は常成分として酸素，炭酸，窒素の三瓦斯を含む，これら瓦斯は眞空內に於て悉く血液より發散す．37度の血液100 cc. 中に含有せらるる是等瓦斯の量は次の如し．

	酸　素	二酸化炭素	窒　素
動　脈　血	18.5	52	1.2
靜　脈　血	14	56	1.2

是等の量を是等の瓦斯が同溫度の水の中に溶存せらるべき量と比較するに此間に差あることを認むべし．卽37°の水100 cc. 中に溶存する瓦斯の量は一氣壓下の斯に於ては

酸素	2.4
二酸化炭素	55.0
窒素	1.2

なり．然るに肺氣胞內空氣の組織は酸素15.2容，窒素79.6容，二酸化

炭素5.2容なるにより之ニ接觸する水100 cc. は

酸素　　$2.4 \times \frac{15.2}{100} = 0.36$ cc.

二酸化炭素　$55 \times \frac{5.2}{100} = 2.86$ cc.

窒素　　$1.23 \times \frac{79.7}{100} = 0.98$ cc.

の瓦斯を溶存するに過ぎざるべく，又血液ニ同樣なる食鹽を含む水溶液は更に瓦斯を溶存するこニ小なるべし.

かく血液は同溫度の水溶液に比し遙かに多量なる酸素及び炭酸を含有するは單に物理的に吸收の法則に從つて溶存する以外に化學的に解離性化合物ニして含有せらるる爲なり.

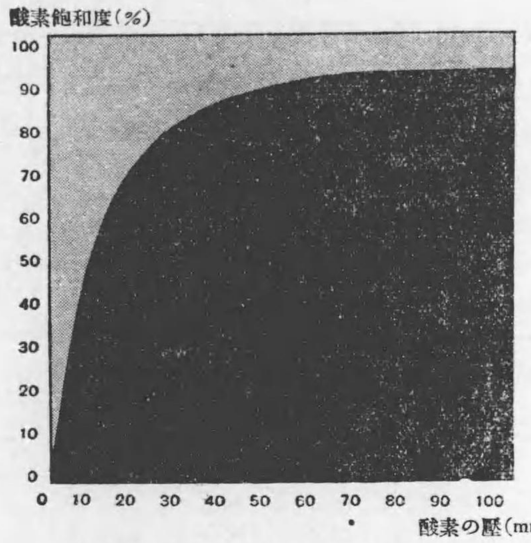
第一節　血液中に於ける瓦斯の狀態

第一項　酸　素

上述せるが如く血液が同溫度の水溶液に比し極めて大量の酸素を含有するは全く大部分の酸素が血色素ニ解離性化學物を形成するが爲めなり. 故に若し廻轉沈澱器を用ゐて血液を血漿ニ赤血球ニに分離する時は血漿は單に物理的に溶解する量に相當する酸素量を有するに過ぎずして大部分の酸素は赤血球に存するを認むべし. 從て血液中の Hemoglobin の含量大なる程酸素の吸收せらるるこニ亦大なり，Hemoglobin が酸素ニ結合して酸素-Hemoglobin を形成する時は 1g の Hemoglobin は 1.34 cc. の酸素ニ結合す. 然れごも此化合物は解離性を有するを以て之ニ接觸する酸素の分壓が減少する時は Hemoglobin ニ結合する酸素の分量も亦減少す. 今種々なる酸素の氣壓に於ける酸素-Hemoglobin 及び Hemoglobin の量を擧ぐれば次の如し.

酸素の壓	酸素-Hemoglobin	Hemoglobin
0 mmHg	0%	100%
5	37	63

10	55	45
20	72	28
40	84	16
50	87	13
100	93	7



各酸素壓に於ける酸素-Hemoglobin(黑色)と還元 Hemoglobin(灰色)との平衡(Barcroft に據る)

第　10　圖

酸素-Hemoglobin の解離曲線は溶液の含鹽量及び酸度により影響を受くこニ大なるが故に血液の呈する酸素-Hemoglobin 解離曲線は純粹酸素-Hemoglobin 溶液に於けるものニ相違す. 之れ恐らく是等の電解物が Hemoglobin の膠質性に變化を及ぼし Hemoglobin が幾分子か集合したるもの生じ酸素の結合力を減少するものならむこいふ.

電解質の影響　酸素張力低き際には酸素-Hemoglobin の解離は鹽類の存在にて著しく增進せらる. 例へば溫度 38°，酸素張力 10 mmHg なる時は鹽類含有 Hemoglobin 溶液の飽和度は純粹 Hemoglobin 溶液に於けるよりも半減す. 此影響は酸素張力大なる時には出現せず. 酸素張力が 100

mmHg の際には Hemoglobin と酸素との化合力は寧ろ増大す，故に血液中に於ける鹽類の存在は血液が肺臟は於て酸素を受納し，組織に於て酸素を放出するに利あり．

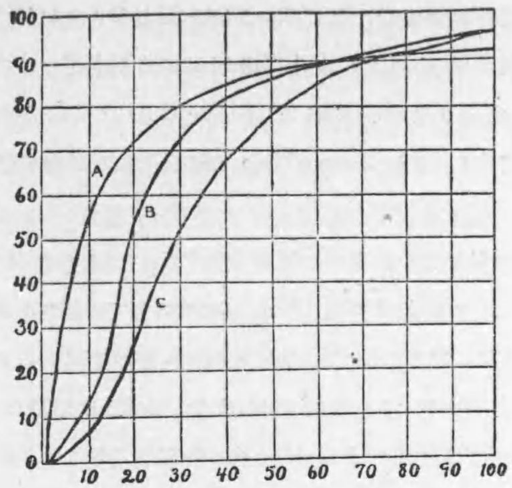
炭酸瓦斯の影響　血液が炭酸瓦斯を含有すること大なれば其酸性度増大し從つて酸素-Hemoglobin の解離を促進す，此影響も亦酸素張力が小なる時に明かにして，肺臟に於ける酸素-Hemoglobin の生成には何等阻止を與へざるも組織に於ける酸素-Hemoglobin の解離を大にし組織に對する酸素の供給を容易ならしむるに利あり．

炭酸以外の酸例へば乳酸の如きも炭酸に類似せる作用を有すと云ふ．

人血內 Hemoglobin の酸素抱合度に對する酸素及び二酸化炭素の張力の影響

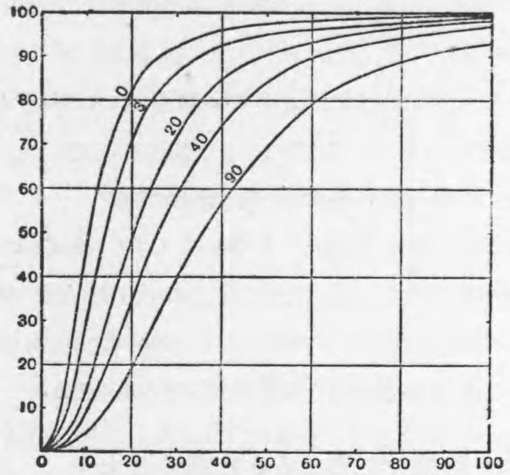
O_2 張力	物理的酸素溶存量	酸素抱合度			
		CO_2=3mm	=20mm	=40mm	=80mm
0	0.00	0	0	0	0
5	0.012	13.5	6.8	5.5	3.6
10	0.025	38.0	19.5	15.0	8.6
20	0.05	77.6	50.0	39.0	26.0
30	0.075	92.0	72.2	60.6	49.8
40	0.100	96.7	87.0	76.0	63.5
50	0.125	98.5	93.3	85.5	76.9
60	0.150	100.0	96.3	90.5	85.0
70	0.175	100.0	98.0	94.0	90.3
80	0.200	100.0	99+	96.0	93.7
90	0.225	100.0	100	97.5	95.7
100	0.25	100.0	100	98.6	97.1
760	1.90	100.0	100	100.0	100.0

溫度の影響　酸素-Hemoglobin の解離は酸素の壓不變なる時は溫度上るに從ひ増大す．卽 100 mmHg の張力を有する酸素と平衡狀態にある血液は 38° に於て 93 %の飽和度，25° に於て 98 %の飽和度を有し；10 mmHg の張力下にては 38° に於て 56 %，25° に於て 88 %の飽和度を有す．　之より明なるが如く肺及び組織に於ける酸素張力の差により利用し得らるる酸素の



A—Hb 溶液
B—20mm CO_2 壓下の Hb 溶液
C—40mm CO_2 壓下の血液

第 11 圖



各 CO_2 壓下の人血解離曲線（Barcroft に據る）

第 12 圖

量は高溫時に於て低溫度よりも遙かに大なり．　之れ恒溫動物の方冷溫動物よりも有利なる點の一なるべし．

第二項　炭酸

100 cc. の水は體溫及び組織內に於ける炭酸の壓（60—75 mmHg）の下には

僅かに5 cc.の炭酸瓦斯を溶解するに過ぎざれども靜脈血100 cc.は約56 cc.の炭酸を溶存す，これ炭酸瓦斯は血液中に物理的に溶解し居るのみならず尙血漿及び血球內成分と化學的に結合し居るが爲めにしてこの炭酸は一は重炭酸曹達として存し，他は Hemoglobin と結合したる狀態に於て存在するものの如し．

血液の炭酸運輸能に對しても重要なる作用を有するものは Hemoglobin なり，之れ Hemoglobin と酸素-Hemoglobin とは酸としての强さを異にしpH 7.25 に於て HbO_2 は2當量の滷と結合し K_2HbO_2 の狀態にあるも，組織の處にて酸素を失ひて Hb となる時は酸性度減少し同じpH に於て約1.3當量の滷を結合するに過ぎず．卽ち $K_{1.3}H_{0.7}Hb$ の狀態となり0.7 mol の滷を遊離し $KHCO_3$ に變ぜしむ．之に反し肺臟に至りて再び HbO_2 となる時は酸性度增大して0.7 mol の $KHCO_3$ を分解し其滷を奪取し之と結合する爲め炭酸を遊離せしむ．

血液中に呼吸せらるる炭酸の量は血液中の酸素の張力大なれば少しく減少するもその度は僅少なり．

第三項　酸化炭素，酸化窒素，靑化水素

人誤つて酸化炭素，酸化窒素，Cyan-瓦斯等を吸入する時はこれらの瓦斯は血液中に入りて Hemoglobin と結合す，而してかかる化合物は酸素-Hemoglobin に比しその解離度遙かに少なるを以て Hemoglobin と酸素との結合を妨げ動物は終に酸素不給の爲めに窒息して斃るるに至る．

第二節　血液中に含まるる瓦斯の張力

組織及び肺臟に於ける呼吸の關係を明かにせんとするには血液內に存する瓦斯量の外に尙ほ其張力を知ることと極めて重要なり．これ肺臟對血液，竝びに血液對組織間の瓦斯交換には瓦斯の張力が重要なる要因なるを以てなり．

瓦斯の張力は液中に存する瓦斯の量以外に尙溫度及び酸性度によりて異なる．之れ遊離溶存する瓦斯及び解離性化合物として存在する瓦斯は共に溫度の上昇に從ひその張力を增大し，又解離性化合物の解離度は活躍性酸度[H^+]により變化するを以てなり．

Krogh は微量氣體張力計を考案して動脈血若くは靜脈血內の瓦斯張力を測定したり．之れ瓦斯が之を溶存する液體に接觸する際には瓦斯相に於ける瓦斯の張力と液相に於ける瓦斯の張力との間には常に一定の平衡維持せらるるを以て其際の瓦斯相內に於ける瓦斯の張力を測定する時は液相中に於ける張力を知ることとを得るが爲なり．Krogh は直徑約2 mm の小なる空氣泡の周圍に迅速に動脈血若くは靜脈血を環流せしめたり．該氣泡は容積0,004 cc，表面積約0.125平方 cm にして表面：容積の比約30なるを以て氣泡と周圍液との間の張力の平衡極めて迅速に行はるるが故に平衡成立後の氣泡を纖細に目盛せられたる毛管內に移して其容積を測定したる後，稀薄なる苛性曹達にて處理して CO_2 を吸收せしめ，又滷性 Pyrogallol 液に酸素を吸收せしめ，此等の處置によりて減少したる容積より氣泡內に於ける此等瓦斯の量を知り之より氣泡內に於ける瓦斯の張力を算出することとを得．

かくの如き方法を用ゐて血液中に於ける瓦斯の張力を測定するに動脈血內に於ける酸素の張力は84—100 mm 水銀壓，靜脈血に於けるものは約30—60 mm 水銀壓にして動脈血內炭酸の張力は約40 mmHg，靜脈血に於けるものは約42—46 mm 水銀壓なりと云ふ．

第二章　肺臟呼吸

酸素を含むこと少なく，炭酸に富める靜脈性血の肺動脈を傳はりて肺臟毛細血管に至るや其數約7—8億の肺氣胞（其表面積約100平方m）內に在する空氣より盛に酸素を攝取すると同時に又これに炭酸を與へて動脈性

血に變ず，この作用を肺臟呼吸と稱す．

大氣の組成は酸素21％(其分壓は約160)及び79％の窒素よりなるも氣胞に達する頃は著しく其組成を異にす，之れ吸入せられたる大氣(平常吸入量約500 cc) は直接其儘氣胞を滿たすものにあらずして上氣道中に殘留する約150 cc.の呼氣と混じ且つ37°に相當する水蒸氣にて飽和したる後全氣胞中の空氣(2000—2500)と混合する爲め吸氣後と雖も氣胞內空氣の組成の動搖するこさは比較的小にして酸素の變動は0.5％，炭酸の變動は之よりも小なり．

肺氣胞內空氣の組成は酸素14.6，二酸化炭素5.6％なり．水蒸氣は約50 mmの張力を有し其餘の710 mmの內酸素の分壓は104 mm，二酸化炭素分壓は40 mmなり．

斯の如き氣胞內空氣が毛細管內血液と接觸する時酸素は104 mmの分壓を有する氣胞內より約30 mmの張力を有する血液內に移行すべく又炭酸の壓差は遙かに小なりと雖も炭酸の彌散速度は酸素に比し約25倍も大なるを以て優に血液氣胞間の炭酸の移行を得しむべし，Krogh の計算によれば氣胞より血液中には1分間に約2.5 l の酸素移行するを得べく又炭酸は僅々1mmの壓差にて每分500 ccの移行可能なり．

成人は其體重1 kg に對し1分間に約0.43 g 若くは300 cc の酸素を吸入し0.5 g若くは250 ccの二酸化炭素を排泄し，酸素及び炭酸の容積比は約100 : 85なり．吸氣は水蒸氣を含有すること僅小なるに反し呼氣は37°にて水蒸氣を以て飽和せられ居るを以て一日中に呼氣により人體より逸出する水量は約450 gに達すべし．

Schneider 及び Clarke[1] の檢査によれば飛行機にて大氣の上層に飛翔する際に於ける肺氣胞內の酸素及び炭酸の張力は下の如し．

1 Schneider: 及 Clarke: Amer. J. Physiol. 76, 453 [1926]

肺氣胞內酸素及炭酸張力

高　度 (feet)	瓦斯張力(五人平均) 炭　酸	酸　素
0	40.9	100.5
2000	40.1	97.7
3000	39.4	90.4
4000	35.3	90.5
6000	36.6	78.1
8000	35.7	67.2
10000	35.7	61.4
12000	32.5	58.1
14000	31.0	53.0
15000	29.2	49.8

第三章　組織呼吸

酸素に富み炭酸を含むこと比較的僅少なる動脈血がひとたび組織內の毛細管に達するや忽ちにしてその性狀を變じ，酸素に乏しく炭酸に富める靜脈血となる．　これ血液はここに於て酸化に必要なる酸素を組織に與へ，酸化の結果生じたる炭酸をこれより受くるが爲めにしてこの作用を組織呼吸と稱す．

組織に於ては酸化作用絕えず行はれ，爲めに酸素の需要甚だ旺盛にして殆んど遊離の酸素を存せず．これ組織を眞空に置くも毫もこれより酸素を抽出すること能はざる所以にして又體內に注射せられたる色素のここに達するや還元せられて褪色する所以なり．かくの如く組織には遊離酸素の存すること甚だ少なく從つて酸素の分壓僅微なるを以て，動脈性血のひとたびこれに接するや，その血漿中に溶在する酸素は壓差によりて忽ち組織內に彌散し，　爲めに血漿內に於ける酸素の張力減少するにより赤血球の酸化-Hemoglobin は一部解離して酸素を血漿に與へ更に酸素をして再び組織內に移行するを得しむ．　かくの如き現象は組織の酸素需要に應じて絕えず繼

續し，酸素-Hemoglobin は漸次 Hemoglobin に化し血液は終に靜脈性に變す．組織を辭去する靜脈性血は約11—16容量%の酸素を含有し，30—60 mm 水銀の張力を有す．Hemoglobin の飽和度は普通62—85%なり．

細胞間乃至組織間隙に於ける酸素の張力は細胞の行作度大なるに從ひて減少し，又血液の循行大なるに伴ひて增大す．Campbell[1] が皮下竝びに腹腔内に窒素を插入し一定時經過の後平衡に達したる瓦斯混合物を分析したる處によれば其等の張力下の如し．

	皮　　下	腹　　腔
温　血　獸	20—30 mm (猿は約 40)	30—40 mm (猿は 40 mm)
冷　血　獸	20—30 (蛙は 50—60)	——

組織に於ては酸化作用の結果として發生する炭酸の張力甚だ大にして，直接にこれを測定すること能はずと雖も膽汁は 51 mm の炭酸張力を有し，腸液は 59 mm，尿は 67 mm の炭酸張力を有するを以て見れば一般に組織内炭酸分壓は血液内に於けるものより遙かに大なりと考ふることを得べし．故に動脈血のひとたび毛細管に達するや炭酸は張力大なる組織(約 60 mm)より壓の小なる血液内に瀰散するは言を俟たずして明なり．靜脈性血は約55—70 容量%の炭酸を含有す．

Campbell の測定によれば皮下に於て CO_2 の張力は冷血動物にては 14—23 mmHg，温血動物にては 40—50 mmHg に達し；又腹腔に於て温血動物にては皮下と同じく 40—50 mmHg なり．冷血動物にては測定を缺く．

各組織1g が1分時間内に費消する酸素量 (cc) は行作の大小によりて異なりと雖も概ね下の如し．

腎臟		0.026—0.06	肺臟		0.015
肝臟		0.024—0.05	心臟		0.010
膵臟		0.03 —0.05	骨骼筋	休息時	0.004
顎下腺	休息時	0.027		活躍時	0.02—0.08
	活躍時	0.039			

1 Campbell: J. Physiol. 61, 248 [1926]

第九編　尿

動物體内諸臟器に於て廢頽せられ若くは燃燒せられたる不要產物は皮膚，肺臟，腎臟及び尿により體外に排除せらる，而して皮膚より主として排泄せらるるは水及び鹽類にして窒素はその中に1日約1gに過ぎず，肺臟は水分及び炭酸の排除を司どる．尿は主として食物の不消化分，腸内細菌の死體及び分泌液より由來する物質を保有し且つ腸に排泄せらるる色素，鐵，Calcium, Magnesium, 燐酸鹽等を含む．その内には1日約1—2gの窒素を含有するのみ，これに反し大部分の窒素は常に尿中に排除せらるるを以て尿は特に重要なる排泄物にしてその内に存する窒素化合物の量及種類の變化は體内に於て行はれつつある現象を窺知するに重要なる材料たり．尙窒素化合物以外に尿中には他にも亦甚だ緊要なる成分あり．加之ならず時として異常成分その内に出現し疾病の診斷及び治療上に甚だ參考となるものあり．

尿は腎臟より排泄せらるるも其成分中腎臟に於て生成せらるるものは馬尿酸及び安門のみに過ぎず，他の成分は體内各處にて生成せられ血行により腎臟に輸送せられて尿中に排除せらるるなり．

然れども是等諸成分の血液及び尿中に於ける濃度には大なる差異ありて是等成分の排泄に對し腎臟に於て特殊の機序行はるることを察知せしむ．

尿の生成に關して古來種々の說あり．Ludwig (1844) は絲毬體に於て血液より非膠質性成分濾過せられ是等の溶液が尿細管を通過する際水分呼收せられ濃縮すと說き，Bowman 及 Heidenhain は絲毬體にては水分及鹽類分泌せらるるのみにして有機性成分は腎細管上皮細胞にて分泌せらるると說けり．

Cushny (The Secretion of the, Urine 1917) は水及び非膠質性成分は絲