始

生化學提要

II

柿内三郎著

47
574a

生化學提要

1929

柿内三郎著

47-574

生化學提要目次

緒　論

第一編　糖　質

第一章　糖質の定義及その種類……頁3
第二章　一糖類……4
第一節　一糖類の一般性狀……5
第二節　一糖類の化學的合成……24
第三章　一糖類各論……27
第一節　六炭糖類……27
第二節　五炭糖類……31
第三節　Methylpentose……34
第四章　二糖類……36
第一節　非還元性二糖類……37
第二節　還元性二糖類……39
第五章　三糖類……42
第六章　四糖類……44
第七章　多糖類……45
第一節　澱粉類……45
第二節　Gom 類……54
第三節　植物纖維類……46
第八章　糖の誘導體……60
第九章　植物體內に於ける糖質の合成……65
第一節　原料……66
第二節　溫度……68
第三節　照明……68
第四節　內因……70
第五節　糖合成の假說……71

第二編　脂　質

第一章　單純脂質……75
第一節　單純脂質を構成する脂酸……75
第二節　單純脂質を構成する……Alcohol……79
第三節　脂肪……86
第四節　Sterinester……100
第五節　蠟……100
第二章　複合脂質……103
第一節　燐脂質……103
第二節　糖脂質……110

第三編 蛋白質總說

第一章 Amino-酸……114
第一節 Amino-酸の通性……117
第二節 Amino-酸各論……122
第二章 Polypeptid……135
第一節 Amino-酸の結合……135
第二節 Polypeptidの性狀……140
第三節 Proteose 及 Pepton…142
第四節 Polypeptid の分離……145
第五節 Polypeptid の構造……146
第三章 蛋白質の分析，特徵及び構造……149
第一節 Fischer の Ester-法…149
第二節 蛋白質內窒素の分布…151
第三節 蛋白質內 Amino-酸結合狀態……152
第四章 蛋白質の性狀……156
第五章 色彩反應……158
第六章 沈澱反應……161
第七章 蛋白質の生成……163

第四編 蛋白質分類

第一章 單純蛋白質……170
第一節 Albumin……170
第二節 Globulin……173
第三節 Prolamin……178
第四節 Glutelin……179
第五節 Histon……180
第六節 Protamin……183
第七節 硬蛋白質……187
第二章 複合蛋白質……191
第一節 核蛋白體……191
第二節 糖蛋白體……207
第三節 色素蛋白體……214
第四節 燐蛋白體……228

第五編 溶液論

第一章 各種の溶液……235
第一節 瓦斯體瓦斯性溶液の性狀……236
第二節 瓦斯體液性溶液の性狀·236
第三節 液體液性溶液の性狀…237
第四節 固體液性溶液の性狀…239
第五節 固性溶液……240
第二章 水の性狀……240
第一節 水の比熱能……240
第二節 水の表面張力……241
第三節 水の誘電恒數……241
第四節 水の構造……242
第五節 水の溶解作用……244
第六節 水の觸媒作用……244
第三章 滲透壓……245
第四章 Van't Hoff の溶液論·247

第五章 滲透壓の間接測定法……250
第六章 Ion-說……254
第七章 電離度……259
第一節 結氷法による電離度の測定……259
第二節 電導度法による電離度の測定……261
第八章 可逆反應……266
第九章 電解質の平衡狀態…270
第一節 Ostwald の稀釋法則…270
第二節 酸及び滷の强さ……272
第三節 多結滷性酸の電離……274
第四節 共通Ion-を有する電解質間の平衡……275
第五節 共通 Ion-を有せざる電解質の混合液……277
第六節 鹽類の水解……278
第七節 兩性電解質……283
第八節 等電點……286
第九節 電解質の溶解積……291
第十章 酸性度及び滷性度…292
第一節 活躍性反應及び持滿性反應……293
第二節 緩衝劑……294
第三節 活躍性酸度の測定……297

第六編 膠質態

第一章 膠質性溶液の性狀…317
第二章 界面現象……348
第一節 液體蒸氣間界面……348
第二節 溶液の表面張力……351
第三節 吸着……356
第三章 電解質の吸着……359
第四章 疎液性膠質の特徵…360
第一節 電解質の沈澱機能……361
第二節 析出する水溶體と共に沈澱する電解質……367
第三節 膠質析出の機序……368
第四節 保護膠質……374
第五章 親液性膠質の特徵…375
第一節 親液性膠質安定性の第二因……375
第二節 鹽析……377
第三節 Tannin による脫水作用……379
第四節 蛋白質の膠質性性狀…381
第五節 Donnan の定理……383
第六節 膠化體……387

第七編 酵素

第一章 反應速度……399
第一節 Ester の水解と水素-Ion-濃度……400
第二節 蔗糖の轉化と水素-Ion-濃度……401
第三節 滷に因る Ester の鹼化·402
第二章 觸媒作用……402
第一節 無機觸媒體……403

第二節 自家觸媒作用……404
第三節 異相系に於ける觸媒作用……404
第四節 觸媒の中毒……406
第三章 酵素總論……406
第一節 酵素の化學的本態……407
第二節 酵素の性狀……407
第三節 化學的物質の影響……408
第四節 酵素作用の特殊性……414
第五節 酵素作用の可逆性……417
第六節 酵素の化學力學……420
第七節 賦活體及招痹體……427
第八節 酵素の製出及精製……436
第九節 酵素の命名……434
第四章 水解酵素……435
第一節 糖質を分解する酵素…435
第二節 Esterを分解する酵素…444
第三節 蛋白質を分解する酵素…452
第四節 Amino-基を離解する酵素……466
第五章 酸化に與かる酵素…471
第一節 酸素賦活說……472
第二節 脫水素說……475
第三節 生體內酸化……481
第四節 各種の酸化酵素……484
第六章 Katalase……489
第七章 醱酵素……490
第一節 釀母內醱酵素……491
第二節 動物性醱酵素……493
第三節 乳酸醱酵素……497

第八編 細胞化學

第一章 細胞の構造……499
第一節 Cytoplasma……499
第二節 核……500
第三節 中心小體……502
第四節 Mitochondria……502
第五節 Golgi の裝體……503
第六節 Metaplasma……504
第二章 細胞の化學的成分…504
第一節 概說……504
第二節 細胞の無機成分……505
第三節 細胞內酵素……507
第三章 細胞の透過性……509
第一節 透過性及非透過性物質…511
第二節 細胞透過性を變化する要因……520
第三節 細胞透過性の諸說……525
第四章 細胞の滲透壓……528

第九編 組織及臟器化學

第一章 結核及び支拄組織…531
第一節 結締組織……531
第二節 軟骨組織……532
第三節 骨組織及び齒牙……534
第四節 皮膚……537
第二章 脂肪組織……540
第三章 筋肉組織……541
第一節 筋肉の蛋白質……542

第二節 筋肉の糖質……545
第三節 筋肉の含窒素浸出分…546
第四節 筋肉の非含窒素浸出分…550
第五節 脂質……552
第六節 筋肉の無機成分……552
第七節 平滑筋の化學……553
第八節 筋肉の收縮……554
第四章 神經組織……557
第一節 神經細胞及び神經纖維…557
第二節 神經組織の化學的成分…558
第三節 腦の組成……560
第五章 血液……561
第一節 血液の性狀……562
第二節 血漿及び血淸……566
第三節 赤血球……580
第四節 白血球……593
第五節 血小板又は塊球……595
第六節 血液凝固說……596
第七節 血液の水素-Ion-濃度…602
第八節 血液の組成……611
第九節 血液の量……615
第六章 淋巴……616
第一節 空腹時の淋巴……618
第二節 消化時の淋巴……621
第三節 淋巴腔液……621
第四節 淋巴の生成……624
第五節 漏出液，滲出液及水腫…628
第七章 消化腺……630
第一節 唾腺及び唾液……631
第二節 胃粘膜の腺及び胃液…635
第三節 膵臟及び膵液……640
第四節 肝臟及び膽汁……643
第五節 腸粘膜腺及び腸液……661
第八章 覺醒素腺及び覺醒素……664
第一節 甲狀腺及び Thyroxin…665
第二節 上皮小體……667
第三節 胸腺……667
第四節 副腎及び Adrenalin…669
第五節 腦下體……674
第九章 生殖腺及乳汁……676
第一節 睾丸及び精液……677
第二節 卵巢，卵及び胎盤……680
第三節 乳腺及び乳汁……686
第十章 爾他の臟器……696
第一節 脾臟……696
第二節 淋巴腺……697
第三節 腎臟……698
第四節 肺臟……699

第十編 消 化

第一章 口腔內消化作用……702
第二章 胃內消化作用……703
第三章 小腸內に於ける消化作用……707
第四章 大腸內の消化作用…713
第五章 吸收……721
第一節 水分及び鹽類の吸收…723
第二節 糖類の吸收……725
第三節 蛋白質の吸收……726
第四節 脂肪の吸收……728
第五節 屎……730

第十一編 呼吸作用

第一章 血液瓦斯……734
第一節 血液中に於ける瓦斯の狀態……735
第二節 血液中に含まるる瓦斯の張力……740
第二章 肺臟呼吸……741
第三章 組織呼吸……743
第四章 呼吸の調節……745
第五章 吸氣及び呼氣の化學的組成……746

第十二編 尿

第一章 尿の一般性狀……750
第二章 有機成分……757
第三章 無機成分……794
第四章 尿の組成……801

第十三編 養素の同化及び酸化

第一章 糖質中間代謝……805
第一節 糖の同化……807
第二節 糖の酸化……810
第三節 體內に於ける糖の生成·811
第二章 脂質中間代謝……813
第一節 蓄積脂質……814
第二節 糖質より脂肪の生成…816
第三節 脂酸の酸化……818
第四節 不飽和脂酸の酸化……824
第五節 側鎖を有する脂酸の酸化……825
第六節 二炭素酸の酸化……827
第三章 蛋白質中間代謝……828
第一節 Amino-基離解……829
第二節 硫黃の分解……844
第三節 組織代謝……845
第四章 核酸中間代謝……851
第一節 核酸の分解……851
第二節 Purin の生成……856
第五章 爾他化合物の酸化及び合成作用……858
第一節 酸化作用……858
第二節 合成作用……862

第十四編 代謝及び營養

第一章 物質代謝及び勢力代謝……869
第一節 代謝作用の研究法……870
第二節 物質代謝……880

第三節 勢力代謝……892
第四節 饑餓時の代謝……917
第五節 運動時の代謝……923
第二章 營養……929
第一節 攝取すべき養素の量…929
第二節 食物の選擇……972

第十五編 化學的調節作用

第一章 呼吸機能の調節……988
第二章 血管系の調節……988
第三章 消化機能の調節……991
第四章 代謝機能の調節……993
第一節 甲狀腺の作用……993
第二節 上皮小體の作用……996
第三節 副腎，腦下體及膵臟の作用……997
第五章 生殖機能の化學的調節作用……1004

第十六編 特殊免疫反應の化學

第一章 抗原……1007
第二章 抗體……1008
第三章 免疫反應の特殊性·1009
第一節 特殊糖質性物質の化學的性狀……1010
第二節 特殊肺炎菌糖質の免疫學的反應……1012

第八編　細胞化學

第一章　細胞の構造

細胞は Protoplasma の塊にして其最も簡單なる形は球狀をなすを常とすれども多數細胞の集合よりなれる生體にありては發育, 岐化, 周圍壓等の關係により細胞は種々の形態を表はす. 多くの場合には其周圍に細胞膜を有す此者は普通非活性物體にして Protoplasma の變化し若くは之より分泌せらる物質よりなるも時として Protoplasma 自身にして尙ほ發育力を保存するものあり.

Protoplasma 中に一體あり其形通常丸く之を核 (Nucleus) といふ. 其內部に又一個若くは數個の小體あり之を仁 (Nucleoli) といふ. Protoplasma のうち核の部を Karyoplasma といひ, 他の部分を Cytoplasma と稱す.

第一節　Cytoplasma

Cytoplasma を形成する物質は粘稠にして約 1.043 の比重を有す (Leontjew[1]) 之を中等度の顯微鏡にて見れば時として一見均一的なるも又屢〻顆粒狀の物質よりなる如き觀を呈す. 擴大度を强

1 Leontjew: Bioch. Z. 170, 326 [1926]

くして之を檢する時は更に複雜なる形態を示す．卽ち 1. 時として支持質をなすものは網目狀に連結し其間に基質(Hyaloplasma)充溢し，尙ほ網條に沿ひて Microsom 數多存在することあり．此の如き構造を主張するものを Flemming の**網狀說**となす． 2. 時として支持質をなすものは蜂窠壁狀に連結し其間の處は互に隔離せらると見ゆることあり．此の如き構造を主張するものを Bütschli の**蜂窠說**となす．此說によれば網狀纖維に見ゆるは窠壁の光學的截面，Hyaloplasma は窠內質の光學的截面に外ならざるべしと云ふ． 3. 然れども此等の構造は安定的のものならざるが如く本來は尙ほ微小なる顆粒 Microsom の集合よりなり之が凝固の狀態によりて或は蜂窠的構造となり或は網狀的構造となるものなりと考へらる之を Altmann の**顆粒說**と稱す．要するに此等の種々の狀態は時機に因りて同一組織に出沒し細胞の年齡，行作の時期により均一，蜂窠狀，網狀等の相を呈するものにして本來 Protoplasma は顆粒よりも尙ほ微小なる分散體より形成せらるるものなり．

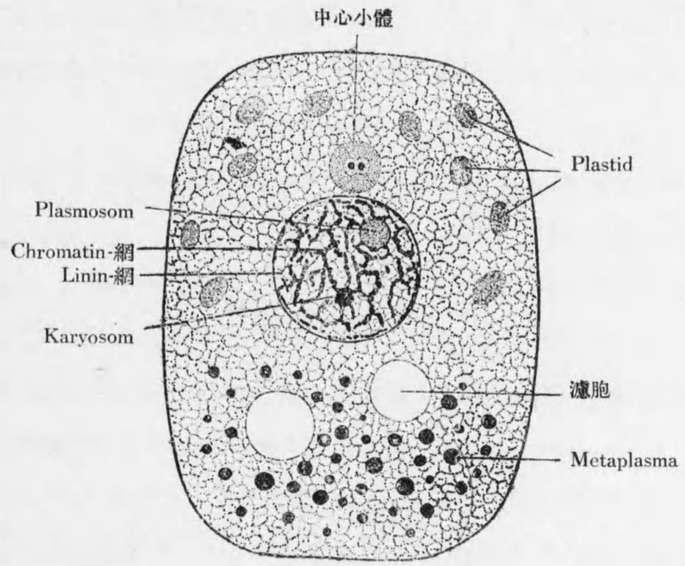
細胞(Amoeba 又は Echinoderm の卵)內に水溶液を注射すれば界面膜を形成することなくよく混合するに反し，Oliv-油，Paraffin-油，Chloroform 等を注射する時は此等の物質は直ちに球狀の滴を形成す．故に細胞原形質は水をよく透過せしむるも油を透過せしめざるを知るべし．

第二節 核

細胞中にある明亮秀銳なる小體にして之を細胞より切除する

も細胞は一定時間生存し調和的運動を營むことを得れども同化，生長，補綴の作用を失ひ早晩死することを免れず．卽ち異化作用は核の存在を要せずして一定時間行はるるも同化作用には核を必要とするものなるべし．

平常時(分裂時ならざる時)に於て核は丸き小體をなし普通核膜にて Cytoplasma より隔てられ膜の內部は不規則の網狀體を形



第 32 圖

成す．核の形狀は普通丸きを常とすれども筋肉細胞に於けるが如く橢圓形をなすものあり，白血球に於けるが如く不規則の形を有するものあり，又 Infusoria に於ては大核及び小核存在し接合時に於て小核は活躍性の大核に變ず．又同じく Protozoa の中には核質が微小なる顆粒 Chromidia として Cytoplasma 內に散在することもあり．

核の支柱質を形成するものは網狀體にして此者は Linin と稱せらるる Cytoplasma 樣の染色せざる物質と之に支へらるる染色性物質 Chromatin によりて構成せらる. Chromatin は主として核酸を含有し其形狀多樣にして時として縮合して大なる塊を形成することあり.

核中に一個若くは多數の仁 (Nucleoli) と稱するものあり之に二種を區別すべく其一は單に Chromatin-網の結節點に過ぎずして之を Karyosoma と稱す. 他は眞の Nucleolus にして Cytoplasma を染色する色素にてよく染まり Plasmosom と呼ばる.

網目の中間部は透明, 難染色の物質にて充滿せらる, 此の物質を核淋巴[1]と稱す.

第三節 中心小體

中心小體は Hematoxylin にて强く染色する一個若くは二個の小なる Centrosom 及び之を圍繞する Cytoplasma 樣の輻射圈よりなる. 通常核に近き Cytoplasma の部にあれども時として *Ascaris megalocephala* の如く核中に存することあり又上皮細胞にては表面に近き細胞端に位す.

第四節 Mitochondria

Mitochondria は Cytoplasma 內にありて Janus 綠B (Diethylsafraninazodimethylanilin-鹽化物) にてよく青綠色に染色する成分にして細胞の種類により其形狀顆粒なるあり線條なるあり網狀なるあり其大小多少種々なりと雖も同種類の組織にては動物の種屬を異にするも相似たる形狀を有するにより各細胞の特異官能に關係を有するものの如し. 一般に幼稚にして酸化旺盛なる細胞に多く, 老衰して酸化作用減退したる細胞に少なし. Alcohol, 醋酸, Ether, Chloroform 等の溶媒に溶解するも, 豫め Formalin-重-Chrom-酸鹽を以て固定したるものは Altmann, Benda, Bensley 等の方法により染色せらる. Osmium-酸にて黑變し, Sudan III にては染色せず. 鐵を含まず. 燐脂質との結合物よりなるものの如し.

1 Karyolymph

第五節 Golgi の裝體

Golgi の裝體は Osmium-酸にて久しく處理せらるる時黑變し, 又重-Chrom-酸鹽にて適當に固定せらるる時銀鹽とよく化合する網狀體にして Cytoplasma 內に存在し細胞の官能に伴ひて其位置及形狀を變化するものの如し. Alcohol に溶解す.

膵臟及び唾腺の腺細胞にては Golgi の裝體は核と腺腔との間に位し, 甲狀腺にては核と周椽との間に存在す. Reiss[1] は猫の腦下體の前葉を構成する細胞は避色素性, 染滷色性及染酸色性の時期を經過することを發見し之に伴ひて Golgi の裝體の位置も亦變ずることを認めたり. 卽避色素期にては細胞は休息の狀態にあり此時は Golgi の裝體には特別の序列なし, 染滷色期にては裝體は核と細胞周圍椽の間に位し, 染酸色期には核と中央部の間に存在す.

1 Reiss: Compt. rend. **87**, 255 [1922]

第六節 Metaplasma

Cytoplasma 中に存する色素體, 糖原, 油體, 分泌物を稱して Metaplasma と稱す. 此等物質は絶えず其量を變じ細胞の機能に伴ひて增減す. 細胞體構成分として必須のものとは認められざれども事實上此 Metaplasma と Cytoplasma とを完全に區別するは至難なり.

第二章 細胞の化學的成分

第一節 概 說

細胞は極めて微細なるを以て其内容を純粹に取出すこと難く得て細胞間物質が挾雜する恐あるのみならず水, Alcohol, Ether 等の添加によりて既に或成分の分解を免れず. 故に細胞を構成する化學的成分を悉く列擧するは甚だ困難なり. 然れども細胞の主なる成分は蛋白質, 脂質, 糖質, 水, 無機鹽類, 酵素等にして此等は膠質性竝に晶質性溶液として Cytoplasma 及び Karyoplasma を構成し, 尙其外 a)脂質, 糖原, 蛋白質又は其水解物等の如く細胞質の組構及び機能の原料として必要なる物質. b)尿素, Purin-體, 乳酸等の如き細胞排泄物. c)細胞の特殊生成物等を一時含有す, 此等は時として Metaplasma として顯微鏡的に他の物質より區別せらるることを得.

細胞は常に外圍の液體と接觸し. 其液體中には細胞自身の

作用によりて發生したる生成物竝びに多數の外來物質存在す. 此等物質の中一部は細胞により攝取せらるると同時に他は細胞内に入ることを拒止せらる. 之れ主として細胞膜及び Cytoplasma の特殊の機構に基因する現象なるべし.

尙細胞は同時に數多の行作を營むことを得. 例へば肝細胞は糖を糖原に變ずるか又は其逆反應を營み; Amino-酸若くは安門鹽より尿素を作り; Hemoglobin 又は其分解物より Bilirubin を作り; Chol-酸を生成して之を Glycocoll 若くは Taurin と結合せしめ, Phenol 又は之に類似したる有害物質を硫酸鹽に變じて其毒性を減少せしむるが如し. 而して此等諸作用が纔かに十數 μ の直徑を有するに過ぎざる細胞内にて行はるるは蓋し種々の成分が膠質の狀態に於て細胞内に含有せられ各種の機構を維持するが爲なりと考へらる.

第二節 細胞の無機成分

細胞内には普通 Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, 鐵, 鹽素, 弗素, 燐酸, 炭酸等が或は全く無機鹽の狀態に於て又は蛋白質, 脂質, 糖質等と有機性鹽を作成して存在し, 一は細胞の滲透壓の維持に參與し, 他は諸種膠質の性狀を變化して細胞の機能を達成せしむ.

細胞内膠質が鹽類竝びに酸, 滷の存在によりて其性狀を異にするは著明なる現象なり細胞の如き微細にして且つ複雜なる作用系に就ては鹽類若くは酸, 滷の添加の及ぼす影響の機序を的確に列擧することは至難なるも今 Lecithin 又は蛋白質溶液の如

く簡單なる膠質溶液に對する無機質の影響の大なるを見ても明かに之を認むることを得べし．例へば Lecithin の水溶體を Ether と振盪するも Lecithin は容易に Ether に移行することなく水の分子との結合甚だ強きものなるに此際若し之に鹽類を添加するか又は之に適宜の酸度を附する時は容易に Ether に移行するが如く，又蛋白質の解離度，粘稠度，分散度等に對する無機質の影響の大なるは既に各所に於て夫々記述したる所なるが如し．

又 Lecithin 及び蛋白質の混合膠質性溶液に鹽類若くは酸，滷を添加する時は兩種膠質に作用し且つ其度に種々に差あるにより極めて複雜なる關係を發生せしむ，況んや細胞 Protoplasma の如き複雜のものありては鹽類，酸及び滷等無機成分の分量的竝びに性質的變化によりて諸種の影響を招來することは想像するに難からず．

尙時として Mangan, 沃度，砒素，亞鉛，Aluminium, 硅酸，硼素等も亦微量に細胞内に含有せらる其量は小なりと雖も必須なる點に於て他の無機物質に讓らざるものあり．例へば黑カビの正常的發育には微量の亞鉛を必要とし，又 Mangan を全く缺如する時は黑カビは Conidia を發生せず又其量充分ならざれば Conidia の黑味少なきが如く，又カラス麥の培養には少量の Mangan, 玉蜀黍には硼酸，甜菜には Aluminium を必要とするが如し，之れ恐らく此等物質は觸媒質として作用し，其量の多少によりて或は反應を促進し或は之を抑遏するものならむ．例へば乳酸醱酵に對し硫酸銅竝びに昇汞は有害なるも其微量は反て醱酵を助成するが如し．

細胞の耐熱域は Cytoplasma 内に存する鹽類の爲めに上下に擴大せらる．例へば溫泉中に生存する生體は其 Cytoplasma 中に多量の鹽類を含むが故に耐熱性を有するが如く又或甲蟲及び蝶類は −8° 迄冷却せらるるも鹽類の存在により結氷點降下せるが爲め凍氷せざるが如し．又苦の如きも其鹽類を含有するが爲め寒冷に對し抵抗大なり．

第三節　細胞内酵素

細胞内には常に多數の酵素存在す．其多くは膠質の性狀を有するものの如く時として Protoplasma に附着すること强く容易に浸出せられず．時として一定部位に限局して存在することあり．細胞内酵素は各々特殊の作用を有し又屢〻需要に應じて新生するの觀あり．例へば *Aspergillus niger* の乳酸石灰を以て培養したるものは蔗糖酵素を含有するも乾酪素を分解する酵素を缺く然るに若し豫め培養基に乳汁を用ゆる時は乾酪素を凝固せしむる性狀を帶ぶるに至るが如し．又動物に一定酵素を注射する時之に對する抗酵素が發生することも亦酵素の生成を證するの一例なり．斯の如く細胞には各種特殊の酵素存在するを以て細胞は種々の化學的處理に對し抵抗を呈することを得．細胞内に於て細胞固有の蛋白質は何等消化を受くることなくして他種蛋白質を消化し得るが如きは全く之が爲なるべし．

細胞内に於て多くの化學反應が自然的に順序よく行はるるは如何なる機序によるやを考ふるに蓋し Hofmeister の云ふが如く之には反應を止むるが如き能因と，他の反應を起す如き能因との存

在を必要とし，酵素が此等兩樣の作用を營むものならむ．即ち

1. 酵素は環境に於ける成分の僅微なる變化によりて其作用或は阻止せられ又は促進せらる．彼の Phenol, Hydrochinon, Pyrogallol 等を酸化する Laccase を Alcohol を以て分劃沈澱せしむるに Mangan の含量に從ひて製劑の作用に强弱あり從てムラサキウマゴヤシの Laccase の如く Mangan 含量小なるものは其働も亦微弱なるが若し之に Mangan を添加する時は其働增進す．又膵澱粉酵素を透析して全く之れより鹽類を除去する時は其作用消失し之に鹽化物を添加するに際し其作用復活す．釀母も亦透析に際し醱酵作用を失ひ之に透析質を加ふる時は煮沸したる透析質にてもよく釀母の作用を復活せしむることを得．又釀母を Ultra-濾過法にて分離するに非濾過質及び濾過質共に單獨にては其作用を示さざるも兩者を合するに際し其作用再び出現す．

多くの酸，滷，鹽類，は酵素の作用を增加せしむ．例へば Katalase は少量の滷にて著しく其働を增大し，Glycocoll, Alanin, Leucin, Tyrosin, Glutamin-酸等は大豆尿素酵素の作用を增大せしむるが如し．

2. 或種の酵素は酵素原の狀態に於て細胞內に存在し適當なる干涉加はりたる時初めて活性を呈するに至る．

3. 酵素の作用によりて發生したる分解產物は該酵素の作用を抑制すると同時に其が爲に他の酵素の働を惹起せしむることを得．

勿論以上の關係のみを以て細胞內に行はるる諸種の現象を說明するは不可能なるべしと雖も消化管內にて胃蛋白酵素，膵蛋白酵素，腸蛋白酵素其他の酵素が都合よき順序を以て作用するによりて考ふる時は細胞內に於ても都合よき機構の存することは想像するに難からず．

生體內に於て行はるる化學變化は時として甚だ旺盛にして反應速度急劇に增加す．一般に反應速度を變化せしむるは Ostwald の唱ふる如く溫度，濃度及び觸媒體の三者なるが生體にては溫度及び濃度の變化大なる能はず主として觸媒體によりて反應速度の調節を行ふ．

第三章　細胞の透過性

養分が細胞にて用ひらるる際は先づ細胞內に攝取せらるることを要し又細胞內にて反應の結果發生したる不要產物は細胞より排除せらるるを要す．故に細胞の膜又は原形質の外層は或種物質に對しては之を透過せしめ，他種物質に對しては之を透過せしめざるを要す．

或種植物の細胞膜は半可透膜の性狀を有し水は透過せしむるも幾多溶液を透過せしめざるものあり．例へばムラサキオモト (*Tradescantia discolor*) の葉より薄き上皮を剝取り其小片を種々の濃度の蔗糖液に投ずるに溶液の濃度が一定度を超過する時は原形質は纖維素よりなる細胞壁を離れ收縮す此の現象を漿質剝離[1]と云ふ．之れ該細胞は半可透の原形質層を有する爲め此細胞を其內容の滲透壓よりも小なる濃度の蔗糖液に投ずる時は水

1 Plasmolyse

のみ細胞内に浸入するにより原形質は膨脹し到る處纖維素壁に密着するも，之と反對に蔗糖液が濃厚なる時は細胞内部より水のみ竄出して原形質縮小し處々に於て細胞纖維壁より剝離するに至るが故なり．故に若し細胞を其内容物よりも高張なる溶液に入るる際直ちに漿質剝離を起し且つ久しく其狀態を維持する時は該植物細胞は該溶液に對し半可透なりと稱するを得べし．

此漿質剝離の方法によりて檢する時は多くの植物細胞は蔗糖，Amino-酸，中性有機酸鹽等に對し半可透なることを知るべし．動物の細胞にては細胞内に水の浸入する時其容積を增加し，又細胞より水が竄出する時其容積を減少するを以て容積の變化により半可透の性狀如何を窺知することを得．此法によりて檢する時は動物性細胞も亦蔗糖，Amino-酸，中性有機酸鹽等に對し半可透なること知られたり．

然るに一價の Alcohol, Aldehyd, Keton 等は容易に動植物細胞中に侵入し，又 Glycerin, 尿素等は徐々ながらも細胞内に侵入す．今 *Hydrocharis* (トチカガミ，水鼈)の根毛を 7.5 % 以下の濃度の蔗糖溶液に投ずる時は毫も漿質剝離を起さざるも濃度 7.5% に達する時は 10 分を出でずして速かに漿質剝離を起し且つ久しく其狀態を存續す之れ全く細胞内に蔗糖の入る能はざるに依つて起る現象なり．然るに若し 7 %の蔗糖液に 3 %の割に Methylalcohol を加へたるものに該根毛を投ずる時は溶液の滲透壓は 35 % の蔗糖溶液に相當するに拘らず毫も漿質剝離の現象を見ることなし之れ Methylalcohol が直ちに細胞内に竄入するが爲めに Methyl-

alcohol は細胞の内外に等しく分布せられ細胞に對し液が高張を保つ能はざる故にして，若し Alcohol に代ゆるに尿素を以てする時は先づ弱度の漿質剝離行はれ此は暫時の後消退す之れ尿素は徐々に細胞内に透入するが爲なり．

以上の事實によりて之を見るも細胞は之に接觸する溶液中より或物質の透入を許し他の物質を阻む如き機構を有することを知る，其機構とは如何なるものぞ，以下少しく之を考察せむ．

第一節　透過性及非透過性物質

第一項　有機物

分子大なる有機質は分子内に比較的非極性を有する部($-C_2H_5$, $-C_4H_9$, $-C_6H_5$ 等の基)と比較的極性を有する部 (-COOH, -OH, $-NH_2$ 等の基)とを有す．各種溶媒に對する溶解度の如き分子の性狀は是等極性及非極性簇の一方又は他方が分子内に於て比較的優勢なるか否やに基因するものの如し．

最も非極性大なるものは炭化水素なり．此等は最も容易に細胞内に浸入し．細胞と周圍の液とは直ちに平衡狀態に達す．Overton は Methan, Pentan, Amylen, Acetylen, Benzol, Xylol, Naphthol, Phenanthren 等にて之を證明したり．

炭化水素より誘導せられ多少極性簇(-OH, -COOH, $-NH_2$ 等)を有するものあり．此等の物質の性狀は是等極性簇の數及性質並びに分子殘餘分の性質に關係す．極性簇一つにして殘餘分が炭化水素の性狀を有する時は化合物は容易に細胞内に進入すべし．Nitroethan, Methylamin, 一價の Alcohol (Methylalcohol,

Ethylalcohol) 等及び脂酸等に見るが如し. Alcohol の場合にはCの鎖長き程, 進入の度容易なり. 脂酸の場合に於ても亦之と同じく炭素數の增大と共に進入する力大となる.

二個の極性簇が一分子内に存する時は進入の速度大に遲れ, 三個以上となる時は遲緩の度更に大なり. 之れ Alcohol に例をとりて明なる處にして Ethylalcohol は容易に細胞内に進入するも Ethylenglycol は進入の速度遲れ中等大の細胞にては5—15分後に漸く平衡に達す, Glycerin に至りては更に速度遲く植物細胞にては容易に漿質剝離の現象を認むるを得べし. 尤も此場合には時を經るに從ひ漿質剝離より回復す. OH基の數增し Erythrit となる時は進入の速度益〻遲く漿質剝離解除の起ること甚遲し, 六價の Alcohol (Hexit) は最早殆んど細胞内に入るの能を缺く, (Hexylalcohol は容易に細胞内に進入す, 故に六價の Alcohol の細胞内に入ること困難なるは分子大なるが爲めに入り難きに非ず. OH 簇の數增すが主なる原因なりとす).

糖類も亦 Alcohol に似たる關係を有す. 之れ Aldehyd 又は Keton 基が Alcohol 分子に入るも侵入力には大なる影響を與へさるが爲なり. 各種の六炭糖類及二糖類は大體に於て Hexit に似たる進入度を示す, 然れども糖に全く透過性なしと考ふるは非にして事實に於て細胞は糖を養分として攝取するのみならず, Overton の方法にて漿質剝離解除如何によりて透過性を判定するは粗なる方法なり. 誰れかよく高張の糖液に久しく觸接したる細胞膜は其性狀を變ずることなしと云はんや.

Amino-酸の場合に於ても糖に似たる關係あり. Amino-酸には

$-NH_2$ 及 -COOH 簇あるを以て透過性甚だ遲し. 然れども Amino-酸が生機的に植物細胞に入り得ることは疑ふ餘地なし. Höber 及 Hemmesheimer が Amino-酸及糖は或種細胞の透過性を減少せしむることを見たるは Overton の漿質剝離の法による結果と生機的事實の相違を說明するに足るものあらむ.

上に敍ぶるが如く分子内に -OH, -COOH, $-NH_2$ 等の極性簇を插入する時は透過性減少す. 之に反し若し $-CH_3$, $-C_2H_5$, $-C_6H_5$ 等を分子のHの代りに置換し非極性分を增加せしむる時は透過性增進すべし. 此時は分子の大さは大となるも進入する度は反て容易となるを見るべし. 例へば Overton が擧示せる如く Glycerin に Mono-, Di-, Triethylin 等の置換體を作る時は置換の度と共に進入力增大すべく, 醋酸-Ester (Mono-, Di-, Triacetin) にも亦同樣の關係を認む, 尿素は竄透力比較的小なるも Methyl 及 Ethylurea となる時は透過性大に, Diethylurea は尙其度更に大となり Triethylurea に至りては瞬間的に進入す. Alkaloid の場合に於ても Alkyl-基の插入は透過性を增大せしむ. 卽 Overton は Morphin の OH の H に CH_3 を置換したる Codein は遙かに Morphin よりも透過性大なるを見たり. Overton は是等の關係より見て糖は或は此の如き置換體となりて後初めて細胞内に入るに非ずやと注意したるも無機鹽類は此の如き置換を受け得ざるも尙よく細胞内に入り得るにより見れば恐らく此の如き說明は不要なるべし.

炭素化合物の透過性は -OH 簇に代りて Halogen 原子插入せらるる時に增大す, 例へば Overton に從へば Glycerin の Chlorhydrin

1 1923. Arch. f. Ges. Physiol. 189, 564

誘導體の內 Monochlorhydrin は Glycerin よりも透過性大に, Dichlorhydrin は更に之より大に, Trichlorhydrin は最も早し. 之は鹽化-Ethyl, 臭化-Ethyl, 沃化-Methyl, 鹽化-Ethyl, Chloroform 等が母體炭化水素と殆んど同等の速度にて進入する能力あることと一致する事實なり.

卽有機化合物の場合に透過性と化學的構造との間に一定の關係あることを知るべし. 一般に非極性型は透過力を增進し, 極性型は反對の作用を有す. 然れども最も多く極性を有する化合物と雖も全く透過性を缺くに非ず.

第二項 鹽類

鹽類は極性度大なるにより, 炭化水素及其 Halogen-誘導體の如く速かに透過する能はざるべく, 實際に於ても Overton は漿質剝離の實驗に於て多くの無機鹽類は細胞に入ること能はず漿質剝離は永久に存續することを認めたり. Overton が全然漿質剝離解除起らずと斷じたるは誤なるべしと雖も數量的に他の有機物に比し鹽類が甚だしく遲きは事實なりとす.

細胞に鹽類が透過し難く且つ問題簡單ならざるは或種細胞と其周圍介劑とに於ける鹽類含有量を比較するも明なるべし. Hoagland 及 Davis[1] は Nitella なる藻の細胞汁と池水中の鹽類を測定し下の如く各種異なる割合に攝取蓄積せらるるを見出したり.

1 Hoagland 及 Davis: J. Gen. Physiol. 5, 629 (1923)

	細胞汁百萬に對し	池水 100 萬に對し	濃厚度
Na	230	5	46
K	2,120	*	?
Ca	410	31	13
Mg	430	41	10
Cl	3,220	32	100
SO_4	800	31	26
PO_4	350	0.4	870

* 200 cc の水より鹽化白金加里の可測量の沈澱を得ず

動物の細胞に於ても血球及血漿間に鹽類の含量に著しき差あり Abderhalden[1] によれば馬の血球及血漿 1000 分中に於ける Na 及 K の含量は

	血球	血漿
Na	....	4.358
K	3.326	0.254

なるを見, Höber[2] は筋肉內には殆んど $Na^{\cdot}$ 及 Cl' なきを見たり. 是等より考ふれば動物並びに植物細胞に於て鹽類及其 Ion が內部より外部に又外部より內部に出入するは自由ならざる如き觀あるも何時かは出入することは考へざるべからず各種鹽類が細胞內に進入し得ることは明かにして Overton が漿質剝離の方法により鹽類は細胞內に進入せざることを斷じたるの誤なることは Osterhout[3] によりて證明せられたり. Osterhout は Spirogyra に $NH_4^{\cdot}$, $Cs^{\cdot}$, $Rb^{\cdot}$, $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Li^{\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Sr^{\cdot\cdot}$ 及 $Al^{\cdot\cdot\cdot}$ 等の鹽類溶液を作用せしむるに何れも初め漿質剝離起り, 次で漿質剝離解

1 Abderhalden: Z. f. Physiol. Chem. 25, 65 [1898]. 2 Höber: Arch. Ges. Physiol. 150, 15 [1913], 3. Osterhout: Science, 34, 187 [1911]

除行はるるを認めたり．尤も其後再び細胞膜の障碍により Protoplasma は再度細胞膜より剝離せらるるも之は常水中に於ても同じく行はるる現象にして Overton は恐らく第一の漿質剝離の時期に觀察したる儘漿質剝離解除を看過し久しき後第三の似而非的漿質剝離を見て鹽類に漿質剝離解除の能なしと誤斷したるものなるべし．

各種鹽類に透過性の差あるは Ion の透過性の差に基因すと見るを以て至當とす之れ是等鹽類は生機學的濃度にては Arrhenius の說にても 80—90 % まで解離し，最近の Bjerrum, Ghosh 等の見解にては强電解質の場合は解離 100 % に達するより見て透過性も全く Ion の問題たること明なるべし．

一般に滷金屬に屬する一價の陽-Ion は容易に細胞を透過す．Tröndle[1] は *Acer* 及 *Salix* の葉の細胞は Li＜Na＜K＜Rb の順に透過性大に．土滷鹽は滷鹽に比すれば遙かに遲し．陰-Ion にて一價のものは多價のものより早く透過す．大體に於て SO_4＜Cl＜NO_3,Ci＜Br＜J の順に透過性增大すといふ．

尙鹽類の透過性は麻醉藥によりて著しく障碍せらる．又鹽類透過度の溫度係數は有機化合物の透過度よりも遙かに大なり．

第三項 酸及滷

酸及滷が細胞に透過する難易を檢するには甚大の注意を要す．之れ蓋し細胞が是等物質の爲めに障碍を受けたるが爲め透過性大となるものと，透過したる後に細胞が障碍を受くるものとの別

1 Tröndle: Arch. de sciences Phys. et nat. **45**, 38, 117 [1918].

あるべく，又透過の有無を檢する方法如何により或時は既に少量の弱酸若くは弱滷にて足るも或時は適當度の酸量若くは滷量に達して漸く透過の有無を知るに至ることあるが爲なり．

Loeb が *Strongylocentrotus* の卵を N/1000 の各種酸を含有する M/2 NaCl に種々の時間入れたる後海水に復歸せしめ受精膜の發生の度を檢したる處によれば飽和脂酸列にては CH_2-族の增量に伴ひ有效なるを認め鑛酸には其作用なきことを知れり．

Harvey の檢査によれば强滷は透過性惡しく，弱滷は其度大なり Harvey[1] は *Elodea* の葉を中性赤を以て染色し之を安門水に入れて黃變せしめ之を N/50 NaOH 液に投ずるに細胞は安門の竄出により直ちに赤變し，NaOH は細胞內の色素を變色せしむる程度に透過し得ざるを認めたり．

第四項 瓦斯

多くの細胞が容易く O_2 及 CO_2 透過せしむることは明にして哺乳獸の肺は O_2,CO_2 のみならず，窒素，CO，毒-Gas 等を通過せしむ．尤も肺は特殊岐化したる組織なるにより之を以て他の細胞の透過性を證すること能はずと雖ども胃，腸，皮下に送入したる空氣其他の瓦斯が比較的迅速に其組成を變じ周圍の組織に相當する瓦斯張力を有するに至るを以て之を窺ふことを得べし，腹腔內に純粹なる酸素を投入し置く時は動物を數時間生存せしむるを得るは一に瓦斯が組織を通し容易に血行內に進入するが爲なり (Haggard 及 Henderson[2])

Gas が生活せる細胞を透過し得ることは一般の現象なれども之に對する

1 Harvey: J. Exper. Z. **10**, 507 [1911] 2 Haggard 及 Henderson: J. Biol. Chem. **38**, 71 [1919]

定量的の測定は數少なし. Krogh[1] は二室を隔つるに一定の厚さを有する組織片を以てし Gas を一定張力の下に一室より他室に瀰散せしめ此時他室には適當の吸着劑を置きて其張力を略零に近からしめ一定時に隔膜を透過する瓦斯量より O_2, N_2, CO_2, CO 等の動物組織に對する透過度を測定したり(表第一列), 之を Hüfner 及 Exner が水及石鹼膜に對して得たる同樣の數値(表第二列及第三列) 竝びに瓦斯の瀰散度は其水に於ける溶解度に正比し, 分子量の平方根に反比すこの假定の下に算出したる數値(表第四表)こを比較するに實測値は何れも理論値こ略一致するここを知る. 此等より見る時は普通 Gas が生活せる細胞に瀰散するは比較的單純なる順程なるべし.

	Krogh (動物組織)	Hüfner(水)	Exner (石鹼膜)	計算値(水)
酸素	1.0	1.00	1.00	1.00
窒素	0.4—0.7	0.53	0.44	0.53
一酸化炭素	0.73	....	....	0.89
二酸化炭素	35.70	27.50	24.20	23.10

O_2 及 CO_2 が脂肪に對する溶解度は水に對するより遙かに大なり (Vernon[2])

第五項 色素

色素は其色彩により細胞内に侵入の有無を容易に認識し得るのみならず其酸性度若くは滷性度, 分子量, 類脂質に對する溶解性, 水中に於ける膠質性若くは晶質性等の性狀を異にするもの多數あるを以て此等を比較研究するの便あるが爲め古來研究者により檢査せられたりと雖も未だ明瞭なる結果を得たりと稱するを得ず.

初め Pfeiffer (1886) は植物細胞に對する色素の透過性を檢査して鹽基性色素が透過性を有することを認め, 又 Ehrlich (1887) は

1 Krogh: J. Physiol. **52** 39 [1919] 2 Vernon: Proc. Roy. Soc. B. **79**, 266, 1907

動物性細胞こことに神經系のものに對する色素の透過性を檢して神經組織をよく染色するもの (neurotrop) は脂質を染色するもの (lipotrop) なることを唱へたり. 數年後 Overton[1] (1900) は種々の植物性竝びに動物性細胞に對する約四十種の色素の透過性を檢し既に他の有機化合物に就て得し脂質に溶解するものは容易に細胞を透過すこいふ見解を更に確認したり卽細胞に侵入する色素は Cholesterin, Lecithin, Protagon, Galactolipin によく溶解し, 透過性を有せざるものは此等に溶解せざることを見たり.

然れども Ruhland[2] は類脂質に溶解せざる Methyl-綠もよく植物細胞を染め又類脂質に溶解する Rhodamin も容易に植物細胞に入り難きを見出したるを始めとして Küster[3], Garmus[4] は Overton の所說に例外あるを力說せり.

Höber[5] の見解によれば類脂質に溶解して植物細胞に入る能はざる色素は皆膠質性を有し恐らく植物の纖維素壁こ複雜なる交涉を有するものの如く動物性細胞は何れもよく脂溶性色素に染色すこいひ. 又類脂質に溶解せざる色素が細胞内に進入するは鹽類の細胞膜透過性に似たる關係を有するものの如く Hertz (Arch. f. d. Ges. Physiol. **196.** 444, 1922) は類脂質不溶性色素が *Opalina* 中に侵入することは麻醉劑によりて妨げらるるを見, Collander[6] は類脂質不溶性色素の溫度係數は單純なる物理的現象の溫度係數よりも大なることを見たるは此考を支持するも

1 Jahrb. f. wiss. Bot. **34**, 669[1900] 2 Jahrb. f. wiss. Bot. **46**, 1, [1908]: Ber. d. deutsch. bot Ges. **260**, 772 [1908] 3 Jahrb. d. wiss. Bot. **50**, 261 [1912] 4. Z. f. Biol. **58**, 185 [1912] 5 Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe, Leipzig 5版 [1922] 6 Jahrb. f. wiss. Bot. **60**, 354 [1921]

のなることを唱へたり.

Nierenstein[1] は *Paramecium* に就て百有餘の色素の染色力を檢し他方に於て是等色素が 1) Oliv-油と水 2) Olein-酸を含む Oliv-油と水 3) Diamylamin を含む Oliv-油と水 4) Olein-酸及 Diamylamin を含む Oliv-油と水との間の分配率を檢して染色能及分配率間の關係を見たるに 1) にては染色能と分配率間の關係は比較的疎なり. 2) にて鹽基性色素は分配率に比例するも酸性のものは全く之に反す 3) にては酸性色素は分配率に比例するも鹽基性色素は全く之に反す 4) の分配率と染色能とはよく一致す. 最も此等の結果は分配率と透過性との關係を表はすよりも寧ろ分配率と染色力との關係を示すものならむ.

第二節 細胞透過性を變化する要因

細胞が各種物質に對する透過性は種々の要因によりて變ず.

第一章 障碍及死滅

Osterhout[2] は海藻 *Laminaria* を用ひて細胞死の爲めに起る透過性の變化を電導度の測定により追究したり. 其結果によれば有害なる試藥に接する時は細胞の電氣性抵抗は漸次減少し組織が全く死する時は極小に達す. 尤も其初期に於て一時抵抗の增加する場合あり. 抵抗度の減少は漸進的に行はれ從て死の變化も一定の瞬間に起るものに非らざることを示せり. 而かも組織を初期に於て再び正常態に復歸せしむる時は抵抗も亦漸進的に回

1 Arch. f. d. Ges. Physiol. **179**, 233 [1920] 2 Injury, recovery and death in relation to conductivity and permeability, 1922, Philadelphia.

復す.

細胞の透過性は障碍及死滅により增加することは化學的方法によりても之を追究することを得 Irwin[1] は *Nitella* は障碍を受くるや直ちに其箇所より鹽化物を滲出せしめ, 次で細胞の全長に沿ふて同樣の變化を續發せしむるを認め, Osterhout[2] は此鹽化物の滲出と電導度の增加との間に正確なる平行の成立するを見たり.

障碍による毛細管內被細胞の透過性增加は生機學上重要なる結果を招く, 卽常態にては毛細管は單に水及晶質性物質を自由に透過せしめ膠質を透過せしめざる爲血液膠質に基因する滲透壓によりて組織及血液內水分の平衡を維持するも若し血壓其他の狀態に變化なく, 毛細管の透過性增大する時は血液膠質は最早其滲透壓を維持すること能はず液は過剩に組織內に出で水腫を惹起せしむべし. 之れ熱, 刺戟性化學的物質, 機械的障碍, 酸素の缺乏等の各種障碍によりて起る現象なり.

第二項 電解質の影響

細胞の透過性は之を灌流する液の性狀により變化を蒙むることあり. 例へば Hamburger 及 Brinkmann 等は蛙腎に種々の割合に鹽類を含有する葡萄糖液を輸液せしめたるに絲毬體膜が糖を透過せしめざる爲めには Kalium と Calcium とは一定の比に於て存在するを要し且つ同時に液は一定度以上の $NaHCO_3$ を含有するを要するを確めたり. 尙 Hamburger は Strontium 又は Barium の等量は Calcium を代償し得ることを見出したり.

1 Irwin: J. Gen. Physiol. **5**, 427 2 Osterhout: J. Gen. Physiol. **5**, 709 [1923]

蛙腎輸液の Ion-組成と絲毬體膜の葡萄糖に對する透過性(Hamburger 及 Brinkmann[1])

輸液	殘留する糖の%
1. NaCl 0.7%, $NaHCO_3$ 0.02%, KCl 0.01%, $CaCl_2$ 0.0075%	0.03%
2. 1と同じ, 但 $CaCl_2$ を 0.005% 又は 0.015% に變ず	0
3. 1と同じ, 但 KCl 0.015	0
4. 1と同じ, 但 $NaHCO_3$ 0.09%	0.06%
5. 1と同じ, 但 $NaHCO_3$ 0.285%	0.07%以上

Hamburger は絲毬體膜の糖に對する透過性は 0.0004% の Phlorhizin によりて可逆的に亢進するを認めたり.

J Loeb[2] は受精せる *Fundulus heteroclitus* の卵を海水より KCl 液に移す際發現する Kalium の中毒作用は, 豫め卵を蒸餾水又は蔗糖液に久しく貯へ置く時甚だ遲く現はるるを認め, 之れ此等の處理により透過性減退したる爲ならむとせり.

Wertheimer[3] は蛙皮に就て食鹽の存在は鹽基性色素に對する透過性を增進せしめ, 糖及 Amino-酸に對する透過性を減退せしむるを確めたり.

各種の Ion が細胞の透過性を著しく變化せしむるは Osterhout が *Laminaria* に就て研究したる處によりても明なり. 卽 $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $NH_4^{\cdot}$, $Cs^{\cdot}$ 及 $Rb^{\cdot}$ 等は Ion に對する透過性を增大せしめ, 之に反し $H^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Ba^{\cdot\cdot}$, $Sr^{\cdot\cdot}$, $La^{\cdot\cdot\cdot}$ 及 $Al^{\cdot\cdot\cdot}$ 等は之を減少せしむ. Osterhout[4] は *Laminaria* の板を海水と同じ電導度を有する NaCl 液に置き其抵抗を測りしに

1 Hamburger 及 Brinkmann: Bioch. Z. **88**, 97 [1918] 2 J. Loeb: J. Biol. Chem. **27**, 339, 353, 363, **28**, 175 [1916] 3 Wertheimer: Pflügers Arch. **201**, 488 [1923] 4 Osterhout: Science, N. S. **35**, 112 [1912]

時期	抵抗
實驗の初	1,100
5 分後	1,000
10 分後	890
15 分後	780
60 分後	420
實驗の終	320

之に反し $CaCl_2$ の溶液にては初めの 15 分の內に抵抗 1,100 より 1,750 Ohm に上り數時間其高に止まり夫より漸次減少して上表に似たる値に終る.

若し M NaCl 1000 cc と M $CaCl_2$ 15 cc との混合液に水を加へて海水の抵抗度まで稀釋したる液を用ゆる時は Laminaria は 24 時間後に於ても何等の抵抗度の變化を示さず. 此 Na:Ca の比は海水に於けるとと大差なしといふ.

$H^{\cdot}$ 及 OH' は種々の原因により透過性に影響すべし.

1. **透過する物質に影響するもの.** 例へば Chinin は鹽類としては透過せず故に Chinin の鹽溶液に滷を加ふれば透過性增進す. 之に反し遊離したる Chinin の溶液に酸を加ふる時は鹽類を作成する爲め透過度減少す. 之と同じく CO_2-重炭酸鹽系にては酸性度は CO_2 の透過度を增進すべく, 又 NH_4-鹽より NH_3 が透過する度は溶液が滷性なる程大なるべし. 又色素に於ても酸性反應は酸性色素の非水相に對する透過性を進め, 反對に滷性反應は色素を鹽として水溶液內に止む. 他方に於て鹽基性色素は酸性反應によりて有機媒に透過することを妨げられ, 滷性反應に於て促進せらる.

2. **細胞蛋白質に對する影響によるもの.** 蛋白質は其の等電點の酸性側に於ては陰-Ion と結合して存在し, 滷性側にては陽-Ion と結合して存するものなるを以て若し蛋白質が電解質を細胞內に誘引するものなりとせば介劑竝びに細胞の反應如何は該物

質の攝取に大なる影響を及ぼすべきなり．故に或 Ion が細胞蛋白質と既に結合したるものと交替に細胞内に入り得るや否やは一に H' 及 OH' の大さに關係すべし之れ Bethe[1] 及 Irwin[2] の色素が細胞に透過する關係を説明したる原理なり．

3. **電氣的透液の現象**．蛋白質より構成せらるる膜は介劑の反應により其有する電荷を異にす．此電荷によりて水及溶質の透過の狀態ことなるを以て溶液の酸性度は透過度に對し大なる影響を與ふべし．

第三項 神經的刺戟

Gildemeister[3] は心-Galva-反射の研究により神經的興奮が動物性膜の透過性を增進し界面分極を減退せしむるを證し，Embden[4] 及其子弟は豫め Faradisation を受けたる蛙筋は然らざるものより燐酸を Ringer の液中に竄出せしむること大なるを見，Weiss[5] は收縮を起さざる程度の弱平電流又は Fard 電流を通じたる時にも筋肉の燐酸排泄は增大するを證せり．

交感神經毒竝びに准交感神經毒も亦透過性に影響を呈す．骨筋の透過性(燐酸に對する)は准交感神經毒にて昂進し，交感神經毒にて抑遏せらる(Okamoto[6])．

第四項 麻醉劑

神經的戟刺は常に透過性增加を伴ふを以て反對に麻醉劑には透過性の減少を起すか若くは急劇の透過性增加を妨ぐる作用

1 Bioch. Z. **127**, 18 [1922] 2 J. Gen. Physiol. **5**, 272 [1923] 3 Gildemeister: Pflügers Arch. **162**, 489 [1915]: **197**, 432 [1922]; **200**, 278 [1923] 4 Embden 及 Adler: Z. Physiol. Chem. **118**, 1 [1922]; Vogel; Z. Physiol. Chem. **118**, 90 [1922] 5 Weiss: Pflügers Arch. **194**, 152: **196**, 393 [1922] 6 Okamoto: Pflügers Arch. **204**, 726 [1924]

あり．Lillie[1] は Na-鹽が筋肉收縮を增加する影響は麻醉劑にて妨げらるるを見，又 Tröndle[2] は鹽類が植物細胞に侵入する速度は麻醉劑の爲めに著しく阻害せらるるを見たり．

Osterhout の研究によれば麻醉劑は少量に於て一般に組織の電氣抵抗を增加せしむ．然れども電氣抵抗は夫より漸次減少し次で正常以下に低下し終て死に至る．若し正常値に戻る以前に於て麻醉劑を去る時は電氣抵抗も亦可逆的に正常値に復するも正常値以下に至りたる時は比較的無毒なる Ethylalcohol 以外の麻醉劑にては恢復すること難し．

第三節 細胞透過性の諸說

從來細胞透過性に關する諸說の多數は何等かの種類の漿膜を想定し此膜は或物質(Alcohol, Ether 等)はよく之を透過せしめ他の物質(多くの鹽類，糖等)は之を透過せしむること困難に，他の物質(膠質)は全く之を透過せしめずと考へ居れり．最も特に膜を考ふる要なく膠質膨化を以て透過度の差異を說明せんとするものあるも細胞内には K 多く Na 殆んどなきこと，生存時に電氣抵抗强く死と共に抵抗消退すること，Eosin は細胞内に入らざるも之を細胞内に注射する時は直ちに全體に擴がること，NH_4Cl を細胞内に注射すれば何等變化を起さざるも之を細胞外圍液に入るれば NH_4OH のみ細胞内に入ること等の事實は膜を假定するを必要とするが如し．

1 Lillie: Am. J. Physiol **26**, 372 [1912] 2 Tröndle: Bioch. Z. **112**, 259 [1920]

膜が如何なるものよりなるかに就ては諸說各異なれり.

1) Overton は[a]原形質が水と混合せざるは脂質の膜を有するが爲なること[b]表面活性質なる類脂體は Gibbs の原理より見ても表面に集まらざるべからざること, [c]凡百の物質に就て檢したる處によれば有機物中類脂質に溶解するものはよく細胞內に侵入すること等より膜は類脂體よりなると稱せり. 然れども既に述べしが如く糖, 鹽類等にも亦細胞內に入るの事實は此說の不充分なる處なり.

2) 從て蛋白質が膜の主要なる部を構成すと考へたる者あるも之を以て類脂體に溶解する物質を透過せしむるを說明し得ず故に Nathansohn は類脂體と蛋白質が寄せ木細工の如く集まりて膜を作ると說明せり. 然れども此說の薄弱なる點は單なる考に過ぎずして何等實驗上の根據なきことなり.

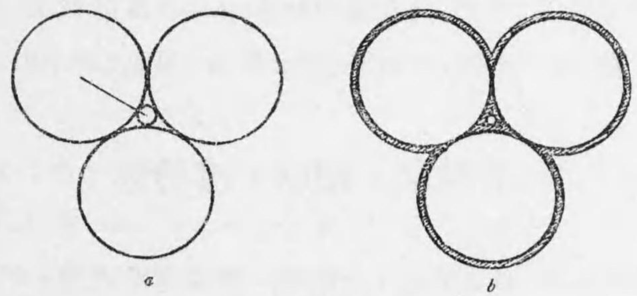
3) Clowes[1] は類脂質相及水相が細胞表面にて共存し其狀態により時として類脂體溶性質を透過せしめ, 時としては水溶性質を透過せしめ得る可能性を說明せり. 卽 Ca, Ba, Sr 等の石鹼は水よりも油によくとけ, 反對に Na, K 等の石鹼は油よりも水によく溶解する原理より Clowes は油と稀薄滷液の一定混合物に種々の量の $Na^{\cdot}$ 及 $Ca^{\cdot\cdot}$ を加へて水中に油を乳化せしめ又は油中に水を乳化せしむるを得たり. 從て Na と Ca との量を適當にすれば兩者互に對鬪し一側には一方の型の乳化, 他側には他型の乳化相竝びて存在するを見る此の如き狀態を得しむる Na:Ca の比は海水竝びに動物體液中に於ける比と大差なしといふ.

1 Clowes: J. Phys. Chem. 20, 407

若し原形質が乳化樣の構造を有すと考ふれば蛋白質竝びに燐脂質は一方又は他方の型の乳化態を形成し其處により又其時により一方の型より他の型に移行するを得べし. 斯の如き體系に石灰鹽を入るる時は類脂體が外に存する乳化態發生し水及水溶性物質の透過度減少すべく, 之に反し Na, K 等の鹽を加ふる時は構造反對となり水溶性質の透過度增大すべし.

Clowes は細胞が休止の狀態にある時には細胞膜は脂質內に蛋白質分散する乳化物より形成せられ脂溶性物質のみの透過を許し, 之に反し細胞が活躍せる際には細胞膜は反對型の乳化物卽蛋白質水溶液中に脂質分散するものとなり, 玆に水溶性物質の透過を得しむと說けり.

4) Tinker は膜を構成する膠質微子は種々の條件により膨化し又收縮し, 之に伴ひて膜を構成する微子間空隙の廣袤に變化を及ぼし之により膜は或物質を透過せしめ他の物質を遮ぎる性狀を有することを說明せり. 卽膜を構成する微子が互に相接する間



第 33 圖

には空隙を生じ其毛細間隙の半徑は微子の大さ皆同じければ微子の半徑の約 1/7 に相當す. 今人工的に作製したる重金屬半可

透膜にては微子の直徑約100—1000 μμ なるを以て毛細間隙は約8—60 μμ の半徑を有すべし故に直徑1 μμ 以下の分子は容易に此間隙を透過し得る筈なるに之を通過し得ざるものあるは一に吸着性の大小如何に關するものの如し. 即ち膜を構成する微子の周圍にある液は之を吸着層と微子間液との二に區別することを要すべく, 從て小なる毛細間隙例へば直徑10 μμ 以下の間隙に存する液は全く吸着層(b圖の陰影を施したる部)と看做すべきものなるべし. 然る時は吸着せられ得る物質は容易に此吸着層に入り膜を透過し得るも陰性に吸着せらるるものは微子間に入ることを得ず從て膜を透過し得ざるは極めて明瞭なるべし. 而して微子大なる膜は空隙も亦大となり透過性增大す. 細胞內に糖, 鹽類等の透入せざるは是等物質の吸着性小なるが爲にして, 脂質によく溶解するものが一般に透過性大なるは吸着性大なるが爲なるべし.

5) Duclaux 及 Errera[1] は細胞の透過性は主として壁孔の廣袤及壁電荷によりて定まり壁孔の大なるものは透過性大に, 壁電荷と反對の電荷を有する物質は膜を透過し易しと說けり.

第四章 細胞の滲透壓

細胞は平常それを圍繞する體液と類似の滲透壓を有す. 血液及び其他の體液(膽汁, 乳汁, 水樣液, 腹水液, 羊膜液等)は殆んど同一の滲透壓を呈し動物の種類によりても差あること

1 Duclaux 及 Errera: Rev. Gen. Colloids 2, 130, [1924]

なく其結氷點降下度は大約0.56—0.64° の間にあり. 細胞も略ぼ之と同等の滲透壓を有することは0.9—1 % の食鹽溶液($\Delta = -0.57$ 乃至 0.64°C)に赤血液を入るるも其容積に增減なく又取り出したる肝臟を Plethysmograph に入れたる後該食鹽溶液を之に輸液するも其容積に變化を起さざるを見て知ることを得べし.

尤も海棲の無脊椎動物に於ては −2.2° 乃至 −2.36° の結氷點降下度を示すこれ海水の滲透壓($\Delta = -2.3°$)に一致する處なり.

血液及び細胞內容物の滲透壓は全く恒定したるものと云ふべからず. 絕えず少しく變じ又舊に復するなり. 即ち血液は一方に於て飮食の後に水, 鹽類及び其他種々の晶質を消化管より吸收すると同時に, 他方には腎, 腸, 皮膚, 肺等より水其他の代謝產物を排除し, 又細胞內にては一糖類の如き晶質より糖原の如き膠質を發生する如き諸種同化作用によりて滲透壓の減少を起すと同時に, 蛋白質, 核蛋白體等より Amino-酸, 尿素, Purin-鹽基, 尿酸, 燐酸, 炭酸等多數の晶質を新生する如き諸種異化作用によりて滲透壓の增加を來たす. 然れども之に伴ふ滲透壓の動搖は甚だ小にして滲透壓は人類にありては常に結氷點降下度0.55—0.57° にあり.

此の如く完全に調節の行はるるは一方に於て尿, 汗等の如く常に著しく濃淡を異にする液分を排泄すると, 他方には筋肉, 皮下組織等比較的滲透壓の差に對し銳敏の度小なる組織が水分竝びに鹽分を攝取するが爲にして今試みに靜脈中に多量の低張若くは高張の鹽溶液を注射するに一方には尿への排泄, 他方には組織への吸收行はれ迅速に滲透壓の調節行はるるを見む.

第九編　組織及臓器化學[1]

第一章　結締及び支拄組織

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存在する生膠性纖維若くは彈力性纖維なり，その內生膠性纖維多きものはこれを纖維性結締組織と云ひ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．

細碎せられたる結締組織を冷水若くは食鹽水を以て浸出する時はその內に存在する組織液は一部の類粘體と共に除去せらるを以て殘渣を半飽和の石灰水にて浸出する時は類粘體を抽出することを得べし，このものは濾液に醋酸を加ふる時に析出せらる．纖維は石灰水には浸出せられずして殘留す．

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

1 Gewebe- u. Organchemie　2 Bindegewebe

水分	約 60.0 %
有機分	約 40.0 %
無機分	約 0.5 %

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．その他類粘素，脂肪，凝固性蛋白質，浸出分 (Kreatin, Hypoxanthin, Guanin) 等を含む．但し類粘素の量は幼獸の結締組織に大に，老獸に小なり．

次に分析の一例を擧げて該組織の化學的組成に就ての概念を與へんとす．

構成分	Achilles-腱[1]	項靭帶[2]
水	62.87%	57.57%
無機鹽	0.47	0.47
脂肪	1.04	1.12
蛋白質	0.22	0.62
類粘體	1.28	0.53
彈力素	1.63	31.67
膠原	31.59	7.23
浸出分	0.90	0.80

その他約 0.03 %の糖原を含有すと云ふ．

第二節　軟骨組織[3]

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，

1 Buerger 及 Gies: Am. J. Physiol. **6**, 219 [1901]　2 Vandegrift 及 Gies: Am. J. Physiol. **5**, 287 [1901]　3 Knorpelgewebe

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．

細碎したる軟體を 0.5% 苛性曹達にて浸出する時は軟骨類粘體及び軟骨酸溶解し，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．「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．

軟骨組織に對する概念を與へん爲め下に Bunge が豚の鼻中隔に就て行ひたる分析の結果を擧ぐべし．

構成分	含量 %
水	77.9%
有機分	20.93
無機分	1.17
灰分中	
酸化加里	8.92

酸化-Natrium	70.72%
酸化-Calcium	11.47
酸化-Magnesium	1.73
酸化鐵	痕跡
鹽酸	4.33
五酸化燐	3.81

第三節 骨組織[1]及び齒牙[2]

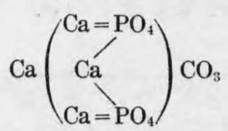
骨組織は細胞及び基質より構成せらる. その基質は稀鹽酸 (0.2%) にて處理せらるる時その内に含有する無機成分を溶解により失ひ有機性基質を殘留す.

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.

骨の無機構成分は殆んど全く三分の燐酸石灰及び一分の炭酸石灰とが一種の複合化合體として存在せるものの如く其結合の狀態は明ならざるも大約下の如きものとして見るべきが如し.



尙ほ之に少量の Magnesium-化合物及び鹽化物竝びに弗化物を混ず.

1 Knochengewebe 2 Zahn

正常人骨及骨軟化症患者の骨の組成下の如し (McCrudden[1])

構成分	骨の種類 正常骨	骨軟化症骨
Calcium (CaO)	28.85	15.44
Magnesium (MgO)	0.14	0.57
燐 (P_2O_5)	19.55	12.01
硫黄 (S)	0.14	0.55

鷄の骨にては Calcium の一部は Strontium にて代償せらる (Wheeler[2])

滷鹽は約2%の割に含有せられ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るものの如し, 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す. 尙高年の骨に於ては炭酸石灰及び弗素增加し燐酸石灰の量を減ず.

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

齒牙は骨結織に類似し, 白堊質[3], 象牙質[4], 琺瑯質[5]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

1 McCrudden: J. Biol. Chem. 7, 199 [1910] 2 Wheeler: Bulletin. New York. Agric. Exp. Stat. 1 [1919] 3 Cement 4 Dentin 5 Schmelz

を有す.

2. 象牙質　歯牙の主部を占む化學上, 骨と全く同様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　歯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せず, 無機性分の組織は骨及び象牙質に類似するもこれらに比し比較的 Calcium に富み Magnesium に乏し. 弗素に富む. 人歯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

歯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.

齲歯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	健歯	齲歯
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

1 Treibitsch: Bioch. Z. **191**, 234, [1927]　2 Kuhn: D. Monatssch. Zahnh. **13**, 361, 450.

歯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 の缺損時には歯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増加せしめ血液内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此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[1]).

第四節　皮膚

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して成れるものな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あり, その他色素を含有す.

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

毛臚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 Octadecylalcohol 等と結合して生じたる Ester より

1 Robison: Bioch. J. **16**, 819 [1922]; **17**, 286[1923]: **18**, 744, 755, 1354 [1924]

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.

羊脂 羊の脂腺及び汗腺分泌液の混合物なり. 其水浸液中には多量の加里, 揮發性脂酸, 非揮發性脂酸, 安息香酸, Phenol-硫酸, 乳酸, 林檎酸, 琥珀酸等あり. 羊脂中には多量の Cholesterin, Oxycholesterin 及び Cerylalcohol あり此等は一部遊離の狀態に, 他は普通脂酸及び Lanocerin-酸 ($C_{30}O_{60}O_4$), Lanopalmitin-酸 ($C_{16}H_{32}O_3$) 等と結合して存在す. 尙 Lanocerin-酸の失水物なる Lanocerin も亦含有せらる.

尾脂腺分泌物 鴨及び鵞の尾脂腺は蛋白質, 核素, Lecithin, 脂肪等よりなり其內に大量の Octadecylalcohol ($C_{18}H_{38}O$) を含有す. 其量 Ether 浸出物の 40—45 %に達し Olein-酸, Capryl-酸, Palmitin-酸, Stearin-酸, Laurin-酸, Myristin-酸等と結合して存在す.

汗

皮膚の表面より分泌せらるる汗の量は寒暖によりて勿論差あれども平均體重の $^1/_{64}$ 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. 故に此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—15 l 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飲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 1 l 中に約 6.5 mg の Cholin を含有し menses [redacted] 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])

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

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内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 に對する抵抗力稍强く，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．

細胞内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，このものは瘦削に際し消失すること脂肪よりも遙かに遲きを以て脂肪組織に橙黃色を附す．

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[1]を有し，内に半流動にして蛋白質に富める内容物を含む．各筋纖維の微細なる構造は未だ明かならずと雖も横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横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滷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，鑛質等よりなる．

1 Sarkolemma

筋肉の組成

	哺乳動物	鳥類	蛙
水	78.3—72.2	77.5—71.8	80.0
固形分	21.7—27.8	22.5—28.2	20.0
無機化合物	1.0— 1.5	1.0— 1.9	1.0— 2.0
有機化合物	20.7—26.3	21.5—26.3	18.0—19.0
蛋白質	16.6—20.0	17.4—20.0	14.4—15.2
Kreatin	0.3— 0.5	0.3— 0.5	0.2— 0.7
Kreatinin	0.01		
Carnosin	0.2— 0.3		
Carnitin	0.02—0.03		
Purin	0.07—0.17	0.07—0.13	0.05—0.09
Inosin-酸	0.01	0.01—0.03	
Inosit	0.003		
Glutathion	0.004		
糖原	0.1— 3.7		

第一節　筋肉の蛋白質

第一項　筋漿蛋白質

死後直ちに動物の筋肉を豫め零度に冷却したる生機的食鹽水にて洗滌し血液を除去したる後，速かに凍結せしめこれを粉碎壓搾する時は黄色滷性の液を得べし，これを筋漿[1]と稱す．筋漿は冷所に於ては久しく液體の儘に維持せらるるも室溫に於ては直ちに凝固して或種類の蛋白質を析出す，而して殘留する液體を筋清[2]と稱す．溫血動物の筋肉壓搾汁は蛙筋のそれよりも凝固すること遙かに遲緩なり．O. Fürth の研究によれば筋肉内に存する主なる蛋白質は Myosin 及び Myogen にして，前者は約その

1 Muskelplasma　2 Muskelserum　3 Muskelstroma

5分の1を占め，後者は約5分の4を充せり，これらは筋漿の凝固に際し Myosin-纖維素及び Myogen-纖維素に變ず．

第二項　筋肉礎質

筋肉を幾回も稀薄鹽溶液を以て浸出するも溶解せずして殘留する部を筋肉礎質と稱す，これは横紋筋にありてはその量少なく僅かに全蛋白質の8分の1に過ぎずと雖も平滑筋にありてはその量甚だ多く全蛋白質の約3分の2を占む．

第三項　筋肉强直

死後若くは動脈結紮等により筋肉内に血液の循環停止する時は早晩筋肉は短縮すると同時に溷濁の觀を呈し緊張す．此現象を死後强直と稱す．尙加熱，化學的物質の觸接によりても强直の現象起る．

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，反應は乳酸の發生により弱酸性に變ず．尤も此時發生したる乳酸は一酸性燐酸鹽に作用して之を二酸性燐酸鹽に變化せしめ，又重炭酸曹達より炭酸を遊離せしむるにより酸性は主として二酸性燐酸鹽及び炭酸等により發揮せらるるものなるべく遊離の乳酸が如何なる程度に於て之に關與するかは酸性の度によりて異なるものなるべし．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絶と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質膨化するによるものなりといふ，故に若し此の如き筋肉に人工的に血液若くは弱滷性の鹽溶液を輸過せしむる時は强直中絶すべし．最も筋肉

内に於ける糖原等分子量大なる物質が一糖類の如く分子量小なる多數の分子に分解して滲透壓を增加せしむること，又は乳酸の發生により遊離せられたる多量の CO_2 瓦斯が筋鞘内壓を增大することも死後强直の一原因なるべし (L. Wacker). 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基けるものなるべく，又 Wacker は CO_2 が徐々に散逸する爲なりと說明せり.

2. 熱强直[2] 筋肉を溫めて一定溫度に達する時は筋鞘内に存する筋漿は凝固し筋肉は短縮すると同時に溷濁し感應性を失ひ彈力性を減ずこれを熱强直と稱す. 卽蛙の場合にては 40° にて，又哺乳動物の場合にては 48—50° にて，鳥類に於ては 53° 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るも其初期に於ては死後强直と同じく乳酸の發生によりて惹起せられ後蛋白質の凝固によりて不可逆的に固定せらるるものなるべし.

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

1 Wacker: Bioch. Z. **75, 79, 107**; Pflügers Arch. **165** 2 Wärmestarre

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，蓋し筋肉の澱粉酵素により糖化せられたる後燃燒せらるるなり.

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強度の左旋性(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

筋肉内に存在する含窒素浸出分の中最多きものは 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 及び Kreatinin

Kreatin は哺乳獸の筋肉内に約 0.25—0.7 %を算す．Kreatinin は新鮮なる筋肉中にはその含量甚だ少なし．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．且つ Kreatin 量と Lactacidogen 量とは平行するものの如く迅速に收縮する白筋は收縮緩徐なる赤骨骼筋よりも Lactacidogen 量多く且つ Kreatin 量も多し，同じく Riesser の測定によれば

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]

	Kreatin (Kreatinin として)	Lactacidogen-燐酸
家兎		
白筋	0.454%	0.3326%
赤筋	0.241	0.1318
家鶏		
Gastrocnemium(白)	0.362	0.3374
Soleus (赤)	0.225	0.1953
胸筋(白)	0.341	0.3263
蛙		
後脚	0.342	0.094
前膊	0.253	
平滑筋		
家兎子宮	0.077	0 ?
腸筋	0.023—0.032	0 ?

筋肉のKreatin 及び Kreatinin 含有量はその動作により著しく變化し動作後に於ては Kreatin 減少し Kreatinin の量増加す．Kreatin は筋肉物質代謝により發生し，その生成は筋肉運動とは毫も關係を有することなく，筋肉の緊張と關係あるものの如きもその機序に就ては今に尙充分なる說明なし．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])．

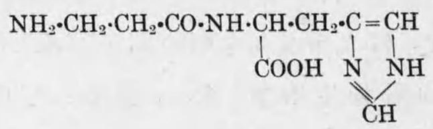
Kreatin の約30 %は筋肉内にて燐酸と共に虧恒性の化合物な

1 赤塚:J. Bioch. **7**, [1927]　2 赤塚:J. Bioch. **8**, 57 [1928],

る Kreatin-燐酸として存在す (Eggleton[1]) 其量は燐中毒時, Tetrahydro-β-naphthylamin 發熱時に增量す (Palladin 等[2]). 筋肉收縮時に當り分解して燐酸を分離せしむ.

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, 滷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 Kreatinin に變ず.

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



針狀結晶にして水に容易く溶け, Alcohol に沈澱す. 241—248° にて分解す. 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＋過剩 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, Carnosin は胃液の分泌を著しく促

1 Eggleton. Bioch. J. **21**, 190 [1927] 2 Palladin 等: Z. f. physiol. Chem. **179**, 24 [1928]

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せず.

筋肉を水解する時 β-Alanin を生ぜざるにより Carnosin は Asparagyl-又は Lysyl-histidin より發生するものならむ (Kaplansky[1])

3. Carnitin $(CH_3)_3N\cdot CH_2\cdot CHOH\cdot CH_2\cdot CO$ (O)

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-β-Oxy-酪酸-Methylbetain なること明となれり. Baryt にて之を分解すれば Trimethylamin を遊離す.

4. Crotonbetain $(CH_3)_3N-CH_2-CH=CH-CO$ (O)

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脫色す (Linneweh[3])

5. Purin-體

筋肉内には尿酸, Xanthin, Hypoxanthin, Guanin 及び Adenin あり, 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.

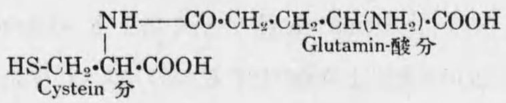
6. Inosin-酸及び Adenyl-酸

筋肉中に Adenyl-酸あり又肉汁中に Inosin-酸あり何れも簡單なる核酸にしてこれを水解すれば構成分たる燐酸, d-Ribose 及び

1 Kaplansky: Z. Physiol. Chem. **158**, 15 [1926] 2 Tomita 及 Sendju: Z. f. physiol. Chem. **169**, 263 [1927] 3 Linnewch: Z. f. physiol. Chem. **175**, 91 [1928]

Purin となる.

7. 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過ひて酸化型の 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.

8. 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 の存在を説くものあるも疑はし.

無脊椎動物(甲殻類)の筋肉中には Arginin-燐酸存在しこのものは脊椎動物に於ける Kreatin-燐酸の如く收縮時に際し燐酸を遊離せしむ (Meyerhof 及 Lohmann[1])

第四節 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臓, 脾臓, 白血球, 腎臓, 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.

1 Meyerhof 及 Lohmann Bioch Z. **196**, 22 [1928]

強度の 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滴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, 一般に還元作用を缺き釀母によりても醗酵することなし, 然れども乳酸醗酵及び酪酸醗酵を惹起す.

2. 乳酸 d-Milchsäure (肉乳酸 Fleischmilchsäure)

筋肉内には右旋性を有する乳酸の存在を見る, 主として糖原の分解によりて發生す. 海猪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絶する時は乳酸の量著しく增大す.

乳酸は非晶性物質にして水, Alcohol 及び Ether によく溶解す. 肉乳酸は右旋性を呈し, 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 と同様なる 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といふ. 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.

第五節 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內の收縮物質中に多量の脂肪を含有す，その量は約1%なりと雖も動物の種類により10%に達するものあり.

2. Lecithin

筋肉內の Lecithin 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 Cholesterin を含む，その量は固形分の約0.2%なり.

第六節 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72—79%の水分を含有す

2. 鑛質

Meigs 及 Ryan[1] の測定によれば蛙の胃壁筋(平滑筋)と横紋筋に含有せらるる灰分下の如し.

筋	生肉100g に對する%									
	K	Na	Fe	Ca	Mg	P	Cl	S	固形分	水分
横紋	0.350	0.054	0.010	0.028	0.030	0.155	0.066	0.141	20.13	79.87
平滑	0.325	0.073	0.0007	0.004	0.013	0.137	0.120	0.161	17.70	82.30

卽ち金屬にては加里多く非金屬にては燐及び硫黃に富む，然れども硫黃の大部分は燃燒の際蛋白質より發生せし者にして實際硫酸鹽の姿にて筋肉中に存するは極めて少きを以て筋肉內無機鹽類の主成分としては單に燐酸加里を推さざる可からず，これに反し筋肉の灰分に於ける食鹽は甚だ少量なるのみならず等張の蔗糖液を以て全然淋巴を洗滌し去りたる筋肉中には全く食鹽を缺く(浦野文彥[2]).

最近筋肉內に焦性燐酸鹽が酸溶性燐の一部として存在すること明となれり，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內全酸溶性燐酸鹽の約20%を占む (Lohmann[3])

第七節 平滑筋の化學

平滑筋は横紋筋に比し稍多量の水分及稍少量の浸出分を含有す. 核蛋白體の外横紋筋と同じく二種の凝固性蛋白質を含有し尙 Kreatin, Kreatinin, Taurin, Inosit, 糖原，乳酸を有す.

1 Meigs 及 Ryan: J. Biol. Chem. **11**, 401 [1912] 2 浦野: Z. f. Biol. **51**
3 Lohmann: Bioch. Z. **202**, 466, [1928]

Purin-鹽基の量は横紋筋に於けるよりも遙かに多し.

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に非ず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[1]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
弛緩後回復時(酸素の不在に於て)	0.25
〃 〃 (酸素の存在に於て)	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.

酸素の不在に於て筋肉が刺戟せられ收縮する時は必ず乳酸を發生して反應は酸性となり之に伴ひて體液中に存する重炭酸鹽より遊離せられたる炭酸發生す. 又乳酸の發生と同時に之と同等量の筋肉內糖原は分解せられ, 此時酸素を供給すれば發生

1 Isometrische Kontraktion

したる乳酸の約 1/5 量は酸化分解せられ，4/5 量は再び糖原に合成せらるるを見る之れ恐らく一部乳酸の酸化によりて得たる Energi によりて糖原の合成行はるると同時に筋肉持滿性 Energi は舊態に復するものならむ，此弛緩後回復期に於ては炭酸の發生旺盛となる．

筋肉行作時に當り其 Energi は主として糖質及び脂質の分解によりて供給せらるるものなれども之と同時に常に少量の安門生成過剩行はる，700 g 筋肉が 1 時間行作を營む際は約 20 mg の安門-N を發生すといふ (Parnas, Mozolowski 及 Lewiński: Bioch. **188**, 15 [1927].

筋肉收縮の性質に關しては諸說甚だ多し，皆或種の表面 Energi が主なる構成分なりとするは同一なるも或人は筋纖維內滲透壓の增加を張力の根源なりとし，或人は乳酸發生による酸性度の變化が表面張力を變化するものとなす．酸の發生により增加したる水素-Ion が或は細胞膜に作用して其の透過性を變せしめ或は纖維內膠質より鹽類を遊離せしめて滲透壓を高め，纖維內一部より他の部に水を牽引して收縮を起さしむることもあるべし．

疲 勞

筋肉の作用に伴ふ酸化不充分にして乳酸の發生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．疲勞時の筋肉に於て全燐酸量は變化を蒙らざるも Lactacidogen-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

Lactacidogen-燐酸量減少す (Cuthbertson[1])

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，神經細胞內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[2]，神經鞘及びその間に介在する髓鞘の三

1 Cuthbertson: Bioch. J. **19**, 896 [1925] 2 Achsenzylinder

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 Lecithin, 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 a)，他は 70—75° (Neuroglobulin b) 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)．

その外神經鞘を構成する神經角素，神經結締組織内に含有せらるる膠原及び彈力素あり．

2. 糖脂質

腦中に存する糖脂質は Phrenosin 及び Kerasin にして胎兒の腦中にはこれを見ることなく髓鞘の發生に伴ひて出現す．

有鞘神經は糖脂質を含むこと無鞘神經より遙かに大なり．(Falk[1] によれば前者は 18.2 %，後者は 6.0 % の糖脂質を含有す)

3. 燐脂質

1 Falk: Bioch. Z. **13**

最も重要なる構成分なり神經組織中に確認せられたる燐脂質は主として Lecithin, Kephalin, Sphingomyelin 及 Dilignoceryl-diglucosaminmono-燐酸-Ester 等なり．

Dilignoceryldiglukosaminmono-燐酸-Ester $C_{60}H_{117}N_2PO_{14}$ Fränkel 及 Kafka[1] が腦より取り出したる處にして二個の Lignoceryl-基を有する Diglukosamin の燐酸-Ether なり．

190° にて熔融する結晶にして熱-Alcohol, 溫-Ether によく溶解し Aceton には冷熱共によく溶けず，水には不溶解なり，冷-Benzol に溶解し其溶液は右旋性を示す $[\alpha]_D^{22}+=19.5°$ 直接には Fehling の液を還元せず．鉛鹽は Ether 及 Benzol に溶解するも Alcohol に溶けず．尤も最近 Thierfelder によれば其存在疑はしといふ．

4. 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．

5. 浸出分

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

6. 鹽 類

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, 鐵を含有す．尤も Lecithin の灰化により生ずる燐酸を控除する時は神經組織中に存する無機燐酸量は餘り多からざるが如し．腦は約 37 % の鹽類を含む．

1 Fränkel 及 Kafka: Bioch. Z. **101**

7. 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 1/3 は蛋白質様物質よりなり, 2/3 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滷性なるも白色質より得たるものは酸性なり.

年齢の增加と共に水分, 蛋白質, 浸出分及び鹽類の含量比較的減少し, これに反し燐脂質, 糖脂質及び Cholesterin 著しく增加す.

下に Koch が癲癇患者の腦を分析したる結果を擧げて腦の化學的組成に關する一般の概念を與へんとす. 尤も燐脂質, 糖脂質等の分析の方法は勿論完全ならざるによりこれらの數に大なる價値を置くこと能はず.

	胼胝體[1]	皮質[2]
水	68.0%	84.1%
蛋白質	3.2	5.0
核蛋白體	3.7	3.0

1 Corpus Callosum 2 Cortex

神經角素	2.7	0.4
水浸出分	1.5	1.6
Lecithin	5.2	3.1
Kephalin	3.5	0.7
糖脂質	4.6	1.6
Cholesterin	4.9	0.7
含硫黃物	1.4	1.4
鑛質	0.8	0.9

鑛質中加里は 0.3 %, 曹達は 0.2, 鹽化物は 0.1, Magnesium は 0.02, Calcium は 0.01, 鐵は 0.006 %あり.

其外酵素として Katalase, 過酸化酵素, 脂肪酵素, 澱粉酵素, 蛋白酵素, 核酸酵素, 及び燐酸酵素等あり.

水浸出分は筋肉の水浸出分に類似し唯量に於て小なる差あるのみ, 卽ち Kreatin, Purin-鹽基, Inosit, Cholin 等を含有す. 之を放置するも乳酸を發生する母體を含有せず但し血液中の糖を分解し之を乳酸に導く能を有す (Holmes 及 Holmes[1])

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, 脂質の内不飽和燐脂質は 12 %, 飽和脂質は 1.5 %を占む. Kephalin を含むこと大なり.

「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, 有形素は赤血球, 白血球及び血小板より成る.

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

1 Holmes 及 Holmes: Bioch. J. **21**, 412 [1927] 2 Blut

必要なる養分を攝取し不要なる產物を排泄するを得ざ雖も．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に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，又後篇に於て述ぶ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

1 Antitoxin　2 Bacteriolysin　3 Hormone

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．

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ゝ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ゝなすも透明ゝなることなきは血色素が赤血球內に限局し，浮游體ゝ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ゝなるを以て血液は透明ゝなるべし，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 ゝ Benzol ゝを混じて比重約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1.0565，女子は 1.0533)，晝間は夜間よりも小なり(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ゝ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．

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ゝを知るべし．この壓の $^3/_4$ は電解質，$^1/_4$ は非電解質に基因し，電解質による壓の $^3/_4$ は食鹽，他の $^1/_4$ は重炭酸鹽及び燐酸鹽に由來す．

電導度　多くの哺乳動物の比電導度は $40-60\times10^{-4}$ なり．而して血漿又は血淸の比電導度は 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. 故に粘稠度は主として赤血球に基因することを知るべく，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 血液は Lackmus-紙に對しては滷性を呈し，これを青變すれども，その活躍性水素-Ion-濃度は 0.44×10^{-7} = pH 7.36 にして殆んど中性の反應を有す. 血液が Lackmus に對し滷性反應を呈するはその內に存在する重炭酸曹達の水解によりて生じたる反應が，Lackmus 色彩變化の原因たる分子內轉換を惹起する反應よりも稍滷性側に存するが爲なり. かく血液は炭酸鹽を含有し，このものは强酸の爲めに分解せらるるが故に可なり大なる持滿性滷性度を有す. 然れども これと同時に血液中には容易に解離し炭酸瓦斯にて分解せらるる蛋白滷鹽か存在するを以て血液は多量の炭酸を攝取する能あり，これを**滷豫備**と稱す，これ血液が組織細胞より炭酸を受納し，これを肺臟に運輸するに必要なる性狀なり. かくの如く血液は重炭酸曹達及び蛋白滷鹽を多量に含有するを以て代謝の際酸の發生ある時又鑛酸の中毒時に於ても血液の活躍性水素-Ion 量は一定に保持せらる.

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と多し，人の血液にありては凝固は2乃至3分にして起り6—8—10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，黃色の液を分離す，この液を血清[1]と云ひ凝固物を血餅[2]と稱す. 血餅は纖維素[3]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を失もたるものにして最早凝固するの性なし.

1 Blutserum 2 Blutkuchen, Placenta sanguinis 3 Fibrin

通常清澄の液なるも血液が脂質を含有すること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とあり.

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となく，これを久しく靜置する時はその內に含有せらるる赤色の血球が下降する爲め上部に黃色の血清を分離す. 血液の成分を一括して次の如く考ふることを得.

血液
- 血漿
  - 血清
  - 纖維素
- 有形素（血餅）
  - 血小板
  - 白血球
  - 赤血球

血液の凝固作用には動物の種類により遲速あり，馬の血液は凝固すること遲く，鳥類の血液は哺乳動物に比し凝固速度大に，これに反し冷血動物の血液の凝固は甚だ遲々たり. 但し組織に觸るることを避けて血液を採取する時は一般に有核赤血球を有する血液は無核赤血球を有するものに比し凝固すること遲し.

尙冷溫に於ける血液，又は酸素量少なく炭酸量大なる血液は凝固すること緩慢なり(故に動脈血は速かに凝固し，靜脈血の凝固は遲し).

酸，滷，中等濃度の中性鹽液(硫酸-Magnesium の $^1/_3$ 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) 等を血液に添加する時はその凝固

を抑制す．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內に赤白兩血球，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と稱す．

第一項　血漿[2]

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とを要す．普通用ゐらるるものは冷溫或は中性鹽添加なり．

冷漿　馬の血液は凝固すること比較的緩慢なるを以てこれを用ゐて血漿を作るを常とす．卽ち馬血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とを得べし．

かくして得たる血漿は粘稠，透明，黃色の液にして Lackmus に對しては滴性を呈するも，その內に存する水酸基-Ion の量は純水

1 Fibrinogen　2 Blutplasma

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[1]　種々の鹽を用ゐて血液の凝固を防止することを得，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．

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-

1 Salzplasma

漿と稱す.

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黄色, 中性の液にして血漿と異なり纖維素原を含むことなきが故に自然に凝固することなし. 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. 之れ其内に存する蛋白質量と比例するものにして惡性貧血症の際には1.45に降下することあり.

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. 血漿の7—8.5%を占む. この内纖維素原は僅かに0.3—0.6%に過ぎず. 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.

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.

動物より一定量の血液を採取しこれと同量なる除血漿赤血球食鹽液浮游體を注射する時は一部の蛋白質(殊に主として血清-Albumin)は直ちに血漿内に現はるるも完全に血漿蛋白量の復舊を得るには一定の期間を要す. 此の復舊力は肝臓が燐又は

1 Blutserum

Chloroform の爲に障碍を被りたる時若くは Eck の瘻管を有する動物には著しく減殺せらる.

血漿中の蛋白質は血漿に一定の滲透壓を維持せしむる爲めに必要にして血漿が若し蛋白質の如く正常毛細管壁を通じ滲透し難き物質を一定度まで含有せざる時は分子量小なる溶質のみを溶存する液分は漸次組織隙中に移行し血液は濃厚なる血球浮游液に變ずべし.

故に衝擊症等の場合に生機的食物溶液を移注する際には食鹽水は速かに血管外に竄出し移注の效果は單に一時性に止まる. Bayliss が Arabia Gom 等透過しがたき物質を食鹽液に加へて移注を施したるは蓋し之が爲なり.

尙血漿内蛋白質は血漿に一定の粘稠度を附與し, 又之が緩衝能に參與す.

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. 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.

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, 敗血症及び肝臓剔出の際缺如す. 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種々の種類を異にせる蛋白質の混合なること近時認識せらるるに至れるものにして之を硫酸安門にて分つことを得．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．その他尙詳細に區分する人あり．かく球素の中に區別あるは明なりと雖も水に對する溶解度，鹽類により沈澱する性質等は各種互に漸次變異するものなるを以て到底これらの性狀によりて血清球素の種類を明かに區別するをこと能はざるものなり．

血清を弱酸性にし10—20倍の蒸餾水を加へ稀釋したる時發生する沈澱を弱滷又は中性鹽の稀薄溶液に溶解したる後，醋酸にて沈澱せしめて之を精製することを得．

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，人類にありては平均2.8％に過ぎずと雖も馬の血液は約4.8％の血清球素を含有す．尤も同一種類の動物にありてもその含量に著しき變化あり，饑餓及び傳染病に際しては球素量相對的竝びに絶對的に增大し，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 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，これを集めて弱滷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，これに反し馬の血清は球素を含むこと蛋白素より甚しく多し(4.9％と2.8の割)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く卽ちその一は72°の凝固點を有する眞性蛋白素にして，他は84°の凝固點を有する僞性蛋白素なり．

核蛋白體 血清中には極めて少量の核蛋白體を含む，その他 Glutolin なるものあり，これは稀薄なる鹽溶液にも溶解せず滴と煮沸するも硫黃を遊離せしむることなし，但しその存在の眞僞は今後の研究を俟つ．尙その他血清類粘體の存在を唱ふる人あり．このものは煮沸するも凝固せず Alcohol に沈澱する蛋白質にしてこれを水解する時は Chitosamin を分離せしむ．

冷血動物にては血液蛋白の大部分を取去るも生活することを得．七日鮫の血液の $^4/_5$ を取去り之を等張に至る迄稀釋したる海水に少量の尿素を加へたるものにて補ふに毫も障碍なし(Nolf[1])．溫血動物にても犬の血液の一部を抽出し之を洗滌したる犬血球液(之に Gom を加ふ)にて補ひ此の如き操作[2]を反復して蛋白質量を正常値の $^1/_3$ となすことを得．此際血液中には Albumin 先づ現はれ次で Globulin 增量す．

血漿内主要蛋白質の沈澱域

沈澱劑	纖維素原	眞性球素	僞性球素	蛋白素
NaCl	殆んど半飽和にて沈澱す	飽和にて沈澱す		
$(NH_4)_2SO_4$	15—27％飽和にて沈澱す	28—38％飽和にて沈澱す	36—44％飽和にて沈澱す	全飽和にて沈澱す
$MgSO_4$	殆んど半飽和にて沈澱す	飽和にて沈澱す	飽和にて沈澱す	

1 Nolf: Arch. int. de Physiol. 1, 96 2 Plasmapharese

第四項 非蛋白窒素一名殘餘窒素

血漿又は血清を加熱して凝固蛋白質を除去したる後に殘留する窒素化合物を非蛋白窒素體又は殘餘窒素と稱す，血液中に常成分として含有せらるる殘餘窒素は Amino-酸，尿素，Kreatin, Kreatinin, 馬尿酸，尿酸，安門，Indoxyl 等に含まるる窒素にして何れも極めてその量少なく，總量平均 0.03—0.04 %に過ぎず．その 0.05 % 以上のものは病的に屬す．

Wu[2] の測定によれば人血中に含有せらるる各種殘餘窒素の量下の如し．

成　　分	血　球 mg	血　漿 mg
全殘餘窒素量	49.3	28.8
尿　素-N	17.1	19.3
尿　酸	1.93	3.92
全 Kreatinin 量	8.32	1.47
既成 Kreatinin	2.48	1.24
Amino-酸-N	9.47	5.52

安門は 0.02—0.03 mg, HCNS は 0.025—0.04 mg %，Indikan-N は通常約 0.045 mg %の割に含有せらる．

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[3])

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窒素なり．

1 Reststickstoff 2 Wu: J. Biol. Chem. **15**, 21 [1922] 3 Rosenthal: J. Biol. Chem. **70**, 129. [1926]

第五項 無窒素物質

糖質 血液中に主として含有せらるる糖質は一糖類なり．その量多からずと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．

常態に於て血液中に存する糖量は約 0.09—0·11 % に過ぎず．その量は常に一定し，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 時間内に正常値に復歸す．然れども種々なる狀況により過血糖症[1]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．

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 25 mg なり．其中血球は 47 mg %，血漿は 10 mg %を含有す．(Somogyi[2])

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清に存することなく，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．

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．

1 Hyperglykämie 2 Somogyi: J. Biol, Chem. **75**, 33. [1927].

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増進し84 mg％重/容對1時間に達するこゝあり(白血球の數に比例す)．淋巴性白血症にては解糖作用の増進を見ず(Smitz 及 Glover[1])

脂質 血液中に存する脂質の量は食物攝取によりて大なる影響を受く，即ち饑餓時に於てはその量僅かに0.09—0.22％に過ぎざるも，多量の脂肪食を取りたる後數時間は遽かに増量して約その10倍に達し血漿はこれが爲めに乳樣を呈す(生機的脂質血)．此際脂肪及脂酸のみならず Lecithin 及 Cholesterinester も亦増量すと云ふ．

常態に於て血液中に存する脂酸は中性脂肪の狀態に於て存在するは少量にして0.04％に過ぎず，多くは Cholesterin の Olein-酸又は Palmitin-酸-Ester (0.15％)及び Lecithin の形にて存するものの如し．

血液中に存する Cholesterin 量は約160—180 mg％なり．其中 Ester の狀態に於て存するもの60％，遊離の Cholesterin は40％を占む．血球は殆んど全く遊離の Cholesterin のみを含有す．

血液内 Cholesterin 量は脂肥症，糖尿症，重症肝臓障碍，妊娠時に増量す．妊娠時に増大するは膽汁中に排泄すること不充分となる爲なるが如く分娩後多量に膽汁中に排除せらる．Bright の病にて腎臓が强度の脂肪變性を呈する時にも亦血液内 Cholesterin 増量す．之に反し Kachexia, 腫瘍，老年には血液内 Cholesterin 量減少す．

妊娠時には第3月より血液の總脂質量増加し Termin にては平時量の

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

50％増加す．Cholesterin, Cholesterinester は平時よりも増し總 Cholesterin に對する Cholesterinester 量平時よりも大こなる．$\frac{L}{C}$ の比は平時こ差なし．分娩後約2週間は平時よりも脂質多し(M. Tyler 及 F. P. Underhill[1])．但し家兎にては反對に妊娠に際し燐脂質及 Cholesterin の量減ず(Baumann 及 Holly[2])．

血液中に存する脂質性燐は100 cc 血液中男子にては約16—23.3 mg，女子にありては約19—29 mg なり．

饑餓の時期永續すること久しきに亙る時は血漿内脂質量著しく増大し血清は溷濁の觀を呈す．一般に酸性症の際には脂質量増大し，滷性症の際には減少す．

血液の脂質を鹼化する際得らるる不鹼化物質は Cholesterin 及び其誘導體にして其中 Digitonin こ不溶解性の複化合物を作るは Cholesterin, Oxycholesterin, Oxymetacholesterin, Dioxycholesterin なり．又 Digitonin こ結合せざるものは Chol-酸化合物に類似の三種の酸化物にして是等も Cholesterin こ同樣の色彩反應を呈するを以て比色法及 Digitonin-法を用ひて測定する時兩者の間に異なる結果を生ず．之れに反し肝臓脂質には此の如き酸化物を缺くを以て比色法も Digitonin-法こ同一の結果を得．

色素 血清の黄色を呈するは Carotin 及 Xanthophyll 等の脂肪色素が存在する爲めなり．その他 Bilirubin も極めて少量に常成分として含有せられ，病的の場合には著しくその量を増加す．血色素は正常時には血漿中に存在せず．

乳酸 常態に於て0.010—0.020％を含有し，肉食の後増量し，又筋肉動作殊に酸素の供給不充分なる時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増加す．

1 Tyler 及 Underhill: J. Biol. Chem. **66**, 1 [1925] 2 Baumann 及 Holly: Amer. J. phys. **75**, 618 [1926]

ことに窒息死に於て增量す．その他 Aceton-體，蓚酸，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どもその量僅少なるど，且つ血清中にはその作用を阻害する働あるどによりてこれを證明すること困難なり．

Butyrase Monobutyrin 及び Tributyrin を分解する働を有す．其力は血漿内 Cholesterin の量と反比するものの如し．普通脂肪を分解する働あるや否やに就きては諸說一定せず．ありとするも其作用僅微なるものなるべし．

解糖酵素[2] 糖を分解する酵素にして血液中に常存す．

蛋白酵素及び抗蛋白酵素質 常態の血液中には蛋白酵素存在すれども血清には同時にその作用を遏止する働あるを以て酵素の作用はこれが爲めに蔽はる．然れども若し血清を Kaolin, 膠性鐵, 澱粉等にて處理する時は血清の遏止作用は除去せらるる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ること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るを以て見れば，血清の消化せらるること困難なるは唯その蛋白質の性狀に關するのみならず恐らくその中に抗蛋白酵素を含有する爲なるべしと稱せらる．血清は Pepsin に對しては抵抗稍弱し．Trypsin 及び Pepsin を注射して免疫學的に血液中に抗-Trypsin-質及び抗-Pepsin-質を增生せしむることを得．

1 Gee 及 Chaikoff: J. Biol. Chem. **70**, 151 [1926] 2 Glykolytisches Ferment

澱粉酵素及び麥芽糖酵素 人，猫，家兎，海猪の血清は澱粉酵素を含有するも麥芽糖酵素を含まずといふ．これに反し豚，犬，山羊，馬，牛等の血清は麥芽糖酵素を含有すと稱せらる．

人の血液内澱粉酵素の量は癌，惡性貧血，Typhus 等の時減少す．

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と云ふ．

酸化酵素及び Katalase Salicylase は血液中に含まるること極めて僅少に過ぎず，これに反し Guajak-丁幾を青變する酸化酵素は稍多量に存在す，これ恐らく白血球より生ぜしものならむと云ふ．過酸化酵素は血清中に存在し過酸化水素の存在に於て Guajak-丁幾を青變す，酸化酵素よりも加熱に對する抵抗遙かに强し．Katalase も亦血液中に存在す，その生機的作用は未だ明かならずと雖も恐らく過剩の過酸化水素の堆積を妨ぐるものならむ，このものは血漿中に見ることなく赤血球の礎質中に存在す．

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，これ一は腎臟より尿中に水分を排泄すると，一は組織が水分を收蓄する機能あるどによるものなり．

鹽類も亦常態に於ては常に殆ど一定す．これ血液の恒張性を維持し且到る處接觸する細胞に適する如き鹽の割合を有すること必要なるがゆゑなるべし．例へば加里鹽を血管内に注射するに血液内の加里量一時增加するも速かに腎臓より排泄せられて異常の鹽含有量は須臾にして修正せらる．

血液中の無機成分量を擧ぐれば下の如し(Myers[1])

構成分	正常 範圍 100 cc 中の mg	正常 平均 100 cc 中の mg	異常 100 cc 中の mg
Na (血清)	320－350	335	220—460
K (血清)	18— 22	20	10— 35
K (全血)	150－250	200	50—400
Ca (血清)	9— 11	10	2— 12
Mg (血清)	1.5——3	2.5	1——4
Fe	.....	50	15— 70
Cl (血漿)	340—370	360	300—510
NaCl (血漿)	570—620	600	500—850
NaCl (全血)	450—520	480	120—700
P			
無機性(血清)	2.5—5.5	3.5	1— 40
脂質(血漿)	5— 12	7.5	
有機性(血球)	40— 75	53	
S	0.5—0.9	0.5	0.4— 16

燐及び硫黄の灰化前に於て蛋白質に含有せられたるもの又は他の有機性狀態にありしものは算入せず．

鹽類の約75％は食鹽よりなり，殘餘の大部は重炭酸鹽，少部は燐酸鹽よりなる，滷は蛋白質と結合し非透性滷を形成する部分少からず，滲透對補法にて測定する時は Calcium の大部は非透性の狀態にあり，これに反し Natrium 及び鹽素は殆んど全く透過性結合物として血漿中に存在す．

1 Myers: Physiol. Reviews, 4,274 [1924]

その他鑛質として銅，鐵，Mangan, 硅酸，弗素，沃素，砒素を含むことあり．

血清内に存する Calcium の一部は蛋白質と非透過性の結合物を形成し(40％)，一部は透過性にして非解離性の鹽類を作成し(約30％)，他の一部は Ion として存在す(約30％)．後章述ぶる如く上皮小體の覺醒素には有機性 Calcium の量を調節する能あるものの如し．

血清中の K/Ca の比は殆んど恒定し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17なりしもの全血内 Ca の增量するに從ひて12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と考へらる(Weber及 Krane : Z. physiol. Chem. **163**, 134 [1927])

腎臓炎患者にありては血清中に存する食鹽の量增大し0.8％に達することあり，これに反し熱性病ことに肺炎の際には血液の鹽化物量減少することこと多し．

犬に其體重1 kg に對し0.2727 g CaO 以上の $CaCl_2$, 乳酸-Calcium, Glycerin-燐酸石灰を與ふるに明かに血清-Calcium の量を增加せしめ Parathyreoidea を除去したる獸にては痙攣を防止するを得．乳酸石灰は鹽化石灰の如く胃粘膜を刺戟せざるにより多量に之を服用することを得．

(A. M. Hjort[1])

1 A. M. Hjort : J. Biol. 783 [1925]

第三節 赤血球 Erytrozyten

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となり，而してこの作用は主と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となく，蛋白質及び脂質(Kephalin, Cholesterin)等よりなれる膜を有するものと想定せらる，比重は 1.090—1.105 にして血漿(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により異なる．卽ち馬血にては甚速かに，牛，豚にては極めて遲く，人血は中等度なり．妊娠時，急性熱性病に際し迅速となる，これ凝集作用に基く爲めにして，この時血球は連錢狀を形成すること多し．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 $MgCl_2$ 液內にては電位差零となるも凝集せず之に反し免疫血淸，Ricin 等にて處理せらるれば 12 m Volt 以下に電位下れば凝集す.

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 なりと雖も時として直徑 12 μ に及ぶ巨球又は 2 μ に足らざる矮球を混ずることあり．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ど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 m^2 にして體表面の約 2000 倍に達す.

赤血球は血漿又は血淸の濃度の增減によりその形狀を變化す．卽ち水分蒸發して血漿又は血淸の濃度增加するか或は鹽

類を加へて濃度を大ならしむる時は赤血球の容積減じ表面收縮して金米糖の如くなるを認め，反對に血漿又は血淸を水に加へてその濃度を減ずれば赤血球は膨大して球狀となり，稀釋の度が一定度を超ゆる時は終に破綻して赤色の內容は周圍の血漿又は血淸中に溶解するを見るべし．これを解血作用[1]と稱す．これ赤血球が鹽類及び糖等を通過せしむること小なる半可透[2]の膜を有するが爲めに起る現象にして，常態にありては血漿と赤血球の內容卽ち內漿とはその滲透壓等張なるを以て赤血球に何等形狀の變化を來さずと雖ども，血漿中に水を混ずる時は血漿に低張を來すを以て水は半可透の膜を通じて赤血球內に入り，血球はこれが爲めに膨大し終に破綻を招くに至る．これに反し血漿が高張なる時は水は血球內より外圍の液中に出で血球は爲めに收縮す．人の赤血球に等張なる食鹽水を生機的食鹽水と稱し約 0.9—1.0 % の食鹽を含む.

赤血球を包繞する周圍の液が低張となれる時直ちに解血作用惹起せらると考ふるは誤れり．卽ち赤血球はその種類により抵抗力を異にし，馬の赤血球は 0.7 % 食鹽水によりて解血作用を蒙るも，人血球は 0.45 % 食鹽水ならざればこの現象を呈せず，一般に幼き赤血球は老赤血球に比し抵抗大に；酸素は血球の抵抗を增し，炭酸は之を減ず.

等張溶液にても脂質に溶解する Alcohol, 尿素，Glycerin 等の溶液は解血作用を呈す，蓋しこれ等の物質は容易に赤血球內にも竄入し，外液を低張ならしむるに基因するものなるべし.

1 Hämolyse 2 Semipermeable Membran

その外 Ether, Chloroform, 膽汁酸, Saponin, 細菌解血素, 動物性解血素等直接に赤血球表面を障碍するものは亦解血作用の原因となる.

中性燐酸緩衝劑中にては赤血球は 50° に加溫せらるる時初めて解血するも酸又は滴の添加に際しては溫度に對する抵抗小となる.

幾回も凍結, 融解, 砂磨等にて赤血球膜が器械的に損傷せられたる際にも亦解血作用惹起せらる.

一般に赤血球の膜が Kephalin を多く含有する時は解血作用を蒙り易く之に反し Cholesterin を多く含む時は抵抗大なりといふ.

失血したる際古來動物の血液を血管内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内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. 人間の血液にても效なきことあり之れ Karl Landsteiner の研究によれば同屬凝集及同屬解血起る爲なり. 米國學者の研究により人間の血液は四種に分つことを得べく同屬の人士は互に其血液を認容し得といふ. 世界大戰の際米國兵士は其識別票に各血液屬の記號を附せられ失血時に際し同屬の僚友より血液を受くるに便にせりといふ.

第二項 化學的成分

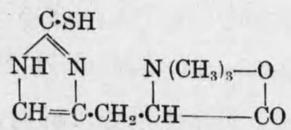
上述したるが如く赤血球に多量の水を加ふる時は血球は漸次膨脹し終に内漿はその膜を破りて球外に出で, 後に蒼白色の陰影を殘留す, これを礎質と云ふ. この時廻轉沈澱器を以て内漿及び礎質を分つことを得べし.

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 礎質は球素, 燐蛋白體, Cholesterin, Kephalin 等よりなる, Cholesterinester は存在せず. 約その $^1/_3$ は脂質に屬し, $^2/_3$ 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.

内漿[2] 内漿中には鹽化加里, 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 $^1/_3$ は血色素よりなると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, 鶏にては固形分の 63 %, 蛇にては 47 % を占むるに過ぎず.

Thiasin Benedict, Newton 及 Behre (J. Biol. Chem. **67**, 267, 1926) 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 Thiasin を有す. 此者は赤血球に限りて存在し麥角中に存する Ergothionin と同一物なり.



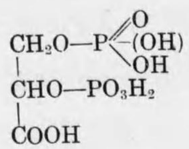
$(C_9H_{15}N_3O_2S)$

溶融點は 276°, $[\alpha]_D = +116$, NH_2-N を含有せず. 銅液を還元せず Pikrin-酸と沈澱を形成し, 燐-Wolfran-酸を還元す.

1 Stroma 2 Endosoma

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ど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



Alcohol によく溶解する汁巴として得られ左旋性を有す，Ba, Ca, 鉛及銀鹽は何れも不溶解性を呈す，水溶液より美なるBrucin-鹽を形成す．

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と Glycerin-酸を生ず．筋肉，脾，骨髄によりては分解せられず肝臓も稍〻之を分解するに過ぎざるも腎臓はよく之を水解す．(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, 尿素も亦之と同じ割合に血球及び血漿間に分配せらるLundsgaard 及 Holböll Bioch. Z. **173**, 269, 1926) 血漿内糖量の増減に伴ひて瞬時にして變化す．但し赤血球を純粹の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]).

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

第三項 血色素

血液の赤色を帯ぶるは赤血球中に Hemoglobin 及び酸化-Hemoglobin を含有するが爲めにして酸化-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. 酸化-Hemoglobin. Oxyhämoglobin O_2Hb

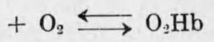
酸化-Hemoglobin は Hemoglobin と同じく斜方系に屬する赤色の柱狀或は板狀晶にして水に溶解し，少量の炭酸曹達を含む弱滷性の水には尚能く溶解す，無水-Alcohol, Ether, Benzol, Chloroform に溶けず．水溶液は光活性を有すその比旋は $[\alpha]_D = +10°$ なり．水溶液は諸種重金屬鹽によりて沈澱するも鉛糖及び鉛醋は之を沈澱せしめず．

水に溶解する度は動物の種類によりて異なり，人及び牛より得たるものは能く溶解すれども馬及び犬より得たるものは溶解するに時間を要す．從て人の血色素は結晶に取出すこと甚だ困難なるも，犬又は馬の血球より容易くこれを結晶性に製出することを得べし．

即ちこれ等の動物の赤血球を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化-Hemoglobin の結晶を得べし．かくして

得たる酸化-Hemoglobin の結晶の形狀は動物の種類によりて異なり栗鼠にては六方晶系に屬する六角板晶系を呈し，他の多くの動物は斜方晶系に屬する針晶，柱晶，板晶を示す．

酸化-Hemoglobin は 1 g 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もの，換言すれば一分子の血色素と一分子の酸素との化合物に相當す．然れども酸化-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と結合し，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，卽ち酸化-Hemoglobin とその構成分との間には次の如き化學的平衡成立するものとす．



$$Hb + O_2 \rightleftarrows O_2Hb$$

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と比較的小なることを認むるを得べし．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化-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．

Hemoglobin が酸素と化合して酸化-Hemoglobin となるに伴ひその色彩にも變化を生ずるものにして，Hemoglobin は暗赤色なるに反し，酸化-Hemoglobin は鮮紅色を呈す．かの動脈血と靜脈血とがその色調を異にするは，全く前者にありては酸素を含有すること多く，後者は酸素を含むこと少なきに基くものなり．

Hemoglobin が酸素を含有するの多寡により其色彩を異にすることは次の小實驗によりて明かなり．一，稀薄なる除纖維血液に數滴の硫化安門を加へて少しく溫むる時は酸化-Hemoglobin は還元せられて Hemoglobin となるを以て動脈血樣の鮮明なる色は失せて靜脈血樣の暗赤色に變ずるを見るここに於て液をよく振盪する時は Hemoglobin は空氣中の酸素をとり酸化-Hemoglobin に變ずるを以て液は再び鮮紅色となる．二，稀薄なる除纖維血液を眞空中に置き酸素を抽出する時は酸化-Hemoglobinは解離して酸素を失ひ Hemoglobin に變ずるを以て血液は又暗赤色となる．然れども之を空氣中に放置する時は Hemoglobin は直ちに酸素を吸收し酸化-Hemoglobin となるを以て暫時にして血液は初の如く鮮明なる色彩を放つに至るべし．

かくの如き色彩の變化は肉眼によりても明かにこれを認むと雖も適當稀釋度に於て分光器を以て檢する時は尙確實に之を證明することを得べし．卽ち Hemoglobin にありては青紫部の吸收以外DとEとの間に少しくDの方に偏して一本の幅廣き吸收帶あるに過ぎざるも，酸化-Hemoglobin に在りては大に稀釋したる溶液又は薄層に於ても尙青紫部に强き吸收ある以外に，黃綠部に於

てD線とE線と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．吸收の最も强き部は前者にては $\lambda=579\,\mu\mu$ 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．その他菫外部に於て $\lambda=415$ の處に一條の吸收帶あり，これは勿論肉眼にて見ること能はざれども寫眞によりて明瞭に認むることを得るのみならず，稀釋度大なる時もこれを證明すること容易なり，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，菫外部の吸收帶は40000倍の稀釋度に於ても尙明かにこれを證することを得べし．

尤も光の吸收は液の濃度及び層の厚さに關するものなるを以て酸化-Hemoglobin 溶液の濃度大なる時は二本の吸收帶は合して一本となるべく，甚しき(血液を10倍に稀釋したるもの)に至つては分光像は殆んど全部暗黑となり纔かに赤色の一部を止むるに過ぎざることあるを忘るべからず．

2, Methemoglobin OHb

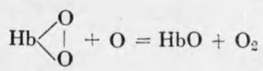
Methemoglobin は Hemoglobin と酸素との一種の化合物にして體內に於ては鹽素酸加里．亞硝酸曹達，亞硝酸-Amyl, Antifebrin 等の中毒の際に發生し，體外に於ては酸化-Hemoglobin 又は酸化炭素-Hemoglobin に赤色血滷鹽，過-Mangan-酸加里，鹽素酸加里等を加ふるによりて發生し，その溶液に Alcohol を加ふれば析出す又 Alcohol 含有(約 $^1/_{10}$ 量)の Hemoglobin 液を空氣中に久しく放置する時にも亦析出す(Nicloux 及 Fontès[1])．Methemoglobin は褐赤色の針狀晶又は六邊板晶にして，水には溶解すれども酸

1 Nicloux 及 Fontès: Bull. Soc. Chim. Biol. **6**, 728 [1924]

化-Hemogloabin よりもその度弱し．

Methemoglobin は Hemoglobin の酸素化合物なることは酸化-Hemoglobin に類似す，然れども酸化-Hemoglobin に於けると異なり，その中に含まるる酸素は 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し．かく酸化-Hemoglobin の酸素化合物なりと雖も解離性殆んどなき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 に變ずるは酸化-Hemoglobin と同一なり．

酸化-Hemoglobin はこれに赤色血滷鹽液を加へて Methemoglobin に變ぜしむるに當りて酸化-Hemoglobin に含まれたると同量の酸素を發生す，而して Methemoglobin に含まれたる酸素の量は酸化-Hemoglobin に含まれたる酸素の半量にして酸化-Hemoglobin が Methemoglobin に轉化するときの變化は次の如く考ふることを得べし．



$$Hb\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix} + O = HbO + O_2$$

Methemoglobin は，青化水素に遇へば青化-Hemoglobin に變じ(屍體中に Methemoglobin の存在を證明する時青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)

1 Takayama: Beitr. Toxikolog. u. Gerichtl. Med. [1905]

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($\lambda=626$)．尤も濃度大なるときは通常四條の吸收帶も($\lambda=626.575.533.499$)を表はしこれより濃度減ずるに從ひ吸收帶も三本，二本，一本に遞減す．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溶液に弗化滷を少量に加ふる時は赤部の吸收帶の黄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の溶液に數滴の安門を落下し滷性となすときは滷性-Methemoglobin-溶液を得．これは栗實赤色を呈し分光像中にD線とE線との間に酸化-Hemoglobinに似たる二本の吸收帶($\lambda=579, 540$)を現はし，その他D線の赤部に面したる側に第三の細き吸收帶($\lambda=608$)を有す，このものは陰影によりD線吸收帶に接續す．

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．

3. 酸化炭素-Hemoglobin, Kohlenoxydhemoglobin COHb Hemoglobin又は酸化-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ずれ酸化炭素-Hemoglobinの發生するが爲なり．

酸化炭素-Hemoglobinは分光像中に酸化-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は酸化-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化-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．

その他酸化炭素-Hemoglobinは酸化-Hemoglobinに比し還元作用，滷，硫化水素，Tannin，鉛醋等の作用に大なる抵抗を示すによりてこれを證明することを得．

酸化炭素-HemoglobinはHemoglobin一分子と酸化炭素一分子と化合せるものにして同じく解離性化合體なるも酸化-Hemoglobinに比すれば解離度甚だ小なり．即ち酸化炭素は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一分子は酸化-Hemoglobinの酸素一分子を排除しHemoglobinと結合して酸化炭素-Hemoglobinを作る．即ちこの時1 gのHemoglobinは1.34 ccの酸化炭素を結合す．吸

氣中に酸化炭素1%，酸素16%を含有する時既に 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 の結晶は酸化-Hemoglobin 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 は酸化-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，又赤色血滴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

酸化-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 と共に血液内に發生す．

酸化窒素-Hemoglobin は一分子の Hemoglobin に一分子の酸化窒素

1 Inaktive Gase

が結合せるものにして酸化-Hemoglobin と全く同形に結晶し，分光像も亦酸化-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 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．故にこれら瓦斯の中毒に際し血液内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, Kohlensäurehämoglobin

Hemoglobin が酸素と充分に化合して生じたる酸化-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．これ酸素と炭素とは 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．

非顆粒性細胞

1. **淋巴球** 通常赤血球大なり．核は能く染色し，丸く，その數は一個にして甚だ大に，原形質は微量にその周圍に存するに過ぎず．屢々核の周圍に近く亮明なる部を認む．

2. **單核大淋巴球** 正常血液中最大の細胞にして其直徑屢18μに達す．丸き又は少しく屈曲したる核を有す，原形質には殆んど顆粒を見ず．

顆粒性細胞

3. **Eosin-染性白血球**又は酸性色素性白血球[1] 原形質の顆粒は大にして能く Eosin に染まるに依りこの名あり．核は多樣形をなす．その直徑は凡そ 15μあり．（酸が染色原をなすものを酸性色素と云ふ）．

4. **多樣核中性色素性白血球** Eosin-染性白血球より稍小 (9—12μ) にして核も亦これに似たり，原形質の顆粒は酸性及び鹽基性色素に略同等に染色す．顆粒は微細なり．

5. **鹽基性白血球**又は**肥胖細胞** 核は多樣なるも其度前者よりも弱はし，顆粒は大にして鹽基性色素に染色す．顆粒は種々の大さを呈す．

以上五種の中，中性白血球は 65—72％，淋巴球は約20—25％，單核大淋巴球は 3—5％，Eosin-染性白血球は 2—4％，肥胖細胞は 0.5％を占む．

化膿菌，急性傳染病の時は多樣核中性色素性白血球增加し，動物性寄生蟲，癌，Asthma の時には Eosin-染性細胞著しく多く．異種血清の注射後には肥胖細胞增加す．

血液1立方mm中に約 7000—15000 の白血球あり，然れども白血球の數は年齡によりて差異ある（初生時にありては 2 倍に達す）のみならず，一日中に於ても食後には著しくその數を增加するものとす．傳染病時に殊に增加す．

白血球は體溫に於て盛に Ameba-樣の運動をなし或はその位置を變更し或はその僞足の間に種々の物質例へば細菌，異種赤血球，組織類物等を圍繞す，故に喰細胞[2]の名あり．

1 Eosinophile oder acidchromophile Leukozyten 2 Phagozyten

原形質は醋酸に遇へば收縮し，水及び弱き鹵液には先づ膨脹したる後破壞せらる原形質は主として球素，蛋白素，粘素樣物質より成り，その外糖原，Cholesterin, Lecithin 及び無機鹽類よりなる．核の主要成分は核素なり．

白血球は血液內に侵入したる細胞を捕捉する特殊の作用を有する外，酵素，免疫體を含有するのみならず鐵，脂肪等の運輸にも亦必用なる役を營む．

乳酸を多く含有する液中に白血球を入れ久しく放置する時は沃度にて褐色に染まる顆粒を發生す，これ恐らく糖原なるべしといふ．

白血球の固形分中には大約左の如き成分を含有すといふ．

蛋白質	10.4%
核素	68.9
Lecithin	7.5
脂肪	4.0
Cholesterin	4.4
糖原	0.8

第五節 血小板又は塊球[1]

血小板はその大さ甚だ小にして直徑約0.5—3μに過ぎず，表面より見れば圓形をなし，側面より見れば細長し．無色，粘稠にして核を有し，白血球の如く Ameba-樣の運動をなす．數は白血球よりも遙かに多く 1 mm³ 中に 30 萬を算す．骨髓巨大細胞より剪除せられて發生し脾臟にて分解せらるるものならむと云ふ．その內に蛋白質及び核蛋白體を含有す．

1 Blutplättchen oder Thrombozyten

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寒天樣に凝固し此ものは次第に收縮して微黃色を呈する血清を分離せしむることは既に上述したる所なり．此際收縮したる血塊は纖維素の網叢よりなり內に赤血球を包藏す．若し血液抽出後直ちに細條を以て之を攪拌する時は白色の蛋白質次第に析出し(纖維素)，殘餘の血液は廻轉沈澱により血清及び血球に分離せらるべし．

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は血液內に於ける Calcium-Ion を極めて微量に減少せしむることによりて之を防止することを知るべし．

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條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毫も凝固を起すことなし．

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％食鹽水を以て蔽び，冰室內にて48

時間放置する時は纖維素は溶解せざるも Thrombin は溶解して粘稠なる溶液を形成す．斯の如き Thrombin の溶液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は纖維素原に Thrombin 及び Calcium-Ion が作用する時發生することを知るべし．

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 を加ふる時は Prothrombin の沈澱を得．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 Prothrombin 溶液は之を純粹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 Prothrombin 液に豫め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 Prothrombin に Calcium-Ion が作用する時は Thrombin に變ずることを知るべし．

體內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塊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能はず更に今後の研究に俟つこと多し，次に之を理解するに必要なる主なる說を略記すべし．

×1. Morawitz の酵素說

Morawitz[1] は血漿內に酵素原として存在する塊酵素原[2]が血管外にて白血球及血小板の崩壞の際發生する塊活素の爲めに前

1 Morawitz: Hofmeister's Beiträge: **5**, 133 [1903] 2 Thrombogen

塊酵素[1]に變じ此前塊酵素が更に血液中の石灰鹽の爲に塊酵素に變ず．かくして生じたる塊酵素が血液常成分たる纖維素原に作用してこれを纖維素となし以て血液の凝固を惹起せしむと說明せり．

然れども Howell[2] は純化したる Prothrombin は少時の煮沸によりても其作用を失はざることを實驗し Morawitz の酵素說は之を信ずるもの殆んどなきに至れり．

2. Howell の 抗-Prothrombin 說

Howell は純粹 Prothrombin は Calcium-Ion によりて Thrombin に變じ，此のものは纖維素原に遭ひて纖維素を發生するも體內を循環せる血液內には Prothrombin より Thrombin の發生するを阻止する抗-Prothrombin ある爲めに凝塊作用行はれざるものと想定せり．彼は犬の肝臟より Heparin と稱し Glycuron-酸を含有する酸性物質を分離し此者 1 mg を 100 cc の血液に添加する時は全く其凝塊作用を阻止することを發見し，尙正常血液中に之に似たる物質あり且つ其ものは Pepton 注射により不凝固性を得たる血液中に增量することを確め肝臟より正常時常に此もの血液中に分泌せられて Thrombin の發生を阻止することを唱へたり．

市販の Peptonの溶液を血管內に注射したる後 15—30 分間內に於て抽出したる血液は容易に凝固せず．然れども此作用は Pepton の種類により異なり環狀體こゝに Tryptophan を多く含む Pepton に其働大なり．此の如き血液若くは血漿は之を纖維素原加 Thrombin 溶液に加ふる時にも尙凝固を阻害する機能を示す．

Howell に從へば血液が血管外に出づれば血小板の崩壞により

1 Prothrombin 2 Howell: Amer J. Physiol. 26, 453 [1910]

Kephalin 樣物質遊離し此ものは抗-Prothrombin を中和する爲め Prothrombin は Calcium-Ion によりて Thrombin に變じ凝塊作用を發現す。

Emmel, Levinson 及び Firch 等は血液中に於ける Calcium は恐らく微量膽汁の如きものと結合し居りて Ion を形成せざる爲め作用を呈することなく白血球及び血小板の破壞，組織の添加により膽汁が中和せられて一定量の Calcium を遊離するに至れば凝固を惹起するものなりと稱せり．

3. Hekma の脫水凝固說

Hekma は血液凝固を膠質化學的に說明せんとし纖維素は血液中に滷水溶體として膨化したる狀態に存在し此纖維素＋電解質＋水よりなれる Mizelle が膨化水を失ひて收縮する時に凝固すと說けり．此際滷水溶體は先づ單なる水溶體の狀態に變じ Mizelle は收縮す．白血球，血小板及組織細胞が凝固を促進するは一は核酸等の酸性質生じて滷水溶體を水溶體に導くと，他は燐脂質の如く膨化性にして脫水劑として作用するもの遊離せらるるが爲ならむと．

Stuber 及 Sano[1] は纖維素原と Thrombin を膜にて隔つるも纖維素原を凝固せしむるにより Thrombin は脫水的に纖維素原に作用すと說けり（されど反應度を明かにせず）

4. Mills の膠質複合體破壞說

Mills は血液內には Thrombin 性凝塊作用に必要なる諸要素 (Prothrombin, Kephalin 及 Calcium) 等悉く具備せらるるも是等が互に作用すること能はざる狀態にある爲め反應進行せざるなりと說明せり，卽ち體內に循環せる血液內に於ては纖維素原，Prothrombin, Kephalin, 抗-Thrombin 等は互に膠質性複合體を作成し

何れも遊離の狀態に存在せず，Prothrombin が Thrombin に變ずる爲めには何等かの擾亂力の之に作用して膠質複合體の均衡を損せしめ之を破壞するを要す．硝子，塵埃，羽毛，金屬等を血液に插入し，又は水を以て血液を稀釋する時複合體に分解起らば Prothrombin と Kephalin は Calcium により Prothrombin-Ca-Kephalin なる化合物を形成す，此ものは卽ち Thrombin にして其等電點は中性反應よりも滷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と．

Mills によれば組織內には Kephalin と蛋白質と結合して成れる“組織纖維素原”あり．該“組織纖維素原”は Prothrombin に交涉なく直ちに纖維素原と結合して纖維素を形成す(Wooldridge の嘗て說きたると同じ考なり)．故に血管の裂傷により血液が血管外に出づる時は組織內の組織纖維素原により凝塊作用起る．之れ血液の損失危險なる肺，腦，腎，皮膚，血管內被細胞等に行はるる現象なり，此作用により纖維素原の一部が纖維素に變ずる時は血漿複合體の分離惹起せられ Prothrombin 及 Kephalin 遊離すると共に直ちに Thrombin 生成せらる．而して複合體に於ける纖維素原と Prothrombin 竝びに Kephalin との比は 1:4 なるを以て組織纖維素原によりて纖維素原の一分子排除せらるる時は 4 分子の Thrombin の發生を伴ふにより Thrombin による凝塊作用も亦玆に行はれ血液凝固速かに進涉するなり．組織纖維素原は凝塊作用の發現に必要にして，Thrombin 機序は凝塊作用の完成に重要なりと考へらる．血友病にては組織

纖維素原性凝塊作用は正常なるも Thrombin 側の支持不充分なる爲め凝血完成せず絕えず出血を見るなり．

凝塊作用行はるる時纖維素生成に與からざる Thrombin 卽全 Thrombin の $^3/_4$ 量は血清中に過剩に存在す．之れ血清が大なる凝塊作用を呈する所以なり，然れども血清中には遊離の狀態にある Antithrombin 存する爲めこのものは徐々に 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 と結合して血清中の Kephalin 濃度を減少せしめ延いて Thrombin の解離を促がし Thrombin を減少せしむる爲め Thrombin の作用漸次消退す．常溫にて 1 時間內に約 90 % 以上の作用の損失あり．之に伴ひて Prothrombin の回生を見る．尤も血友症にては Prothrombin の復生を見ることなく Thrombin は其儘抗-Thrombin に捕捉せらるるものの如し．

以上の諸說は未だ凝塊機序の可能性を說くに過ぎず，抗-Prothrombin の作用，纖維素水溶體の脫水機序、膠質性複合體の環境に對する態度等に就ては更に精細なる化學的竝びに物理化學的の檢索を要す．

病的に Chloroform の中毒，燐の中毒，急性黃色萎縮症等にて肝臟細胞著しく障碍を受けたる爲め纖維素原の量減ずる時，又は敗血病，肺炎，粟粒結核等にて恐らく抗-Prothrombin の量增加したる場合には凝血作用遲緩す．ことに凝血作用に大なる影響を有するは血小板にして血小板の數著しく小なる時は凝固

1 Stuber 及 Sano: Bioch. **134**, 239 [1923] 2 Herzfeld 及 Klinger: Bioch. Z. **71**, 391 [1915]; **75**. 145 [1916]

完全ならず屢〻出血性病症を惹起す．又血小板が血行遲緩，血管壁病變，大氣及細菌のEmboli，異常蛋白質注射等の爲め血管の一部に凝集する時は此處に於て血液凝固し血栓を形成することあり．

第七節 血液の水素-Ion 濃度

血液の反應は殆んど常に一定しpH 7.32及7.43の間にあり．靜脈血は動脈血よりもpH値約0.013—0.037低し(Doisy et al[1])過度の運動の直後には血液の水素-Ion 濃度上昇しpH 7.05となることあり(Barr, Himwich 及 Green[2])之に反し强制的呼吸を施す時は滷性度增加しpH 7.85に達することあり (Davis, Haldane 及 Kennaway[3]) H_3PO_4, NH_4Cl, $(NH_4)_2HPO_4$ 等を內服すれば pH=7.30—7.20の酸性症を起すことを得べく，之に反し $NaHCO_3$ 又は枸櫞酸曹達を攝取する時はpH=7.50—7.55の滷性症を起す．此等の試藥の服用を止むる時は24—48時間內に速かに常態に復歸す (Koehler[4])

血液の水素-Ion濃度が正常値より著しく異なるは體內に於ける酸滷平衡に重大なる擾亂存在するの徵なり．例へばpH 7.50となる時は既に滷性症に屬し體內に於ける非償性滷過剩若くは非償性炭酸缺損によりて惹起せられ；pH 7.3以下となる時は酸性症の存在を示し體內に於ける非償性滷缺損若くは非償性炭酸過剩によりて起る．pH 7よりも小なれば早晩死を免る能はざ

1 Doisy: J. Biol. Chem. **54**, 305 [1922] 2 Barr, Himwich 及 Green: J. Biol. Chem. **55**, 495 [1923] 3 Davis, Haldane 及 Kennaway: J. Physiol. 5032 [1920] 4 Koehler: J. Biol. Chem. **72**, 99 [1927]

ること多し．糖尿性-若くは尿毒性-Komaに見る所なり．

酸性症及滷性症の時現はるる症狀は倦怠，嘔吐，食思不振，頭痛，衰弱，不安，肉痛，睡眠等なり，酸性症の際は脫水症を伴ひ體重減少するに反し，滷性症の際は抱水症を伴ひ體重增加す．(Koehler[1])

第一項 血液中の炭酸瓦斯

人の動脈性血は通常約50容量%の二酸化炭素を含有し，靜脈性血は55—60容量%を含む．若し動脈性血中に存すると同量の二酸化炭素を血液と同容積の水に溶解せしむる時は溶液の水素-Ion濃度は 3.1×10^{-5} に達すべし．然るに實際には血液內水素-Ion濃度は此値の千分の一に過ぎず．何故に血液が此の如き量の二酸化炭素を溶存せしめつつ而かも尙弱滷性反應度を呈するや．之れ既に述べたる如く弱酸及其鹽の共存に基因する緩衝作用の爲なりとす．

第二項 血液の緩衝劑

血液の緩衝劑は弱酸及其鹽類よりなり，重炭酸鹽，燐酸鹽及蛋白質滷鹽(Hemoglobin 及 Oxyhemoglobin を含む)が一部當該遊離の酸と共に存在す．

$$\frac{H_2CO_3}{BHCO_3},\ \frac{BH_2PO_4}{B_2HPO_4},\ \frac{HHbO_2}{BHbO_2},\ \frac{HHb}{BHb},\ \frac{H\text{蛋白質}}{B\text{蛋白質}}$$

但此處にBは一價の滷を示す．

血液の酸滷平衡は是等緩衝劑中の一對のものによりてのみ行はるるに非らず是等數對の總果に外ならず之れ實に酸性症竝びに滷性症の發生を防止するに有效なる所なり．

既に述べたるが如く弱酸及其鹽より形成せらるる緩衝劑溶液

1 Koehler: J. Biol. Chem. **72**, 99 [1927]

の酸性度と酸及鹽の濃度との間には下の如き關係あり.

$$pH = pK_1 + \log\frac{BA}{HA}$$

此處に K_1 は$\frac{K}{\lambda}$, Kは酸の電離恒數, λは鹽の電離度, HAは弱酸の濃度, BA は其鹽の濃度を示す.

一定の緩衝劑に於ては pK_1 の價は略〻恒定す. 其値 $BHCO_3$ 對 H_2CO_3 にては 7.1; $B_2HPO_4:BH_2PO_4$ にては 6.8; Oxyhemoglobin にては 7.3; 還元-Hemoglobin にては 7.16 なり, 此等の數値を上式に插入する時は一定 pH に對する緩衝劑構成分の比, 又は一定の緩衝劑構成分比に對する pH を算出することを得.

上式にて知らるる如く緩衝劑の能率は$\frac{BA}{HA}$ = 1 卽 [H] = K_1 なる時に最も大なり. 然るに比 $BHCO_3:H_2CO_3$ は pH 6.1 に於ては 1 なるも pH 7.4 にては$\frac{20}{1}$なるにより重炭酸鹽は pH 7.35 なる血液中にては緩衝劑として極大能を發揮せざることを知る, pH 7.35 に於ける $Na_2HPO_4:NaH_2PO_4$ の比は 3.55 にして, 此比 1 なる時は pH 6.8 なり. 故に血液の反應が危險區域に近づく時は燐酸鹽の緩衝能大に有效となる.

血液の緩衝機序に參與する要因に二あり. 其一は血漿の重炭酸鹽及蛋白質の緩衝作用にして, 他は血球內の重炭酸鹽, 燐酸鹽及蛋白質の緩衝作用なり. 殊に血球內にて Hemoglobin が還元型より酸化型に變ずるに伴ひ酸性の性質を異にす(還元-Hemoglobin の電離恒數は酸化-Hemoglobin の約 1/9 に過ぎず卽はち $K_{HbO_2} = 1 \times 10^{-6.3}$, $K_{Hb} = 1 \times 10^{-6.9}$ なり) ることが緩衝能を大ならしむ.

第三項 二酸化炭酸の運輸能

動脈性血が組織に於て炭酸を攝取するに拘らず其 pH 値は動靜兩脈性血の差の如く甚だ僅少に止まるは一に又緩衝劑の作用による.

血液中に存する緩衝劑は何れも皆二酸化炭素の運輸劑として作用し得るものなり 今燐酸鹽を例に採りて H_2CO_3 の增加に伴ひ pH 7.35 より 7.25 に變ずる際の態度を考察せば

今假りに全燐酸鹽 ($Na_2HPO_4 + NaH_2PO_4$) 濃度を 0.05 M, 重炭酸曹達 ($NaHCO_3$) の濃度を 0.03 M とす.

$$pH = pK_1 + \log\frac{BA}{HA}$$

に pK_1 及 pH の値を插入すれば

$$\log\frac{Na_2HPO_4}{NaH_2PO_4} = 7.35 - 6.80 = 0.55$$

$$\therefore \frac{Na_2HPO_4}{NaH_2PO_4} = 3.55$$

PO_4 の全濃度は 0.05 M なるにより NaH_2PO_4 の濃度は 0.05—[Na_2HPO_4] なり. 故に Hp 7.35 の時の燐酸鹽濃度の比は

$$\frac{[Na_2HPO_4]}{[NaH_2PO_4]} = \frac{0.0390}{0.0110} = 3.55$$

又 pH 7.25 に於ては同樣なる算出法により燐酸鹽濃度の比は

$$\frac{[Na_2HPO_4]}{[NaH_2PO_4]} = \frac{0.0346}{0.0154} = 2.44$$

なり.

故に pH が變化する際 Na_2HPO_4 の一部は NaH_2PO_4 に變じ一定の滴を遊離す. 此際遊離したる滴は H_2CO_3 と結合し重炭酸鹽を形成することを得.

0.0390M	Na_2HPO_4	Pn = 7.35
−0.0346M	NaH_2PO_4	Pn = 7.25
差=0.0044M·····の Na 遊離して $NaHCO_3$ を形成す		

然るに重炭酸鹽濃度は初期に於ては 0.03 M なり. pH 7.35 の時は

$$\log \frac{[NaHCO_3]}{[H_2CO_3]} = 7.35 - 6.10 = 1.25$$

$$\therefore \frac{[NaHCO_3]}{[H_2CO_3]} = 17.8$$

故に

$$[H_2CO_3] = \frac{0.03}{17.8} = 0.00169\ M$$

又 pH 7.25 にては $[NaHCO_3]:[H_2CO_3]$ は 14.1 なり. 故に $NaHCO_3$ の濃度一定し居る場合には $[H_2CO_3]$ は

$$[H_2CO_3] = \frac{0.03}{14.1} = 0.00212$$

然れども $NaHCO_3$ の濃度は pH 7.35 より 7.25 に變ずる際燐酸鹽の變化に逢ひ 0.0344 M となるを以て pH 7.25 にては

$$[H_2CO_3] = \frac{0.0344}{14.1} = 0.00244\ M$$

卽 0.00212 と 0.00169 の差 = 0.00043 は pH 7.35 より 7.25 に變ずる際 0.03 M $NaHCO_3$ 溶液に加へらるる H_2CO_3 の量にして, 0.00244 と 0.00212 との差 = 0.00032 M は燐酸鹽の緩衝作用の結果として形成せられたる $NaHCO_3$ に對峙するに要せらるる H_2CO_3 の量なり. 故に pH 7.35 より 7.25 に變移する際燐酸鹽の存在する爲め運輸せらるる二酸化炭素の增加量は

$$\begin{array}{lr} NaHCO_3 \text{ として} & 0.00440\ M\ CO_2 \\ H_2CO_3 \text{ として} & +\ 0.00032\ M\ CO_2 \\ \hline & 0.00472\ M\ CO_2 \end{array}$$

なり之を燐酸鹽の CO_2 保容量と云ふ.

血液中に存する各種緩衝劑により運輸せらるる二酸化炭素

量を Doisy, Briggs, Eaton 及 Chambers[1] が測定したる處によれば別表の示す如く動靜兩脈血に存する二酸化炭素の差量の約 53 %は酸化-Hemoglobin 對還元-Hemoglobin の變化卽

$$BHbO_2 \rightleftharpoons HHb$$

によりて生じ, 約 20—30 % は pH の推移により Hemoglobin より遊離したる滴に結合せらる. 之より見るも赤血球中に鎭在する Hemoglobin が最も重要なる緩衝劑たること明なり.

	E. A. D.		W. H. C.		J. M.	
	容積 %	全量に對する %	容積 %	全量に對する %	容積 %	全量に對する %
R.Q 0.75 なる時運輸せらるる全 CO_2 量	2.32	.....	4.23	.....	5.08	.....
等水素-Ion-度にて運ばるる $BHCO_3$	1.233	53.1	2.262	53.5	2.72	53.7
$BHbO_2 \rightleftharpoons HHb$ pH の變化により運ばるる $BHCO_3$						
Hemoglobin にて; $BHbO_2 \rightleftharpoons HHbO_2$ $BHb \rightleftharpoons HHb$	0.439	18.9	1.070	25.3	1.384	27.2
赤血球內 B_2HPO_4 にて	0.010	0.43	0.012	0.3	0.013	0.25
分離せられたる血淸にて	0.089	3.84	0.198	4.7	0.142	2.8
物理的に溶存する CO_2	0.249	10.7	0.511	12.1	0.657	12.9
總和, 全量の%	2.020	87.0	4.053	96.0	4.196	97.0
Hemoglobin にて運ばるる總 CO_2 の%	72.0		78.8		80.7	
	pH		pH		pH	
動脈血	7.296		7.310		7.281	
靜脈血	7.283		7.280		7.244	
差	0.013		0.030		0.037	

血液の緩衝能は主として血球中に存するも二酸化炭素の運輸には血漿及び血球共に等しく參與する處にして血漿は血液が動脈性血より靜脈性血に變ずる際攝取する CO_2 の約 60 %, 血

1 Doisy, Briggs, Eaton 及 Chambers: J. Biol. Chem **54**,305 [1922]

球は約40％を運ぶ.

反應がpH 7.35より7.25に變ずる際血液はCO_2の8容量％を餘分に攝取す. 此條件下に血球と接觸せる血清は其CO_2保容量を9.4％丈增加するも, 血球より分離せられたる血清は僅かに2.6％の增加を示すに過ぎず. 此等の値より重炭酸鹽に因るCO_2-運輸能の値を控除する時は重炭酸鹽以外の緩衝劑に因るCO_2運輸能の値を得. 其全血, "眞血清", "分離血清"に對する値は7.5, 8.8及2容量％なり. 之より見れば血清自身にては血球の緩衝力の$^1/_3$に過ぎざるも血球が血漿若くは血清と接觸せる場合には緩衝力は血球より血清に移行す.

血液に炭酸を通氣せしむる時血清は其滴定性滷性度を增加することよりZuntz[1]は炭酸が血球中に移行して細胞蛋白質より滷を分離せしめ此滷が血清中に瀰すと說明せしもGürber[2]は血清の灰分を研究して血球よりNaもKも血清中に移行せざることを確定し且つ血清重炭酸鹽の增加と共に鹽素が血球中に移行するを認めたり. van Slyke及Cullen[3]によればSO_4''及PO_4'''も亦赤血球膜を透過し得べくDoisy, Eaton及Chouke[4]によれば炭酸の吸收によりより血液の反應がpH 7.45より7.25に變化する際增加重炭酸鹽を形成するに用ゐらるる滷は下の如き根源に由來すといふ.

1. 非透過性血清緩衝劑(血漿蛋白質, Amino-酸及有機酸滷鹽) ……16％

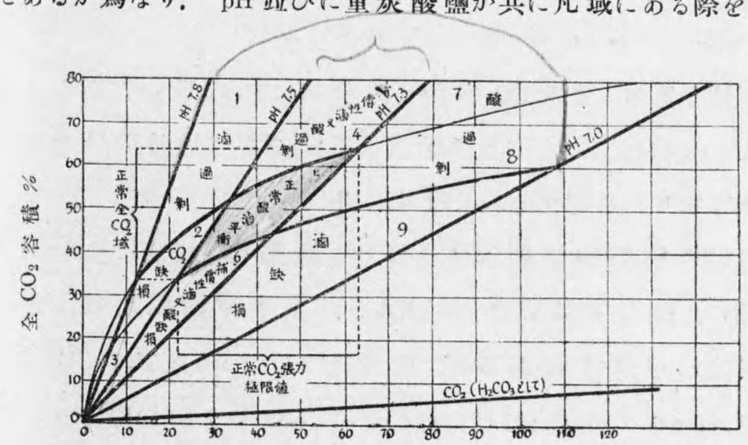
1 Zuntz: Centr. Med. Wiss [1867], 529 2 Gürber: Maly's Jahresb. **25**, 165 [1895] 3 van Slyke及Cullen: J. Biol. Chem. **30**, 343 [1917] 4 Doisy, Eaton及Chouke: J. Biol. Chem **53**, 61 [1922]

2. Cl'の血球内への移動……80％
3. SO_4''及PO_4'''等の血球内への移動……4％

動脈血は靜脈血よりも血清中に鹽素を含有すること大なるは之に一致する事實なり.

第四項 血液の酸滷平衡

血液の酸滷平衡の正常的並びに異常的差異に就てvan Slykeは9種の狀態あり得る事を示したり. 之れ血液重炭酸鹽が高, 低, 凡にあると, 此等の各々の場合にpHが高, 低, 凡なることあるが爲なり. pH並びに重炭酸鹽が共に凡域にある際を以て



第 34 圖

正常値とす. van Slyke[1]は凡ての可能なる變異を圖にて示せり.

圖中正常的pHの區域をpH 7.3—7.5とし, pH 7.0及7.8の間を極大認容域とし, 全炭酸量, 炭酸張力, pH及H_2CO_3の關係を揭げたり. 圖中任意の一點を指顧するには此等4變數中の

1 van Slyke: J. Biol. Chem. **48**, 153 [1921]

2を知るを要す．例へば CO_2 張力及全 $BHCO_3$ 量を知れば pH は自ら定まるが如し．

pH 及 CO_2 量を知る時は酸滷平衡の概念を得べし．以下簡單に圖中9區域に就て考案せむ．

區域1. 失調滷過剩 此狀態にては pH 大に，血液及血漿の重炭酸鹽大なり．之れ $NaHCO_3:H_2CO_3$ の比增大するが爲なり．多量の重炭酸曹達を服用せしむる時若くは永續性嘔吐にて鹽酸を失ふ時起る．pH は 7.60 に，血漿の CO_2 量は 75 に達することあり．强度の時は痙攣を起す蓋し Na の中毒症候なるべしといふ (Greenwald[1])

區域2及3. 失調 CO_2 缺損 此狀態にては pH 甚だ高く，CO_2 量は凡か又は低なり．隨意的又は不隨意的に過度の肺呼吸を營む時起り，其度强き時は痙攣を招く．

區域4. 補整滷過剩又は補整 CO_2 過剩 此狀態にては pH は正常に，血漿重炭酸鹽量は大なり．重炭酸鹽服用後に見る．

區域5. 正常的酸滷平衡 此狀態にては pH 竝びに CO_2 量は正常的なり．正常 pH 値は恐らく pH 7.35 及 7.43 の間にあり pH 7.32 より小なるもの及 7.47 より大なるものは異常的なりと (Myers 及 Booher[2])

區域6. 補整滷缺損又は補整 CO_2 缺損 此狀態にては血液內の有效性滷量減少するもも H_2CO_3 も亦小となるか，H_2CO_3 小となるも滷量減少するが爲め正常的 pH 維持せらる．稀薄酸素

1 Greenwald: J. Biol. Chem. **54**, 285 [1922] 2 Myers 及 Booher: J. Biol. Chem. **59**, 699 [1924]

圈內又は高氣層にて起る．

區域7及8. 失調 CO_2 過剩 此狀態にては pH 低く，CO_2 は高きか又は凡なり．呼吸障碍せられて CO_2 の排泄不充分となる時起る．

區域9. 失調滷缺損 此狀態にては pH 低く，血漿重炭酸鹽も亦小なり．所謂失調酸性症にして糖尿症及腎臟炎の末期に現はる．糖尿症にては脂肪代謝障碍せられ多量の Acet-醋酸及 Oxy-酪酸が發生し滷鹽として尿中に排泄せらるる爲め體內滷豫備を奪取するなり．腎臟より NaH_2PO_4 等の酸が排泄せらるること障碍せらるる際にも亦此種の酸性症惹起せらる．

第八節 血液の組成

血液の組成は血管域により，營養狀態により，年齡により，動物の種類により多少異なるを以て一般にこれを論ずること困難なり．故に以下述ぶる處のものは單にその梗概に過ぎず．**血液全體**卽ち有形素及び血漿の混合物として算すればその 20 % は固形成分，80 % は水分に相當す．固形成分 20 % の內 19 % は有機分，1 % は無機分よりなる．Hemoglobin は平均 15—16 %，纖維素は 0.1—0.3 % なり．血漿と血球との割合は時として大差あるも人血に於て血球の容積は男子にありては 45.13 %，女子にありては 41.38 % を占む (Fröhlich) 靜脈血は炭酸の影響により赤血球膨脹するを以て之より稍〻大なる容積を有す．血小板は平均 0.49 % の容積を占む (van Allen[2])．

1 Fröhlich: Folia hämatol. **27**, 109 [1922] 2 Münch. Med. Woch. **74**, 141 [1927]

動物の赤血球容積は豚39.4, 馬32.9, 牛31.9, 羊30.9, 山羊27.8容積%を占む.

高氣層, 薄氣層の影響を蒙ること多く, 此際血球著しく增加し Hemoglobin-量も亦大となる. 例へば11000呎の Long lake (氣壓505—513 mmHg の間を上下す)に3週間滯在する時は赤血球及Hemoglobinは海面時よりも 10—15 %增加するが如し. 此時血球の大さは稍小となる (Smith, Belt, Arnold 及 Carrier[1])

寒冷に觸るる時は血液は濃厚となり其際血液中より失はれたる水分は主として皮膚, 皮下結締組織及筋肉に集中す (Hamilton 及 Barbour[2])

血漿は約90 %の水分, 10 %の固形分を有す, 固形分の大部は蛋白質にして約その$^3/_4$以上を占む.

血球は 60—65 %の水分, 35—40 %の固形分を含む, 固形分中約87—94 %は Hemoglobin, 約5 %は礎質よりなる.

人の血球は殆んど全く Natrium 及び Calcium を缺き, Kalium は100 cc 赤血球中に約428 mg を存す. Natrium は血清中固定滴の約92 %を占む. Magnesium は血清及び血球に略同量に存在す.

血液の組成は既に述べたる如く種々の狀況により差異を生ず.

1. 性 女子に在りては赤血球の數男子よりも少なく血液の固形分, Hemoglobin の量, 及比重等小なり. 之に反し血清は男子の血清に比し比重大に, 蛋白質の含量も亦大なり.

月經時の女子血液中には Cholin 比較的多量に存在し, 月經の終結と

1 Smith, Belt, Arnold 及 Carrier: Am. J. Physiol. **71**, 395 [1925]
2 Hamilton 及 Barbour: Am. J. Physiol. **73**, 321 [1925]

共に消退す. 之れ一は汗, 他は經血中に Trimethylamin となり排除せらるるものなりと (Klaus[1]).

2. 年齡 Hemoglobin の量は生後急劇に增加し, 2—3日にして極大値(20 %)に達す, これより漸々減少し3—5年の頃ひとたび極小値(11 %)となり後又漸次增加し20歲前後に至り再び第2回の極大値(12—15 %)に達す, この狀況にあること凡そ20餘年にして又漸次減量す. 老後に於ては血液中に存する血球及び蛋白質の量減少し, これに反してその水分及び鹽類は增加すと云ふ.

3. 食物 殊に蛋白質に富める食物を多量に攝取する時は血液中に於ける白血球の數著しく增加し赤血球 150—100 に對して白血球1個の割合となることあり. 脂肪に富める食物を攝取すれば血液中に於ける脂肪增量し, その結果として血漿は乳樣に變ず, 同時にその比重は減じ, 固形分は增加す. Hemoglobin は糖質食によりて著しく減少す.

饑餓時に於ては水分を失ふこと多きを以て血液竝びに血漿の固形分は增量し從つて Hemoglobin の量も亦增加す.

4. 動靜脈血 動脈血は鮮紅色を呈し靜脈血は暗赤色を現はす. この差異は全く血液中に存する酸素量の多少より起れるものにして動脈血は酸化-Hemoglobin に富むを以て靜脈血よりも赤色鮮明なり. その固形分及び Hemoglobin の量に至りては兩者の間に差異を認むること難し.

5. 臟器血 肝臟靜脈血は門脈靜脈血に比し安門を含むこ

1 Klaus: Bioch. Z. **185**, 3 [1927]

と少なくこれに反して尿素を含むこと多しと云ふ.

脾靜脈血は脾動脈血よりも固形分及び Hemoglobin に富み, 赤白兩血球の數も增加し居ると云ふ. 脾臟を通過したる後赤血球は低張液に對する抵抗性を減ず. 此性狀は赤血球を正常的食鹽水を以て洗滌する時は消退す, 之れ恐らく脾臟に於て赤血球表面に多量の Lecithin が吸着せられ Lecithin 對 Cholesterin の比が增大する爲なるべしといふ, 尤も此時 Cholesterin の含量も亦脾通過前よりは增加し Saponin に對する抵抗性は增大す (Bolt 及 Heeres[1]).

腎靜脈血は腎動脈血に比すれば固形分に乏しく從て比重小なり.

6. 運動 過劇なる運動時(15分の疾走)には血脂量增加し其度約20—40%に達す. 運動時には血液濃厚となるも赤血球の增加率は4%に過ぎず, 運動に先ちて 100 g の糖を攝取する時は血脂量の增加を認めざるより見れば血脂量の增加は勢力の供給に資する爲なるべし. Cholesterin 量には大なる增加を見ず (Patterson[2])

7. 窒息 窒息時には水分血管外に出て血液濃厚となり血球は增加し Hemoglobin も增量す, 然れども此際酸性度の增加を伴ふを以て Hemoglobin の酸素に對する飽和度減少し酸素運輸能には變化少なし. 血液失水症は恐らく酸性度增加による Hemoglobin 酸素飽和度減退に對する代償として意義あるもの

1 Bolt 及 Heeres: Nederland, Tijdsch. Geneeskunde. **66**, II. 256 [1922]
2 Patterson: Bioch. J. **21**, 958 [1927]

なるべし. 尙窒息時に於て血液の含鐵量は Hemoglobin 量に相當するよりも大なり之れ恐らく脾臟より分泌せらるるものと考へらる (Hall, Gray 及 Lepkovsky: J. Biol. Chem. **67**, 549, 1926: Hall: J. Biol. Chem. **76**, 623, 1928.).

人血の組成

構成分	正常區域 100cc中のmg	構成分	正常區域 100cc中のmg
固形分 %	19—23	全 Aceton 量 (Aceton として)	1.3—2.6
全蛋白質(血清)%	6.5—8.2	Aceton + Acet-醋酸 (Aceton として)	0.3—2.0
Albumin (血清)%	4.6—6.7	β-Oxy-酪酸(Aceton として)	0.5—3.0
Globulin (血清)%	1.2—2.3	CO_2 抱容量(血漿)容積%	55—75
纖維素原(血漿)%	0.3—0.6	CO_2 量(動脈血)容積%	45—55
Hemoglobin %	15.6	CO_2 量(靜脈血)容積%	50—60
全 N, %	3.0—3.7	O_2 抱容量 容積%	16—24
非蛋白性N	25—35	O_2 (動脈血)容積%	15—23
尿素 N	10—15	O_2 量(靜脈血)容積%	10—18
尿酸	2—3.5	NaCl	450—500
Kreatinin	1—2	無機硫酸鹽(Sとして)	0.5—1.0
Kreatin	3—7	無機燐(血漿)	3—4
Amino-酸 N	5—8	Ca (血清)	9—11
安門 N	0.1—0.2	Mg (血清)	2—3
未定 N	4—18	Na (血清)	330
葡萄糖	70—100	K (血清)	16—22
乳酸	5—20		
全脂酸	290—420		
Cholosterin	150—190		
燐脂質性燐	12—14		

第九節 血液の量

血液の量は絕えず10—20%の異動を呈するものの如し. 人の血液量は男子にありてはその體重の約5.5に相當し, 女子にありては約4.5%を占む. 初生兒にありては成人よりもその量少な

く，萎黄病，腎臓病者にありてはその量大なり．全血液量の $^1/_4$ は心臓及び大血管内に存在し，他の $^1/_4$ は肝臓に，他の $^1/_4$ は筋肉に，又他の $^1/_4$ は他の臓器に在りと考ふることを得べし．

出血によりて血液全量の約 $^1/_4$ を失ひたる時は動脈血壓一時急に下降すれども，小動脈管の收縮により，須臾にして血壓舊に復し，爲めに危險を免るることを得べし．然れども血液全量の $^1/_3$ を失ふ時は，既に甚大の血壓降下を來たし，血量の半を失へる時は直ちに生命に危險を及ぼすものなり．

動物に就て行ひたる實驗によれば同種動物の血液を注射する時は過剰の水分は直ちに淋巴内に排泄せられ，血清蛋白質は速かに分解を蒙るを以て獨り赤血球のみその數を增大す．

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臓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雖も各臓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

1 Lymphe

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内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内に送り細胞は盛にその代謝產物を組織液内に排泄するを以て，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．臓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，腹臓，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[2]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内に注入す．

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織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，他の臓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

1 Unterleibesorgane 2 Ductus thoracicus 3 Truncus lymphaticus dexter

のの如きは各臓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，これに反し腹臓に於ては安靜時にも絶えず淋巴を生成しこれを胸管に致す，蓋し腹臓は起臥動靜絶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．蓋し纖維素原を含有する事少なきに由るなるべし．淋巴の有形素を除きたる液狀成分を淋巴漿[1]と稱し，その纖維素を失ひたるものを淋巴清[2]と稱す．

淋巴漿の成分　淋巴漿は一面より觀れば毛細血管壁を透過し來れる血液の成分として考ふべきものなるを以てその中には血漿中の凡ての主要成分を含む．然れどもその定量的關係に於ては兩者の間に著しき差異を存し，淋巴は固形分を含むこと血液よりも遙かに少なく僅に4—6 %に過ぎず，而してその主なる原因は淋巴の膠質性成分ことに蛋白質を含むこと(3—4 %)遙かに血漿に劣れるにあり，蓋しこれら膠質性成分の毛細管壁を透過すること困難なるに因るものならむ．

これに反し無機鹽類の如き眞正溶液として淋巴中に存在するものはその量血漿に於けると略相似たり．

犬の正常時に血清及胸管淋巴を同時に測定するに表に示すが如く瀰散性物質の含量殆んど相等し．

100cc中	固形分	鹽化物	Ca	P	糖	非蛋白N	蛋白N
	g	mg	mg	mg	mg	mg	g
血清	8.3	392	10.4	4.3	123	27.2	0.9
淋巴	5.2	413	9.2	3.6	124	27.0	0.57

且腎臓血管を結紮する時又は糖，Insulin，上皮小體浸出物，乳酸石灰等を注射する時に血液若くは淋巴の組成に變化起れば之と平行して淋巴若くは血液の組成にも亦變動を認むべし．故に血液，淋巴及組織間に

1 Lymphplasma　2 Lymphserum

は常に瀰散性物質の交易容易に行はるるを知るべし (Arnold 及 Mendel[1]).

蛋白質 淋巴中に含まるる蛋白質は血清蛋白素, 血清球素及び纖維素原なり. 而して淋巴は球素を含有すること甚だ少なるを以て其内に含有せらるる血清蛋白素の量は血清球素に比して遙かに多く約2.4—4倍に達す, 纖維素原の量は血液よりも少なく僅かに0.04—0.06 %に過ぎず, 從てその凝固の速度は血液よりも緩徐にして且つその作用不完全なり.

上述したる如く淋巴は血液に比し蛋白質を有すること甚だ少なるも, 獨り肝淋巴は他の淋巴と異なり蛋白質を含有すること甚だ多し, これ恐らく肝毛細血管内被細胞の連結斷續せるに基因するものならむ.

脂肪 空腹時に於ける淋巴の脂肪量は約0.4—0.9 %なり. Lecithin, Cholesterin (全 Cholesterin は約0.045—0.08 %)は少なし.

還元性物質 淋巴中に存する還元性物質は約0.1—0.15 %にして血液より稍大なり.

尿素 尿素は淋巴に約0.01—0.03 %を算す.

灰分 淋巴中に存在する灰分は約0.8—0.9 %にしてその約67 %は食鹽, 約25 %は炭酸曹達とす, その外少量の燐酸, Calcium, Magnesium, 鐵等を含む. 淋巴中に於ける食鹽の含量は血液に於けるよりも常に大にして約0.04—0.10 %丈多し.

酵素及覺醒素 淋巴中に存する酵素は恐らく血液より由來せるものなるべく, 澱粉酵素, 麥芽糖酵素及び脂肪酵素ありと云ふ. 胸管淋巴は又これを血管内に注射する時は Adrenalin-糖尿症を抑制する作用を有すと稱せらる.

瓦斯 酸素は殆んど痕跡に過ぎず. これに反し炭酸は37—35 %に達す. 窒素は約1.6 %の割に吸收せらる.

1 Arnold 及 Mendel: J. Biol. Chem. **72**, 189 [1927]

淋巴の組成(人) 1000分中
(39歳の女子大腿上部の Lymph)

	空腹時 (Gubler 及 Quevenne) 1	2
水	939.9	934.8
固形分	60.1	65.2
纖維素	0.5	0.6
爾他蛋白質	42.7	42.8
脂肪, Cholesterin, Lecithin	3.8	9.2
浸出分	5.7	4.4
鹽類	7.3	8.2

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. 脂肪の外食物中の Lecithin も亦乳糜中に吸收せられてその量增加すといふ.

蛋白質及び糖質は淋巴管より吸收せられざるを以て乳糜中の蛋白質量及び糖量は常時と著しき差異を見ず.

第三節 淋巴腔液

體腔は淋巴管上皮被膜を以て周壁と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と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 Chylus

1. 腦脊髓液

腦脊髓腔の表面は他の淋巴腔と異なり軟內膜及び邊緣神經膠體[2]の二膜よりなり膠質性成分を濾過すること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 に對しては弱滷性を呈す. 全く有形素を缺き, 固形成分は約1%餘, 有機分はその $1/5$ にすぎず. 有機分中蛋白質は殊に少なく漸く0.07%に過ぎず. Ether-浸出分は約0.035%にして主に中性脂肪, 脂酸, Cholesterin, Lecithin 等よりなる. 鹽類は最も多く約0.84%を占め主として食鹽(0.70%)よりなる.

腦脊髓液は其食鹽の含量(0.72%)が遙かに血淸(0.58%)よりも大なるを以て特異とす. 之れ一に其膠質性成分を含むこと血漿よりも小なる爲め Donnan の膜平衡により食鹽の量血漿よりも大なる故なり. 腦膜炎の患者にては腦脊髓液中に於ける食鹽の含量減少し55%に降下することあるも此際には之と同時に血漿中の食鹽量も亦減少するにより血漿對腦脊髓液中食鹽含量の比は正常時と異なることなし(Linder 及 Carmichael[3])

腦脊髓液(人)と血漿(人)との組成比較(%)

	腦脊髓液	血漿
固形分	1.0	8.5
蛋白質	0.07	7.5
非蛋白-N	0.021	0.030
尿素	0.022	0.033
Kreatinin	0.001	0.001
葡萄糖	0.08	0.08
(Na)Cl	0.70	0.60
無機-P	0.0025	0.003

1 Intima piae 2 Perineurilemma 3 Linder 及 Carmichael: Bioch. J. **22**, 46, [1928]

Na	0.35	0.33
K	0.020	0.020
Ca	0.006	0.011
Mg	0.003	0.003

2. 眼液

眼球內の液は化學的組成上全く他の漿液と同一なる性狀を有す. 但し水樣液[1]の組成は腦脊髓液と全く一致す. 但し糖量は腦脊髓液よりも稍大なり. 硝子樣液[2]中には硝子類粘體[3]と稱する蛋白質あり約0.02—0.07%を占む.

水樣液の組成 (4)

	水樣液	血淸
水	99.6921	93.3238
固形分 (100°乾燥)	1.0869	9.5362
全蛋白質	0.0201	7.3692
蛋白素	0.0078	2.9557
球素	0.0123	4.4135
非蛋白N	——	0.0239
全N	0.0268	——
尿素	0.028	0.027
Amino-酸	0.029	0.035
Creatinin	0.002	0.002
脂肪 (Ether-浸出物)	痕跡(0.004)	0.13
Cholesterin	? 零	——
糖	0.0983	0.0910
Na	0.2787	0.3351
K	0.0189	0.0201
Ca	0.0062	0.0101
Mg	0.0026	0.0028
Cl	0.4371	0.3664
無機P (P_2O_5)	0.0033	0.0030
無機S (SO_4)	0.0061	0.0058

3. 耳淋巴

1 Humor aqueus 2 Humor vitreus 3 Hyalomukoid 4 Duke-Elder: Bioch. J. **21**, 66 [1927]

迷路液[1]には外淋巴と内淋巴とを區別す可し，前者は蜘蛛膜下腔と直接に連續し化學的性狀全く腦脊髓液に類似せり，内淋巴は稍粘稠の液にして 1.5—1.6 %の固形分を含む.

48. 心囊淋巴

心膜腔の淋巴は透明にして黄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.

第四節　淋巴の生成

上に述べたる如く淋巴と組織と血管と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内に注射せられたる物質は須臾にして血管内に移行し速かに體内に傳播せらる，彼の Strychinin を皮下の淋巴腔内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と能はざるが如き，又肋膜腔内に注射せられたる 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内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絶えずその周圍の組織及び同行せる血管とその成分を交換するを以て著しくその組成を變ず．故に淋巴幹内の淋巴を檢して淋巴の生成を論ずるに全然不可能のことなり．吾人若し淋巴生成の由來を明かにせんと欲せば勢ひ淋巴發生の地點に於ける

1 Labyrinthwasser

毛細血管内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と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．然れど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とを得べし.

1. 濾過作用

毛細血管内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内に濾過せられ，これに反し毛細血管内壓が組織壓よりも減少する時は液分は組織より血液内に濾過せらる．故に一定量の血液を動物脈管内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内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内の血壓減少し組織内より液分が血管内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．然れど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ど影響を蒙ることなし.

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と困難なるにより血

管の内外に滲透壓の差を生ずるや主として水分が膜を通じて出入しその壓差を除去せんとするが爲なり，又同樣に細胞及び組織支持質内の滲透壓と組織液の滲透壓と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]と稱するもの)を靜脈内に注射する時は淋巴が盛に流通すると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，而してこれと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持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, 卵白等は(Heidenhain の所謂第一種淋巴生成質と稱するもの)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と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と能はず，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．吾人は兩說の中その何れが是なるや知らずと雖も 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

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

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と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と云へり．然れど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との說を全然否定すること能はず.

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と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となる．然れども血液と組織液と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ど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となし.

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と血液と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と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

蓋し代謝産物の生成少なきが爲めにして，淋巴の主として內臟臟器より來ること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．

3. 淋巴腺

淋巴の流路に散在し，淋巴球を產出してこれを淋巴に混入せしむる一腺器なり．局所傳染に際し (Angina, Abscess 等の如きもの) これに相當する淋巴腺腫脹す．これ盛に白血球を增生し，窟入したる細菌及びその毒素を破壞中和するが爲なり．平時に於ても絕えず體內にて發生する毒を分解する作用を營むものならむ．

第五節 漏出液，滲出液及水腫

第一項 漏出液及滲出液

漏出液は淋巴によく類似し白血球を含有すること少なく殆んど纖維素を含まず．之に反し炎性滲出液は白血球に富み且纖維素を含むこと多し，殊に白血球が多量崩壞したるものにては醋酸添加により沈澱する含燐蛋白質を含む．膿球を多量に含有する滲出液は膿球中に存する蛋白酵素の作用により Proteose 及 Pepton を發生するを常とす．乳糜管の決裂により乳糜を混じたる腹水中には多量の白血球，Lecithin, Cholesterin, 脂酸等を

認む．一般に漏出液の比重は 1.015 より小に滲出液の比重は 1.018 よりも大なり．

漏出液及滲出液中には血清中に存する糖，乳酸，尿素，尿酸，Purin-鹽基，Kreatin, Kreatinin, Oxy-蛋白酸，Amino-酸其他の中間產物を含有すること勿論なり．

第二項 水腫

水腫の發生には種々の原因あるべし．或は淋巴の通路閉塞せらるる時，或は血管內の壓增加したる時，或は血管外周圍組織の壓減少したる時，或は血管壁が自己の變化若くは血液成分の變化により其滲透性を增加したる時，或は毛細管の內外に於ける滲透壓の變化起りたる時は水腫を惹起することを得．

水腫の內殊に生化學者の興味を唆かすものは腎炎性水腫にして此者は循環障碍及炎症現象に關係なくして起伏し主として血管壁の障碍と水血症とが同時に存する時現はるるものの如し．恐らく此際有毒質の爲めに組織の抱水能も亦增加する事あるべし．水腫の發生は殊に食鹽の停滯によりて促進せらる．Martin Fischer は組織膠質が乳酸發生の爲めに水及食鹽を抱有する性增大することが水腫の原因なりと唱へたりしも此際組織酸性度は之を說明し得る量に達せざること多し．

饑餓性水腫 長時の饑餓，熱性病，癌，結核時に見る水腫なり．世界大戰時に蛋白體不充分なる食餌を攝取したる時起りし戰時性水腫も亦之に屬す．戰時性水腫にては腎臟は全く健康にして尿は蛋白質を含有せず，淨水及寡鹽性食物の攝取により利尿著しく起りて水腫消退す，症狀顯著なる時は血液

内鹽基含量增大し水腫の減退と共に鹽素量は亦減少す．血液は水血症，血蛋白不及症，血糖不及症，血石灰不及症を呈す．

第三項 石灰鹽による漏出液及滲出液の防止

Urticariaは蓚酸，枸櫞酸等石灰を沈澱する植物酸附與後發生することあり，此時石灰鹽を與ふれば快癒すといふ．又 KJ. Thiosinamin, Diphtheritoxin等にて動物に發生せしめたる肋膜滲出物及び芥子點滴後に家兎に發生せしめたる炎症結膜水腫も石灰附與により消退せしむるを得といふ．石灰鹽は利尿の效あり．

Phosgen は水に遇ひて分解し鹽酸を發生す $COCl_2 + H_2O = CO_2 + 2HCl$. 上部氣道には刺戟小なるも肺に對する作用强く水腫を招來し肺は漸次液にて充され窒息を起すに至る．此際石灰附與は肺毛細管を緊密にし肺水腫を減少する效ありといふ．

其他腸-Katar，咽喉傷害，火傷等に石灰を用ひ．又急性鼻-Katar の際日々4—5gの乳酸石灰を用ひて效あり．

然れども鼠に於ける實驗によれば $CaCl_2$ 注射は Tetanus に對する感受性を著しく增進する虞ある（組織より喰菌細胞の出動することを遲緩する爲ならむ）(H. H. Meyer[1]) を以て玆に留意すること肝要なり．

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．

1 H. H. Meyer: Österr. Z. f. Stomatologie 1920, **18**

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と，粘素を含むものとあり之により蛋白腺及び粘素腺とを區別す．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．蛋白質としては粘素，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 に對して弱滷性を呈すれども瓦斯電池を用ゐてその中に存する水素-Ion の濃度を測定する時は殆んど中性なり 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[2])

1 Magnus-Levy. Biochem. Z. **24**, 363 [1916] 2 Starr: J. Biol. Chem. **54**, 55 [1922]

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，殊に喫煙者に多しと云ふ(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は酸性鹽として溶存し居るも，唾液を空氣中に放置する時は漸次炭酸を失ふと共に炭酸-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粉酵素を以て第一とす．

1. 唾澱粉酵素[1]又はPtyalinと稱す．主として耳下腺より分泌せられ唾液中に存する酵素の主なるものなり．
澱粉に作用する時は漸次これを水解して麥芽糖に變ぜしむ．
煮沸せざる澱粉に對してはその働弱し(酵素の條下參照)．
2. 麥芽糖酵素　麥芽糖酵素の唾液中に含有せらるるは少量に過ぎず，從て澱粉酵素の働によりて生成せられたる麥芽糖に單にその一小部を葡萄糖に變ずるのみ．
3. 酸化酵素　唾液は酸化酵素を含有するを以てGuajak-反應を呈し，過酸化水素を分解す，尙p-Phenylendiamin, α-Naphtol, m-Toluylendiamin をも酸化す．

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

1 Speichelamylase

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 に及ぶといふ．

混合人唾液の組成

構成分	%
水	99.41
固形分	0.59
粘素及上皮	0.213
可溶性有機質	0.152
尿素 0.022%	
尿酸 0.001 〃	
無機化合物	0.219
Na 0.021%	
K 0.100 〃	
Cl 0.040 〃	
PO_4 0.056 〃	
Ca 微量	

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．

唾液は其内に含有する唾澱粉酵素によりて重要なる消化作用を營爲す．即ち澱粉はこれが爲めに分解せられて糊精となり終に麥芽糖に變ず．但し是等の作用は人及び豚の唾液に著明にして，馬の唾液には澱粉酵素を缺き，反芻類及び肉食類には其作用極めて微なり．

各唾腺は腦神經及び交感神經の支配を受く腦神經を刺戟する時は腺の血管擴大し稀薄輕稠なる多量の唾液を分泌し，交感神經の刺戟によりては腺の血管縮

小し粘稠にして固形分に富める少量の唾液を分泌す．かくの如く腦神經及び交感神經の刺戟に際し分泌する唾液量に大差を生ずるは單にその内に含まるる血管神經の作用にのみ歸すべからず．Heidenhain は犬に Atropin を注射したる後，顔面神經を刺戟せしに唾腺の血管擴大しその血行增進せるにも拘らず，唾液の分泌毫も增加せざることを實驗せり．これに依つて見ればこれらの神經は一方血液循行を調節すると同時に，他方には直接に分泌細胞に向て作用しその分泌を司どるものなるべし．Pawlow は唾腺の輸出口を粘膜と共に環狀に切除しこれを皮膚に縫合せしめて一の瘻管を作り，種々の狀況下にこれより出づる唾液を檢査したるに生物は全く適應の作用を營み，口腔内刺戟の種類によりて分泌せらるる唾液の分量及び性狀の異なることを認めたり．例へば

1. 犬に乾燥したる麵麭を與ふる時は粘素に富める多量の唾液を分泌して良く混和してこれを粘滑となし以て嚥下に便ならしむ，これに反し生肉の如く水分多き食物は唾液の分泌を促すこと少なし．尤も牛乳は例外にして水分の量多きに拘らず分泌せらるる唾液の量甚だ大なり，これ粘液とよく混和したる乳汁は胃に於て凝固するに當り Pepsin の消化を受くること容易なる弛緩凝塊を作る爲めならむ．
2. 酸又は滷を犬の口内に入るれば動物は多量の唾液を分泌してこれを稀釋せむことを務む．この時に出づる唾液は粘素を含むこと少なく，これに反し多量の蛋白質を含有す．蓋し蛋白質は酸及び滷と結合して溶液中に於ける酸又は滷の濃度を輕減する性を有するが爲めなるべく，これ亦適應の作用に外ならず．
3. 小石を口腔内に入るる時は唾液の分泌高まることなしと雖も砂を投ずる時は唾液の分泌著しく亢進するを見る．これ小石は舌の運動及び石の重量によりてこれを排除すること容易にして敢て唾液の助勢を要せざるも，砂を洗出するには多量の唾液を要する爲めなるべし．

然れども唾液の分泌は單に口腔内の刺戟により反射的に喚起せらるるのみならず，純然たる心理作用に依りても亦起るものなり．例へば梅干を見又はこれを想像するのみにて唾液の分泌增進し，又空腹時に嗜好の美味を見て唾液の口中に漲ることあるが如し．黑染したる稀き酸を數回反復して犬に與ふる時は後に至り單に黑染したる水を與ふるも稀薄なる唾液が多量に分泌せらるる實驗あり．犬の傍に於て種々の音階を奏し一定の音程に於て犬に肉を與へ唾液を發生せしめ數回かかる實驗を反復する時は，遂に同音程に接すれば肉を與へざるも唾液の分泌高まり，且つ他の音階にては全くこの反應の起らざるを以て見るも亦如何に唾液の分泌

が心理作用の支配を受くるやを推知するに足らむ．

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-腺といひ，幽門部に存在するものを幽門腺[2]と稱す．尤も此等二腺の分布は動物の種類により異なるを常とす．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]と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と僅かに 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 %を占むるものは食鹽なり，鹽酸加里，燐酸土滷鹽あれども極めて微量なり．

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

1 Fundusdrüse 2 Pylorusdrüse 3 Hauptzelle 4 Belegzelle

量は犬に於けるものと大差なく約0.3—0.5 %に達す，尙少量の蛋白質と結合したる鹽酸も亦含有せらる．Congo-赤を標示藥として滴定せる酸性度は水素-Ion の濃度より計算せる酸性度と殆んど同じきも，Phenolphtalein を標示藥と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と結合せる鹽酸あることを示すものなり．

胃液の遊離鹽酸度及結合鹽酸度を測定するには先づ10 ccの濾過したる胃液に2滴の Dimethylaminoazobenzol を加へ n/10 NaOH にて Orange 色の發生するに至るまで滴定す(第一點)次に尙滴液にて中和し全く黄色に變ぜしむ(第二點)次に1滴の Phenolphthalein を加へたる後更に滴定し赤紫色を呈するに至らしむ(第三點)．第一點に至るに要したる n/10 NaOH 量を10倍したるものは100 cc 胃液内の遊離鹽酸量を現はし，第二點及第三點の中點に相當する n/10 NaOH を10倍したるものは全鹽酸量を示す．

胃液の結氷點降下並びに電導度は時期によりて著しき變化を呈し，且つ電導度と結氷點と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と，非電解物の混在せるとの爲めに起るものならむ．

1. 胃蛋白酵素(Pepsin) 胃壁ことに胃底部に於ける腺の主細胞より主として分泌せらるる酵素なり．空腹時に於て主細胞内に蓄積せられ消化時に當り分泌せらる．細胞内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．

胃蛋白酵素は弱酸性反應に於て蛋白質に作用してこれを Pepton に變化せしむ．又核蛋白體に作用する時はこれより核素

及び Pepton を分離す．その至適酸度は $[H^{\cdot}]=1.7\times10^{-2}$ なり．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．これ凝乳酵素と稱する酵素が乾酪素に作用してこれを准乾酪[1]に變化せしめ，このものが石灰鹽に遇ひて沈澱するに基因するものと想定せられたる所なり．然れども Pawlow その他の人々によりこの凝乳作用は胃蛋白酵素の作用と平行し同一の狀況により全然同一の變化を受くること等の事實が闡明せられたる結果兩作用は全く同一酵素の作用に基くものなりと推定せらるるに至れり．

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小なり，尤も乳汁に於けるが如く乳化狀態にある脂肪には相應に作用するものとす．この酵素は甚だ破壞され易きを以て新鮮なる胃液ならざれば證明すること能はず．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とも稱すべきか．胃脂肪酵素の至適酸度は $P_H=4-5$ なり．

3. 鹽酸 人の純粹なる胃液中に含まるる鹽酸は約0.4—0.5 %なり，その少量は蛋白質等と結合して存在す．鹽酸の作用は 1. 蛋白質を膨脹せしめこれをして酵素の働を受け易からしむる作用を有す．胃内容に胃蛋白酵素の作用に必要なる酸性度を附與す．2. 蔗糖に作用してこれを水解す，但し酵素に比しその效力微弱なるものならむ．3. 鹽酸は又食物中に存する細菌及び寄生蟲を滅殺し身體をそれらの害毒より免かれしむる作用を有

1 Parakasein

す.

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説明を缺く. 胃液中の鹽酸量は細胞原形質に對して有害なるにより細胞より先づ鹽化安門が分泌せられ此物が

$$NH_4Cl + H_2O = NH_4OH + HCl$$

の如く水解せられ安門が吸收せられて鹽酸を殘留すと説明するものあり. 青カビは此の如き反應を惹起し, 又胃粘膜は他の組織に比し安門を含有すること大なる點も此の如き所信を確むるに似たりと雖も未だ一個の臆説の域を脱する能はざるものの如し.

胃液中に於ける Pepsin-量と鹽酸量とは必しも平行するものにあらず胃液の量及び Pepsin の量は各々時によりて動搖甚しきに拘らず獨り鹽酸の% 量は健體にありて常に一定するものの如し.

胃液の分泌 胃液の分泌は持續的ならず. その分泌を促す要因には三種あり. 神經的衝動, 胃期刺戟及び腸期刺戟これなり. 美味を想像し若しくは瞥見する時は精神的に胃液の分泌起り, 又口中に食物を含みたる時反射的に多量の胃液流出するは第一因に屬す, かくの如く神經性刺戟によりて發生する胃液は量多しと雖も持續すること久しからず. 憤怒, 恐怖等の精神感情は胃液の分泌を阻止す.

食物が胃内に達するや胃底部粘膜に作用して Gastrin なる覺醒素を發生しこのものは血液内に分泌せられて胃腺に達し胃液の分泌を促進せしむと考ふる人あるも Carlson 等は之を疑ひ胃期刺戟は寧ろ機械的竝に化學的刺戟に屬すとせり. 腸期刺戟は腸にて分解せられたる水解産物等に基因し蛋白質水解産物は胃液の分泌を促進す. α-Alanin は其力少なきも β-Alanin には刺

戟の力强く, 又 Histamin, Ethylamin 及 Methylamin-鹽化物其他の Amin 類は胃液の分泌を著しく增進せしむ (Ivy 及 Javois[1]). 肉-Ex は胃液分泌促進の力大なり啻に胃の粘膜に作用して有效なるのみならず之を皮下若くは直腸より作用せしむるも效あり. 之れ主として其中に含有せらるる Karnosin に因るものの如く其他 Methylguanidin, Karnitin 及 Cholin も亦有效なるものの如し (Kimberg[2]). 咖啡, 茶, Kakao, 果實及蔬菜の浸出物, 乳汁等も亦胃液の分泌を促がす. かくの如き化學的刺戟によりて起る胃液分泌は量多からずと雖も久しく持續す.

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 に及ぶと云ふ.

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となく此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.

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

1 Ivy 及 Javois: Am. J. Physiol **68**, 132 [1924] 2 Kimberg: Bioch. Z. **147**, 221, [1924]; **157**, 187 [1925]; **167**, 275; **176**, 467 [1926]

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 膵臓及び膵液

第一項 膵 臓

膵臓は蛋白質, 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臓内に特殊の細胞團なる Langerhans の細胞嶋[1]を有し此處に於て覺醒素を作る. 膵臓の大さは大人にありては約 70—90 g を算す.

蛋白質 膵臓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として Guanyl-酸を含有するものあり.

浸出分 浸出分として Leucin, Tyrosin, Purin-鹽基, Inosit, 乳酸, 揮發性脂酸及び脂肪を含有す. 此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石灰は 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 %は脂肪, 15.6 %は蛋白質よりなる.

第二項 膵 液

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

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と雖も平均 500—800 cc なるべし.

草食動物の如く常時腸が内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にして酸性の胃内容物が腸に移行する際多量に注出せらる.

膵液は無色透明の液體にして泡沫を生じ易く, 滷性反應を呈す, 水素-Ion の濃度は約 2.5×10^{-9} なり. 蛋白質を含有するを以て煮沸すれば溷濁す. 比重約 1.008, 結氷點は零下 0.47°C なり. 固形分は約 1.3 % を含有しその半量は蛋白素, 球素, Proteose, Pepton 及び痕跡の核蛋白體, 他の半量は鹽類にして酵素以外に特殊の成分を見ず. 膵液中に存する酵素は主として膵蛋白酵素 (Trypsin), 膵澱粉酵素 (Amylopsin), 膵脂肪酵素 (Steapsin) にしてその外核酸酵素, 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. 膵液は多量の重炭酸曹達 (約 0.5 %) を含有するを以て酸と結合する機能大なり.

膵蛋白酵素 膵臓より分泌せらるる純粹の膵液は膵蛋白酵素を有し, この狀態に於ては單に簡單なる Polypeptid に作用するのみにして未だ蛋白質を分解する機能を有せざるも腸に至りて腸液中に含有せらるる腸活素[1]の爲めに賦活せらるる時は複雜なる Polypeptid 及蛋白質を分解するに至る. 膵蛋白酵素はその他石灰鹽, 細菌又は Leucin, Glykokoll, Alanin 等の Amino-酸によりても亦賦活せらるると云ふ, 膵蛋白酵素は弱滷性反應に於て最も

1 Enterokinase

良く蛋白質に作用してこれを Pepton, Polypeptid を經て Amino-酸に迄分解す，然れどもその分解は完全ならず Amino-酸と同時に消化の中間產物を挾雜す．核素に作用する時はこれを核酸及び蛋白質構材に分解す．

膵澱粉酵素 唾澱粉酵素よりもその働强し，煮沸せざる澱粉にもよく作用す．至適溫度は35°なり．

膵脂肪酵素 中性脂肪を脂酸と Glycerin とに分解す．この時生じたる脂酸は滷と化合して石鹼となり中性脂肪を乳化してこれを微細なる小球に化し脂肪酵素の作用を受け易からしむ．膽汁も亦膵脂肪酵素の作用を促進せしむ．

核酸酵素 核酸を分解して核鹽基に變ぜしむる酵素なり，膵蛋白酵素の爲めに分解せられ易し．

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．Alcohol, 石鹼等も鹽酸と同じく前分泌素を賦活する作用を有す．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．迷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

1 Sekretin 2 Prosekretin

成せらるべく，牛乳のみを飲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．食肉動物には屢澱粉酵素を缺如し，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．

膵臟は種々の消化酵素に富める膵液を分泌するを以て食物の吸收に對し重要なるは言を俟たずと雖も膵臟はその外一種の覺醒素[1]を分泌して食物の吸收を資くるものの如し．Lombroso は膵臟の一部を除去し，その殘部を皮下に移植し且つ瘻管によりてその分泌液を體外に導きて膵液の腸管內輸入を止めしも糖質，脂肪，蛋白質等の消化はさしたる障碍を蒙ることなく，全腺を除去するに至りて吸收の大に阻害せらるることを實驗せり．この時に際し彼は瘻管より得たる膵液を腸管內に注射したるも，吸收力は依然として常態に比し甚だ不良なりき，故に膵液は單に外分泌によりて消化吸收を助くるのみならず內分泌によりても亦吸收に關與する事實は之を否定すること能はず．

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

1 Hormon

する腺器なり.

蛋白質 肝臓は 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 肝臓中に存する脂肪は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. 此の如き場合を脂肪浸潤[2]と呼び過多脂肪攝取時以外に饑餓, 妊娠, 燐中毒, Phlorhizin-中毒時等に現はる.

肝臓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, 肝脂は體脂と異なり多量の不飽和脂酸を含有す. 食物若くは體脂は體內にて消費せらるるに際し先づ肝臓に於て不飽和性化合物に分解せらるるものなりといふ.

燐脂質 肝臓內燐脂質の量は 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 も亦肝臓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.

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

1 Halliburton: J. of Physiol. 13 Suppl. Bd. [1852] 2 Fettinfiltration

す. 膽汁色素は正常的には之を檢出すること難し.

酵素 肝臓は Katalase, 酸化酵素, Aldehydase, Amylase, Lipase, Protease, 核酸酵素, 脫-Amid-酵素, 尿酸酵素, 及び Arginin-酵素等を含む.

鑛質 肝臓の鑛質は燐酸, Kalium, Natrium, 土滷及び鹽素なり. Kalium の量は Natrium よりも大なり. 鐵の量には動搖あるも普通血液を含有せざる肝臓の生重量に對し男子にては 0.023 %, 女子にては 0.009 % に當る. 無脊髓動物にて Hemoglobin を有せざるものにても肝臓に鐵を含有すること大なるより見れば鐵は單に Hemoglobin 分解に伴ひてのみ肝臓に存在するもののみに非ず肝細胞の酸化作用に對し極めて重要なるものなるべし.

初生兒の肝臓は鐵を含有すること大にして成獸に於ける約 10 倍に達し, 後漸次減少し 4 週にして殆ど常値に達す. 鐵は一部は燐酸鹽の狀態に於て存するも大部は蛋白質と結合し居れり.

人肝の酸化石灰量は約 .01 %, 酸化-Magnesium 量は約 0.03 % なり, 其他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.

組成 不幸遭難にて急に死去したる 23 歲の青年の肝に就て調査せられたる處によれば固形分は 29.2 % に達し其內脂肪は 2.8 % 結締組織は 1.58 %, 灰分は 1.2 % に當る[1]. 尤も是等の關係は肝臓內に於ける糖質及び脂質の蓄積度の如何によりて大なる差異を呈す.

第二項 膽 汁

1 Hoppe-Seyler: Z. f. physiol. Chem. 98

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. 膽汁は肝臓に於て發生し, 膽嚢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臓よりの分泌は持續的なるも膽嚢よりの流出は間歇的なり.

腸管内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することもその一因たるが如く恐らく分泌素の作用に歸すべきものならむ. 1日中に肝臓より分泌せらるる膽汁の量は確言すること難し. 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内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.

肝臓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嚢に於て瀦藏せらるる間に水分を失ひ且つ膽嚢粘膜より生ずる粘素を混ずるを以て嚢中に蓄積せる膽汁卽ち**嚢膽**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%に過ぎざるも嚢膽にありては, 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きものとす.

腸内に排泄せらるる嚢膽は水分吸收の程度によりて大にその比重を異にし1.008—1.040の間に動搖す, 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に對し滿性なるもそのpH價は7.47—5.33の間を上下す(岡田清三郎[1]). 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として特殊なるものは**膽汁酸**の滿鹽及び**膽汁色素**なり, その他粘素, Cholesterin, 脂質(Lecithin, 石鹼, 中性脂肪), Ether-硫酸, 抱合性 Glycuron-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).

無機成分は膽汁酸と結合せる以外の滿, Calcium, Magnesium, 鐵等の鹽化物及び燐酸鹽を含む, その他痕跡の銅, 亞鉛を混ずることあり. 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滿の量と共に增減す, 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と雖も概念を與へん爲め次に人膽に就てその略表を揭ぐ.

	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
脂肪及石鹼	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

1 Okada: J. of Physiol **50**

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 Chol-酸 $C_{24}H_{40}O_5$ が Glycocoll 若くは Taurin と結合せるものにして，これらを Glycochol-酸[1]若くは Taurochol-酸[2]と稱す．これを酸又は滷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 の結晶膽と稱し再三再結晶を反復して之を純粹にすることを得．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，Taurochol-酸鹽は溶存す．

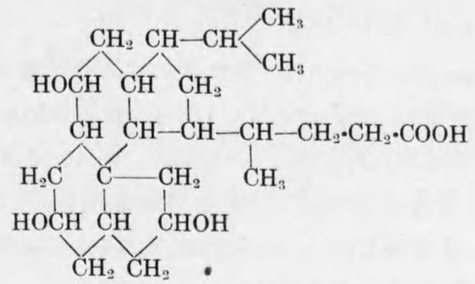
人の膽汁は主として Glycochol-酸を含み Taurochol-酸は少なし且 Chol-酸の約 1/8 量に相當する Desoxychol-酸を含有す(牛膽にては Desoxychol-酸は Chol-酸の約 1/8 に過ぎず) (Wieland 及 Reverey[3]; Wieland 及 Jacobi[4]). Wieland は Desoxychol-酸中に其と異性體なる Anthropodesoxychol-酸を分離せり (Wieland[5])

尙八分子の Desoxychol-酸が一分子の Palmitin-酸若くは Stearin-酸と結合して生じたる Cholein-酸[6]遊離せられたり．

牛膽も亦主として Glycochol-酸を含む，犬の如き食肉動物の膽汁は Glycochol-酸を含むことなく盡く Taurochol-酸よりなる． 鷲の膽汁中に存する酸は Chenodesoxychol-酸にして牛膽中に存する Chol-酸，Desoxychol-酸，及 Lithochol-酸等は見出されずといふ(Windaus[7])．

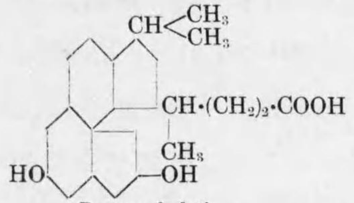
1 Glycocholsäure 2 Taurocholsäure 3 Wieland 及 Reverey: Z. physiol. Chem **144.** 186 [1924] 4 Wieland 及 Jacobi: Z. physiol. Chem. **148,** 232 [1925] 5 Wieland: Z. physiol. Chem. **140,** 186 [1924] 6 Wieland 及 Sorge: Z. f. physiol. Chem. **97** 7 Windaus: Z. physiol. Chem. **157,** 177 [1926]

Chol-酸は肝臓特殊の産物にして $C_{24}H_{40}O_5$ なる分子式を有し其構造式は Wieland, Schlichting 及 Jacobi[1] に從へば

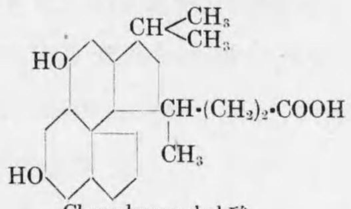


なり．

Desoxychol-酸，Cheno-desoxychol-酸 (Anthropodesoxychol-酸とも云ふ)等は Chol-酸に比し Alcohol-基を含むこと一つ少なく其構造式は



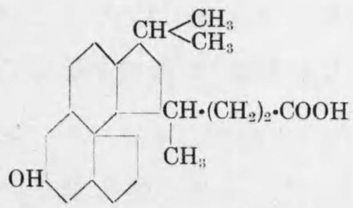
Desoxy-chol-酸



Chenodesoxy-chol-酸
(Anthropodesoxychol-酸)

なり．

Lithochol-酸は更に 1 個の Alcohol-基を缺く． 其構造式は



1 Wieland, Schlichting 及 Jacobi: Z. physiol. Chem. **161,** 74 [1926]

以上の諸酸を更に還元する時は全く Alcohol-基を含まざる Cholan-酸 $C_{24}H_{40}O_2$ に變ず.

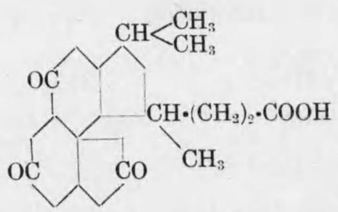
Chol-酸 $C_{23}H_{36}(OH)_3COOH$

Chol-酸は水に溶け難きも(4000分の冷水, 750分の熱湯), Alcohol には稍よく溶解し(20分の Alcohol) 之より1分子の結晶-Alcohol を含有する無色斜方系の四面體又は八面體として結晶す, 鹵及び炭酸鹵には鹵鹽を作成して溶解す, 稀薄水溶液若くは稀薄醋酸溶液より1分子の水を有する結晶を形成す, 甘苦味を有す, 結晶水を含まざるものは 195°C にて熔融す, 溶液は甘苦味を有し右旋性を呈す, $[\alpha]_D=35°$

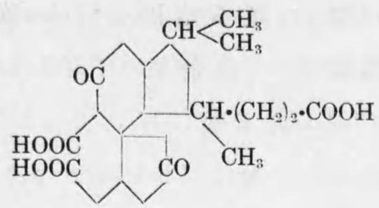
Chol-酸は沃度液に遇びて青變し, 又結晶を 25 % 鹽酸に入れ放置する時は徐々に紫青色を發現す.

鹵鹽は水に溶解し Alcohol には少しく解け Ether に溶解せず. 水溶液は鉛糖又は鹽化-Barium にて沈澱す.

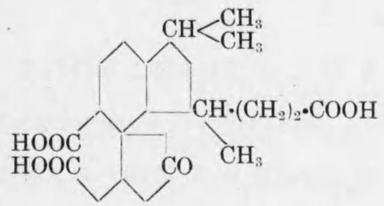
Chol-酸は之を弱く酸化する時は之に相當する一鹽基性 Keto-酸に變ず Dehydrochol-酸 $C_{20}H_{33}(CO)_3{\cdot}COOH$ 之なり.



更に強く酸化せらるる時は CO の1箇處開きて2個の Carboxyl-基發生し3鹽基性の Keto-酸に變ず. この時 Bilian-酸及び Isobilian-酸 $C_{24}H_{34}O_8$ なる2種の異性體を發生す.

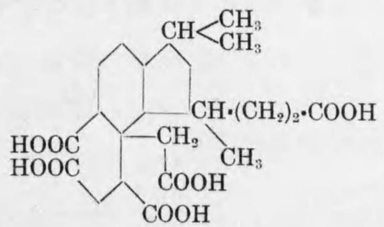


Chol-酸の還元によりて生じたる Desoxychol-酸 $C_{23}H_{37}(OH)_2{\cdot}COOH$ も酸化によりて一鹽基性 Keto-酸なる Dehydrodesoxychol-酸 $C_{21}H_{35}(CO)_2{\cdot}COOH$ となり更に三鹽基性の Keto-酸なる Desoxybiliansäure



及 Iso-desoxybilian-酸 $C_{24}H_{36}O_7$ となる. このものは Bilian-酸及び Isobilian-酸の還元によりても發生す.

Desoxybilian-酸は更に酸化を蒙りて Choloidan-酸 $C_{24}H_{36}O_{10}$ に變ず, 此ものは五輪核に存する Keto-基も亦酸化によりて開かれて五鹽基性となりたるものなり.



Chol-酸を眞空にて 200—300° の下に乾餾する時は水を分離して三重不飽和の Cholatrien-炭素酸 $C_{24}H_{34}O_2$ となる. Desoxychol-酸は同様の處置によりて二重不飽和の Choladien-炭素酸 $C_{24}H_{36}O_2$

となり．Lithochol-酸は一重不飽和の Cholen-炭素酸となる．これ等は何れも氷醋酸中にて白金黑の存在にて水素を以て還元せらるれば飽和の Cholan-炭素酸 $C_{24}H_{40}O_2$ となる (Wieland 及 Weil).

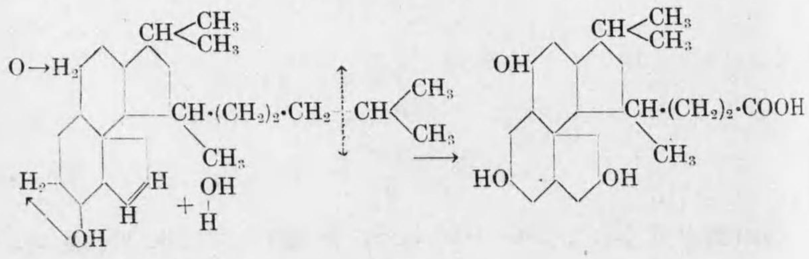
Windaus[1] によれば膽汁酸は Cholesterin より發生するものの如く Cholestan を Chrom-酸失水物を以て強く酸化する時は Aceton を分離して Cholan-酸を發生するを認む．

$$\underset{\text{Cholestan}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CH\cdot CH_2\cdot C_{23}H_{39}} + 2O_2 = \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CO + HOOC\cdot C_{23}H_{39} + H_2O$$

之は Wieland 及 Weil が Chol-酸より得たる Cholan-酸と同一ならざるも，若し Cholestan の代りに Pseudocholestan を用ひて同様の處理を施す時は Wieland 及 Weil の得たる Cholan-酸と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-酸に移行することは事實と考ふるを得べく此際側鎖にては Aceton 分離し，之と同時に核内にては下の如く OH 基の轉位，酸化，水添加作用等行はると看做すことを得む．



Desoxychol-酸

1 Abderhaldens Arbeitsmeth. Abt. I, Teil 6, 1925, 208

氷醋酸より一分子の結晶醋酸を有する針狀晶として析出し 144—145°の熔融點を示す．水其他の有機溶媒を全く含有せざる遊離酸は 172° にて熔融す．水に溶け難く，Alcohol には容易く溶解す．强き苦味を有し，右旋性を示す $[\alpha]_D = +57°.02$．沃度に遇ひて染色せず，鹽酸にて現色反應を示さず．

Desoxychol-酸は容易に脂酸，Xylol, Phenol, Naphthalin, 樟腦，安息香酸，類滷體等と添加化合物を作る，之れ生機的に重大なる意義の存する處にして水に不溶解性なる Cholesterin, 脂酸，類滷體を水に溶解性にして吸收され易き化合物に導くことを得．

Lithochol-酸

膽汁中に存する量は極めて少なく，100 kg に僅かに 2 g を存するに過ぎずといふ，Alkohol より得られたる板晶は 186° にて熔融す．Alcohol に容易く溶解す．水には溶解せず．無味なり．Alcohol 溶液は $[\alpha]_D = 23°$ の旋光度を有す．滷鹽は水に溶け難きも Desoxychol-酸-Natrium-鹽に遇へば水に溶解するものを化生す．

Glycochol-酸 $C_{26}H_{43}NO_6$

Glycochol-酸は針狀の結晶にして 300 倍の冷水，120 倍の熱湯に溶解し，Alcohol 及び滷には容易く溶く．Ether には殆んど溶解せず．結晶は 133° に於て軟化し 152° にて溶解す．甘苦味を有し右旋性を呈す．滷鹽は脂肪及び Cholesterin を溶解す，醋酸鉛，鹽化鐵，硝酸銀等によりて沈澱せらる．

Taurochol-酸 $C_{26}H_{45}NSO_7$

Taurochol-酸は容易く水に溶け Alcohol には稍とけ難く，Ether には溶解せず．甘味を有し，苦味少し，右旋性を有す．滷鹽は水に溶解し Alcohol には稍解け難し，醋酸鉛又は鹽化鐵により沈澱せず．

これらの膽汁酸は滷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，針狀若く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．これら滷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心臓毒の作用を呈す．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卽ちその一は赤黃色なる 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．直接に肝臓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黃金色なり 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．

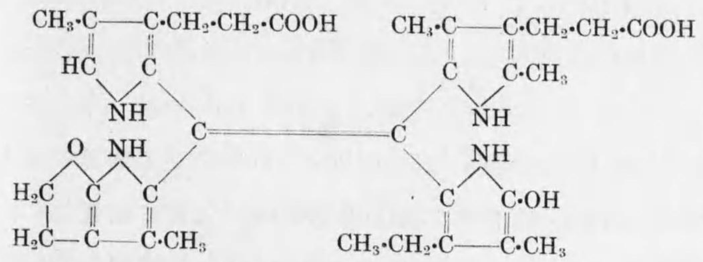
膽汁の色彩は動物の種類によりて異なる，卽ち食肉動物に於ては Bilirubin が多量なるにより金色又は褐色を呈し，食草動物に於ては Biliverdin 多量なる爲め多少綠色を帶ぶ．

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

赤黃色の斜方板をなす，Chloroform ことに熱 Chloroform に容易く溶解し Alcohol には溶け難く Ether, Benzol には溶解せず．酸の性狀を有し水にとけず滷には容易く溶解し黃色の液を作る(體液中には此狀態に於て存在す)，Bilirubin を含む Chloroform を稀

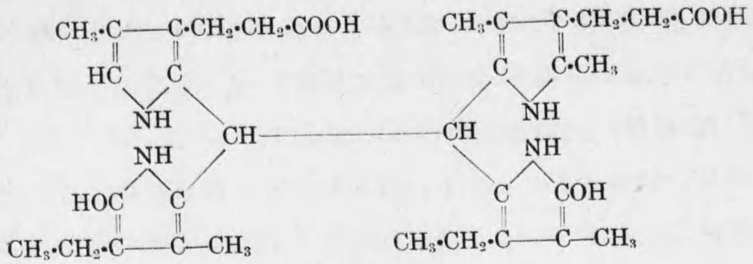
薄なる滷液と振盪する時は Bilirubin は滷鹽となりて水中に移行す(之れ Lipochrom 及 Lutein と異なる處なり)，滷鹽の溶液は土滷鹽，醋酸鉛，亞鉛鹽，硝酸銀に沈澱す，この際 Calcium は一原子の割に結合せらるるを以て色素は二鹽基性の弱酸と看做すことを得べし．尙 Bilirubin はその溶液より硫酸安門の飽和によりて析出せらる．空氣に觸るる時は酸化せられて綠色の Biliverdin に變ず．Bilirubin の溶液は吸收線を表はさず．然れども Bilirubin 滷鹽の安門性溶液に鹽化亞鉛の溶液を加ふれば溶液は橙黃色次で綠色に變じ，赤色部に一條の吸收帶を表はす．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 又は白金黑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．



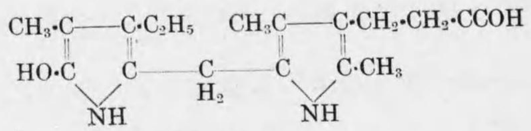
Mesobilirubin $C_{33}H_{40}N_4O_6$

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．



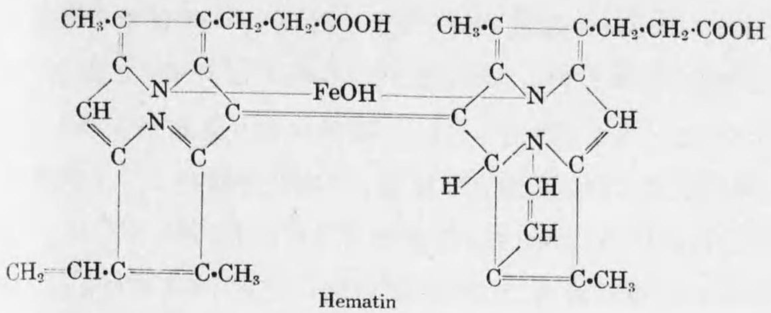
Mesobilirubinogen

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 ($C_{17}H_{26}N_2O_3$) に變ず.

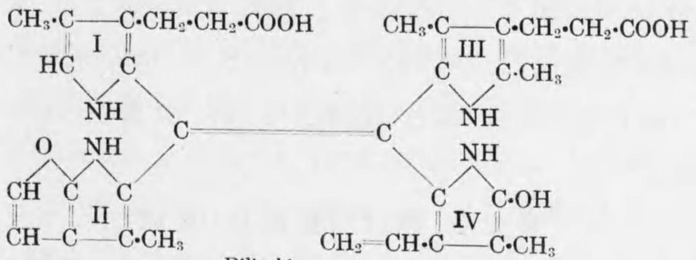


Bilin-酸

Bilirubin は Hemoglobin より發生する色素にして常態にては約 0.04—0.13 %を占め體内にて解血作用行はるる際には著しく增量す. Bilirubin と Hematin ($C_{34}H_{31}N_4O_5Fe$) とはよく類似したる分子式を有するのみならず其構造式も亦著しく酷似す. 其構造式は未だ研究者間に一致したる意見を缺くと雖も假りに Hans Fischer が Hematin 及 Bilirubin に與へたる構造式を擧ぐれば次の如し.



Hematin



Bilirubin

2. Biliverdin $C_{32}H_{36}N_4O_8$

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能はず. 滴には溶解しその滴鹽溶液より 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硝酸に Bilirubin 滴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．酸化の第一段として綠色の Biliverdin 發生し，之に青色の Bilicyanin (又は Cholecyanin といふ) 次ぐ，酸化更に進めば赤色の色素生じ，終に黃褐色の Choletelin に變ず．

第五項 膽汁特殊成分の生成

膽汁酸の生成 膽汁酸は肝臓の特殊產物にして肝臓を除去すれば血液及び組織中に膽汁酸の滯積を見ることなく，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，故に膽汁酸は肝臓に於てのみ生成せらるることを知るべし．

膽汁酸は上述せるが如く Chol-酸と Glycocoll 若くは Taurin との化合物なり．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と考ふることを得べく，又 Chol-酸は既に652頁に述べたるが如く Cholesterin より發生するものの如し．

膽汁色素の生成 膽汁色素は必しも肝臓の特種生成物と云ふべからず，肝臓以外に於ても亦その發生を見ることあるは事實

にして古き出血竈にある Hematoidin は Bilirubin と同一物質たるべく又病的に馬の組織內に於て血液より膽汁色素の發生することあり．

然れども正常的狀態に於て膽汁色素の生成せらるる場處は肝臓なり，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と雖も，若しこれと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となし．膽汁色素の母體は血色素なりと考ふるを得べし，Hematin 竝びに Bilirubin を還元するときは共に同一なる Hydrobilirubin を得るを以て兩者の間に密接の關係あることを推知せらるるのみならず．體內に於て赤血球の崩壞盛なる時(砒化水素，燐化水素，Toluylendiamin, Anilin 等を血管內に入れたる時)又は Hemoglobin を血管內に注射する時は膽汁色素の生成增大すること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內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．

Bilirubin 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となしと雖も腸內消化に對し重要なる意義を有す．こと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と約數倍に達す，これ膽汁に含有せらるる膽汁酸鹽が蛋白質と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並びに吸收を容易ならしむるに基因するものなりとす，これに反し膽汁は蛋白質及び澱粉の消化には殆ど何等直接の影響を與へざるものの如し．

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—0.3 g 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，麻痹性 Ileus，手術後腸弛緩等に效あり．然れど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])

膽汁は又肝臓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これらの物質は糞と共に排除せらる．卽肝臓内にて多數崩壞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

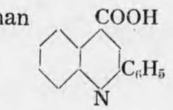
膽汁は他の分泌液と異なり絕えず肝臓より分泌せられ，而して消化時に於ては直ちに腸管内に送らるるも空腹時に於ては膽囊中に集收せらる．然れども空腹時に於ても約 2 時間每に 10—20 分に涉り腸内に排泄せらる．犬に於ては膽汁の分泌は食後 3—5 時間及び 13—15 時間の 2 回に高まるといふ．人の膽汁は日々約 500 cc 分泌せらる．饑餓により減少す．

膽囊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[2])

1 Glässner 及 Singer: Wiener Klin. Wochensch. **23**, 1 [1910]
2 Robitschek 及 Turolt: Wien. Klin. Woch. **34**, 263 [1921]

膽汁酸の分泌は蛋白質の攝取により著しく增大す．これは主として Proteose の作用による．尤も糖質存在せざる時は多量に蛋白質を與ふるも膽汁の分泌は增加することなしといふ (Winogradow[1])

肝膽の分泌を增大ならしむるものは膽汁酸鹽の攝取なり．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．尙 Atophan



は膽汁生成を著しく增進す．

第五節 腸粘膜腺及び腸液

第一項 腸粘膜腺

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．その分泌液は滴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黃色の液を得これは Lackmus に對し强滴性反應を呈し $[H^{\cdot}] = 2 \times 10^{-8}$ 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[2]を含む．

腸液の組成は Hamburger 及び Hekma[3] によれば

1 Winogradow: Pflüger Arch. **205**, 590 [1924] 2 Detritus 3 Hamburger 及 Hekma: Jl. de physiol. et d. pathol. 1902 & 1904.

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.

腸液中に存在する緊要なる成分は酵素及び腸活素にして殊に Erepsin, 蔗糖酵素及び腸活素は腸液に固有なり，その他多量の麥芽糖酵素を含有し，尙乳糖酵素，澱粉酵素等あり.

Erepsin Proteose 及び Pepton を完全に分解し悉く Amino-酸に變化する酵素にして腸液及び腸粘膜浸出液中に存在す，天然の蛋白質を分解すること能はず，煮沸すればその働を失ひ弱酸性の反應に於ても亦作用せず，至適反應は pH=8 なり，60 %の硫酸安門にて沈澱するを以てこれを透析し Trypsin 及び大部分の蛋白質より分つことを得.

腸活素[1] 腸活素は Trypsin-酵素原に活性を與ふる物質にして小腸の上皮より發生せらる，器械的に腸粘膜を刺戟したる時に分泌せらるる腸液中にはこれを含むこと少なし，膵液を腸中に送入する時は腸活素に富みたる多量の腸液を得るも豫め膵液を煮沸する時はこの作用を呈せざるを以て見れば Trypsin-酵素原が刺戟となりて發生するものならむ.

脂肪酵素 は腸液及び腸粘膜内に含まる.

1 Enterokinase

澱粉酵素 澱粉酵素は存在すれどもその作用微弱なり.

蔗糖酵素及び麥芽糖酵素 蔗糖酵素及び麥芽糖酵素は腸液中に多量に存在し殊にその上部は下部よりも多し. 腸は人體中蔗糖酵素の常存する唯一の部位たり.

乳糖酵素 乳糖酵素は乳兒の腸液中に常存す，成長したる動物にありては乳汁を以て飼養せるものに於てのみこれを認む.

その他腸液中に含まれざるも腸粘膜中に存在する酵素ありその一は

核酸酵素 にして腸粘膜に存在し核酸を分解して Nucleosid に變ぜしむ，他は

Arginin-酵素 なりこれは Arginin を分解して Ornithin と尿素に變ずる作用を有す.

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[1]を作り，その一端を縫合し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虛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となり約3—5時間の間歇あり，時としては毫も腸液の分泌を見ざることあり. 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

1 Schlinge

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と少なりと云ふ．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と，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，主として粘液の分泌及び鑛質の排泄を司るものの如し．

第八章　覺醒素腺及び覺醒素[2]

體内諸處に於て消化腺の如く輸液管を有することなく，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と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といふ．

覺醒素を生成する細胞は時として獨立したる臟器を形成せることなく他の臟器内に潛在することあり．膵臟内に存在する

1 Schlinge　2 Hormon

Langerhans の島嶼，卵巣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．

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—25 g の腺にして主に球狀若くは卵狀の濾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．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．

甲狀腺蛋白質に就ては未だ充分の研究なしと雖も甲狀腺は少なくも2種の特殊蛋白質を含有するものの如く其一は**Jodthyreoglobulin** にして，他は一種の核蛋白體なり．前者は多少の沃度を含有し，後者は砒素を含むものの如し(Gautier[1] 及 Bertrand[2])，尤も Jodthyreoglobulin は幼年の甲狀腺には沃度を含まざる Thyreoglobulin として存在しこのものは年齡進み腺内に膠質の發生すると共に沃度を攝取して Jodthyreoglobulin に變ずと云ふ．

其外甲狀腺は **Thyroxin**, Leucin, Xanthin, Hypoxanthin, Cholin, Jodothyrin, 乳酸，琥珀酸，及び酵素(脂肪酵素及び Katalase)を含有す．

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．

甲狀腺沃度量は土地，個人，食物により大差あるものの如く

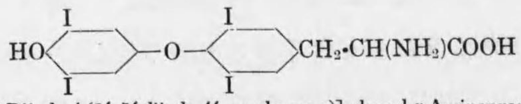
1 Gautier: Compt. Rend. **129**,　2 Bertrand: Compt. Rend. **134, 135**.

1—10歳の小兒にては平均0.03 %, 10歳以上の人士にては平均0.16 %, 沃度劑攝取人士にては平均0.26 %なりといふ.

第二項 Jodthyreoglobulin

甲狀腺水浸液(ことに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 %なりといふ(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 として存在す. 通常 Jodthyreoglobulin は乾燥甲狀腺を組織の約10—50 %を占む.

第三項 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約250°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滷を有する Alcohol に溶解す. 酸の水溶液に溶けず, 之に反し滷及び安門に溶解す. 始めて Kendall[1] により精製せられ Harington[2] によりて更に研究せられ次で Harington 及 Barger[3] によりて合成せられたり.

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滷に溶解したる後之に亞硝酸を添加する時は溶液黃變し,

1 Kendall: J. of biol. Chem. **39**, 2 Harington: Bioch. J. **20**, 293, 300 [1926]
3 Harington 及 Barger: Bioch. J. **21**, 169 [1927]

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と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ならむ.

人體は1日に平均0.2—0.4 mg の Thyroxin を分解す.

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と稱す. 肉食動物に於ては甲狀腺と密接して存在し, 草食動物に於ては之より隔離して存在するを常とす. 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.

腺の化學的成分に關する研究は未だ充分ならず. 覺醒素は Trypsin に遇へば其作用を失ふ故に內服は效なし.

第三節 胸腺

胸腺は腮溝の上皮より發生する一種の腺にしてその中に上皮細胞及び淋巴球樣の細胞を含有す. 初生兒には比較的大(12 g)にして, 15歳に至る迄は發育し最大(25 g)に達するも體重より比較すれば初生兒よりも小なり. 後漸次退行し脂肪組織によりて交替せらる. 淋巴球の新生臟器たると同時に骨骼の發育竝びに生殖腺の作用に重要なる覺醒素を生成するものなるべしと考へらる.

胸腺の蛋白質 胸腺の水浸出液に醋酸を加ふる時は特殊の Nucleohiston を析出す. 尙他に Nukleohiston よりも燐の含量小なる核蛋白體を包有す. Nukleohiston は稀鹽酸にて分解せられ核酸と Histon に變ず. 其 Ca 鹽は C 43.69, H 5.60, N 16.87, S 0.47, P 5.23, Ca 1.71 % の組成を有す.

其外胸腺には脂肪, 燐脂質, Leucin, 琥珀酸, 乳酸, Ionsit, 糖, Jodothyrin の痕跡を有す. 尙微量の砒素を含有す. 酵素としては Arginase, Guanase, Adenase, Nuklease (核蛋白體を分解する酵素)等を含む.

無機分は Kalium 及び燐酸を主とす.

組成 Zuntz が 19—34 歳の男子に就て調査したる處によれば Thymus は約 16.18 g の重量を有し, 其新鮮なる腺に對し.

11.9 %	脂肪浸出分
13. %	爾他の固形分
75.1 %	水分

を有す.

Thymus-淋巴球 犢 Thymus の淋巴球は平均 11.5 %の固形分を有す. 固形分 100 に對する各成分の量下の如し.

蛋白質	1.77
Leukonuclein	68.79
Histon	8.67
Lecithin	7.51
脂肪	4.02
Cholesterin	4.40
糖原	0.8

Thymus は淋巴球に比し Nucleohiston を含有すること 5 倍の多きに達す.

第四節 副腎及び Adrenalin

第一項 副腎

副腎は腎臓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膚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滴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以て見れば恐らく顆粒にて發生したる分泌物が原形質に移行し更に滲透して血液中に入るものならむ.

皮層と髓質とは全く關係異なる二個の臟器なるものの如く下等動物にありては兩者全く分離して存在す. 軟骨魚類にありては一は腎間體[1]と稱し副腎皮質に相當するものにして兩側の腎臓の間に位す, 他は腎上體[2]と唱へ副腎髓層と同質にして大動脈に沿ふて處々に散在す, 前者は中胚層より發生し, 後者は外胚層より發生す.

腎間體若くは副腎皮質は須要の臟器にして腎間體を除去せられたる動物は元氣全く銷沈し數日乃至 3 週を出でずして斃る

1 Interrenalkörper 2 Suprarenalkörper

べく，哺乳動物の副腎皮質を完全に除去せられたるものも必ず死を免るること能はず，然るに皮質の $^1/_8$ を殘留せしむる時は髓質を全く除去するも死することなしと云ふ (Biedl). 而して皮質は組織學上一種の腺と認むべきものにして其内に强大なる還元作用を呈するものを藏す. 卽ち副腎を兩斷し之を 0.4 % $AgNO_3$ 液に入るるに皮質の部は數分を出でずして還元銀の沈着によりて暗色となり 15 分にして全く黑變するを認むべし(之に反し髓質は着色せず) Szent-Györgyi[1] は皮質の中より一種の Hexuron-酸を抽出しこのものは容易に酸化せらるる性狀を有し(殊に Hydrochinon 誘導體の存在にて Schardinger の酵素，過酸化酵素及 Aldehyd の爲めに酸化せらる)酸化して發生したるものは動物組織により再び盛に還元せらる. 恐らく該質は生體内にて過酸化酵素の作用に重大なる關係を有するものの如し.

腎上體若くは副腎の髓層は特別の生機作用を營む Adrenalin を分泌す. 哺乳類髓層中に於ける Adrenalin の含量は約 0.1—0.3 %なり. 此分泌物を靜脈内に注射する時は著しく血壓を上昇せしむ. 重-Chrom-酸加里の溶液に遇ひて褐染する Chrom-染性組織は副腎髓質及び腎上體にのみ限れるにあらず下等の動物及び幼年の時期には腸腔の腹膜裏中處々に散在す，卽腹大動脈の前方に大動脈准神經節あり，下部腸間膜動脈の基部に Zuckerkandl の器あり(これは年齡と共に早晩萎縮す). これは皆 Chrom-染性組織よりなる，その他心臟の左側冠狀動脈の近傍にも多量の Chrom-染性細胞を認む. 頸動脈腺も亦神經纖

1 Szent-Györgyi: Bioch. J. **22**, 1387 [1928]

維より貫錯せられたる Chrom-染性細胞の叢塊に外ならず，これらの准神經節は副腎剔出後動物が尙生存せる時には代償的に著しく增大す，又准神經節の浸出液は副腎髓質の浸出液と同じく血壓上昇，脈搏減少，血管收縮等の作用を呈し互に類似の點あるのみならず，發育史上より見るも副腎髓質の交感神經系より由來するは毫も疑ふべき處なし. 腹足類，蛭類(蛭類の腹側交感節中にあり)にも Adrenalin に類似の作用を呈する浸出液を生ずる Chrom 染性組織あり.

副腎は他の臟器の如く種々の蛋白質を含み其内に膵臟に於けると同樣の核蛋白體を存す，脂質は髓質に多く存するは Kephalin 及び Lecithin なり. 皮質には Phospholipin 以外に多量の Cholesterinester を含有す之はことに妊娠時に著しく增大す，皮質は其外 Cholin, Neurin, 其他性質不明の鹽基，Inosit, Glycerin-燐酸等を含有す.

第二項 副腎-Hexuron-酸

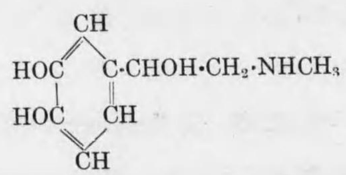
副腎皮質より分離せられたる一種の Hexuron-酸にして從來記載せられたる何れの Glucuron-酸異性體よりも還元性强大なるを以て特異とす. 175—189° の間に於て熔融する結晶を形成し，水溶液は約 + 24° の比旋を呈す. 變旋性を有せず. Fehling の液，中性乃至滴性の銀液，過-Mangan-酸鹽を常溫にて還元す. Molisch の反應は着色著明にして，Bial の反應も亦陽性なり.

副腎-Hexuron-酸は過酸化物及び過酸化酵素の爲めに速かに酸化せらるることなきも Chinon 誘導體の參加によりて酸化せらる. Schardinger の酵素，Aldehyd 過酸化酵素及び Adrenalin の

混合物を 37° にて通氣するに1分時にして著しく赤變すべし之れ Aldehyd の酸化時に形成せらるる過酸化物と過酸化酵素によりて Adrenalin の一部が Chinon に酸化せらるる爲なり．然るに此際之に少量の Hexuron-酸を加ふる時は Hexuron-酸は直ちに此 Chinon によりて酸化せらるるを以て着色起ることなし．實に 0.0025 %の Hexuron-酸の存在も體内に於ける色素の發生を防止すといふ (Szent-Györgyi)

酸化せられたる副腎-Hexuron-酸は Schardinger の酵素又は琥珀酸脱水素酵素によりては還元せらるることなきも，Hopkins の Glutathion 系によりて容易に再び還元せらる．從つて組織は Hexuron-酸酸化物を再び還元することを得．

第三項 Adreanalin (Methylaminoethanolpyrokatechin)



Adrenalin は約 218° にて分解する針晶若くは板晶にして，冷水には溶解すること少なし (20°C にて 0.0268 %)．Alcohol に溶解し難く，Ether, Chloroform, 石油-Ether, Benzol 等には全く溶けず，之に反し鑛酸，氷醋酸，溫蓚酸-Ethyl, Benzaldehyd 等に容易く溶解す．苛性加里溶液にも亦溶解すれども安門及炭酸曹達溶液には溶けず．其内に存する二個の隣接する水酸基は Adrenalin に極めて酸化せられ易き性を賦與しことに微量の鐵鹽の存在に於

1 Szent-Györgyi: Bioch. J. **22**, 1387 [1928]

て Adrenalin は容易に酸化せらる卽其酸性溶液に鹽化鐵を加ふる時は綠色を生じ次で紫色に變ずべく又之に炭酸曹達を加へ滷性とする時は赤色の化合物に酸化せらる．(この反應は甚だ焦性-Katechin に類似すと雖も Adrenalin の場合には更に醋酸を加へて酸性となすときは再び綠色に變ずるを以て區別し得べし)．燐-Wolfram-酸を加ふる時は著しき稀釋度に於ても尙よく青色を呈す．Fehling の液及安門性銀液竝びに鹽化物を還元す．副腎に含有せらるる Adrenalin は左旋性を有し其鹽酸性溶液は $[\alpha]_D = -50.72°$ なり．d-型の Adrenalin は血壓上昇の作用を呈せずといふ．

Adrenalin の檢出竝びに定量に用ひらるる反應に **Comesatti**[1] 及び Ewins[2] の反應あり．前者は常水内に含まるる石灰鹽の如き觸媒の存在にて昇汞を添加する時赤色を發生する反應にして 1:1,000,000—2,000,000 にて既に檢出せらる，**Ewins の反應**は之よりも尙銳敏にして 1:5,000,000 にても之に約 0.01 %の割に過硫酸加里液を加へ暫時沸騰せる水浴上に熱する時赤變す．尙酸性溶液にて沃度酸鹽を分解する性狀(近野)又は Folin-Denis の尿酸試藥を青變する性狀等により Adrenalin を定量することを得．

Adrenalin は其少量を靜脈内に注射するも數秒にして既に血壓を上昇せしむ之れ肺，腦，心臟冠狀血管以外の小なる血管を收縮すると，心臟の機能を强からしむるが爲めなり．然れども其の量更に微小なる時は反つて血壓の降下を招來す．(之れ恐らく局所的毛管の弛緩に基因するものなるべし)．又 Adrenalin 注射

1 Comesatti: Münch. med. Wochenschr. 1908 又は physiol. Zentralb. **32**, 175.
2 Ewins: J. of Physiol. **40**

後には筋肉，腦其他の溫度を少しく增加せしむ．尙瞳孔散大の作用，家兎子宮に對する收縮作用，切除腸材に對する抑止作用等は Adrenalin の檢出に用ひらるる諸性狀なり．Adrenalin は之を經口的に附與する時は其の效力を發揮せず之れ恐らく效力小なる酸化產物に變ずるが爲ならむ．生機學的に殊に重要なる作用は過血糖症及び糖尿症を惹起するにあり．此種の糖尿症は久しく(時として數日に亙り)持續するにより之を單なる血管運動神經の分布に歸することを得ず．

第五節　腦下體[1]

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前葉は腺性組織をなしその內に三種の細胞を包有す，卽ち染色され難く，妊娠時に當りて增殖する細胞，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より構成せらる．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．このものは哺乳動物に於ては前葉の背前方に漏斗體基部の周圍に領子狀に密接して存するも蛙類にては遙か前方に離れて存在し腺の他の部と異なる官能を

1 Hypophysis

營むものの如し．

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．

腦下體前葉は正規の發育及び代謝に必要なる一種の覺醒素を分泌するものの如く Robertson は前葉より之を抽出し Tethelin と名付けたり．後葉の中間部には血壓上昇，子宮收縮，利尿作用を呈する Pituitrin を含む．このものは又糖の同化域値を降下せしるむる働を有す．

其血壓上昇の度は Adrenalin より遲しゝ雖も其繼續時間著しく大なり．妊娠後期の子宮に作用して之を收縮せしめ胎兒及び胎盤の分娩を助長することを得．膀胱及び腸の平滑筋を刺戟す．體重1 Kilo に對し0.1 mg を皮下若くは靜脈內に注射すれば水飲による利尿を一定時間抑止することを得．此利尿抑止作用は Pituitrin の他の作用よりも久しく繼續す．其原因は腎外にあり．尿崩症は恐らく腦下體の作用不振によりて發生するものの如く Pituitrin の注射は之に卓效あり．Pituitrin は又 Insulin と對闘的に糖代謝に影響を與ふるものの如く其注射は Insulin によりて招來せられたる血糖不及症及び痙攣を阻止することを得．

Pituitrin は漏斗體基部を經て腦脊髓液中に分泌せられ之より血液中に移行するものの如し．其の分泌は Pituitrin，十二指腸浸出物，卵巢浸出液の注射によりて增加し，黃體の浸出液により抑制せらる．妊娠の終期にて黃體退化するに至れば爾餘の卵巢の覺醒素の爲めに Pituitrin の分泌促進せられ之によりて陣痛催起せらるるものならむ．

Tethelin

腦下體前葉より製出せられたる物質にして發育調節の作用を有す．此ものは非晶性にして水及Alcoholに溶解するもAlcohol-Ether混合液に溶けず1.4％の燐を含みN:Pの比は4:1なり．水解物中にInositを含有す．

Pituitrin 又は Pituglandol

後葉の浸出物より取出されたる製劑なり．Abel[1]は浸出液を$HgCl_2$, 燐-Wolfram-酸, Tannin, Pikrolon-酸等にて沈澱せしめ酒石酸鹽に導き終に著しく有效なる成分を得たり．此のものは處女海猴子宮に對しHistaminよりも效力約1000倍强し．又其$^1/_{100}$ mgは猫の血壓を高め，$^5/_{100}$ mgは家兎に利尿的に作用す．

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と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内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と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内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

1 Abel, Rouiller u. Geiling: J. of Pharm. **22**, 289, 317 [1923]

ひ一定時期の後母體外に娩出せらるるなり．

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，諸種の蛋白質，Leucin, Tyrosin, Kreatin, Purin-鹽基, Cholesterin, Lecithin, Inosit及び脂肪見出されたり，糖原の存在に就ては諸家の意見一致せず．

第二項　精液

射出せられたる精液は白色若くは帶黃色，粘稠の液にしてその内に無數の精蟲を含有する爲め乳樣の觀を呈す．液分の一部は攝護腺より，一部は睾丸より分泌せらる．特異の臭氣を有し，中性若くは弱滷性反應を呈す．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と雖も平均5g内外なるべし．射出後一時寒天樣に膠化するも後再び液化す．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，その内9‰は無機質に屬し，87.8‰は有機分たり．蛋白質は約22.6‰を占め主と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及Cholesterinを含有す．無機分の大部は主として燐酸-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 Stowtzoff: Z. f. Physiol. **35**

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

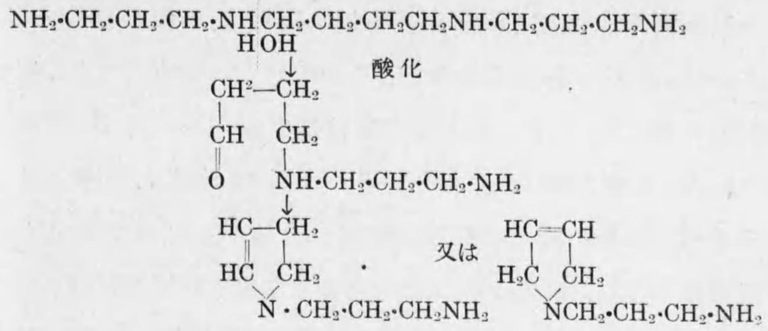
攝護腺の分泌液は精液に混じてこれに特異の嗅を與ふ, 弱滷性反應を呈し, 少量の蛋白質, 食鹽, 精囊內容物を凝固せしむる囊酵素[1], Lecithin, Cholin 等を含有し又 Böttger の精液晶 (Spermin-燐酸鹽) を藏す. 攝護腺分泌液は精蟲の運動を促進する作用を有す.

Spermin $C_{10}H_{26}N_4$ 新鮮なる精液の一滴を載物硝子上にとり被覆硝子にて蔽ひ置く時は40—60分にして0.25—2 mm の長さを有する結晶を認むべし之れ卽燐酸-Spermin にして精液中に約0.25%の割に含有せらる. 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 $C_{10}H_{26}N_4 \cdot 2H_3PO_4 + 6H_2O$ として精液中に含有せらる. 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溫下に處理すれば $C_3H_{10}N_2$ 及 $C_7H_{14}N_2$ の二種の鹽基に分解す. Spermin は恐らく α. δ-Bis [γ'-aminopropylamino]-butan

$$NH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CH_2CH_2NH_2$$

の構造を有し, 分解せらるる時

1 Vesikulase



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

Spermin は精液以外に尙膵臟 (約0.02%) 睾丸, 釀母其他の組織中に含有せらる筋肉內に見出されし Musculamin, 腦の Neuridin, 肝の Gerontin 等は皆 Spermin と同一物なるべしといふ.

Spermidin $NH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$
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 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[2])

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.

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主として Protamin, Histon

1 Wrede, Fanselow, Strack: Z. physiol. Chem. **161**, 66 [1926]
2 Dudley, Rosenheim 及 Starling : Bioch. J. **21**, 97 [1927]

の如き簡單なる蛋白質と結合して存在す．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[1] が鮭の精蟲に就きて研究せる結果によれば脱脂したる頭部は 960 ‰の核酸-Protamin を含みその他の有機分は極めて少なく僅かに微量の Karyogen を含むに過ぎず．Karyogen は窒素を含み鐵に富める物質にして Millon の反應を呈す，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　卵巣，卵，及胎盤

第一項　卵巣

卵巣に關する化學的研究は未だ充分ならず．卵巣は其内に多數の卵を含有し是等の卵は漸次卵巣内に於て發育し人類にては 15—50 歳の頃に至る迄の間に其内約 400 個は成熟の域に達す．卵は初め Graaf の濾胞内に存するも成育せらるるや濾胞の破裂と共に卵巣より遊離せられ濾胞内には上皮細胞及び結締組織細胞の增殖により黄體[2]を形成す．黄體は黄色結晶性の色素を含有す．該色素は Karotin $C_{40}H_{56}$ なるものの如く卵黄中の

1 Miescher: Die histochemischen u. physiologischen Arbeiten von Friedrich Miescher. Leipzig. Vogel 1897　2 Corpora lutea

黄色色素 Lutein と異なり Alcohol に溶け難きも石油-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，故に以下説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殼を蒙り，内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．その内，殼及び殼皮は 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

粘稠にして滷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．

その組成は大約左の如し．

水分	47.2 %
固形分	52.8
有機物	51.8
無機物	1.0
蛋白質	15.6
脂肪	23.0 %
Lecithin	11.0
Cholesterin	1.7

Ovovitellin 從來製出せられたる Ovovitellin は常に 15—30 % の Lecithin を含む. 熱-Alcohol を以て全く Lecithin を除去したる蛋白質は炭素 51.24, 水素 7.16, 窒素 16.38, 硫黄 1.04, 燐 0.94, 酸素 23.24 % あり.

Livetin 僞性球素様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乃至橙赤色, 非晶性色素にして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 $C_{40}H_{50}O_2$ と同一物にして食物に由來す.

鑛質分 灰分 1000 分中

酸化-Natrium	51.2——65.7
酸化-Kalium	80.5——89.3

1 Luitein

酸化-Calcium	122.1— 132.8
酸化-Magnesium	20.7——21.1
酸化鐵	11.9——14.5
五酸化燐	638.1— 667.0
硅酸	5.5——14.0

にして, 卽ち燐酸, Calcium 及び加里を含有すること大なり, 然れども燐酸は有機性燐より灰化に際して發生するもの多しとす.

卵白

少しく黄色を帶び多量に蛋白質を含有する液體にして角素様の非膜にて縱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滷性度を增して 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.

水分	85—88 %
固形分	12—15
蛋白質	10—13
脂質	1.3
鹽類	0.7

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

1 Healy 及 Peter: Am. J. of Physiol. **74**, 363 [1925]