

第十編 消化

吾人の食物中に含有せらるる各養素は全然體成分と等しきものに非ず。例へば植物性蛋白質は Amino-酸の分量及びその排列の模様にて動物性蛋白質と異なるのみならず、動物性食物中の蛋白質も亦體內蛋白質と異なる組成及び性状を有す。故に若し食物中に存する種々の物質がその儘血液中に入りて諸種の體細胞に運輸せらるるならば各細胞はこれら多數の蛋白質、糖質及び脂肪を一々處理せざるべからざるに至りその任務甚しく複雑となるべし。然るに自然は消化管内に於て諸種の養素を悉くその簡單なる構材に分解しこれを血液内に送りて各細胞に供給することによりて難問題を解決したり。

消化の目的は實に食物中に含有せらるる種類異なる多數の成分を幾多酵素の作用により分解して簡單なる透過性化合物の一樣なる混合物となし一は以て食物内養素の特殊性を減じ、他は以て吸収を容易ならしむるにあり。即ち

糖質は澱粉、蔗糖、乳糖等何れを問はず各々それに相當する一糖類に分解せらる。植物纖維素の一部、半纖維素、五炭多糖類等は腸に於て細菌の作用によりて分解せらる。

脂肪は Glycerin 及び脂酸に分解せらる。磷脂質、Cholesterin-脂酸-Ester も亦各構成分に分解せらるるものの如し。

蛋白質は酸蛋白、若くは滴蛋白, Proteose, Pepton, Polypeptid, Amino-酸等に順次分解せられて遂に簡單なる構材即ち Amino-酸に變ず。されど Amino-酸以外稍複雑なる化合物の儘吸収せらるるものあり、核蛋白質の分解により遊離せられたる核酸は之に相當する酵素の爲めに Nucleotid 若くは Nucleosid となりて吸収せらる。

鹽類は一般に甚しき化學的變化を受くることなく、その蛋白質に結合せるものは蛋白質分解の際遊離して吸収せらる、遊離の状態に於て攝取せられたるものはその儘吸収せらる。

第一章 口腔内消化作用

口腔内に於て食物の受くる作用は一部は器械的一部は化學的なり、その器械的なるものは咀嚼筋の運動によりて細碎せられ且つ唾液と混和せらるるにあり、これが爲め食物は唾液中の粘素によりて粘滑となり嚥下に際し容易く食道を経て胃中に送らるることを得(1.2 cm より大なる塊は之を嚥下すること難しといふ)、咀嚼と同時に可溶性成分は唾液中の水分に溶解せらる。

食物が口腔内に於て受くる化學的變化は主として唾澱粉酵素及び麥芽糖酵素によりて澱粉若くは糖原が糖化せらるるにあり、殊に一旦煮沸せられたる澱粉性食物は澱粉酵素の働を受け易きを以て直ちに一定の變化を呈す、然れども食物の口腔に在るは比較的短時間に過ぎざるを以て糖化作用は反て胃に於て繼續せらるる方を大なりとす、これ澱粉酵素は酸に對し抵抗力少なく胃液と混和せられ一定度の酸性を帯ぶるに至らば固よりその働を失ふものなりと雖も、食物は炭酸にて飽和せられたる滴液と

して考ふべき唾液とよく混合せられあるを以て胃に入るも直ちに酸性となることなく、その胃壁に沿ふものは酸性を呈すと雖も内部に在るものは久しく酸性を帯ぶるに至らず。この部に於ては依然として唾澱粉酵素の作用繼續せられつつあり、尤も一定時間(5—1—1.5時間)の後には一方には分解産物なる糖の滯積を來し、他方には胃液の浸潤に伴ひて反應酸性となるにより澱粉酵素の作用は遂に全く熄むに至る。

その外口腔は味官及び觸官により食物の適否を検するのみならず味覺神經により反射的に胃液の分泌を増進せしめて胃消化を完全ならしむる作用を有す。同量の食物を胃瘻管よりして挿入するよりも口腔を経て與へたる時に於て胃の消化作用が1—2時間早く終結するは蓋しこれが爲ならむ。

第二章 胃内消化作用

胃の主なる作用は胃液中に存する蛋白酵素によりて蛋白質を一定度まで分解して腸消化を受け易からしむるにあり、その他消化の初期に於ては唾澱粉酵素の働を繼續遂行せしめ又食物と共に混入し來れる細菌を一定度まで殲滅せしむ。

胃の運動 胃の消化に際し胃は胃壁内に存する環状筋肉の收縮によりて明かに大小の二部に分たるるを見む、その一は大にして左方に位し胃底部と稱す、他の一は小にして右方に在り幽門部これなり、食物の胃中に入るや先づ胃底部に貯藏せられそれより漸次少量宛幽門部に送らる即ち胃底部は主として貯藏室の役を營みその壁の筋肉は發育微弱にして食物の輸入せらるると共に擴張せられ内容物に向つて間斷なく6—8 cmの水壓に相當する壓を加ふるに過ぎずしてこの部には毫も蠕動を起すことなし。これに反し幽門部に於てはその壁筋の發育充分にして一定の

強度と、一定の速度とを以て殆んど器械の如く規律正しく絶えず蠕動運動行はれその内容はこれが爲めに混和せられ又これが爲めに腸に送らるるなり。

固体の食餌を攝取する時はその後より入るものは前に入りしものの内部に順次配列するを以て食時の後期に於て取りし食物は比較的久しく胃液に接触せざるものとす、周囲のものは漸次胃液と混じこれが爲めに液状に變するや壁壓により徐々に幽門部に送致せられ、ここに於て充分に胃液と混和消化せられて小腸に壓出せらる。酸性の胃内容物が十二指腸に達する時はその刺激により幽門閉鎖せられ、十二指腸の内容物が胆汁、膵汁、腸液等の混和に遇ひて鹼性となるに至り幽門は再び開扉せらる、かくの如き反射作用により調節せられて胃内容物が腸に送らるる以外に、尙胃粘膜よりも反射作用行はれ血液に比し高張若くは、低張なる内容物の存在せる時は幽門閉鎖せられ、瀾散作用により内容物が血液と凡そ同等の滲透壓を得るに至つて始めて幽門開口し内容物は腸に向つて噴出せらる。胃が固体を以て充溢し居る時に液体を攝取すれば液は食物と胃壁との間を通して幽門に達し食物と混することなくして十二指腸に出づると云ふ。(Katsch 及 Friedrich¹)

9 **蛋白質の消化** 胃液の鹽酸及び Pepsin の爲めに殆んど凡ての蛋白質は分解せられて溶解性となり、その約 60% は Proteose に變ず、Pepton 及び非-Biuret-性分解物は比較的少量に過ぎず、Amino-酸に至りては毫も生ずることなし、結局胃に於ける消化作用は蛋白質の大部分 (80—85%) を溶解性となし、腸消化を受けること容易ならしむる前提にして胃消化を受けたる蛋白質は Trypsin, Erepsin 等により分解すること甚だ迅速なり。胃に於ける蛋白質の消化度は蛋白質の種類により異なるものにして膠は最も消化し易く、乾酪素, Edestin, Gliadin, 肉等も亦よく消化せらるるも血清蛋白質及び卵白は消化甚だ不充分なり。角素, 粘素, Protamin は胃液によりて消化せらるること難し。

¹ Katsch 及 Friedrich: Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. 34, 343 [1921]

糖質 胃の内容物が悉く胃液に浸潤せられて一定の酸性度に達せざる以前に於ては胃に於ても唾澱粉酵素の爲めに澱粉の糖化作用行はるることは口腔消化の際既に述べたる處なり。故にここには全く唾液を混ぜざる糖質が胃に於て受くる變化を述べんとす。即ち糖質を直接胃に送入したる時は蔗糖酵素等の糖質に働く酵素の存在せざるを以て酵素による糖化作用は勿論認むることを得ざるも鹽酸を有するにより幾分の消化作用を有し得ることは否定すること能はざる處なり。これを實驗に徴するに澱粉及び澱粉糊精は毫も分解せられずと雖も赤色糊精及び蔗糖は少しく分解せられて糖となるを認む、これは試験管内に於て見る結果と全く相一致す。

10 **脂肪の消化** 脂肪は胃液中に存する脂肪酵素の爲めに水解せらるるも乳化態に於て含有せらるるに非らざればその度甚だ僅少なり、尤も多量の脂肪が胃中に達するや少量の十二指腸内容物が直ちに胃中に逆流し膵液中に存する脂肪酵素も亦胃内脂肪の分解に與かる。これ等の作用は腸内脂肪分解の作用に比すれば輕微に過ぎずと雖もこの際發生したる脂酸は腸内に於て脂肪を乳化態に導き膵脂肪酵素の作用を受け易からしむるに效あり。

消化の時間 糖質は胃液の分泌を促すこと少なきにより幽門の閉塞時間短かく従つて食物が胃中に存在することも亦短時なり。蛋白質攝取の時は食後 10—20 分にして幽門の收縮起りそれより絶えず 2—3 cc 宛の内容物が十二指腸に向つて壓出せらるるものにして犬に就て檢するに 100 g の細碎せる肉が全然胃を通過するには少なくとも 2—3 時間を要す。脂肪の滯胃時間は最も長

し。

Demuth¹がX光線にて検したる處によれば各種食物の滯胃時間は胃の運動能により異なる。雖も糖質食の時は2時50分、蛋白質食の際は3時30分、脂質食にありては4時20分を普通とす。即糖質食最も早く、蛋白質食之に亞ぎ脂質食は最も遅し其比は正常胃にては略

蛋白質:糖質	1.23—1.46
脂質:糖質	1.35—1.53
脂質:蛋白質	1.08—1.24

の範圍にありといふ。

食事の際1/1の水、茶及珈琲を攝取するも食物の滯胃時間に餘り影響を及ぼさず10gの蔗糖攝取も亦何等影響を與へざるも100gの糖は酸度を減じ食物の辭胃期を遷延せしむ。水分は食前に採らず食後に攝取するを可とす。液の温度は影響少なし。

熟練せる運動は食物の滯胃時間に影響を與ふること少なきも不熟練なる動作は胃内容の停滯を起し其水分は増加(10%)し蛋白質の消化障碍せらる。Morphin類滴體も亦胃内容の停滯を招來す。

混合食の消化 蛋白質と脂肪とを混じて食するも蛋白質の消化にさしたる障碍を見ず、尤も多量の脂肪をとりたる時はこの限りにあらず。これに反し脂肪と多糖類との混食は消化時間を著しく遷延せしむと云ふ。多糖類を食したる後蛋白質を食するも蛋白質消化に變化を認むることなし、これに反し蛋白質を食したる後に多糖類を攝取すれば多糖類の胃を去る時期甚だしく後れると云ふ。

¹ Demuth: D. Arch. Klin. Med. 130, 292 [1921]

Trypsin は種々の蛋白質に作用してこれを Polypeptid 及び Amino-酸に變ぜしむるを以て動物及び人間に於て全く胃を除去するも蛋白質は尙よく十分に消化せらる故に蛋白質の消化には一見腸消化のみを以て足り、胃消化は不要なる如く考へらるるもこれ單に皮相の見解に過ぎず。何となれば蛋白質中には Trypsin に對し大なる抵抗を有するものあり、殊に消化管内に滯在する時間内にて完全に消化せらるること甚だ困難なり。然るにこれら蛋白質は Pepsin に對し毫も抵抗を呈せざるのみならず一旦 Pepsin の作用を受け一定の變化を蒙りたるものは Trypsin により容易に消化せらるるに至る、例へば膠原、血清蛋白質の如きは Trypsin に對し大なる抵抗を呈するも Pepsin を暫時これに作用せしむればこの抵抗全く除去せらる。この際 Pepsin 消化は單に酸蛋白生成の時期に止まるも尙能く腸消化に對し善真なる準備を致すものなり。又胃に於て生成せられたる Proteose, 及び Pepton 等は Erepsin により容易に消化せられ易き性質を有す。故に胃消化は全く不要ならざるのみならず蛋白消化を完全ならしむる上に於て甚だ重要なり。

乳兒の胃消化 の模様就ては未だ全く明ならざる所多し生後1—6月の頃は HCl の分泌充分ならず胃内容物の酸度は多くは $1-10^{-5}$ に過ぎず。7月頃より初めて増加し9月に至りて漸く蛋白質消化の能力を得るに至る故に乳兒の初期に當り胃に於て主として見る所のは凝乳作用及微弱なる脂肪水解のみにして、腸に轉送せらるるものならむ (Davidsohn¹)

第三章 小腸内に於ける消化作用

胃消化終りたる後よの内容物(これを糜粥²と云ふ)は幽門を経て十二指腸に達す、糜粥の腸壁に觸るるやその刺戟により幽門

¹ Arch. Kind. 69, 142 [1921] ² Chymus

閉鎖せられ同時に胆汁、膵液、腸液の分泌著しく増大し、これらは糜粥と混和せられて種々の化学作用を起す。十二指腸に於て酸性糜粥消失するときは幽門再び開かれ、新たなる糜粥の瀉入を得しむ。酸性糜粥は鹽酸及び Pepsin にて浸潤せられたる脂肪、澱粉及びその消化物、植物纖維素、蛋白質の不消化分及び Proteose, Pepton 等にして腸に於ける酵素によりて更に一層完全なる消化を要するものなり。然れども糜粥の如き酸性度は腸内酵素の作用を阻害せしむるのみならず Pepsin は該酵素を破壊する作用を有するものなるにより腸内酵素の作用を受くるには先づ其反應が中和せらるることを要す。之れ糜粥が腸に移るや直ちに炭酸燐を含有し鹼性を呈する腸液に遇ひ、次で膵液及び胆汁の添加によりて行はるる處にして之が爲め須臾にして腸内容物は Trypsin の作用に對し至適の反應 ($[H^+] = 2 \times 10^{-8}$) を有するに至り同時に Pepsin の作用は爰に全く停止す、尤も大なる食物片存在する時はその内部に於ては Pepsin の作用久しく繼續し其内部に密かに蛋白質分解の作用を營むを常とす。

蛋白質 胃に於て Pepsin-鹽酸の作用を受け溶解性となりたる蛋白質は小腸に於て腸活素にて賦活せられたる Trypsin 及び腸液中の Erepsin の爲めに更に分解せらる。膵液中の Trypsin は、胃液の Pepsin よりも蛋白質を分解する力強大にして單にこれを溶解性化合物に変化するのみならず簡單なる Amino-酸をも化生す。然れども Trypsin は凡ての蛋白質を分解して悉く Amino-酸に変せしむること能はず、如何に久しくこれを蛋白質に作用せしむるも尙複雑なる化合物の一部 (Antipepton) 殘留するを見む、こ

れに反し腸液中の Erepsin は簡單なる Polypeptid を全然分解して Amino-酸に変せしむ。故に上述したる如く勿論 Trypsin, Erepsin 等は純粹なる蛋白質に作用すること困難なりと雖も胃に於て一定の變化を受けたる後腸内に來れる蛋白質は上記の二酵素により更に分解せられて悉く Amino-酸となることを得。然れども普通の消化に際し果して蛋白質は凡て Amino-酸に變じたる後吸収せらるるものなるや、將た一程度まで分解せられたる時にも既に吸収せらるるやは未だ斷定すること能はざる問題なり。胃液中に Pepsin, 膵液中に Trypsin, 腸液中に Erepsin 等蛋白質分解に有效なる設備整へる以上は蛋白質が一旦簡單にして吸収せられ易き Amino-酸にまで分解せらるることは考へ易き事柄なりと雖も腸より溶解性蛋白質, Proteose, Pepton 等が吸収せられ得ることも亦事實なり。例へば卵白を腸内に入らるるに Erepsin にて分解せらるることなくしてその儘吸収せられ尿中に排除せらるべく (井上嘉都治)、犬に多量の Pepton を與ふる時はこれを直接血管内に注射したる時と同様に血圧の下降を認むべく、Elastin-Proteose の如き特異反應を有するものを多量に與ふるに血液、肝、筋等にこれを見出すことを得るが如し、異種の蛋白質を血液中に注射する時はこれに對し血液中に沈澱素の生成せらるるに反し、蛋白質を消化管より輸入すれば沈澱素を起すことなきは蓋し蛋白質が腸に於て一程度の變化を受くる爲なり、然るに多量の溶解性蛋白質を腸内に入らるる時はその一部はその儘吸収せられて血液内に入り沈澱素の發生するを見む。

これを要するに腸内に於ける蛋白質消化の状態は未だ明かな

らず、蛋白質の大部分は強度の分解を受くるは事實なるが如しと雖も、その分解の程度はこれを斷言すること能はず、恐らく食草動物の如く自體蛋白質と性質相去ること遠き蛋白質を食物とせるものにありては食肉動物よりも腸内に於ける蛋白質の分解は強度に行はれ居るべし。

糖質 口腔及び胃に於て未だ唾澱粉酵素の働を受けざる多糖類は小腸に於て膵澱粉酵素の爲めに分解せられて麦芽糖に變ず。この作用は胆汁の存在により催進せられ、腸液の澱粉酵素（これは膵澱粉酵素に比して少量なり）により補助せらる。この際發生したる麦芽糖は膵液及び腸液中にある麦芽糖酵素の作用により更に分解せられて葡萄糖に變ず、その外蔗糖は腸粘膜炎中に存する蔗糖酵素により葡萄糖及び果糖に分解せらる、乳糖は乳兒及び乳汁を常用する成人にありては消化せられて葡萄糖及び Galactose に變ずるも然らざれば消化せらるることなし、これ乳兒及び牛乳を常用する成人の膵液及び腸液中には乳糖酵素を含有するも然らざるものにありてはこれを缺如すればなり。

蔗糖を腸以外の徑路を経て體内に輸入する時は變化を受くることなく悉く尿中に排泄せらる。これに反し蔗糖を腸より攝取する時は全くこれを同化して糖原の生成に用ゐらる。蓋しこれ腸に於て蔗糖が一糖類に分解したる後吸収せらるるが爲めなり。麦芽糖は血液中に存在する麦芽糖酵素によりてもよく一糖類に變化するを以てこれを腸以外の路より體内に送入するも糖原の生成に與かることを得、乳糖は腸を経ることなくこれを直接に血管内に輸入する時は蔗糖と同じく更に變化を受くることなくその儘排泄せらる、これを要するに糖質は腸に於て單に溶解するのみならず皆簡單なる一

糖類の姿となりて後、體内に吸収せられて使用せらるるものなり。

その外糖質は小腸に於て既に細菌性分解即ち乳酸醱酵、酪酸醱酵等を惹起すと雖も大腸に比しその度遙かに小なり。

脂肪 脂肪は主として小腸に於て消化せらるるものにしてその大部分は膵液内に存する脂肪酵素により Glycerin と脂酸とに分解せらる。豫め食物中に存する微量なる脂酸若くは胃脂肪酵素の作用によりて發生したる脂酸は膵液内炭酸曹達に遇ひて石鹼を作り脂肪を乳化態に導き表面を擴大し脂肪酵素の作用面を大ならしむるが故に脂肪酵素の作用著しく増進す。胆汁自身は脂肪を分解する作用を有せずと雖も其内に胆汁酸鹽を含有するが爲めに膵脂肪酵素により腸内に於て分解の結果生じたる脂酸及び石鹼を溶解しその吸収に便ならしむるにより脂肪の分解を助く。胆汁及び膵液は共に脂肪の消化に重要にしてその一を缺く時は脂肪の消化に著しき障礙を招くものなり。腸液内の脂肪酵素は乳化状態にある脂肪を分解するもその作用は膵脂肪酵素に比して微弱なり。

純粹なる状態に於て攝取せられたる脂肪、糖質、蛋白質の95%以上は悉く腸に於て吸収せられ加ふるに爾餘の分も多くは腸に於て既に分解せられしものが腸の運動により大腸に運ばれしものと考へ得るを思へばこれら養素は腸に於て完全に分解せられたりと看做すことを得べし。

かくの如く多量の養素が腸に於て短時間内に完全に分解せらるるは酵素の配置宜しきを得ると同時に凡ての状況が酵素の作用に良好なるによる殊に分解産物の發生後直ちに吸収せらるるは分解を迅速ならしむる一大原

因たるべし。

然れども以上は純粹なる養素の消化状態なり、若し食物中に不消化分を含有する時はその消化の程度全くこれに異なる、動物の皮膚及び骨、植物の植物纖維素は大部分小腸に於て變化を蒙ることなし然のみならず植物纖維素の如きは單に自身が不消化なるのみならず、蛋白質その他の養素を包繞する爲めこれら養素の消化を著しく障碍す。豆類、茸類の多量に蛋白質を有するに拘らず適當の調理法を講せざれば滋養分としてその效力少なきはこれが爲めなり。

Cannon¹ は猫に少量の硝酸着鉛を加へたる種々の食物 25 cc を與へ Röntgen を以て撮影しその状態を検したるに、脂肪は胃より壓出せらるること遅く常に同一の歩調を以て小腸に入り大腸に出づるを以て小腸内に脂肪の堆積すること少なし、これに反し糖質は胃を去ること早く且つ容易なるを以て一時腸に多量の糖質を見る。一般に蛋白質は胃より逸出すること遅しと雖も脂肪と異なり比較的少量に腸管内に溜滞す、これらの關係上腸管内に於ける各養素消化の様相相異なり、各養素が攝食後大腸に現はるる時間は平均糖質にありては 4 時間蛋白質は 6 時間、脂肪は 5 時間を算すと云ふ。

小腸に於て未だ消化せられざる食物は吸収せられずして残れる一部の消化産物及び胆汁、酵素、腸上皮細胞、粘液及び白血球等と共に大腸に運ばる。

第四章 大腸内の消化作用

大腸に於ては小腸の内容物と共に入り來れる酵素の爲めに尙

¹ Cannon: Amer. J. phys. 12 487 [1905]

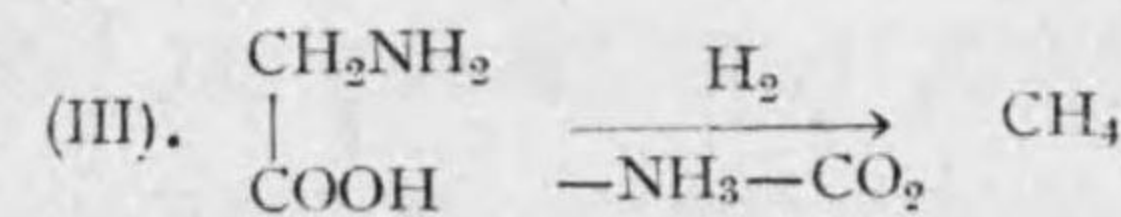
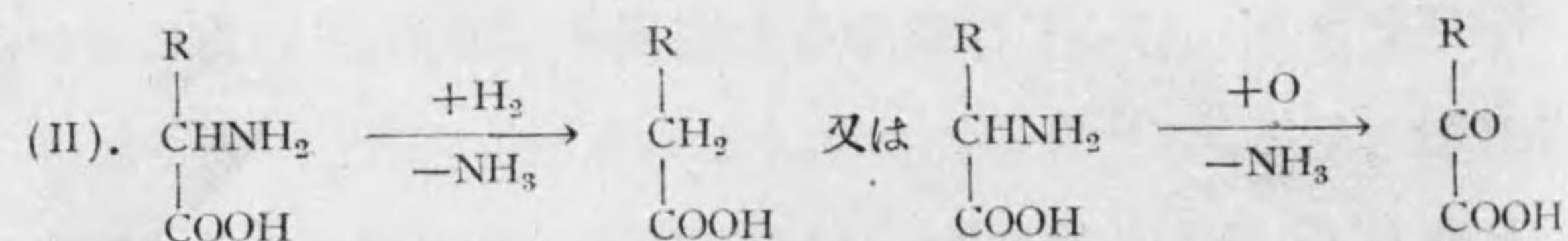
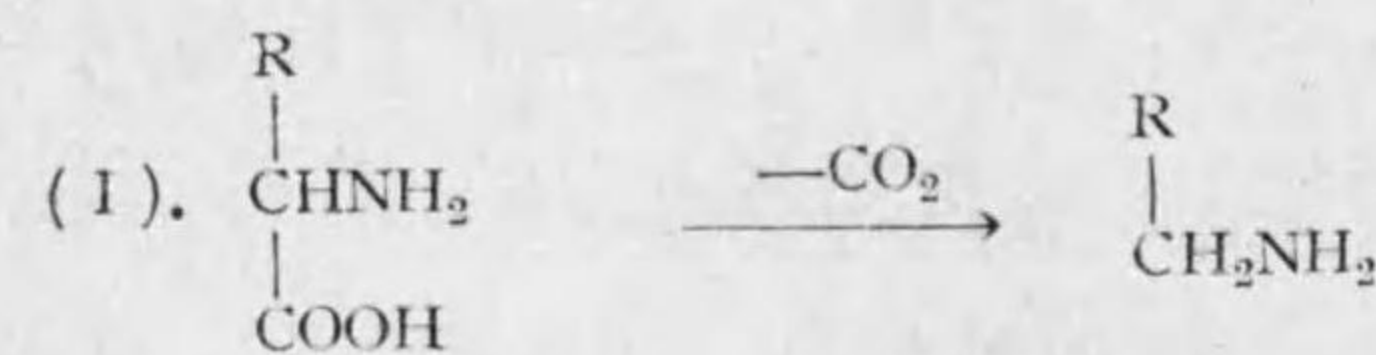
消化作用繼續せられ胃、小腸に於て開始したる消化作用を完成す、大腸より分泌せらるる液汁は僅かに少量の Erepsin 及び澱粉酵素を含むに過ぎざるを以て消化機能に與かること甚だ少なし。その外大腸内には細菌も亦多量に存在し蛋白質の一部はこれが爲め腐敗に陥り、糖質の一部はこれが爲めに酸酵作用を受く。腸管内に於ける常住性細菌の好氣性に屬するは主として大腸菌、好氣性乳酸菌にして嫌氣性に隸するは腐敗菌及び不働性酪酸桿菌等なり。

酵素の作用 大腸の上部 $\frac{1}{3}$ の處にてはその内容未だ輕稠にして水分に富みその反應は殆んど弱鹼性若くは中性なるを以て小腸酵素即ち蛋白酵素、脂肪酵素、澱粉酵素、蔗糖酵素等によくその作用を繼續す、且つその部に於ては吸収を充分ならしめん爲め内容物が速に通過し去ることを妨ぐる目的にて抗蠕動作用行はれて輕稠なる内容物はよく混和吸収せらる、尾端に赴くに從ひその内容漸次濃厚となり(固形分 30—50% となる)、糞様の性質を帶ぶ。ここには緩徐なる蠕動行はれ肛門の方に靜かに内容物を送る。

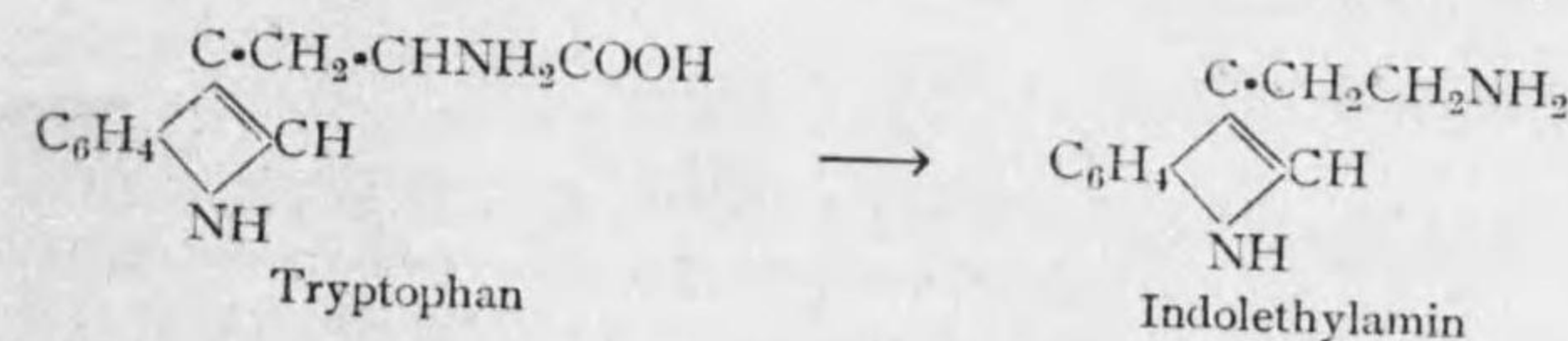
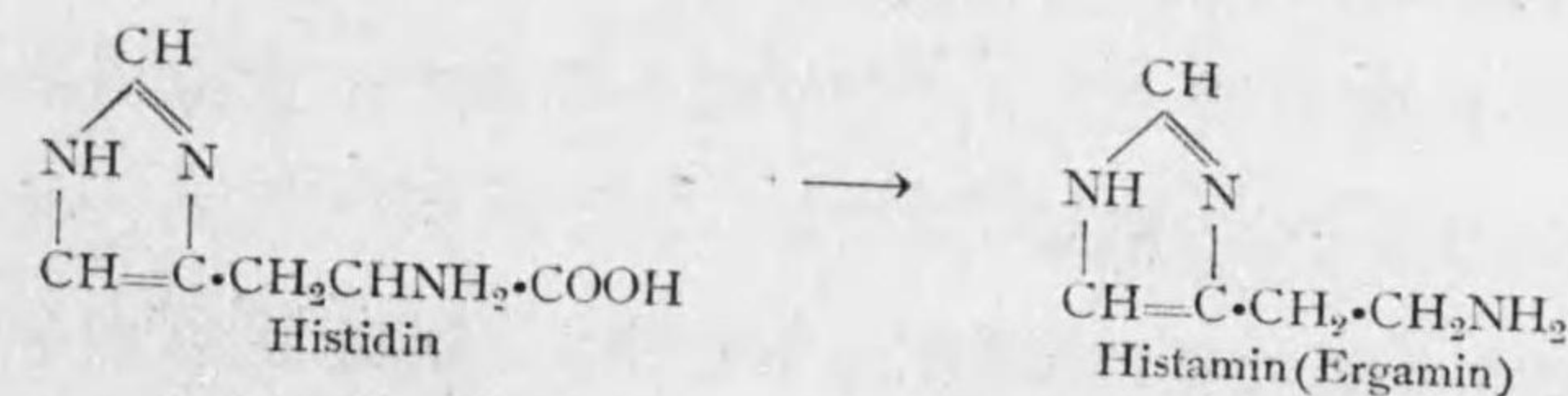
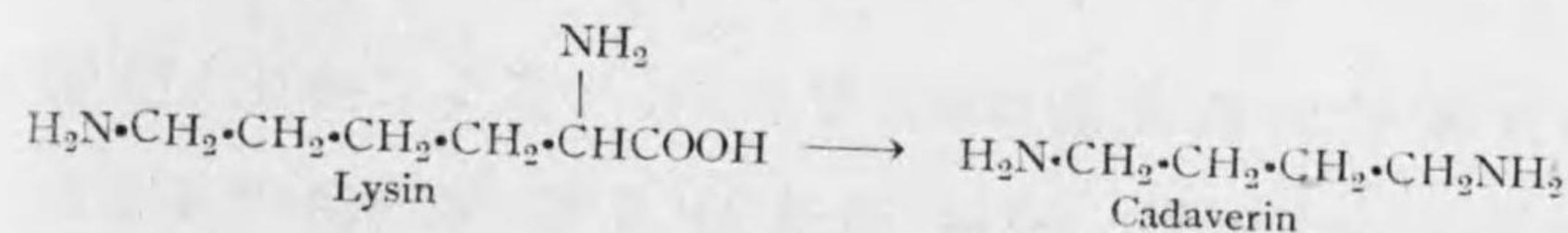
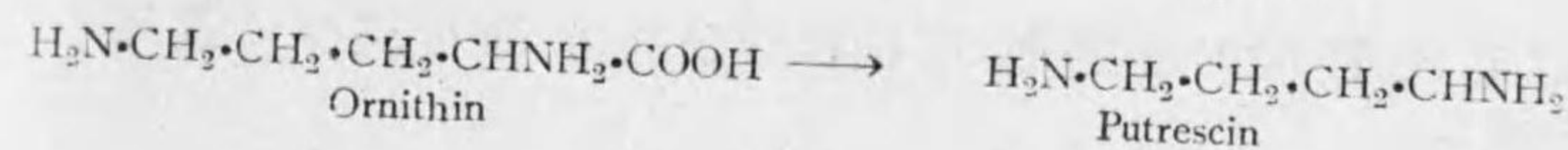
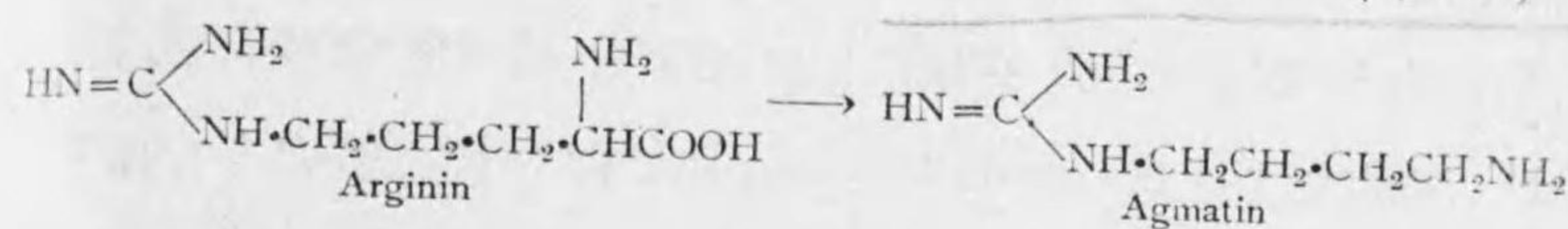
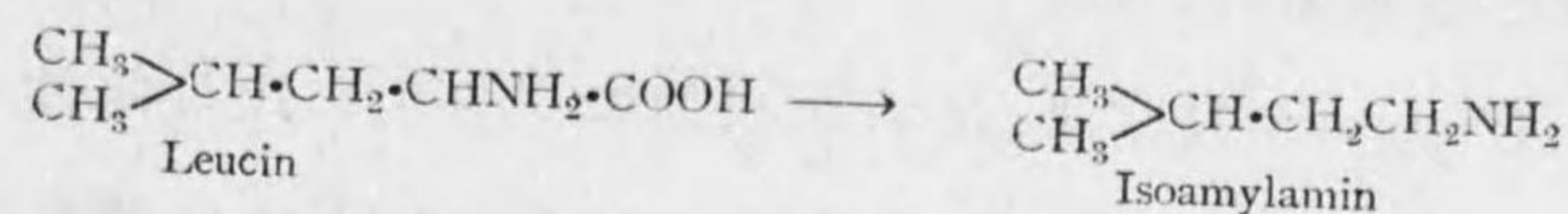
蛋白質腐敗 小腸に於ては腐敗作用は未だ著しく行はれざるも大腸殊にその首端に於ては水分多く、反應は鹼性を呈し、酸素の存在なく温度高くして總ての状態盡く細菌の發生に適せるを以てその作用甚だ旺盛を極む。

蛋白質の腐敗を惹起する細菌に二種を區別すべし、即ち一は直接に蛋白質を分解し得るものにして他は Proteose 及び Pepton に作用するも蛋白質を分解すること能はざるものなり。前者に

属するは *Bacillus putrificus*, *Proteobacter skatol*, *Bac. perfringens*, *Bac. bifementans sporogenes*, *Bac. gracilis putrificus* 等の嫌気菌及び *Bac. proteus vulgaris*, *Bact. fluorescens liquefaciens*, *Micrococcus pyogenes*, *Bac. mesentericus vulgaris* 等の好気菌にして、後者に属するは *Diplococcus magnus anaerobicus* なる嫌気菌及び *Bac. prodigiosus*, *Bac. coli*, *Streptococcus pyogenes* 等の好気菌なり、殊に *Bacillus putrificus* の作用を大なりとす。蛋白質は之が爲めに先づ分解せられて Amino-酸に變じ、このものは直ちに更に分解せられて或は Carboxyl-基を失ひて Amin となり (I) 或は先づ Amino-基を失ひて脂酸若くは其誘導體となる (II) 其何れの作用が主となるかは条件によりて異なるものの如し。又勿論是等二作用相踵で行はるることあり (III)。



Amino-酸より腐敗菌の作用により発生する Amin 類を挙げば、



Isobutylamin 以上 Hexylamin 迄は血圧上昇の作用を呈す。殊に此作用は Benzol-核又は異性環状核入る時に著しく Phenylethylamin にては脂肪属-Amin よりも5倍以上其働強し、殊に Tyramin は血圧上昇の作用大にして常に病的に血圧高きは

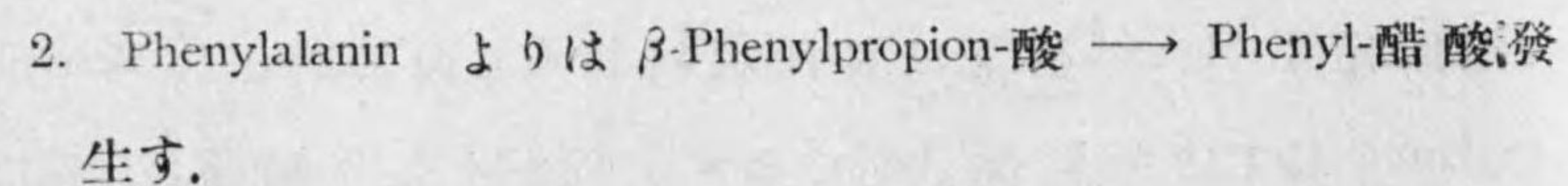
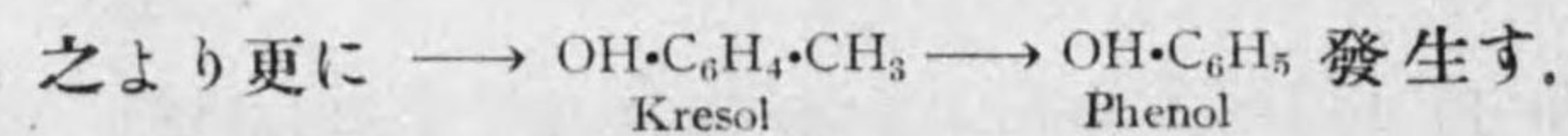
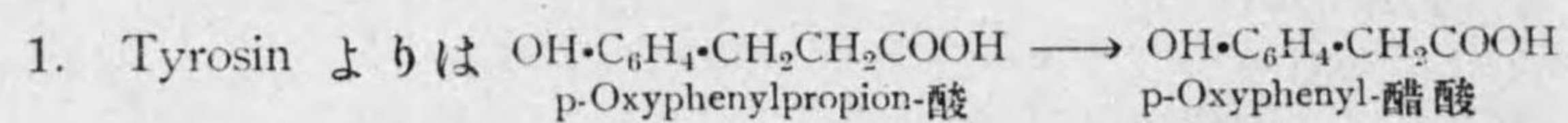
Tyramin の吸収によるものあるべし、久しきに亙れば腎臓及び血管に障碍を招来すべし。

Diamin (Putrescin 及び Cadaverin) は他の Amin に比し毒性小なり、Monoamin と異なり血管内に注射せらるる時は血圧を降下す。Cystin-尿症及 Cholera の際尿中に出づ

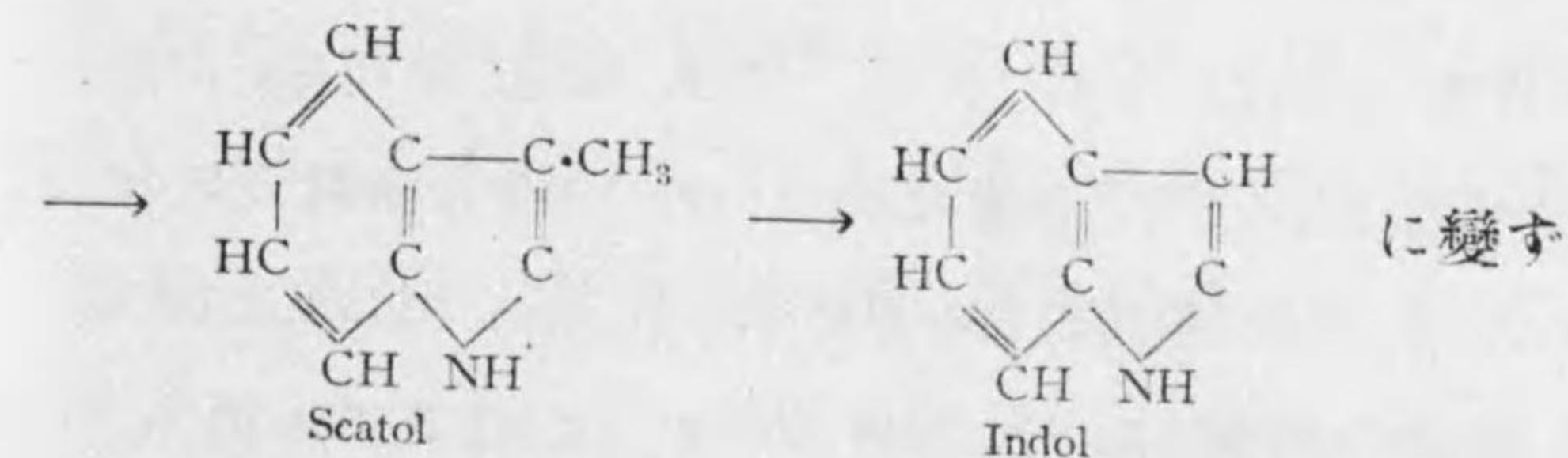
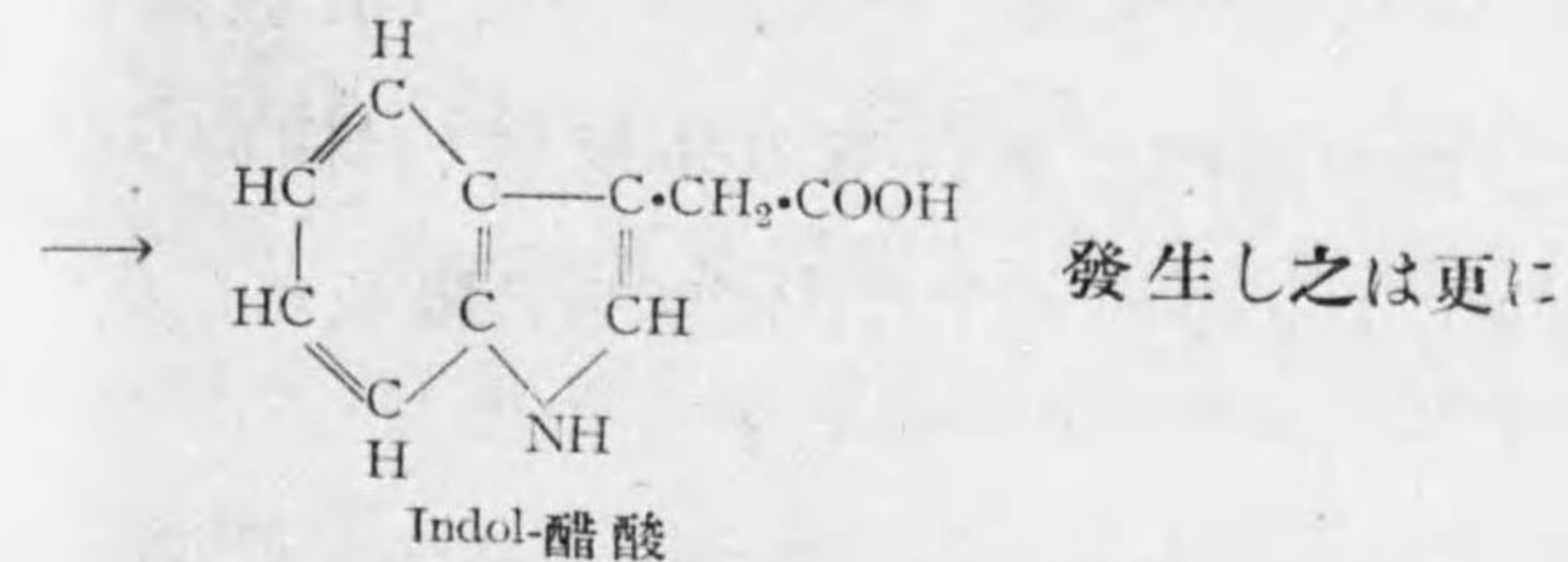
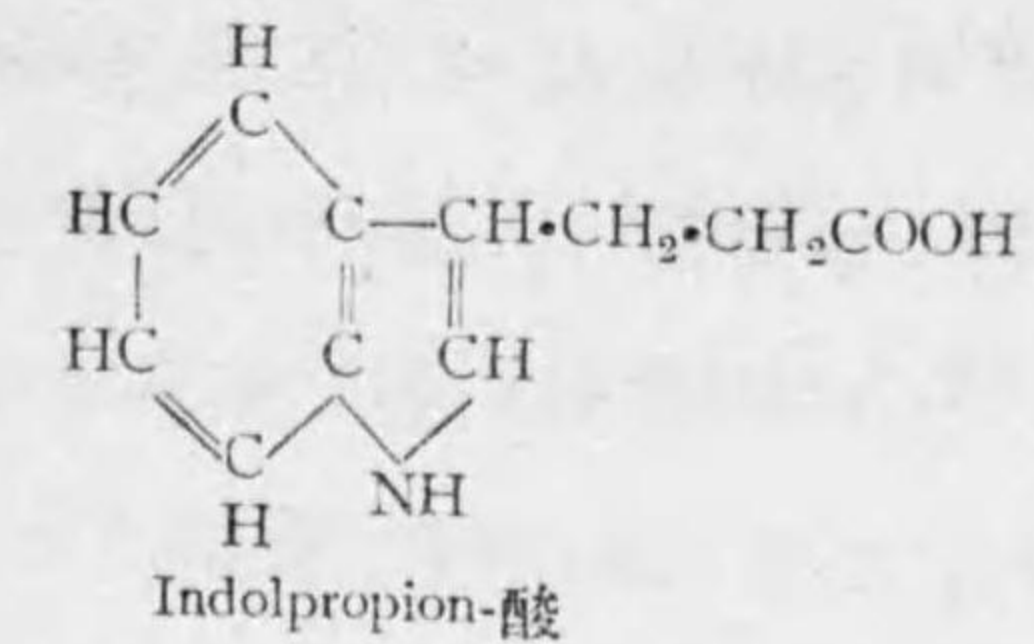
Histamin は又麥角 (*Claviceps purpurea*) 中に含有せらる。子宮筋其他の不随意筋(胃, 腸, 瞳孔収縮筋)を収縮す。Histamin を血管内に注射すれば毛細管の弛緩起り血圧下降す。此時肺, 心, 腎の血管収縮し, 稍多量にては氣管小枝は痙攣性の収縮を起す。海猿にては 0.5 mg の Histamin にて數分間に窒息して死す。血液は毛細管壁の透過性亢進に伴ひ其水分を失ひて濃厚となる。

此等鹽基性腐敗産物は殊に有害にして多量に發生し吸収せらるる時は眩暈, 嘔吐, 頭痛, 血圧上昇等の徴候を呈することあり, 所謂自家中毒之なり, 之が爲め一部の營養論者は盛に肉食の不可なることを唱ふ。

Amino-酸より腐敗菌の作用により發生する脂酸誘導體を擧れば各種の脂酸の外,



3. Tryptophan よりは



腐敗の結果大腸内には硫化物生成、還元作用等の現象盛に行はれて Cholesterin は Koprosterin となり Bilirubin は Stercobillin となる。腐敗の際發生したる物質の一小部分例へば脂酸は吸収せられて養素として用ゐらる、芳香族例へば Phenol, Kresol, Indol, Scatol 等は吸収せらるるも人體に有害なるを以て體内に於て一定の化學變化を受けて無害の化合物となり尿中に排泄せらる、その多くは硫酸又は Glycuron-酸と化合して存在す、腐敗産物の他の一部は吸収せらるることなくその儘糞中に排泄せらる。大腸内に於て腐敗作用の結果有害なる分解物發生するに拘らず人體に害を及ぼさざるは腐敗作用が一定の度を越えざるに基因するものなり。これ一方には大腸に於て頻りに吸収作用行は

れ腐敗を受くべき物質減少し又水分を失ふこと多くして細菌の發育に適せざると同時に、他方には糖質醱酵の結果生じたる酸の爲めにその内容物酸性に變じ細菌の作用を弱むるによる爲めなるべし。糖存在する時は糖を醱酵したる時 *Bact. vulgare*, *Bact. coli*, *Bac. perfringens*, *Bac. bifementus sporogenes* として乳酸菌等の細菌先づ發育し、糖の醱酵と蛋白質の分解多くは同時に惹起せらる。糖の量多くして酸度大となれば腐敗は阻止せらるるなり。

牛肉及び卵蛋白質は還元作用を惹起すること大に、乾酪素は其力最も弱はく、植物性蛋白質は其中間にあり。澱粉、蔗糖、葡萄糖、果糖、麥芽糖等容易く吸収せらるるものは還元抑止の效少なきも糊精及乳糖には其作用大なり。脂肪は何等の影響を呈せず。牛乳は單純に又は他の食物と共に攝取する時常に還元を阻止する能を有す。果物及び蔬菜にも一定の還元抑止の力あり (Bergeim¹)。Kefir 及 Yoghurt 等乳汁醱酵物は蛋白質腐敗を抑制するに有效なりと盛に宣傳せられ居れり。Metschnikoff は Yoghurt は大腸内腐敗を減少せしむるに、Yoghurt を常用する Bulgaria 地方に高齢者多きより Yoghurt を長壽の薬として愛用したりと雖も直接の信用あるに非ず。

これを要するに蛋白質腐敗は人體に對して毫も有益なるものにあらず、その一定度を超ゆる時は反て害を來たすものとす、これに反し次に述ぶる所の植物纖維素の醱酵は人體にも有益なり。

植物纖維素の醱酵 植物性纖維素に圍繞せられたる養素は胃、小腸等に於て酵素の作用を受くること難く、大腸に於て醱酵

¹ Bergeim: J. of biol. Chem. 62, 49 [1924]

作用に遇ひ植物纖維素の被包を脱するに及んで始めて酵素の作用に與かるものなるにより、植物纖維素の醱酵は植物性食物の消化上要用なる作用たるを失はず。往時はこの醱酵は植物に存する纖維酵素の如きものにて行はると考へこれに相當する酵素を腸粘膜に求めんと試みたりしも常に失敗に終れり。要するに纖維素は細菌によりてのみ分解せらるるものにしてこれに二様の醱酵あり。一は沼氣醱酵にして他は水素醱酵なり。前者にありては少量の炭酸及び沼氣の外に多量の揮發性脂酸(醋酸、異性酪酸等)を生じ、後者にありては水素及び炭酸以外に醋酸、異性酪酸及び痕跡の Valerian-酸を生ず、これら二種の醱酵は概ね共に行はるるもその主なるものは沼氣醱酵なりとす。

醱酵産物中水素及び沼氣の如く有益ならずして單に肛門より排泄せらるるものありと雖も同時に有益なる物質も亦稍多量に生成せらる、細菌は植物纖維素を分解して先づ葡萄糖となし(一部はその儘吸収せらるべし)更にこれより乳酸、酪酸等を發生す、これらは體内に吸収せられて Energi の源泉たることを得べし、食草動物は食餌中の植物纖維素の約 50—80 % を利用するを得。人間にては食草動物の如く植物纖維素を利用すること大ならずと雖も軟き蔬菜及び五炭多糖類等は 25 % 以上も之を消化することを得。

かくの如く植物纖維素が醱酵作用を受くるは事實なりと雖も單にこれのみを以て説明すること能はざるものあり、即ち慢性便秘の時は醱酵少なきに拘らず植物纖維素は多く消化せられ、醱酵性消化不良の時は糖質の醱酵大なるに拘らず植物纖維素の變化を受くること大ならず、又糖尿病者に植物纖維素を與ふるも

Aceton の排泄量増加せざるを以て見れば揮発性脂酸が多量に発生するものと考えふことを得ず、これらの事實を綜合すれば植物纖維素の一部は醗酵以外に尙澱粉の消化作用に類似する變化を受くるやの疑なき能はざるなり。

鶏を全く無菌的に飼養する時はその發育著しく阻害せられ體重は漸次減少し遂に鶏は一ヶ月を出でずして斃る、然れども若しその中途に於て細菌を含有する鶏糞若しくは鶏の腸中に常住する大腸菌を與ふる時は暫時にしてその體重増加し發育常に復す、これ穀粒の植物纖維素破碎して養素の消化に便ならしむるのみならず、臨時に體外より入り來れる有害の細菌を殲滅する作用を有するならむ。

腸瓦斯 腸内に存在する瓦斯は腸内に於て腐敗及び醗酵作用によりて發生したる瓦斯と食物と共に嚥下したる空氣の殘餘よりなる。その主なる成分は炭酸、水素及び窒素にしてその他食草動物にありては多量の沼氣を含む。その外に少量の硫化水素、Methylmerkaptan を含有し、酸素は殆んど全くこれを缺く、沼氣は植物纖維素の沼氣醗酵の際に發生し、又蛋白質の腐敗によりても生ず。炭酸は糖質の醗酵、炭酸鹽の分解、蛋白質腐敗の爲めに生ず、水素は蛋白質腐敗、植物纖維素の水素醗酵、酪酸醗酵によりて生じ、硫化水素及び Methylmerkaptan の發生は蛋白質の分解による、獨り窒素は嚥下したる空氣の殘留せしものなり。以上述ぶるが如く腸瓦斯は主として醗酵及び腐敗によりて生ずるものなるによりその組成は食物の種類によりて差異を呈す。左に例を擧げてその概略を示さむ。

		牛 乳	牛 肉	菜 食
炭	酸	9.9%	13.6%	34.0%
沼	氣	—	37.4	44.5
水	素	54.2	3.3	2.3
窒	素	36.7	45.9	19.1

第五章 吸 收

既に上章に記述したるが如く食物は消化管の各部に於て種々の消化酵素の作用により分解せられて一糖類、脂酸、Glycerin 及び Amino-酸の混合物に變ず、而してこれらの分解産物が消化管を通じて逐次運輸せらるる間に消化管壁の細胞は必要なる物質を選択攝取す、この現象を吸収作用と稱す。

口腔に於ては殆んど全く吸収作用行はるることなく胃に於てもその作用少なし、尤も胃に於て鹽類、一糖類、脂肪及び Alcohol 等が少しく吸収さるることあるも概して重要なる作用ならず、高張なる糖液を攝取する時は胃粘膜より水分出でて之を稀釋す。

吸収作用の大部分は小腸に於て營爲せらるる所なり、小腸の表面(成人にては約 8000 cm²) は指様の突起により著しくその面積を増加し (10 m²)、これらの突起(其數は 4—5 百萬) は動脈、靜脈、淋巴管を以て充溢せられ粘膜上皮細胞は組織隙及び毛細管と接觸し居るを以てその表面にある薄膜を通じて攝取せられたる物質は血液若しくは淋巴内に移行せらる。

大腸に於ては主として水分を吸収してその内容物を濃厚ならしめ以て糞の生成に資するに過ぎず。

吸収作用は消化管壁に於ける物理的瀰散に由るか、將た上皮細胞の特殊作用による爲か古來論争ありたるも兩者共に行はるるものならん。

1. 濾過作用 腸筋の働により腸内容物の壓が増加する時は

内容物は濾過作用により腸絨毛内の淋巴腔に滲入す、これ實驗的に腸管内の壓を増加すれば吸収作用が催進せらるるによりて明なり、又この時絨毛筋の一縮一張に伴ふて絨毛内の淋巴腔も亦交換的に縮張せられて液體の吸収を容易ならしむ。

2. 彌散作用及び滲透作用 一般に吸収の速度は彌散の速度に平行するものの如し。例へば食鹽は彌散し易きを以て容易に吸収せられて利尿的に作用し、硫酸曹達は彌散すること難きを以て吸収せらるること徐々にして下劑の作用を表はすが如し。腸内に於て滲透作用行はるることは明にして、若し腸内容物が低張なる時は水分吸収せられて濃厚となり、内容物が高張なる時は水分分泌せられてその濃度を減す、これ種々の濃度の食鹽水を腸に灌入して實驗證明せられたる處なり。

3. 特殊細胞機能 以上の濾過作用、彌散作用及び滲透作用は全く物理化學的作用に基けるものなるも單にこれを以て説明し得ざる事實あり、例へば腸の上皮は毫も水壓及び滲透壓の差なきに拘らず、食鹽水の如き溶液を常に腸壁の内側よりこれを他側に運輸するが如き偏倚性、又一糖類は容易く吸収せらるるも溶解性に於て殆んど遜色なき二糖類は毫も吸収せられざるが如き、又重金屬中單に鐵のみを選びて吸収するが如き選擇性これなり。故に現今に於ては尙腸の上皮細胞の特殊機能を説明すること難し、次に各養素に對する吸収の状態を記述すべし。

第一節 水分及び鹽類の吸収

吾人が平常攝取する水分の量は甚しき差異あるに拘らず糞便

中に排出する水量は大差なきはこれ水が消化管に於てよく吸収せらるることを示すものなり、水分の主として吸収せらるる場所は小腸にして胃に於ては殆んど吸収せらるることなし、食物の大腸に達する時期に至りてその中に含まるる水分は他の成分と共に甚しく減少す。水分の吸収に際し胸管内に於ける淋巴の分量は特に大なる影響を受けず、これ蓋し吸収せられて淋巴腔及び小淋巴管に集まりたる水分は直ちに循環速なる血管内に移行するに因るものならむ。種々の鹽類の水溶液も亦小腸に於て吸収せらる。然れどもその吸収に難易あり、腸粘膜を透過し得る鹽の溶液は吸収せられ然らざるものは鹽分のみならずその水分も亦吸収せらるることなし。この事實は Starling に従て次の如く考ふことを得。先づ説明を簡單ならしめんが爲め粘膜の内外ともに同じ溶質Aを同じ濃度に含有し、内側には尙その外に該膜を透過せざるBなる物質の一定量を有するものと假定せむ。然る時はBの存在により内側の滲透壓高きを以て水分は膜を通じて外側より内側に赴き滲透壓を平均せしめんをす。然れどもこれが爲め外側に於けるAの濃度は内側に於けるAの濃度よりも大となる、故に若しAが膜を通過し得るものなる時はAは膜を通じ内側に向て彌散し兩側に於けるAの濃度を均一にす、これと同時に兩側に於ける滲透壓は再び障碍せられ内側に於てはBの存在に基因する分壓に相當し外側よりも大なる滲透壓を有するにより、水分は外側より内側に移るべし、かくの如き現象は絶えず反復せられ終に外側に在りたる鹽溶液は鹽類水分共に内側に移行すべし。これに反しAも亦非透過性物質なるときは初め滲透壓の差によ

り水が外側より内側に赴き両側に於ける滲透圧が均一となりしのみにして止まるべし。Starling は主として血漿中に存する蛋白質を以て上に述べたる B に相當するものとなしこれに基因する滲透圧は 30mm 水銀の壓に過ぎざるもこれを以て優に水及び鹽の吸収を説明するに足れりと稱せり。

諸種の鹽類が腸管より吸収せらるる難易を検するに鹽化物、臭化物、沃化物、蟻酸鹽、醋酸鹽、Propion-酸鹽、酪酸鹽、Valerian-酸鹽、Capron-酸鹽等は吸収さるること甚だ容易く硝酸鹽、乳酸鹽、Salicyl-酸鹽、Phthal-酸鹽等はこれに亞ぐも硫酸鹽、磷酸鹽、Ferrocyan-酸鹽、Capryl-酸鹽、Malon-酸鹽、琥珀酸鹽、林檎酸鹽、枸橼酸鹽、酒石酸鹽等は既に吸収遅緩にして水を保持すること強く爲めに腸蠕動を増進せしめ下劑として作用す、萆酸鹽及び弗化物は毫も吸収せらるることなし。

何故に鹽類が腸粘膜を通過するに難易あるかに就ては根據ある説明を缺く。等しく重金屬鹽にても鐵鹽は十二指腸より吸収せられその上皮細胞中に顆粒となりて出現するに反し、他の重金屬鹽は吸収せられざるを以て見れば鹽類の透過性も亦主として腸細胞の働によりて定めらるるものならむ。又上記諸種鹽類被吸収性と其の滲散性とに何等の關係を認むることなし、但し吸収せられ難きものは皆 Calcium と不溶解性の化合物を作るものなれどもこの性状は單に細胞が鹽類を吸収する機能に影響を與ふる一條件に過ぎずしてこれを以て未だ細胞壁の透過性を説明すること能はざるなり。

第二節 糖類の吸収

食物として攝取せられたる多糖類、二糖類は皆各自に適應する酵素の爲めに分解せられて一糖類となりたる後始めて吸収せらる。Cori¹ が鼠に就て検査したる處によれば諸種一糖類の吸収速度は Galactose > 葡萄糖 > 果糖 > 蒟蒻糖 > Xylose > Arabinose の順序に遞減す。澱粉、糖原等の如き多糖類は膠質性物質なるを以て直接吸収せらるることなきは當然なりと雖も、蔗糖、乳糖等の二糖類は溶解性瀰散性共に大なるに拘らずその儘腸より吸収せらるることなきは甚だ奇とすべき現象なり。これ糖類の吸収も亦全く腸上皮の特殊作用に基くに因るものにして豫め腸の上皮を破壊し置くときは一糖類の吸収も甚しく阻害せらるるを見む。

Alcohol, Glycerin, 乳酸等糖質に類似したる物質はよく吸収せらる。

糖質の消化せられて一糖類となりたるものは直ちに吸収せられ腸管壁の淋巴腔に入るも滲透壓の差に従ひ毛細管内の血液中に入り漸次悉く循環の盛なる血管中に移るを以て、食物として攝取せられたる糖質は皆門脈を経て体内に入る。これ胸管の淋巴中に於ける糖量は常に一定し門脈血中の糖量は食後著しく増加する所以なり。

故に糖質に富みたる食事の後に於ては門脈血内の糖量著しく増加し約 3 倍に達す。然れども血液のひとたび肝臓内を通過す

¹ Cori: J. Biol. Chem. 66, 691 [1925]

るやここに於て糖は糖原に變形して沈着せらるるにより肝臓より流出する血液中の糖量は頓に減少すべし。肝臓内に於ける糖原の量は饑餓時に於ては甚だ僅少なりと雖も食後に於ては往々10%に及び18%に達することも甚しく稀ならず、然かのみならず糖原は少量に肝臓以外体内到處に存在し筋肉の如きは約0.4%の糖原を含有することあり、かくの如く体内に吸収せられたる過剰の糖は糖原の状態にて蓄積せらるるも体内に於ける糖原の含量には限りあるを以て糖の供給一定度を超越する時はその餘は脂肪に變じて含蓄せらるるなり、尤もこの際行はるる化學變化は吾人の未だ全く明かにすること能はざるものなり。

一糖類中葡萄糖、果糖、菊糖及び Galactose は体内に於て糖原に變化せらるるも他の六炭糖類及び五炭糖類は糖原の生成に與からず。

第三節 蛋白質の吸収

既に小腸内蛋白質消化の條下に於て述べたる如く溶解性蛋白質の一部がその状態に於て直ちに小腸より吸収せられ得るは事實なり。然れども吾人が平常攝取する蛋白質の多くは肉類の如く既に煮沸に遇ひ凝固せられたるもの、若くは牛乳の如く胃に於てひとたび凝固せられしものなるを以て溶解性蛋白質の吸収は普通に行はるる現象ならず、一旦凝固したる蛋白質は胃、腸内に於て酵素の働により Proteose, Pepton, Amino-酸等に分解せられ溶解性を帯ぶるに至り初めて吸収せらるるものなり、然れども果して如何なる状態に於て吸収せらるるかは未明の問題なり。Proteose を直接に血液中に注射するときは中毒作用を呈し盡く

尿中に排泄せらるるを以てその儘腸より吸収せられて血液中に入ることは頗る疑はし、これに反し犬、鼠等に胃蛋白酵素、胰蛋白酵素を以て全く分解したる蛋白質を脂肪及び澱粉と共に與へてこれを飼養せしめ得るを以て見れば蛋白質は盡く Amino-酸に分解せられたる後吸収せらるるものとして考ふるを妨げず、然れども一部は Proteose 及び Pepton として吸収せられたる後腸壁内に於て Amino-酸に分解せらるるものなるやも測るべからず。

かくして腸管内若くは腸壁内に於て發生したる Amino-酸の大分はその儘血管内に吸収せらるるもの如くこれが爲め100cc 血液中の Amino-窒素量は饑餓時に於て約3—5mgなるに食後に於ては約9—10mgに増量す、これらの Amino-酸は体内各組織に至りて各自固有の蛋白質生成に用ゐられその過剰分は肝臓に於て Amino-基を分離し、その窒素は尿素に變化せられ窒素を含まざる部分は處々の組織に運輸せられて力源となる。

Abel は生體彌散法¹⁾により血液中より Amino-酸を分離するここを得たり。即犬の血管より血液を Collodium 管に導きて之を食鹽溶液に對して透析せしめたる後再び血液を犬の血管内に復歸せしめ絶えず Collodium 管内に血液を循環せしむる時は Amino-酸は食鹽溶液内に彌散して他の非透析性の窒素化合物より分離するにより之を取り出すここを得。

吸収せられたる蛋白質の体内に輸送せらるる徑路に就ては斷言すること難しと雖も胸管を結紮するも吸収作用完全に行はれ尿素の排泄も平時と異なることなきを以て見れば恐らく蛋白質は毛細血管を経て輸入せらるるものならむ。

¹⁾ Vividiffusion

体内に於て蛋白質より糖の發生し得ることは事實なり、蛋白質より脂肪の發生に至りては未だ證明なし。

第四節 脂肪の吸収

脂肪は腸内に於て脂肪酵素の爲めに脂酸及び Glycerin に分解せられたる後吸収せらる。

嘗て脂肪は石鹼の爲めに乳化せられて微細の顆粒となり吸収せらるるものと考へられたり、然れども、脂肪酵素の爲めに分解せられざる Lanolin の如きものは吸収せらるることなく又乳化状態にある石油、Paraffin 等はその物理的状态に於ては脂肪と毫も差なきに拘らず吸収せられざるを知りし以來、中性脂肪がその儘吸収せらるるとの説は漸くその勢力を失ふに至れり。

Glycerin は容易に水に溶解し、脂酸の一部は石鹼となり存在するも他の大部は遊離脂酸の状態にあり、遊離脂酸並びに Calcium 及び Magnesium 石鹼は水には溶解せず、然れどもこれらは皆よく胆汁に溶解するを以て腸内に於ては脂肪の水解産物は悉く溶液の状態となりて存し容易に腸壁より吸収せらる。

實に胆汁は脂肪の吸収には重要な作用を有し、胆汁が腸管内に入らざる時は脂肪の吸収著しく阻害せられその大部約 60% は糞便中に現はる。吸収せられたる脂酸は腸の上皮細胞内にて合成作用を受け再び Glycerin と化合して中性脂肪となる。かくして生じたる脂肪は先づ微細なる顆粒となりて原形質内に現はれ尋で細胞間隙より絨毛隙に出で絨毛筋の作用によりて中央乳糜管、腸淋巴管を経て胸管に入る。脂肪は水に溶解すること極めて僅少なるを以て血管内に瀰散すること能はず、その大部

分は淋巴管を経て胸管に集中す、然れども胸管を通過する脂肪は吸収せられたるものの約 60% に過ぎず、その餘の 40% は或は血管中に移行するか或は腸壁の組織内に沈着するか全く不明なりとす。

脂肪が腸の上皮細胞内にて脂酸及び Glycerin より合成せらるることは確實なり、これ攝取せし脂酸又は石鹼は乳糜中に中性脂肪として現はれ、Palmitin-酸の Ethylester を以て飼養せられたる動物の淋巴中には Palmitin の現はるるを以て明なりとす。

かくの如く脂肪は腸に於て一旦分解せられたる後再び合成せらるるものなりと雖もこの際生體に特有なる形状に同化せらるるにあらず。單に食物中の脂肪を再生せしむるのみ、各動物の體脂は異なる性状を有し、豚脂と犬脂と皆その組成を異にすと雖も、これ單にその食物の差より生ぜしに過ぎざるべし、故に動物の食物を變化する時は其體脂肪と全く異なる組成を有する脂肪を沈着せしむることを得。

脂肪吸収の主として行はるる處も亦小腸なり食道及び胃に於ては脂肪の吸収を見ることなく、食物の大腸に移る頃は既にその脂肪の約 95% を失へり。

一般に熔融點低き脂肪は消化吸収せらるること熔融點高きものに比し遙かに大なり、例へば Oliv-油は 97.7%、豚脂は 97.5% 吸収せらるるに反し羊脂は 90—91% 吸収せらるるに過ぎざるが如し、これ恐らく熔融點低きものは乳化し易く従て水解せられ易き爲めなるべし。

人は 100—120 g 以上の脂肪を消化吸収すること不可能なるも

の如しといふ。

第五節 糞

腸の吸収作用に伴ひ大腸内容物は漸次その中に存する養素の分解物及び水分を失ひて半固体の状態に變じ終に排泄せらる、これ即ち糞なり。故に若し食物が殆んど純粹なる各養素(乳汁、乾酪、牛酪、肉、糖、脂肪、白米)より成り其消化及び吸収が完全なる場合には糞は殆んど粘液、剝離せられたる上皮細胞、消化液の殘餘物なる Cholesterin, Koprosterin, Sterkobilin, Chol-酸、酵素、不溶解性鹽類、排泄物(燐酸石灰、燐酸-Magnesium, 鐵鹽)、細菌(30—50%を含む一日に排泄せらるる細菌數約 50—500 Billion に達すといふ)等より構成せらるるものの如し。饑餓の際にも亦糞の生成を見、其組成は攝食時と質に於て相等し。尤も攝食時には消化液の分泌増加し、粘液も多量に生成せられ且つ細菌も盛に増殖せらるべきを以て攝食量に伴ひて其量は大なる。

通常乾燥尿中に含有せらるる窒素、Ether-浸出分及灰分の量を擧ぐれば下の如し。

窒素	5—8%
Ether-浸出分	12—18%
灰分	11—15%

然れども若し食物に多量の不消化物存在する時は此等を糞中に認む、骨、角素、植物纖維素等の如し。又消化せられ得るものにしてこれを過剰に攝取せる爲め充分に消化液の作用を蒙

ることなくその一部がその儘排泄せらるるものあり。適當に調理せられたる食物は殆んど全く消化吸収せられて、その糞便に現はるる分量は極めて僅少なり。概して動物性食物は胃に於て溶解せらるるにより完全に消化せらる(95%)るも多量に植物纖維素を含有する植物性食物は啻にその纖維素の消化行はれざるのみならず纖維素に包繞せられたる蛋白質、脂肪、糖質等はこれに蔽はれて消化液の作用を受くること困難なる爲め消化せられずして糞中に現はるることあり(25—60%)、尤も植物纖維素も一部は腸細菌の醱酵作用によりて溶解せらる。

糞の反應は概して中性に近きも弱鹼性若くは弱酸性なること少なからず、尿の反應は通常 pH 8.43 と 5.16 との間であり、pH 7—8 なる時は多くは固形を呈し、pH 6—7 なる時は固形なるものと液状なるものと互に相半ばし、pH 5 以下にては皆液状を呈す。一般に固形尿は鹼性、液状尿は酸性なり(Schaudt¹)。尿の反應は腸内に於ける腐敗作用、醱酵作用の程度如何によりて異なるものの如く若し腸の下部に於て腐敗作用盛に行はれ芳香性産物並に安門性物質數多生成せらるる時は糞は鹼性反應を呈すべく、これに反し若し醱酵盛に行はれ多量の脂酸發生する場合には糞は明かに酸性を帯ぶるに至るべし、食肉時には中性若くは鹼性の糞を生じ糖質を多量に食する時は酸性の糞を出すは全くこれが爲なるべし。糞が特異の惡臭を放つは大腸に於て蛋白質腐敗の爲めに生じたる Indol の存在によるものなり。

本邦人糞に於ては乾量約 20—30 g、窒素量約 2—3 g を普通

¹ Schaudt: Bioch. Z. 165, 136 [1925]

とす。水分は凡そ 70—85 % を占む。

第十一編 呼吸作用

化学力に富める體成分若くは養素は體內各臓器及び組織の細胞に於て酸化酵素の作用により絶えず酸化せられて水、炭酸、窒素含有の代謝産物に變じ、同時に熱及び運動の Energi を發生す、これ實に生活の淵源なり、而してこの際酸化に用ゐらるる酸素は血液によりて組織に供給せられ、酸化の結果發生したる炭酸は血液によりて組織より除去せらる。即ち體內を一循して右心房に復歸したる暗赤色の靜脈血は右心室を経て更に肺臓に至り此處にて鮮紅色の動脈血に變ず、血液が肺臓に於てその色を變ずるはこの處に於て毛細管に分派循環する血液が約 100 m^2 の表面を有する肺氣胞面より盛に酸素を攝取し、炭酸を失ふが爲にしてこの作用を肺臓呼吸或は外呼吸と稱す。これより血液は左心房を経て左心室に入り再び出でて體內を循環し各組織に至れば組織に酸素を與へ組織より炭酸を受く、この瓦斯交換を稱して組織呼吸或は内呼吸と云ふ。血液のひとたび組織内を通過するや動脈性血は忽にして靜脈性血に變じ漸次運ばれて右心房に戻りここにその一循環を終る。この循環により血液は絶えず酸素を肺臓より組織に輸し炭酸を組織より肺胞に送る。

肺臓以外に於て呼吸作用の行はるるは温血動物にては甚だ小なり、即ち常氣温に於ける吾人の皮膚呼吸は全呼吸の 1.5 % に

過ぎず、尤も気温高く且大に發汗する際には屢その倍量若くはそれ以上に上ることあり。

第一章 血液瓦斯

血液は常成分として酸素、炭酸、窒素の三瓦斯を含む、これらの瓦斯は真空内に於て悉く血液より發散す。

第一節 血液中に於ける瓦斯の状態

血液中に於ける瓦斯は二様の状態に於て存在す。即ちその一部は物理的に吸収の法則に従て溶存し、一部は化學的に解離性化合物として含有せらる。

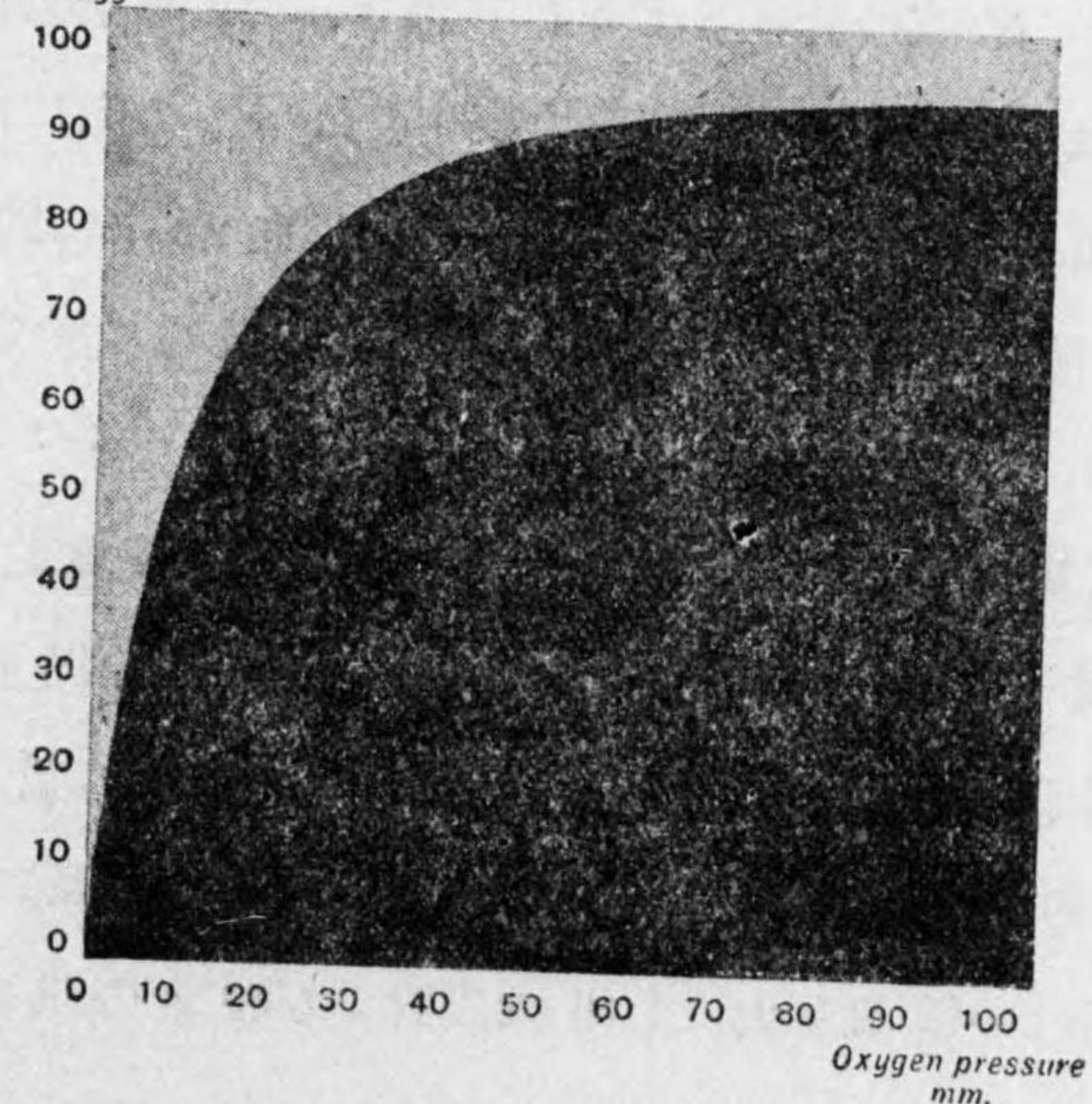
第一項 酸素

一般に或液體に吸収せらるる瓦斯の量は氣壓に伴ひて増減し液體の温度高まれば減少し、又液中に固體が溶存せる時も亦減少す、故に體温に於ける血液 100 cc は大氣内の酸素分壓の下に僅かに 0.45 cc の酸素を吸収し得るに過ぎず。然るに實驗に於て 100 cc の血液が約 20 cc の酸素を含有するは全く大部分の酸素が血色素と化學的に結合し居るが爲めなり。故に若し廻轉沈澱器を用ひて血液を血漿と赤血球とに分離する時は血漿は單に物理的に溶解する量に相當する酸素量を有するに過ぎずして大部分の酸素は赤血球に存するを認むべし。従て血液中に於ける Hemoglobin の含量大なる時は酸素を吸収する力も亦大に、Hemoglobin を含むこと少なければ酸素を收容する能も亦微なり。

Hemoglobin が酸素を含有する量は一定し、Hemoglobin 1 g は 1.34 cc の酸素を吸収して酸化-Hemoglobin となる、然れどもこの Hemoglobin と酸素との化合物は容易に解離する性あるを以て、これと接觸する酸素の分壓が減少する時は Hemoglobin と結合する酸素の分量も亦減少す。今種々なる酸素の氣壓に於ける酸化-Hemoglobin 及び Hemoglobin の量を擧ぐれば次の如し。

酸素の壓	酸化-Hemoglobin	Hemoglobin
0 mmHg	0%	100%
5	37	63
10	55	45
20	72	28
40	84	16
50	87	13
100	93	7

Percentage saturation with oxygen



各酸素壓に於ける酸化-Hemoglobin (黒色) と還元 Hemoglobin (灰色) との平衡 (Barcroft に據る)

かくの如く Hemoglobin と酸素の結合力は比較的大にして肺気胞内の酸素の分圧即約 100 mmHg に於ても殆んど全く酸素を以て飽和せらるべく酸素の分圧 10 mmHg に減少する際にも尙 50% は酸化-Hemoglobin の状態にあり、然れども酸化-Hemoglobin の解離曲線は溶液の含鹽量及び酸度により影響を受くること大なるが故に血液の呈する酸化-Hemoglobin 解離曲線は純粹酸化-Hemoglobin 溶液に於けるものと相違す、之れ恐らく是等の電解物が Hemoglobin の膠質性に變化を及ぼし Hemoglobin が幾分子か集合したるもの生じ酸素の結合力を減少するものならむといふ

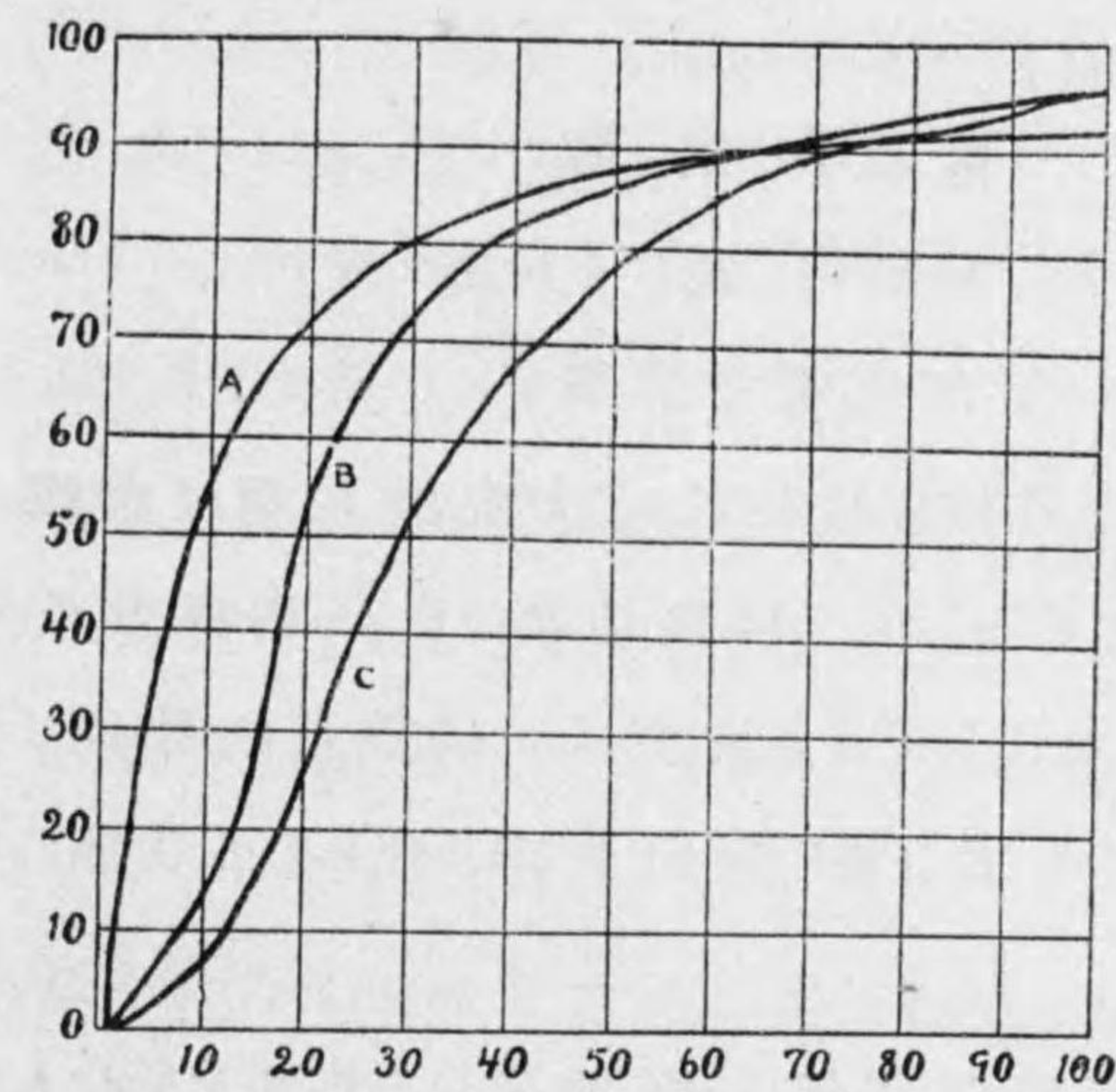
電解質の影響 酸素張力低き際には酸化-Hemoglobin の解離は鹽類の存在にて著しく増進せらる。例へば温度 38°, 酸素張力 10 mmHg なる時は鹽類含有 Hemoglobin 溶液の飽和度は純粹 Hemoglobin 溶液に於けるよりも半減す。此影響は酸素張力大なる時には出現せず、酸素張力が 100 mmHg の際には Hemoglobin と酸素との化合力は寧ろ増大す。故に血液中に於ける鹽類の存在は血液が肺臓に於て酸素を受納し、組織に於て酸素を放出するに利あり。

炭酸瓦斯の影響 血液が炭酸瓦斯を含有すること大なれば其酸性度増大し従つて酸化-Hemoglobin の解離を促進す、此影響も亦酸素張力が小なる時に明かにして、肺臓に於ける酸化-Hemoglobin の生成には何等阻止を與へざるも組織に於ける酸化-Hemoglobin の解離を大にし組織に對する酸素の供給を容易ならしむるに利あり。

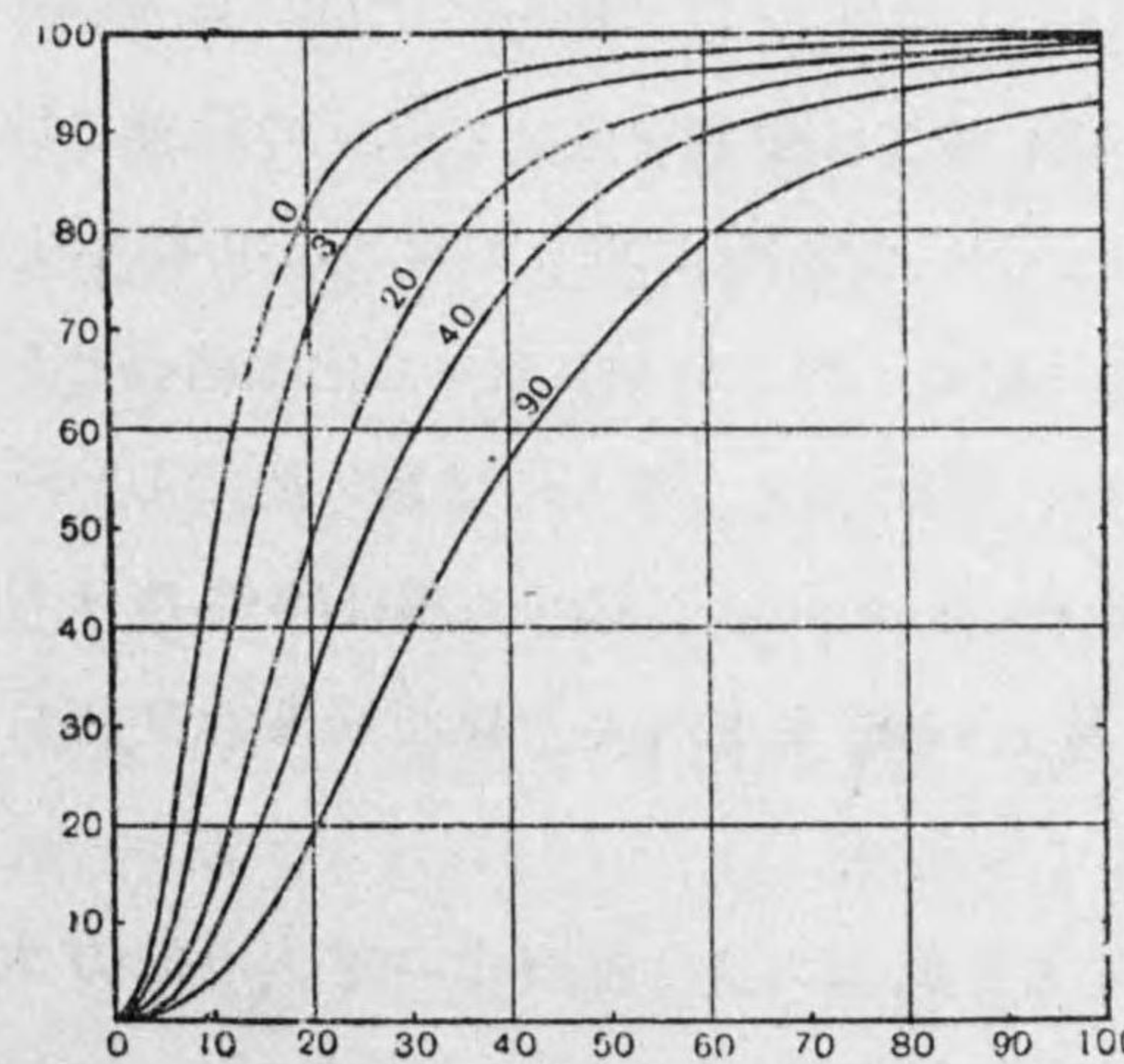
炭酸以外の酸例へば乳酸の如きも炭酸に類似せる作用を有す

と云ふ。

温度の影響 酸化-Hemoglobin の解離は酸素の壓不變なる時は温度上るに従ひ増大す。即 100 mmHg の張力を有する酸素と平衡状態にある血液は 38° に於て 93% の飽和度、25° に於て 98



A—Hb 溶液
B—20mmCO₂ 壓下
の Hb 溶液
C—40mmCO₂ 壓下
の血液



各CO₂ 壓下の人血
解離曲線 (Barcroft
に據る)

%の飽和度を有し; 10 mmHg の張力下にては 38° に於て 56 %, 25° に於て 88 %の飽和度を有す。之より明なるが如く肺及組織に於ける酸素張力の差により利用し得らるる酸素の量は高温時に於て低温度よりも遙かに大なり。之れ恒温動物の方冷温動物よりも有利なる點の一なるべし。

第二項 炭酸

100 cc の水は體温及び組織内に於ける炭酸の壓(60—75 mmHg)の下には僅かに 5 cc の炭酸瓦斯を溶解するに過ぎざれども動脈血 100 cc は約 50 cc の炭酸を溶存す。これ炭酸瓦斯は血液中に物理的に溶解し居るのみならず尙血漿及び血球内成分と化學的に結合し居るが爲めにしてこの炭酸は一は重炭酸曹達として存し、他は Hemoglobin 及び他の蛋白質と結合したる状態に於て存在するものの如し。

既に述べたるが如く炭酸運輸に殊に重要な作用を営むものは蛋白質にして殊に Hemoglobin を以て其最とす(524頁参照)即ち Hemoglobin は組織の處に於ては酸素を失ひて還元の状態に於て存するもの多く此 Hemoglobin は酸性度弱きが爲めに其結合し居れる滴を組織より血液に移行したる炭酸に與へて之と結合せしめ重炭酸曹達として肺臓に達せしむ。然るに肺臓に於て Hemoglobin が酸素を攝取して酸化-Hemoglobin に變ずる時は酸性度大なる化合物となり重炭酸鹽より滴を奪取するを以て炭酸は肺臓に於て多量に排泄せらるることを得。

血液中に吸収せらるる炭酸の量は血液中の酸素の張力大なれば少しく減少するもその度は僅少なり。

第三項 酸化炭素, 酸化窒素, 青化水素

人誤つて酸化炭素, 酸化窒素, Cyan-瓦斯等を吸入する時はこれらの瓦斯は血液中に入りて Hemoglobin と結合す、而してかかる化合物は酸化-Hemoglobin に比しその解離度遙かに少なるを以て Hemoglobin と酸素との結合を妨げ動物は終に酸素不給の爲めに窒息して斃るるに至る。

第二節 血液中に含まるる瓦斯の張力

呼吸の關係を明かにせんとするには血液内に存する瓦斯量の外尙ほ其張力を知ること極めて重要なり。これ肺臓對血液、並びに血液對組織間の瓦斯交換には瓦斯の張力が重要な要因なるを以てなり。

瓦斯の張力は勿論分析上に得られたる瓦斯含有量とは異なるものにして瓦斯の張力は液中に存する瓦斯の量以外に尙温度及び酸性度によりて異なる。これ遊離溶存する瓦斯も、又解離性化合物として存在する瓦斯も共に温度の上昇に従ひその張力を増大するのみならず、解離性化合物の解離度は活躍性酸度(H⁺)により變化すればなり。

故に血液瓦斯の張力は血液の瓦斯含有量により算出すること能はず別に之を測定するを要す。之には一定の張力に或瓦斯を含有する適宜の混合瓦斯を作り暫くこれを血液と接觸せしむるに若し兩者間に於ける該瓦斯の張力に差異ある時は瓦斯の一部は一方より他方に移るを以て混合瓦斯中に於ける該瓦斯の量は變動を來たすべし。故に血液と接觸するもその瓦斯の含量に

毫も變化を認めざるが如き混合瓦斯を作ればその内に含まるる該瓦斯の張力を以て血液中に於ける張力と看做すことを得べし。

かくの如き方法を用ゐて血液中に於ける瓦斯の張力を測定するに動脈血内に於ける酸素の張力 84—100 mm 水銀壓、靜脈血に於けるものは約 30—60 mm 水銀壓にして動脈血内炭酸の張力は約 40 mmHg、靜脈血に於けるものは約 42—46 mm 水銀壓なりと云ふ。

第二章 肺臓呼吸

酸素を含むこと少なく、炭酸に富める靜脈性血の肺動脈を傳はりて肺臓毛細血管に至るや肺氣胞内に存する空氣より盛に酸素を攝取すると同時に又これに炭酸を與へて動脈性血に變ず、この作用を肺臓呼吸と稱す。

この際肺氣胞内の空氣中に於ける酸素の分壓は約 100 mm 水銀壓なるに反し、肺動脈管内の血液(即ち靜脈性血)中に於ける酸素の張力は僅かに 30—60 mm 水銀壓に過ぎず、故に酸素はその壓差に隨ひ盛に氣胞内より血液中に彌散す。而して血漿中に彌散し來りたる酸素は直ちに赤血球内の Hemoglobin に化學的に結合せられ、血漿内に於ける酸素の張力はさして増大すること能はざるを以て新たなる酸素は絶えず氣胞内より血漿中に入る。この反應は Hemoglobin が殆んど全く酸素によりて飽和せらるるに至る迄持續すべし。肺臓を辭する動脈性血は約 17—22 容量 % の酸素を含有し 84—100 mm 水銀の張力を有す。Hemoglobin

の飽和度は 93—98 % なり。

これに依つて見れば肺氣胞と毛細血管内血液の間に於ける酸素の授受は全く物理的に彌散作用によりて行はるるものの如し。これに反し炭酸交換の状態は甚だ茫漠たり、靜脈血炭酸の張力は肺氣胞内炭酸の張力約 40 mm 水銀壓に比し少しく大なる處より考ふれば、恐らくこの場合に於ても炭酸は彌散作用によりて靜脈性血液より肺氣胞内に流るるものなるべし。肺を辭去する動脈性血は約 50 容量 % の炭酸を含有す。

Bohr は家兎の左右二氣管枝に別々に Kanule を入れ一方の肺は大氣を以て呼吸せしめ、他方の肺には 8 % の炭酸を含む空氣、即ち炭酸の張力約 56 mm なる空氣を送りしに、後者に於て氣胞内炭酸張力は靜脈血に於けるよりも遙かに大なりしに拘らず、尙血液より氣胞内の空氣中に炭酸の排泄せらるることを實驗せり、これに依りて見ればかくの如き場合に肺臓に於て炭酸の分泌作用行はるるは事實なるが如しと雖も常態に於て如何なる程度迄分泌作用が炭酸排除に關與し居るや斷言に苦しむ所なり。

Schneider 及 Clarke¹ の検査によれば飛行機にて大氣の上層に飛越する際に於ける肺氣胞内の酸素及び炭酸の張力は下の如し。

高度 (feet)	瓦斯張力(五人平均)	
	炭 酸	酸 素
0	40.9	100.5
2000	40.1	97.7
3000	39.4	90.4
4000	35.3	90.5
6000	36.6	78.1
8000	35.7	67.2

¹ Schneider: 及 Clarke: Amer. J. Physiol. 76, 453 [1926]

10000	35.7	61.4
12000	32.5	58.1
14000	31.0	53.0
15000	29.2	49.8

第三章 組織呼吸

酸素に富み炭酸を含むこと比較的僅少なる動脈血がひとたび組織内の毛細管に達するや忽ちにしてその性状を變じ、酸素に乏しく炭酸に富める静脈血となる。これ血液はここに於て酸化に必要な酸素を組織に與へ、酸化の結果生じたる炭酸をこれより受くるが爲めにしてこの作用を組織呼吸と稱す。

組織に於ては酸化作用絶えず行はれ、爲めに酸素の需要甚だ旺盛にして殆んど遊離の酸素を存せず。これ組織を真空に置くも毫もこれより酸素を抽出すること能はざる所以にして又體內に注射せられたる色素のここに達するや還元せられて褪色する所以なり。かくの如く組織には遊離酸素の存すること甚だ少なく従つて酸素の分壓僅微なるを以て、動脈性血のひとたびこれに接するや、その血漿中に溶在する酸素は壓差によりて忽ち組織内に瀰散し、爲めに血漿内に於ける酸素の張力減少するにより赤血球の酸化-Hemoglobin は一部解離して酸素を血漿に與へ更に酸素をして再び組織内に移行するを得しむ。かくの如き現象は組織の酸素需要に應じて絶えず繼續し、酸化-Hemoglobin は漸次 Hemoglobin に化し血液は終に静脈性に變ず。組織を辭去する静脈性血は約 11—16 容量 % の酸素を含有し、30—60 mm 水銀の

張力を有す。Hemoglobin の飽和度は普通 62—85 % なり。

細胞間乃至組織間隙に於ける酸素の張力は細胞の行作度大なるに従ひて減少し、又血液の循行大なるに伴ひて増大す。Campbell¹ が皮下並びに腹腔内に窒素を挿入し一定時經過の後平衡に達したる瓦斯混合物を分析したる處によれば其等の張力下の如し。

	皮 下 ¹	腹 腔
温 血 獸	20—30 mm (猿は約 40)	30—40 mm (猿は 40 mm)
冷 血 獸	20—30 (蛙は 50—60)	—

組織に於ては酸化作用の結果として發生する炭酸の張力甚だ大にして、直接にこれを測定すること能はずと雖も胆汁は 51 mm の炭酸張力を有し、腸液は 59 mm, 尿は 67 mm の炭酸張力を有するを以て見れば一般に組織内炭酸分壓は血液内に於けるものより遙かに大なりと考ふことを得べし。故に動脈血のひとたび毛細管に達するや炭酸は張力大なる組織(約 60 mm) より壓の小なる血液内に瀰散するは言を俟たずして明なり。静脈性血は約 55—60 容量 % の炭酸を含有す。

Campbell の測定によれば皮下に於て CO₂ の張力は冷血動物にては 14—23 mmHg, 温血動物にては 40—50 mmHg に達し; 又腹腔に於て温血動物にては皮下の同じく 40—50 mmHg なり。冷血動物にては測定を缺く。

第四章 呼吸の調節

血液は呼吸作用により肺氣胞より酸素を取りてこれを組織細

¹ Campbell : J. Physiol. 61, 248 [1926]

胞に運輸し以て細胞の酸化作用に資す。故に組織内細胞の作用旺盛にして酸素の需要愈大なれば該組織に對する血行充分にして且肺臓に於ける血液の酸素吸収量も亦愈充分なるを要す。これ實に體內に於て自然に行はるる調節作用にして、動作の際發生する炭酸は一方血管に働きてこれを擴張せしめて循環する血量を増加せしむると同時に、他方には延髄中線の兩側に在る呼吸中樞(Fasciculus solitarius 内にあり)を刺戟して肺臓呼吸を頻繁ならしむ。これ炭酸の増加に伴ひ血液内水素-Ion 濃度増加し、その變化に對し中樞に於ける細胞又は共極¹が甚だ鋭敏に反應するが爲めに肺氣胞内の炭酸張力が僅々 1.6 mm 即炭酸含量が 0.22 % 増加する際肺臓の呼吸量は既に倍加するに至る、斯くの如く軽度の炭酸張力變化も呼吸に影響する事大なるを以て今筋肉動作等により靜脈血内の炭酸張力増大しその彌散により氣胞内の炭酸張力も亦増大する時は肺臓より出づる動脈血の炭酸張力も從て少しく増加し、これが爲めに呼吸中樞は直ちに刺戟せられ肺臓呼吸を頻繁ならしむ。若し疾走、劇動等にて筋肉の動作甚だ過劇となり酸素の供給尙一時不足することあるもこの時酸素缺乏の爲めに發生したる酸性の産物が更に著しく呼吸中樞を刺戟する性を有するを以て呼吸作用は瞬時にして調節せらる。

胎兒が母體內に於て胎盤より充分なる酸素の供給を受くる間は毫も呼吸作用を營まざるも一旦母體との關係斷絶するに至ればその血液内の炭酸量頓に増大し之が終に刺戟となりて呼吸作

1 Sinapsis

用開始せらるるに至る。故に分娩に時間を要し胎兒血液内の炭酸量著しく増加する時は呼吸中樞刺戟せらるるが爲め羊膜液吸入せられ胎兒の窒息を來すことあり。

第五章 吸氣及び呼氣の化學的組成

上述したる如く肺臓に於ては肺氣胞内の大氣と血液との間に瓦斯の交換行はれ大氣中の酸素は血液中に入り、血液中の炭酸は大氣中に出づ、從て肺氣胞内大氣の組成に變化を來たし、酸素は減少して炭酸は増大す。この状態を久しく繼續せしめんか氣胞内の大氣と血液との瓦斯の張力漸次接近し終に肺臓呼吸の作用殆んど停止するに至らんとす、故に動物は呼吸運動により絶えず肺氣胞内に新鮮なる大氣を送り以て肺臓の呼吸作用を完全ならしむ。

呼吸の際吸入せられたる大氣と呼出せられたる瓦斯とは大にその化學的組成を異にす。

分量不定なる水蒸氣を算外に置く時は大氣の組成は極めてよく一定し大約 20.93 % の酸素, 0.03 % の炭酸, 79.04 % の窒素を含む。呼氣はこれと異なり平均 16.7 % の酸素, 3.6 % の炭酸, 79.7 % の窒素よりなる。而もこの呼氣の組成は體內に於ける酸化作用の大小によりて異なるのみならず、呼吸の方法によりても亦差異を生ずるものにして一定時間に於て呼吸する空氣の量を變ずる時は呼氣の組成を異にすること下の例に於て見るが如し。

1分間に出入する空気の量	酸素	炭酸	窒素
5.8 l	15.50%	4.63%	79.87%
6.5	16.7	3.6	79.7
17.6	18.29	3.17	78.53

上の表中窒素の含量にも多少差異あるは、体内に於て窒素の交換あるにあらずして、全く酸素の吸収と炭酸の排泄とが平等に行はれざる爲め大氣の容積に差を生ずるに基因するものなり。一般に肺臓に於ける酸素の吸収量は炭酸の排泄量よりも大にしてこの炭酸及び酸素の容積の比 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ を稱して呼吸係數¹と云ふ。この値は主として体内に於て燃焼せらるる養素の種類に關係す、即ち体内に於て脂肪のみが燃焼せらるる時は小にして 0.7 に過ぎず、主として糖質が燃焼せらるる時は大にして 1 に近く、蛋白質の際にはその中間の数値を占む。普通混合食を攝取したる場合の呼吸係數は約 0.8—0.9 なり。

呼氣中に時として微量の安門(1日に 20 mg を超えず)存することあり、又饑餓若くは糖尿症に際し少量の Aceton を含有す。血液及び肺氣胞内氣間の Aceton 分配率は 333:1¹ なり。

¹ Respiratorischer Quotient ² Briggs 及 Schaffer: J. biol. Chem. 48, 413[1921]

第十二編 尿

動物体内諸臓器に於て廢類せられ若くは燃焼せられたる不要産物は皮膚、肺臓、腎臓及び糞により體外に排除せらる、而して皮膚より主として排泄せらるるは水及び鹽類にして窒素はその中に 1 日約 1g に過ぎず、肺臓は水分及び炭酸の排除を司とる。糞は主として食物の不消化分、腸内細菌の死體及び分泌液より由來する物質を保有し且つ腸に排泄せらるる色素、鐵、Calcium, Magnesium, 磷酸鹽等を含む。その内には 1 日約 1—2g の窒素を含有するのみ、これに反し大部分の窒素は常に尿中に排除せらるるを以て尿は特に重要な排泄物にしてその内に存する窒素化合物の量及種類の變化は体内に於て行はれつつある現象を窺知するに重要な材料たり。尙窒素化合物以外に尿中には他にも亦甚だ緊要なる成分あり。加之ならず時として異常成分その内に出現し疾病の診断及び治療上に甚だ参考となるものあり。

尿は腎臓より排泄せらるるも其成分中腎臓に於て生成せらるるものは馬尿酸及安門のみに過ぎず、他の成分は体内各處にて生成せられ血行により腎臓に輸送せられて尿中に排除せらるるなり。

然れども此等諸成分の血液及び尿中に於ける濃度には大なる差異ありて此等成分の排泄に對し腎臓に於て特殊の機序行はるることを察知せしむ。

第一章 尿の一般性狀

第一項 排泄量

24時間内に排泄せらるる尿量は平均男子に於て 1000—1500 cc, 女子に於て 900—1200 cc を算す。然れども尿量は種々の原因によりて差異を呈することあり。正常時にても時として 400 cc に過ぎず又 3000 cc に達すること稀ならず。この差異は主として攝取したる水分の量及び尿以外より排泄せられたる水量によりて定まるものなり。従て過度の發汗, 下痢, 嘔吐, 高度の熱にて皮膚より水分の蒸散盛なる時には尿量減少し, 他方に於て多量飲料の攝取, 濕潤なる天候にて皮膚よりの水分の發散防止せられたる時には尿量増大す。病的の場合例へば熱性病若くは腎臓病の際には尿の分量減少し時として尿の排泄全く停止することあり, これに反し種々の糖尿病に於ては尿量甚しく増加し 1 日 10 l 若くはそれ以上に達することあり。1 日の尿量減少するは主として水分の攝取量僅少なる時, 又は強度の下痢, 發汗等にて多量の水分を失ふによる, その他血壓の降下したる時又或種の腎臓病に於ても亦著しく尿の排泄量を減す。これに反し血壓の上昇, 飲料の過用, 一二の疾病(糖尿病, 尿崩症)及び諸種藥物(Digitalis, 醋酸加里等)の内服は尿量の増加を伴ふ。

正常時には一日の中時刻により排泄せらるる尿量を異にす。食後 1—2 時間に於ては尿の生成増加し, 夜間は晝間よりも尿量

減少す Simpson¹ によれば之れ恐らく體溫の高低に伴ふものの如しといふ, 之に反し腎臓病患者にては夜間の方反つて晝間よりも大なること多し。

第二項 味

尿はその中に食鹽及び尿素を溶存するを以て鹹味に少しく苦味を帶ぶ。糖尿病の如く病的に多量の葡萄糖を含む時はその味甘し。

第三項 嗅

尿は一種異様なる芳香性の嗅を有す, Uronod C_6H_8O なる環狀體-Keton の存在に基因すといふ。又諸種の食物(葱, 獨活, 韭)若くは藥劑(Bardrian, Castreum, Cuberin)を攝取したる後に排泄せらるる尿は各自特異の臭氣を帶ぶ。

一, 二の疾患(例へば膀胱加答兒)に際し尿が不快の臭氣を放つことあり。これ主として尿素その他の有機成分が分解して安門又は硫化水素等を發生するが爲なり。常尿を久しく空氣中に放置する時は尿素菌によりて醱酵し安門様の臭氣を呈す。

第四項 色

常尿は通常淡黄色を呈す主として Urochrom なる尿色素に基因す, 而もこの色彩は尿の濃度により著しき差異を生ず, 即ち 1 日の尿量大なる時はその色淡く, 尿量減少するに従ひ漸次色調を高め, 遂に褐赤色に至ることあり。尿の反應もその色彩に影響を有し, 酸性尿は通常その色濃く, 鹼性尿は淡し。一般に尿を大氣中に放置する時はその中に含まるる色素原は色素に變化

¹ Simpson: J. Biol. Chem. 59, 107 [1924]; 67, 505 [1926]

するを以て尿色を増加せしむ。常尿はこれを振盪すれば無色の泡沫を生ず。

尿は病的に種々の色を呈す、熱性病及び消化障碍の際には Urobilin の量増加するを以て赤色を呈し、黄疸患者の尿はその中に胆汁色素を含有する爲め暗赤色、綠色乃至暗綠色となるべく、諸種の中毒(鹽素酸加里、重-Chrom-酸加里、亞硝酸鹽等)にて尿が Methemoglobin を含み又は尿道に小出血ありて尿が Hematin を溶存する場合には褐色乃至暗褐色を呈すべし。その他糖尿病、尿崩症の如く1日の尿量著しく増加する時は尿の色彩甚しく減じ殆んど無色となる。又乳糜尿は白濁を呈す。

諸種の薬剤も亦尿の色彩に一定の影響を及ぼす。

黄金色又は綠黄色。大黃, Senna, Frangra 等 Chrysophan-酸を含有する薬剤を服用したる時に表はる、かくの如き尿に滴を加ふる時は赤變じ、これに酸を加へて酸性となす時は再び赤黄色に復す。

黄赤色。Antipyrin 服用後に起る、かくの如き尿は二色性を有し透過光線には赤色、落射光線には綠色を呈す。

紫赤色。Pyramidon-服用後に現はる。

綠褐色、褐色、黒褐色乃至黑色。石炭酸, Kresol, Thymol, Guajacol, Creosot, Resorcin, 鞣酸, Naphtalin 等の服用後に見る。

綠色乃至綠黑色。Salol, Pyrogallol, Arbutin 服用後に起る。

青色、青綠色乃至暗青色。Methylen-青の服用後に生ず。Copaivabalsam を服用したる後排泄せらるる尿に鹽酸を加ふる時は薔薇赤色乃至紫赤色を呈し、尿は同時に析出したる樹脂の爲めに濁す。

第五項 清濁

常態に於て新鮮にして酸性なる尿は全く透明なり、然れども少

しく之を放置すれば先づ中央に僅微の雲翳を生ず、これ尿道に由來する尿類粘體の析出したるものにしてその内に屢上皮細胞及び尿酸石灰晶を包有す。又尿酸鹽を含有する事大なる時は冷却するに従ひ赤色の沈澱を析出す、これ多くは酸性尿酸加里又は酸性尿酸曹達にして少しく加温せらるる時は再び溶解す。

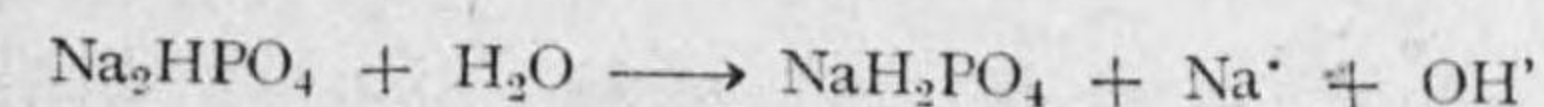
全く植物性の食物を攝取する時は尿が鹼性反應を呈する爲め土滴類の炭酸鹽又は磷酸鹽を析出して濁濁を生ず、かくの如き沈澱は加熱するも溶解せず、稀鹽酸を加へて酸性となすによりて初めて溶解す。病的に膀胱内にて尿素菌の爲めに安門性酸酵を蒙りて鹼性となりたる時又は排泄後安門性酸酵に陥りたる時は尿は上記炭酸土滴鹽又は磷酸又は磷酸土滴鹽の外に尙尿酸安門及び磷酸-Magnesium-安門の結晶を析出す。

病的尿に於て血液、膿、粘液、乳糜等を含むものは新鮮なる時も既に濁濁を呈す。

第六項 反應

血液は常に弱鹼性反應 (pH 7.35—7.43) を維持するに反し人尿は通常酸性なり。通常の食餌にては約 250—350 cc の N/10 酸が日々尿中に排泄せられ之が爲めに血液は其反應を恒定し得るなり。故に腎臟の作用障碍せられ酸性物が血液内に澱滯する時は危険なる症候を惹起す。

血液中には Na_2HPO_4 の量 NaH_2PO_4 よりも大なるも尿にては此等の量的關係全く反對となる。蓋し腎管狀部の處にて



の變化起り Na^+ は重炭酸鹽として體内に抑留せらるるが故なら

む。即ち糸球體濾出液は血漿と同様なる $\text{Na}_2\text{HPO}_4:\text{NaH}_2\text{PO}_4$ の比を有するも管状部を通過する際上掲の如き變化起り Na^+ の一部は管状部上皮細胞に吸収せらるるものなるべし。食鹽、硝酸曹達、硫酸曹達、尿素等中性物質を注射して利尿を促がす際には通常より尿中に滴の排泄せらるること多く爲めに血液内の滴豫備著しく減少するは尿が迅速に管状部を通過するが爲滴 Ion を抑留すること困難となるゆへなるべし (Hendrix 及 Calvin¹)

滴定性酸度

滴定法により尿の酸度を測定するには普通 Folin の法を用ゆ。即ち 25 cc の尿に 15—20 g の蓚酸加里粉末を加へ、Phenolphthalein を標示薬として N/10 の苛性曹達にて滴定す。安門鹽存在により終點は明確ならず。此際蓚酸鹽を加ふるは Calcium を沈澱せしむるが爲にして然らざれば中性點に近づくに従ひ磷酸石灰の沈澱發生して終點の測定を困難ならしむ。酸度は 24 時間内に排泄せらるる尿を中和するに要する N/10 滴液の cc 数を以て之を表はす。

尿の酸度は主として食餌の性質に關係し故に正常的にも大なる差異あり。通常 150—500 cc の間を逍遙す。平均値は 300—350 cc なるものの如し。pH > 7 なる滴性尿にても Phenolphthalein の中性點 (pH 8.5) に對しては常に酸度を示す。一般に肉、魚、Oatmeal、米、小麥、卵黃、梅等生酸的食品に富める食餌は尿の酸度を大ならしめ 600—900 に達すること稀ならず。之に反して多くの蔬菜及果實 (Orange, 馬鈴薯, 豆, 林檎, Banana, 胡蘿, 蘿青等)

¹ Hendrix 及 Calvin: J. Biol. Chem. 65, 197 [1925]

生滴性食品の攝取は滴性尿を招く。之れ草食動物の尿は通常滴性にして、肉食動物は酸性尿を排泄する所以なり。

尿の酸度と尿中安門量とは關係を示し酸度低き時は安門量少なく、酸度高き時は安門多量に排泄せらる。然れども腎臟病にては屢々酸度高きに拘らず安門量少なることあり。

正常的には人尿は有機酸を含有すること少なし、Van Slyke 及 Palmar¹ に従へば此等は 24 時間内に約 6.0 cc (N/10) に過ぎずと云ふ。但し饑餓及糖尿症にては著しく増加し此際安門量從て増大す。

水素-Ion 濃度

尿の pH を測定するには通常比色法を用ふ。尿の pH は 4.80—7.50 の間を逍遙し得るも平均正常値は約 6.0 なり。此値は食餌の性質により變ず。然れども如何なる場合に於ても水素-Ion-濃度は 10^{-8} を下ることなし (Marshall²)。其他病的には糖尿症、心腎障碍等に pH 小となる。

尿の反應に最も著明の變化を見るは食後にあり。即ち食後には尿は其酸性度を減じ、時として中性又は滴性に變ず。之を“滴潮”と呼ぶ。之れ消化時に際しては胃の内部に遊離の鹽酸を分泌しこれに相當する滴は血液中を経て尿中に移行するが爲なり (これに反し、次の時期に於て消化産物の吸収せらるるに至れば鹽酸も亦全然血液中に復歸し尿は再びその酸性度を増加すべし。肉食の時は此等の變化早く起り且つ早く消退す)。Hubbard

¹ Van Slyke 及 Palmar: J. Biol. Chem. 41, 567 [1920]

² Marshall: J. Biol. Chem. 51, 3 [1922]

Munford 及 Allen¹ が無酸症の際には食後にても満潮の起らざるを見たるは此考に一致する事實なり。尙食後に中等度の利尿行はるることも尿が酸性度を減ずる一因なるべし。

力役、肉食等の際には蛋白質の分解に伴ひその中に含まるる磷、硫黄等は悉く酸化せられて磷酸、硫酸等に變ずるを以て尿の酸性度著しく増加す。夜間は晝間よりも酸性度増加し朝に於て最も酸性度小なり之れ呼吸中樞の興奮性が夜間は減退し朝に於て興進するに基くものなるべし (Leathes の検査によれば肺氣胞内空氣の炭酸量は夜間 7.4% に上り、起牀後 6.64% に減すといふ)。

第七項 比重

尿の比重は常態に於ては通常 1 日平均 1.015—1.020 の間にあり；然れども尿の比重は尿量に従ひ變化するを以て、或は 1.002 に下り又は 1.040 に上ること少なからず、殊に病的の場合にはその値殆んど 1.001 に過ぎず又 1.050 に達することあり。

夜尿は一般に晝尿よりも大なる比重を有す。晝間毎 2 時間に集めたる尿の比重を検するに其價常に變ず、此際毫も變化なきは病的に屬す。

尿中に含有せらるる固形分の近似値は尿の比重の終りの二數に 0.26 なる係數 (Long の係數) を乗すれば得らるべし。

第八項 結氷點及び電導度

常尿の結氷點は約 -1 — -2.5°C の間にあり。電導度は主としてその中に含まるる鹽類の爲めに起り 1.5—2% 食鹽水に相當す。

¹ Hubbard, Munford 及 Allen: Am. J. Physiol. 68, 207 [1924]

尤もこれらは尿の濃淡によりて著しく差異を呈するものにして、結氷點の如きは湯茶を鯨飲したる後には殆んど淡水の結氷點に近づき、發汗甚しかりしときには約 -5°C に達することあり。

第二章 有機成分

1. 尿素 Urea, Harnstoff $\text{CO} \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$

尿素は蛋白質代謝の爲めに發生し窒素を含有する終産物中分量に於て第一位を占むる有機化合物なり。而してその 24 時間内に尿中に排泄せらるる量は約 15—25 g にして其中に含有せらるる窒素は尿中總窒素量の約 85% を占む、尿中尿素量は體內に於て蛋白質分解の多少によりて著しく差異あるものにして専ら肉食を試みて體內に於ける蛋白質の分解増進したる時には尿素の排泄も從て増大し、反對に脂肪及び糖質に富みたる食物を攝取して體內に於ける蛋白質の分解を減少せしむるときは尿素の排泄も亦これに伴ひて減少す。彼の食草動物の尿は常に尿素を含むこと少なく、食肉動物の尿中に多量に尿素の存在するは蓋しこれが爲なり。人若し蛋白質に豊富なる食物を撮りて生活する時は尿中窒素の約 90% 若くはそれ以上尿素の占むる處となるも、蛋白質に乏しき食物を攝取する時は尿の總窒素量の減退と共に尿素の總窒素に對する比も亦少なく、總窒素が 3—4 g となりたる時は尿素として存する窒素はその 90% に過ぎず。その他病的に體內にて過剰の酸類發生したる時には尿素の排泄量著しく減じ、安門として排泄せらるる窒素量大に増大す。

Ambard 及 Weil は血液及び尿中の尿素濃度と尿素排泄速度との間の関係を次の式を以て表はしたり。

$$K = \frac{U}{D \times \frac{70}{P} \times \frac{\sqrt{C}}{\sqrt{25}}}$$

此處に K=尿素排泄係數(Ambard の恒數)

U=1l の血液中の尿素的 g 數

D=24 時間内に於ける尿素的の排泄量

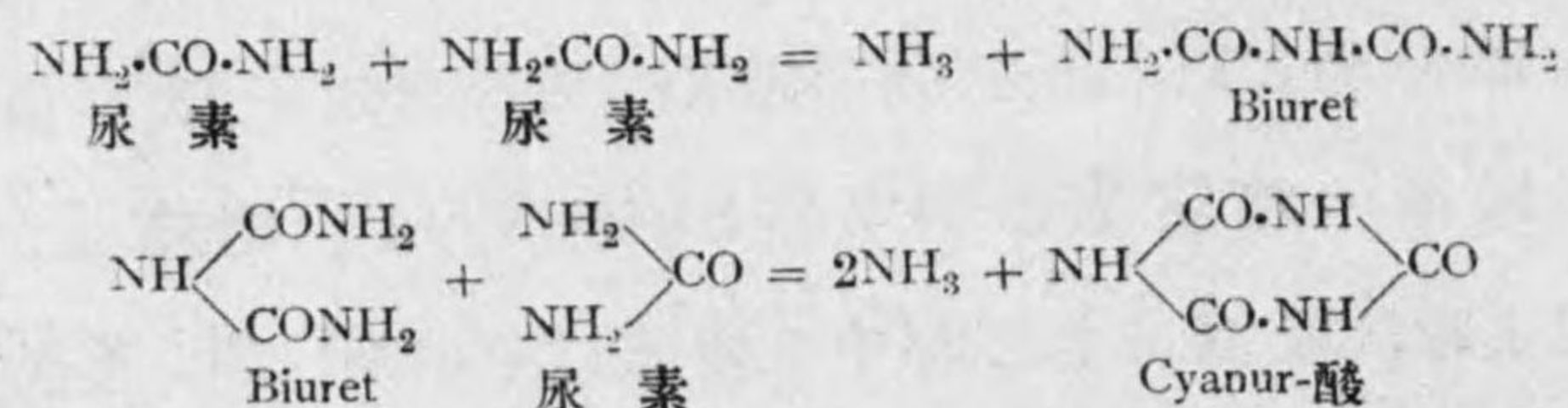
P=體重

C=1l の尿中の尿素的の量

腎臓の排泄機能減退した際には1日の尿素排泄量平常なる時にも常に血液尿素濃度増大し常人値に倍加することあり。之れ排泄難に克たんが爲めには血液内尿素的の壓が増大するを要するが故ならむか。

性状 四角稜柱狀無色の結晶にして 132°C に於て熔融す。水に容易く溶け Alcohol にもよく溶解するも、無水-Ether, Chloroform, 醋酸-Ether に溶解せず。水溶液は苦味を呈す。

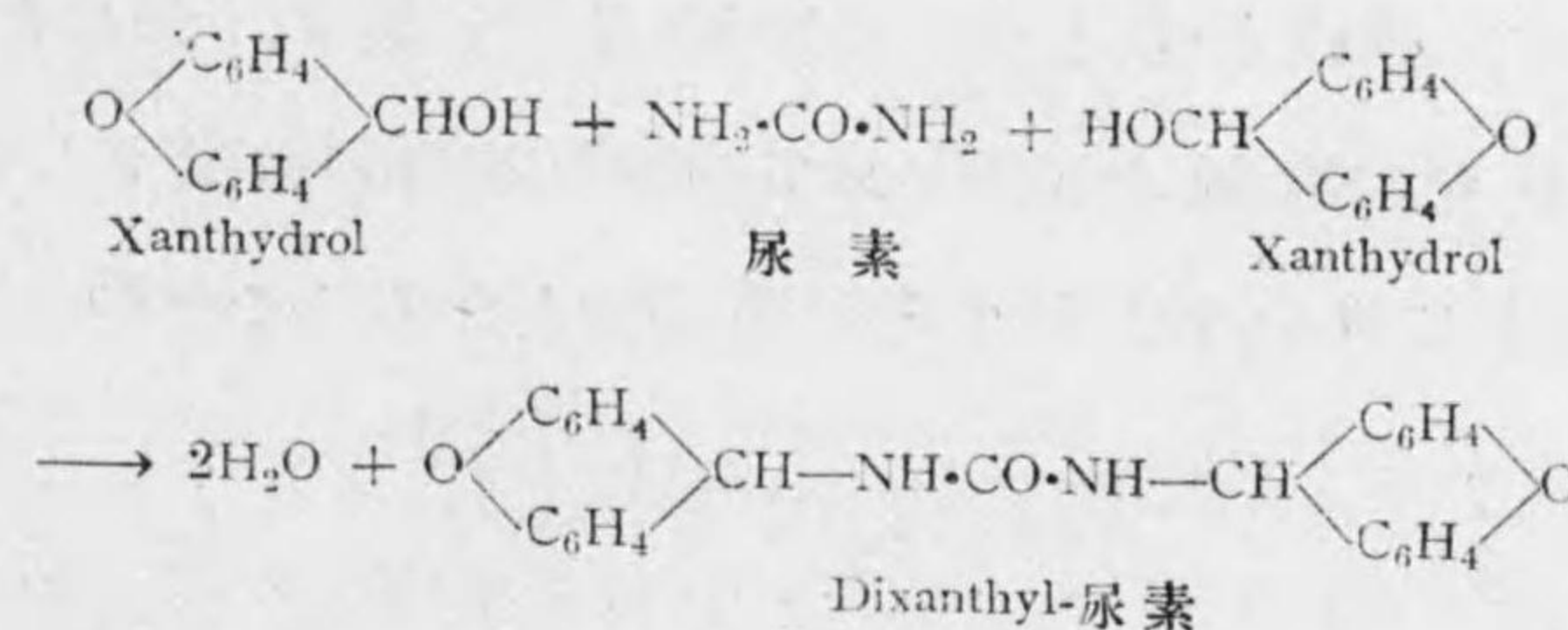
結晶を熔融點以上に熱すれば安門瓦斯を發生して分解す。ここに残留するものは Cyanur-酸及び Biuret なり。Biuret は二分子の尿素が一分子の安門を失ひて發生し、Cyanur-酸は更に Biuret 及び尿素が二分子の安門を遊離して結合したるものなり。



Biuret を水に溶解しこれに硫酸銅及び苛性加里を加ふれば赤紫色を呈す。尿素は安門の如く酸と結合する性を有す。この時尿素はその

一方の Amid-基のみを以て酸と結合し、他方の Amid-基は遊離の状態にあり、即ち尿素は一酸性の鹽基なり。硝酸とは硝酸尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{HNO}_3$ 、醋酸とは醋酸尿素 $(2\text{CO}(\text{NH}_2)_2)\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を作る。共に斜方又は六邊柱晶若くは板晶にして醋酸尿素は硝酸尿素よりも水に溶解すること少なし。これらは尿素的の製出に必要な化合物なり。

尿素は Xanthydrol と結合して甚だ不溶解性なる Dixanthyl-尿素的を形成す。



此反應は極めて特殊的にして1萬倍稀釋の尿素も15秒にして檢出せられ、80萬倍稀釋にても10分にして之を認むることを得べし。Xanthydrol は尿素のみに作用し、Amino-酸及 Peptid に對し何等の作用を呈せず。

Xanthydrol の溶液は 0.13 g の Xanthydrol を 2cc の Ethylalcohol に溶解し之を 1l の煮沸水中に投入し、冷却後必要なれば濾過して之を製す。尿素液に數滴の稀鹽酸を滴下し之に6倍の Xanthydrol 液を加ふる時は數分乃至數時間にして白色の針晶を析出す此沈澱の重量は尿素的の7倍なり。

尿素的の濃厚なる溶液は凝固蛋白質、澱粉其他の膠質を溶化せしむる性状を有す。恐らく生機上重要な關係を有すべし。

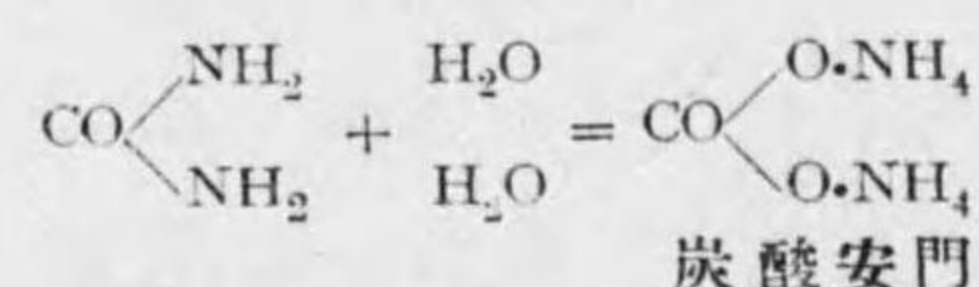
尿素は水溶液の状態に於てその一部を Cyan-酸安門に變じ兩

者の間に一定の化学平衡を存す。



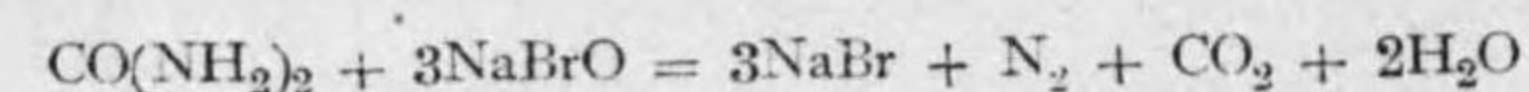
故に尿素を水に溶解しこれを煮沸してこの変化を迅速ならしむる時はその溶液中に硝酸銀にて沈澱する Cyan-酸安門の既に存在することを知り得べし。

尿素は水溶液の状態に於て煮沸せらるるも餘り分解することなく 1.5 時間内に約その 5—6 % の窒素を安門として分離せしむるに止まるも、若しこれを 180°C に熱するか若くは酸又は鹼を加へて熱すれば、加水分解を受けて炭酸安門に變ず。然れども常温に於ては變化の度微小なるを以て 40°C 以下の温度にて水酸化 Barium と共に真空内に於て之を濃縮せしむることを得。

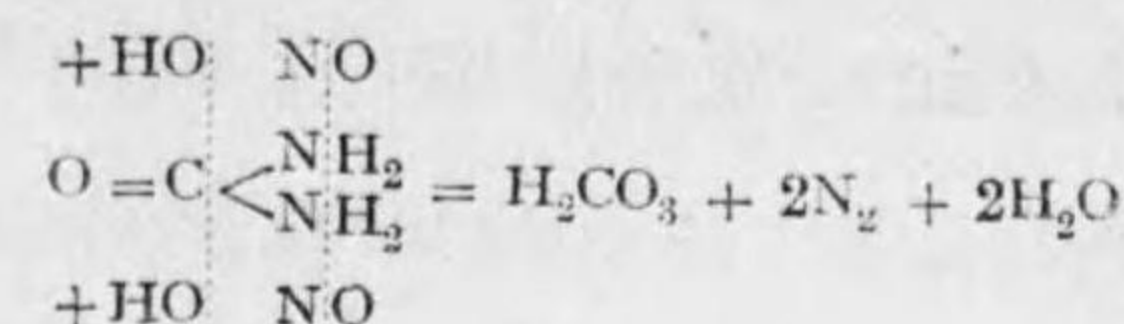


此反應は又植物種子(大豆等)及び細菌中に存在する尿素酵素によりても行はる。故に尿が腐敗する時は安門を發生す。大豆尿素酵素にて分解せらるる際發生したる安門を氣流によりて酸に吸収せしめ中和せられたる酸の量より尿素量を測定することを得。

次亜鹽素酸鹽若くは次亜臭素酸鹽は鹼性溶液に於て尿素を分解して窒素、炭酸及び水に變じしむ。例へば次亜臭素酸曹達を用ふれば左の反應を惹起す。

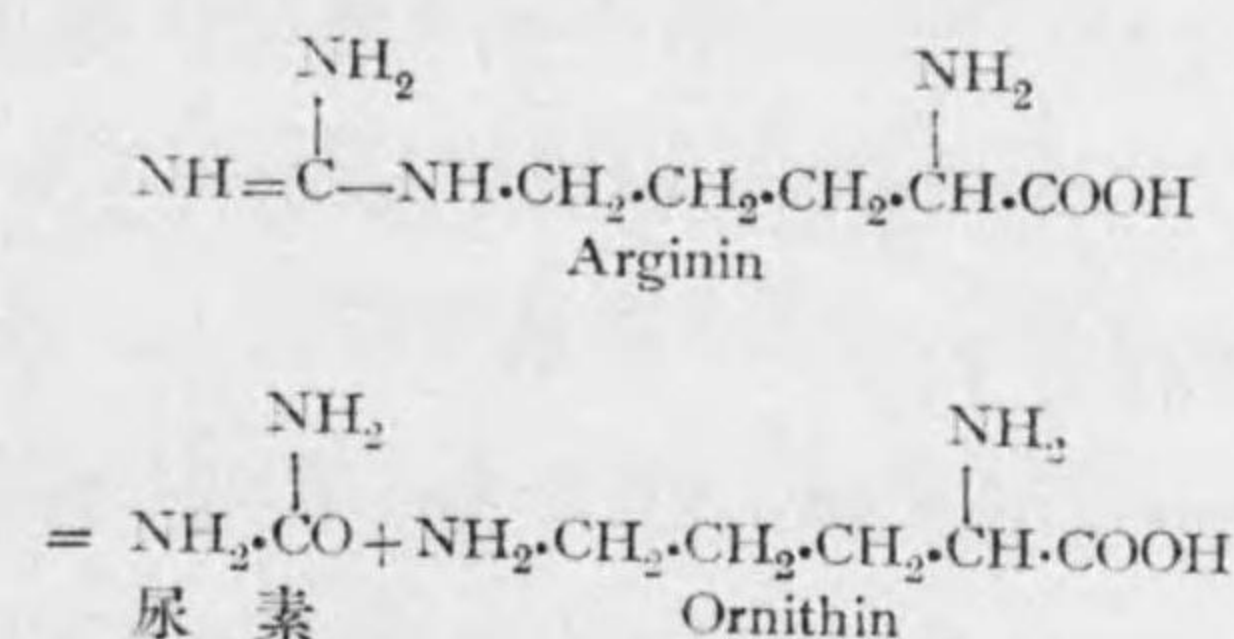


この性状を利用して臨牀上に尿素を定量する方法あり。Hüfner の尿素定量法これなり。然れどもこの分離は完全なるものにあらずるを以て善良なる定量法にあらず。尤も尿素の濃度稀薄にして鹼性度強き時は窒素の損失小なることを得。亞硝酸も亦同様に尿素を分解す。



尿素を醋酸性溶液に於て Phenylhydrazin と共に久しく加熱したる後放冷せしむる時は Phenylsemicabazid ($\text{NH}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}\cdot\text{NH}\cdot\text{C}_6\text{H}_5$) なる黄色にして斜方板晶をなせる沈澱を得べし。

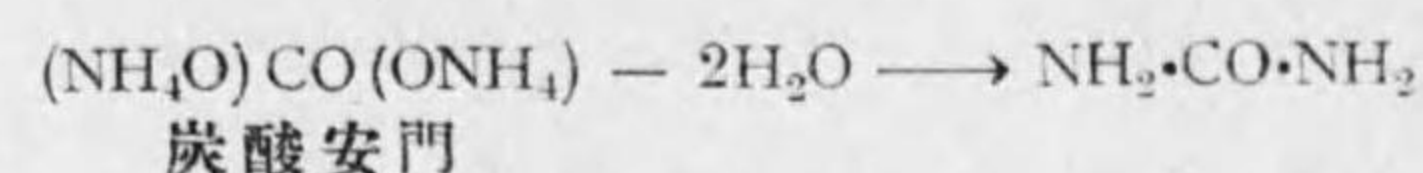
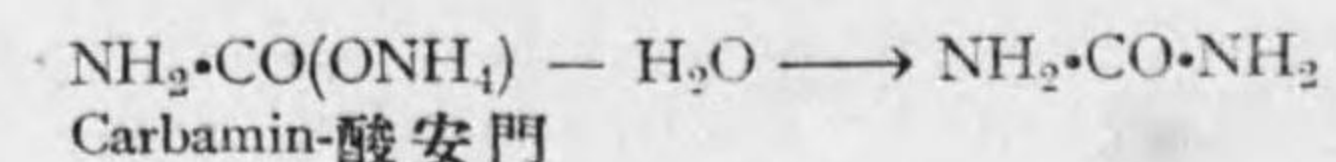
生成 尿中に排泄せらるる尿素の一部は体内に於て蛋白質分解産物たる Arginin が Arginin-酵素の作用を受くるによりて發生す。



然れどもかくの如くして發生する尿素の量は全尿素の約 10 % に過ぎず。爾他の大部分は体内に於て合成せらる

實驗的に動物に炭酸安門又は有機酸の安門鹽を腸より吸収せしむるか若くは血管内に注射する時は、これらの安門は尿素として尿中に排泄せらるるを見る。これ明かに体内に於て尿素が炭酸安門より生成せらるるの證なり。常態に於ては体内にて蛋白質が酸化せられ又は Amino-酸が分解せられたる際遊離したる安門が、同じく代謝産物たる炭酸と化合して、Carbamin-酸安門若くは炭酸安門を作成し、更に進んで尿素に變化せらるるものならむ。この際如何なる機序によりて尿素が Carbamin-酸安門若くは炭酸安門より生成せらるるや明かならずと雖も恐らく

Schmiedeberg の唱ふる如く失水反応によりて行はるるものならむ。尙他の生成機序に就ては700頁を参照すべし



体内に於て尿素生成の場處を尋ぬるに

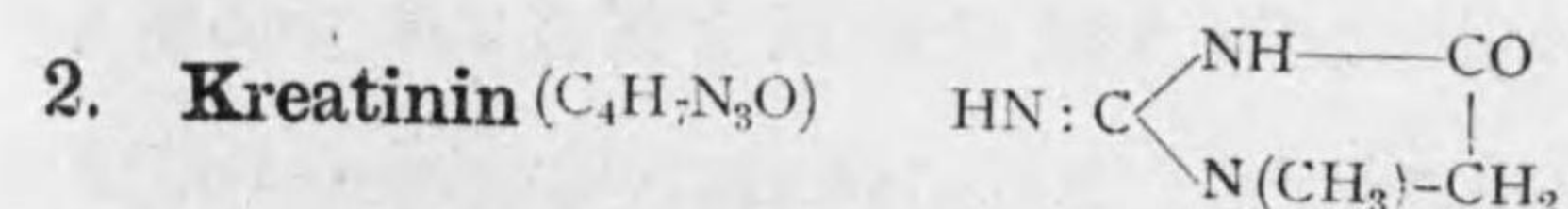
1. 腎臓は尿素生成の主なる場處にあらず。これ腎臓を除去するも血液中安門の量に増加を認むることなく、又更に血液の中に Carbamin-酸安門を注射すれば悉く尿素に変化せらるるを以て明なりとす。この際尿素は腎臓の缺如により排泄口を失ふを以て血液中に滞積す。

腎臓除去若しくは腎臓炎症の爲め腎臓よりの尿素の排泄行はれざる時は尿素は血液中に滞積し之と同時に他に排泄せらる。即皮膚に結晶として出現し、唾液、腸液等にも亦尿素の排泄を見る。腎臓炎症にて腎機能障碍せられ尿素が血液中に滞積する時下痢及嘔吐にて尿素を失ひ之により血液内尿素量著しく遞減せらるるを得ることあり。

2. 肝臓に於て尿素が生成せらるることは確實なり。完全に哺乳動物の肝臓を除去し之を生存せしめて尿素生成を検するは困難なるも犬に Eck の瘻管を作り門静脈の血液を直ちに下腔静脈に送りて肝臓を通過せざらしめ、肝臓は纔かに僅少なる動脈血によりて營養を受くるに止まらしむるに、かくの如き手術を受けたる犬は蛋白質に乏しき食物の飼養に對してはさしたる障碍を呈することなく、血液内安門の量にも變化を認めずと雖も、これに多量の肉食を與ふれば尿中に多量の安門を排

泄すべし。これ多量の蛋白質分解に伴ひ安門の量増大するも Eck の瘻管の爲めに肝臓を通過すること能はざるを以て完全に尿素に變ずることを得ずしてその儘尿中に排泄せられたるなり。かくの如き犬に有機酸の安門鹽を注射する時は健康犬と異なりこれを尿素に變ずること甚困難なるを見る。

近時 Bollman, Mann 及 Magath (Am. J. Physiol. 69, 371 [1924]) は多數の犬に就て肝臓を除去し一定時間之を生存せしむることに成功し此際其尿中に於ける尿素の排泄量、血液及組織に於ける尿素量の減少を認めて尿素が肝臓にて生成せらるるを確めたるのみならず、肝臓と同時に兩腎を除去する時は血液内の尿素量に増減なく、又豫め兩腎を除去せられ排泄口を失ひたる爲め血液内尿素の増加したる獸に肝臓を除去する時血液内尿素量は其儘恒定するの事實より肝臓が尿素生成の主なる場所なること確定したり。



一日に尿中に排泄せらるる Kreatinin の量は約 1—1.5 g なり。その量は饑餓時には減量し、Kreatinin を含むこと多き食物をこれば増量す。食物中に Kreatin を加へ飼養する時は Kreatin の一部は体内に蓄積せられたる後 Kreatinin に變じ尿中に排泄せらるる Kreatinin 量増加す (Chanutin¹)。食物が Kreatin 及 Kreatinin を含有せざる時は蛋白質を如何に多量に含有するも尿中 Kreatinin 量に何等の影響なく Kreatinin 排泄は全く内因性の根源を有す (Folin²)

¹ Chanutin: J. Biol. Chem. 67, 29 [1926]. ² Folin: J. Am. Physiol. 13, 66 [1905]

腎臓の排泄機能減少したる時に於ても Kreatinin は比較的よく尿中に排除せらるるを以て血液内 Kreatinin 量を増加すること少なし、故に若し血液内 Kreatinin 量が 100cc に對し 5mg に達するに至らば病症恢復の望なしといふ (Chase 及 Myers¹)

性状 無色光輝ある單斜柱にして約 12 倍の冷水に溶解し、温湯及び温-Alcohol に尙容易く溶解するも、Ether には殆んど溶解せず。鑛酸を以て酸性となしたる溶液より磷-Wolfram-酸、磷-Molybden-酸、Picrin-酸等にて沈澱す。Kreatinin は好んで諸種の重金属鹽と不溶解性の複鹽を作る、殊に Kreatinin の Alcohol-溶液に鹽化亞鉛の弱酸性溶液を加ふる時は特異なる Kreatinin-鹽化亞鉛 $(C_4H_7N_3O)_2 \cdot ZnCl_2$ の結晶を得、但しこのものは遊離鑛酸の存在に於ては析出せず。

Kreatinin を鹵性の溶液に於て久しく放置すれば Kreatin に變ず。

鹵性溶液にて Kreatinin を水酸化銅液と共に久しく加熱する時は Kreatinin は銅を還元するが故に銅液を用ゐて尿中の糖を定量するに際し誤謬を招き易し。これと同時に Kreatinin は又亞酸化銅と無色溶解性の化合物を作るを以て銅鹽の添加少きに失すれば赤色の亞酸化銅を沈澱せしむることなし、故に現に糖存在の場合にありても Kreatinin に妨げられ Trommer の糖試験によりてこれを證明する能はざることあり、而已ならず Kreatinin の存在多量なる時は Trommer の試験に於てこれを糖と誤解することあり、然れども Kreatinin は鹵性蒼鉛液を還元する性を以て Nylander の糖試験法によりてこれを糖と鑑別することを得べ

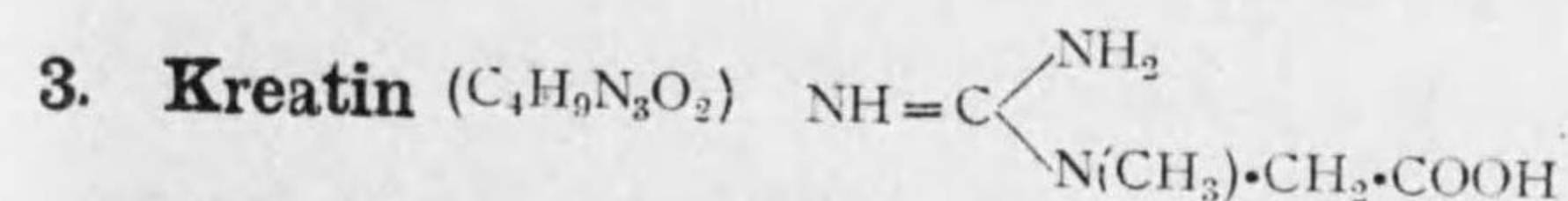
¹ Chase 及 Myers: J. Med. Assn. 67, 931 [1916]

し。

腐敗に對する Kreatinin の抵抗は比較的大なるを以て腐敗したる尿も尙よく Kreatinin の反應を呈す。Kreatinin の證明に對し Jaffé の反應及び Weyl の反應等あり。

生成 尿中に排泄せらるる Kreatinin は筋肉内 Kreatin より發生す。此際同時に糖の酸化を必要とするものの如く糖の供給不充分なる時は此變化不充分にして尿中に一部 Kreatin の出現するを見る。

Kreatinin は體內に於て一部分解せらるるも、一部は其儘尿中にて排泄せらる、故に Kreatinin の攝取量大なる時は尿中 Kreatinin 量増加す。

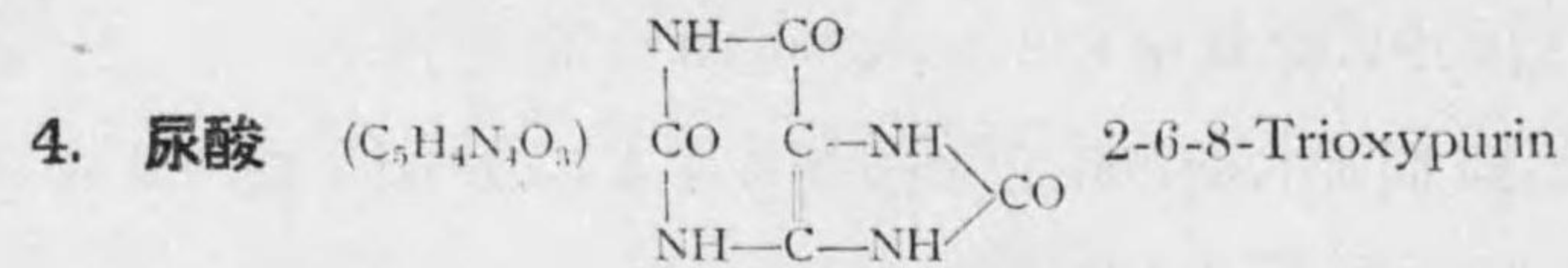


肉食を攝取せざる人の常尿中には殆んど Kreatin を缺如するか或はその量極めて僅少なり、然れども食物が Kreatin を含有する時はその一部はその儘尿中に排泄せらる。又饑餓時には筋肉の分解多量に行はれ其中に存する Kreatin は悉く Kreatinin に變ずる違なく尿中に出現す、その量 1 日に約 0.15—0.3g なり (此際糖を附與する時は Kreatin の出現停止す)。體內に於て筋肉の崩壊盛なる時、若くは Kreatin の Kreatinin に變化する機能減退する時は尿中に於ける Kreatin の量著しく増加す。即ち熱性病又は糖尿病者には屢 0.6g に上り、又癌の爲めに著しく肝臓を損傷せられたるものに 4g の Kreatin 排泄を見しことあり。酸素の吸入小なる時に際し尿中 Kreatin 量増加し Kreatinin 量を超過するこ

ごあり (Brunquist, Schneller 及 Loevenhart¹⁾)

婦人の尿中には妊娠時及び殊に分娩後に出現し(1日100mg
200mg以上に達することあり)又小児の尿は常にKreatinを含有す。

Kreatinの性状及び生成に就きては既に筋肉の條下に記述せり。



1日に尿中に排泄せらるる尿酸の量は約0.5—0.8gなり。尤も尿酸の排泄量は食物の種類によりて異なり、凡て核素を含むこと多き食物を攝取する時はその量大なり。

牛肉はPurin體を含有すること多く、これに反し牛乳、鶏卵、牛酪、米、砂糖はPurin體を含有せず、混合食及びPurin體を含まざる食物を攝取したる後尿中に排泄せらるる尿酸量を比較するに左の如し。

混合食	0.298
Purinを有せざる食物	0.190

尿酸が血液より尿中に排除せらるるは容易なりと稱するを得ざるものの如く腎臟機能障碍の初徴は血液内尿酸量が異常に増加することあり。

肺炎の解熱後及び白血病には増量す。健體に於ける尿酸及び尿素の量は1對50若くは70なるに白血病患者にありては1對9に至ることあり。

常尿にては尿酸は主として酸性尿酸曹達として存在し、一小部分は尿酸として存す、尿は水よりも尿酸を溶解する性あるを以て遊離の尿酸も通常尿中に溶存するも尿の酸性度一定度を

¹ Brunquist, Schneller 及 Loevenhart: J. of biol. Chem. 62, 93 [1924]

超越する時は尿酸の一部は徐々に大なる有色の結晶として析出す、このものは温むるも溶解せず、之に反し時として濃厚なる尿が放冷せらるるに際し尿酸曹達の非晶性沈澱發生することあり、このものは温むると同時に再び溶解す、尿が若し鹼性反應を呈する時は常に酸性尿酸安門の沈澱發生す。

性状 尿酸は板状若くは柱状をなせる無色の結晶にして Alcohol, Etherに溶解せず、水に溶解することも亦甚だ難く、約40000倍の冷水に溶解し37°Cに於ても尙且つ約15500倍の水に溶解するに過ぎず、尤もSalicyl-酸曹達, Atophan (2-Phenyl-4-Chinolincarbon-酸)-Natrium等を含有する水には溶解度大となる例へば1%のSalicyl-酸曹達は溶解度を倍にし0.1% Atophannatriumは之を3倍にするが如し。水溶液は酸性を呈す。

尿酸は鹽基と結合して二種の鹽を作る。その金屬一原子と結合せるものを酸性尿酸鹽と稱し、金屬二原子と結合せるものを正尿酸鹽と稱す。正尿酸鹽は水溶液にては不安定にして水解せられて酸性尿酸鹽に變ず。鹽類は一般に溶解性小なるも殊に安門鹽は溶解性を有すること少なく鹽化安門、硫酸安門等の濃厚なる溶液には殆んど全く溶解せず。

1%の水は18°に於て0.8328gの酸性尿酸曹達, 0.4141gの酸性安門鹽を溶解せしむ。37°に於ては1.5043及0.7413gの値を示す。然れども此等は新鮮なる溶液に於ける數値にして尿酸がLactam型よりLactim型に變ずる時は溶解度更に減少す。正曹達鹽は18°に於て77倍の水に溶解し、正石灰鹽は1500倍の水に溶く。酸性Lithium-鹽は60倍の水、酸性Piperazin-鹽は約50倍の水、Methylglyoxalidin-鹽は6倍の水に溶解すといふ。

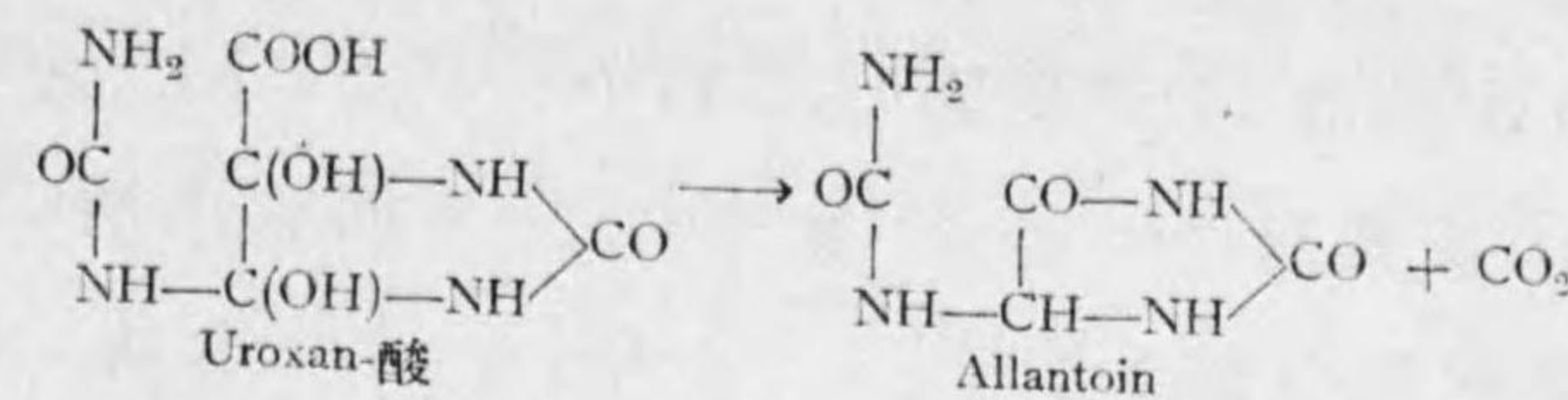
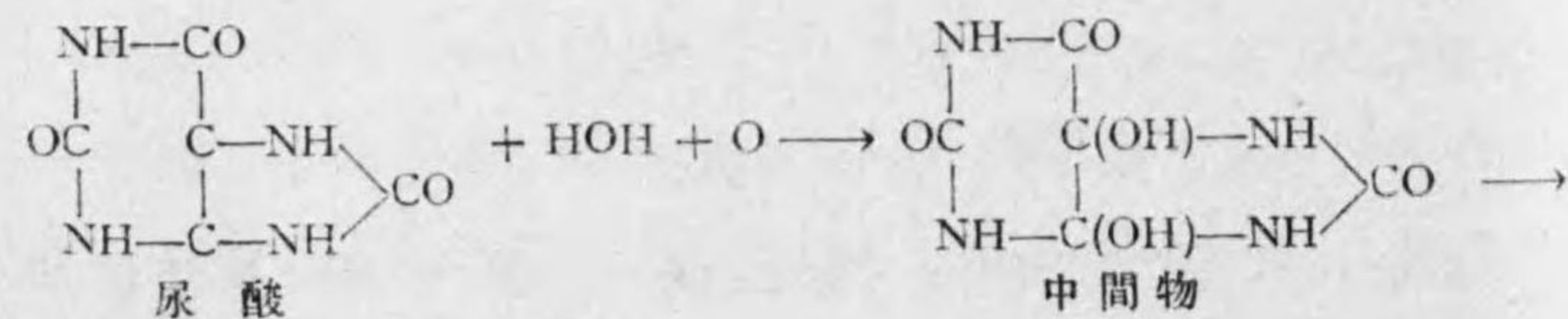
尿酸は還元性を有し滴性硫酸銅液若くは安門性銀液を還元す、従て尿中糖の検出に誤謬を來し易し、然れども滴性蒼鉛液を還元する性を有せず。尿酸を苛性曹達及び硫酸銅と共に煮沸するに際し硫酸銅の量過剰なる時は亞酸化銅の赤色沈澱を生ずるも、硫酸銅の量尿酸に比し遙かに少量なる時は發生したる亞酸化銅は尿酸と結合して尿酸第一銅の白色沈澱を發生す、多量の尿酸の存在に於て硫酸銅を亞硫酸曹達若くは糖を以て還元したる場合にも同じく尿酸第一銅の沈澱を得べし。

尿酸は Pikrin-酸、磷-Wolfram-酸等によりて悉く沈澱せらる。Magnesium-鹽の存在にて安門性銀液の爲めに完全に沈澱す。

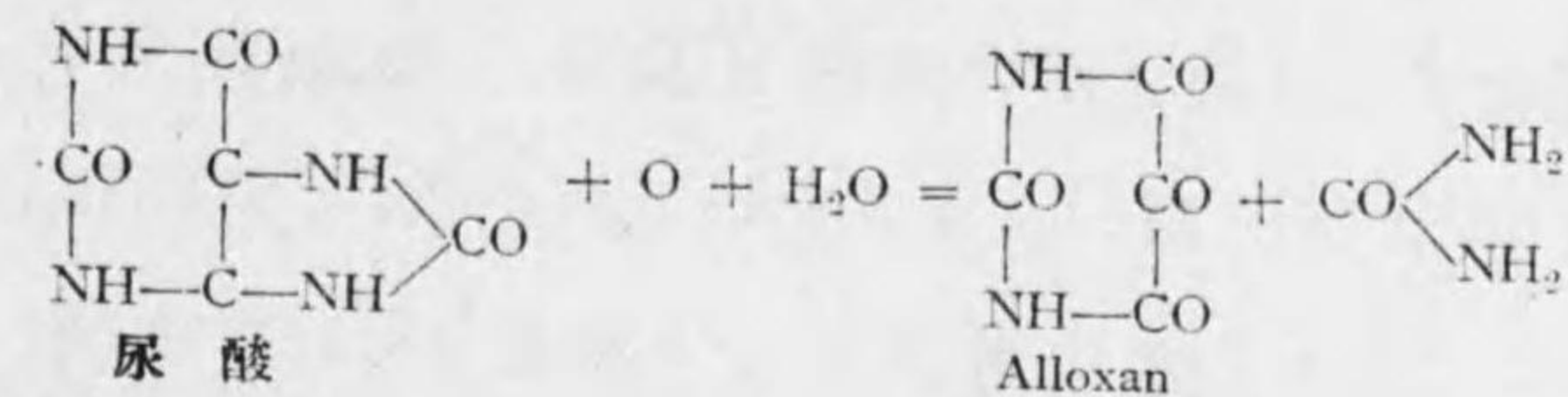
尿酸は酸に對する抵抗甚大なり。尿酸は強硫酸に溶解しこれに水を加へて稀釋する時は再び析出す、かくの如く強硫酸に溶解するは兩者の間に化合物 $C_5H_4N_4O_3 \cdot 2H_2SO_4$ の生成するが爲なり。

之に反し尿酸は滴性溶液に於て容易く分解せんとする傾向を有し、時日の経過及び温度の上昇と共に分解の度増大す、此際先づ Uroxan-酸を發生するものの如し。

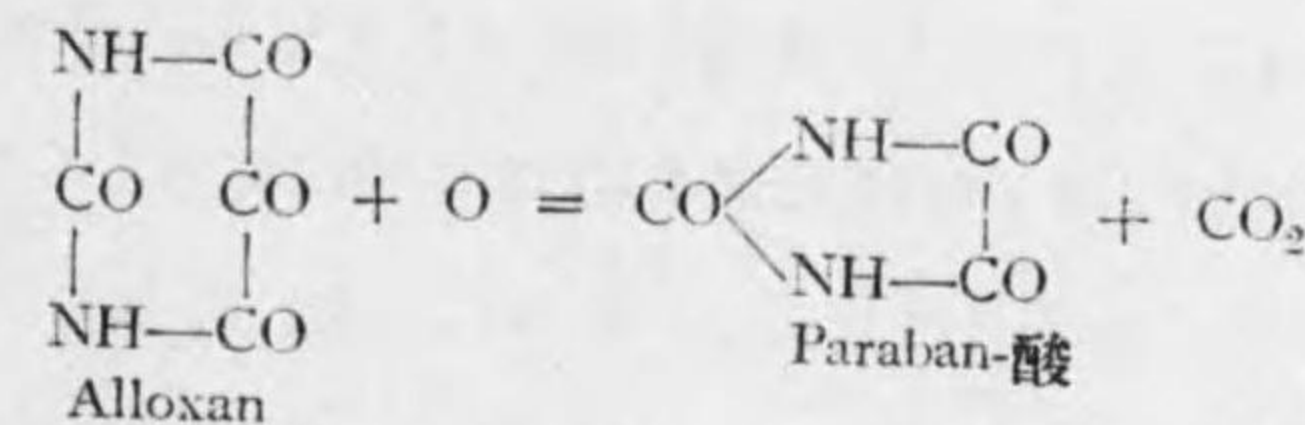
尿酸は中性又は滴性反應に於て過酸化鉛、過-Mangan-酸加里、褐石、Ferricyan-加里、酸化銅、酸化水銀等の爲めに酸化せらるる時は更に分解せられて Allantoin に變ず、此變化は又尿酸酵素にても亦營まる。



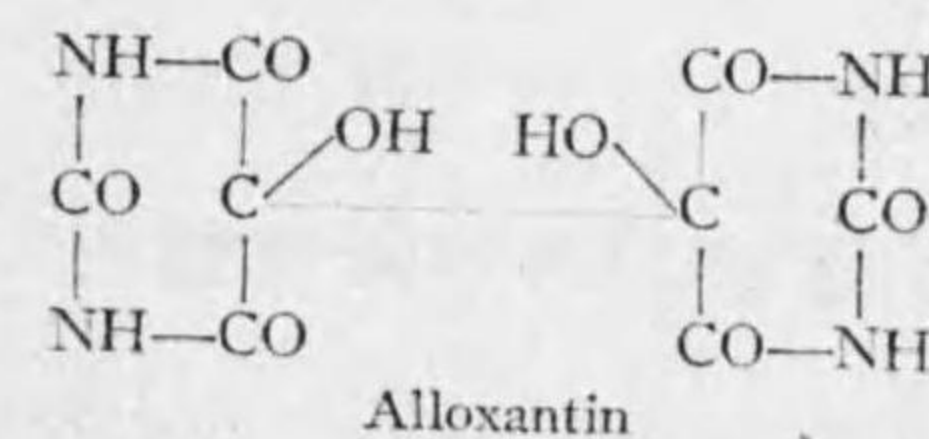
冷温にて濃硝酸、鹽素、臭素、沃度、褐石加硫酸等によりて酸化せらるる時は Alloxan に變ず。



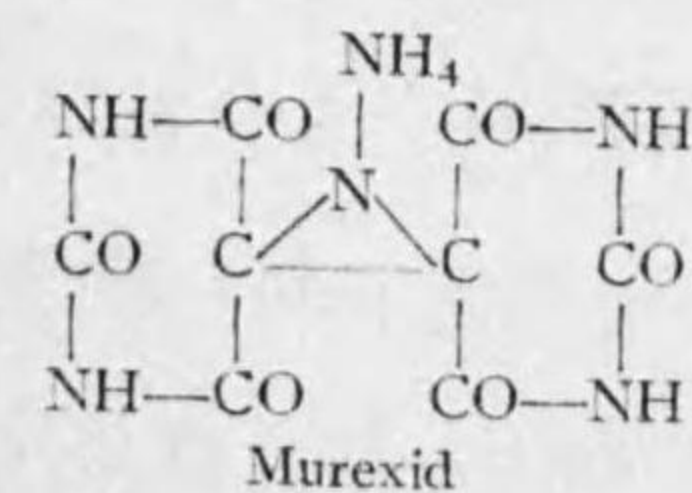
Alloxan はこれを濃硝酸と共に加熱すれば更に酸化せられて Paraban-酸に變ず。



又稀硝酸の作用により Alloxantin を生ず。



このものは過剰の安門によりて紫酸安門(Murexid)に變ず。



生成及び分解 人類及び哺乳動物に在りては尿酸は体内に於て核素より發生す。その一部は體細胞の分解によりて發生し

(之を内因性尿酸といひ其量1日に約0.3—0.5gなり), 他の一部は食物中の核素及 Purin-鹽基に由來す(之を外因性尿酸と稱す). 肝, 腎, 胸腺等核酸を含有すること大なるものを食物として攝取する時は尿中 Purin 量増大し, 又肉羹攝取後にも Purin 排泄量を増す. 之に反し乳汁, 鶏卵, 米等は殆んど Purin を缺き此等のみを攝取する時は尿酸の排泄量減す. 體細胞及食物中の核酸は核酵素の作用により Hypoxanthin 及び Xanthin に變じ, 此等は更に Xanthin-酸化酵素により酸化せられて尿酸に變ずるなり. 此等の機序は核酸中間代謝の條下に之を詳述すべし.

鳥類にありては哺乳獸と異なり尿酸の大部分は合成作用によりて發生するもの如し, 此れ 1. 鳥類に安門若くは尿素を與ふる時は尿酸の排泄量を増加すること 2. 鳥類の肝臓を除去する時は尿酸の排泄量著しく減すると同時にそれに相當する窒素を安門として尿中に排泄し且つ尿中に多量に乳酸の排泄を見ること, 3. 體外に剔出したる新鮮なる肝臓に Amino-酸若くは安門及び乳酸を輸血する時は尿酸の發生するを見ること等によりて推定するを得べし. 人類に於てはかくの如き合成行はれざるもの如し.

尿酸を人類及高等猿類以外の動物體内に注射すればその儘尿中に排泄せらるるは極めて僅少にしてその大部分は酸化せられて Allantoin に變じ更に分解せらる, 此れ肝臓, 腎臓, 筋肉, 骨髓等に存在する, 弱鹼性若くは中性反應に於て作用する尿酸酵素の働きに因るなり. かくの如く動物體内に於ては一方に尿酸を發生すると同時に他方にはこれを分解する作用あるを以て尿中に排泄せらるる尿酸の量は體内に於て發生する尿酸の量を示すものにあらず.

Hunter 及 Givens に從へば各種哺乳動物に於ける尿酸, Allantoin 及 Purin-鹽基の量は下記表中に見る如く大に差異を呈す. 但し表中解尿酸指數は Allantoin 及尿酸 N に對する Allantoin の比を表はし, Purin-係數は體重 1 kg に對し1日中に排泄せらるる Purin-allantoin N の mg をいふ.

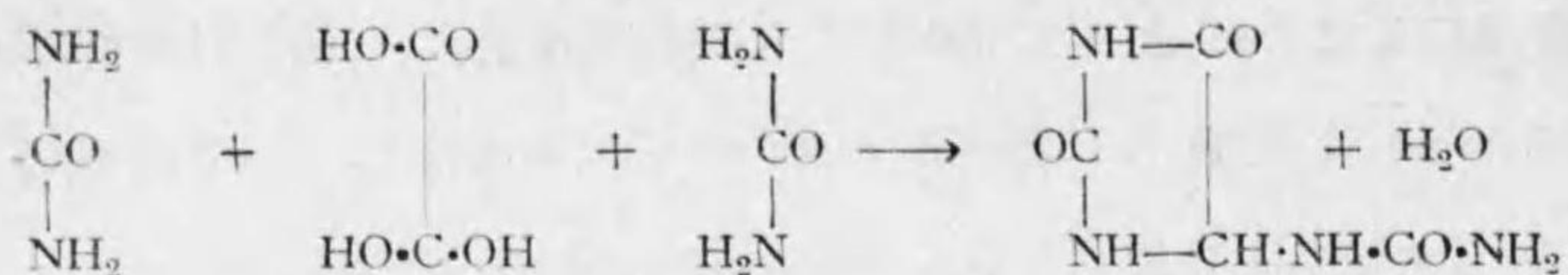
屬及種	全 Purin N g	全 Purin-Allantoin N に對する比			解尿酸 指數	Purin- 係數
		Allantoin	尿酸	鹽基		
Marsupialia						
Opossum	0.04	76.0	19.0	6.0	79	4.1
Rodentia						
家兔					95	26.0
海狸		91.0	6.0	3.0	94	27.0
鼠		93.7	3.7	2.7	96	37.0
Ungulata						
羊	0.2—0.6	64.0	16.0	20.0	80	8.0
山羊	1.0	81.0	7.0	12.0	92	17.0
牛	8.0	92.1	7.3	0.7	93	18.0
馬	1.6	88.0	12.0	0.5	88	3.7
豚	0.3	92.3	1.8	5.8	98	12.0
Carnivora						
浣熊		92.6	5.4	2.0	95	16.0
獾	0.25	96.9	1.9	1.2	98	28.0
犬	0.1—0.3	97.1	1.9	1.3	98	29.0
Coyote	0.15	95.6	2.6	1.8	97	23.0
Primata						
猿	0.045	66.0	8.0	26.0	89	4.5
黑猩猩					0	
人	0.2	2.0	90.0	8.0	2	2.5

5. Allantoin (C₄H₆N₄O₃), NC(=O)NC(N)=O

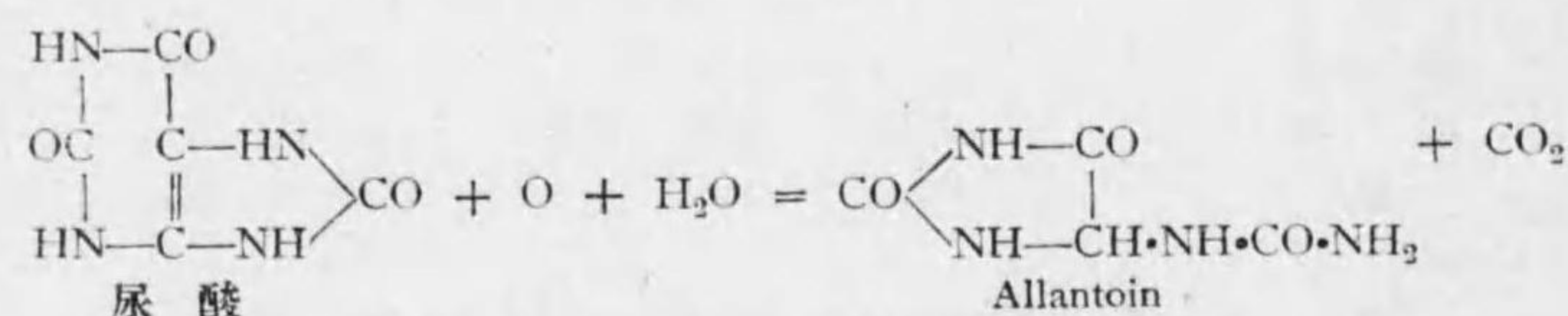
Allantoin は生後1週間以内の嬰兒の尿中(1日中に1—2mg)に存在し又極めて微量に成人の尿中に存在す. 妊娠せる婦人の尿中には稍多量に存在すといふ.

Allantoin は Glyoxyl-酸が2分子の尿素と結合したる如き化合物

なり、



Allantoin を滴と共に熱すれば尿素と Glyoxyl-酸とに水解せらる、Allantoin は哺乳動物の体内に於て尿酸酵素の爲めに尿酸より発生す。



然れども人に就いてはこの變化を證明すること能はずと云ふ。

犬に Allantoin を注射する時は殆んど全くそのまま尿中に排泄せらるるも人に於てはその大部は燃焼せられ、尿中に排泄せらるるは極めて少量に過ぎず。

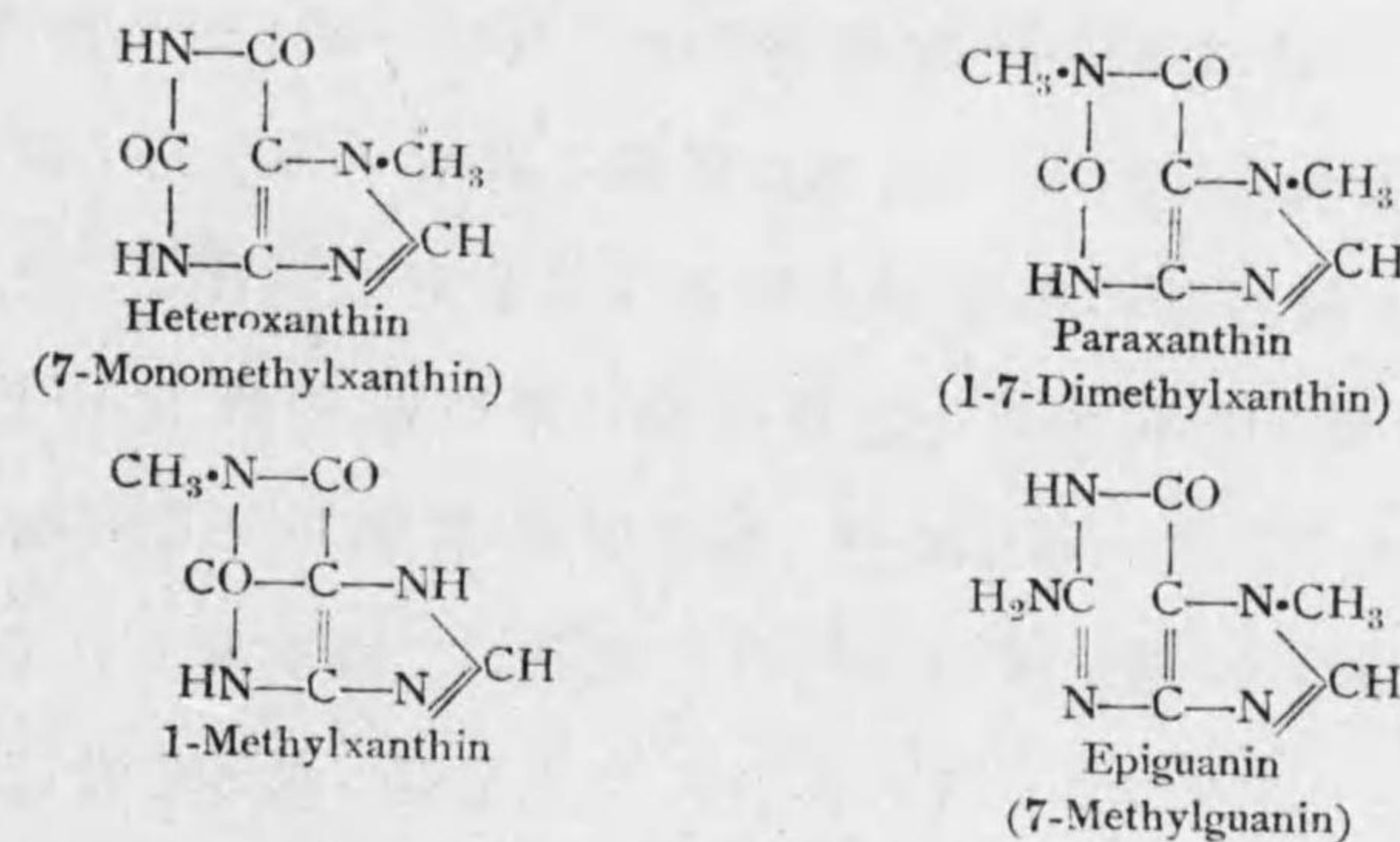
Allantoin は星芒状に集合する無色の柱晶にして 231°C の熔融點を有し、冷水には溶解し難きも熱湯には溶解す、Alcohol 及び Ether には溶解せず、滴に容易く溶解す、Allantoin 水溶液は硝酸銀加安門によりて沈澱し安門の過剰に溶解す、又硝酸水銀に沈澱するも、燐-Wolfram-酸、醋酸鉛等によりて沈澱せず、Allantoin は Fehling の溶液と久しく煮沸すればこれを還元する性を有す。

6. Purin-體

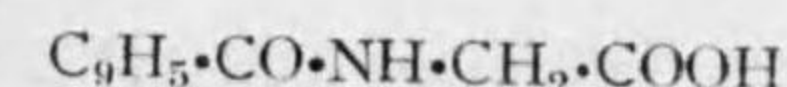
尿酸以外に人尿中に存在する Purin-鹽基の量は極めて微量にして且つ人によりて差異あり、1日に排泄せらるる量は凡 16-

45 mg なるべしと云ふ、核素を多量に含有する食物を攝取したる後並びに体内に於て白血球が多量に崩壊したる際には尿中に於ける Purin-體の量増加す。

尿中に常存する Purin-體の主なるものは Xanthin, Hypoxanthin, Guanin, Adenin 等にして此外 Heteroxanthin, Paraxanthin 及び 1-Methylxanthin 等の Methylpurin あり、此等 Methylpurin は主に吾人の嗜好する Theobromin, Coffein, 及び Theophyllin より体内に於て脱-Methyl-作用により発生したるものなり。



7. 馬尿酸 Acidum hippuricum (C₉H₉NO₃)



馬尿酸は食草動物の尿殊に馬尿に比較的少量に含有せらるる人尿には極めて僅少なれども常存し、殊に植物食例へば果實、蔬菜を食したる時に増量す、24時間に排泄せらるる馬尿酸の量は平均 0.7 g なりとす、然れども少なきは 0.1 g に過ぎず、多きは 2 g に達することあり。

性状 187.5°C にて熔融する白色の針状晶若くは斜方柱晶にして、結晶生成の遲速によりて少しくその形状を異にす、600倍

の冷水に溶け、Alcohol 熱湯には容易く溶解す、Ether には溶け難く、Benzol 及び石油-Ether には全く溶解せず(これ安息香酸と異なる所なり)、水蒸氣と共に揮發せず、比較的強度の一鹽基性酸にして滴と結晶性鹽類を作成すること多し。

馬尿酸は滴、酸、細菌作用、及 Histozym (腎臓中に存す)により分解せられて Glycocoll 及安息香酸に變ず。

生成 馬尿酸は體內に於て安息香酸と Glycocoll の合成によりて發生す。Glycocoll は組織内に於て蛋白質の分解に際して發生し、安息香酸は植物性食物の中に含まるるものに由來す。然れども饑饉状態にある犬又は單純に肉食のみを以て飼養せられたる犬も尙多少の馬尿酸を排泄するを以て見れば、尿中に於ける馬尿酸の構成分たる安息香酸は單に植物性食物より來るのみならず、その一部は腸内に於て蛋白質腐敗の際に發生したる Phenylpropion-酸が吸収せられ、體內にて酸化せられて生じたるものなるべしと云ふ、犬に多量の甘汞を與へ腸を充分に消毒する時に馬尿酸の排泄を見ざるはこの説に一致する事實なり。

犬に於ては安息香酸と Glycocoll との合成は主として腎臓に於て行はる。體外に取り出したる新鮮なる腎臓の脈管を通じて安息香酸及び Glycocoll を含める血液を輸送する時は馬尿酸の生成を認むべく、又腎臓組織を粥狀に細碎してこれに安息香酸及び Glycocoll を含める血液を加へ置く時も亦馬尿酸の發生するを見む。家兎にありては肝臓及び筋肉に於ても亦馬尿酸の合成せらるること確定せられたり。

人間に於ては馬尿酸の生成は主として腎臓に於て行はるるも

の如く一定量の安息香酸を服用せしめたる後排泄せらるる馬尿酸量によりて腎臓の機能を窺知することを得べし。Kingsbury 及 Swanson: (J. Biol. Chem. 46, IV [1921]) 熱性病及び腎臓病者には腎臓細胞の合成力減少し馬尿酸の排泄量減少す。

8. Amino-酸

常尿にも少量の Amino-酸あり Amino N 量は全窒素の約 1.5% (0.5—2%) に當る。肝臓疾患殊に燐及砒素中毒の際増量す。

尿中の Amino-酸を検出するには β -Naphthalinsulfochlorid を作用せしめ β -Naphthalinsulfoamino-酸の結晶を作るべし。定量には Sørensen の Formol-滴定法を用ふ。

9. Ether-硫酸

腸内に於て蛋白質腐敗の際に Tyrosin より發生したる Phenol 並びに Tryptophan より發生したる Indol 及び Scatol は吸収せられて、Phenol は直接に硫酸と結合し、Indol 及び Scatol は體內主として肝臓に於て酸化せられて Indoxyl 又は Scatoxyl に變じたる後硫酸と結合して Ether-硫酸となり、主として加里鹽として尿中に排泄せらる。

人尿中に存在する Ether-硫酸の量は 1日に約 0.25 g にして尿中無機硫酸の約 $\frac{1}{10}$ に相當す。然れども尿中に於ける Ether-硫酸の量は芳香性物質の攝取如何及び體內に於ける腐敗の多少により著しくその量を變ず。

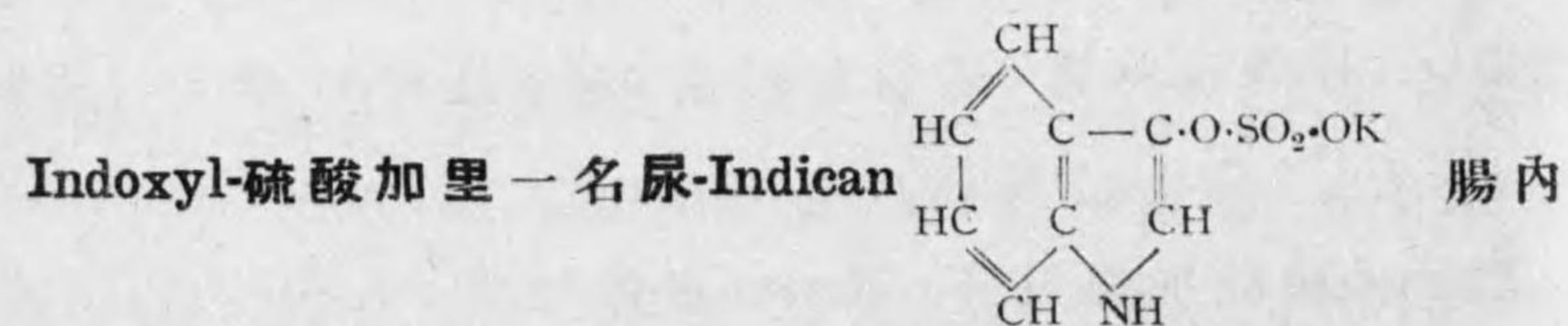
Phenol-硫酸加里及び p-Kresol-硫酸加里 人尿中に存する Phenol-硫酸加里 $C_6H_5 \cdot O \cdot SO_3K$ 及び p-Kresol-硫酸加里 $C_6H_4(CH_3) \cdot O \cdot SO_3K$ の量は極めて少量にして 24時間内に凡そ 0.03 g に過ぎ

ず、而してその大部分は Kresol-硫酸加里よりなる。植物性食物を攝取する時は混食時よりも Ether-硫酸の排泄量大なり。病的にありては腸管閉塞、廣汎性腹膜炎、結核性腹膜炎に於けるが如く腸の内容物停滯して腐敗作用亢進する時又は化膿性潰瘍或は膿腫の腐敗物が吸収せられたる時著しく Ether-硫酸の量を増加す。

Phenol-及び Kresol-硫酸加里は白色の光輝ある板状晶をなし、水に容易く溶解するも、冷 Alcohol には溶解し難し。これを稀薄なる鹽酸を以て煮沸すれば硫酸及び Phenol 若くは Kresol に分解す。

石炭酸中毒の際に排泄せられたる尿はこれを空氣中に放置すれば暗褐色を呈す。これ石炭酸より体内に於ける酸化によりて發生したる Brenzcatechin(o-Dioxybenzol) 及び Hydrochinon (p-Dioxybenzol) が硫酸と結合して尿中に排泄せられ而してこれが空氣中にて分解を受くるが爲なり。

焦性-Catechin-硫酸加里 $C_6H_3(OH)O \cdot SO_3K$ 常尿中に微量に存在し主として植物性食物内芳香性物質に由來す。このものを含有する尿を大氣中に放置すれば暗褐色に變ず、この變化は殊に尿が鹼性反應を呈する時に明かなり。Fehling の液を還元する性を有す。



に於て蛋白質腐敗に際し Tryptophan より發生する Indol

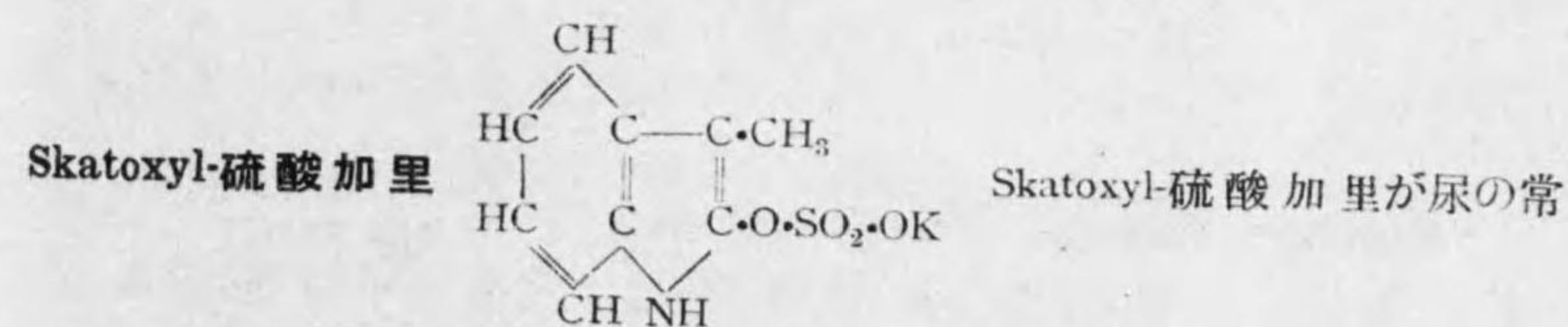
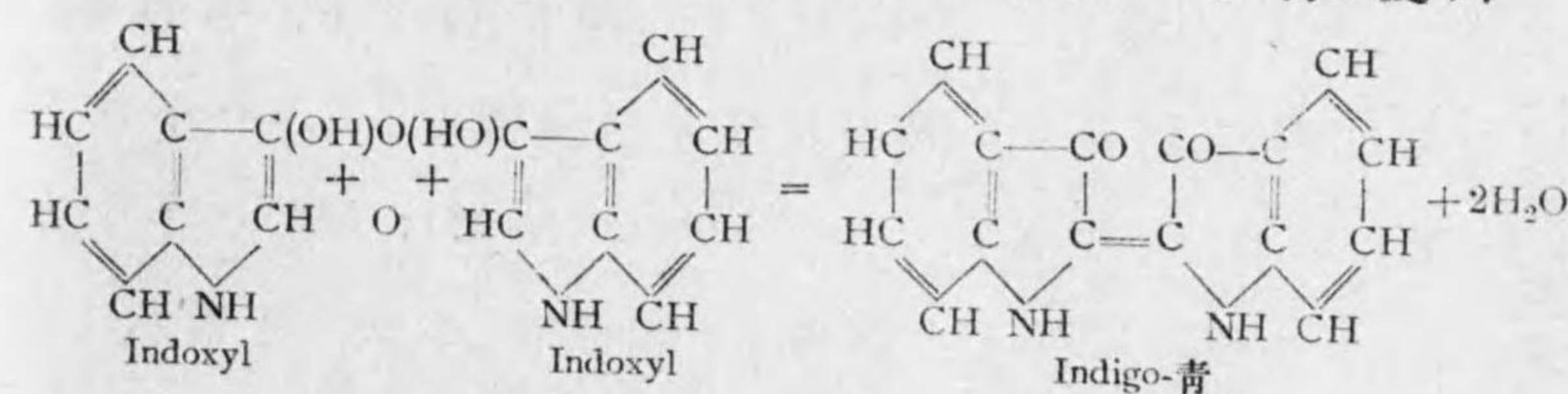
$$H_6C_4 \begin{array}{c} \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH} \end{array} \text{CH}$$

が吸収せらるるや体内に於て酸化せられて Indoxyl

$C_6H_4 \begin{array}{c} \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C(OH)} \end{array} \text{CH}$ となり、この物は硫酸及び Kalium と化合して Indoxyl-硫酸加里に變じて尿中に排泄せらる。實驗的に Indol を皮下に注射するときも亦尿-Indikan の増量を認むるを得べし。

常態に於て尿中に含まるる Indikan の量は僅少にして 24 時間中に 12—20 mg に過ぎず。肉食時には増量し菜食時には減量す。病的に小腸の通路に障碍ありてその内容物停滯し腐敗作用亢進する時は尿-Indikan の量著しく増加す、これに反し大腸の内容物停滯に際しては Indikan の増量を認めず。その他肝臓癌、化膿性腹膜炎、化膿性肋膜炎等種々の化膿作用行はるる時は Indikan の排泄量増加すと云ふ。

Indoxyl-硫酸加里は無色光輝ある板状結晶にして水に容易く溶解し、Alcohol にも亦溶解す。鹽酸によりて硫酸及び Indoxyl に分解し、この際に空氣の存在を缺く時は Indoxyl-赤となり、これに反し空氣又は他の酸化劑存在する時は Indigo-青に變ず。



成分たるや否は未だ確定に至らず、蓋し Skatoxyl は常尿に於て Glycuron-酸と結合するものの如しと云ふ、若し現存する時は全く Indoxyl-硫酸加里の發生を其軌を一にし腸内に於て腐敗の結果生じたる Scatol (即 Methylindol)

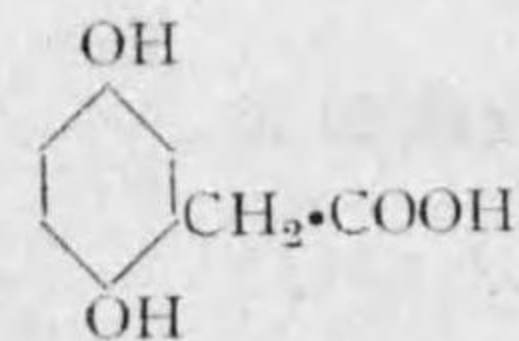
$C_6H_4 \left\langle \begin{array}{l} CH \\ C(CH_3) \end{array} \right\rangle NH$ が体内に於て酸化せられて Scatoxyl $C_6H_4 \left\langle \begin{array}{l} NH \\ C(CH_3) \end{array} \right\rangle C(OH)$ となり、これが硫酸及び加里と化合して Scatoxyl-硫酸加里となるものなり。Scatoxyl-硫酸加里も亦 Indoxyl-硫酸加里の如く無色の板状晶なり、このものは水に溶解するも Alcohol に溶解難し、その水溶液は鹽化鐵によりて紫色に變ず、強鹽酸に遇ふ時は赤色となり次で赤色の沈澱を析出す、これを Scatol-赤と云ふ、この Scatol-赤は Ether, Chloroform に溶解せず、Amyl-alcohol に溶解す。

11. 芳香性 Oxy-酸 Aromatische Oxysäure

尿中に存在する芳香性 Oxy-酸は腸内に於て Tyrosin, Tryptophan, Phenylalanin 等の腐敗分解によりて發生し、体内に吸収せられたる後尿中に排泄せらるるものなり。故に腸腐敗を遏止する時は尿中に全くこれを認むることなし。

人の常尿中主として存在する芳香性 Oxy-酸は p-Oxyphenyl-醋酸及び p-Oxyphenylpropion-酸なり。これらは常態にては極めて少量にして 1 l 中僅かに 0.01—0.02 g に過ぎざれども、病的殊に磷中毒の際には増量す。酸の大部分は滷鹽として、一小部分は硫酸と結合して存在す。p-Oxyphenyl-醋酸は 148°C, p-Oxyphenylpropion-酸は 125°C にて熔融する結晶にして共に臭素水に遇ひて沈澱し、且つ Millon の反應を呈す。

Homogentisin-酸 Homogentisinsäure



Homogentisin-酸は Alcapton-尿症と稱する一種の代謝異常症の際に尿中に出現する芳香性 Oxy-酸にして、Alcapton-尿が空氣中に於て殊に滴を添加したる時に褐色乃至黒色に變ずるは該酸の

存在するが爲なり。Alcapton-尿症はよく血族結婚をなせる者の子孫に生じ家族的に現はるる病症にして大底一生を通じて繼續するも何等の害を醸さざるものなり。1日に排泄せらるる Homogentisin-酸の量は時によりて大差あれども少なきも 3g を下らず多きは約 19g に達すと云ふ。Tyrosin 及び Phenylalanin に富める蛋白質を多量に食する時は Homogentisin-酸の排泄量も亦從て増加す。

Phenol-類と異なり腸内腐敗作用の際發生するものに非ず。体内にて Phenylalanin 及 Tyrosin 等が分解せらるる時中間に發生するものなるべく正常には直ちに更に變化するも Alcapton-尿症に於ては其儘排泄せらるるものならむといふ。

Homogentisin-酸は一分子の結晶水を有する柱状晶にして熔融點は 147°C, 空氣中に放置すれば徐々に結晶水を失ひて風化す、100°C 以上に熱すれば Lacton に變化し、191°C の熔融點を有するものとなる。水、Alcohol, Ether には容易く溶解し、石油-Ether, Chloroform, Benzol には殆んど溶けず。水溶液は須臾にして黄變し、滴の存在に於て空氣に觸るるや直ちに暗褐色乃至黒色を呈す、Alcapton-尿に少量の苛性曹達若くは安門を加ふる時は尿は表面より下に向ひ徐々に緑褐色に變じ、これを攪拌すれば全部直ちに暗褐色若くは黒色に變ず。Homogentisin-酸は醱酵性を有すれども旋光性を有せず。滷性銅液及び安門性銀液を還元するも蒼鉛を變化せしむることなし。鹽化鐵を加ふる時は 4000 倍の稀釋度に於ても亦青色を呈す、濃厚なる鹽化鐵と共に煮沸する時は Chinon の臭氣を發す。Millon の反應は著明なり。その

鉛鹽 $(C_8H_7O_4)_2Pb \cdot 3H_2O$ は無色の結晶にして水に溶解することなし。



犬の尿中にのみ見出さる、水に溶解すること甚だ困難なり。光輝ある柱晶にして $266-267^\circ$ に於て熔融すること同時に分解す(この時に生ずるものを Kynurin と稱す)。犬尿に鹽酸を加へ放置する時に生ずる結晶は尿酸と Kynuren-酸との混合物なり。Kynuren-酸は稀薄なる安門に溶解し尿酸はこれに溶けざるによりて兩者を分つことを得。Tryptophan より發生す(749 頁参照)

12. 尿色素

常尿中には種々の色素あり。尿に黄色を興ふる Urochrom あり。尿沈渣に赤色を附する Uroerythrin あり。その外極めて少量の Hematoporphyrin も亦存在す。

上記諸種尿色素の外、新鮮なる尿は Urobilin-原なる色素原を有す、このものは光線及び空氣の爲めに Urobilin なる色素に變ず、又 Urobilin-原以外に尙常尿中に酸に遇ひて色素を作る色素原あり、例へば Indol-醋酸の如し、このものは痕跡の亞硝酸加里の存在に於て濃鹽酸に遇へば Urorosein なる色素に變ず。

その他尿中に存在する糖質に酸が作用する時は色素及び Humin-質を生ず。

Urochrom Urochrom は Alloxypotein-酸の一種にして醋酸銅にて沈澱する性状によりて他の尿蛋白酸と區別することを得。

尿色素の主なる部分をなし尿に黄色の色彩を興ふる。24 時間に排泄せらるる量は約 $0.4-0.7$ g にして傳染病者の尿に於て殊に増量す。

全く新鮮なる尿は Urochrom を含有せずして其前身たる Urochromogen を含む。此者は硫酸安門によりて沈澱することなく Ehrlich の Diazo-反應を呈するも空氣中に放置せられて光若くは熱の作用を蒙る時は漸次酸化せられて Urochrom に變じ、酸化の度更に進む時は Uromelanin となる。酸化を蒙るに従ひて硫酸安門にて沈澱する性を帯ぶるに至り又 Ehrlich の反應は陰性となる。又 Urochromogen も、Uromelanin も皆硫黄を含有する中性硫黄化合物にして體內細胞が病的に分解する時(結核、癌)に増量す。Uromelanin は Indol, Tryptophan 誘導體の Melanin と異なり Alcohol に溶解せず(Weiss¹)。

褐色乃至暗黄色の非晶性粉末にして水、氷醋酸及び稀薄なる Alcohol に容易く溶解し、無水-Alcohol に溶け難く、Ether, Benzol, Chloroform には溶解せず。水溶液は常尿の色彩を呈しその溶液より鉛醋、硝酸銀(褐色)、醋酸銅、醋酸水銀(黄色)、鹽化鐵、磷-Wolfram-酸、磷-Molybden-酸によりて沈澱す。

その溶液を醋酸安門にて飽和するも大部分は尙溶存す。溶液は分光像中に吸収帶を呈せず、又これに安門及び鹽化亞鉛を加ふるも螢光を放たず、これ皆 Urobilin と異なる處なり。

Urochrom は還元作用を呈す、即ち甚だ稀薄なる鹽化鐵及び赤色血滴鹽の混合溶液にこれを加ふれば直ちに伯林青を生じ又

¹ Weiss: Bioch. Z. 133, 133 [1922]

沃度酸を還元してこれを沃化水素に變せしむ。

Urobilin 分光像中に特異の吸収帯を示し且強度の螢光を放つ一種の色素なり。新鮮なる尿中には殆んど存在することなく、大部分はその色素原たる Urobilinogen として含有せられ、光線及び大氣の作用を受けてこれより變生す。Urobilin (或は Urobilinogen) は尿中に含有せらるること甚だ少量にして、一日の排泄量は僅かに 20—25 mg に過ぎず。但し蛋白質に富む食餌の時及饑餓時に増量す (Adler¹⁾)、又肺炎、猩紅熱、Typhus 罹患時には 600 mg に達することあり。其他内出血又は血球崩壊を來たす如き疾患及び或る藥劑の内服その他黄疸症等に際しては著しく増加し、これに反して磷中毒の際には著しく減少すと云ふ。

性状 Urobilin は未だ純粹の状態に製出せられず多くは赤褐色乃至赤黄色を呈する非晶性粉末をなし常に少量に他の尿色素を混ざるものの如し。Urobilin は Alcohol, Amyl alcohol, Chloroform に能く溶解し、水及び Ether, 醋酸-Ether には溶解難し。滴及び安門を加へて滴性となしたる水に容易く溶解し、これに酸を加へて酸性となすときは再び析出。Urobilin は尿を硫酸安門にて飽和せしめこれに硫酸を加ふれば完全に沈澱す。

Urobilin を溶存する Chloroform を滴溶液と振盪する時は Urobilin は Chloroform より水溶液に移行す。Urobilin 水溶液は磷-Wolfram-酸及び亞鉛、鉛等の重金屬鹽によりて沈澱するも硫酸水銀に沈澱せず。

Alcohol 溶液はその濃度及び反應により種々の色を呈す。中性

¹ Urobilinogen

酒精溶液は濃度によりて褐黄色、黄色又は薔薇色を呈し綠色の螢光を放つ、酸性酒精溶液は薔薇色、赤黄色乃至褐色を呈するも螢光を放たず。

安門性 Urobilin 水溶液に鹽化亞鉛を加ふる時は赤色に變じ、甚だ稀薄なる濃度に於ても強く且つ美なる綠色の螢光を放つ、該液並びに滴性 Urobilin 水溶液は分光像中に特異の吸収帯を現はす。

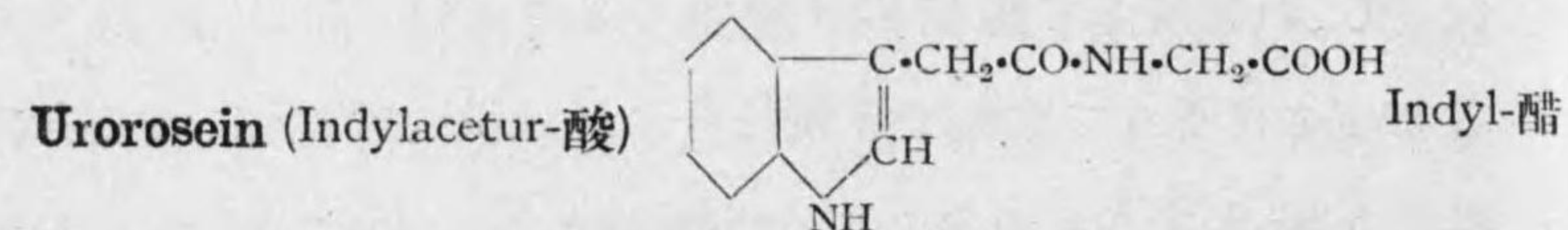
生成 一般に認めらるる見解によれば Urobilin は腸に於て Bilirubin より發生す、即ち膽汁色素は腸に於て還元作用を受けて Stercobilin となりその大部は糞と共に排泄せらるるも、その一部は體內に吸収せられたる後 Urobilin として尿中に排泄せらるるものの如し。Urobilin と Stercobilin とは全く同様の組成を有するのみならず初生兒及び腸に膽汁の排泄全然杜絶したる患者にありては腸に Stercobilin の發生を見ざると同様に尿に Urobilin を缺く、又これに反して腸腐敗の増進する時は Urobilin の排泄量も亦増加するによりて見れば常態に於て Urobilin は腸内に於て膽汁色素より發生するものなることは明瞭なり。然れども病的の場合には Urobilin が腸以外の場合に於て Bilirubin 若くは Hemoglobin より發生することも亦疑ふべからざるが如し。

Urobilinogen Urobilin の母體にして新鮮なる尿、糞及び膽汁 (木村德衛) にあり。尿を硫酸安門にて飽和すれば沈澱す。殆んど無色にして溶液は螢光を放たず、吸収帯を呈せず、酸性の溶液にてこれを日光及び空氣に曝露せしむれば Urobilin に變ず、この變化は酸化劑によりて殆んど瞬間に行はる。

Uroerythrin 尿酸鹽沈渣を赤染する色素にして普通には極めて少量に含まるのみなるも筋肉勞役、發汗、消化不良、熱性病、Rheumatism 及び肝臟血行障碍等の際に増量す。

Uroerythrin は薔薇紅色の非晶性粉末にして日光によりて褪色する性あり。Amyl alcohol によく溶解し、醋酸-Ether, Alcohol, Chloroform にも溶解すれども、水には溶解すること少なし。その稀薄なる溶液は薔薇色を帯び濃厚なる溶液は橙黄色を呈す。Urobilin と異なり直接にも將た鹽化亞鉛加安門の添加後も螢光を放たず。

濃硫酸を加ふれば Carmin-赤となり、又苛性曹達を加ふれば紫色青色を経て速かに綠色に變ず。安門及び鹽化亞鉛を加へたる Uroerythrin の溶液は分光像の D 及び E の中央より始まり F に達する廣き吸收帶を表はす、これは本來二本の幅廣き線よりなりその中央に於て陰影によりて結合せらるるものなり。



酸の Glycocoll 誘導體にして屢尿中に色素原として含有せらる、これに濃鹽酸及び痕跡の稀薄亞硝酸溶液を加ふれば赤色の色素 Urorosein に變ず。

Urorosein は水, Alcohol, Amyl alcohol に溶解し美麗なる赤色を呈す。Chloroform 及び Ether には溶解せず。滴を加ふる時は褪色しこれに酸を添加すれば再び出現す。Amyl alcohol 溶液は分光像の綠色部に於て D 及び E の間に當り D に近く一條の邊縁明瞭

なる吸收帶を表はす。

13. 尿酵素

尿は酸性溶液にて纖維素を消化する作用を有す、即ち Carmin を以て染色したる纖維素を尿に投じて 2—3 時間經過したる後これを 0.1% の鹽酸溶液に移して體溫に保持すれば纖維素は漸次消化せられて溶液に Carmin 色を附す。これ胃壁より一旦血液内に吸収せられたる後尿に排泄せられたる Pepsinogen の作用によるものなり。新鮮なる尿中には活性を有する Pepsin を認めず (Fuld 及び平山金藏)。

尿中には澱粉酵素も亦存在す。故に細小なる海綿を尿に投じてその中に存する澱粉酵素を吸着せしめこれを澱粉糊中に入ると時は澱粉は漸次消化せらるるを見るべし。その外 Trypsin, 脂肪酵素, 馬尿酸酵素等は平常尿中に見ることなしと雖も時としてこれが存在を認むることあり。

14. 無窒素有機化合物

尿中に存在する無窒素有機化合物は揮發性脂酸, 蔞酸, 高級脂酸, 糖類及び抱合性 Glycuron-酸等なり。

揮發性脂酸 常尿は極めて少量なるも蟻酸, 醋酸, Propion-酸, 酪酸等の揮發性脂酸を含有し、その排泄總量 1 日に凡 0.005—0.01 g なり。病的の場合殊に肝臟病に於てはその量を増加し 1 g に及ぶことあり。

蔞酸 尿は微量の蔞酸石灰を含有し、これは酸性磷酸曹達の爲めに溶存す。蔞酸の排泄量は 1 日 約 0.02 g なるもその量は勿論食物の種類によりて増減す又病的の場合には蔞酸尿と

稱し尿が多量の尿酸を含むことあり、黄疸症、糖尿症、Malaria、Typhus 等に見る處にしてその排泄量 0.7 g に達することあり。

高級脂酸 高級脂酸も亦必ず常尿中に存在しその量は 1 日に約 0.002—0.003 g なり。多量は脂肪を摂取したる際には尿中の脂肪量著しく増加すと云ふ(坂口康藏)。

Cholesterin 常尿は Cholesterin を含有すること少なく纔かに 1.0 mg に過ぎず。

乳酸 常尿は約 0.002 % の乳酸を含有すと云ふ(石川哲郎)。尿中乳酸の量は酸素の供給不足したる場合に増量し(荒木寅三郎)従て癲癇の發作後にも亦増加す(井上嘉都治及び佐伯矩)。

過度の運動(急速に階段を上下する如き運動)を 2—3 分行ふ時は 10—20 分の間に乳酸 (86—630 mg) 排泄最も多く行はれ夫より漸次減少して 30—50 分にして平常値に復歸す。この期間に排泄せらるる乳酸の總量は 140—1370 mg なり(Liljestrand 及 Wilson¹)。

糖類 常尿は極めて微量なる葡萄糖及び異性麥芽糖を含有す、1 日中に排泄せらるる糖量は約 0.13—0.5 g なり、非醱酵性還元物質は約 0.5—1.0 g に達す(Neuwirth²)

Greenwald, Gross 及 Samet³ に従へば常尿中に排泄せらるる糖質は大別して二とをなすを得べし。一は同化せらるること困難なる食物中の糖質にして乳糖(乳汁)、五炭糖(果實)、Caramel-化したる糖類及 Dextrin 等之に屬す。他は食物内蛋白質にして

¹ Liljestrand 及 Wilson: J. Biol. Chem. 65, 773 [1925] ² Neuwirth: J. Biol. Chem. 51, 11 [1922] ³ Greenwald, Gross 及 Samet: J. Biol. Chem. 62, 401 [1924-25].

其量は全還元性物質の半以上を占む。

食物中に攝取する純粹葡萄糖の量を増加するも尿中醱酵性糖質の量は増加すること殆んどなし。之に反し食物の組成を變する時は尿中に出現する醱酵性並びに非醱酵性還元物質の量は絶對的並びに相對的に變化を受く。(Blatherwick, Bell, Hill 及 Long¹)

血液中の糖量が 0.2 % に達する時は必ず尿中に多量の糖出現しその量時として 10 % 以上に及ぶことあり。

抱合性 Glycuron-酸 糖類, Kreatinin 及び尿酸と共に尿の還元作用を惹起する物質にして主に Phenol と結合し一部分は Indoxyl-又は Scatoxyl-glycuron-酸として存在す、これらの總量は約 0.04 % なり。その外時として尿素と結合せる Ureidglycuron-酸も亦存在するが如し。又種々の藥劑例へば抱水-Chloral, 樟腦, Naphtol, 龍腦, Terpentin, Morphin その他の物質を服用する時、重症なる呼吸障礙、糖尿症及び多量の葡萄糖攝取に際し Glycuron-酸を大量に排泄す。

尿中に存する抱合性 Glycuron-酸は多くの場合に於ては Phenol-glycuron-酸に見るが如く配糖體型に屬す、これら配糖體は Emulsin 及 Kefir 乳糖酵素によりて分解せらるるも釀母によりて分解せられざるを以て β 列に屬するものなり。これらの配糖體型以外に尙 Dimethylaminobenzoeglycuron-酸及び Benzoeglycuron-酸の如く Ester-型に屬する少數の Glycuron-酸あり。

抱合性 Glycuron-酸はこれを稀薄なる鹽酸を用ゐて煮沸する時

¹ Blatherwick, Bell, Hill 及 Long: J. Biol. Chem. 66, 8011 [1925]

は Alcohol-Ether に溶解するを以て之を以て浸出することを得。Baryt にて溶液より沈澱し又 Glycuron-酸並びにその配合簇に分解す。抱合性 Glycuron-酸は鉛醋又は鉛醋加安門によりて沈澱す。多数の抱合性 Glycuron-酸は水解を経たる後にあらざれば還元作用を呈することなしと雖も、2—3の抱合性 Glycuron-酸殊に Ester-型に屬する酸は滴性反應に於て直接に酸化銅を還元する性あるを以て尿中に於ける糖の證明に、誤謬を起し易し。配糖體に屬する抱合酸は分極光を左旋し Ester-型に屬する抱合酸はこれを右旋す。單純なる Glycuron-酸も亦右旋性を有す。

15. 中性硫黄化合物

無機硫酸鹽若くは Ether-硫酸以外に尿中に現はるる硫黄化合物を總稱して中性硫黄化合物と云ふ。この中に屬するものは Cystin, Chondroitin-硫酸, Alloxy-蛋白質, Antoxy-蛋白質, Oxy-蛋白質, Uroferrin-酸, Rhodankalium, Taurin-誘導體等にしてこれらは食物蛋白並びに體蛋白より發生す、一日中に排泄せらるる中性硫黄の量は平均 0.156 g にして尿總硫黄の約 16.5% に上る、中性硫黄の量は絶對的並びに相對的に結核及び癌に於て増量す。

Alloxy-蛋白質, Antoxy-蛋白質, Oxy-蛋白質等は皆蛋白質の中間分解物にして大なる分子量を有し硫黄を含有すること多き酸性の化合物なり。是等蛋白質-N の量は總 N 量の約 3—6.8% を占むと云ふ。此等の量は普通尿中に於ける未知性 N の量に相當し、Typhus 及肝臟疾患ここに燐中毒時に増量す。

Alloxy-蛋白質 分子式は未だ明かならず、硫黄を含むこと最

も多き蛋白酸にして銀鹽を分析せし結果によれば $C_{41.33}H_{13.70}N_{5.55}S_{2.19}$ の組成を有す。1日の排泄量は約 1.2 g なり。Liebermann は單純のものならずとしてその存在を否定せり。

遊離の酸は水、Alcohol によく溶解し、その Alcohol 溶液に Ether を加ふるも沈澱せず。他の Oxy-蛋白質と異なり鉛醋によりて沈澱す。而も燐-Wolfram-酸には沈澱せず。Biuret-反應, Millon の反應, Diazo-反應を呈せず、硫化鉛反應は陽性なり。

Antoxy-蛋白質 分子式は尙不明なり、その銀鹽を分析すれば $C_{43.21}H_{4.91}N_{21.40}S_{0.61}$ の組成を得、滴にて煮沸すれば硫黄の一部を遊離す。酸は水に溶解し、右旋性を有す。Biuret, Millon 等の蛋白質色彩反應を現はさざれども Diazo-反應を呈す。尿の Diazo-反應は主としてこれが爲めに起ると云ふ。

酸は鉛醋に沈澱せず。硝酸水銀、醋酸水銀によりて沈澱す。

Oxy-蛋白質 これも亦その分子式は不明なり、銀鹽分析の結果によれば $C_{39.62}H_{5.64}N_{18.08}S_{1.12}$ の組成を有す、遊離の状態に分離するを得ず。その滴鹽の水溶液は光活性を有せず。鉛醋、燐-Wolfram-酸にて沈澱せず、硝酸水銀、醋酸水銀にて沈澱す。Biuret-反應, Xanthoprotein-反應, Diazo-反應を呈せず。Antoxy-蛋白質の更に酸化せられたるものなりといふ。燐中毒に罹りたる動物は多量の Oxy-蛋白質を排泄すと云ふ。

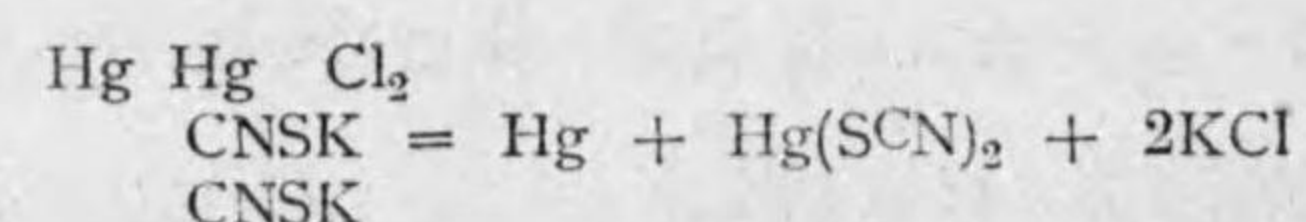
Uroferrin 酸 $C_{35}H_{56}N_8SO_{19}$ Thiele によりて常尿中より析出せられたるも尿中にはその状態に於て存在することなく恐らく前記三蛋白質の分解により發生するものなるべしと云ふ。白色の粉末にして水、飽和硫酸安門液、無水 Methylalcohol に溶解すれども無水 Ethylalcohol には溶解難し、Benzol,

Chloroform, Ether, 醋酸-Ether, 石油-Etherに溶解せず。水溶液は強酸性を呈し左旋性を有す, 0.4%の溶液にて $[\alpha]_D^{25} = -32.5^\circ$ なり。Millonの反応, Biuret反応, Hopkins-Coleの反応, Xanthoprotein反応, 硫化鉛反応を呈せず。燐-Wolfram-酸, 硫酸水銀, 硝酸水銀にて沈澱するも昇汞及びPicric-酸, 異性燐酸に沈澱せず。強鹽酸にて煮沸すれば硫黄の約半量は硫酸として分解せらる。

Chondroitin-硫酸 $C_{18}H_{27}NSO_{17}$ Chondroitin-硫酸も亦尿の常成分にして約0.05%の割に存すと云ふ, Chondroitin-硫酸に就ては糖蛋白質の條下に詳説せり。

Cystin $\begin{matrix} S-CH_2-CH(NH_2)-COOH \\ | \\ S-CH_2-CH(NH_2)-COOH \end{matrix}$ 常態に於ても尿は少量のCystinを含有す, その量は燐中毒の際に著しく増加すと云ふ。病的にCystin-尿症と稱し多量にCystinを尿中に排泄するものあり, これ恐らく蛋白質代謝の異常に基き生體が完全に α -Amino-酸を燃焼すること能はざる爲なるべく, かくの如き患者にありては尿中にCystinと共に多量のAmino-酸を見ることあり。

Rhodan-水素酸 Rhodanwasserstoffsäure CNSH 1日に0.005—0.05g排泄せらるる常尿成分にして利尿, 熱性症, 喫煙等の際増量す。青酸鹽及び亞硝酸鹽を攝取する時はRhodan-酸鹽に誘導せらる。遊離Rhodan-水素酸は水及びAlcoholに容易く溶解する一價の酸にして, 鹽化鐵に遇へば赤色を呈す。遊離の酸及びその鹽は甘汞に働き冷温に於て既に金屬水銀を析出せしむ, これ屢Rhodan-水素酸の檢定に用ゐらるる反應なり。



Taurin-誘導體 として常尿中にも痕跡に存在するは Tauro-carbamin-酸 $NH_2-CO-NH-CH_2-CH_2-SO_3H$ なり, このものは Taurin を以て飼養したる犬の尿中には多量に存在す。板状の結晶にして次によく溶解し, Alcohol に少く溶け, Ether には溶解せず, Baryt-水にて $130-140^\circ$ に熱すれば分解して Taurin, 安門, 炭酸等に變ず。

その他 Taurochol-酸が常尿中に存するや否やは疑問なり, 黄疸症の場合には概して尿中に現はる。

第三章 無機成分

尿は種々なる無機成分を含有す。陰-Ion の内鹽化物及び大部分の燐酸鹽は食物内無機鹽に由來し, 硫酸鹽のみは殆んど全く蛋白質より發生す。その他植物食等にて尿が鹼性反應を呈する如き際には炭酸鹽も亦存在す。陽-Ion としては曹達, 加里, 安門, 石灰及び Magnesium 等あり。その他痕跡の硝酸鹽を含有す, このものは主として飲料水中の硝酸鹽に由來す。鐵も亦痕跡に存在し1日約5mg排泄せらる恐らく無機性及び有機性化合物として存在するものならむ。弗化物, 硅酸その他の物質も亦存在することあり, 又食物と共に攝取したる種々の物質も尿中に現はるることあり。

1. 鹽化物

鹽化物は尿素に亞く尿固形分の主要成分にして無機成分中大部分を占む, 而かも鹽化物中最も多量に存するは食鹽なり1

日に尿中に排泄せらるる鹽化物の量は攝取する食物中に含まれる鹽化物就中食鹽の量によりて著しく増減するも食鹽として平均15—20gの間にあり、水、麥酒等を鯨飲する時には腎臓の排泄作用旺盛となるを以て食鹽の排泄量も亦從て増加す。晝間は夜間よりも鹽化物を排泄すること大なり。

尿中に表はるる鹽化物は皆食物中に存在する鹽化物に由來す。故に鹽化物を攝取すること小なれば尿中に於ける鹽化物の量も亦從て減少し、饑餓時の如く鹽化物の輸入全く杜絶する時は尿の鹽化物含量は痕跡に過ぎず。血液中の食鹽量が1l中5.62gより小なる時は尿中に食鹽を見ずと云ふ、これを食鹽排泄域と稱し病的の場合に大なることあり。

糖尿症、尿崩症、萎縮腎等一般に多尿症を惹起する病には尿中の食鹽増量し、これに反し凡ての熱性病、強度の下痢、滲出液生成の際には減少す、殊に急性肺炎にて肺に滲出物生成せらるる時は尿中の食鹽量甚だ少なり。これに反し甲状腺の飼養は食鹽の排泄量を増大せしむ。

一般に無機物は食物中に存する量を以て足れりとするも食鹽のみは特に食物に添加するを要す。食草動物は殊に食鹽を要すること大なり。食肉動物はその攝取する動物體より充分なる食鹽量を得。

2. 硫酸鹽

1日に排泄せらるる硫酸の總量は約2.5gにしてその中約0.25gはEther-硫酸に屬す。尤もEther-硫酸の量は一定せざるを常とし、0.1—0.6gの間を上下す、その量は主として腸内に於ける蛋白

質腐敗の多少によりて變ず、これ硫酸と結合する諸芳香體 Phenol, Kresol, Indoxyl, Scatoxyl の多くは腸腐敗の產物なればなり。從て腸腐敗を高むる病症殊に腹膜炎等の時に見る如き高度の腸弛緩に際して Ether-硫酸量増加すること著し、その他膿性潰瘍の腐敗產物吸収、或種の芳香性藥劑(石炭酸, Kresol, Guajacol, Acetanilid, Phenacetin 等)の服用に當りては勿論尿中 Ether-硫酸の増量するを見るべし。

凡て硫酸鹽は甚しき苦味を有するが爲め食物と共に攝取せらるること殆んどこれなし。故に尿中に現はるる硫酸は殆んど全く蛋白質が體内に於て分解せらるる際、その内に存在する硫黃の酸化によりて發生したるものにして從て尿中に於ける硫酸の量と窒素の量とは互に平行し兩者の間には一定の比を保つ。大體に於て硫酸對窒素量は約 $\frac{1}{10}$ なり。然れども蛋白質の種類によりてその窒素及び硫黃の含量大差あるを以てこの比も亦正確に一定せざるものなり。

無機硫酸鹽はこれに鹽化-Bariumを加ふれば直ちに硫酸-Bariumとなりて沈澱するも、Ether-硫酸は鑛酸と共に煮沸分解せられたる後にあらざれば鹽化-Bariumによりて沈澱せらるることなし。

無機硫酸は鹽化-Benzidinに作用して不溶解性の Benzidin-硫酸鹽を生ず、而して Benzidin の滴性度は甚だ微弱にして Phenolphthalein に對し色の變化を惹起せざるを以てこの Benzidin-硫酸鹽中の硫酸を滴により滴定することを得。

3. 磷酸鹽

1日中に排泄せらるる磷酸の量は五酸化磷として約1.5—2gな

り(歐米人にありては約2.5)。覺醒時よりも睡眠時に多く排泄せられ、午後は午前よりも排泄量大なり。

尿中に排泄せらるる磷酸の大部は食物中に存する無機磷酸鹽に由來するものなれども一部の磷酸は Lecithin, 磷蛋白質體, 核蛋白質體等の分解によりて發生す。従て含磷體成分の分解する時にも亦生ず。ここに白血病に際し著し。

食物中に含有せらるる磷酸が尿中に排泄せらるる割合は食物中に存在する土滴鹽の量に關係す。即ち食物中土滴鹽の量が磷酸滴鹽に比し小なる時は尿中に排泄せらるる磷酸の量は大なり、これに反し土滴鹽量が磷酸滴鹽に比し大なる時に磷酸土滴の大部分は糞と共に排泄せらるるを以て尿中の磷酸量減少す。一般に肉食の時は尿中磷酸量大に、草食の時は磷酸量小なり。便秘時には尿に排泄せらるる磷酸量多く、下痢時には減少す。

磷酸の排泄は體內にて核酸の分解増進する際(白血病, 肺炎滲出液吸收期等)増大す。上皮小體を除去せられたる動物は尿中磷酸排泄量著しく減少す(此時尿中の磷酸は增量せず)といふ。日光, 肝油の攝取等は磷酸の蓄積を促がし尿中磷酸量を減少せしむ。妊娠時に當りて磷酸鹽の排泄量減少す, これ恐らく磷酸鹽が胎兒の骨組織生成に使用せらるるが爲なるべし。

4. 炭酸鹽

炭酸鹽は主として植物酸滴鹽の燃焼によりて發生す。人の尿中に存する炭酸鹽は少量に過ぎず。

然れども食草動物に於ては尿中炭酸鹽の量遙かに大にして尿の滴性反應を呈

するは主としてこれに基因す。多量に炭酸鹽を含む尿の潤濁を呈するは通常炭酸土滴鹽の析出による。

5. 硝酸鹽及び亞硝酸鹽

常尿は微量の硝酸鹽を含有す。これ飲料水及び諸種の蔬菜類の中に存在する硝酸鹽より由來するものなり。その排泄量は1日に約0.05—0.1gに過ぎず。

新鮮なる常尿は亞硝酸鹽を含むことなし、然れどもこれを放置すれば細菌の作用により硝酸鹽が還元せられて亞硝酸鹽を發生す、放尿後24時間にして硝酸鹽の約半量は既に亞硝酸鹽に變化すと云ふ。

6. 弗化物, 硅酸鹽, 過酸化水素

これらは硝酸鹽と同じく皆常尿中に痕跡に含まるる成分なり。硫化水素 新鮮なる尿中に硫化水素の存することは甚だ稀なり、多くは膀胱若くは體外に於て細菌の爲めに尿が醗酵する際に發生す。

7. Natrium 及び Kalium

Natrium 及び Kalium は鹽酸, 炭酸, 硫酸, 磷酸等と結合して尿中に存在す。Kalium は酸化-Kalium として1日に約3g, Natrium は酸化-Natrium として1日に約5g排泄せらる。最もこれらの量は食物の種類によりて著しく増減し、酸化-Kalium は2.3—3.9g 酸化-Natrium 4.2—7.4g の間を上下することあり、然れども一般に食物攝取時に在りては尿中に排泄せらるる Natrium-量は常に Kalium 量より大なりとす、これに反し饑餓時に於ては食鹽の輸入杜絶すると共に他方には加里に富める體成分の盛に破壊せらるるあるを以て加里の排泄量遙かに Natrium よりも増加し約その

3倍に達す。

病的には發熱時に際し Kalium の量比較的大となり平常の3—5倍に達す, Natrium は高度の發熱時に甚しく減少す, 然れども解熱後食物を攝取するや忽ちにして Natrium-量著しく増大す。

8. 安門

安門は蛋白質分解によりて發生する窒素含有の終産物中, 尿素及び尿酸に次ぎ重要なるものなり, その排泄せらるる量1日に約0.5—0.7gにして尿中總窒素の約3—5%に當る, 之は従來は體內各組織に發生したる安門が體內にて, 酸化破壊せられざる酸を中和しかくの如き状態にある安門は最早體內に於て更に尿素に變化せらるることを得ずしてその儘尿中に排泄せらるる考へられ, 特に鹽酸, 硫酸等の鹽酸を服用する時, 又糖尿病に於けるが如く體內に β -oxy-酪酸; Acet-醋酸等の酸が過剰に發生する時尿中安門の増加することも之によりて説明せられたりしも近時尿中安門は血液内安門に由来せざることを明となれり。即 Nash 及 Benedict¹ は腎臓を除去し又は輸尿管を結紮するも血液内に安門の滯積を見ることなく安門量に變化なきを見たり。之れ尿中安門が腎臓以外の組織に於て發生せられざる證なり。尙彼等は犬の腎臓靜脈より収集したる血液は他の個所 (Vena cava 及 A. carotis) の血液よりも二倍の安門を含有するを發見し腎臓は排泄する安門を自ら生成することを確めたり。Uran-鹽にて惹起せられたる腎臓炎の際他の窒素化合物の堆積毫も認められざる以前既に久しく安門の排泄量著しく減少するは全く腎臓に

¹ Nash 及 Benedict: J. Biol. Chem. 48, 463 [1921]

て安門生成機能障碍せられたる爲なるべし (Hendrix 及 Bodansky¹) 尿中安門が腎臓にて如何なる化合物より發生するかは未だ之を斷言すること能はず恐らく尿素なるべきも Amino-酸も亦可能なるべし。

糖尿病に於けるが如く體內にて β -Oxy-酪酸, Acet-醋酸等多量に發生する時, 又は熱性病の如く體內にて蛋白質の分解盛にして硫酸, 磷酸, 尿酸, 芳香性-Oxy-酸, 馬尿酸等の發生増進する時は尿中に排泄せらるる安門量増大す。

9. Calcium 及び Magnesium

Calcium 及び Magnesium は共に磷酸鹽の状態に於て尿中に現はる。人尿にありては Calcium の量 Magnesium の量よりも遙かに多く1日の排泄量は酸化-Calcium 約0.3g, 酸化-Magnesium 約0.2gなり。最もこの割合は食物の種類によりて大差あり, 例へば純肉食時には酸化-Calcium 0.33gに對し酸化-Magnesium 0.29gにして兩者殆んど同量なるも, 植物性食を攝取する時は酸化-Calcium 0.24gに對し酸化-Magnesium の量僅かに0.14gに過ぎざるが如し。體內に吸収若くは注射せられたる Calcium は主として腸より排泄せらるるものにして尿中に現はるるは唯その一小部分のみ, 然れども糖尿病の如く體內に於て Acet-醋酸, β -Oxy-酪酸等が過剰に發生する時は尿中に排泄せらるる Calcium の量著しく増大す。

10. 鐵

1日に尿中に排泄せらるる鐵量は僅かに5mgに過ぎず。或種

¹ Hendrix 及 Bodansky: J. Biol. Chem. 60, 657 [1924]

の疾病例へば熱性病, 肝臓病, 白血病, 腎臓病等に於て少しくその排泄量を増加するを常とす, 而かも殊に著明なるは糖尿病にして 20 mg に上ることあり. 藥劑若くは食物として含鐵化合物を攝取するも鐵の大部は糞中に排泄せられ, 尿中の鐵量に影響すること僅少に過ぎず. 人尿は直接に鐵の反應を呈することなきを以て恐らく尿中の鐵は悉く有機性化合物として存在するものならむ.

第四章 尿の組成

尿の組成は攝取する食餌の性質によりて變化す. 但し尿成分の内食餌の性質によりて毫も影響を受けざるものも亦存在す.

第一項 蛋白質の多寡による影響

67 kg の體重を有する被檢者に平食(1日量中 15 g の窒素を含む), 蛋白質に富む食餌(1日量中約 25 g の窒素を含む. 肉及卵黄等に富む食餌), 及蛋白質に乏しき食餌(酪汁, 澱粉, 牛酪, 馬鈴薯等よりなる食餌)を與へ是等の際排泄せらるる尿成分を測定するに下の如き結果を得.

	平蛋白質食	飽蛋白質食	寡蛋白質食
總 N(g)	13.20	23.28	4.20
尿素 N(g)	11.36	20.45	2.90
安門 N(g)	0.40	0.82	0.17
Kreatinin N(g)	0.61	0.64	0.60
尿酸 N(g)	0.21	0.30	0.11
未定 N(g)	0.62	1.07	0.52

滴定性酸度(cc. 0.1 N)	284.0	655.0	160.0
總 S (SO ₃ g)	2.65	3.55	0.86
無機硫酸 (SO ₃ g)	2.16	2.82	0.64
Ether-硫酸 (SO ₃ g)	0.18	0.36	0.11
中性 S (SO ₃ g)	0.31	0.37	0.11
總磷酸 P ₂ O ₅ g)	2.59	4.07	1.06
鹽化物 (NaCl g)	12.10	15.10	9.86
容積 (cc.)	1260	1550	960

尿素 N は普通總 N の 80—90 % を占むるも總 N 量著しく小なる時は尿素 N の % 量も亦減少して 60—70 % に過ぎざることあり. 蛋白質に富める食餌を攝取せる時ことに肉類を多く採りたる際は總 S 及總 P 量増加し, 滴定性酸度も亦増大す. 酸度と共に安門量増加することも此表により明なり. 尿酸は飽蛋白食に増加し, 寡蛋白質食に減少するは蓋し蛋白質内に核酸を含むが爲なり. 未定 N とは上掲以外の N を示し主として馬尿酸及 Purin 鹽基よりなるものの如し. (馬尿酸は腎臓にて合成せらる. 故に安息香酸曹達を服用せしめたる後排泄せらるる馬尿酸の量を測定して腎臓の機能を窺知することを得. Kingsbury 及 Swanson¹⁾ 飽蛋白質にては腸内腐敗作用多く爲めに Ether-硫酸量増大す. 鹽化物と水との排泄には意義を附する要なし之れ此等は食物の量増加する時自然に多く攝取せらるるが故に伴ふ變化に過ぎざればなり. Kreatinin は食餌により影響を蒙らざるを見るべし.

第二項 Purin の多寡による影響

食餌中の總 N 量を可成的平食と同一にし, 飽 Purin 食には胸

腺, 脛, 肝臟等を多く加へ, 寡 Purin 食には牛乳, 乾酪, 鶏卵及麵麩を用ひたる場合に排泄せらるる尿成分を検するに下の如き成績を得.

飽 Purin 食及寡 Purin 食の尿成分に及ぼす影響

	飽 Purin 食	寡 Purin 食
總 N (g)	15.75	13.54
尿素 N (g)	12.97	11.88
安門 N (g)	0.90	0.51
Creatinin N (g)	0.61	0.60
尿酸 N (g)	0.43	0.11
未定 N (g)	0.84	0.44
滴定性酸度 (cc. 0.1 N)	638	183
總 S (SO ₃ g)	3.64	2.00
無機硫酸 (SO ₃ g)	2.81	1.53
Ether-硫酸 (SO ₃ g)	0.46	0.22
中性 S (SO ₃ g)	0.39	0.25
總磷酸 (P ₂ O ₅ g)	3.94	1.40
鹽化物 (NaClg)	13.20	12.80
容積 (cc.)	1620	1410

即最も明なる變化は滴定性酸度, 尿酸及磷酸が飽 Purin 食に激増し, 寡 Purin 食に減少せるにあり. 之れ Purin 體は尿酸及び磷酸の發生物なるが爲なり. 飽 Purin 食にて酸度増加するに伴ひ安門量も亦増大す. 未定 N が飽 Purin 食に多きは主として Purin 鹽基の排泄増進するが爲ならむ. Kreatinin は Purin の多寡により影響せられざるを見るべし.

第三項 饑餓時に於ける尿組成の變化

饑餓の第1日及び第4日に於ける尿の組織下の如し.

饑餓の尿組成に及ぼす影響

	饑餓第1日	饑餓第4日
總 N (g)	7.08	14.40
尿素 N (g)	5.80	11.82
安門 N (g)	0.21	1.32
Kreatinin N (g)	0.59	0.44
Kreatin N (g)	...	0.16
尿酸 N (g)	0.15	0.08
未定 N (g)	0.33	0.58
滴定性酸度 (cc. 0.1 N)	176	720
總 S (SO ₃ g)	1.22	2.01
總磷酸 (P ₂ O ₅ g)	1.71	1.14
鹽化物 (NaClg)	5.20	1.26
Aceton-體 (g)	痕跡	3.86
容積 (cc)	860	880

即饑餓の第1日にて未だ體內に糖原が多量に存在する時は Energi の供給之によりて主として行はるる爲蛋白質の分解比較的小なり. 且つ糖の代謝行はるる爲 Kreatin は完全に Kreatinin に變ず. 脂酸の酸化も亦完全にして尿には Aceton-體を見ず. Amino-酸及 Purin の分解平時よりも小なる爲め安門, 尿酸, SO₃, P₂O₅, 及滴定性酸度平時よりも減少す.

然るに第4日にては糖原殆んど盡くるを以て組織の分解行はるるに至り(總 N の増加にて之を知るべし), Kreatin は悉く Kreatinin に變ずること能はず, 脂酸の分解も亦完全ならず (Aceton-體の發生により之を知るべし). 尿酸は核の代謝減少する爲小なり. 然れども Aceton-體の發生により酸度増大し安門の量亦増加す. Kreatinin の減少と共に Kreatin 出現す. 鹽化物の排泄量は低下す.

第四項 過度の運動

暫時過度の運動を行ふ時は尿は減量すると同酸に其酸度を増し之に伴ひて酸安門の排泄増大す。磷酸は増量し、鹽素は減量す。此等の變化は1—2分間の運動の後20—30分にして極大となり、40—90分にして平常に復す (Wilson, Long, Thompson 及 Thurlow¹⁾)

¹ Wilson, Long, Thompson 及 Thurlow : J. Biol. Chem. 65, 755 [1925]

第十三編

養素の同化及び酸化

消化管より吸収せられたる簡單なる各有機養素は體內に於て或は體成分の構成に用ひられ、或は Energi 發生の爲めに費消せらる。

即ち各組織は一方には消化によりて得られたる産物を其細胞内に或は特殊成分の形に於て若くは活動に必要な状態に於て捕捉蓄積する作用(同化作用)を有すると同時に他方には必要に應じて是等化學成分を分解酸化して其内に含蓄せらるる化學的 Energi を器械的 Energi に變化せしむる作用(異化作用)を有す。各養素が消化管より吸収せられ體內に於て幾多の變化を蒙り終に全く代謝の終産物として尿若くは呼氣中に排除せらるるに至る諸變化を總括して各養素の中間代謝と稱す。此時行はるる化學的行程は未だ全く闡明せらるるに至らずと雖も今日迄得られたる結果の大要を以下略記せん。

第一章 糖質中間代謝

食後腸より一糖類の状態に於て吸収せらるる糖質の量は通常食の場合に於ても約150gに達し血液量の約4%以上に相當す

(60 kg の體重を有する人士の血液量を 3.6 l と推定するに拘らず血液の含糖量に大なる變化を起さざるは是等の糖が一旦糖原の形に於て肝臓、筋肉その他の臓器に貯藏せらるる爲にして此等はその後體の需要に應じ再び一糖類の状態に變じ血液中に復歸し體內到る所に運輸せられて費消せらる。]

糖原沈著の最も多く行はるるは肝臓にして腸より糖を吸収して集まれる門靜脈血は食後其含糖量大なるも肝臓を通過したる後は血液の糖量著しく減退す。肝臓に次ぎて大量に糖原を藏するは筋肉なり、其外何れの細胞にも到る處に含有せらる。

100 g の新鮮なる組織中に含有せらるる糖原の量は下の如し。

	極大値	極小値
肝 臓	18.69	7.3
筋 肉	3.72	0.72
心 筋	1.32	0.104
骨	1.90	0.197
腸	1.84	0.026
皮 膚	1.68	0.09
腦	0.29	0.047
血 液	0.0066	0.0016

而してここに食後多量に糖原を蓄積し糖質の過剰冗逸を防ぐは肝臓にしてその糖原の含有量は 16—20 時間にして屢固形分の 18% を超越することあり營養可良なる動物の肝臓の一部を沃度又は Best の Carmin 法を用ゐる染色したる後顯微鏡下に檢する時は細胞は核を除く以外悉く糖原にて充實せらるるを見る。これに反しこれらの糖原は饑餓の状態に於ては肝細胞及び血液内の糖原酵素の爲めに徐々に肝臓靜脈血内に分與せられ肝臓に

ては中央靜脈の周圍及び肝小葉の周邊狹小なる部分を占むるにすぎず。筋肉内に存する糖原量は固形分の約 1% に達するこゝあり。

第一節 糖の同化

腸管より吸収せられたる糖類の糖原に變ずる機能は比較的完全に行はるるを以て一糖類は血液中に蓄積澱滯することなく爲めに門靜脈以外に於ては血液の含糖量は殆んど常に一定して約 0.08—0.11% の値を呈す。尤も糖質食攝取の直後數時間に於ては血糖量通常より稍増加す、即ち家兎に 2—10 g の葡萄糖を與ふるにその血糖量は 15 分後より増大し 1 時間にして極大値に達しそれより減少して約 3 時間後には再び平常に復すべく人間に於ても亦全く同様の關係存在し 100 g の葡萄糖攝取後 1/2—1 時間にして血糖量極大となり平時に比し大約 30—34% 丈大なるもの暫時にして減少し攝取後 2—3 時間にして平常値に復歸す。

組織が若し一糖類を燃焼し若しくはこれを糖原化するの機能減退する時は血糖量の増加率増大し、且つ過血糖時の持續時間延長す。即ち血糖量は 0.16—0.18% 以上に達し且つ 3—4 時を經過するも平常値よりも遙かに大なる値を示す、而して通常血糖量が 0.15% を超過すること稍久しく持續する時は糖は尿中にも出現し茲に糖尿症を招來す。尤も尿中に糖が出現するに要する血糖量の大きさは個人によりて差あり。此値を腎性閾値と呼び普通 0.16—0.18 の間にあり。腎性糖尿症にては腎性閾値低く、腎臓炎及び長期糖尿症には其値昂昇す。

動物體が糖質を同化する機能には一定の限度あり。故に糖

質の吸収量が一定度を超越する時は血糖量増大し爲めに一部は尿中に出現す、これを食餌性糖尿症と稱す而してこの糖尿症を惹起することなくして堪え得る量を同化域又は飽和域又は認容量¹と稱す。尤もこれはそれ以上の糖を同化し得ずと云ふ意味に非ず、それより多量に攝取するも尿中に出づる量は比較的少なし、この同化域は個人により異なれり。一般の健康人士にては200gの葡萄糖を攝取するも1日の尿中に糖を見ず。300gにては時として軽度の糖尿症を見るを普通とす、然れども腎性閾値の小なる人士にては血液内糖量小なる時既に尿中に糖の出現を見、又腎性閾値大なる人士にては血糖量大なるに拘らず尿中に糖を見ざるを以て尿中糖出現の有無を以て糖同化域を定むるは不合理なり。故に糖認容能を知らんと欲せば宜しく血糖を検査するを要す。即100gの糖を與へ其直前及一定隔時毎に血糖を測定し糖が $\frac{1}{2}$ —1時にして極大に達し2時間の終り迄に平常値に復歸するものを以て正常とすべし。尤もこの際胃腸内に他の消化産物が混在する有無により關係著しく變化するを以て12—16時間絶食後即早朝時に糖液を攝取せしめ調査すべし。勿論この時に於ても胃の運物性、腸の吸収力、細菌性分解の有無により結果異なるを以て甚だ確實なる推定を下すこと難し。

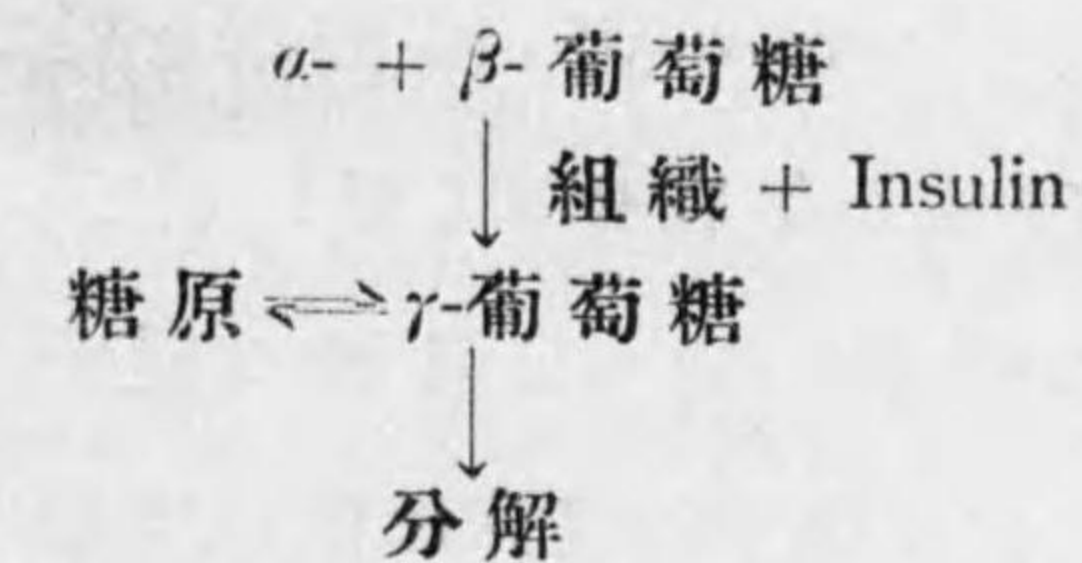
通常の目的にては100gの糖攝取後糖が尿中に出現する時は潜在性糖尿症として考ふるも可なり。

人體が糖を認容する量は體重1kg1時間に對し約0.8—0.9gなりと云ふ。糖認容量は糖尿症、肝臟損傷(磷及 Chloroform-中

¹ Toleranz

毒)、其他の病的状態に減少す。

葡萄糖は體內にて同化せらるるには先づ一定の活性型(γ -葡萄糖)に變ずるを要す。其如何なる化學的構造を有するや未だ不明にして或は Ethylen-酸化型を有すとすし、或は Butylen-酸化型を有すとすし、或は遊離 Aldehyd-基を有する糖なりとし諸説一致せずと雖も組織と Insulin との協力によりて始めて α - β -葡萄糖より化生すと考へらる。かくして發生したる γ -葡萄糖は初めて體內に於て糖原として蓄積せらるるを得べく、又酸化の作用を蒙むることを得べし。

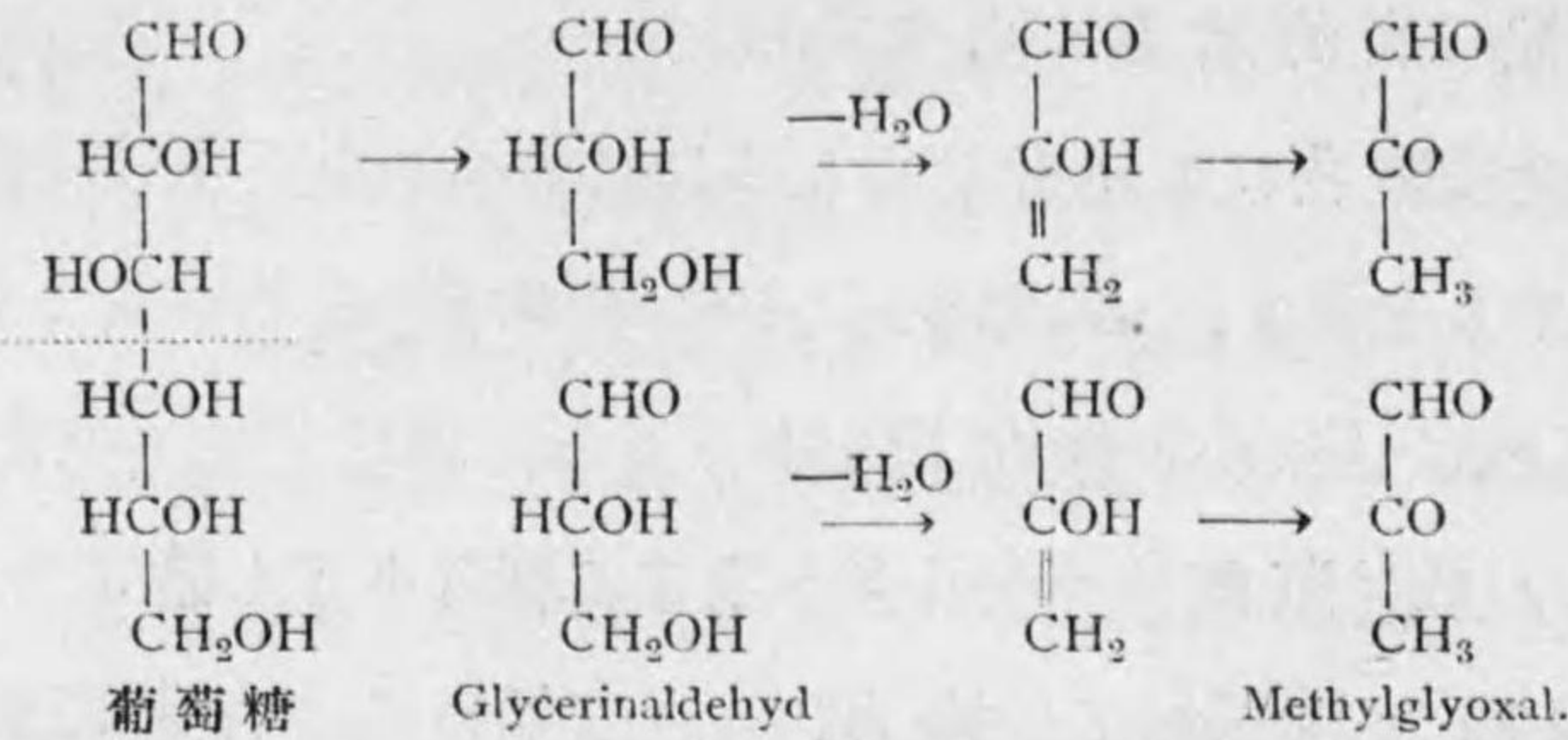


第二節 糖の酸化

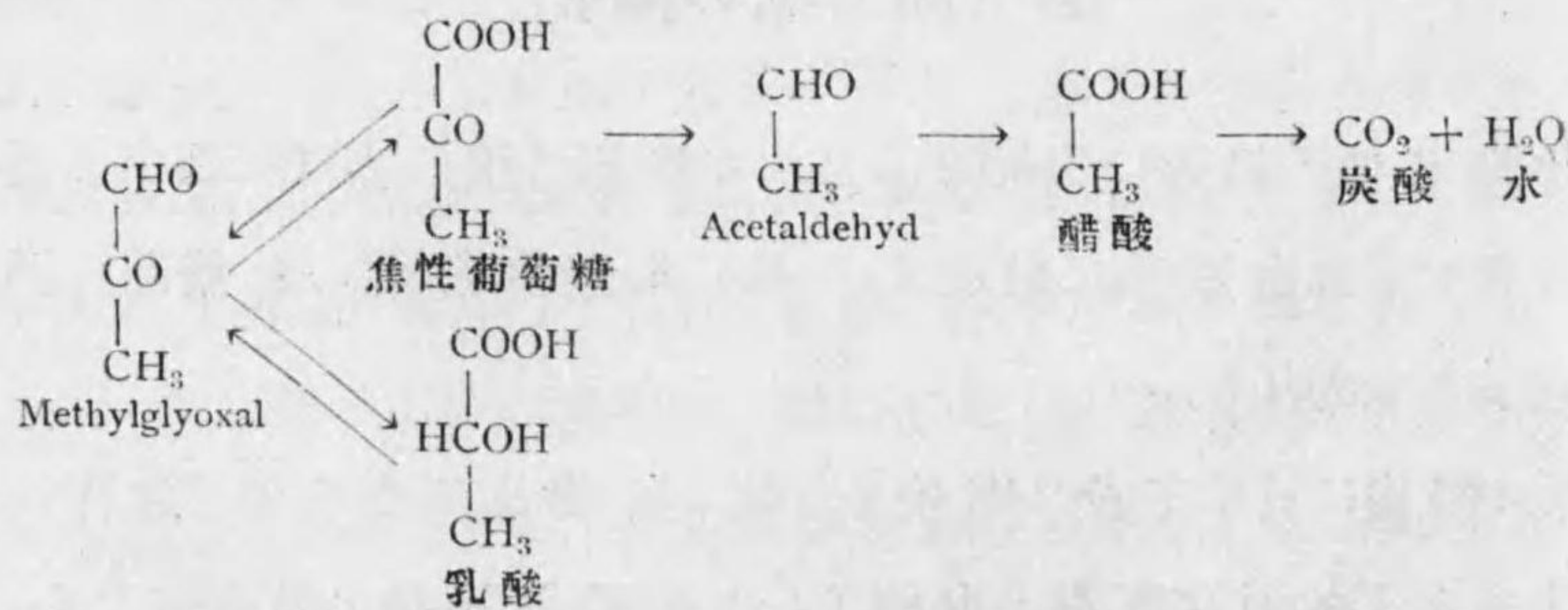
肝臟其他の組織に蓄積せられたる糖原は體の需要に應じて再び糖化せられ血液内に出動す。故に此際肝靜脈の血糖量は門脈血よりも大なり。

糖は體內に於て完全に燃焼せられて炭酸及び水に變じ此際に發生する Energi は運動の力源となり又體溫維持の熱源となる。其體內に於ける酸化の機序は明ならずと雖も恐らく次の如き變化相踵で起るものの如し。

1. 葡萄糖は分解せられて2分子の Glycerinaldehyd となり、Glycerinaldehyd は次で脱水作用により Methylglyoxal に變ず。



2. Methylglyoxal は酸素の供給充分にして酸化の条件具備したる時は恐らく直ちに酸化せられて焦性葡萄糖酸に變じ、次で Acetaldehyd (血液其他の組織内 Aldehyd 量は糖及 Insulin 注射により若しく増量す, Supniewski), 醋酸等を経て炭酸及び水となる。之に反し若し酸素の存在せざる處に於ては各組織内に存する Glyoxalase なる酵素の爲めに乳酸に變ず、此乳酸は恐らく Methylglyoxal に變じたる後初めて或は糖の状態に復歸し或は完全に酸化せらるることを得。



第三節 體內に於ける糖の生成

動物に Phlorhizin を口より又は皮下に附與する時に糖尿症起り

1 J. biol. Chem. 70, 25 [1926]

尿中の糖量は時として5—15%に達す、この時血糖量平常よりも増加することなく寧ろ少しくこれよりも小なり(0.07—0.08%)、これ Phlorhizin の爲めに腎臓細胞の機能に變調を來たしたる爲にして糖は血液内より盛に尿中に移行しその缺損量は肝臓等より發生したる糖にて補足せらる、故に Phlorhizin の附加量一定度に達する時は肝臓内糖原は全く出動して消失す、然るにこの際更に Phlorhizin の使用を繼續するに饑餓の状態に於ても猶ほ常に多量の糖排泄を認む、これ糖が體內にて組織蛋白質より發生するが爲にしてこの時尿中糖排泄量と比例して窒素排泄量も亦増加し糖量と窒素量とは一定の比を示すに至るべし、かくの如き $\frac{D}{N}$ (糖と窒素との比)の價は平均 2.8—3.65 の間にあり、この時肉を以て飼養するに $\frac{D}{N}$ 比は變化することなく、尿中窒素排泄量増加すると共に尿中糖量も亦増大するを見む、故に糖が蛋白質に由來することは明かにして勿論 Amino-酸より發生するものなるべし、今斯の如き Phlorhizin 獸に種々の Amino-酸を附與するに Glycocoll, Alanin, Serin, Asparagin-酸, Glutanin-酸 Prolin, Arginin 等は糖生成の根源となるに反し, Leucin, Tyrosin, Phenylalanin 等は糖の排泄量を増加せしむることなし。

饑餓の状態にて完全に糖尿症に陥りたる Phlorhizin 獸に種々の非窒素化合物を與ふるに若しそれ等の物質より糖が生成せられたる時はこれに伴ひて尿中糖量増加するが故に $\frac{D}{N}$ 比は著しく増大すべし、この方法にて檢するに Glycolaldehyd (CH₂OH·CHO) Glycerin (CH₂OH·CHOH·CH₂OH), 及び乳酸 (CH₃·CHOH·COOH) 等は體內に於て糖の生成に關與するを得るものの如し、恐らく Glycol-

aldehyd は3分の結合により, Glycerin は酸化せられて Dioxyaceton 及び Glycerinaldehyd となりたる後互に結合し, 又乳酸は先づ脱水して Methylglyoxal に變じたる後加水縮合して糖を發生するものなるべし.

Phlorizin 獸に多量の脂肪を附與するも $\frac{D}{N}$ に變化なきを以てこの状態に於て脂肪より糖の生成することは行はれざるもの如し.

第二章 脂質中間代謝

腸管より吸収せられたる脂質は大部分胸管を経て血管内に入りその一部は組織内脂肪の生成に與かり他の大部は一旦皮下及び腸腔裏に存在する脂肪組織内に蓄積せられたる後 Energi の需要に應じ出動燃焼せらる. 蓄積脂質及び組織脂質はその化學的性状を異にし蓄積脂質は主として中性脂肪よりなるが故に 95% の脂酸を含有するに反し, 組織脂質は主として磷脂質よりなるを以てその脂酸量は 60% に過ぎず. 而して兩者の中間に位するは肝臓脂質にして脂質代謝旺盛ならざる時は肝脂質は組織脂質に近く, 代謝機能敏活なる時は組織脂質と蓄積脂質との中間値を占む. 脂質飽和度にも亦差あり, 即ち人間に於て蓄積脂質は 65 の沃度数を有するに過ぎざるに, その組織脂質は 110—130 の沃度数を有するが如し, 又肝臓脂質の沃度数は脂質代謝旺盛ならざる時は組織脂質の沃度数に近く, 盛なるときは蓄積脂質に似たり.

佛國の學者は體內脂質を分ちて Élément constant 及 Élément variable とせり. 動物の組織は餓死するに至るも其内に必ず一定の脂質を含有す(鼠にては脂酸の量固形分の 23%, 鶏にては 25% を占む)此の部分は原形質に須要なる成分にして之を失ふ時は死を招來す. 故に之を Élément constant と呼ぶ. 此者は主として Lecithin より成り又一定の割合に Cholesterin を含有す. 之に反し蓄積脂質は營養状態其他に従ひて其量常に動搖す, 故に之を Élément variable と名付く. 腎, 脾, 肺, 心臓は Élément constant のみを含有し Élément variable を含まず. 飽食時, 正常時, 餓食時に際し其脂質量に殆んど變化を認むることなし, 之に反し筋肉は營養状態によりて著しく其脂質量を變ず(飽食時, 正常時, 餓食時に於ける筋肉の脂酸量は 17.6, 11.3 及 4.6% なり). 肝臓は營養状態により其脂質量に稍動搖を示せども之は肝臓に於て脂質が蓄積せらるるに非ず此處に於て脂質の代謝の一階梯行はるる爲めに出入するに由るなり.

消化管より脂質の吸収せらるるや血液内の脂質量急に増大する爲め血液を定量して其模様を觀測するを得べしと雖も, 蓄積脂質が出動する際には之を認むること甚だ困難なり. 之れ蓄積脂質の血液内への出動は體の需要によりて支配せらるるが故に餓食者にては 1分間に約 200mg に過ぎず而かも之は單に血液内脂質の $\frac{1}{50}$ 量に當るのみなればなり.

體內に蓄積せられたる脂質が體の機構の維持並びに Energi の資源として用ゐらるるには先づ肝臓に於て脱水素作用を蒙り不飽和性脂酸となるを要するもの如し. 故に脂質は絶えず肝臓

に運ばれ、一定の變化を蒙りたる後此處より辭去す。

第一節 蓄積脂質

蓄積脂質は上記の如く食物中の脂質に由來すると同時に又他方に於て食物中の糖質より體內にて合成せらるるものなり體脂肪の一部が食物中の脂肪に由來することは今日にては周知の事實にして動物を饑餓せしめ體脂肪を盡く去りたる後羊脂の如く融點高きもの、又は亞麻仁油の如く融點低きもの、又は種油等 Eruca-酸の如き特種の脂酸を含有するもの、又は臭素を結合せしめたる脂肪を與ふるに皮下脂肪組織はこれ等の脂肪を以て充満せらるるを認む。蓄積脂肪の一部が食物内糖質より生成せらるることも亦事實にして Lawes 及び Gibbert は同じ豚より出で且つ體重略相等しき二匹の幼豚の内一匹を殺してその體內に於ける脂質及窒素量を測定し、他獸を4ヶ月間大麥を以て飼養したる後これを殺し其脂質量を測定したるに食物中の脂質及び蛋白質より由來したりと思はるるよりも多量の脂質發生するを認めたり。これ明らかに糖質より發生したるものなることを證す。糖質より脂肪の生成せらるることは既に久しく巷間周知のことにして脂胖を避けんと欲せば糖質の攝取を節すべしとは人の能く唱ふる處なり。

脂肪組織の組成は體の部位並びに溫度により種々なる差異を呈す。Henriques 及 Hansen¹ は豚仔に就て皮下脂肪は腎周圍脂肪よりも融點低く、沃度数大に、腎周圍脂肪は Omentum の

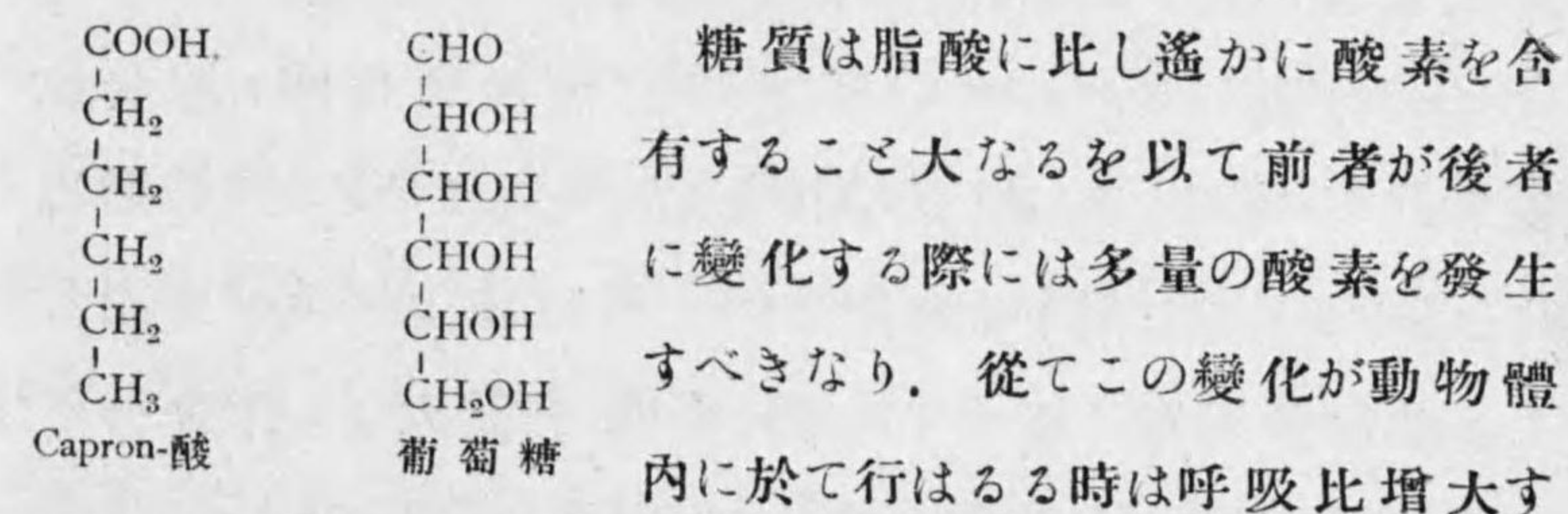
¹Henriques 及 Hansen: Skand. Arch. f. Physiol. 11, 151 [1901]

脂肪よりも沃度数大に、融點低きを實驗し；又皮下脂肪中表面より 1 cm の處にあるものは 33.7°, 2 cm の處のものは 34.8°, 4 cm の處のものは 39° の融點を有することを示したり。尙環境の溫度の影響を検するために同豚の豚の一を 30—35°, 他を 0°, 第三のものを羊皮套にて體温を保護しつつ 0° に於て 2 ヶ月飼養したる後殺し、其脂肪を分析したる處によれば下の如く低温飼養のものは沃度数最大なるを見たり。

環境の溫度	裸衣	沃度数
30—35°	裸	69.4
0	裸	72.3
0	衣	67.0

第二節 糖質より脂肪の生成

糖質と脂酸の構造式を比較すれば

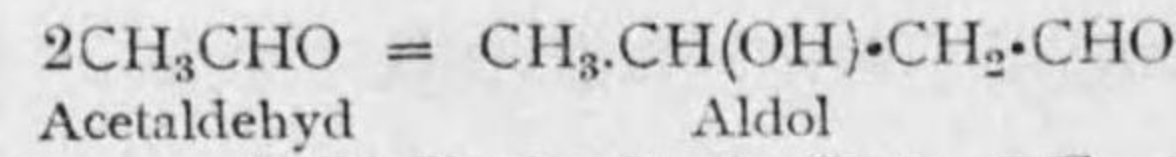


すべし。實際に於て冬眠獸が秋に當りて盛に糖質を攝取し皮下脂肪組織を増大する際には呼吸比往々 1.5 に達することあり。

脂酸が糖質より發生する際糖の如何なる中間代謝産物より形成せらるるかに就て既に Hoppe-Seyler¹ は Acetaldehyd なるべし

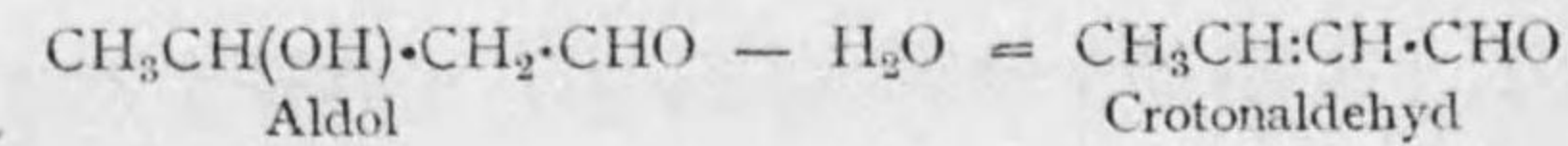
¹ Hoppe-Seyler: Z. Physiol. Chem 3, 351 [1879]

と説き, Magnus-Levy¹ 及 Leathes² は Acetaldehyd の Aldol-縮合によりて脂酸の形成せらるる順序を下の如く説明せり. Acetaldehyd は常温にて微量の滴の存在に於て容易に縮合して Aldol となる.



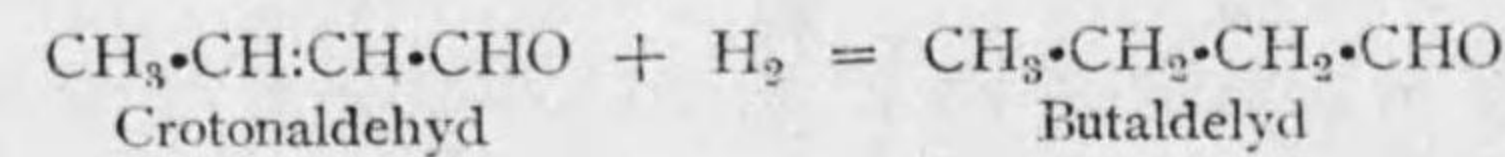
Acetaldehyd Aldol

Aldol は水を失ひて α - β -不飽和化合物なる Crotonaldehyd に變ず.



Aldol Crotonaldehyd

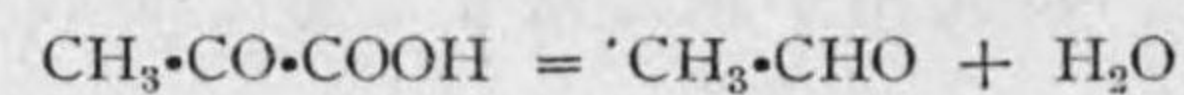
此の Crotonaldehyd は Methylglyoxal が焦性葡萄糖に酸化せらるる際其水素受容質として作用し還元せられて Butaldehyd に變ず.



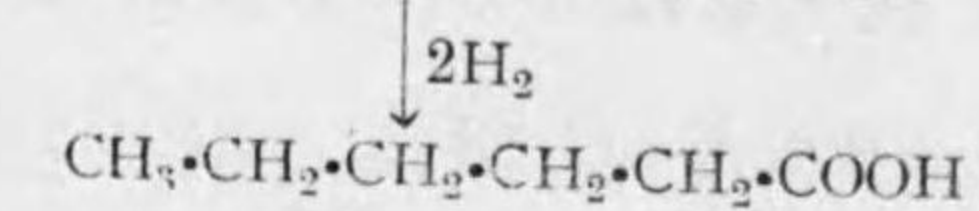
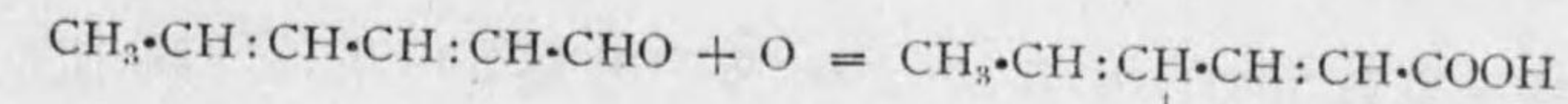
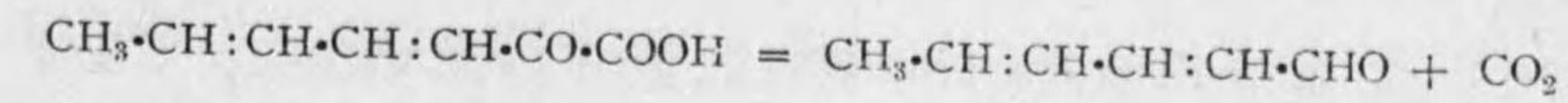
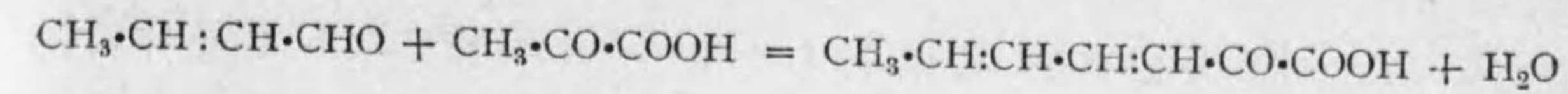
Crotonaldehyd Butaldehyd

此 Butaldehyd に更に Acetaldehyd と縮合すれば炭酸原子6個有する Aldehyd を得べく更に縮合して多數炭素原子を偶數に有する Aldehyd を有べし. 最後に端在の-CHO 基が酸化せられて炭素酸基に變ずる時は脂酸を完成す.

Smedley 及 Lubrzyńska³ は Aldehyd に焦性葡萄糖が縮合して不飽和の Keto-酸を發生し此者が炭酸を失へば Aldehyd に變じ, 酸化を蒙むれば酸に變ずと説明せり. 不飽和 Aldehyd が絶えず新しき焦性葡萄糖と縮合すれば炭素原子數大なる化合物を得べく終りの時期に於て酸化を受くれば脂肪に變ずべし.



¹ Magnus-Levy : Berl. Physiol. Gesell. 1901-2, No. 5 [1901] ² Leathes : Problems in animal metabolism. London [1906] ³ Smedley 及 Lubrzyńska : BiochJ. 7, 364:375 [1913]



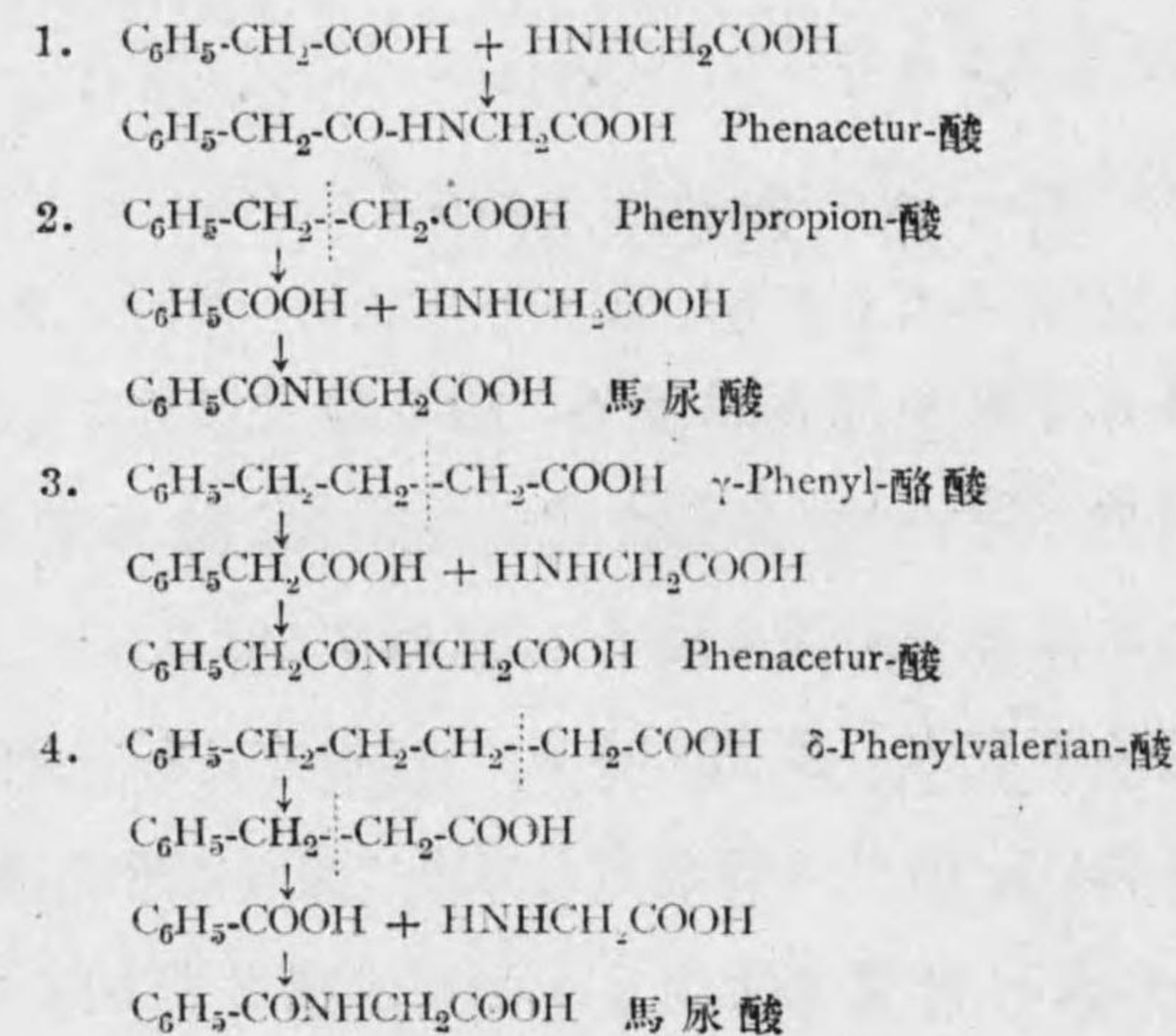
植物は種々の不飽和度を有する脂酸よりなる脂肪を含有す. 一般に熱帯に産する植物には飽和脂酸多く, 之に反し温寒帯の植物には不飽和脂酸多く存在す. 之れ恐らく温度高き時は飽和高级脂酸の生成に必要な諸化学作用容易く完成せらるるも, 低温度に於ては還元作用行はるること遅く不飽和なる脂酸を終産物として含有するものなるべし.

第三節 脂酸の酸化

蟻酸を除くの外凡て飽和脂酸は體外に於て酸化せらるること甚だ困難なるも體内に於ては容易く酸化せられて炭酸瓦斯及び水に變ず. 而もこの際脂酸の蒙る變化を窺知するは甚だ困難にして古來殆んど全く不明なる問題なりき. これ主としてその中間に發生したる産物は一時性の物質にして更に直ちに變化分解を受くると, 他方には該物質の量少なくその存在を證明すること難きによる. 然るに 1904 年に至り Knoop¹ は「芳香性脂酸の體内に於ける分解」なる論文を發表して β 酸化説を唱導せり, 即ち氏は Phenyl-基の如く體内にて酸化せらるること難き基を有する Phenyl-醋酸, Phenylpropion-酸, Phenyl-酪酸, Phenylvalerian-酸等を動物に與へたるに, 1. Phenyl-醋酸は體内にて酸化せらるること

¹ Knoop : Hofmeister's Beiträge 6, 150 [1904]

となくこの儘 Glycocoll と化合し Phenacetur-酸となりて尿中に排泄せらる 2. β -Phenylpropion-酸は二原子の炭素を失ひて安息香酸に酸化せられ次で Glycocoll と化合し馬尿酸となりて排泄せられ 3. γ -Phenyl-酪酸は二原子の炭素を失ひ Phenyl-酪酸となり次で Phenacetur-酸に變じて排泄せられ 4. δ -Phenylvalerian-酸は四原子の炭素を失ひて安息香酸に變じ馬尿酸となりて排泄せらるる事實より、 β 炭素原子の處に於て常に酸化作用の行はるるを説き、體內にて脂酸の分解するも亦同じく β 酸化作用によるものなりと論ぜり、



Knoop の β 酸化説は種々の事實に説明を與ふ。例へば

1. 糖尿症患者の尿中には β -Oxy-酪酸及びAceto-酪酸の排泄量著しく増大し又健康體に於ても糖質を攝取することなくして脂肪を多量に攝取する時はこれらの酸の發生するを見る。
2. 體內に存する諸脂酸は18, 16, 14, 12, 10, 8, 4等の炭素原子を含み奇數の炭素原子を有するものは存在せず。

3. Dakin¹ は酪酸を安門にて中和してこれに過酸化水素を加へ、37°に於て放置したるにAcet-酪酸, Aceton及びその他低級脂酸及び炭酸瓦斯の發生するを見たり。即ち體外化學作用にも亦 β 酸化の類例を缺かず。且つ他の脂酸も同様に過酸化水素に遇ひて一原子少數の炭素を有するKetonに變ず、これ β -Keton-酸より炭酸を失ひて發生したるものご考ふるを得べし。

4. Embden 及 Kalberlah² は酪酸より第十酸に至る迄の諸脂酸を含有する脱纖維血液を犬の生肝内に輸血したるに偶數の炭素原子を有する脂酸は凡て多量のAcet-酪酸を生成するも奇數の炭素原子を有するものにはこの作用なし、これ亦 β 酸化説によりてよく説明し得る處なり。

5. Baer 及び Blum³ は糖尿症患者に酪酸或は異性Valerian-酸を與ふるときはその尿中に於ける β -Oxy-酪酸, Acet-酪酸及びAcetonの排泄量増加し、Propion-酸及び正Valerian-酸にはこの作用なきを實驗せり。

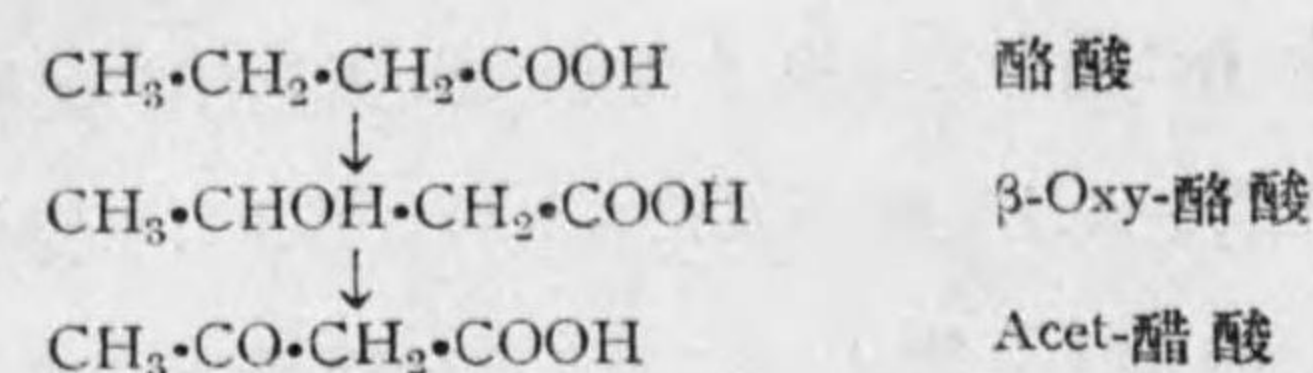
6. Kahn⁴ は奇數炭素原子を有する脂酸のTriglycerid (Intarvin) を合成し糖尿症患者に與へたるに尿中にAceton-體の排泄せらるること停止したり、之亦酸化が β 炭素の處の行はれ常に奇數の脂酸發生することを證するものなり。

7. Dakin は Phenylpropion-酸を與へたる時尿中に馬尿酸を見るのみならず、 β -Phenyl- β -Oxypropion-酸, Benzoyl-酪酸及Acetophenon等を同じく尿中に検出したり此等は何れもPhenylpropion-酸の β 酸化の中間産物に見るべきもなり。

故に飽和脂酸及びそのPhenyl-誘導體は順次その端在二炭素原子を失ひて酸化せらるるは疑ふの餘地なし、然らば次に考ふべきは

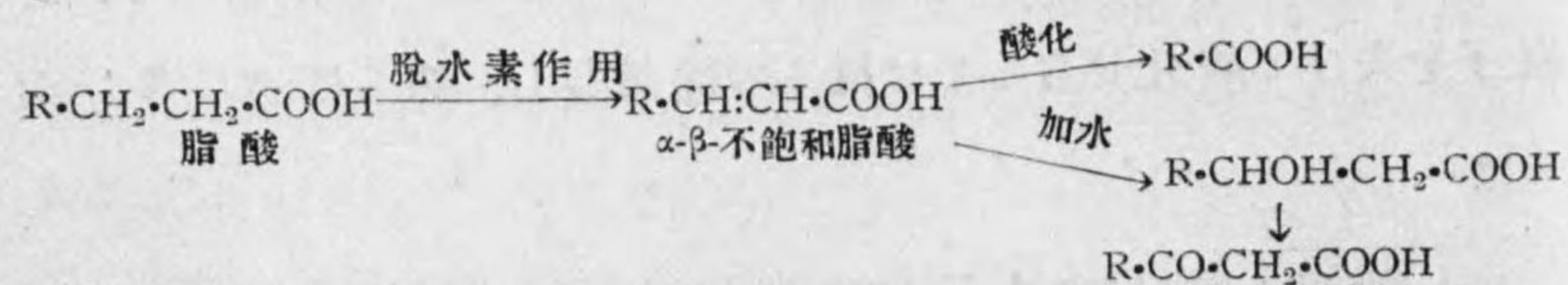
1 Dakin: J. biol. Chem. 4, 77 [1908] 2 Embden 及 Kalberlah: Hofmeister's Beitr. 8, 121 3 Baer 及 Blum: Arch. f. exp. Path. 55, 94 4 Kahn: Am. J. Med. Sci. 166, 826 [1923]

β 酸化の機序¹ なり、而して酪酸を動物に與へたる時、その尿中に l - β -Oxy-酪酸、Acet-醋酸及 Aceton の排泄せらるるを以て見れば酪酸は逐次



の順に酸化せらるるものと考ふることを得べし酪酸及び β -Oxy-酪酸を生肝に輸血する際に何れも Acet-醋酸を發生するは又これに一致する事實なり、然れども β -Oxy-酪酸は必しも酪酸の酸化によつてのみ生ずるにあらず、Acet-醋酸の還元によりても亦發生す、實に肝は β -Oxy-酸を Acet-醋酸に變化するの作用を有すると同時に又 Acet-醋酸を β -Oxy-酸に還元する作用を有するものにして Blum は酪酸は先づ直ちに Acet-醋酸に變ずることを主張す、吾人は未だ Oxy-酸及び Keto-酸の内何れが初めて發生するやを斷言すること能はず。

脂酸が酸化せらるる機序を Wieland の所謂 Dehydrogenation (脱水素作用) により説明すれば脂酸は二原子の水素の脱出によりて α - β -不飽和脂酸に變じ更に酸化せられて炭素二原子を失ひたる低級の脂酸に變化す此際不飽和酸に水一分子添加すれば β -Oxy-脂酸となり之より酸化により Keto-酸發生すべし。

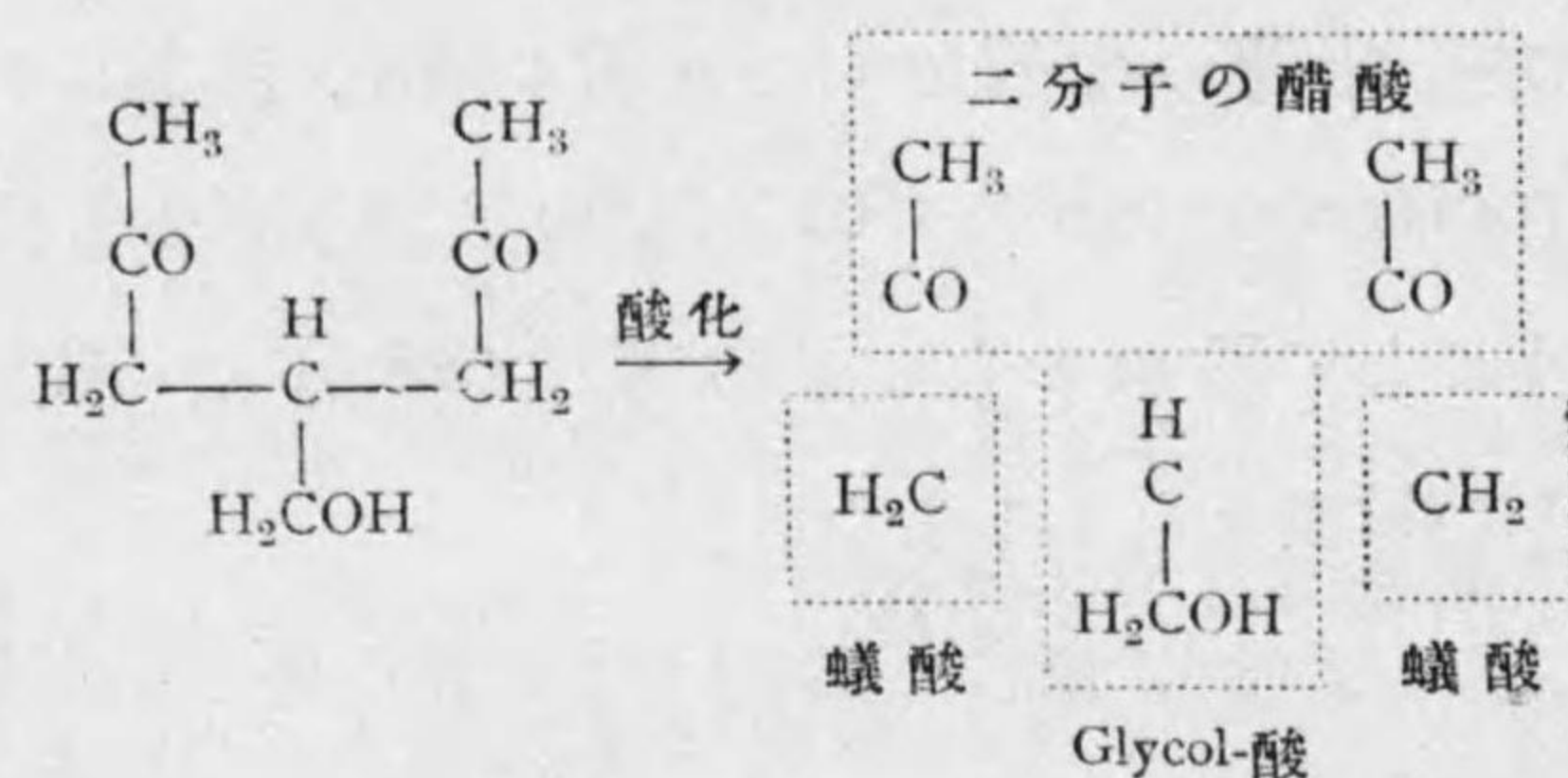
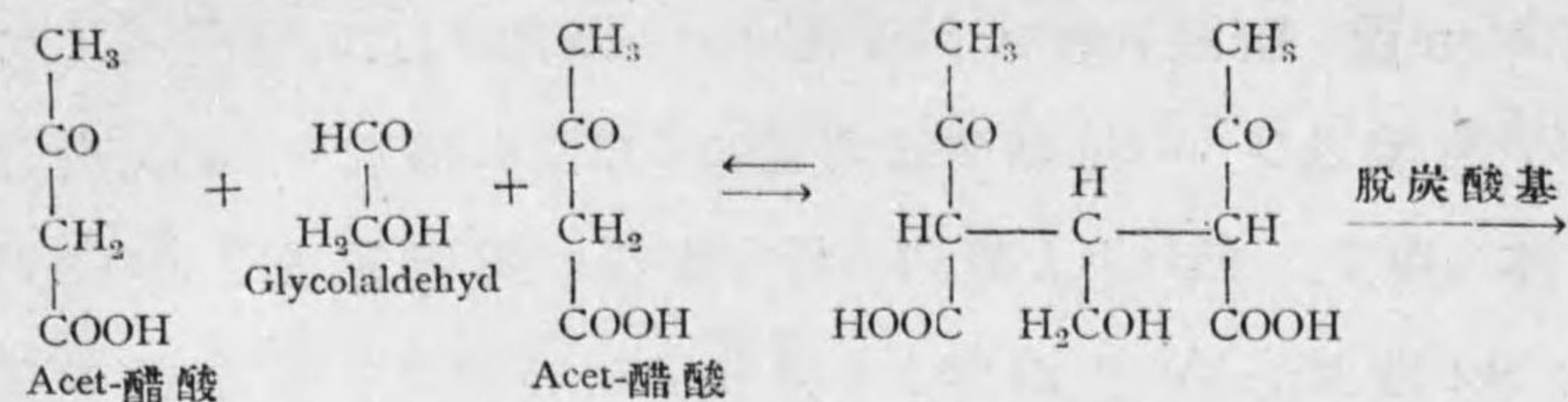


¹ Mechanismus

Aceton-體 脂酸が漸次 β -酸化により分解せられて發生したる β -Oxy-酪酸及び Aceto-醋酸は常態にては更に酸化せられて炭酸及び水に變ず、然れども體内に於て糖質の燃焼阻止せらるる時は此等の酸及び Aceto-醋酸より發生する Aceton の尿中排泄量著しく増加す、此等の物質を Aceton-體と稱す、常態にては Aceton-體の量一日の尿中に僅かに 0.01—0.02 g に過ぎざるも饑餓時にて體脂肪が主として燃焼せらるる時著しく増量し、糖尿病の際には殊に多量に排泄せらるることあり。

Aceto-醋酸は鹵性反應にて過酸化水素の爲めに分解せらるること極めて遅々なるも糖若くは Glycolaldehyd の存在に於て速かに分解せらる、Shaffer¹ は 0.25 NaOH 液 1000 cc の内に Acet-醋酸 20 m.mol 及 H_2O_2 150 m.mol を加へて其酸化の速度を測定したるに糖を加へたる際には Acet-醋酸の酸化著しく促進せられ其促進の度は添加したる H_2O_2 の濃度と共に増大す、然るに此際糖は直ちに其作用を現はすことなく一定時滴の作用を蒙り少しく分解せられたる後初めて促進作用を呈す、從て豫め滴にて處理せられたる糖を加ふる時は作用直ちに出現す、尤も滴の作用餘り長きに失すれば作用著しく破壊せらる、Shaffer 及 Friedemann² は體内に於て糖が分解せらるる際 Glycolaldehyd 様の物質發生し之が Aceto-醋酸と縮合して其酸化を容易ならしむるものなるべしと唱へたり。

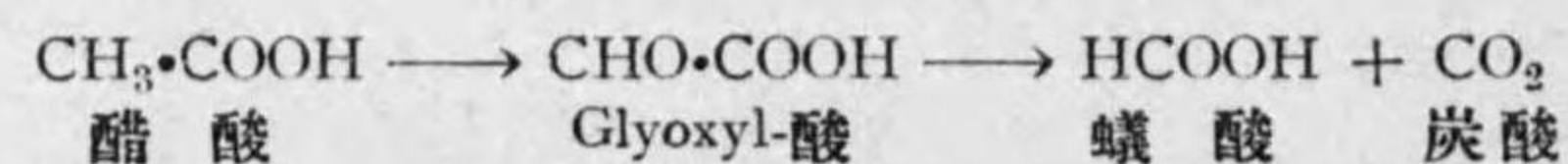
¹ Shaffer: J. Biol. Chem. **47**, 433 [1921] ² Schaffer 及 Friedemann: J. Biol. Chem. **61**, 585 [1924]



簡單なる脂酸の酸化 酪酸よりも複雑なる脂酸はβ酸化を受けて順次簡單なる脂酸に變ずるは上に述べたるが如し。酪酸よりも尙簡單なる脂酸の酸化状態は未だ明ならず。

1. Propion-酸は動物體內にて完全に燃焼せらる、然れどもその酸化の経過は未だ全く不明にしてβ酸化の證明なく、又これを糖尿症患者に與ふるも尿中糖排泄量を増加せざるにより、α酸化の爲めに乳酸又は焦性葡萄糖を發生したりと考ふることは不能はす。

2. 醋酸は中等量に於ては體內にて完全に酸化せらる。動物に醋酸鹽を與ふるに蔞酸は稍酸化せられ難き酸なるに拘らず尿中に蔞酸の増量せざるを以て見れば、醋酸酸化の際に蔞酸の發生なく、恐らく Glyoxyl-酸及び蟻酸を経て酸化せらるるか



或は Thunberg の唱ふる如く醋酸二分子より脱水素作用によ

りて琥珀酸を生じ Fumar-酸, Oxal-醋酸を経て一分子の醋酸と二分子の炭酸及二分子の水に變ずるものならむ(第404頁参照)。

3. 蟻酸は直接に炭酸に酸化せらるるものなるべし。

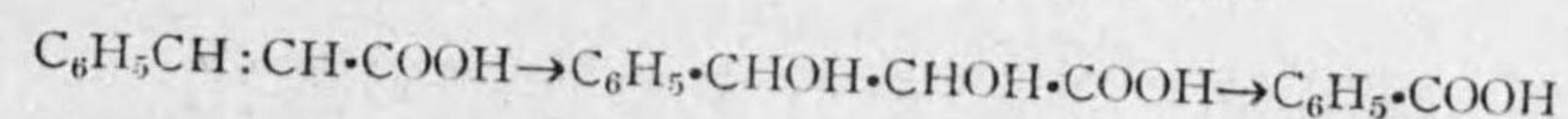
脂酸は體內に於て酸化作用若くはγ酸化作用を受けざるもの如し。

そのα酸化の存在を否定する理由 1. Phenylpropion-酸は体内に於て安息香酸に酸化せらるるに止まる、然るに、そのα-Oxy-酸又はα-Keto-酸なる Phenyl-α-Oxy-propion-酸及び Phenyl-焦性葡萄糖は Benzol-核を失ひて全く酸化せらる。2. 奇数の炭素原子を有する正脂酸よりα酸化によりて偶数の炭素原子を有する脂酸の發生するならば奇数炭素原子を有する正脂酸を生肝に輸血する際に Acet-醋酸を得べきに實際には然らず。3. Levulin-酸 $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ を糖尿症患者に與ふるにこれより Acet-醋酸を發生せず。

又體內にγ酸化の存在せざる證左は 1. γ-Oxy-酸及びその Lacton 及びγ-Keto-酸は体内に於て更に酸化せらるること難し。2. 七炭素脂酸を糖尿獸に與へ又は生肝に輸血する際には Acet-醋酸を發生せず。

第四節 不飽和脂酸の酸化

不飽和酸は實驗室内にて過-Mangan-酸にて酸化せらるる際先づ Dioxy-酸に變じ、更に酸化せらるるや二重結合のありし處にて分解せられて低級の酸となる例へば肉桂酸は

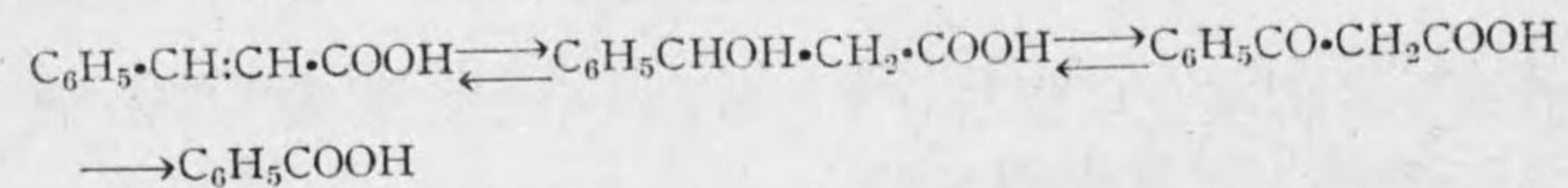


の順序を経て安息香酸に變ずるが如し。然るに生體內にては此の如き Dioxy-酸の發生を見ることなく恐らく先づ水を結合して Oxy-酸に變じたる後、Keto-酸を経て酸化せらるるもの如し。

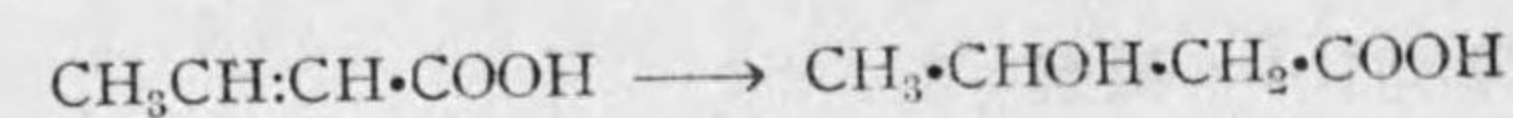
不飽和酸中最も簡單なる Acryl-酸は全く体内にて酸化せら

れ中間産物を認むることなしと雖も糖尿病者にては殆んど全く葡萄糖に變化せらるるより見れば Hydroacryl-酸若くは乳酸が一部の中間産物として看做さるべきものなるが如し。

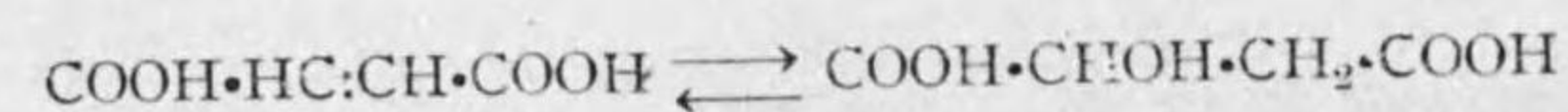
Acryl-酸の Phenyl-誘導體なる肉桂酸 $C_6H_5CH:CH\cdot COOH$ は動物體內にて安息香酸に變じ馬尿酸として排泄せられ且つ其安門鹽を多量に猫又は犬に與ふる時は其尿中に *l*-β-Phenyl-β-Oxy-propion-酸及び Acetophenon の排泄を見る。Acetophenon は Benzoyl-醋酸より發生したるものと考へ得るにより肉桂酸は次の如き變化を受くるものと考ふることを得 (Schwenken¹)。



Friedmann 及 Maase² は Croton-酸を肝粥を以て處理したるに酸素の存在に於ては其一部 *l*-β-Oxy-酪酸に變ずるを認めたり。



又 Einbeck³ は Fumar-酸を肝粥にて處理したる時林檎酸の發生するを見たり。



此反應は可逆反應にして林檎酸の 75% 發生したる時停止す。

第五節 側鎖を有する脂酸の酸化

Isopropyl-基を含有する脂酸を體外にて過-Mangan-酸鹽にて酸化する時は第三次水素原子は水酸基にて置換せられ更に

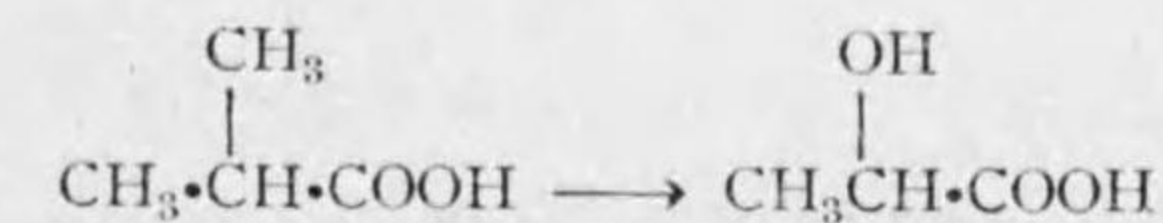
¹ Schwenken: Beitr. Physiol. 1, 143 [1914]

² Friedmann 及 Maase: Bioch. Z. 55, 450 [1913]

酸化せらるれば Aceton を生ず。

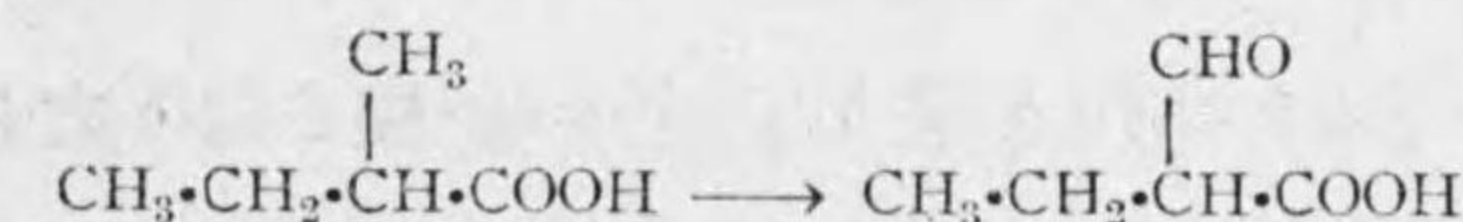
然るに生體內酸化にては先づ Methyl-基の脱離行はるるもの如し。

Baer 及 Blum は糖尿者に異性酪酸鹽を與ふる際乳酸の發生するを認めたり。

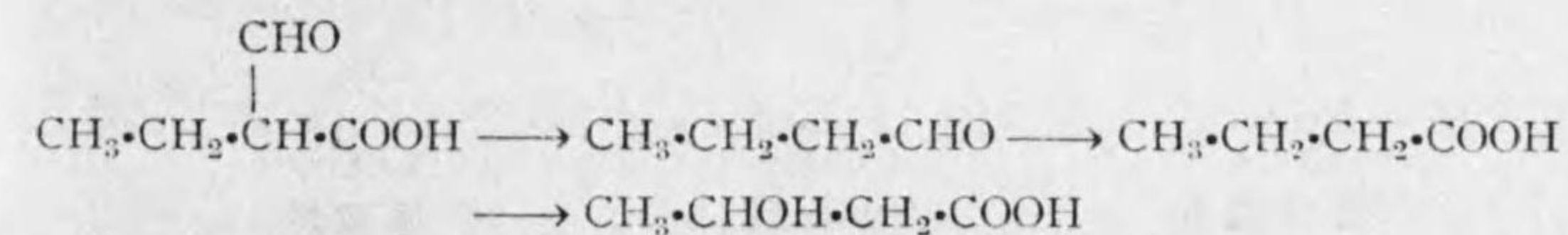


之に依れば Methyl-基が水酸基によりて置換せられたる觀あるも果して簡單に此の如き反應行はれたるや疑なき能はず。即ち Baer 及 Blum は α-Methyl-酪酸を糖尿者に與ふる時は β-Oxy-酪酸の發生を見るも α-Oxy-酪酸には其作用なきことを認めたり。

之れ恐らく Raper の唱ふる如く α-Methyl-酪酸の CH₃-基の炭素は Carboxyl-基に對し β の位置にある爲め酸化を蒙り Malon-酸の半 Aldehyd を發生し。



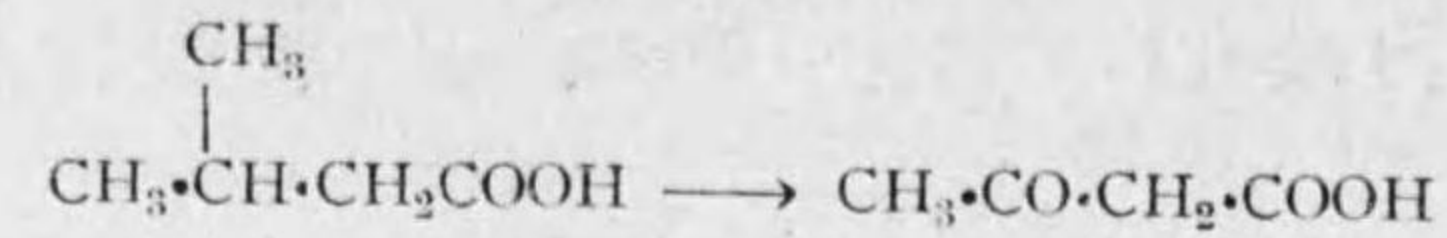
此者は不安定にして炭酸を失ひ Aldehyd となり更に酸化せられて酪酸となり次で β-Oxy-酪酸の發生を見るものなるべし。



之によりて考ふる時は上記異性酪酸より乳酸の發生したるは先づ Propion-酸に變じたる後更に酸化せられて乳酸となりたるものなるべし。

之に反し CH₃-基が β-炭素に附著せる場合には直ちに脱離せら

れ β -炭素は Carbonyl-基に變ず。



第六節 二炭素酸の酸化

蔞酸

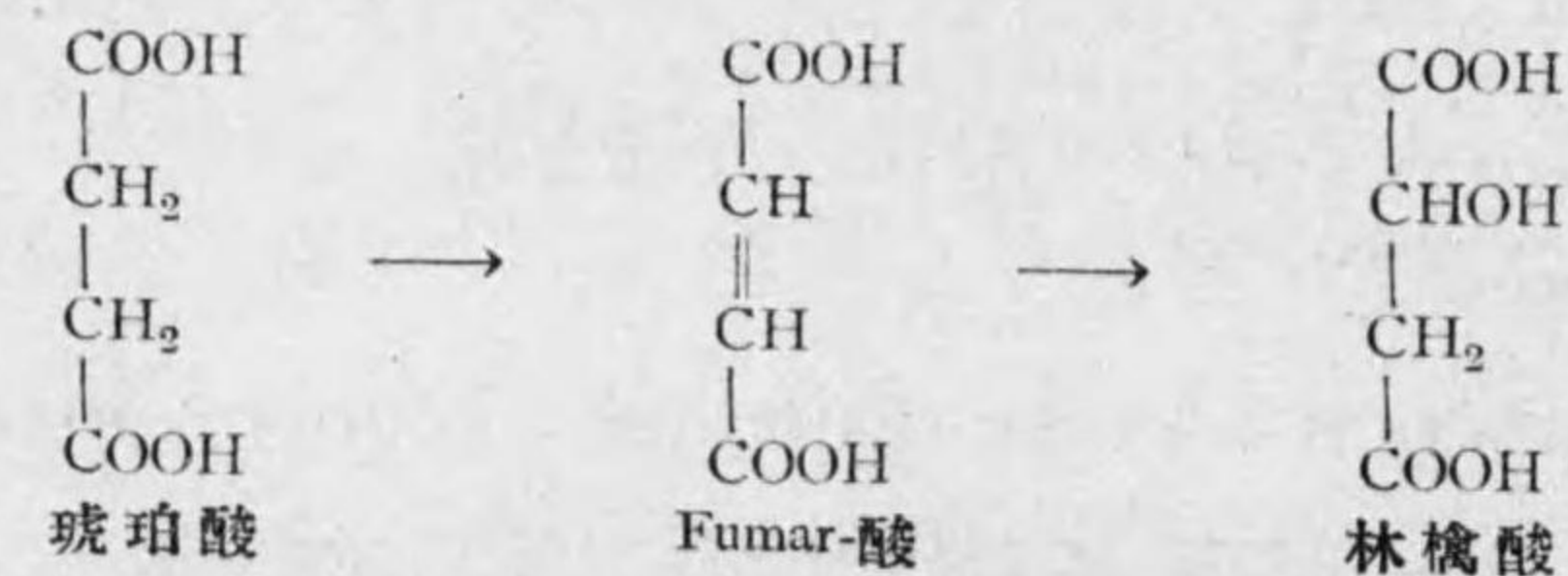
蔞酸は生体内にては酸化甚だ困難なるものの如し、果して其幾許が体内にて酸化せらるるや不明なり。

Malon-酸 $\text{COOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$

体内にて容易に酸化せらるる其機序は明ならず。

Tartron-酸 $\text{COOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$, Meso-蔞酸 $\text{COOH} \cdot \text{C}(\text{OH})_2 \cdot \text{COOH}$ 等もよく酸化せらる。

琥珀酸 $\text{COOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ 及 **林檎酸** $\text{COOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ 共に体内にて容易く酸化せらる。琥珀酸は先づ体内にて脱水素作用 (Dehydrogenation) を蒙りて Fumar-酸となり之に水が添加して林檎酸に變ずるものの如し。



林檎酸は Oxal-醋酸を経て焦性葡萄糖に酸化せらるるものの如し(第404頁参照)。

酒石酸 $\text{COOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$ は体内にて酸化さるること稍難く、**Glutar-酸** $\text{COOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ は完全に酸化せ

らる。

第三章 蛋白質中間代謝

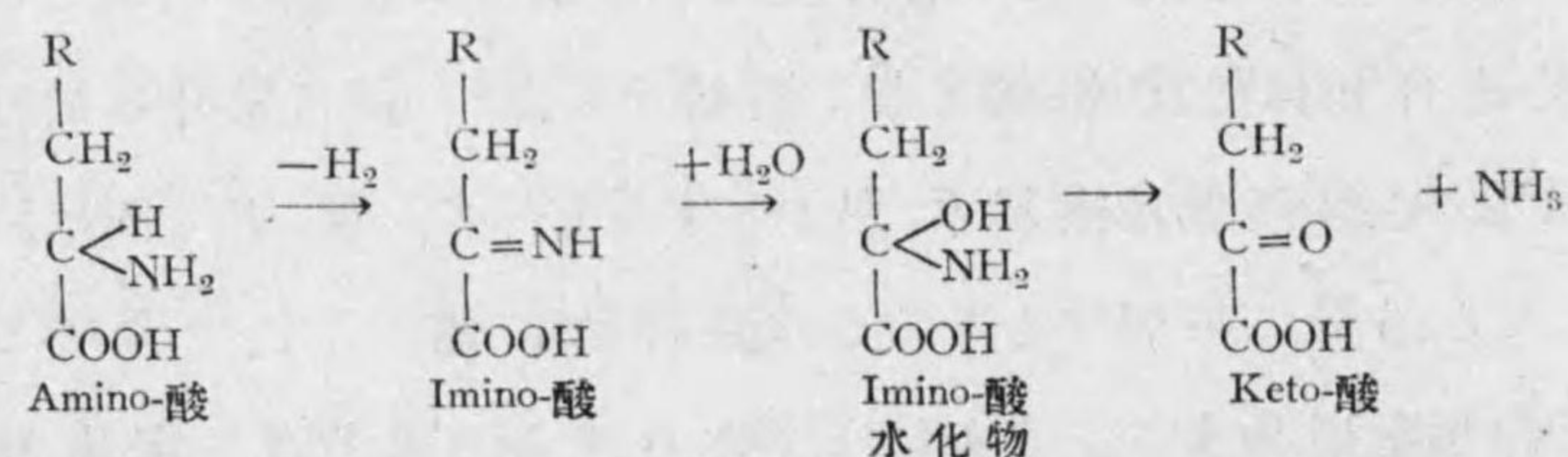
消化管より攝取せられたる蛋白質分解産物が体内に於て如何なる變化を受くるやを考ふるにこれらの物質は二様の作用を營むものの如し。即ちその一部は體組織代謝の結果費消せられたる體組織成分の構成に用ゐられ他の部は脂質若くは糖質と同じく勢力發生の爲めに用ゐらる。前者は比較的小部分にすぎざるものの如く消化管より吸収せられ血管内を循環する Amino-酸の一小部は組織細胞の爲めに攝取せらるるも他の大部分の Amino-酸は主として肝臓に於て Amino-基若くは硫黄を離解しその窒素及び硫黄は一定の化合物として尿中に排除せられその非窒素化合物は勢力根源として燃焼せらる。故に尿中に於ける蛋白質代謝産物は組織代謝よりするものと、勢力代謝に用ゐられたる部分に基因するものとの混合物に他ならず。食物として蛋白質を攝取すること大なれば勢力代謝に基因する窒素及び硫黄代謝産物愈々大となる。

體細胞成分たる蛋白質の合成に用ゐらるる Amino-酸の或種のものは必ず養素中蛋白質の分解によりて得らるべきものなりと雖も或種の Amino-酸は体内にて新生せらるることを得。Knoop は犬に γ -Phenyl- α -Keto-酪酸を與へたる時之に相當する Amino-酸の生成を見、又犬肝に焦性葡萄糖を輸血したる時 Alanin の發生するを認めたり。後章に述ぶるが如く食物中の糖質が脂肪よ

りも蛋白質節約の機能大なるは恐らく分解に際し発生する焦性葡萄糖等を安門と結合して Amino-酸を生成し得るに反し脂肪は β -Oxy-酸及び β -Keto-酸を発生し此等は α -Amino-酸を生成し得ざること大なる原因なるべし。

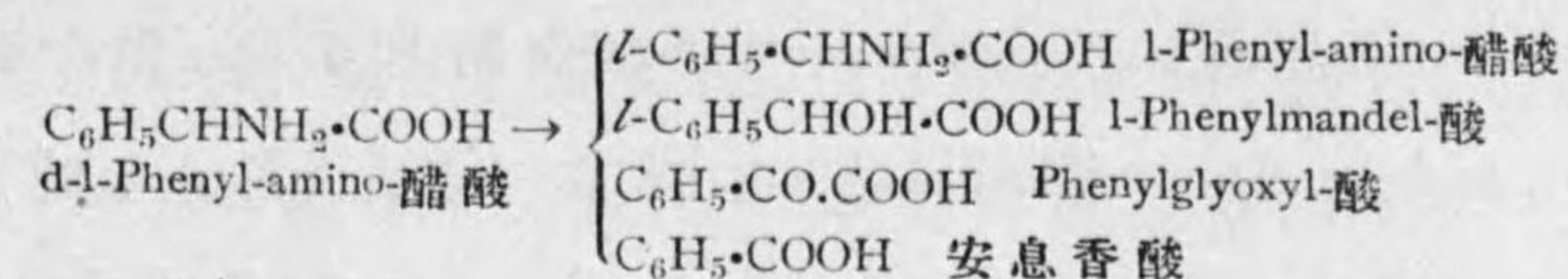
第一節 Amino-基離解

組織に於て體成分構成に用られたる以外の殘餘の諸種 Amino-酸は容易に體内に於て酸化せられて安門を分離し α -Keto-酸に變ずるものの如し。Amino-酸が α -Keto-酸に變ずる機序は未だ明ならずと雖も Knoop 及 Neubauer は中間産物として Imino-酸の水化物を假定し、Dakin 及 Dudley は Glyoxal-誘導體を想定したり。

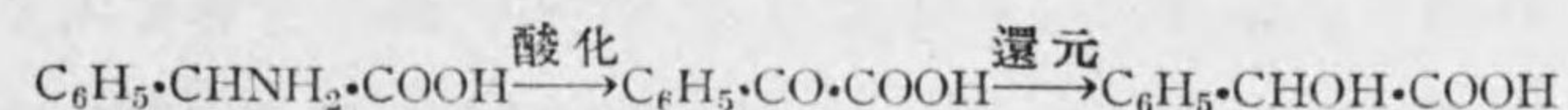


以前は Amino-酸は Amino-基離解の際先づ Oxy-酸となり(水解的 Amid-離解作用)次で Keto-酸に酸化せらるる考へられたりしも Neubauer¹ の研究によりて先づ発生するは α -Keto-酸なること略確實となれり。Neubauer は *d*-*l*-Phenyl-amino-醋酸を犬に與へたるに其時尿に排泄せらるるは *l*-Phenyl-amino-醋酸, *l*-Mandel-酸, Phenylglyoxyl-酸, 馬尿酸等なりき。

¹ Neubauer; Deutsch. Arch. f. Klin. Med. 95, 211 [1909]

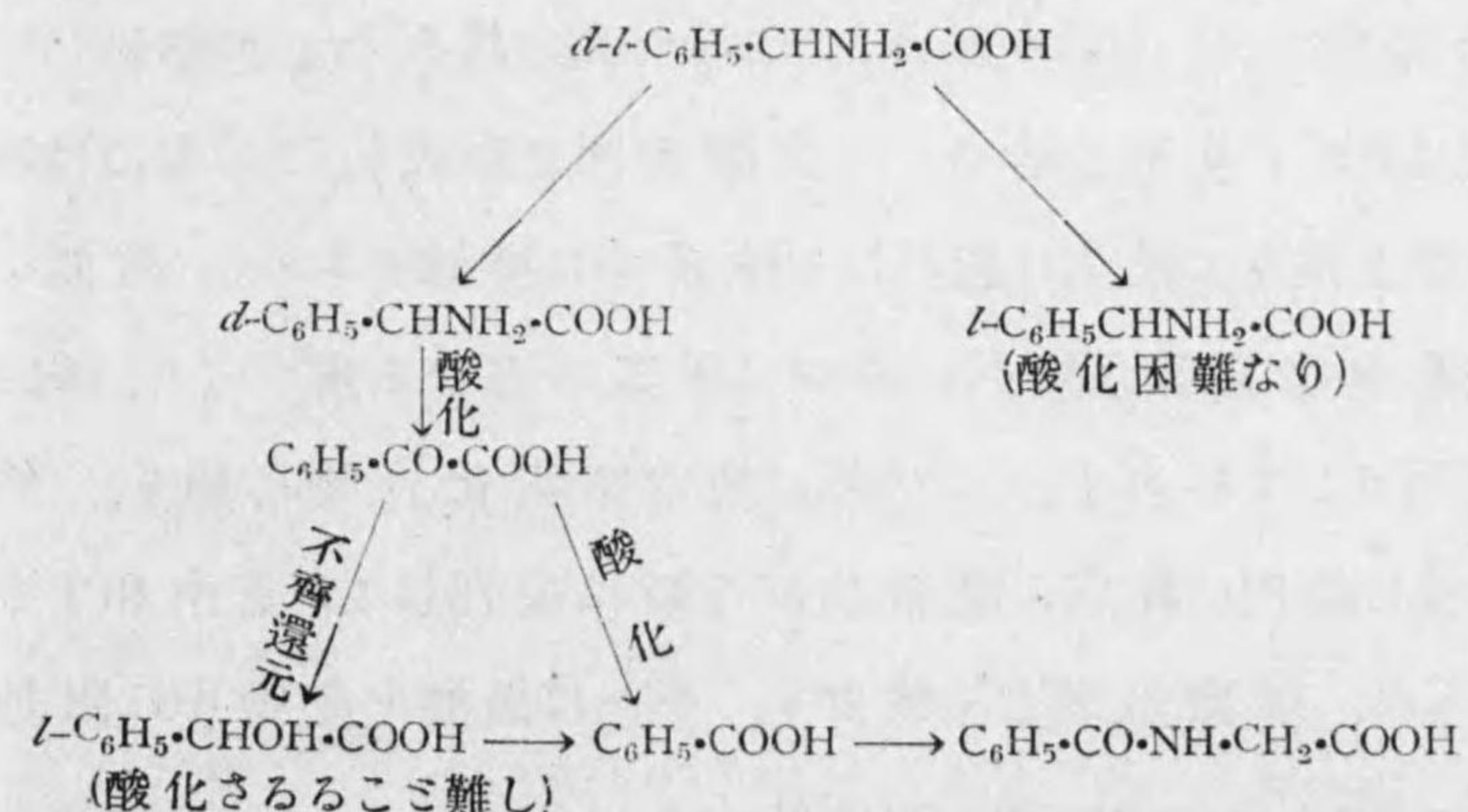


之によりて考ふる時は *d*-Phenyl-amino-醋酸は體内にて容易に分解せらるるも *l*-型の化合物は分解せらるること難く其多くは其儘尿中に排除せらるるを知る従て今 *l*-Phenyl-amino-醋酸のみを與ふるに其大部は殆んど其儘排泄せられ且此時殆んど *l*-Mandel-酸の発生を見ず。然るに *d*-Phenyl-amino-醋酸の附與に際しては尿中に其中間産化物なる Phenylglyoxyl-酸以外に尙 *l*-Mandel-酸排泄せらるるを見る。之れ一見光學的轉化行はれたるの觀あるも之は容易に Phenylglyoxyl-酸の不齊還元によりて説明することを得。



之は犬に Phenylglyoxyl-酸を與へたる時其尿中に *l*-Mandel-酸の排泄を見ることにより立證せらるる處なり。

故に α -Aminophenyl-醋酸の酸化は下の如く之を表はすことを得。



Phlorhizin 糖尿獣に *o*-Aminovalerian-酸を附與するも糖を發生せざるに反し *γ*-Amino-酪酸は糖を生成す。之より考ふる時は端在の Amino-基を有する脂酸は之に相當する二鹽基性酸を経て酸化せらるるものの如し。従て Diamino-酸は分解せらるる時先づ炭素一個少なく、且端在 Amino-基を有する酸となり次で二炭素酸に變ずるものの如し (Corley¹)。

この Amino 離解作用は肝臓その他の組織にて行はる、尤も腸より吸収せられたる Amino-酸は先づ肝臓を通過するもこの際直ちに大部分 Amino-基を離解するものに非ざるは Van Slyke, D.D 及び Meyer, G.M. が食後門脈血及び股動脈血中の Amino-酸窒素量を測定したる處により明かにして、これら Amino-酸は初めて肝臓を通過する際單にその含有する Amino-基の一部を失ふに止まり吸収せられたる大部分の Amino-酸は肝臓通過後組織に運ばれ補充若くは生長に用ひられその殘餘が徐々に Amino-基を離解せらるるものなるべし。

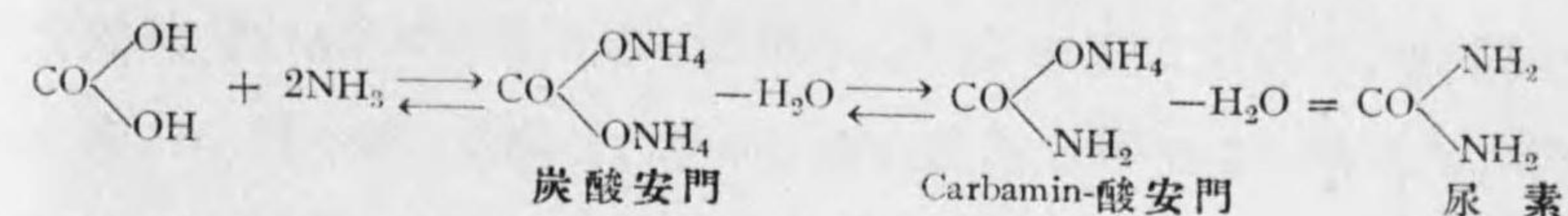
第一項 Amino-基の機轉

動物體內にて Amino-酸より Amino-基の離解により發生したる安門は直ちに炭酸と結合して炭酸安門を形成し、このものは速かに變化を蒙りて尿素に變じたる後尿中に排除せらる。常態に於ては尿中總窒素の約 85—90% は尿素の占むる處となり、約 3% は安門として存在す。その餘は他の窒素化合物に屬す。然れども若し體內に異常の酸發生する時は安門はこれを中和するに用ゐられ、尿素量著しく減少す。例へば鹽酸を食物中に附加

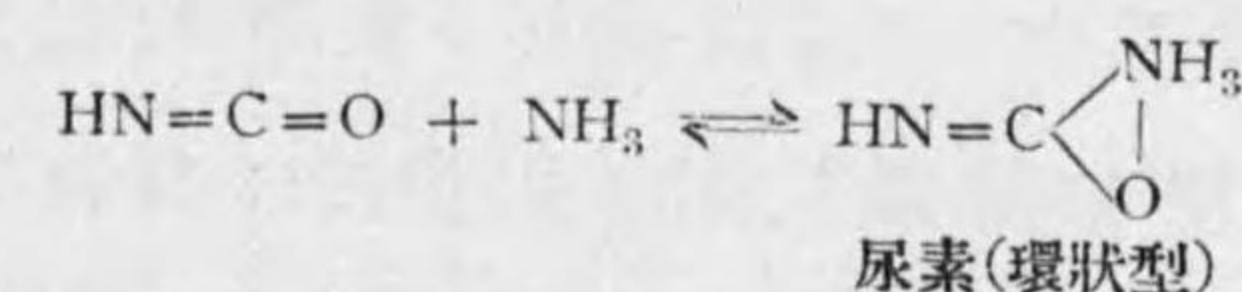
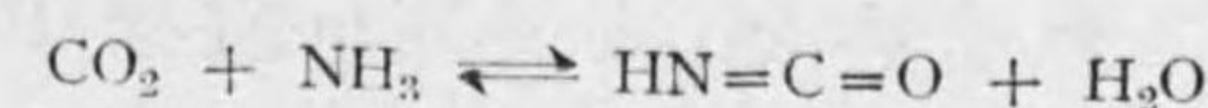
¹ Corley: J. Biol. Chem. **70**, 99 [1926]

服用したる時、又は糖尿症若くは饑餓時の如く體內にて β -Oxy-酪酸が多量に發生する時には尿中安門排泄量増大す。

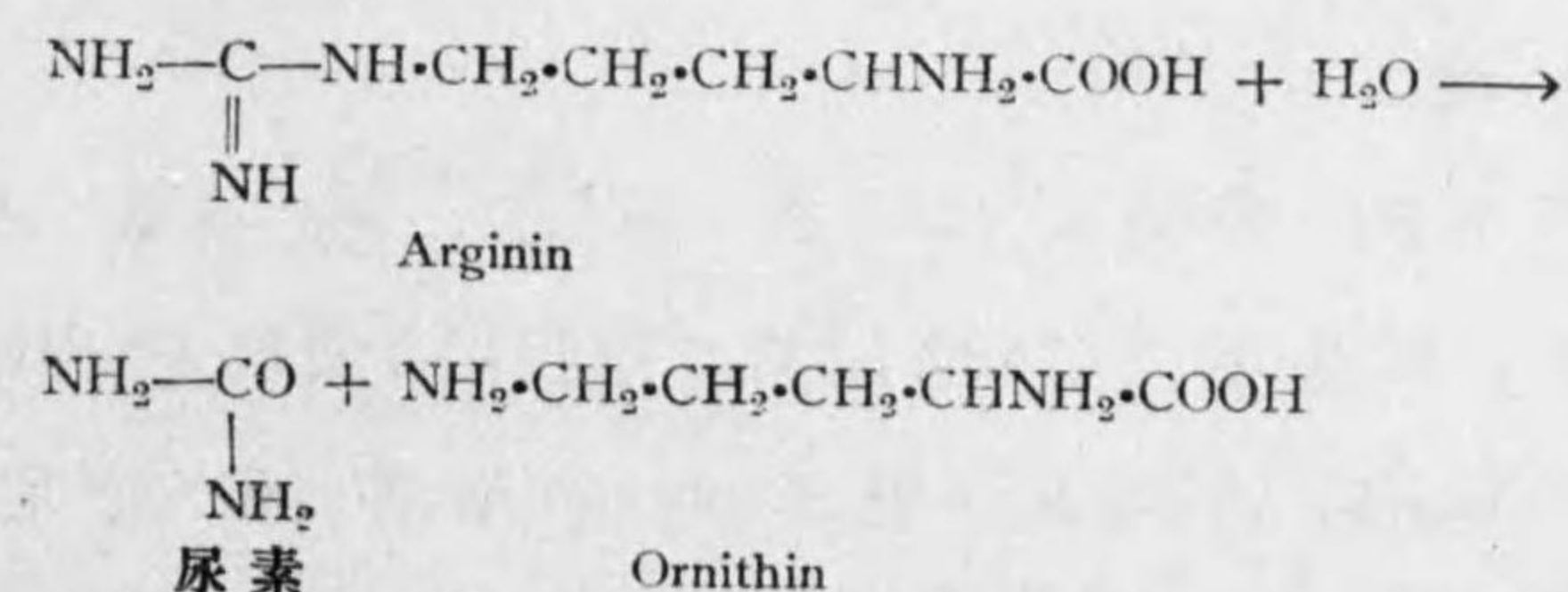
炭酸安門より尿素の發生するは失水反應に基く。



尿素の生成は他の機序によりても亦行はるることを得るものの如く Werner¹ は安門が先づ炭酸と作用して Cyan-酸を生じ之に他の分子の安門化合して環状型の尿素を形成することを説けり。



此考と一致し Fearon² は尿素酵素が尿素を水解する際其中間に Carbamin-酸の發生を見ることなきに反し常に Cyan-酸の生成せらるることを見たり。尤も Summer³ は Fearon の如く酵素にて尿素が水解せらるる際中間に Cyan-酸の發生するなきを唱ふ。尿素の生成は主として肝臓に於て行はるるものなることは既に第 672 頁に説けるが如し。尤も尿素の一部は Arginin の分解によりて發生す。



¹ Werner: Urea. Longmans, Green and Co. [1923] ² Fearon: Bioch. J. **17**, 84, 800 [1923] ³ Summer: J. Biol. Chem. **68**, 101 [1926]

第二項 非窒素含有部分の轉機

Amino-酸より Amino-基が離解せられて残留したる非窒素含有の部分は糖質若くは脂質等と同じく完全に

酸化 せられて勢力源として用ゐらる。Amino-酸が窒素離解時に當り失はるる Energi 量は大なるものに非ず、例へば Alanin 一分子の有する熱量は 389 なるに對し、これより發したる乳酸一分子の熱量は 329、尿素半分子の熱量は 40 なるを以て Alanin の如き小分子の Amino-酸に於ても尙且 Energi の損失量は僅かに 5% に過ぎず、従て分子量大なる Amino-酸分子が Amino-離解時に失ふ熱量は極めて小なるものなり。由是觀之蛋白質攝取後直ちに尿素の排泄量増加し蛋白質中に含有せられし大部分の窒素は暫時にして悉く尿中に排除せらるるは體成分構成に用なき Amino-酸は窒素を離解せられ勢力源として用ゐられ易き状態に變改せらるるものなるべし。Amino-酸に由來したる非窒素含有化合物は酸化せらるること、脂質は勿論、糖質よりも極めて容易なるものの如く、過剰の糖質は體內にて脂質に變化せらるるに反し高等動物の體內に於て蛋白質が脂質に變化するは極めて困難なることに屬す。然れども或状態に於ては蛋白質換言すれば Amino-酸より

糖の生成 あるは又疑ふべからざる處なり、例へば既に述べたるが如く Phlorhizin 注射により糖尿病となしたる動物體內に於ては Glycocoll, Alanin, Asparagin-酸, Glutamin-酸等は殆んど定量的に葡萄糖に變ずるが如し。尤も總ての Amino 酸にこの機能存するに非ず。

此點より觀て Amino-酸を分ちて三種とすることを得。即ち 1. 糖尿者體內にて糖を生成し得るもの (Glycocoll, Alanin, Serin, Cystein, Asparagin-酸, Glutamin-酸, Oxyglutamin-酸, Prolin, Ornithin, Arginin 等)。2. 糖尿者體內若くは肝臟輸血に際し Aceto-醋酸を生成し得るもの (Leucin, Phenylalanin, Tyrosin)。3. 糖も Aceto-醋酸も生成し得ざるもの之なり、而して糖を生成し得る Amino-酸は Aceto-醋酸を作らず又 Aceto-醋酸を作るものは糖を生成することなし。且つ糖若くは Aceto-醋酸を生成し得る Amino-酸は營養上必須のものならざるに反し、Lysin 及び Tryptophan 等の如く重要な Amino-酸は第 3 屬即糖も Aceto-醋酸も生成せざるものに屬す。之れ恐らく此等の酸は全く體內にて生成せらるること能はざる爲ならむ。

各 Amino-酸の糖若くは Aceto-醋酸生成の機能に就て検査せられたる結果を總合掲載すれば次の如し。

物 質	糖の生成	Amino-醋酸の生成
Glycocoll	+	-
d-l-Alanin	+	-
l-Alanin	+	-
d-l-Serin	+	-
l-Cystein	+	-
-Asparagin-酸	+	-
d-Glutamin-酸	+	-
β-Oxyglutamin-酸	+	-
α-Amino-異性酪酸	-	-
d-l-Valin	-	-
l-Leucin	-	+
d-l-Leucin	-?	+
d-l-Isoleucin	-	?

Norleucin		-
l-Prolin	+	-
d-Ornithin	+	-
d-Lysin	-	-
d-Arginin	+	-
l-Histidin	+?	-?
d-1-Phenylalanin	-	+
l-Tyrosin	-	+

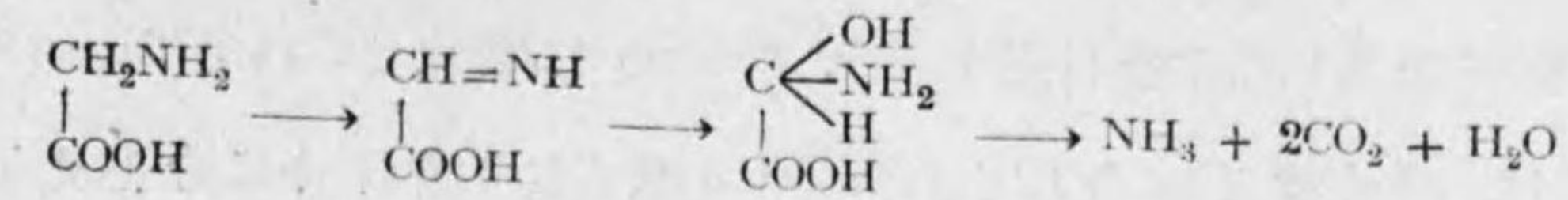
此の表にて明らかなるが如く

1. 糖尿者体内にて多量に糖を発生する Amino-酸は皆 2, 3, 4, 5 (Valin を除く) 個の炭素原子を有す。
2. Arginin は炭素 5 個以上を有する唯一の糖生成 Amino-酸なり、之れ其分解に際し発生する Ornithin (炭素 5 個を有す) に由来するものなるべし。
3. 直鎖 Amino-酸は Lysin を除く外此糖を生成することを得。
4. 側鎖を有する Amino-酸 (Valin, Leucin, Isoleucin) は殆んど糖を生成せず。
5. Prolin は糖を作る随一の環状體にして芳香性 Amino-酸は糖を生成せず。
6. Ornithin, Prolin, Glutamin-酸, β-Oxyglutamin-酸は其炭素の 3/4 に相當して糖を作る。

第三項 鎖状性簇の轉機

Glycocoll Glycocoll は安息香酸及他の芳香酸を化合して馬尿酸若くは之に類似したる化合物を形成し、又 Chol-酸を結合して Glychol-酸を作る。

体内にて酸化せらるる時は恐らく下の如き變化を受けて NH₃, CO₂ 及水に變ず。

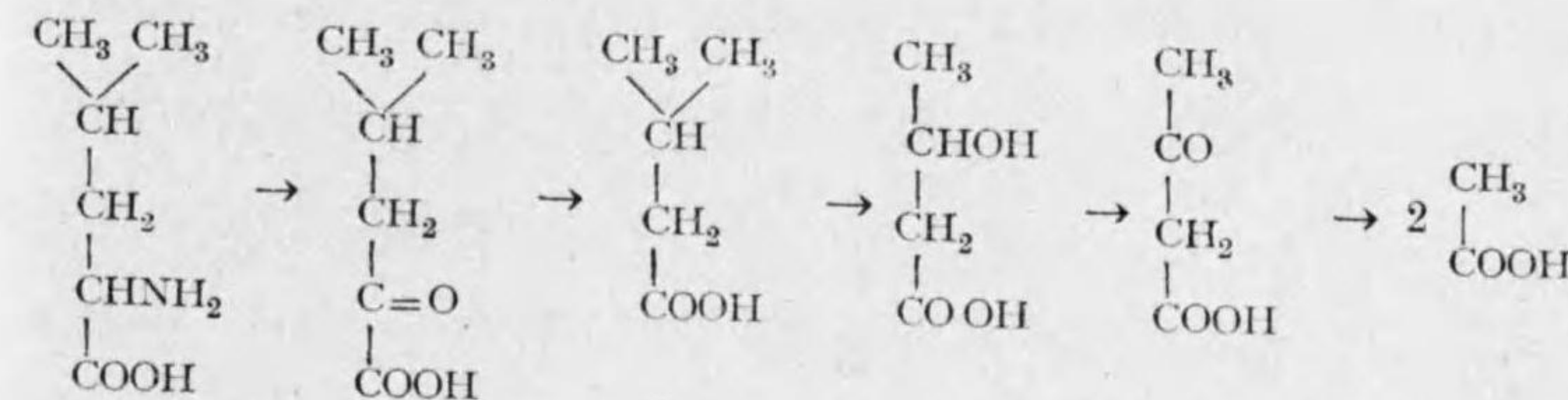


動物体内にて糖を作成することを得。

Alanin 焦性葡萄酸を経て完全に酸化せらる。Phlorhizin 糖尿症にては容易く糖を化合す。Glycocoll と同じく容易に体内にて合成せらるることを得。

Valin Valin の代謝は未だ明かならず。糖を作らず、Aceton-體をも化生せざるものの如し。

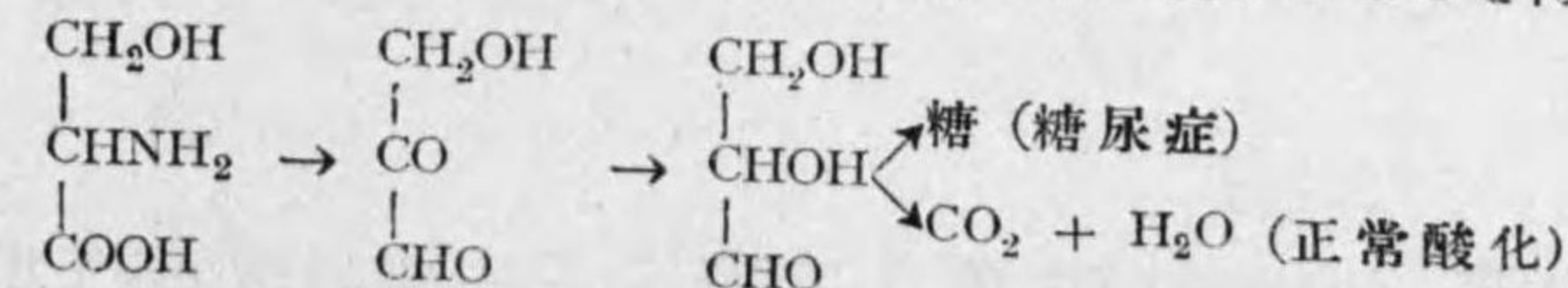
Leucin 酸化的脱-Amid-作用により之に相當する Keto-酸となり次で Isovalerian-酸に變し。此ものは脱-Methyl-化を受けて β-Oxy-酪酸を作るものの如し。



Leucin は凡ての蛋白質中に存す。細菌の作用を蒙る時は Isovalerian-酸及 Isoamylamin を発生す。醸母により醗酵作用を受くる時は Isoamylalcohol を生ず。

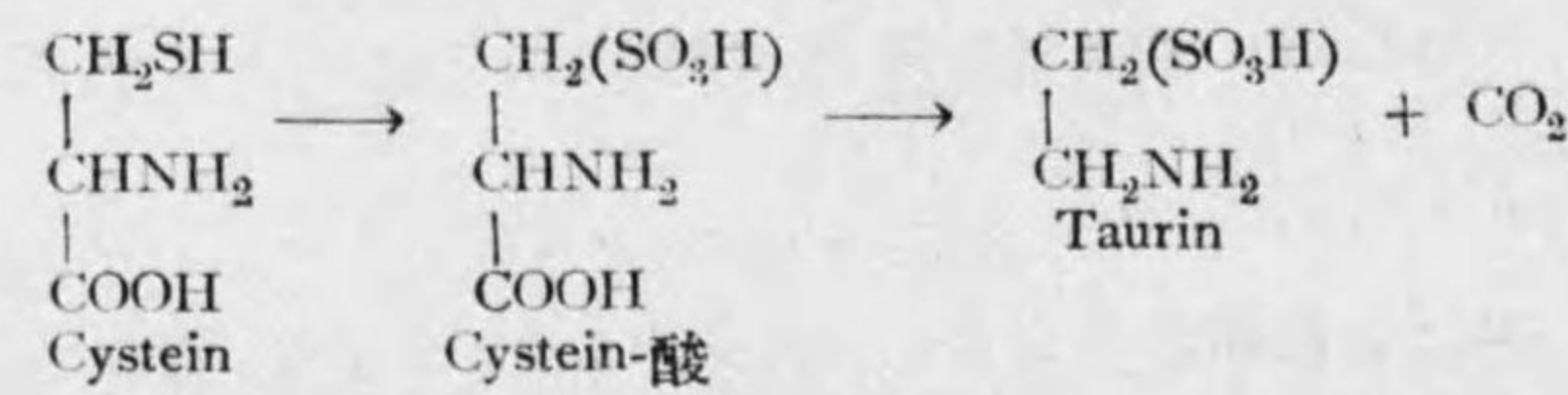
Isoleucin Isoleucin の体内にて受くる變化は未だ明ならざるも糖を化生せず又 Aceton-體にも變ぜざるものの如し。

Serin Serin は糖尿症動物の体内にて悉く糖に變ずることを得。

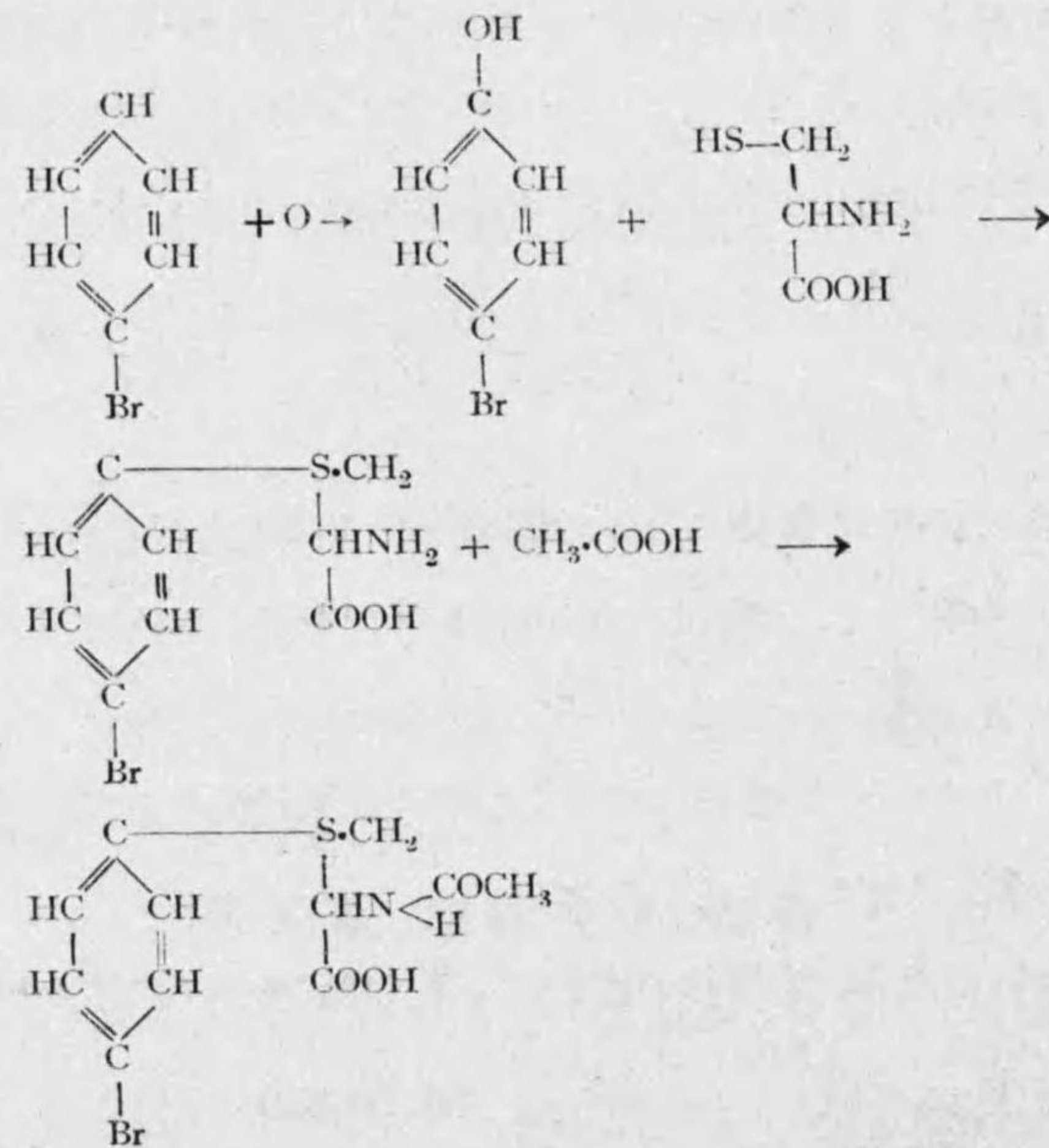


Cystin Cystin は体内にて種々の變化を蒙ることを得。1. 還元せられて二分子の Cystein となり、此 Cystein は正常酸化にては完全に CO₂ 及水とな

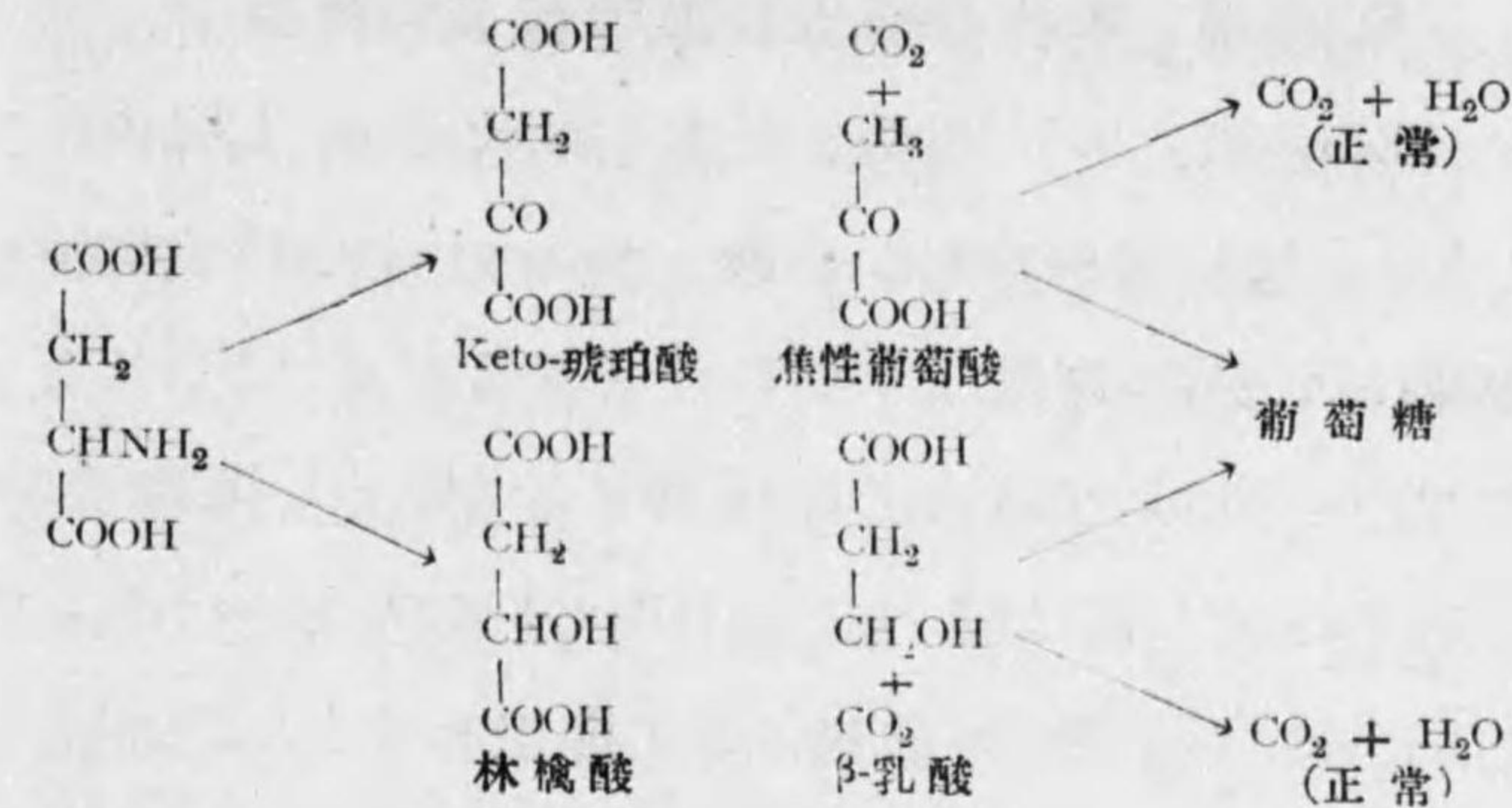
り、糖尿病患者にては糖に變ず。2. Cystein は酸化せられて Taurin に變じこのものは Chol-酸と結合して Taurochol-酸となり胆汁中に分泌せらる。Cystein が Taurin に酸化せらるる變化は體外にては之を臭素にて酸化し次で加熱する時に行はるるを得。



3. 特殊中毒時に際し解毒する際に體內にて用ひらるるこあり。例へば Mono-Brombenzol の中毒時に Merkaptur-酸の生成に用ひらるるが如し (Sherwin: Physiol. Rev. 2, 264 [1922])



Asparagin-酸 Asparagin-酸は体内にて或は Keto-琥珀酸を経て焦性葡萄糖に變じ、或は林檎酸を経て β-乳酸に變ず。何れにしても此等は Phlorhizin-酸體內に於て糖を化生す。

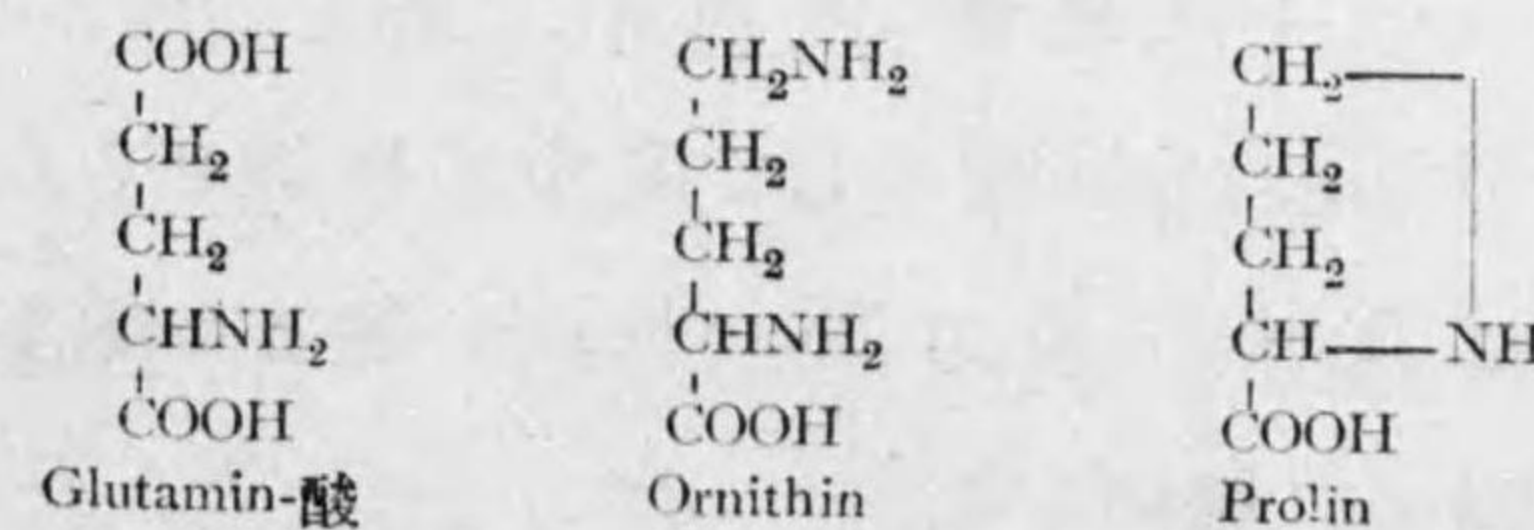


Glutamin-酸 Glutamin-酸を構成する5個の炭素原子中3個の炭素原子は糖尿病動物体内にて糖に變ず。其機序は Asparagin-酸の時に於けるが如く或は α-炭素原子の處に脱-Amid-作用起り次で β-炭素原子の處に酸化行はれて Glycerin-酸となるか、或は Keto-glutar-酸を経て林檎酸又は琥珀酸となるものの如く此等は正常態にては完全に酸化せられて炭酸と水に變化し、糖尿病動物にては糖に變ずるものならむ。

Arginin Arginin は肝臓に於て Arginin-酵素の爲めに水解せられて尿素及 Ornithin となり Ornithin は Glutamin-酸と同じ如き運命を辿る。従て糖尿病患者の体内に於ては糖を化生し得。尙 Guanidin-酪酸に變じ β-酸化により Guanidin-酪酸を發生し得るものの如し。

Lysin Lysin は体内にて糖を作らず、Aceton-體を發生せず。

Prolin Prolin は構造上 Ornithin 及 Glutamin-酸に類似し、糖尿病動物体内にて糖に變ずることを得。体内にて Glutamin-酸より合成せらるるものの如し。



第四項 芳香性簇及び異環性簇の轉機

一般に Phenyl-核, Indol-核等を有する諸化合物は體內にて燃焼せらるること難し例へば安息香酸, Benzylalcohol, Phenylpropion-酸等は體內にて安息香酸より更に分解せらるることかたく, その状態にて Glycocoll と結合し馬尿酸として尿中に排泄せられ, 又 Indol 及び Scatol 等は體內にて Indoxyl 及び Scatoxyl まで酸化せらるるのみにして Ether-硫酸として排泄せらるるが如し.

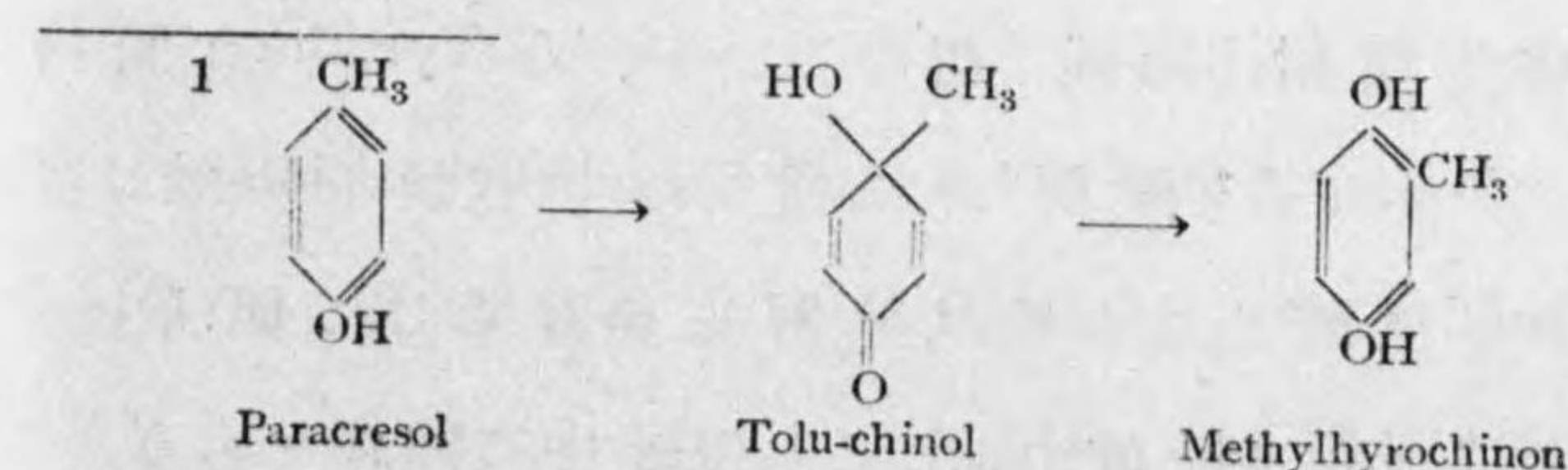
然るに Tyrosin, Phenylalanin 及び Tryptophan 等の Amino-酸はその分子中に Phenyl-簇, Indol-簇等を含有するに拘らず, 食餌として口より攝取せらるる時も, 將た又た皮下に注射せらるる際にも全く分解せられて尿素, 炭酸及び水に變ず. かくの如き特殊の變化が如何にして行はるるやその機序香として未だ明かならずと雖も

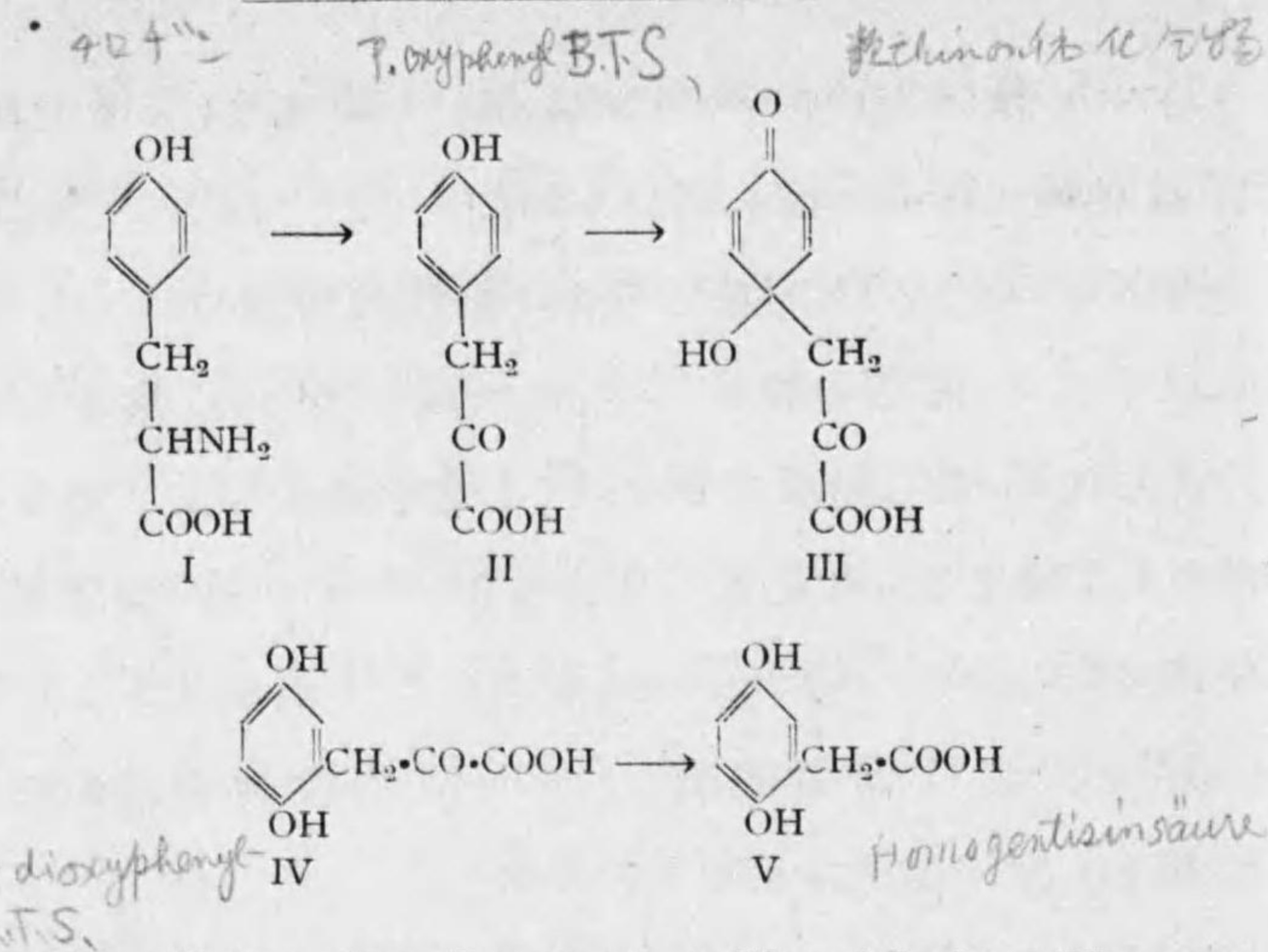
Tyrosin は恐らく Alcapton-尿症と稱する異常代謝の際尿中に出現する Homogentisin-酸を経て分解せらるるもの如し.

Alcapton-尿症は家族的に現はるる一種の代謝異常症にしてこの状態は先天的に始まり一生を通じて繼續す. かくの如き患者は常にその尿中に Homogentisin-酸を排泄し, このものは饑餓時に當りても消失することなく, 又飽蛋白食にて增量するを以て内因性及び外因性の蛋白質分解物なることを知るべく, 且つ Tyrosin, Phenylalanin を該患者に附與するに際しこれ等の Amino-酸は定量的に Homogentisin-酸として尿中に排泄せらるるにより Homogentisin-酸は Tyrosin 及び Phenylalanin 等より發生するものなることは推定するに難からず.

Tyrosin 及び Phenylalanin が體內にて酸化せらるるや其第一階程は他の Amino-酸に於けるが如く p-Oxyphenyl-焦性葡萄糖 $C_6H_4(OH) \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOH$ 及び Phenyl-焦性葡萄糖 $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOH$ なるべし. 此等の酸を Alcapton-尿症患者に與ふる時は盡く Homogentisin-酸に變化するを以ても之を知るべし. 然るに此等の酸が更に酸化せられ炭素一個少なき p-Oxyphenyl-醋酸又は Phenyl-醋酸となる時は Homogentisin-酸となる性質を失ふより見れば p-Oxyphenyl-焦性葡萄糖若くは Phenyl-焦性葡萄糖の階程に於て環狀部に先づ酸化を蒙るもの如し.

Neubauer の唱ふる處によれば Phenylalanin は體內にて先づ Tyrosin (I) に酸化せられたる後之と共に p-Oxyphenyl-焦性葡萄糖 (II) に變ずるか, 又は Phenylalanin より Amid-離解によりて先づ發生したる Phenyl-焦性葡萄糖が酸化せられて p-Oxyphenyl-焦性葡萄糖に變ず. 此 p-Oxyphenyl-焦性葡萄糖が Homogentisin-酸に酸化せらるるには酸化と同時に Para の位置にある OH-基の轉位を要す. 之には p-Cresol が過硫酸加里により Methylhydrochinon¹ に酸化せらるる時の如く類-Chinon-體化合物 (III) を経て酸化と同時に轉位行はれ 2,5-Dioxyphenyl-焦性葡萄糖 (IV) となり夫より Homogentisin-酸 (V) に酸化せらるるものなるべし.



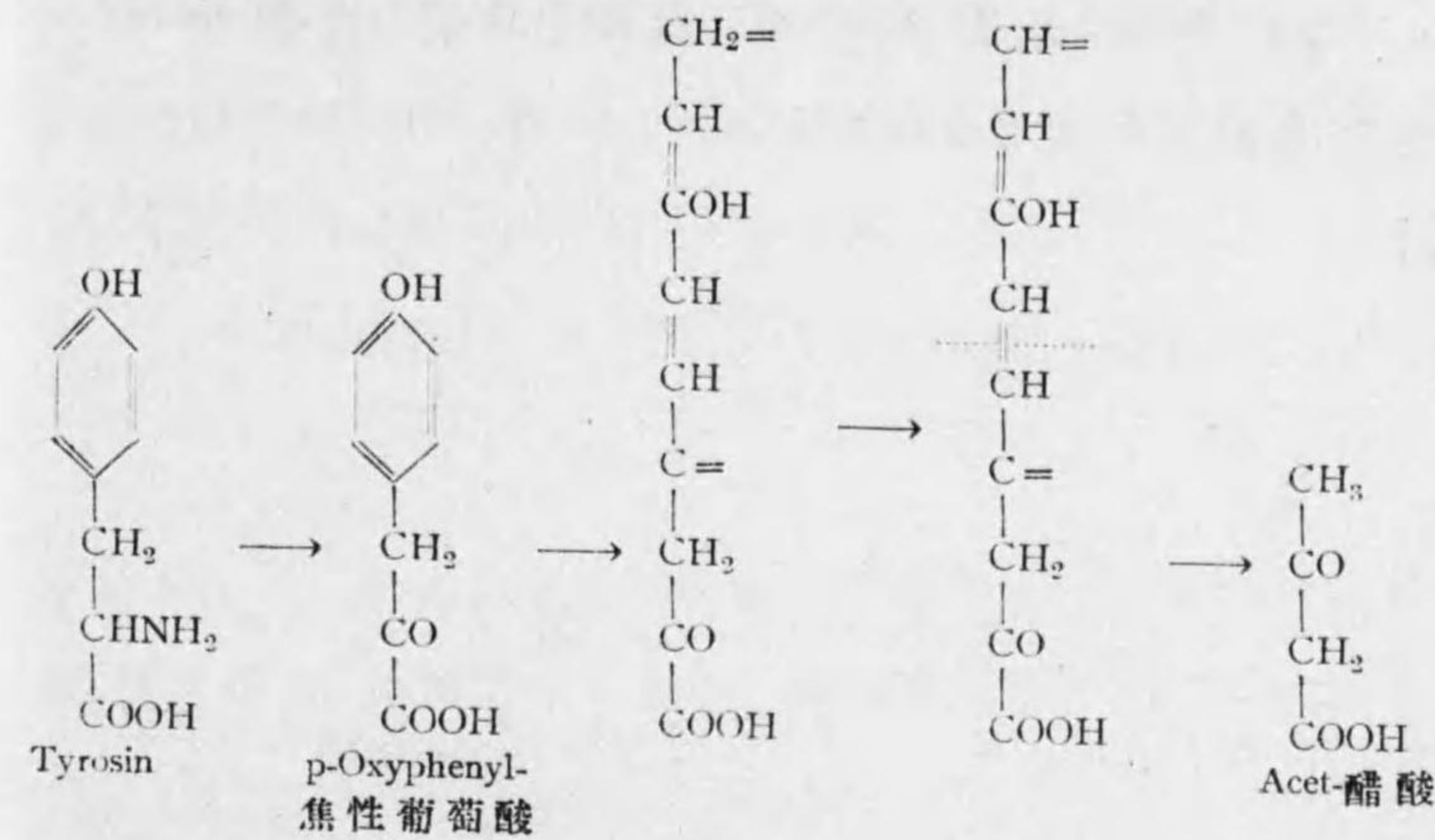


恐らく正常の状態に於て Tyrosin 及び Phenylalanin は Homogentisin-酸に酸化せられこのものが更に酸化作用を蒙りて Benzol-核の分解を見るに反し, Alcapton-尿症患者にては此 Homogentisin-酸を分解する酵素を缺如するものと想定せらる。

Homogentisin-酸を健康體に與ふる時は體内にて盡く分解せらるるに反し之を Alcapton-尿症患者に與ふる時は盡く尿中に排泄せらるるを以ても之を認むることを得べし。

以上記述したる機序は甚だ特殊なるものの如くその中間に於て僅少なる異状起ることあらば酸化作用は完全に行はるることなし。例へば若し p-Oxyphenyl-焦性葡萄酸が Phenyl-核に2個の水酸基を攝取せざる以前に於て p-Oxyphenyl-醋酸に變ずることあらば最早酸化作用は相踵で起らざるべく又 Tyrosin が腸内に於けるが如く Amino-基を離解したる後 Oxyphenylpropion-酸となり、又 Oxyphenyl-醋酸となる時は分解完全なること能はず、Phenol 又は Cresol となり硫酸-Ester として尿中に排泄せらる。

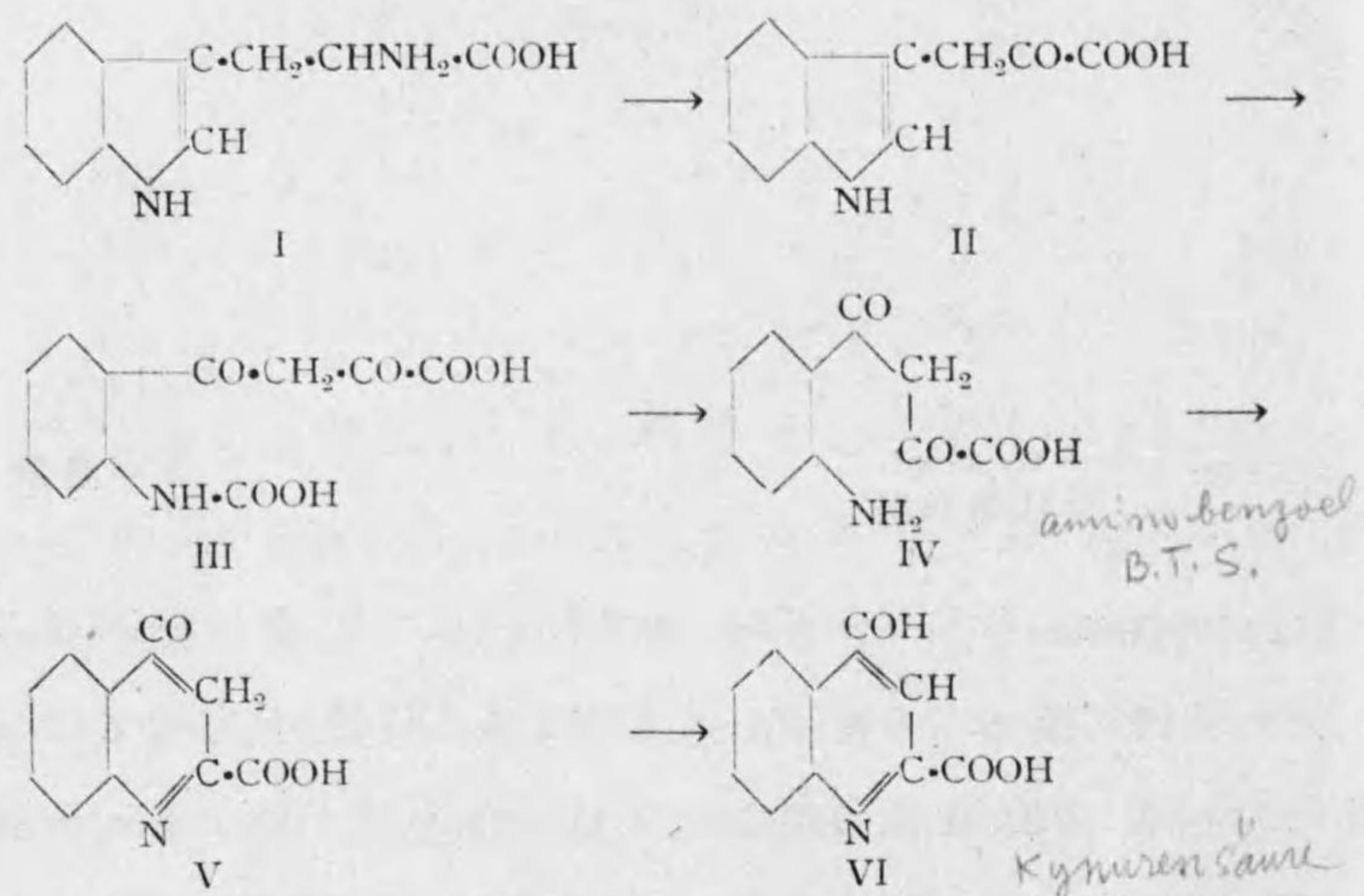
Tyrosin は糖尿症患者の體内にて Aceto-醋酸を化生す之れ恐らく次の如き分解によりて發生するものなるべし。



Tryptophan も亦 Tyrosin の如く體内にて完全に燃焼せらるるも分子内に僅少なる變化にても起る時は酸化不完全となる、例へば腸内にて腐敗菌の爲めに Tryptophan が Amid-基を離解せられ且つ還元せられて Indolpropion-酸となり、之が又酸化せられて Indol-醋酸となりたるものは Scatol 若くは Indol に變ずることを得るも、これら Indol-醋酸はその儘尿中に排泄せられ Scatol, Indol 等は Scatoxyl, Indoxyl 等に酸化せられたる後硫酸若くは Glycuron-酸と結合して尿中に排泄せらる。

Tryptophan は之を犬に與ふる時は Kynuren-酸の排泄量増加し又之を家兎に與ふる時も其尿中に Kynuren-酸の排泄を見る。此際には Indol-環に一個の炭素原子入り Chinolin-核が生成せらるるを要す。此變化は Ellinger 及松岡により次の如く考ふるを得べし。即他の Amino-酸に於けるが如く Amid-基の離解によりて初

めて生ずるは Indol-焦性葡萄酸なるべし、之れ Indol-焦性葡萄酸を家兎に注射する際多量の Kynuren-酸の排泄を見るにて明かなり。次に Pyrrol-環開き (III) 更に炭酸を分離して Aminobenzoyl-焦性葡萄酸 (IV) となりたる後 Kynuren-酸 (VI) に變ずるものなるべし。



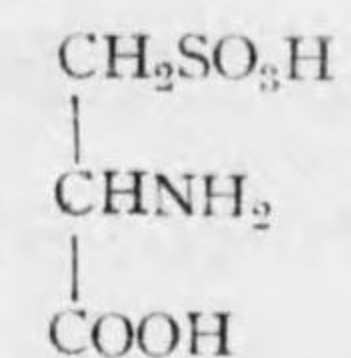
但し正常的体内 Tryptophan 代謝の際中間産物として Kynuren-酸が発生するやは未定なり。

Histidin Histidin が体内にて受くる變化は未だ全く明ならず。糖を化生せず又 Aceton-體と作らざるもの如し。Rose 及 Cook¹ に従へば食物より全く Histidin を除去する時は尿中に排泄せらるる尿酸及 Allantoin の量著しく減少し、Kreatinin の量も亦減ず。此時 Histidin を附與する時は Purin 量正常値に復歸す。Imidazol-乳酸は Histidin を代償すといふ (Cox 及 Rose²)

¹ Rose 及 Cook: J. Biol. Chem. 64, 325 [1925] ² Cox 及 Rose: J. Biol. Chem. 68, 781 [1926]

第二節 硫黄の分解

Cystin が硫黄を分離する際には先づ硫黄間の結合分離せらるるものの如く、これが還元作用にて行はるる時は Cystein を生じ又酸化作用行はるる際には Cystein-酸



に變ずべし。これ等より更に分解して發生したる硫酸は無機硫酸鹽及び Ether-硫酸として尿中に排泄せらる、これ等無機硫酸鹽及び Ether-硫酸の排泄は尿素と同じく食後に於て増大し恐らく Amino-酸が Amino-基を離解するに踵るで行はるる變化にして Ether-硫酸及び無機硫酸鹽共に同一の根源を有し唯腸内にて Tryptophan より腐敗にて發生したる Indol 及び Scatol が吸収せられたる後酸化せられて Indoxyl 及び Scatoxyl となる時及び Tyrosin の腐敗により發生したる Phenol, Kresol 等が吸収せられたる時は硫酸と結合して無害の Ether-硫酸となりて排泄せらるるなり、故に若し Naphtalin 又は甘汞を用ゐて腸内腐敗作用を制止する時は Ether-硫酸は殆んど全く尿より消失す。

第三節 組織代謝

第一項 Kreatinin 代謝

Kreatinin は既に尿編に於て説述したるが如く平食時及び寡蛋白食時に於て尿中に排泄せらるる量に差なく全く内因性代謝

産物と看做すことを得、尤も食物中にこの物質が既に含有せらるる時はその儘尿中に現はれて尿中 Kreatinin 量に影響を與ふることも大部分は組織内に行はるる化學變化により發生す。

尿中 Kreatinin の量は食物の種類によりて異なる即ち肉類攝取の際には筋肉内の Kreatinin がその儘尿中に排除せらるる爲尿中 Kreatinin の量増大す。之に反し食物が毫も Kreatin 及び Kreatinin を含有せざる時には食物中に於ける蛋白質の量に何等の關係なく又尿量にも關係なく各個人の Kreatinin 排泄量は常に一定す。24 時間内に體重 1 kg に對し排泄せらるる Kreatinin の mg-數を Kreatinin-係數と稱し主として體筋肉の量に關係するものの如し。其値男子にては約 24—25 (18 乃至 32 の間を逍遙す); 女子にては約 18 (9 乃至 26 の間を動搖す); 兒童 (5—13 歳) にては 9 乃至 17 の間にあり (Krause¹)

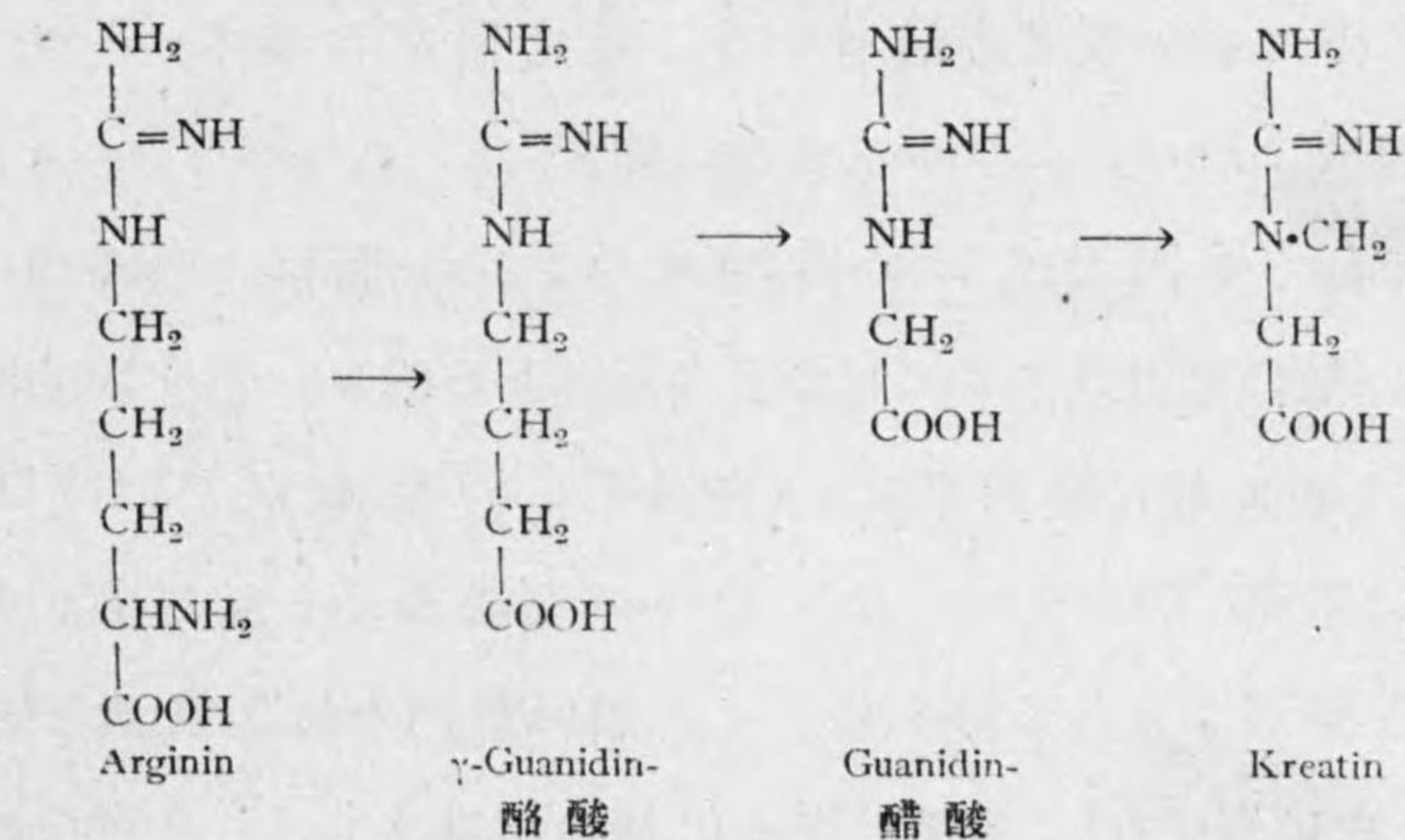
種屬を異にする動物にては Kreatinin 係數は筋肉量以外に尙筋肉内 Kreatinin 含量に關係す。Myers 及 Fine² によれば家兎、人、犬に於ける筋肉の Kreatin 量は 0.52, 0.39 及 0.37 % にして此等動物の Kreatinin 係數は 38.4, 24.2 及 22.5 なり。

Kreatin を食物内に添加攝取せしむる時は其少なかるざる量は體内に蓄積せられ筋肉は其 Kreatin 含量を増大す (Folin 及 Denis³) 然れども攝取量一定量を超越する時は尿中に Kreatin の排泄を認む、之れ一見食餌性糖尿症と似たる關係なり (Chanutin⁴)。食物内 Kreatin 量は尿 Kreatinin 量には影響を與へず。

1 Krause: Quart J. Exp. Physiol. 7, 87 [1914] 2 Myers 及 Fine: J. Biol. Chem. 14, 9 [1913] 3 Folin 及 Denis: J. Biol. Chem. 12, 141 [1912]; 17, 493 [1914] 4 Chanutin: J. Biol. Chem. 67, 29 [1926]

Kreatin は成長したる男子には尿中に存在せざるか、若くは痕跡に過ぎず、これに反し小兒及び月經時、妊娠時、授乳時の婦人の尿中に排泄せらる。一般に信せらるる處によれば尿中 Kreatinin の源泉は恐らく組織の Kreatin にしてこれは筋肉運動と關係なく、主として筋肉の緊張若くは一般に細胞の保持代謝により發生し、このものは更に分解せらるるもその一部は脱水作用を蒙りて Kreatinin に變じ、Kreatinin は分解せらるること難き爲めその儘尿中に排除せらるるものならむ。

Kreatin は體内に於て如何なる機序によりて發生するや全く不明なり。或は Arginin が變化せられて Guanidinamino-醋酸に變じこれが Methyl 化せられて Kreatin となるものなるべしと云ふ。



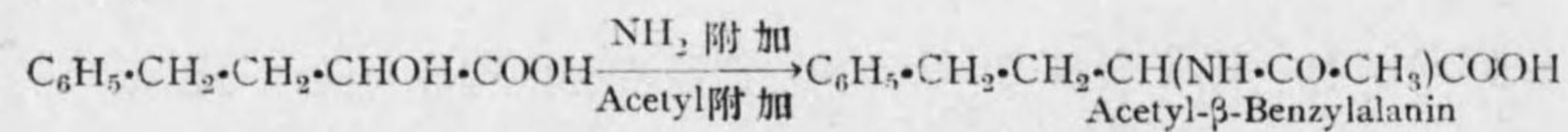
第二項 中性硫黃

尿中に排泄せらるる非酸化硫黃即所謂中性硫黃は Cystin, Rhodan-鹽, Taurin-誘導體, 蛋白酸及び時として Mercaptan-化合物等なり。これら中性硫黃の排泄量は食事の性質に拘らず常に一定する所より見るも組織代謝に甚大の關係あるものなるべ

きもこれらの點は未だ闡明せず。

第四節 Amino-酸の合成

動物體は Keto-酸若くは Oxy-酸と安門とより Amino-酸を合成する機能を有することは Knoop 及 Kertess¹ によりて證明せられたり。即ち彼は Phenylamino-酪酸を動物に與ふる時その大部分は Acetyl-誘導體として尿中に排泄せられ Ether-浸出により純粹に分離せらるるを利用し犬の皮下に注射せられたる γ -Phenyl- α -Keto-及 Oxy-酪酸より其體內にて Phenylamino-酪酸の發生するを確めたり。



ここに得たる物質は光活性を有し偏光面を右旋す、Acetyl-基を失ふ時は γ -Phenyl- α -Amino-酪酸に變ず。

かくの如く安門及び Keto-脂酸若くは Oxy-脂酸より體內に於て Amino-酸の發生することは疑なき所なりと雖も、一の Amino-酸は他の Amino-酸に變化すること能はざるものの如く、これが爲め Zein 又は膠等 Tryptophan 及び Tyrosin を缺如する蛋白質のみにて生命を維持すること能はず。これ體が安門の如き窒素を同化する(合成に用ゆる)こと能はざるが爲めに非ずして、Amino-酸の非窒素分たる或種の Oxy-酸若くは他の基を生成することを得ざるに基因す、Glycocoll が容易に體內にて生成せらるるは蓋し醋酸が動物體內に常に存在するに因るべく、又 Alanin は糖の分解にて生ずる三炭-Oxy-酸より Amino-化によりよく發生することを

¹ Knoop 及 Kertess: Z. Physiol. Chem. 71, 252 [1911]

得。

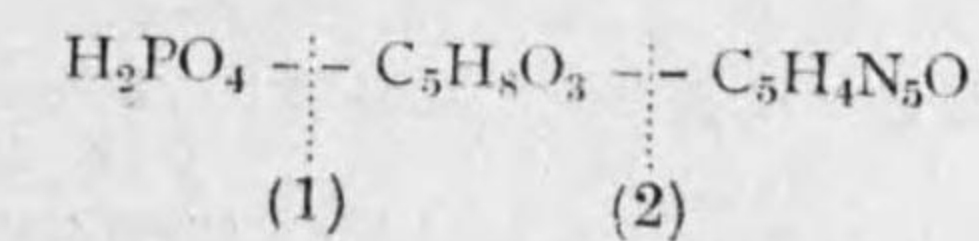
第四章 核酸中間代謝

核酸は腸管内に於て腓液中の核酸酵素の爲めに單核酸となりこのものはその儘腸より吸収せらるるものの如し。核酸攝取後には尿中尿酸の排泄量増加す、故に尿酸は食物内核酸の終産物なるを知る、然れども核酸を攝取せざるも常に尿酸の排泄あるにより尿酸は體內核酸よりも亦誘導せらるるを知る、即外因性及び内因性根源を有す。

第一節 核酸の分解

腸管壁又は組織に於て單核酸は單核酸酵素の爲めに水解せらる、この核酸酵素に二種を區別することを得べし、即磷核酸酵素¹は核酸を分解して磷酸と Nucleosid (Adenosin 及び Guanosin) となし、Purin-核酸酵素²は Purin (Adenin, Guanin) を分離して糖磷酸化合物を残留す。

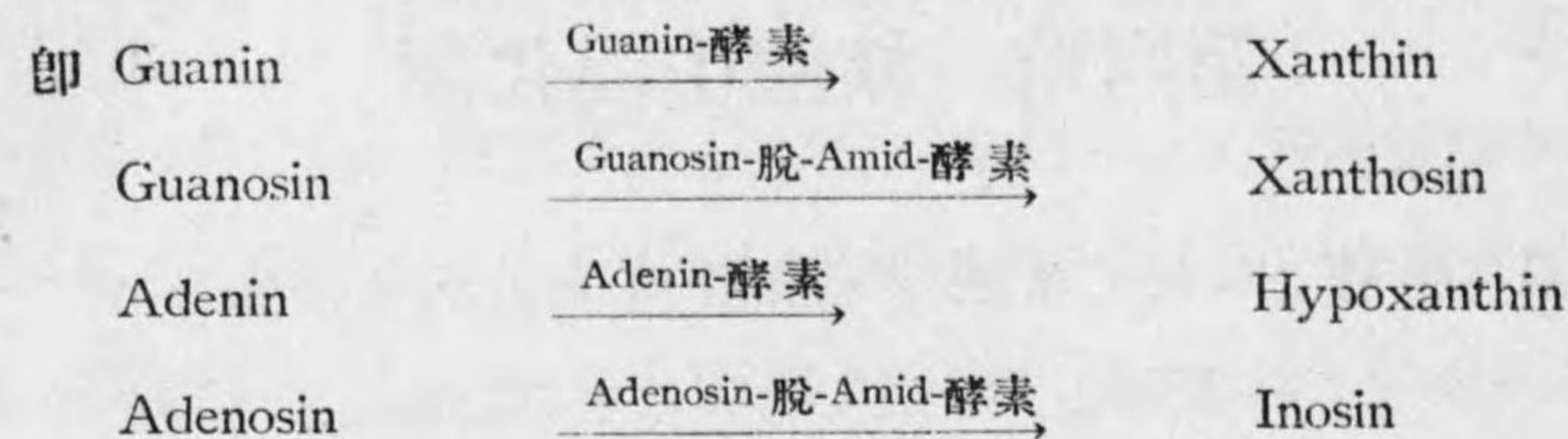
例へば Guanyl-酸に磷核酸酵素が作用する時は



(1)の處にて分解せられて磷酸と Nucleosid に變ずべくこれに反し Purin-核酸酵素作用する時は(2)の處にて分解せられて Purin を遊離し d-Ribose-磷酸となるべし。かくして發生したる Purin-

¹ Phosphonukleïnase ² Purinnukleïnase

鹽基又は Nucleosid は脱-Amid-酵素の作用により之に相當する Oxypurin-誘導體に變ずることを得。



Nucleosid は水解酵素の作用により糖と Purin-鹽基とに分離せらるることを得、此等の酵素を

Guanosin-水解酵素 (Guanosin-酵素)

Adenosin-水解酵素 (Adenosin-酵素)

Xanthosin-水解酵素 (Xanthosin-酵素)

Inosin-水解酵素 (Inosin-酵素)

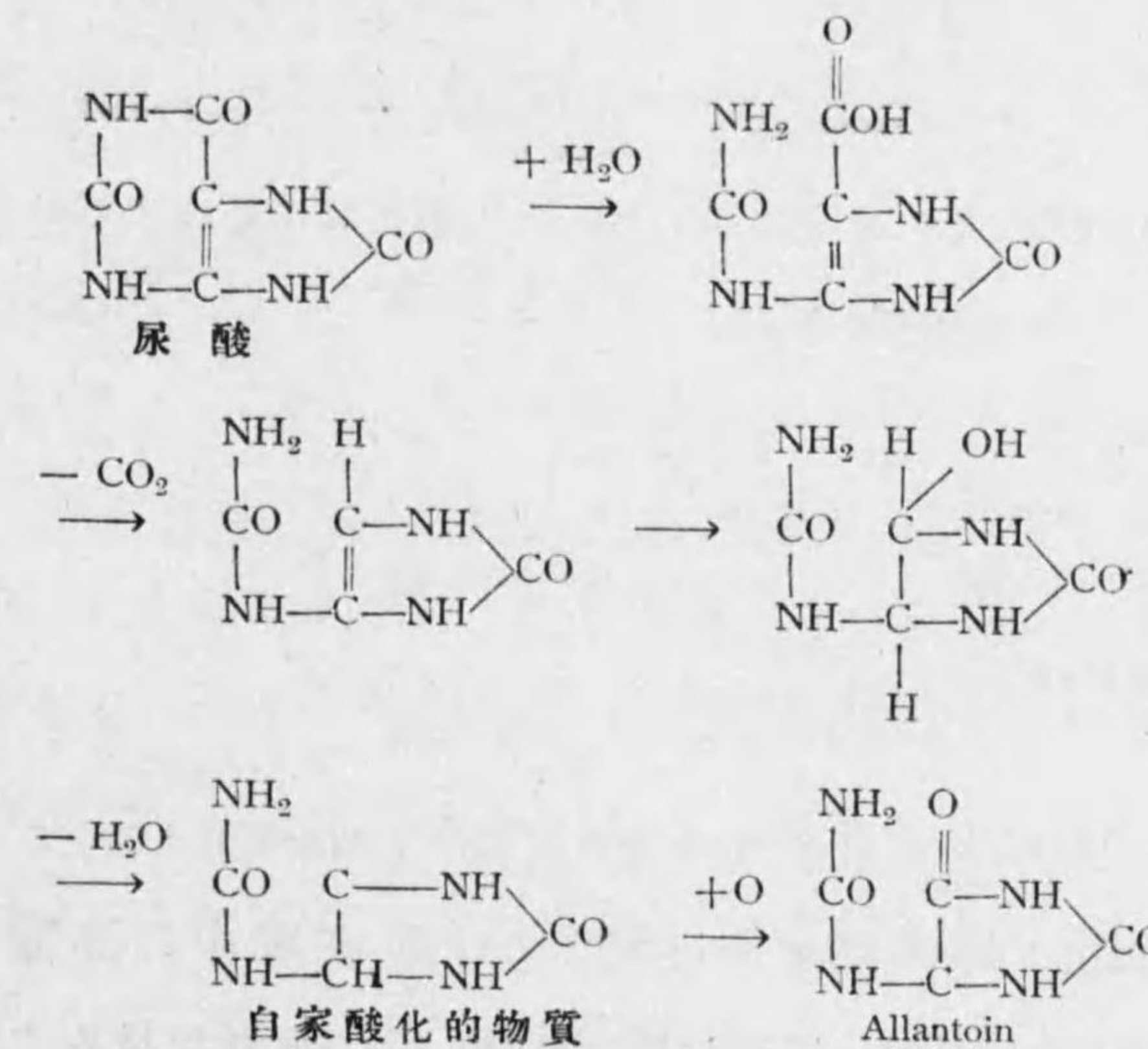
と云ふ、即ち Adenosin 及び Guanosin 等の Nucleosid は(1)先づ脱-Amid-酵素の作用を受けて Inosin 及び Xanthosin に變じたる後水解酵素の爲めに Hypoxanthin 及び Xanthin となるか或は(2)先づ水解酵素の作用を受けて Adenin 及び Guanin に變じたる後 Guanin-酵素及び Adenin-酵素の爲めに Hypoxanthin 及び Xanthin となるの二様の轉機をたると得。

例へば犬及び家兎の肝臓、鼠及び人體の各處は Adenin-酵素を含有せざるが故に Adenin より Hypoxanthin を發生することなきも核酸より Hypoxanthin を作る、これこれらの組織は Adenosin-脱-Amid-酵素を有し核酸より分離發生したる Adenosin を Inosin に變ぜしめこのものが更に Inosin-水解酵素によりて Hypoxanthin に變ずるが爲なり。

Hypoxanthin 又は Xanthin は人間の肝臓及び他の動物の肝

臓並びに他の臓器内に存在する Xanthin-酸化酵素の作用によりて尿酸に變ず。

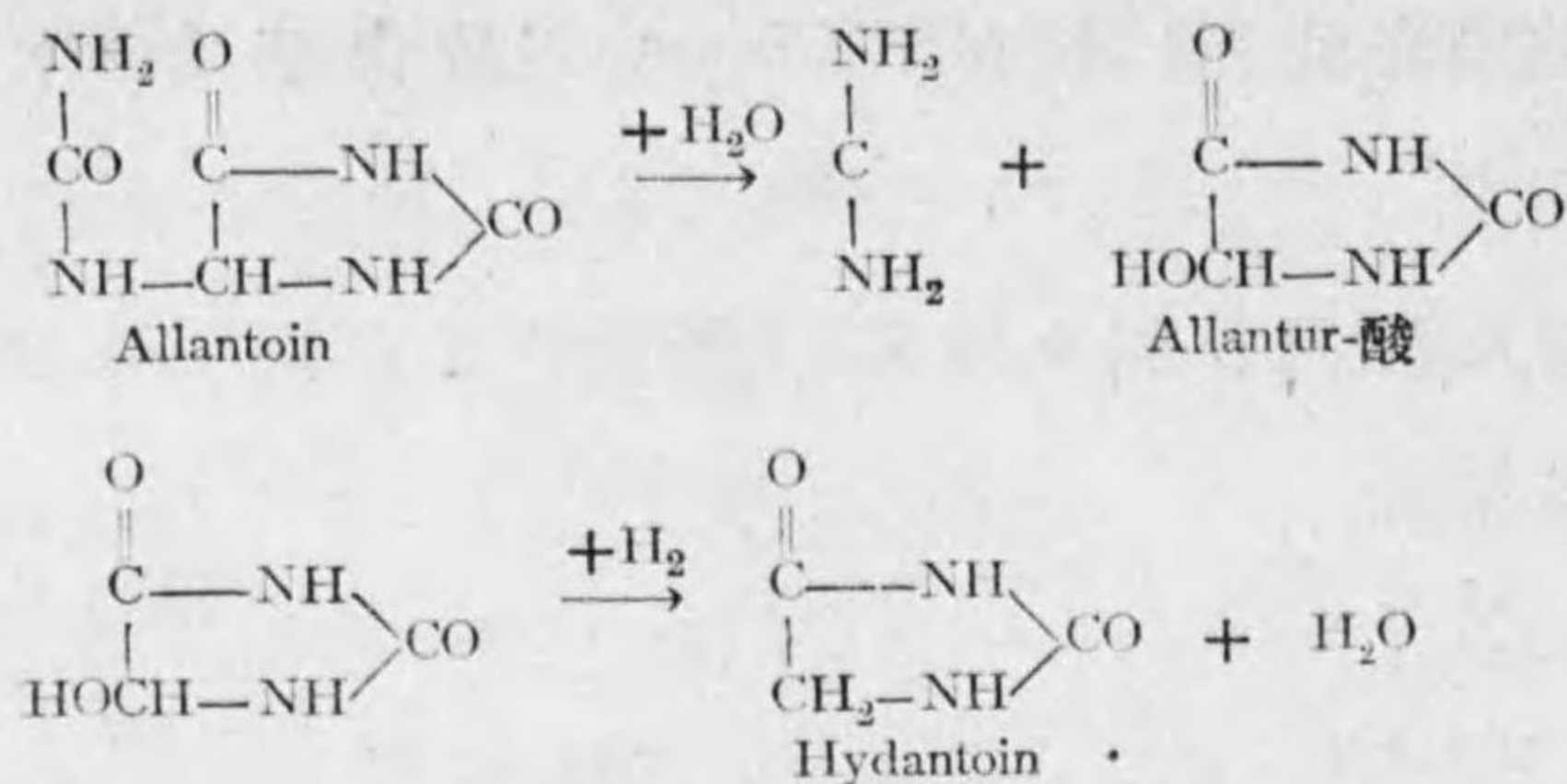
尿酸 は人間及び狸々以外の動物にては更に分解せられて Allantoin となる。



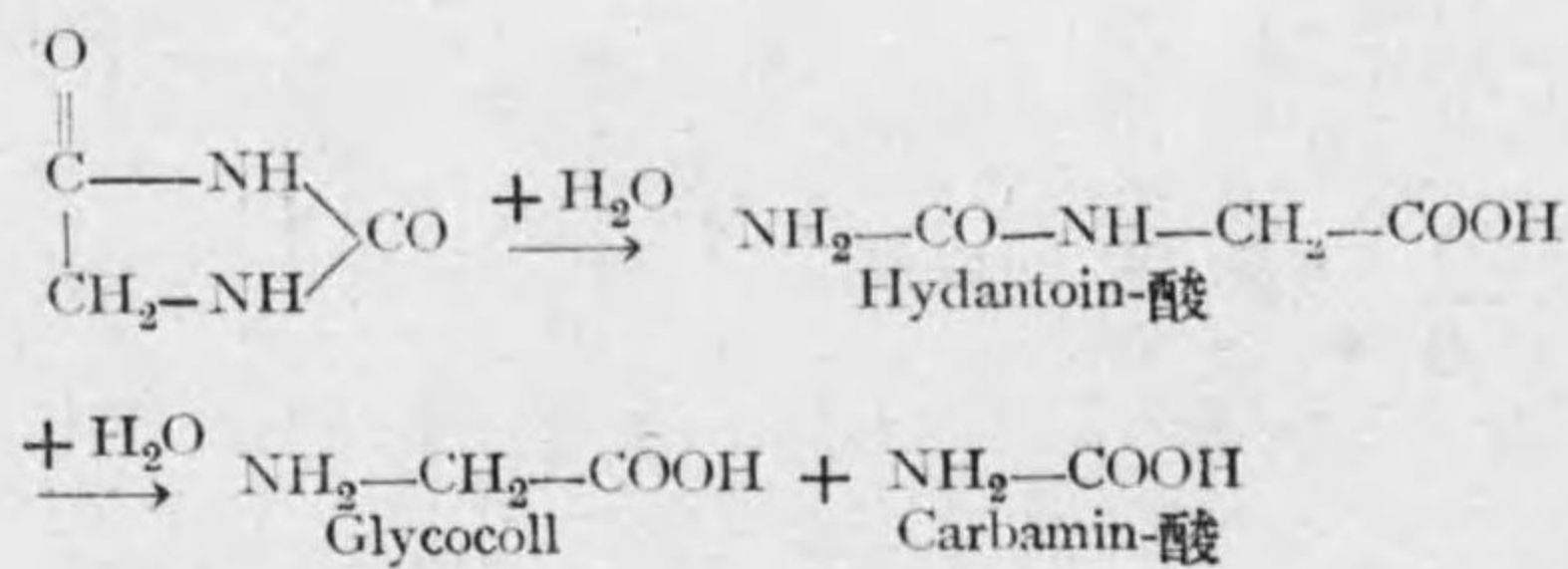
此の作用を営む酵素を尿酸酵素と稱す。このものは犬及び其他の動物の肝臓中に見出さる。鳥及び爬蟲類等尿酸を尿窒素の主成分となすものには存在せざるもの如し。

人の肝臓は殆んど尿酸酵素を缺き肉食動物は之を含有すること多きを以て人に尿酸を注射する時は其60—90%は其儘尿中に排泄せらるるに反し肉食動物にては殆んど全く分解せらる。

Allantoin を水と共に煮沸すれば尿素と Allantur-酸に變じ、Allantur-酸は水素受容質として作用して Hydantoin となる。



Hydantoin は容易に水解して Hydantoin-酸となり更に水解せらるれば Glycocoll 及 Carbamin-酸となる。



此等の反応は Purin の由来及合成に幾分の光明を與るものなるべし。

Pyrimidin 誘導體を犬に與ふるに其儘尿中に排除せらる、然るに核酸として與ふる時は尿中に何等の排泄を見ることなく全く分解せらるるを云ふ。

Methylxanthin 植物中に含有せらるる三種の Methylxanthin なる Theophyllin, Theobromin 及 Caffein は體內にて漸次 Methyl-基を失ふ、其失はるる Methyl-基の順序は動物によりて異なり Caffein (1-3-7 Trimethylxanthin) を犬に與ふる時は主として 1-3 Dimethylxanthin 及 3-Methylxanthin を尿中に排泄し(1) Methyl-簇及(7) Methyl-簇容易に分離せらるるに反し家兎にては 1-Methylxanthin, 7-Methylxanthin 及 1-7 Dimethylxanthin 排泄せられて(3) Methyl-基の失はれ易きを見る。尙 Theobromin (3-7 Dimethylxanthin) を與

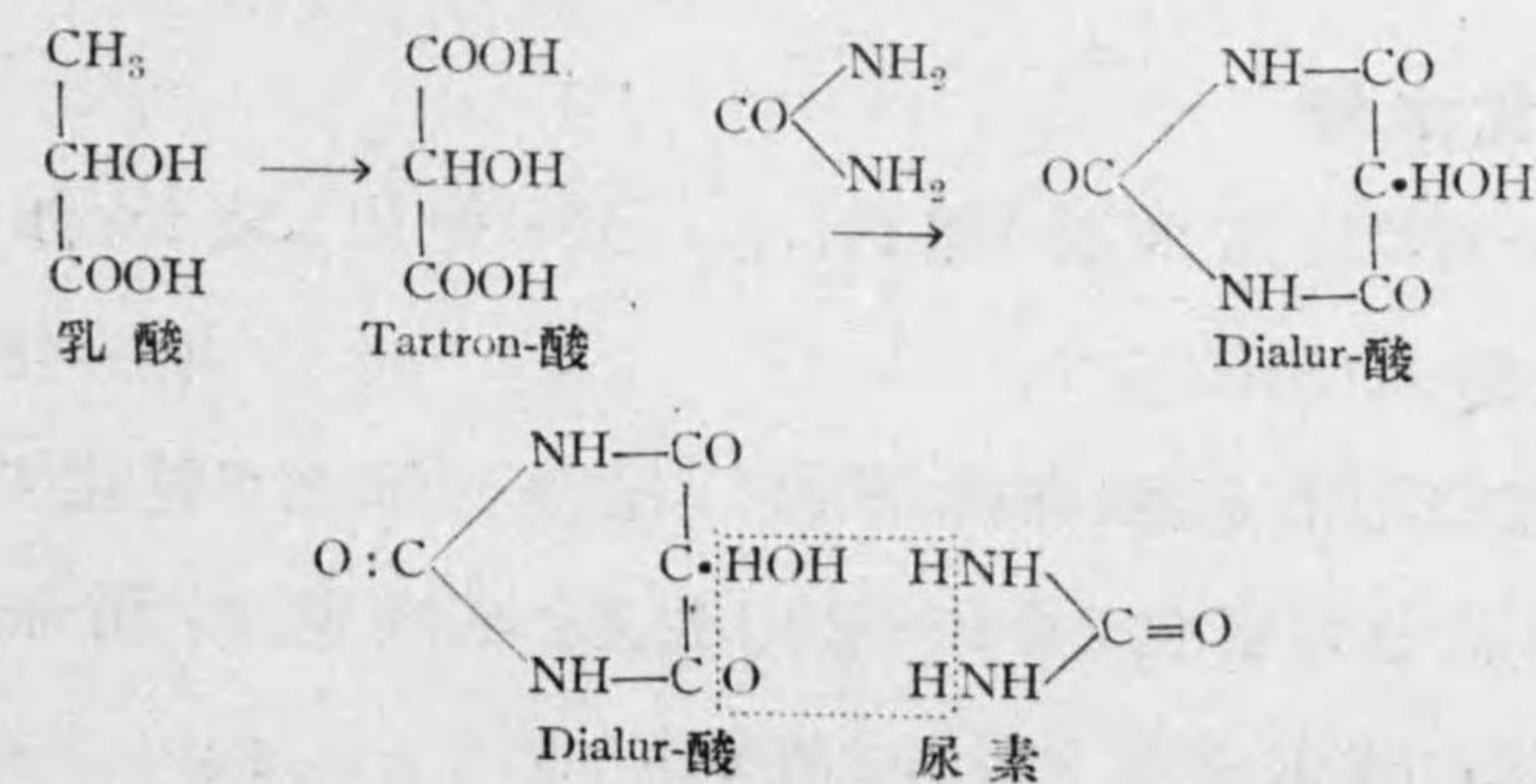
ふる時犬にては主として 3-Methylxanthin, 家兎にては主として 7-Methylxanthin の排泄を見るも之と同じ。

第二節 Purin の生成

食物より核酸を攝取せざる時尿中 Purin-排泄量は組織代謝の度を表示す。此の如き内生 Purin-値は各個人に就き異なるものなり。

尿酸の生成 鳥及び爬蟲類に於ては尿酸は窒素代謝の主要なる終産物にして殆んど凡ての尿酸は尿素及び炭素化合物より合成せられたるものなり、Minkowski は鷺より肝臓を除去すれば尿中の尿酸量大に減少し、乳酸安門これに代りて増量するを認め又乳酸安門を鷺肝に輸血すれば尿酸發生するを以て安門と乳酸より肝臓に於て尿酸が發生するは確實なるのみならず安門鹽又は蛋白質分解産物を鳥類及び爬蟲類に與ふるに尿酸大に増加し凡て哺乳獸にて尿素を増加する機能は鳥類及び爬蟲類に於ては尿酸を増加する機能となる。

鳥類及び爬蟲類にて尿酸が合成せらるるは恐らく次の如き順序によるものならむ。



人類その他の哺乳獸に於ては尿酸が直接に合成せらるる確たる證明なし、皆 Purin より酸化せられて發生するものなるべし。

體-Purinの生成 然れども Purin が體內にて合成せらるるは高等並びに下等動物を通じて確實なり、例へば

1. Miescher は鮭が河川に遡るに當り筋肉萎縮して睾丸よく發育し、多量の核酸を發生するを確めたり。
2. 鶏卵は孵化以前に於ては殆んど核酸を含有せざるも發育するに従ひその核酸著しく増加す、昆蟲の卵の發育に伴ひても核酸含有量増加す。
3. 乳汁中には Purin 殆んど存在せず、然るに幼獸はこれを攝取して Purin を多量に有する臓器を作る。

第五章

爾他化合物の酸化及び合成作用

第一節 酸化作用

1. 炭化水素

Paraffin-屬の炭化水素は體內にて一定の變化を蒙るが如しと雖もその状態未だ明ならず。

芳香簇の炭化水素は概ね下記二様の一に従ひて變化す。甲、芳香核が直接に變化せられてその水素を水酸化基に置換す。乙、側鎖に酸化作用を蒙りて酸を作る。

體內に輸入せられたる Benzol は約その 15—30 % を Phenol に變じ硫酸又は Glycuron-酸と結合して尿中に排泄せらる、酸化せられざる Benzol は比較的少量に肺臟より排泄せらる。

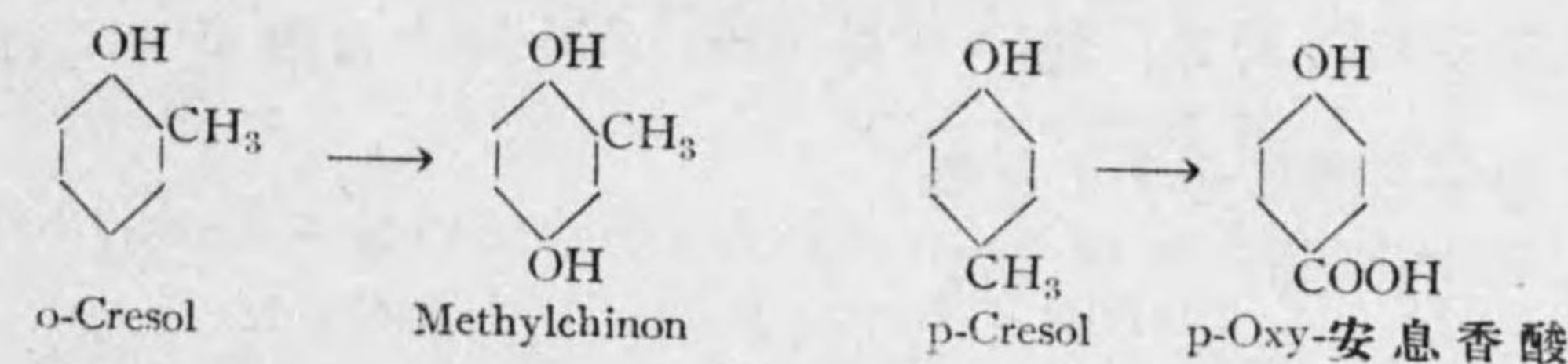
臭化-Benzol は體內にては Para の位置にて酸化せられ p-Bromophenol-硫酸として尿中に排泄せらる。

Toluol, Ethylbenzol, n-Propylbenzol 等は側鎖の處にて酸化行はれて安息香酸に變じ Glycocoll と結合し馬尿酸として排泄せらる。

2. Phenol

腸内に於て細菌の作用によりて Tyrosin より發生し次で體內に吸収せられたる Phenol 及び Cresol の大部分は硫酸と結合し、小部分は Glycuron-酸と結合して尿中に排泄せらる。

尤も Phenol の約 50 % は更に體內にて酸化せられて Chinon 及び Catechin に變じこれらも亦硫酸又は稀に Glycuron-酸と結合して尿中に排泄せらる。Cresol は大部分その儘抱合硫酸として尿中に排泄せらるるも、一部の o-Cresol は Methylchinon として、又一部の p-Cresol は、p-Oxy-安息香酸として尿中に排除せらる。



3. Alcohol

Alcohol は體內に於て先づこれに相當する酸に酸化せられたる後更に分解せらる、然れどもこの際發生したる酸の一部はその儘排泄せらるるあり、例へば Methylalcohol は蟻酸として、Benzyl-

alcohol は安息香酸として, Phenylethylalcohol は Phenyl-醋酸として, Saligenin ($C_6H_4OH \cdot CH_2OH$) は Salicyl-酸として排泄せらるるが如し.

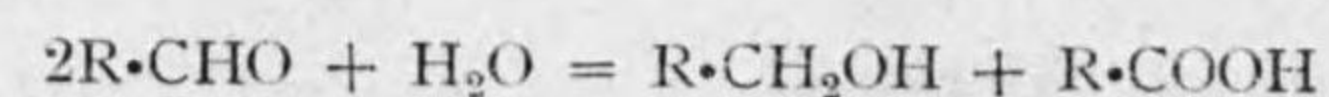
Supniewski¹ によれば家兎に體重 1 Kilo に對し 0.25 g の Alcohol を皮下に注射し 45 分時後に血液中の Aldehyd を検する時は著しく Aldehyd の増量せるを認む. 此際同時に 1 單位の Insulin を注射する時は血液内 Alcohol 含量減少し其 Aldehyd 含量益々増量す.

Glycerin を生肝に輸血する時は乳酸を發生す, これ恐らく Glycerinaldehyd, Methylglyoxal を經て發生したるものなるべし.

Cholesterin 及び Phytosterin は體內にて酸化せられ Oxycholesterin 及び Oxyphytosterin となるものの如しと雖も其關係未だ明ならず.

4. Aldehyd

Aldehyd は體內に於て酸化せられてこれに相當する酸に變じ更に分解せらる. 尤も Aldehyd が酸化せられて酸に變ずるは必しも遊離の酸素を要するにあらず. Cannizzaro の反應により二個の Aldehyd 中その一分子は還元せられてこれに相當する Alcohol に變化すると同時に, 他の一分子の Aldehyd は酸化せられてこれに相當する酸に變ずるを得.



Dakin 及 Dudley² は Phenylglyoxal を肝に輸血せし時 Phenylglyoxyl 酸に變ずることを認めたり.

家兎に體重 1 Kilo に對し 1 cc の Acetaldehyd を皮下に注射するに肺より排

¹ Supniewski: J. Biol. Chem. **70**, 13 [1926] ² Dakin 及 Dudley: J. Biol. Chem. **18**, 29 [1914]

除せらるる Aldehyd の量は第一時間内に 2,31 mg, 第二時間内に 1,45 mg, 第三時間内に 0.62 mg, 第四時間内に 0.00 mg, にして, 尿内に排出せられたるものは 5,67 mg なり. 即 Acetaldehyd は僅かに其一小部分を肺及腎を通じて排出するのみにして大部分は體內にて代謝に與かる此際 Insulin 注射は血液内 Acetaldehyd の消退を促進するもの如し(Supniewski¹)

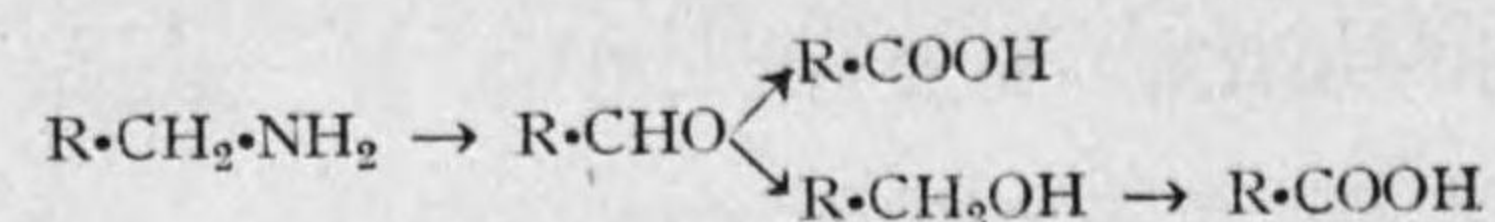
5. Amin

腸内に於て Amino-酸が細菌の爲めに分解せらるる際には常に少量の Amin を發生し, 又 Methylguanidin, Cholin 等の Amin-鹽基は食物中に含有せらるるを以て従てこれらの Amin は體內に吸収せらる.

Methylamin, Ethylamin, 異性-Amylamin 等の簡單なる Amin は體內にて殆んど完全に分解せらる, 而して Methylamin は酸化中間物として蟻酸を尿中に排泄す. $CH_3 \cdot NH_2 \rightarrow NH_3 + HCOOH \rightarrow CO_2$ 然るに他の脂肪屬 Amin は揮發性脂酸を尿中に排泄せず. これこれらの脂酸は體內にて容易に酸化せらるるを以てなり. 芳香屬の Amin 例へば Benzylamin は安息香酸を生じこれを馬尿酸として排泄す. Thyramin は p-Oxyphenyl-醋酸として, Histamin は Indol-醋酸として排泄せらる, 此時中間産物として p-Oxyphenylethylalcohol 及 Indolethylalcohol を實驗的に證明することを得.

Amin が之に相當する酸に酸化せらるる機序は恐らく Amid-基の離解が酸化と共に行はれて Aldehyd 發生し之より Cannizzaro 反應によりて Alcohol 及び酸に變ずるものなるべし.

¹ Supniewski: J. Biol. Chem. **70**, 13 [1926]

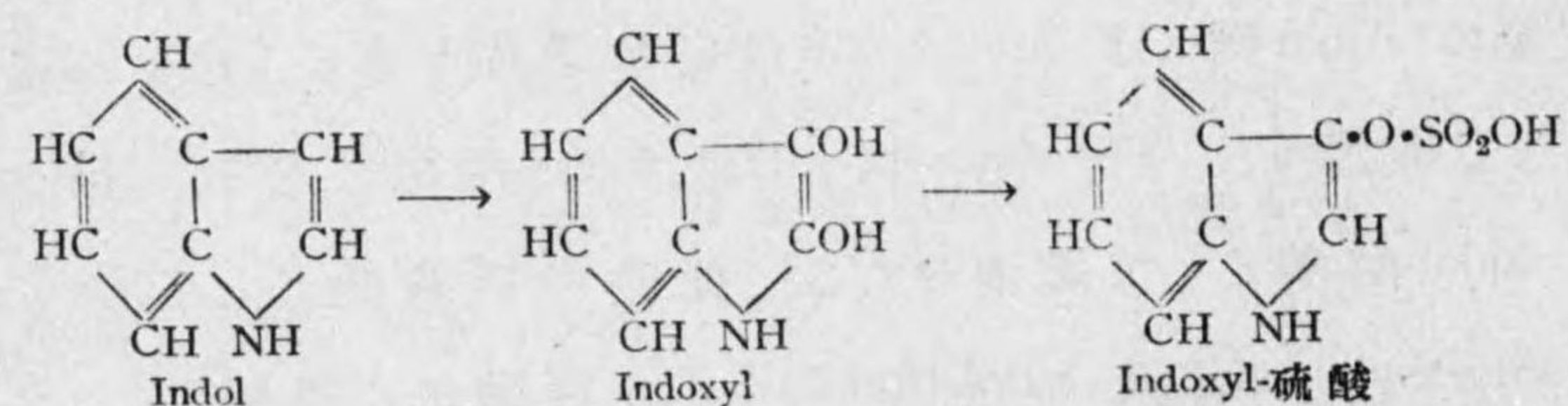


Guanidin 及び Methylguanidin $NH_2 \cdot C(:NH) \cdot NHCH_3$ は体内にて酸化せらるること難くその儘尿中に排泄せらる。

6. Indol-誘導體

Tryptophan が細菌の爲めに分解せらるる際 Indol- β -Propion-酸, Indol- β -醋酸, Scatol, Indol 等の發生するは既に蛋白質腐敗産物の條下に述べたるが如し。Indolpropion-酸の体内に於て變化を受くる状態は未だ明ならずと雖も Phenylpropion-酸の運命よりトすれば β 酸化によりて Indol- β -炭素酸を發生するものの如し(時として尿中にこの酸を見ることあり)。Indol-醋酸は Phenyl-醋酸の如く体内にて酸化作用を蒙ること甚だ難くその儘尿中に排除せらる。

Indol は体内にて Indoxyl に酸化せられ硫酸又は Glycuron-酸と結合して尿中に排泄せらる。



Scatol も亦体内に於て Scatoxyl に酸化せられ硫酸又は Glycuron-酸と結合して尿中に排除せらるると稱せらる。

第二節 合成作用

動物體及び植物界に於て行はるる化學反應の間には一見著

しき相違あり。即ち植物は水、炭酸、安門鹽、硝酸鹽及びその他一二の礦質等簡單にして Energi に乏しき養素を攝取しこれを還元し尋で脂質、糖質、有機酸、類滴體、樹脂及び蛋白質等の化合物を合成するに反し、動物はこれら Energi に豊裕なる脂質、糖質、蛋白質等を食しこれを水解酸化して炭酸、水、尿素等に變化したる後これを排泄す。然れども動物體及び植物體の化學作用は全然反對なるものにあらず、植物體も亦酸化作用を行ひ酸素を攝取し炭酸を排泄し、動物體も亦酸化作用、水解作用以外に尙還元作用及び許多の合成作用を營爲す。これら合成作用の主なるものを左に列舉せん。

1. 馬尿酸の合成

安息香酸を動物に與ふれば該酸は体内に於て Glycocoll と結合して馬尿酸に變じたる後尿中に排泄せらる。かくの如く Glycocoll と結合するものは單り安息香酸に限るものにあらず o-及び m-Chloro-安息香酸 ClC_6H_4COOH , m-Bromo-安息香酸 BrC_6H_4COOH , m-Nitro-安息香酸 $NO_2C_6H_4COOH$, o-, m-, p-Toluyll-酸 $CH_3C_6H_4COOH$, o-, m-, p-Fluor-安息香酸 FC_6H_4COOH 等も亦体内に於て Glycocoll と抱合す, Salicyll-酸 $HO \cdot C_6H_4 \cdot COOH$ の如きも一部はそのまま尿中に排泄せらるるも、一部は Glycocoll と抱合して Salicyllur-酸 $HO \cdot C_6H_4 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot COOH$ となりて排泄せらる。

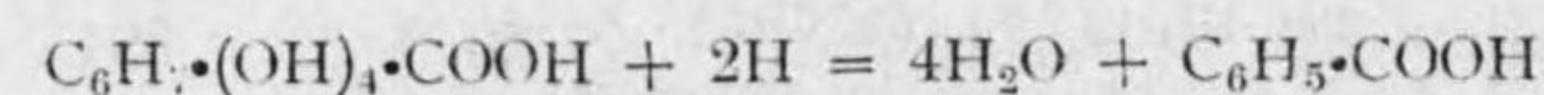
芳香性物質は多くの場合に於て体内にて酸化せられて安息香酸となるも Phenyl-醋酸 $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot COOH$ は酸化せらるること難くその儘 Glycocoll と結合し, Phenacetur-酸 $C_6H_5CH_2 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot COOH$ に變じて排泄せらる。一般に Phenylpropion-酸及び Phenylvalerian

酸の如く奇数の炭素原子鎖を有する芳香性脂酸は安息香酸となりたる後馬尿酸として排泄せられ、Phenyl-酪酸, Phenylcapron-酸の如く偶数の炭素原子鎖を有する芳香性脂酸は先づ Phenyl-酪酸に酸化せられたる後 Phenacetur-酸として排泄せらる (Knoop).

側鎖を有する芳香性炭化水素例へば Toluol $C_6H_5 \cdot CH_3$, Ethylbenzol $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_3$, Propylbenzol $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$ 等は側鎖の處に於て酸化せられ安息香酸として排泄せらる。數多の側鎖を有する化合物はその一側の側鎖を炭素酸基¹に變ず、例へば Xylol $C_6H_4(CH_3)_2$ は酸化せられて Toluyll-酸 $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot COOH$ となりこのものは Glycocoll と化合して Toluyllur-酸 $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot COOH$ として排泄せらるるが如し。

Benzaldehyd $C_6H_5 \cdot CHO$ の一部は動物體內に於て酸化せられて安息香酸に變じ馬尿酸として排泄せらる。然れども他の一部はこれと同時に反對に還元せられて Benzylalcohol $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot OH$ に變じ抱合性 Glycuron-酸として排泄せらる。

規那酸 $C_6H_7 \cdot (OH)_4 \cdot COOH$ は體內に於て還元せられて安息香酸となり馬尿酸として排泄せらる。



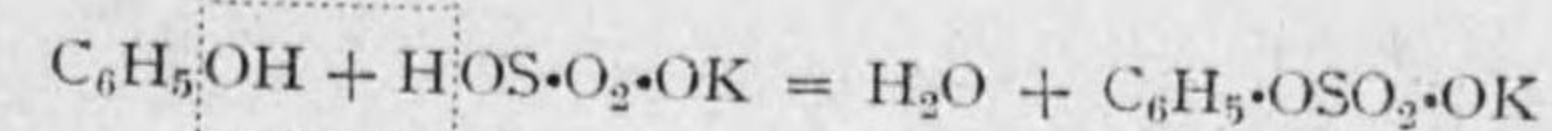
食物より糖質を除去する時は馬尿酸の合成著しく減退す、故に糖の存在は Peptid 結合に必要なものならむと (Widmark²)。

2. 芳香性 Ether-硫酸即抱合性硫酸の合成

Phenol 又は Phenol-誘導體を動物に與ふればこれらは體內に於て酸性硫酸加里と結合し抱合性硫酸-Kalium-鹽として尿中に

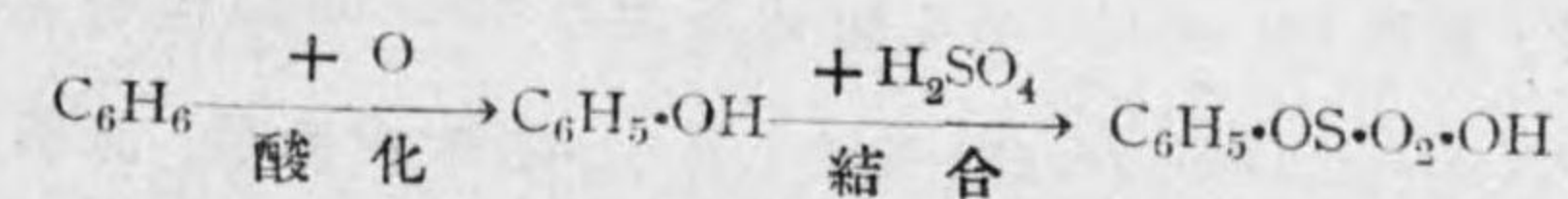
¹ Karboxylgruppe ² Widmark: Bioch. Z. **179**, 272 [1926]

排泄せらる。

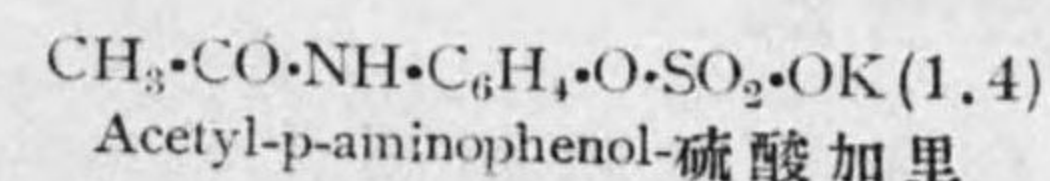
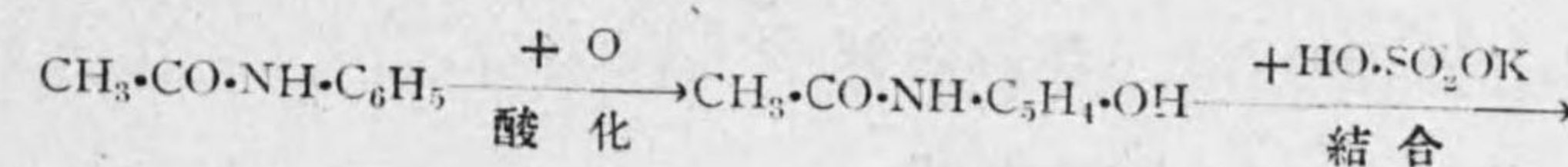


Kresol $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot OH$, Thymol $C_6H_3(CH_3)(C_3H_7)(OH)$, Guajacol $CH_3 \cdot O \cdot C_6H_4 \cdot OH(1.2)$, Brenzcatechin, Resorcin 及び Hydrochinon 等二價の Phenol $C_6H_4(OH)_2$ 及び Eugenol $CH_2 \cdot CH \cdot CH_2 \cdot C_6H_3(OCH_3)(OH)$ も亦同様に Ether-硫酸を合成す。

攝取したる芳香性物質が Phenol-水酸基を有せざる時は先づ酸化せられて水酸基を得たる後硫酸と結合すること屢これあり、例へば Benzol は酸化せられて Phenol に變じ次で Phenol-硫酸として尿中に排泄せらるるが如し。



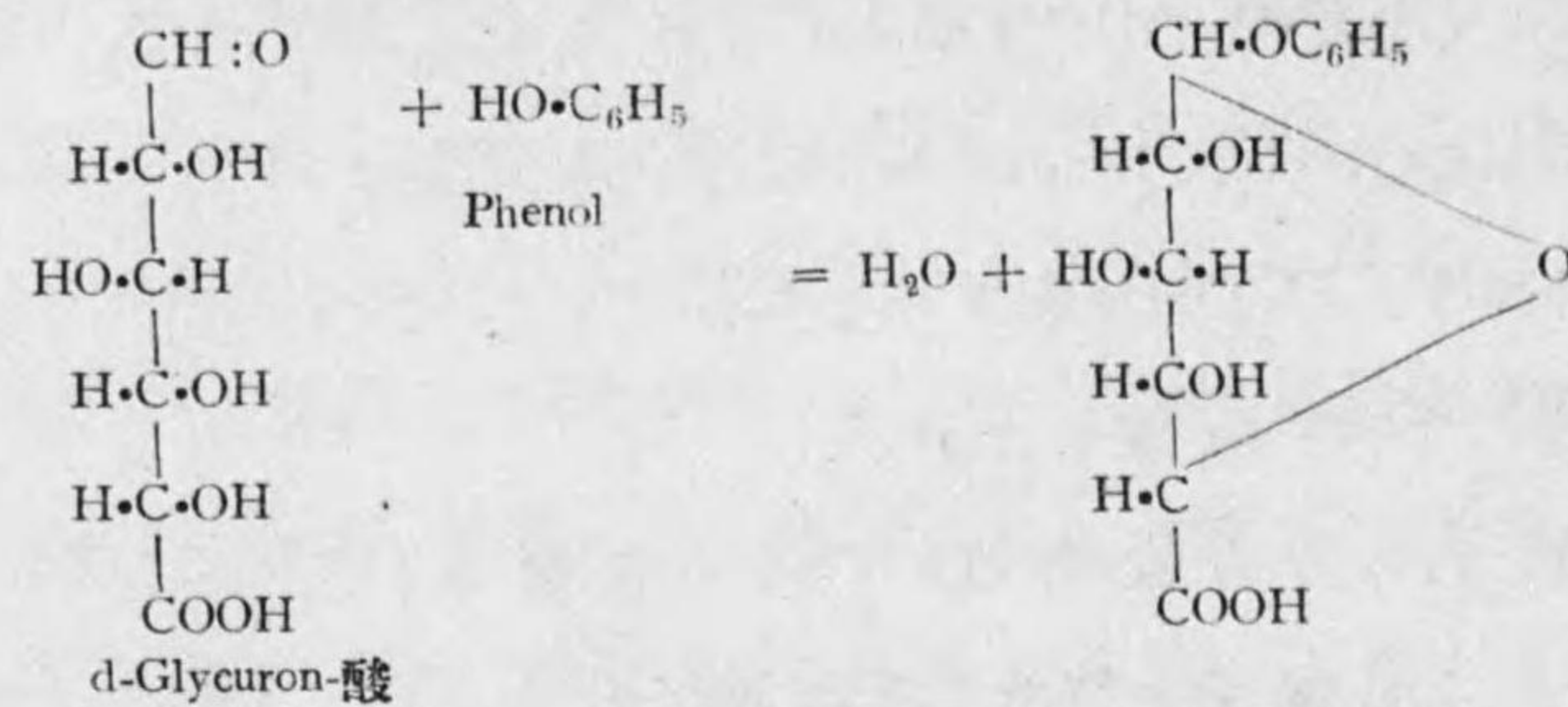
Acetanilid $C_6H_5 \cdot NH \cdot CO \cdot CH_3$ も亦 Benzol の如き變化を受く即ちその一部は Acetyl-p-aminophenol となり他の一部は猶 Acetyl-簇を失ひて p-Amino-phenol に變化したる後皆硫酸又は Glycuron-酸(後項を参照すべし)と結合して排泄せらる。



3. 抱合性 Glycuron-酸の合成

Alcohol, Phenol 及びその誘導體の如く水酸基を有するものは動物體內に於て容易く Glycuron-酸と抱合し左旋性抱合 Glycuron-酸となりて尿中に排泄せらる。諸種の Aldehyd 及び Keton は先づ還元せられてこれに相當する第一次 Alcohol 又は第二次 Alcohol に變化したる後 Glycuron-酸と結合す。芳香性炭化水

素, 環状 Terpen 及び樟腦等は動物体内に於て先づ酸化若くは水解せられて水酸基を得たる後芳香性 Glycuron-酸に變ず.



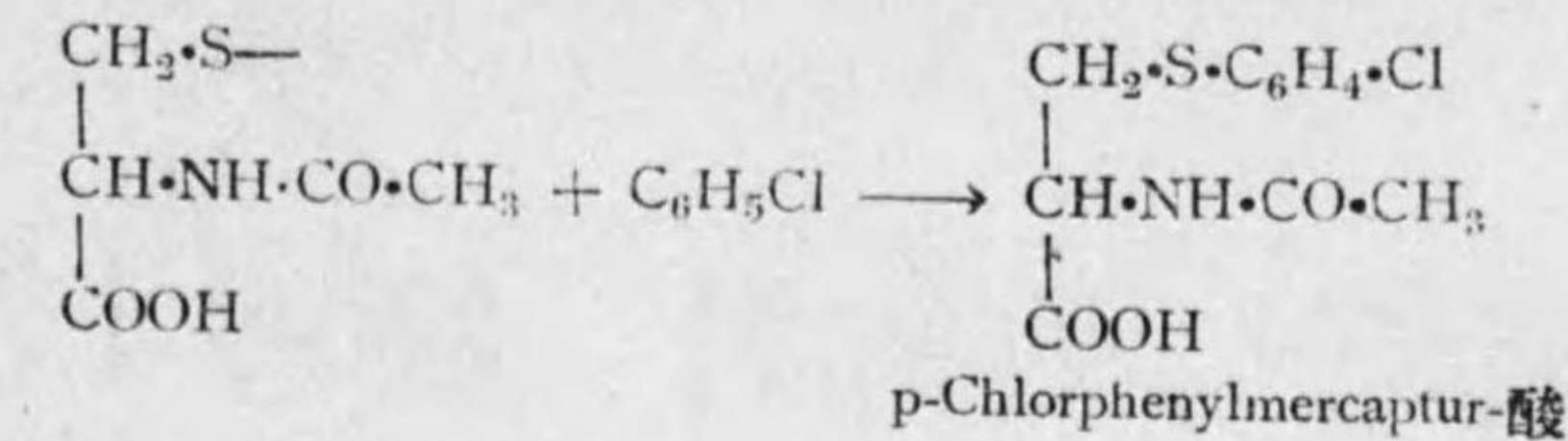
抱水 Chloral $\text{CCl}_3\cdot\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$ は先づ還元せられて Trichlorethylalcohol $\text{CCl}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{OH}$ に變化したる後 Glycuron-酸と結合して Urochloral-酸即ち Trichlorethylglycuron-酸となる, Alcohol-中, 異性 Butylalcohol は比較的多量の Glycuron-酸抱合物を作る, 一般に第二次の Alcohol は Glycuron-酸と結合し易し, 藥劑中樟腦, 龍腦, Menthol, Terpen, Naphtalin, Antipyrin 等を服用したる後は同じく尿中にこれら抱合性 Glycuron-酸を見る.

腺臟を除去し糖尿症を起さしめたる犬に安息香酸又は龍腦を與ふる時はよく抱合性 Glucuron-酸を形成し且つ之に伴ひて此時尿中に排泄せらるる糖の量減少す (Quick¹⁾)

4. Merkaptur-酸の合成

犬に Benzol の造鹽素誘導體即鹽化-Benzol, 臭化-Benzol, 沃化-Benzol 等を與ふる時はその尿中に硫黄, 窒素及び造鹽素を含有する一種の化合物を排泄す, これを常温に於て酸若くは滴を以て處理するか又は久しく加熱する時は Glycuron-酸及び Mercaptur-酸に分解す. この Mercaptur-酸は造鹽素-Benzol が体内に於て Acetyl-基を有する Cystin と結合し生じたるものなり.

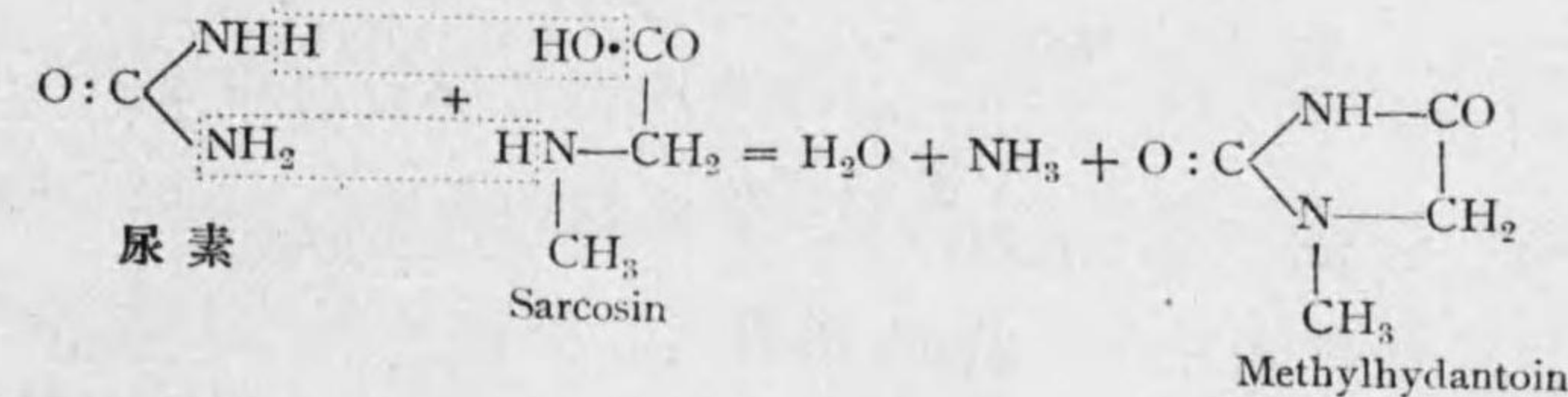
¹ Quick: J. Biol. Chem. 70, 59 [1926]



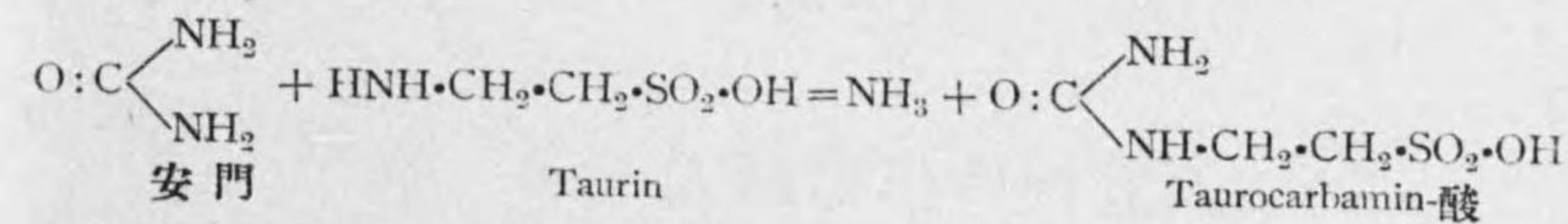
稀薄なる鹽酸と共に Mercaptur-酸を加熱する時は醋酸を分離し SH-基の水素を造鹽素-Phenyl と置換して Cystein に變ず.

5. Hydrantoin 及び Taurokarbamin-酸の合成

Sarkosin 即ち Methylglycocoll $\text{CH}_3\cdot\text{NH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ は甚だ分解し難き化合物にして動物に附與せられたる Sarkosin の大部は變化せずしてその儘尿中に排泄せられ, その一小部分は尿素と結合し安門及び水を失ひて Methylhydrantoin に變ず.

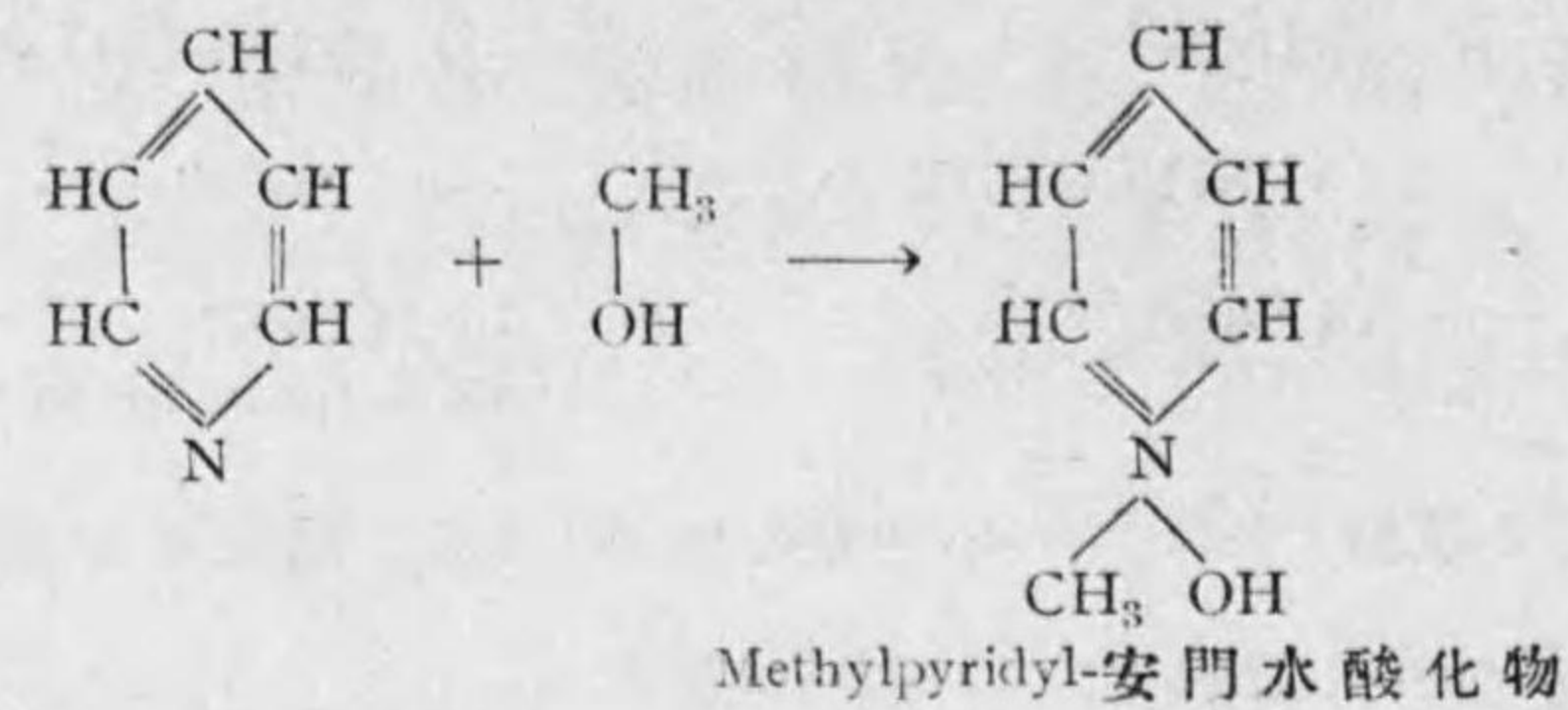


Taurin $\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{SO}_2\cdot\text{OH}$ も亦甚だ燃焼せられ難きを以て Sarkosin の如くその一部はその儘, 他の一部は尿素と化合し安門を失ひて Taurokarbamin-酸に變じたる後尿中に移行す.



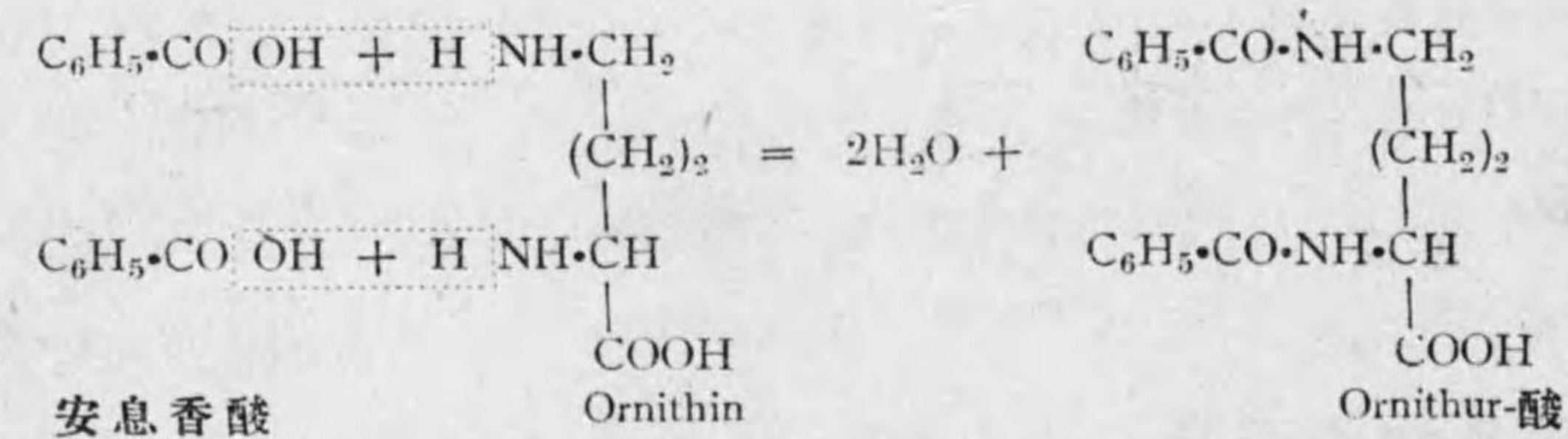
6. Methylpyridyl-安門水酸化物

Pyridin $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ は体内に於て硫酸若くは Glycuron-酸と結合せず, Methylalcohol と結合したる後安門鹽基として排泄せらる. これ Methylpyridyl-安門水酸化物なり.



7. Ornithur-酸の合成¹

鳥類に安息香酸を與ふれば、該酸は哺乳獸の如く尿中に馬尿酸として排泄せらるることなく Ornithur-酸となりて出現す。このものは二分子の安息香酸と一分子の Ornithin との結合によりて發生したるものなり。



¹ Ornithursäure

第十四編 代謝¹及び營養²

生物體はその機構を維持し且つ其官能を營爲する爲めに常にその體成分を費消し、且つ Energi を發生するを以て絶えず外界より必要なる養素を攝取して體成分を補ひ且つ Energi を供給するを要す。而して養素の輸入量若し體成分の缺陷を補ふに足らざる時は生物體は早晚斃死するに至るべく又養素の輸入量過剰に過ぐる時は一定の變化を招來すべし。

故に生物體内に於て物質並びに Energi の代謝が如何なる状態に於て行はれ、養素の攝取量が幾何にして充分なるかを知るは社會經濟上、個人衛生上、醫療食養上にも亦極めて重要なり。

第一章 物質代謝及び勢力代謝

第一節 代謝作用の研究法

代謝作用を研究せんと欲せば先づ生物體に消費する物質の量及び同時間に於て發生する Energi の量を測定し、その缺損が如何なる養素、如何なる状態にて補充供給せらるるかを觀察せざるべからず。

¹ Umsatz ² Ernährung

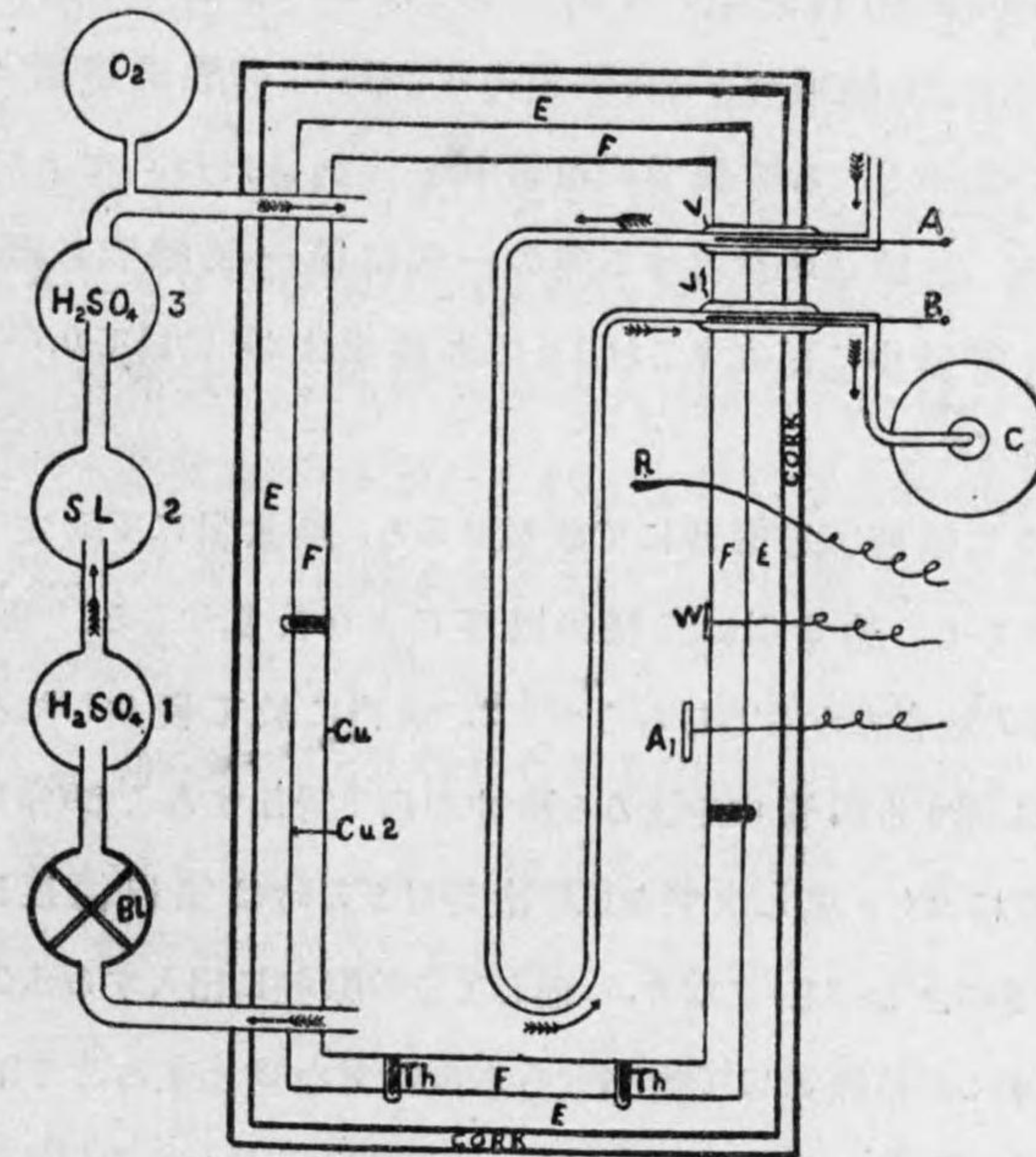
生物体内に於て消費せらるる物質の主なるものは蛋白質、脂肪及び糖質にして、その他は極めて僅微に過ぎず、而して食物中に存する有機養素も亦多くはこの三者を出でず。故に吾人は代謝機能を攻究するに際し先づこれら成分の攝取量及び其代謝産物の排泄量を測定することを要す。而して第一の問題たる各養素の攝取量は食物の養素含有量を測定し之より同期糞便中の養素量を控除して直接にこれを知るを得べしと雖も、第二の問題即ち体内に於て幾許の體成分並びに養素が費消せられたるやは間接の方法により初めて推定せらるるなり。

糖及び脂肪が体内に於て全然燃焼せらるる時は炭酸及び水に變じ又蛋白質の窒素を含まざる部分は全然炭酸及び水に分解するも窒素は尿素その他の尿成分として盡く尿中(時として一部は汗中)に排泄せらる。故に窒素を含有せざる養素即ち糖質及び脂肪の終末産物はこれを呼氣中に求め、蛋白質の終末産物はこれを呼氣及び尿中に求むるを得べし。

尤もこの方法は完全なりと云ふべからず、一考すれば直ちに次の如き3個の缺點あるを見む、呼吸は肺臓のみならず皮膚に於ても亦行はるるこれその一、尿中には蛋白質より由来せざる尿酸、Kreatinin等の如き窒素化合物あるこれその二、その他毛髮、汗等の排泄によりて體成分の一部を失ふこれその三なり。故に單に呼氣及び尿、糞を検じたのみにて代謝の關係を論ずるはその根據頗る薄弱なるが如しと雖も然れども以上列挙したる三缺陷の如きは總排泄量に對して僅かに1—2%を成すに過ぎざるを以てこれらを顧慮するは勞多くして利する處比較的少なし、故に通常の場合にはこれを全然度外視するもさしたる誤謬を來すことなしとす。

呼吸瓦斯の分析 一定時間内に於て體に出入する炭酸及び酸素の量は呼吸機械を用ゐてこれを測定することを得べし。現

今使用せらるる呼吸機械の最も完備したるものを Atwater-Rosa-Benedict の呼吸熱量計¹(圖参照)となす。この機械を用ふる時は瓦斯の交換量を知り得るのみならず、これと同時に熱の發生量



を測定することを得。今その主要なる部分を説明せむ。

器の容積は目的により大小種々ありと雖も何れも銅を以て造られたる箱にして、その一側に人若くは動物を出入せしむる口あり。この處は試験に際し硝子板を以て閉ち蠟を以て密封す。瓦斯の分析を行ふには輪(BI)により箱内の空氣を箱の一方より護謨管により抽出し、これを吸収器に送り、清淨にしたる後、他の管より再び箱内に入らしむ。即ち空氣は先づ吸収器の第一罫(硫酸)(1)を通過する際水分を失ひ第二罫(濕潤の曹達石灰)(2)に炭酸を與へこれと同時に曹達石灰より吸得したる水分は第三罫(硫酸)(3)

¹ Respiration calorimeter

に於て再び失はるるが故に第一 嚢重量の増加は箱内に於て發生したる水の量を表はし、第二、第三兩 嚢重量増加はその炭酸量を示す。試験の際室内酸素は漸次減少し炭酸これに代りて増大するもこのものは吸収器の收容する處なるを以て室内空氣の容積減少す、この酸素の缺損は自動的に酸素容器 (O₂) より補填せらるる装置あり、故にこの酸素容器の重量の減少は被験者の攝取したる酸素量に相當す。

熱量の測定 被験者の發生する熱の一部は第一硫酸吸収器内に收容せられたる水蒸氣中に存在すこれ 1 g の水蒸氣は 20° に於て 0.586 Calori の潜熱を有すればなり。

殘餘の熱量は輻射及び傳導にて放散せらる。熱量計にて測定せらるるは實にこの熱量なり。熱量計は二様の機序により營爲せらる。即ち 1. 室壁を通じて熱の放散なからしむるこゝ 2. 室内に於て發生したる熱量は完全に室内を貫通する銅管中を流るる冷水を以て誘出するこゝ(室壁を通じて熱の放散なきにより、若し水管を以て冷却せざる時は室内溫度は忽ちにして體溫と同等に上るべし)之なり、而してこの際室に出入する水の溫度及び水量を測定する時は流水にて誘去せらるる熱量を算出するこゝを得べし。溫度は電氣抵抗寒暖計(A,B)にて測り、水量は重量(C)を以て秤る。

室壁を通じ熱の放散するを防ぐに用ふる工夫は下の如し、即ち先づ熱量計は二重の銅壁(Cu 及び Cu₂) 及 Cork を充填したる木製の絶縁壁の三層よりなり各層の間には空氣層 (E,F) あり、熱量計より外圍に向ひ熱の放散するこゝなからしめんが爲め内外銅壁の溫度を同等に保持せしむ。二壁間の溫度差異の有無を電熱計を用ゐて上、下、側方に於て各約 4 分毎に檢し若し外壁が内壁より溫度異なる時は外壁と絶縁壁との間に存在する管中に冷水を通ずるか若くは電熱計を用ゐて補温せしむ。尙室内に復歸する空氣は抽出したる空氣と同溫度にするこゝを要し、又被験者の直腸内 10—12 cm の處に電氣抵抗寒暖計を挿入して體溫を測定すべし。人體の比熱は 0.83

なるにより體溫の變化により生滅する熱量を推知するを得べし。

體内に於て分解する蛋白質の量は尿の窒素量を分析してそれより算出するを得べし。即ち上述したる如く蛋白質内に於ける窒素の含量は約 16 % なるを以て尿中に存する窒素の量に 6.25 を乗する時は體内に於て分解したる蛋白質の量を示す。

糖質及び脂肪は體内に於て全然炭酸及び水に變ず、而してこれらの酸化を營むに必要な酸素は肺臟に於て吸入せられ、又酸化によりて發生する炭酸は肺臟より呼出せらる、故に蛋白質分解の爲めに要する酸素及びこれより發生する炭酸量を同時期に於ける呼吸瓦斯の總量より控除する時は糖質及び脂肪の燃焼に對する瓦斯量を知るを得べし。

蛋白質燃焼の爲めに消費せらるる酸素及び同時に發生する炭酸の量を算出するには一定の假定を容認するを要す、Rubner は饑餓の第二期に於て尿及び糞中に現はるる代謝産物は皆蛋白質より由來せるものと假定して、その中に含有せらるる炭素、水素及び酸素の量を同時期に於て分解せられたる蛋白質中の炭素、水素、酸素より控除し、而して殘餘の原素が全然燃焼せらるる爲めに要する酸素の量及びその際に發生する炭酸を算出せり。この算定法を是認する時は體内に於て蛋白質酸化の際には尿の窒素 1 g に對して 8.45 g の酸素を消費して 9.35 g の炭酸を發生するものとす。

Rubner の測定したる結果を Loewy¹ が計算したる處によれば 100 g の蛋白質の組成は

¹ Oppenheimer's Handb. d. Biochemie

	C	H	O	N	S
	52.38 g	7.27	22.68	16.65	1.02
にしてその内尿には					
	9.406	2.663	14.099	16.28	1.02
糞には					
	1.471	0.212	0.889	0.37	
排泄せらるるにより残餘の					
	41.50	4.40	7.69		
は体内にて酸化せらるる此内に有する H ₂ O を引く時は					
		0.961	7.69		
	41.50	3.439			

こなる之を燃焼するには 138.18 g の O₂ を要し、此際 152.17 g の CO₂ を発生す。従て尿中窒素に對し体内蛋白質酸化に要せらるる酸素は 8.45 g、此際発生する炭酸は 9.35 g なるを知るなり。

かくの如き計算によりて蛋白質の分解に對する酸素及び炭酸の量を總瓦斯量より引き去りたるものは糖質及び脂肪の燃焼に相當する瓦斯量なり、而して糖質及び脂肪が体内にて完全に燃焼せらるる際に要する酸素及び此際発生する炭酸の量は是等兩養素の化學的組成異なるに伴ひ各異なるを以て体内に於て分解する糖質及び脂肪の量を次の如くして其呼吸比より算出するを得べし。

呼吸比 糖質及び脂肪は体内に於て完全に燃焼せらるるを以てその組成より直ちに燃焼に要する酸素の量及び同時に発生する炭酸の量を算出するを得。即糖はその分子中に水素と酸素とを水の比に於て含有するが故に之を燃焼する時は酸素は單に炭素

を酸化するに使用せられ従てそれと同量の CO₂ を発生するを以て $\frac{CO_2}{O_2}$ (容積の比) は一なり。

然るに脂肪が燃焼せらるる際には酸素は單に炭素の發生に使用せらるるのみならずその一部は脂肪内に存する過剰の水素を酸化して水に変化せしむるに用ゐらるるを以て $\frac{CO_2}{O_2}$ の價少なく約 0.707 に過ぎず。

例へば Palmitin の原素的組成は C₅₁H₉₈O₆ にして、その分子中に存する 6 個の酸素原子は十二原子の水素を酸化するに用ゐられ得るを以てその他の C₅₁H₈₆ を酸化するに要せらるる酸素及びこの時発生する炭酸は比は 0.703 となる。



$$\frac{102 \text{ Vol. } CO_2}{145 \text{ Vol. } O_2} = 0.703$$

而して食用脂肪は主として Palmitin, Stearin 及び Olein の混合物なる平均 76.5% の炭素、12% の水素、11.5% の酸素を含有するを以てその $\frac{CO_2}{O_2}$ (容積の比) は約 0.707 なり。

故に体内に於て糖質と脂肪との燃焼の爲めに消費せらるる酸素及び同時に発生する炭酸の量を知る時は此等炭酸の容積及び酸素の容積の比を求め、次表によりこの際体内にて分解せらるる糖質及び脂肪の量を算出することを得べし。

因に云ふ一般に呼吸炭酸及び酸素の容積の比を呼吸比¹と稱し、上の如くその糖質及び脂肪に由來する呼吸比を非蛋白呼吸比と名付く。

¹ Respiratorischer Quotient

非蛋白呼吸比	1 l の酸素に對する熱量	糖 質	脂 肪
0.707	4.686	0	100
0.71	4.690	1.4	98.6
0.72	4.702	4.8	95.2
0.73	4.714	8.2	91.8
0.74	4.727	11.6	88.4
0.75	4.737	15.0	85.0
0.76	4.752	18.4	81.6
0.77	4.764	21.8	78.2
0.78	4.776	25.2	74.8
0.79	4.789	28.6	71.4
0.80	4.801	32.0	68.0
0.81	4.813	35.4	64.6
0.82	4.825	38.8	61.2
0.83	4.838	42.2	57.8
0.84	4.850	45.6	54.4
0.85	4.863	49.0	51.0
0.86	4.875	52.4	47.6
0.87	4.887	55.8	44.2
0.88	4.900	59.2	40.8
0.89	4.912	62.6	37.4
0.90	4.927	66.0	34.0
0.91	4.936	69.4	30.6
0.92	4.948	72.8	27.2
0.93	4.960	76.2	23.8
0.94	4.973	79.6	20.4
0.95	4.985	83.0	17.0
0.96	4.997	86.4	13.6
0.97	5.010	89.8	10.2
0.98	5.022	93.2	6.8
0.99	5.034	96.6	3.4
1.00	5.047	100.0	0.0

尙尿中に排泄せらるる窒素 1g に對し體內に於て 26.51 Calori の熱量發生し、又非蛋白質分解に際し上表の如き熱量發生するを以て尿中窒素排泄量、酸素吸入量及び炭酸呼出量を知

る時は熱量計を使用することなくして間接にその時發生する熱量を算出することを得べし。これを間接熱量測定法と稱す。

體內にて蛋白質、脂質、糖質が一定量の酸素にて燃焼する際發生する Energi-量は其間に大なる差異なく酸素 1 l に對し澱粉にては約 5 Cal, 脂肪にては約 4.7 Cal, 蛋白質にては約 4.5 Cal なり。

物 質	1g を燃焼するに要する酸素の容積	1g の酸化に際し生ずる		酸素 1 l に對する熱量
		炭 酸	熱 量	
澱 粉	829.3 cc	829.3 cc	4.20 Cal.	5.06
蔗 糖	785.5	785.5	3.96	5.04
葡 萄 糖	746.2	746.2	3.74	5.01
乳 酸	745.9	746.0	3.62	4.85
獸 脂	2013.2	1431.1	9.50	4.72
人 脂	1990.8	1420.4	9.54	4.79
蛋 白 質	956.9	773.8	4.40	4.60
Aceton	1542.9	1157.2	7.43	4.82
β-Oxy-酪酸	968.2	860.7	4.69	4.85
Alcohol	1459.5	972.9	7.08	4.85

即ち體內にて單に脂肪のみが燃焼する時は酸素 1 l の消費に對し約 4.7 Cal の熱の發生を見、糖質のみが燃焼する時は酸素 1 l に對し約 5.0 Cal の Energi 發生すべし、今常態にては蛋白質の代謝を顧慮せざるも大なる誤を生ぜざるにより直接に測定したる呼吸比(即非蛋白呼吸比ならずして呼吸瓦斯の分析により測定せられたる發生炭酸容量と消費酸素容量との比)より體內にて燃焼せられたる糖質及び脂質の割合を求め上表により 1 l の酸素に對する熱發生量を求め之を酸素消費量に乗ずる時は體內に於ける熱發生量を求むることを得べし。此方法による時は種々の状態に於ける熱發生量を簡単に測定することを得。

第二節 物質代謝

上部に於て述べたる方法により一定期間内に生物體の攝取する養素の量及び其際分解排泄せらるる物質量を測定する時は該生物體に於ける物質代謝の出納を明かにすることを得。

生物體は一方に於ては其機構を維持するが爲めに常に一定量の Energi を要し絶えず體成分を分解して其内に含有せらるる化學的 Energi を費消し又常に環境の影響を受けて體成分の變化を蒙る(保持物質代謝)と同時に他方には諸種の行作を営みて其 Energi-量に相當して物質を分解酸化す(行作物質代謝)。之に伴ひて外より養素の供給を受く。若し養素の供給が體の需要に満たざる時にも其消費は依然として行はれ體成分絶えず消耗せられて其官能漸次衰退すべしと雖も其代謝量には著しき減退を見ることなく、又養素の供給が過剰なる時も代謝量は増大すること小にして餘分の養素は體内に糖原若くは脂肪として蓄積せらる(蓄積質代謝)。之れ全く物質代謝量は養素の輸入量によりて直接に左右せらるるものに非ずして生物體の機構並びに行作の度によりて定まるものなればなり。尙生長期にある生物體又は長時饑餓後の回復期にある生物體は盛に養素を同化して増大す(増生質代謝)。

第一項 保持物質代謝 Erhaltungsstoffwechsel

上述したる如く生活體は絶えずその體成分を分解し又常に皮膚、毛爪、精液、經血、消化液、乳汁等の一部を體外に失ふを以て適當なる養素を攝取してこれらの缺損を補充するを要す。

これを保持物質代謝と云ふ。

尤も體内各組織に於てひとたび分解せられたものは必ずしも皆排除せられて再び用をなさざるにあらず。一旦細胞より分解せられたるものも再び他の生活質生成に用ゐらるることあり。例へば鹽類は生活質の分解により細胞より分かれて血液中に入るも再び他の生活質の生成に用ゐらるるが如き、又鮭は増殖の時期に當り毫も食物を攝取することなきも主として自身の筋肉蛋白質を分解して之より Protamin を生成し以て生殖作用を営むが如き、又動物饑餓の際には生活上さして重要ならざる體成分を分解し以て心臓筋肉を補充するが如き、皆これが適例なり。故に實際生存經過中生活體若くは各臓器が幾許の缺損を蒙るや等を論ずるは殆んど不可能にして吾人は單に幾許の養素を供給すればこれを補充し得るやを測定するのみにて満足せざるべからず。

1. 鹽類の缺損補充最小値 動物に先づ不足なる分量より初め漸次増加しつつ一定量の鹽を與へ、その排泄鹽量が攝取量を超過せざるに至りたる時の攝取量を以て鹽類の缺損補充最小値となす、然れども鹽類は體内に於て生活質の成分たる以外體液の物理化學的作用例へば反應、滲透壓等の調節に必要な働をなし攝取量と關係なく組織内にて結合し又遊離するを以てその需要量は時によりて變化し一定せざるが故に少數の試験を以て直に之を確定すること能はず。

其外或複雑なる關係により或種の Ion を食物として攝取したる際には他の一定の Ion が尿中に排除せらるることあり例へば K

を攝取する際 Na が排泄せられ; 鹽化物攝取の際 Ca が著しく排泄せらるるが如く, 又遊離の磷酸を過剰に攝取するが爲めに Ca が大量に磷酸-Calcium として腸管内に排泄せらるるが如し, 故に鹽類最小攝取値は種々の狀況により大に變化するもの如し。

2. 蛋白質の保持量 常態の代謝機能に際し蛋白質は體成分保持作用の外 Energi の發生に用ゐられ又饑餓時に於ても蛋白質の一部は常に Energi の源泉となれり, 故にこれらの場合に於て蛋白質は眞に保存に必要な量よりも尙多量に消費せらる。又主として脂肪のみを攝取したる時も血糖は絶えず體蛋白の分解により發生するを要するが故に蛋白質消費量大なり。然れども糖質の攝取量を著しく増加して蛋白質を食物より除去する時は體蛋白は毫も Energi の發生に用ゐられざるを以て, かかる際に於て尿中に排出する窒素量を檢定して保存に要する蛋白質の分解量を知るを得べし。其値は通常體重 1 kg に對し約 35mg N なり。故に尙これに毛髮の生長, 分泌物の排除に基因する蛋白質の損失量を加へたるものを以て**正常的蛋白質極小値**と看做して可なり。

されどかくの如くして定めたる蛋白質量を食物中に添加したるのみにては體の蛋白質所要量を充たすこと能はず, 體蛋白の分解は尙少しく攝取量を超過するが故に尿中窒素の量は蛋白質饑餓時よりも増加す。これは吸収せられたる蛋白質分解物が細胞を刺戟してその分解を促進するにも基因すべしとは雖も主とし

ては實に食物中の蛋白質と細胞蛋白質とが互にその構造を異にするに依て起る現象なり。

既に蛋白質の篇に於て説述したる如く各種蛋白質は各々特異なる組成を有するを以て蛋白質が他の蛋白質に變化する際には先づひとたび Amino-酸若くはこれに近似したる Polypeptid に分解せられたる後再び新たなる蛋白質に合成せらるるを要す, 故に若しその蛋白質が新たに合成すべき蛋白質に比し或種類の Amino-酸を含有すること小なる時は該蛋白質を多量に用ゐて初めて所要の蛋白質を得べく, この際新蛋白質の生成に與からざる過剰の Amino-酸は Amino-基を失ひて窒素を有せざる酸に變じ, 窒素は尿中に排泄せらるべし, 従て食物中の蛋白質の組成が體蛋白質の組成と相去ること愈遠ければ體内に於て蛋白質保持作用を満足せしむること愈困難なり, 彼の植物性蛋白質が肉類よりもその効率遙かに小なる蓋しこれが爲めならむ。

殊に膠の如く Tyrosin, Cystin, Tryptophan を含有せざるもの, Zein の如く Tryptophan 及び Lysin を缺如するものに有りては如何に多量にこれを攝取するも蛋白質保持作用を満たすこと能はず。これらと共に尙不足の Amino-酸を採ることを要す。

或種 Amino-酸を缺如する蛋白質を舉れば

乾酪素: Glykokoll を含まず, されど生機的何等差支なし之れ Glykokoll

は體内にて發生し得るを以てなり。

膠: Tryptophan, Tyrosin, Cystin を缺く。

Zein: Tryptophan, Lysin を含有せず。

凡ての穀粒蛋白質及び Erdnuss, 大豆以外の莖類: Lysin 及び Cystin を

缺く。

Oryzenin: 凡て必要なる Amino-酸を含有するも甚其量に乏し。

之に反し或種 Amino-酸に富む蛋白質を擧れば

Tryptophan	に富むは	乾酪素, 乳蛋白質
Lysin	乳蛋白質, 膠
Cystin	角素, 乾酪素

これを要するに体内にて體成分より分解する蛋白質量は大体に於て蛋白質飢餓時に於ける分解量に近きものなりと雖も食物として幾許の蛋白質を攝取すべきかを確定するは甚だ至難なり、實驗的に食物中に含有せらるる蛋白質を調査して Voit は成人(體重 70 kg)に就き 1 日の食物中に約 118 g(體重 1 kg に對し蛋白質 1.6 g)の蛋白質を要すと稱したりしがその後の研究により尙これより少量の蛋白質即ち體重 1 kg に對し 1 g の蛋白質にて充分なるを知るに至れり。

3. 食物中の糖質, 脂質その他の含燐體の幾部分が保持代謝に使用せらるるや未だ全く不明にしてこれを測定すること能はず。

第二項 蓄積質代謝 Depotstoffwechsel

附体内に於て蛋白質より脂肪發生に關する諸説

脂肪及び糖原は直接に生活細胞質の重要缺く可らざる成分にはあらざるも亦體成分として存在し機に臨みて Energi を發生する點に於て最も有力なり、これ糖原は酸素存在せざる處に於ても Energi-源となることを得るにより即座に Energi を發生するに適し、又脂肪は糖質よりも化學 Energi を含有すること遙かに大

にして Energi 貯藏の目的には最もよく適すればなり、故に食物より攝取したる養素の量が若し細胞の Energi 需要に比し大なる時はこれらは脂肪又は糖原として蓄積せらる。而して純脂肪食若くは饑餓時に於て糖質の供給杜絶する時は体内に於て蛋白質の一部より糖原を生ずべし、又純糖質の攝取時に際し体内の糖原量が極度に達したる後尙過剰なる糖質は皆脂肪となりて体内に沈着せらる、健體に於て營養の状態如何により絶えず糖質は脂肪に、蛋白質は糖質に變化するものと想定せらる。

体内に於ける蛋白質より糖質, 糖質より脂肪の變移は呼吸比¹⁾にて認知せらる、即ち蛋白質が糖に酸化せらるる時は酸素を要するにより呼吸比降下し、糖が脂肪に還元せらるる時は酸素が遊離する爲め呼吸比上昇す肥胖獸に於ける如く糖より多量の脂肪が發生する時は呼吸比屢一よりも昇ることあり。

蛋白質は攝取したる状態に於て直ちに体内に蓄積せらるることなく、成長したる動物に如何に多量の蛋白質を與ふるも生體は悉くこれを分解してその窒素は凡て尿中に現はる。然れどもその窒素を含有せざる部分は容易に燃焼せられて Energi を發生し以て体内に於ける糖質及び脂肪の分解を減退せしめ、もしその量過剰なる時は一部糖質に變移し得るものの如しかくの如く過剰に攝取したる蛋白質はその儘蛋白質として体内に蓄積せらるることなく悉く分解せらると雖も幼年發育期若くは病後恢復期に於て體蛋白の増加を來たすは素より論なく又筋肉動作等によりても一定度迄蛋白質の増加を認むべし。

体内に於て蛋白質の分解により糖の發生し得ることは重症性

¹⁾ Respiratorischer Quotient

の糖尿患者に見る如く一般に認識せらるるに至りたるも体内に於て脂肪が蛋白質より新生し得らるるや否やの問題は今に尙未定なり、かの Virchow が脂肪變性なる病理解剖的現象に於て蛋白質の脂肪に變性するを論じ、尋で Voit が大量の肉を犬に與へたる時肉中蛋白質の含有する窒素は悉く尿中に排泄せられ毫も体内に蓄積せられざるに拘らず、蛋白質中に存する炭素分は著しく体内に沈著したるを見て体内に於て蛋白質より脂肪の發生するを斷じたる以來、諸研究者は齊しくこの説を是認しこれを立證すべき諸實驗亞で出でたり、或は血餅に蠕蟲を培養してその際蛋白質より脂肪の發生するを挙げ、或は屍蠟生成の際蛋白質の脂肪に變ずるを説き、或は乾酪成熟に伴ひて蛋白質より脂肪に轉化するを指摘し、或は磷、砒素、Phlorhizin, Chloroform 中毒に當り肝細胞蛋白質の脂肪に化生するを論ずるもの甚だ多し。

然るに其後 Lebedeff は麻油を以て飼養したる動物に就て磷中毒の際その肝臓に出現する脂肪は一旦皮下組織その他に蓄積したる食物中の麻油が肝臓に移行したるものなるを立證し、次で Pflüger は Voit の實驗に於て計算したる肉の組成に誤あるを發見し、この際体内に特に多量の炭素分が沈著したるの形跡なきを論じ Voit を駁撃したるのみならず、Rosenfeld も諸實驗を行ひて Lebedeff の所信を贊し、我教室に於て行ひたる諸實驗も亦從來の脂肪新生説を立證したる諸試験の全く誤謬なることを確證したり。

即ち我教室に於て斬新なる隈川、須藤の脂肪定量法を以て三田定則は屍蠟發生の際毫も蛋白質より脂肪の發生することな

きを確認、近藤庫は乾酪生熟の際毫も脂肪の増生せざるを證し、柴田長道は磷中毒に又朝川順は Phlorhizin-中毒に際し肝に出現する脂肪は全く體の他の部位に蓄積せられたる脂肪のここに移行したるものなるを實驗せり。尙隈川宗雄、太田孝之は絲狀菌及び腐敗菌は脂肪を分解するの性を有するのみにしてこれを生成するの機能を有せざるの結果を得たり。これに依りて見れば從來蛋白質より脂肪發生に對し立證し得たりと思考せられたる諸實驗は悉く誤謬にして該新生説には未だ毫も積極的の證明なし、然れども翻て考ふれば体内に於て必しも蛋白質より脂肪の發生せざる的確なる證明も亦實に存在せず。故に吾人は今日遽かに脂肪新生説の是非を斷言すること能はざるなり。吾人は單に今日迄列舉せられたる脂肪新生の諸實驗が悉く誤謬に終りたるものなりと言はんとするのみ。

第三項 増生質代謝 Anwachsstoffwechsel

生長時に當りては攝取せられたる諸種有機性養素及び鹽類等の一部は常に体内に残留して生活質の新生に與かる。人乳によりて養育せらるる嬰兒にては乳汁中窒素の約 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 量は體質發生に用ゐらるるが如し。饑餓時後及び疾病回復期に於ても發育時に於けると同じく生活質の新生に伴ひ養素の残留行はる。而して此等の際此等物質の需要は平常の保持物質代謝よりも大なるを以て若し偏倚性の食物のみを攝取する時は發育に必要な未知營養素及び必須 Amino-酸の供給不足を惹起し易く生長に障礙を招來すべし。無機物に於ても特に Calcium 及び磷酸は生長時の骨體生成に重要なり。

尤も幼年發育期に於ても生活質の新生と共に猶蓄積質代謝及び行作代謝並びに行はるるを以て増生質代謝の量を定むるは容易ならず。

温血動物生長の初期に於て養素の増生質生成に對する効果は約30%なるも生長緩徐なる人類に於ては約5%なりといふ。

第四項 行作物質代謝 Arbeitstoffwechsel

劇しき運動より、神經その他細胞の微細なる動きに至るまで凡ての作用を包蔵せる廣き意義に於ける Arbeit なる獨語に相當する邦語なきを以てここには假りにこれを行作と命名す。

吾人が生存しつつある間は常に必ず行作を營む、歩行疾走の際は勿論一舉手一投足もこれによりて行はるるのみならず身體を全く休息せしむる時に當りても常に行作を要す。これ四肢軀幹は全く靜止の状態にありと雖も尙心臟の筋肉及び呼吸筋等は絶えず運動し、又滲透壓に抗して分泌及び排泄作用の行はるる際にも亦一定の行作これに隨伴すればなり。

全く靜止の状態に於て而も絶食して消化管を煩はすこと僅少なる際に行はるる行作は人によりて多少相違あるも各自常に略一定し體表面1平方mに對し一時間概ね39.7大Caloriを算す、これを基礎代謝と稱す。この代謝量はそれ以外の行作を營む毎に必ず増加す、食物の攝取はこれに伴ふ消化作用によりて代謝量を高め、筋肉行作の際には代謝量の増加すること更に著し。

實に行作の根源は體内に於ける物質代謝に存す。而して筋肉勞働等の機械的行作時に於て餘分に發生する勢力が如何なる

化學的物質により供給せらるるものなるや、といふに初め Liebig は筋肉行作の根源は蛋白質なりと唱へたりしも Fick 及び Wislicenus は蛋白質を含有せざる食物を採りつつ高山 (Faulhorn, 山高 1956 m) に攀登し、その際尿中に排泄せられたる窒素を検し體内に於て燃焼せられたる蛋白質量は行作代謝量の $\frac{1}{3}$ に足らざるにより筋肉行作は主として蛋白質以外の養素に因るを證したり。

此時攀登前17時間は食物には蛋白質を攝らず登山中も毫も含窒素化合物を食せざりき。此仕事中に排泄せられたるNの量は37gの蛋白質に相當し其 Energi 量は150 Caloriに過ぎず。假りに此蛋白質が全部攀登行作に使用せられたりとするも其 Energi は

$$150 \times 427 = 64000 \text{ mkg}$$

に過ぎず。然るに體重76kgの人が1956mを上ほる時の仕事は約150000 mkgに上るを以て筋肉行作の大部は非蛋白質化合物にて行はるるを知る。

尋で Pettenkofer 及び Voit は體重70kgを算する頑丈なる勞働者に就きて饑餓及採食時(食事は1日に蛋白質121g, 脂肪117g, 糖質252g是より生ずる熱量3037 Caloriなり)に於て休息及び勞働の状態に於て發生する熱量及び此際體内に於て分解せられたる物質の量を測定したるに勞働に伴ひ増大したる熱量は1500大Caloriの多きに達したるに拘らず、蛋白質の分解は休息時及び勞働時の間に何等の差異なきを確めたり。かくの如く行作は蛋白質代謝を増加することなく行作の力源は脂肪及び糖質により供給せらるるものなり尤も蛋白質も糖原及び脂肪の缺乏時に於て筋肉作用の根源となるを妨げず、されども此時の効率は不良

なり、これ恐らく蛋白質が筋肉に於て力源として使用せらるるには先づ肝臓等に於て Amino-酸の離解を受けたる後行はるる必要あるべく、Amino-離解作用時に於て發生する Energi は單に熱量を増加するに止まり毫も筋肉行作の根源となることを得ざるが爲なるべし。而して行作力源として脂肪の有する効率糖質よりも約 11% 少なしこれ恐らく脂肪も他の臓器に於て一定の變化を蒙りたる後筋肉内にて酸化せらるるによるものならむ。

行作を営む際に當りそれに要する Energi は先づ攝取したる養素によりて供給せらるるもこれにて充分ならざる時は豫め體内に沈著せられたる糖原及び脂肪等より發生し、これらを消費したる時は終に自己の細胞成分を使用す。

養素並びに體成分が消費せられて Energi を發生するはこれらの成分が酸化せられてその内に含蓄する化學 Energi を遊離せしむる爲にして、體内に於て酸素をとりて酸化せらるるものは皆 Energi の源泉たることを得べくその性状の如何を問はざるも、各物質の發生する Energi 量は互に相異れり。即ち脂肪及び糖質は體内に於て完全に燃焼せらるるによりこれ等を體外に於て完全に燃焼せしむる時發生する熱量を以て直ちに體内に於て燃焼する際に發生する熱量なりと斷定するを得。これに反し蛋白質は體内に於て完全に燃焼せらるること難く、常に尿素その他の窒素化合物等一定の Energi を含有する化合物を尿中に排泄するにより體外に於てこれを燃焼したる時に發生する熱量を以て直ちに體内に於ける蛋白質の Energi 値なりと認定すること能はず。體内に於ける蛋白質の Energi 値を定めむと欲せば一方には一定量

の蛋白質が體外にて燃焼する時に生ずる熱量を定め他方には同量の蛋白質を動物に與へたる時にこれより由來する尿及び糞の Energi 値を定むるを要す、その差は即ち體内にて蛋白質の燃焼によりて發生する Energi 値なり。而してこの値は體外に於て蛋白質が完全に燃焼せらるる際に發生する熱量の約 75% に相當するに過ぎず。

脂肪及び糖質はその種類によりて發生する熱量に差を認むること僅少なり、これに反し蛋白質はその種類によりてその値を異にするを以て平均値を得ること困難なり、一般に動物性蛋白質は 1g に付 4.23 大 Calori を有し、植物性蛋白質は 3.96 大 Calori を占む。人は略 60% の動物性蛋白質、40% の植物性蛋白質を攝取するとの假定の下に Rubner は食物中蛋白質 1g の Energi 値を 4.1 大 Calori と定めたり。

Rubner¹ によれば主要なる有機養素 1g の生機的燃焼熱の平均値は左の如し。

糖質	4.1 大 Calori
脂肪	9.3 „
蛋白質	4.1 „
Alcohol	7.0—7.1 „

Rubner が犬に就きて饑餓時及び蛋白質、脂肪、糖質を各單獨に與へたる時に於て尿及び瓦斯代謝を検し 24 時間内に於て分解したる養素の量を測定しその燃焼熱を算出したる結果によれば、體内にて蛋白質のみ分解せらるる時、或は主として脂肪の

¹ Rubner: Z. Biol. 42, 261 [1901]

燃焼せらるる時、或は糖質が主なる熱源となれる時に於ても24時間内に發生する總熱量は凡て同一なり。これ體内に於て脂肪、糖質及び蛋白質等が燃焼して熱を發生するに當り、これらの物質はそのEnergi値に相當して互に代償することを爲にして體内に於て同一量のEnergiを發生するに要する各養素量をRubnerは等力量¹⁾と稱せり。而して體内に於て蛋白質及び糖質の各約2.3gは脂肪の1gを代償す。

而かもこれら各養素は體内に於て同様な程度に於て容易く燃焼せらるべきものにあらず、蛋白質の窒素を失ひたる部分は最も速かに燃焼せられ、糖質はこれに亞ぎ、脂肪は最も遅し。

第三節 勢力代謝 Energie- oder Kraftwechsel

第一項 Energi-平衡

動物は化學-Energiを多量に含蓄する諸種の養素を攝取してこれを分解し、この際遊離するEnergiを利用して生活す。體内に於て化學-Energiより發生するものは主として器械的-Energi及び熱にして、動物はこれによりて行作を営み、これによりてその體温を維持す、尙化學-Energiの一部は光及び電氣-Energiに變ずることあり。

化學反應が物理學的の行作、新しき位置のEnergiの獲得を營まざる時は凡ての筋肉行作の際用ゐられたる運動-Energiも熱に變化するを以て化學反應の際に發生するEnergiの全部は盡く熱に變ず。例へば體操若くは水平面上の行進を行ふ如き際には

¹⁾ Isodyname Grösse

運動-Energiは悉く熱に變移するが如し。然れども若し高所に登る等の動作により新しき位置のEnergiを獲得したる時は化學Energiの一部は器械的の行作に變じ他の一部は必ず熱に變ずべく而してこれらの行作及び熱の總量は消費したる化學-Energiの量に等し。

體内に輸入せらるるEnergiの量は食物中の含有せらるる各養素が完全に燃焼せらるる際に發生する熱量を測定しこれより消化の際、糞及び腸瓦斯として失はるる熱量を減じたるものを以て定むることを得。

養素の含有するEnergiを知るには養素をBerthelotの燃焼管内にて過剰の酸素を以て燃焼し此際發生する熱量を測定すれば可なり。

主要なる養素各1gの燃焼熱は次の如し。

物 質	熱 量
澱 粉	4.20
蔗 糖	3.95
葡 萄 糖	3.74
脂 肪	約9.50
Alcohol	7.08
蛋 白 質	約5.70

其外生機的重要な物質の燃焼を擧れば

物 質	熱 量
酪 酸	5.9
尿 素	2.5
Methan	13.3

體の消費するEnergiは二種の異なる状態にあり、その一は尿

素その他の未だ完全に燃焼せられざる尿成分又は剝脱せる毛髪、皮膚等として體外に脱出する物質に含有せらるる化學-Energiにしてその量は比較的小なり、その二は行作及び熱にして Energi 消費の主なるものなり。

脂肪及び糖類は體内に於て完全に燃焼せられて炭酸及び水となるを以て其生機的熱量は燃焼熱と一致するも蛋白質は尿素其他の可燃物質として尿中に排泄せらるるにより其尿-Energi (尿素に對し 1.5 Cal.) を控除したる値を以て生機的熱量と考ふることを得べし。

Energi の輸入が若し需要よりも大なる時はその成分は脂肪又は糖原等の化學-Energi となりて體内に蓄積せらるることを得、これに反し Energi の輸入量少なる時はこれら蓄積質を燃焼して所要の Energi を發生せしむ。

第二項 基礎代謝量

採食後 12—15 時間を経過し全く消化作用終りたる頃心地よき室温に於て身體を安臥休息せしめ其酸素攝取量及び炭酸排泄量を測定するに Energi の代謝極めて小なり、其値は同一個體にては常に恒定制のみならず異なる人士にても體重 1 kg に就て算出すれば略同一にして 1 kg 1 分に平均 3.64 cc. の酸素を攝取し、2.88 cc. の炭酸を發生す。今 O₂ の熱量價を 4.83 cal. とすれば 1 kg 1 分に發生せらるる熱量は 3.64 × 4.83 = 17.58 小 calori にして従て 1 kg 1 時間には 17.58 × 60 = 1054 小 cal 即 1.054 Cal. となる。Atwater の熱量計にて測定する時も略同一の價を呈し 1 kg 1 時間に 0.98 Cal. を算す。故に先づ 1 kg 1 時間 1 Cal. と看做すこと

を得。斯の如く適當なる外氣温の下に全く静止の状態に於ける代謝量を基礎代謝と稱す、その値を體表面 1 平方 m に對し表はす時は壯年男子にては 1 時間に約 39.7 大 Calori を算す。

この値は種々の要因によりて差あり。

體の大小 中等氣温に於て種々異なる大きさを有する動物の發生する絶對的の熱量は各異なるも雖もその單位表面に對する熱量は略相等し。

例へば Voit¹ によれば

動物の種類	體 重	體重 1 kg に對する熱量	單位體表面に比例する熱量
馬	441.0	11.3	948
豚	128.0	19.1	1078
人	64.3	32.1	1042
犬	15.2	51.5	1039
家 兎	2.3	75.1	776
鴛	3.5	66.7	969
鷄	2.0	71.0	943
鼠	0.018	212.0	1188

かくの如く代謝が動物の表面積に比例するを Rubner の皮膚面積の法則と稱す。

體表面を算出する簡單なる方式は Meeh の式にして次の如し。

$$O = k \sqrt{G^2}$$

但し此處に O は dm² にて示したる表面積、G は kg にて表はしたる體重、k は動物に従ひて異なる恒數にして人 = 12.3、犬 = 約 11、馬 = 9 なり。

上掲 Voit の表は此 Meeh の式によりて體表面積を算出したるものなり。

Meeh の式よりも正確なるは Du Bois の式なり。

$$A = W^{\frac{1}{2}} \times H^{\frac{1}{2}} \times 167.2 \quad \text{若くは}$$

¹ Voit: Z. f. Biol. 41, 120 [1901]

$$A = W^{0.425} \times H^{0.725} \times 71.84$$

但しこの處に A は cm² にて示したる面積, W は kg にて表はしたる重量, H は cm にて測りたる身長なり.

以上の式によるよりも尙正確なる體表面積を得むと欲せば Du Bois に従ひて頭, 腕, 手, 胸, 上脚, 下脚, 足等の各處に就て A, B, E, F, G, H, I, K, L, M, N, W, P, Q, R, S, T, U, V 等 19 種の測定を行ひ之より各部の表面積を算出し此等を加算して全體表面積の値を得べし. 今一範例を記せんに

體重 = 79.75 kg
身長 = 176.9 cm
體表面 = 2.03 平方 m

頭部: $A \times B \times 0.308$

- A. 顛頂と額との周圍 66.8 cm
- B. 後頭と額との周圍 56.5 ,,

腕: $E \times (F + G + H) \times 0.611$

- E. 肩峰突起より橈骨下端迄 59.2 ,,
- F. 腕窩の高さに於ける上腕の周圍 33.2
- G. 前腕の最大周圍 28.4 } 80.0 ,,
- H. 前腕の最小周圍 18.4

手: $I \times K \times 2.22$

- I. 橈骨より第二指の先端迄 20.9 ,,
- K. 手頸の處にて手の周圍 22.2 ,,

胸: $L \times (M + N) \times 0.703$

- L. 上鎖骨窩より恥骨まで 60.4 ,,
- M. 臍の高さにて周圍 86.5
- N. 乳頭の高さにて周圍 94.7 } 181.2 ,,

上脚: $W \times (P + Q) \times 0.552$

- W. 上恥骨椽より膝蓋骨の下椽まで 42.0 ,,
- P. 鼠蹊彎曲の處にて周圍 60.1
- Q. 回轉子の高さにて兩上脚の周圍 99.0 } 159.1 ,,

下脚: $R \times S \times 1.40$

- R. 膝蓋骨下端より踵まで 49.7 ,,
- S. 膝蓋骨下端の處にて周圍 36.5 ,,

足: $T \times (U + V) \times 1.04$

- T. 足の長さ 26.9 ,,
- U. 第五趾の基部にての周圍 24.0
- V. 踝の處にて極小周圍 23.5 } 47.5 ,,

頭	1162 cm ²
腕	2394 ,,
手	1030 ,,
胸	7694 ,,
上脚	3689 ,,
下脚	2540 ,,
足	1329 ,,
	20338 cm ²

全體表面 = 2.034 m²

年齢及び性 單位の體表面積に對して發生する熱量は年齢及び性によりても亦大なる差異を呈す, 即ち幼年期に於ては代謝大にして老年期に於ては小に, 女子は男子よりも小なり. 例へば Du Bois の測定によれば

1 Du Bois: Arch. of Internal medicine 1915. 15, 868; 1916, 17, 863.

一年未滿の嬰兒に對する第二數

(男 兒)

0	2	4	6	8	10	12月
45	105	160	210	245	270	290 Cal

年齢及び身長に對する第二數

(1—19歳の男兒)

身長	年 齡									
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
40	-40									
44	± 0									
48	+40									
52	80	15								
56	120	55	0							
60	160	95	40							
64	200	135	70	10						
68	240	175	110	50						
72	280	215	150	90	40					
76	320	255	190	130	80	30				
80	360	295	230	170	120	70				
84	400	335	270	210	160	110	60			
88	440	375	310	250	200	160	100			
92	480	415	350	290	250	220	140	100		
96	520	455	390	330	300	280	180	140	113	
100	560	495	430	370	350	330	230	180	153	128
104		535	470	410	400	390	280	220	793	168
108		575	510	450	450	450	330	260	233	208
112		615	550	490	500	500	380	300	273	248
116		655	590	530	550	550	430	340	313	288
120		695	630	580	600	600	480	380	353	328
124			670	630	640	650	530	420	393	368
128			710	680	690	700	580	460	433	408
132			750	720	740	750	630	500	473	448
136			790	770	780	800	680	540	513	488
140			830	810	830	840	720	580	553	528
144				860	880	890	760	620	593	568

148			900	920	950	820	660	633	608
152			940	960	990	860	700	673	648
156			970	990	1030	890	740	713	678
160			1030	1020	1060	920	780	743	708
164				1060	1100	960	810	773	738
168				1100	1140	1000	840	803	768
172					1190	1020	860	823	788
176					1230	1040	880	843	808
180						1060	900	863	828
184							920	883	848
188							940	903	868
192								923	888
196									908

年齢及身長に對する第二數

男 子

cm	年 齡												
	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
151	614	587	560	533	506	479	452	425	397	370	343	316	289
155	634	607	580	553	526	499	472	445	417	390	363	336	309
159	654	627	600	573	546	519	492	465	438	410	383	356	329
163	674	647	620	593	566	539	512	485	458	431	403	376	349
167	694	667	640	613	586	559	532	505	478	451	423	396	369
171	714	687	660	633	606	579	552	525	498	471	444	416	389
175	734	707	680	653	626	599	572	545	518	491	464	437	409
179	754	727	700	673	646	619	592	565	538	511	484	457	429
183	774	747	720	693	666	639	612	585	558	531	504	477	450
187	794	767	740	713	686	659	632	605	578	551	524	497	470
191	814	787	760	733	706	679	652	625	598	571	544	517	490
195	834	807	780	753	726	699	672	645	618	591	564	537	510
199	854	827	800	773	746	719	692	665	638	611	584	557	530

體重に對する基數

女 子

kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal
3	683	24	885	45	1085	65	1277	85	1468	105	1659
4	693	25	894	46	1095	66	1286	86	1478	106	1669
5	702	26	904	47	1105	67	1296	87	1487	107	1678
6	712	27	913	48	1114	68	1305	88	1497	108	1688
7	721	28	923	49	1124	69	1315	89	1506	109	1698
8	731	29	932	50	1133	70	1325	90	1516	110	1707
9	741	30	942	51	1143	71	1334	91	1525	111	1717
10	751	31	952	52	1152	72	1344	92	1535	112	1726
11	760	32	961	53	1162	73	1353	93	1544	113	1736
12	770	33	971	54	1172	74	1363	94	1554	114	1745
13	779	34	980	55	1181	75	1372	95	1564	115	1755
14	789	35	990	56	1191	76	1382	96	1573	116	1764
15	798	36	999	57	1200	77	1391	97	1583	117	1774
16	808	37	1009	58	1210	78	1401	98	1592	118	1784
17	818	38	1019	59	1219	79	1411	99	1602	119	1793
18	827	39	1028	60	1229	80	1420	100	1611	120	1803
19	837	40	1038	61	1238	81	1430	101	1621	121	1812
20	846	41	1047	62	1248	82	1439	102	1631	122	1822
21	856	42	1057	63	1258	83	1449	103	1640	123	1831
22	865	43	1066	64	1267	84	1458	104	1650	124	1841
23	875	44	1076								

一歳未満の嬰兒に對する第二數

(女)

0	2	4	6	8	10	12月
-535	-475	-420	-370	-325	-265	-225 Cal

年齢及び身長に對する第二數

(1—19歳の女兒)

cm	年 齡										
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
40	-344	-234	-194								
44	-328	-218	-178								
48	-312	-202	-162								
52	-296	-186	-146								
56	-280	-170	-130	-134							

60	-264	-154	-114	-118																		
64	-248	-138	-98	-102	-111																	
68	-232	-122	-82	-86	-95																	
72	-216	-106	-66	-70	-79	-89																
76	-200	-90	-50	-54	-63	-73																
80	-184	-74	-34	-38	-47	-57	-66															
84	-168	-58	-18	-22	-31	-31	-50															
88	-152	-42	-2	-6	-15	-5	-34	-43														
92	-136	-26	12	10	1	+19	-18	-27														
96	-120	-10	25	26	17	+27	-2	-11	-21													
100	-104	6	40	42	33	43	14	5	-5	-14												
104		22	56	58	54	62	30	21	11	2												
108		38	72	74	75	85	56	37	27	18												
112		54	88	90	91	101	72	53	43	34												
116		70	105	106	107	117	98	69	59	50												
120		86	126	132	123	143	114	85	75	66												
124			142	148	138	159	130	101	101	82												
128			158	164	161	175	146	117	107	98												
132			174	180	181	191	162	133	123	114												
136			190	196	197	207	178	140	139	130												
140			206	212	213	228	194	165	155	148												
144				228	239	249	210	181	171	162												
148				244	255	265	236	197	187	178												
152				260	271	281	252	212	201	192												
156				276	287	297	260	227	215	206												
160				282	293	303	274	242	229	220												
164					309	313	290	257	243	234												
168							325	306	271	246												
172							331	318	285	258												
176								328	299	270												
180									313	282												
184									327	294												
188										313	304											
192										323	314											
196										333	324											
200											334											

年齢及び身長に對する第二數

女 子

cm	年 齢												
	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
151	181	162	144	125	106	88	69	50	31	13	-6	-25	-43
155	189	770	151	132	114	95	76	58	39	20	1	-17	-36
159	196	177	158	140	121	102	84	65	46	28	9	-10	-29
163	203	185	166	147	128	110	91	72	54	35	16	-2	-21
167	211	192	173	155	136	117	98	80	61	42	24	5	-14
171	218	199	181	162	143	125	106	87	68	50	31	12	-6
175	225	207	188	169	151	132	113	95	76	57	38	20	1
179	233	214	195	177	158	139	121	102	83	65	46	27	8
183	240	222	203	184	165	147	128	109	91	72	53	35	16
187	248	229	210	192	173	154	135	117	98	79	61	42	23
191	255	236	218	199	180	162	143	124	105	87	68	49	31
195	262	244	225	206	188	169	150	132	113	94	75	57	38
199	270	251	232	214	195	176	158	139	120	102	83	64	45

實用には次の如き甚だ簡易なる表にて事足ることあるべし。本邦人の基礎代謝は男子(55 kg, 160 cm, 40歳)にては約1350, 女子(50 kg, 155 cm, 40歳)にては約1200 Calと看做すことを得べし。

體重に對する基數

kg	男子	女子	kg	男子	女子	kg	男子	女子
5	130	700	35	550	990	65	960	1280
10	200	750	40	620	1040	70	1040	1320
15	270	800	45	690	1090	75	1100	1370
20	340	850	50	750	1130	80	1160	1420
25	400	900	55	820	1180	85	1235	1470
30	480	940	60	890	1230	90	1280	1520

年齢及び身長に對する第二數

cm	男 子							女 子						
	年 齢							年 齢						
	5	10	15	20	30	50	70	5	10	15	20	30	50	70
70	130							-70						
100	430	300						40	30					

120	500	380						120	80				
140	700	580						220	160	140	120	30	-60
150	800	680	620	550	420	280		260	200	180	140	50	-40
160		780	660	600	460	330			240	210	160	60	-30
170		900	710	640	520	380			280	240	180	80	-10
180		980	760	700	560	430			320	270	190	100	10

第三項 代謝量に對する食事の影響

Magnus-Levy¹の研究によれば食物を攝取するときは Energi の發生量増加す、蛋白質を攝取する時はその攝取量の約12—24%は過剰に熱として發散せられ、糖質は約3%、脂肪は約9%を熱として餘分に放散す。これ消化腺、咀嚼筋等の動作増進するによると、豊富なる養分による細胞の活動多少増加するによるなるべし。蛋白質に於て Energi の損失殊に大なるは上記諸因の外にその分解物が體細胞を刺戟するによる、Rubner はこれらを特異動的作用²と云へり。

Lusk³の研究によれば Glycocoll 及び Alanin は蛋白質と同じく大なる特異動的作用を有し、Glutamin-酸、Leucin、Tyrosin 等は熱發生量に殆んど影響せず、恐らく Glycocoll 及び Alanin より發生したる無窒素分解産物が特異動的作用を有するものなるべしといふ。(Luskはこの作用を Glycol-酸若くは乳酸に歸したるもこれには未だ實驗的證明なし)。

故に採食し且つ全く休息し居れる人士の養素需要量は基礎代謝量よりも10—12%大なりとす。

第四項 代謝量に對する外氣温の影響

1 Magnus-Levy: Arch.f. Physiol. 55, 1. 2 Spezifisch-dynamische Wirkung
3 Lusk: J. biol. Chem. 20, 515 [1915]

外気温降下する時は酸素の消費量増大し、又気温高きに失する時も亦 Energi の発生増大す。

Rubner は 4 kg の犬が餓餓休息の状態にて 1 kg 1 日に消費する Energi を測定して次の値を得たり。

外 温 氣	Calori
7°	86.4
15°	63.0
20°	55.9
25°	54.2
30°	56.2

Voit は着衣したる人士に就て検査し 1 時間に発生したる炭酸量を測定したり。

熱の放散には種々の道あり 1. 輻射及び傳導にて周囲の寒冷なる部に散逸すること, 2. 肺及び皮膚より水が發散すること, 3. 温度低き飲食物を體温に温むること, 4. 呼氣を温むること等之なり。而して此中主なるものは熱の輻射及び傳導と水の蒸散との二なり。熱の散逸する徑路は周囲の温度によりて異なり低温にては水の蒸發すること少なく體温と同じ気温にては輻射及び傳導にて失はるること能はず。故に温度上る時は皮膚の血行を盛んにして水の蒸散を増進せしめて熱の放散を促がす、之が爲め體温の上昇すること少なく良く體温を調節することを得。之を物理的體温調節といふ。Du Bois の測定によれば 23°C にて湿度中等度なる肺及び皮膚より蒸散せらるる水量は平均 1 日に 680g にして之が爲め全熱消費量の 24% は吸収せらる。気温甚だ高く物理的調節により體を冷却すること能はざるに至れば體温上

昇し細胞の温度高まるに従ひ代謝も亦増大す。

周囲の気温降下する時は輻射及び傳導によりて熱を失ふこと大なるを以て體温を維持する爲めに體内に於ける物質代謝昂進し熱を發生せしめて體温の調節を行ふ之を化學的調節と稱す。此際には勿論 Energi の消費量著しく増大す。

人間の場合には寒冷時に於ても養素の需要量増大せず、之に反し暑氣強くして發汗著しく而かも體温の調節行はるる際には肝臓に於ける燃焼減退す。熱帯地方に於て基礎代謝量が上表よりも約 10—20% 小なるは蓋し之が爲ならむ (Plaut¹ 及 Knipping²)

第五項 筋肉行作時の勢力代謝量

生活體は静止時に於ても絶えず行作を營み熱の發生を伴ふ。これ主として静止時に於ても體の内部にて常に心筋(静止時代謝の 10—15%)呼吸筋(15%)等活動し、又種々の腺器に於て分泌若くは排泄の爲めに水、鹽類及びその他の物質を滲透壓に逆ひて運輸せしめ絶えず行作を營むが故なり。Tangl に従へば静止時に於て腎臓の行作は全代謝の 5—8% を占め、肝臓の行作は 12% に當るといふ。これら心筋、呼吸筋の收縮及び滲透壓並びに彌散不平衡の形成は恐らく膠質化學的現象によるものにしてこの際の變化は不可逆的に熱の發生を伴ひて行はれ従て膠質を舊の状態に復歸せしむる爲に絶えず化學 Energi を費消すべし。尙ほこれらの作用以外に細胞内に於ては體成分新生に際し合

¹ Plaut: Z. f. Biol. 76, 183 [1922] ² Knipping: Arch. f. Schiff. u. Tropenhyg. 27, 169 [1923]

成作用行はれ一定量の Energi が結合せられ、これに必要な Energi は連結反應によりて供給せらる、即ち合成作用の如き Energi を結合する反應は Energi を發生する反應にのみ連結して行はれ結局この際にも Energi 遊離して終に熱に變ず、尤もこの量は上記物理化學的に行作に用ゐらるる量に比し小なるべしといふ。

外氣温が 30—35° なる時は静止時に於て生活體の發生するこれらの熱量は生活に缺くべからざる極小値にしてこれを基礎代謝と稱す。而して代謝の量は食物の攝取によりて増大し、又外氣温の變化に伴ひて増加することは前二項に互りて記述したる所なり。然れどもここに代謝量に甚大の影響を與ふるは筋肉運動にして舉手投足悉くこれ Energi の發生を伴ふ。

即ち基礎代謝量を 100 とすれば單に坐したるのみにて既に代謝量は 8% の増加を示し、室内にて靜かに行動したる時は約 30—50% の増加を見る。行軍の際には容易に 200—300% に達し、懸崖を攀するに當りては時として 9 倍に及ぶことありといふ。Kestner に従へば各種狀態に於ける一時間行作に伴ふ代謝の増加値は下の如し。

讀書	7—8 Cal.
寫字, 縫仕事	10—20
機寫	20—40
拂塵	110
歩行	$\left\{ \begin{array}{l} 4.2 \text{ Km } 150 \\ 6.0 \text{ Km } 240 \end{array} \right.$
行軍	280—400

疾走	9 Km	180 Cal	800—1000
轉乘	13 Km	320	180—600
	21 Km	550	
操艇	13 Km (向風)	600	200—900
水泳			300—700
登山			400—900

行進は 1 時間に 4500 m 位の速度を以て最も效果良しとす、即酸素吸収量を測定して之を比較するに

1 時間 1944 m の行進には 一步毎に 2.432 cc
之より速度ますに従ひ消費量減じ

1 時間 4500 m ,, 2.212

夫より速度増加する時は漸々消費量増大し

1 時間 5390 m にては 4.479

となる。

Brezina 及び Reichel¹ によれば 1 分間 80 m を超過せざる速度を以て平地を歩行する時には 1 kg 1 m の移動に對し約 0.5 小 calori を要す、20 kg 以内の貨物を荷ふ際にも亦この規則適用せらるべく又速度 80 m を超過する時は 1 m 毎に原値の 1% (20 kg の負荷存する時は 2%) を増加す。降坂時に要する勢力は平地歩行時に比し約 10% 少なし、これ降下の度を整調する力は平地歩行の際身體を前方に誘出する力よりも小にして可なる爲めなるべし。人間が高處に攀登するに際しては 1 m kg の行作に對し約 3 m kg に相當する熱量を費消す。即この際熱量の 2/3 は熱として散逸し效率は約 33% となる。機關人間の效率はこの攀登の行作に

¹ Brezina 及 Reichel: Bioch. Z. 1914, 63, 179; 65, 35.

對し最も可良なるものにして、他の行作時に於ては効率これよりも小なり、即疲勞機の車輪を手を以て廻轉せしむる時は効率は25%にすぎず、一般に諸種の勞働及び遊技に際しては略ぼ20%の効率を有すといふ即1 mkgの行作に對し約5 mkg即約12 cal (1 mkg = 2,342 cal, 1 cal = 0.427 mkg)のEnergiを要す、然れどもこれらの効率は蒸氣機關(その効率は12—15%の間にあり)よりも遙かに可良なり。

今假りに邦人體重中等度の人士の休息時に於ける代謝量を1800 Calori とし1日の行作量を x mkg とすれば其時に要する全代謝量は $1800 + 0.012x$ ^{大カロリー} を以て表はさるべし。

人間が實施し得べき行作の強さ即一定時間内に行ひ得る行作の大きさはよく熟練したる攀登者に就て檢したる處によれば約 $\frac{1}{4}$ 馬力に相當すといふ、(1馬力は1秒間に75 mkgの仕事を行し得る強さなり)。更に Henderson 及 Haggerd¹が短艇競漕者に就きて檢したる處によれば極大力は0.45—0.57馬力に相當し、一分間に19—30 Cal を費して4.8—6.0 Cal に相當する行作を營むことを得といふ。

筋肉の行作に際しては化學Energiの約40%は器械的Energiに變ず、この變化が如何なる機序により行はるるかは不明なりと雖も最近の考によれば筋肉の膨化により筋肉の收縮を惹起するものなるべくこれが爲め蛋白質の持滿性Energiが遊離性Energiに變化するを以てこの蛋白質を舊の狀態に復歸せしむるに化學Energiを要する爲ならむか。

¹ Henderson 及 Haggerd: Am. J. Physiol. 72, 264 [1925]

第六項 高原氣候及び海濱氣候の 代謝量に對する影響

高原及海濱にては紫外線、寒冷又は風の刺戟によりて代謝昂進せらる。瑞西のDavosに於て増加の度健康人は一時間に約20 Calに至ることあり、虛弱なる兒童にては其影響更に之よりも大なり。此の如き代謝に對する影響は坐臥すると運動するに關せず戶外にある時常に出現す。

第二章 營 養

動物體は常に體成分の一部を消耗し、これと同時に又一定のEnergiを發散するを以て絶えず必要なる養素を輸入してこれらを補缺せざるべからず、この目的に向つて如何なる食物が最も適當なるかを知るは甚だ必要なり。

第一節 攝取すべき養素の量

既に保持物質代謝、行作物質代謝及び行作勢力代謝の條下に説述したる所にて明かなるが如く吾人の攝取すべき食物の量を定むるには次の諸點に注意するを要す。

1. 一定量の蛋白質は必ず之を攝取すべきこと。
2. 行作に際しこれに必要なEnergiは養素内化學-Energiにて供給せらるべきこと。
3. 食物内三有機養素の相互の分量的關係は何を以て最適となすか。