

毳體にて濾過せられ、尿細管を通過する際血漿及び組織に必要なもの(水、葡萄糖、鹽類、Amino-酸、重炭酸曹達等)は再び吸収せらるゝ説き是等を有關係物質と稱せり。之に反し尿素、Kreatinin等は毫も吸収せられず故に是等を無關係物質と稱したり。

Richard等(Am. J. Physiol. 71, 209, 1924; J. Biol. Chem. 66, 247, 1925; 87, 467, 479, 499, 523, [1930]; 91, 593, [1931]; 101, 179, 193, 223, 239, 255, [1933])は糸毳體濾液を定量し此ものは血漿と等分子濃度、同電解質濃度を有し、尿素、鹽化物、尿酸、磷酸鹽、Kreatinin、葡萄糖等も同一濃度に含有するを知ら、水分が尿細管にて吸収せらるるに至り尿が濃縮するを確かめたり。但し糖は尿中に殆んど欠き鹽化物は濃縮するを少なし。

血液と尿とに於ける各種成分の濃度を比較するに尿は血漿に比し25倍の尿酸、40倍の安門、60倍の尿素、100倍のKreatinin、30倍の磷酸鹽、60倍の硫酸鹽を含有す。之に反し鹽化物、曹達、Calcium、Magnesium等は血漿と同じく、又糖は殆んど尿中に存せず、Cushnyは尿素の濃縮度より1lの尿の生成するに約67lの尿が糸毳體を通じ濾過せらるゝと計算せり。

Borsook及Winegarden(Proc. Nat. Acad. Sci. 17, 3, 13, 1931)の測定によれば血漿と等張の尿を排泄するには腎臓に於て何等の行作を要せず1gの窒素毎に腎臓は70 calを用ふるに過ぎず。然れども實際に於て腎臓の費消するEnergiは窒素1g毎に6—11 Calに當る。故に腎臓の効率は僅に1—2%に過ぎず而かも腎臓疾患時には此作用更に減退す。

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にあり。正常時にても時として400 ccに過ぎず又3000 ccに達するに稀

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妨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にあり、これに反し種々の糖尿症に於ては尿量甚しく増加し1日10l若くはそれ以上に達するにあり。

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温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に多し。

質二項 味

尿はその中に食鹽及び尿素を溶存するを以て鹹味に加ふるに少しく苦味を帶ぶ。糖尿症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

尿は一種異様な芳香性の嗅を有す、Urinod 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にあり。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醗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

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

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ゝあり。尿の反応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色素原は色素に変化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。

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鹼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鹼鹽又は磷酸又は磷酸土鹼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

尿の反應は一定せず之れ血液の酸性度を恒定する爲には常に肺臟より二酸化炭素を排泄し、腎臟より過剰の酸性若くは鹼性の物質を排除するを要すればなり。尿中に排泄せらるる鹼性物質は食物中に攝取したる固定鹼並びに鹼性代謝産物にして、尿中に排泄せらるる酸性物質は食物中の酸

及び酸性代謝産物(蛋白質よりの硫酸及び磷酸、尿酸並びに Aceton-體)に基因す。尿中に存する強酸及び強鹼は完全に中和せられ居るも弱酸及び弱鹼は一部は遊離、一部は結合の状態にあり。

尿の水素-Ion-濃度は主として磷酸により決定せられ、第一次及び第二次性磷酸鹽量の比によりて變ず、鹼性尿にては遊離炭酸及び重炭酸鹽の比によりて定まる。普通人の常尿の pH 値は5と7との間にあり、平均約6.3なり。

肺臟と腎臟との共同作用の結果呼吸を増大すれば尿は鹼性度を増し、夜間の如く呼吸減弱すれば尿は酸性度を増す。

饑餓は尿の pH を降下せしめ饑餓の第二日に於て既に5以下となる、食餌中の蛋白質量を増大する際にも pH 値は小くなる。糖質は影響を與へざるも、菜食は有機酸の土鹼鹽を多く含有する爲め鹼性の尿を排泄し磷酸土鹼鹽を析出せしむ。

運動に際しては尿の酸性度上昇し後一度鹼性側に飄轉したる後正常値に復す。

食後には尿に所謂鹼潮現象は、之れ胃液中に鹽酸を遊離せしむる爲にして鹽酸の分泌不十分なる人士には鹼潮を見るこゝなし。

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、Lackmus に對し肉食獸の尿は酸性、草食獸の尿は鹼性を呈し人尿は兩性若くは弱酸性を呈す。一日量の尿中に於ける滴定酸度は0.1 N 液の約300—400 cc に相當す、然れども此値は種々の條件により影響を蒙むるものなるが故に實用的の意義少なし。夫よりも磷酸量、有機酸量等と分割して測定するを可とす、有機酸量は磷酸及び炭酸を石灰鹽として沈澱せしめたる後 Tropäolin に對して滴定するこゝによりて之を測定するこゝを得(Van Slyke 及び Palmer: J. Biol. Chem. 41, 567 [1920])。

強酸性の物質を多量に攝取する時は之が中和に鹼を要し體の固定鹼豫備

量減少し終に安門を新生して固定濾の消滅を防止す。

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に上るこゝ少なからず、殊に病的の場合にはその値殆んそ1.001に過ぎず又1.050に達するこゝあり。

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0.266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°乃至-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。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そ淡水の結氷點に近づき、發汗甚しかりしこゝには約-5°Cに達するこゝあり。

第二章 有機成分

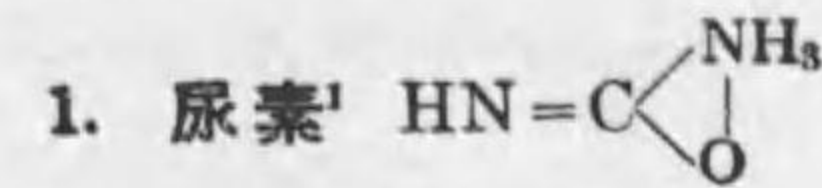
常尿は多數の有機質を含有す、其大部分は蛋白質の代謝終産物なり。異常状態に於ては更に多數の物質を排泄するも其多くは中間代謝産物に屬す。

全窒素量

尿の含窒素化合物の總量は蛋白質代謝の大きを指示す、之れ吸收せられたる窒素化合物は殆んそ全く尿中に排泄せられ且つ窒素化合物は少量の含窒浸出物を除き殆んそ全く蛋白質として攝取せらるるを以てなり。

蛋白質に富める食物を攝取したる時人尿の總窒素量の87%は尿素、0.7

—1.6%は尿酸、2.5—4.5%は Kreatinin、1.8%は Amino-酸に屬す。蛋白質少なき食餌に際しては尿素量は60%に減じ、Kreatininは15%に増量す。



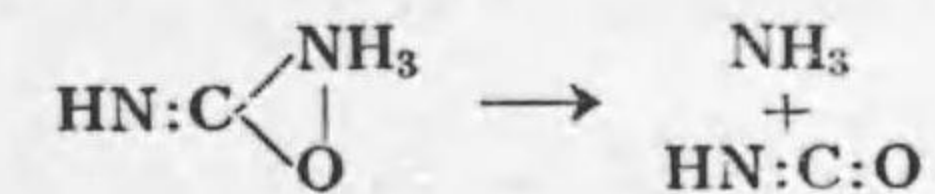
尿素は蛋白質代謝により發生し窒素を含有する終産物中分量に於て第一位を占むる有機化合物にしてその24時間内に尿中に排泄せらるる量は約15—25gなり。食物中の蛋白質量大なる時は尿素窒素は通常尿中總窒素量の約85%を占むるも、蛋白質に乏しき食物を攝取する時は尿素窒素の總窒素量に對する比は60%に過ぎず。その他病的に體內にて過剰の酸類發生したる時には尿素の排泄量著しく減じ、安門を以て排泄せらるる窒素量大に増大す。

鳥類及び爬蟲類に於ては尿酸に比し尿素の量遙かに小なり。

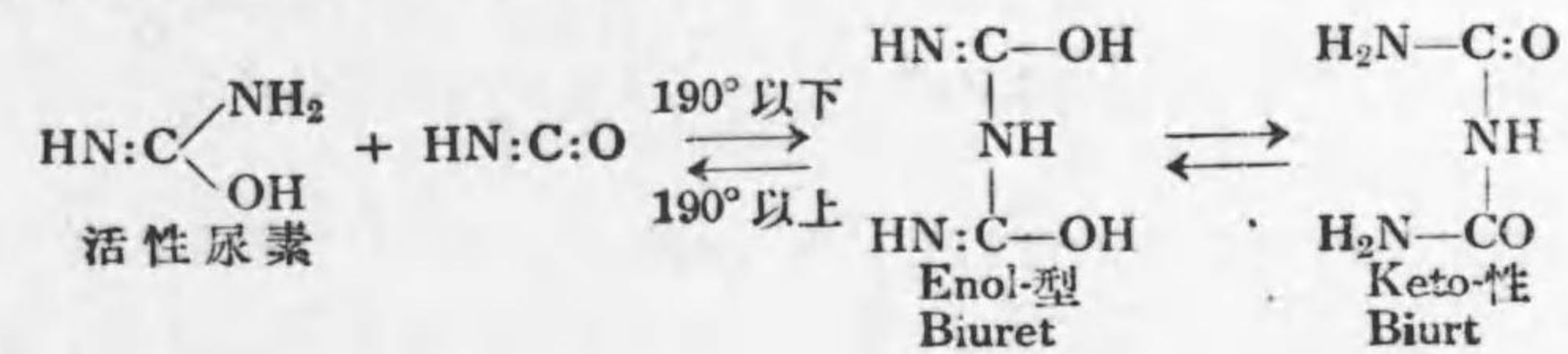
性状 四角稜柱狀無色の結晶にして132°Cに於て熔融す。水に容易く溶け Alcoholにもよく溶解するも、無水-Ether, Chloroform, 醋酸-Etherに溶解せず。水溶液は苦味を呈す。

結晶を熔融點以上に熱すれば安門瓦斯を發生して分解して Biuret, Cyanur-酸及び Ammelid 等を化生す。

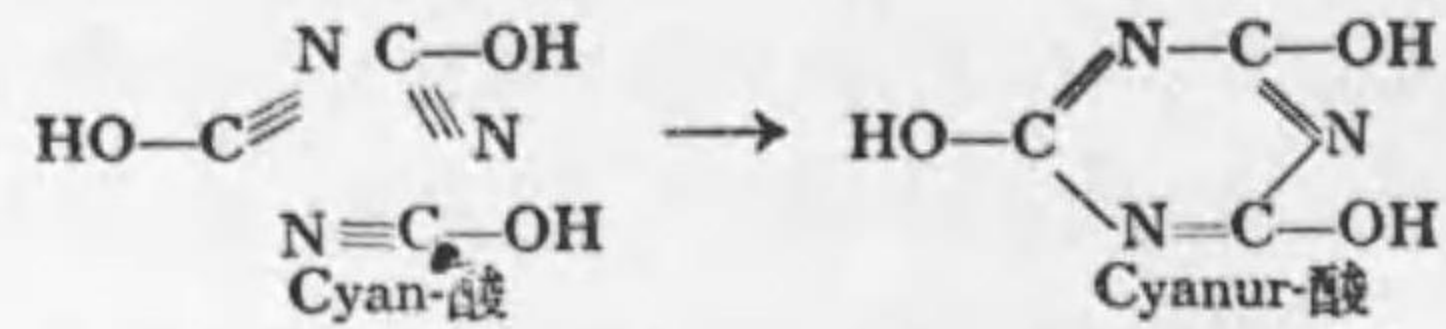
此の際尿素は加熱により先づ安門及 Cyan-酸に分解し、



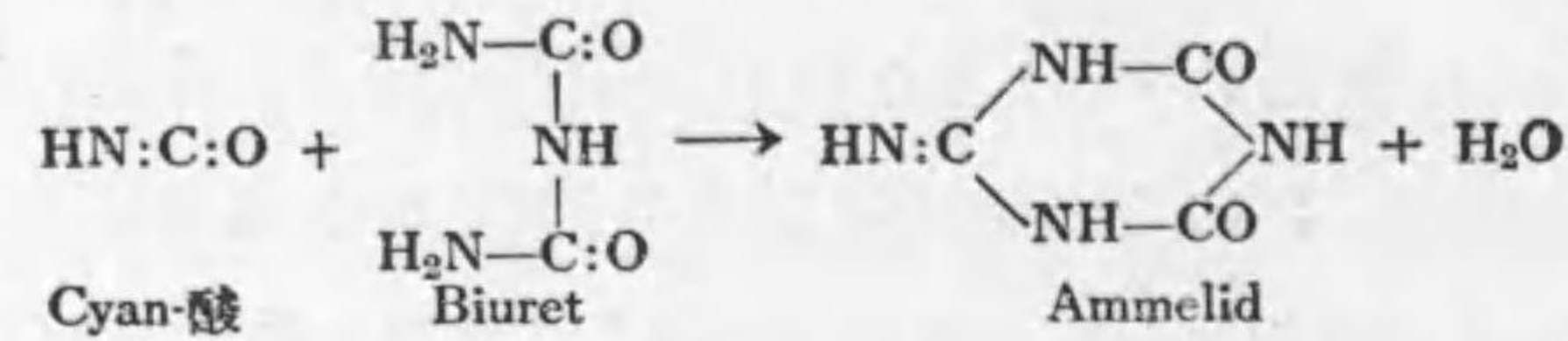
此 Cyan-酸が未だ變化せずして残留する尿素(活性)に作用する時は190°を越えざる温度に於ては Biuret を發生す。



高温に於ては Cyan-酸は縮合して Cyanur-酸となる此ものは高温に於て Biuret-よりも遙かに安定なり。



Cyan-酸が Biuret と結合する時は Ammelid を發生す。

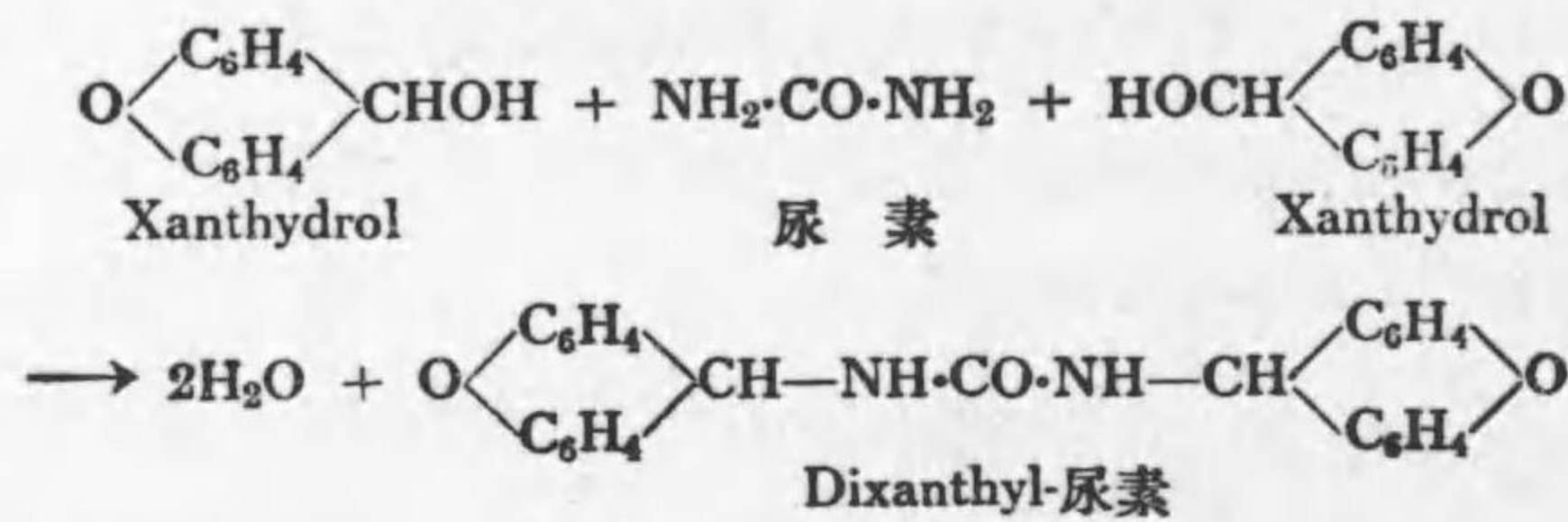


Biuret を 195° 及 198° の間に加熱する時尿素、Cyanur-酸及 Ammelid を形成するは以上の化學變化によりて容易に之を説明することを得べし。

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。之れ尿素は中性溶液に於ては $\text{HN}:\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{NH}_3 \\ \diagdown \text{O} \end{array}$ の如き環状形を形成するも強酸性溶液にては $\text{HN}:\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{NH}_2 \\ \diagdown \text{OH} \end{array}$ の状態にありて一酸性の鹽基として作用するが爲なり。硝酸は硝酸尿素 $\text{C}(\text{NH})(\text{OH})\text{NH}_2 \cdot \text{HNO}_3$ 蔞酸は蔞酸尿素 $[\text{C}(\text{NH})(\text{OH})\text{NH}_2]_2 \cdot \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を作る。共に斜方又は六邊柱晶若くは板晶にして蔞酸尿素は硝酸尿素よりも水に溶解するこま少なし。これらは尿素の製出に必要な化合物なり。

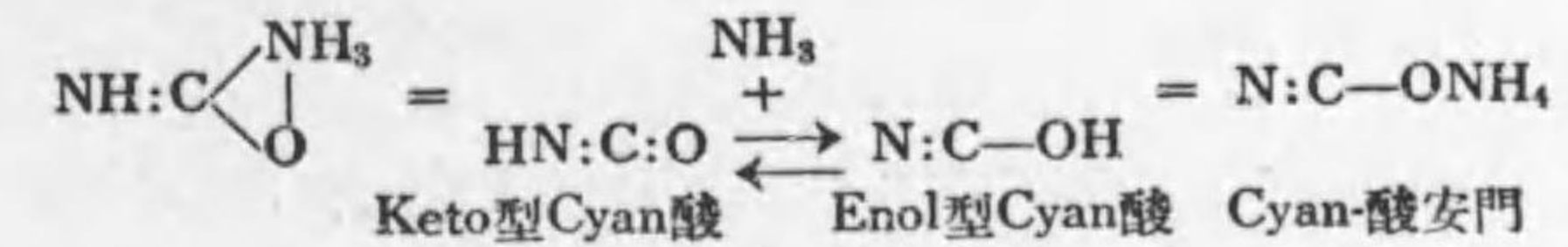
尿素は醋酸酸性 Methylalcohol 溶液に於て Xanthydrol と結合して甚だ不溶解性なる Dixanthyl-尿素を形成す。



此反應は極めて特殊にして Amino-酸及 Peptid に對し何等の作用を呈せず。尿素の檢出に用ゐらる。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まを得べし。

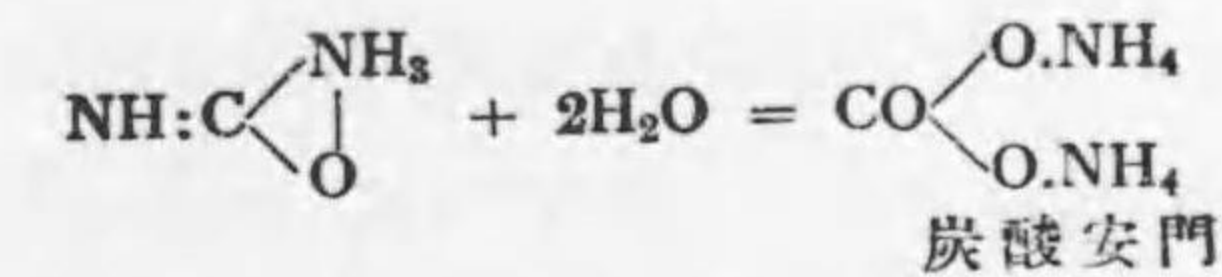
尿素の濃厚なる溶液は凝固蛋白質、澱粉其他の膠質を溶化せしむる性を有す。恐らく生機上重要な關係を有すべし。

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學平衡を存す。



故に尿素を水に溶解しこれを煮沸してこの變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まを知り得べし。

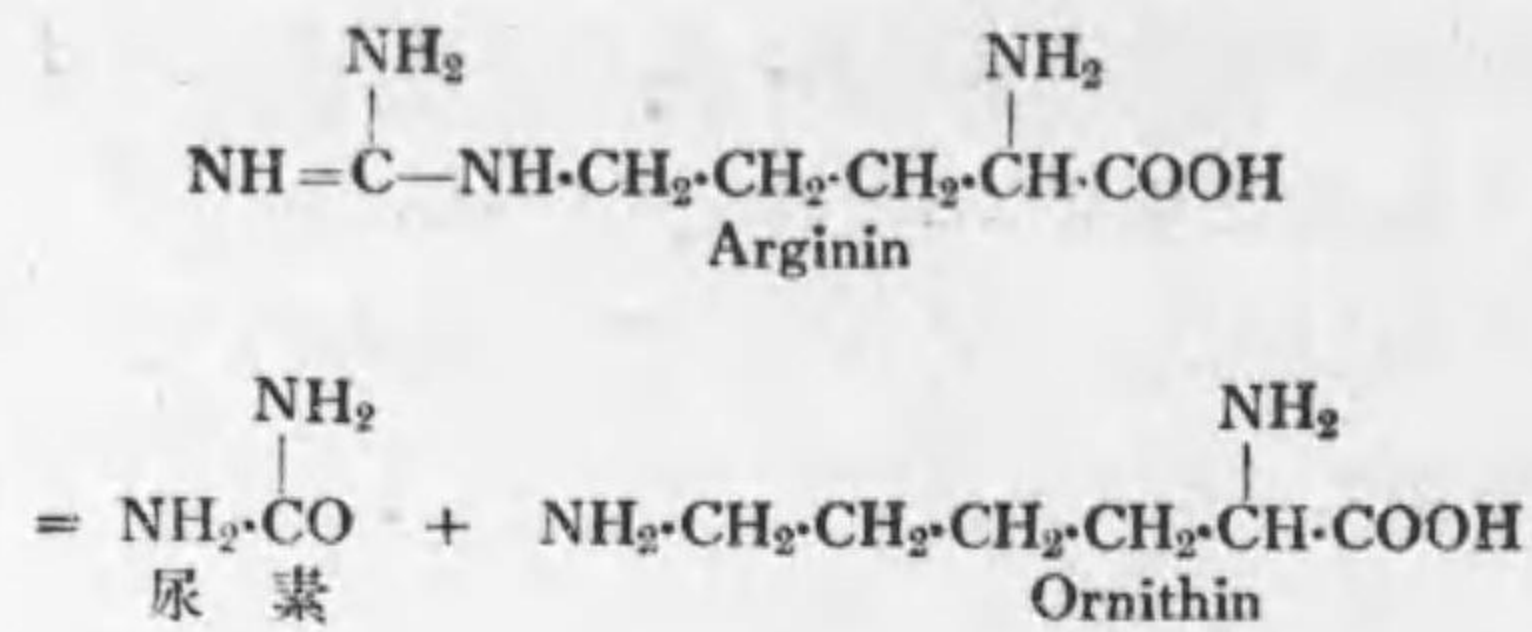
尿素は水溶液の状態に於て煮沸せらるるも餘り分解するこまなく 1.5 時間内に約その 5—6% の窒素を安門として分離せしむるに止まるも、若しこれを 180°C に熱するか若くは酸又は鹼を加へて熱すれば、加水分解を受けて炭酸安門に變ず。然れども常溫に於ては變化の度微小なるを以て 40°C 以下の溫度にて水酸化-Barium と共に真空内に於て之を濃縮せしむるこまを得。



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收せしめ中和せられたる酸の量より尿素量を測定するこまを得。

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體內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的量は全尿素的の約10%に過ぎず。爾他の大部分は體內に於て合成せらる。

體內に於て尿素生成の場處を尋ぬるに

1. 腎臟は尿素生成の主なる場處にあらず。これ腎臟を除去するも血液中安門の量に増加を認むるこなく、又更に血液中に Carbamin-酸安門を注射すれば悉く尿素に變化せらるるを以て明なりす。この際尿素は腎臟の缺如により排泄口を失ふを以て血液中に滞積す。
2. 肝臟に於て尿素が生成せらるるこは確實なり。

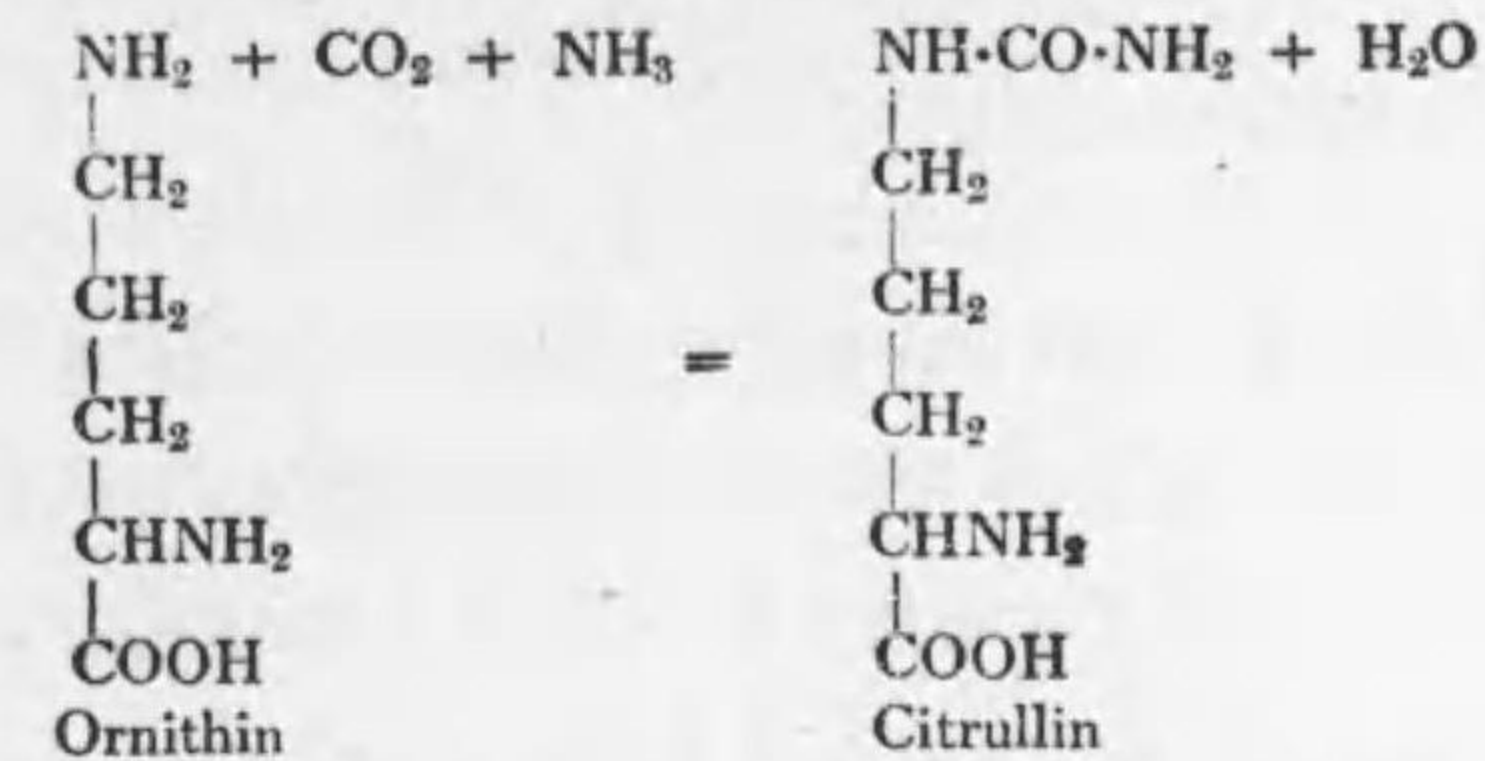
即ち Bollman, Mann 及 Magath (Am. J. Physiol. 69, 371 [1924]) は多數の犬に於て肝臟を除去し一定時間之を生存せしむるこに成功し此際其尿中に於ける尿素的の排泄量、血液及組織に於ける尿素的量の減少を認めて尿素が肝臟にて生成せらるるを確めたるのみならず、肝臟と同時に兩腎を除去する時は血液内の尿素的量に増減なく、又豫め兩腎を除去せられ排泄口を失ひたる爲め血液内尿素的の増加したる獸に肝臟を除去する時血液内尿素的量は其儘恒定するの事實より肝臟が尿素生成の主なる場所なるこを確定したり。

近時 Krebs 及び Henseleit¹ は尿素は主として肝臟に於て Ornithin 及び Arginin-酵素の作用により安門及び二酸化炭素より生成せらるるこを明かにしたり。即ち

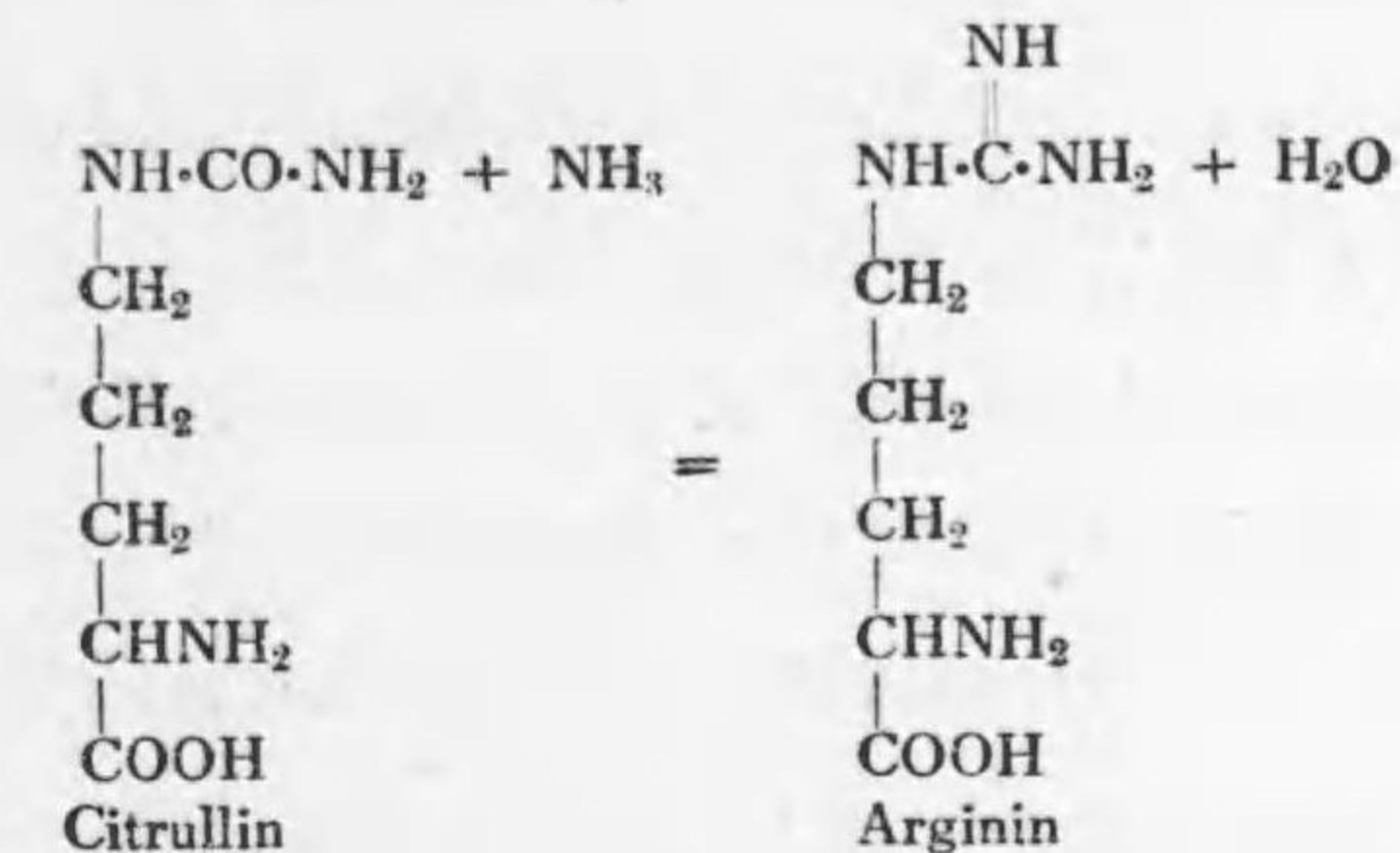
- I. 第一反應に於ては Ornithin の δ-Amino-基に一分子の安門及び一分

¹ Krebs 及 Henseleit: Z. f. physiol. Chem. 210, 33 [1932]

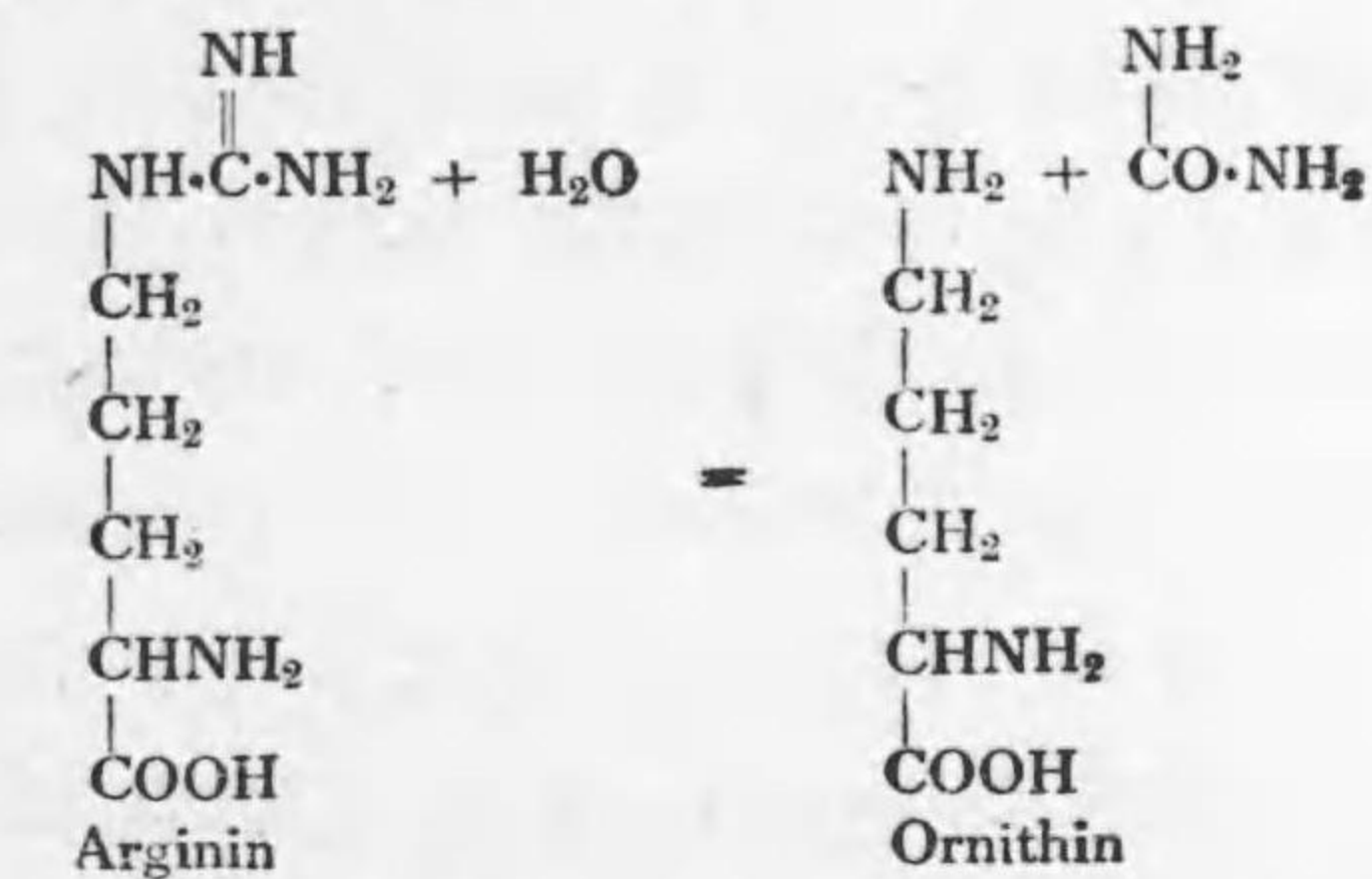
子の二酸化炭素添加して Citrullin を形成す。



- II. 第二反應に於ては Citrullin が更に一分子の安門を結合して Arginin を生成す。

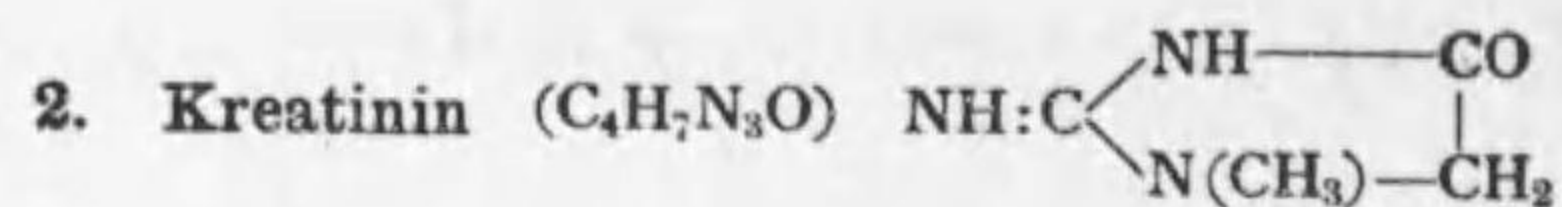


- III. 第三の反應にては Arginin が Arginin-酵素の爲めに水解せられて Ornithin と尿素とに變ず。



此作用は收熱的反應の下に行はれ葡萄糖、果糖、乳酸、焦性葡萄糖等が肝臟組織にて燃焼せらるる際促進せられ、酸化能を失ひたる肝臟には此作用を認めず。鳥類の肝臟は Arginin-酵素を缺如するを以て尿素を生

成する機能を示さず。



一日に尿中に排泄せらるる Kreatinin の量は約1—1.5gなり。その量は饑餓時には減量し、Kreatinin を含むこき多き食物をこれば増量す。食物中に一時に Kreatin を攝取する時は其攝取量小なる時は悉く筋肉内に保留せられ尿中に Kreatin 排泄せらるるこきなく又其 Kreatinin 量を増加せず。多量に Kreatin を攝取する時は一部保留せられ、一小部分は Kreatinin に變じて尿中 Kreatinin 量を増加せしめ、大部分は其儘 Kreatin として排泄せらる。尙 Kreatin は体内に於て Kreatinin に變ずる以外の分解を受けて破壊せらるるもの如し。

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

性状 無色光輝ある單斜柱にして235°に熱すれば熔融するこきなくして分解す。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。磷酸を以て酸性を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屬鹽を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(C₄H₇N₃O)₂·ZnCl₂ の結晶を得。但しこのものは遊離磷酸の存在に於ては析出せず。Kreatinin の鹼性度は Kreatin より遙かに大なり(pK_b=9.20)

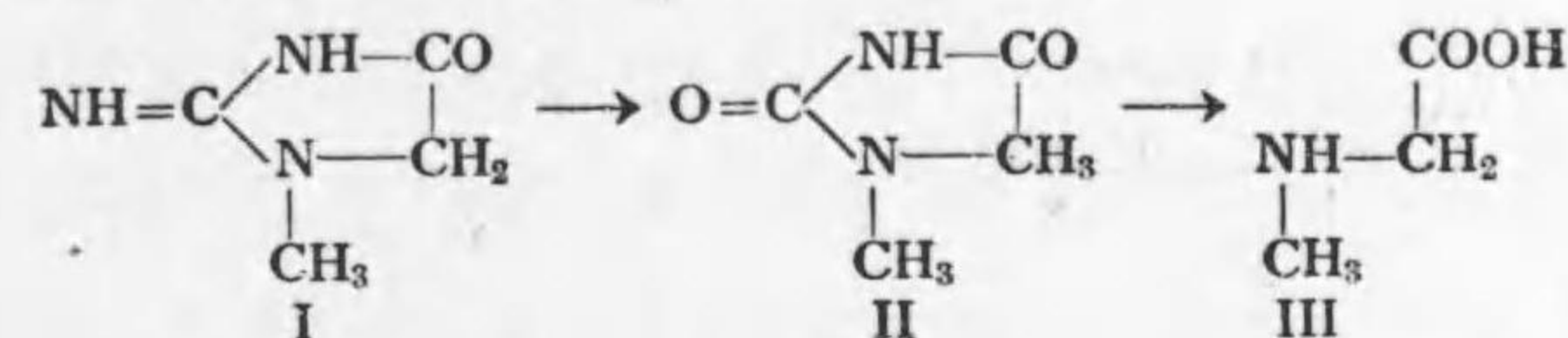
Kreatinin を鹼性の溶液に於て久しく放置すれば Kreatin に變ず。

鹼性溶液にてKreatinin を水酸化銅液を共に久しく加熱する時は Krea-

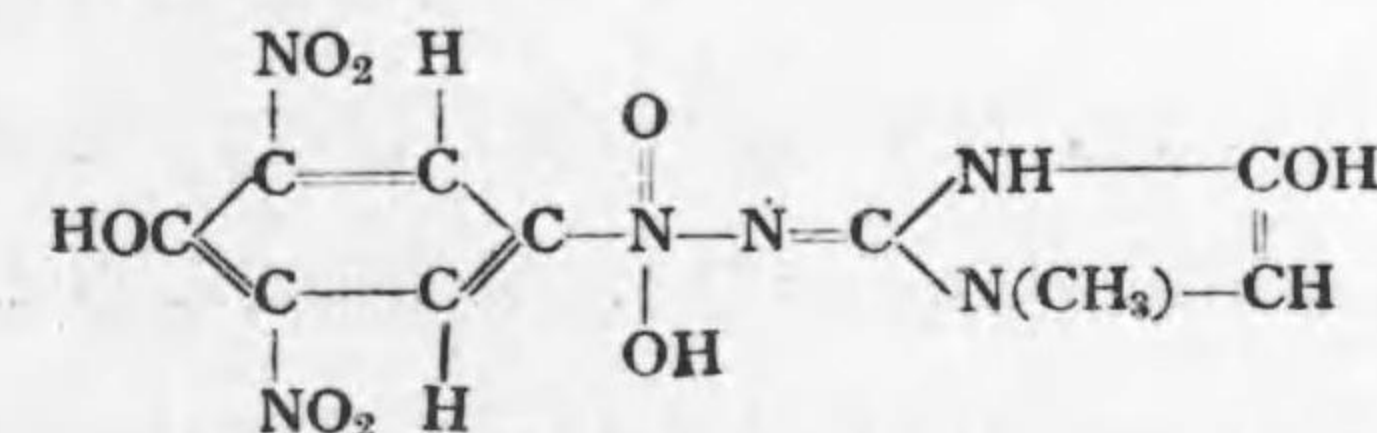
¹ Chase 及 Myers: J. Med. Assn. 67, 931 [1916]

tinin は銅を還元するが故に銅液を用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 は又亞酸化銅を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きなし、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きあり。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を誤解するこきあり。然れども Kreatinin は瀧性蒼鉛液を還元する性なきを以て Nylander の糖試験法によりてこれを糖を鑑別するこきを得べし。

Kreatinin (I) を Baryt を共に煮沸する時は初め Imid-基は安門を以て除去せられ Methylhydantoin (II) となる、此ものは更に水解せられ CO₂ 及 NH₃ を失ひて Sarkosin (Methylglykokoll) (III) となる。



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 溶液に Nitroprussidnatrium 新鮮溶液及び2滴の苛性曹達液を加ふる時は赤紫色を發生し此色彩は暫く之を放置するか或は醋酸を添加する際消失す(Weylの試験)。又 Kreatinin 溶液に Pikrin-酸及び苛性曹達を添加する時は橙紅色を呈し數時間褪色するこきなし、此處に發生したる赤色物質は Pikrin-酸-Kreatinin の Tautomer なり(Jafféの試験)。

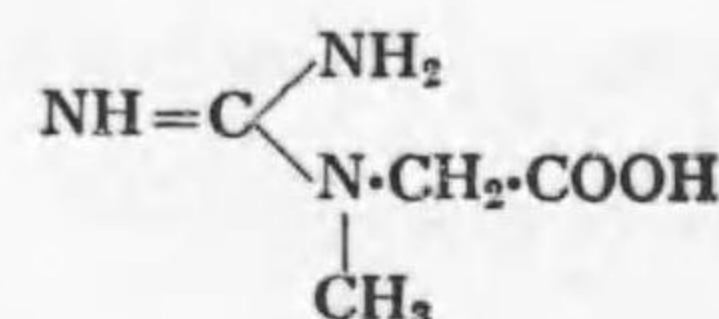


生成尿 Kreatinin は筋肉内磷-Kreatin より筋肉行作時に分解して生じたる Kreatin が再び磷を結合せざる部より發生するものにして此 Kreatin

→Kreatinin の變化には糖質の供給充分なるを要するものの如し。各人が日々排泄する Kreatinin 量は恒定し(但し Kreatin 及 Kreatinin を含まざる食餌を攝取する時)其量は筋肉發育の度と關係を有するものの如し。

Kreatinin-係數 體重1Kg に對し24時間内に尿中に排泄せらるる Kreatinin のmg 數を Kreatinin-係數と云ふ、男子にては18—32にして平均24—25なり、女子にては9—26にして平均18なり、5—13歳の兒童は9—17の間にあり、Kreatinin-係數は筋肉發達せる者に大に、脂肪者には小(15—18)なり、又筋肉發達したる女子は正常男子の Kreatinin-係數と同等に達するこゝあり。

3. Kreatin (C₄H₉N₃O₂)



肉食を攝取せざる人の常尿中には殆んき 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壞盛なる時、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臟を損傷せられたるものに4gの Kreatin の排泄を見しこゝあり。酸素の吸入小なる時に際し尿中 Kreatin 量増加し Kreatinin 量を超過するこゝあり (Brunquist, Schneller 及 Loevenhart¹)

¹ Brunquist, Schneller 及 Loevenhart: J. Biol. Chem. 62, 93, 1924

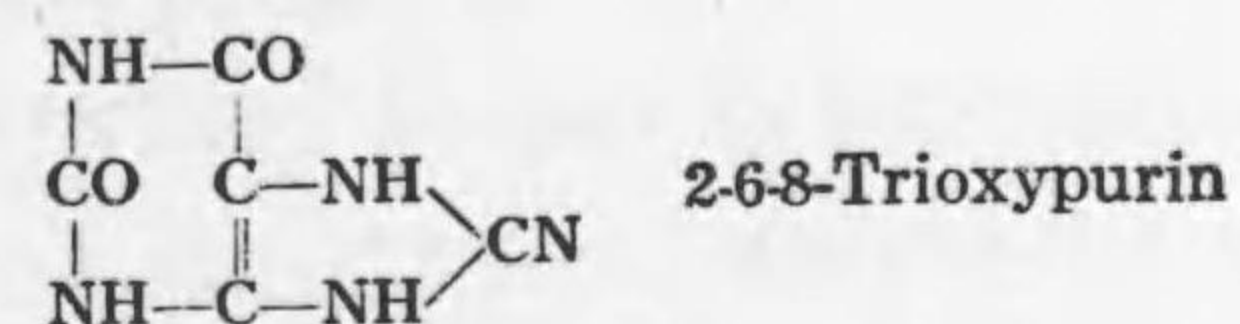
婦人の尿中には妊娠時及び殊に分娩後に出現し(1日100mg—200mg以上)に達するこゝあり)又小兒の尿は常に Kreatin を含有す。

Kreatin の性狀及び生成に就きては既に筋肉の條下に記述せり。

Benedict 及 Osterberg (J. Biol. Chem. 26, 345, 1916)は犬に70日間少量宛 Kreatin を與へしに初10日間は尿中に Kreatin の排泄を見ず、夫より尿中に Kreatin 出現し Kreatin 附與停止の翌日まで繼續せり、70日間に與へたる Kreatin の總量32.9g中13gは尿中に排泄せらるる、Kreatinin の排泄も亦 Kreatin 投與開始後1週日頃より漸次増加し、Kreatin 投與停止後7週に亙り増大し居れり Kreatinin 増加總量は5.8gにして體內に保留せられたる Kreatin 量(19.9g)の29.1%に當る。此事實より見れば 1) Kreatin は Kreatinin に變ず。2) 然れども此變化は直接に行はれず先づ Kreatin を貯へられたる後に行はる 3) Kreatin 代謝の一部は Kreatinin なる終産物として、他は異なる經路を経て行はるるものの如し。

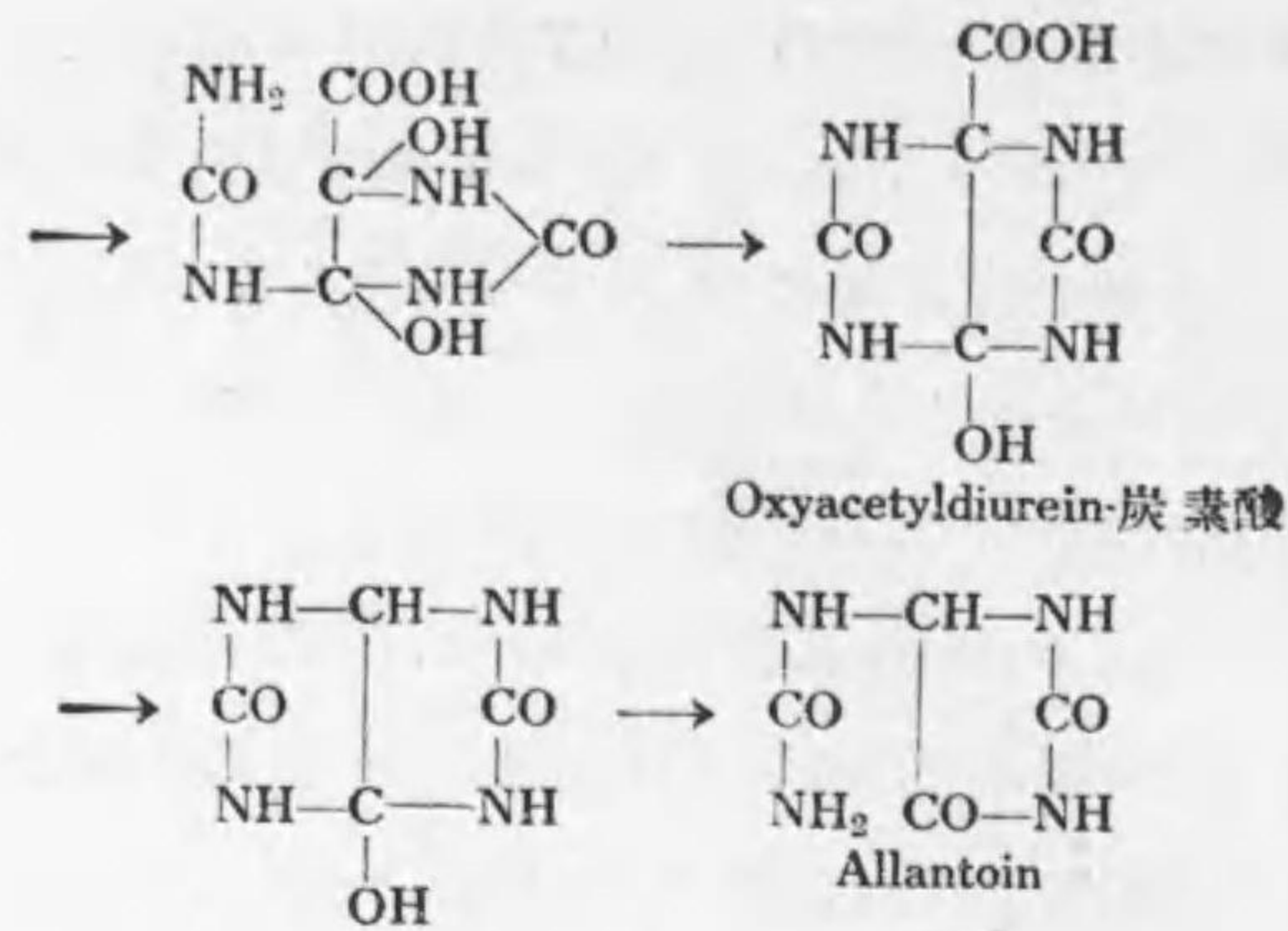
尙 Chanutin 及 Silvette¹は除腎獸に Kreatin を注射したる後各組織の Kreatin 量を測定せしに大部は肝及筋肉中に保留せられたるも全組織中の Kreatin 増加量は注射量よりも少なく體內にて Kreatin が破壊せらるるこゝを知れり。

4. 尿酸 (C₅H₄N₄O₃)

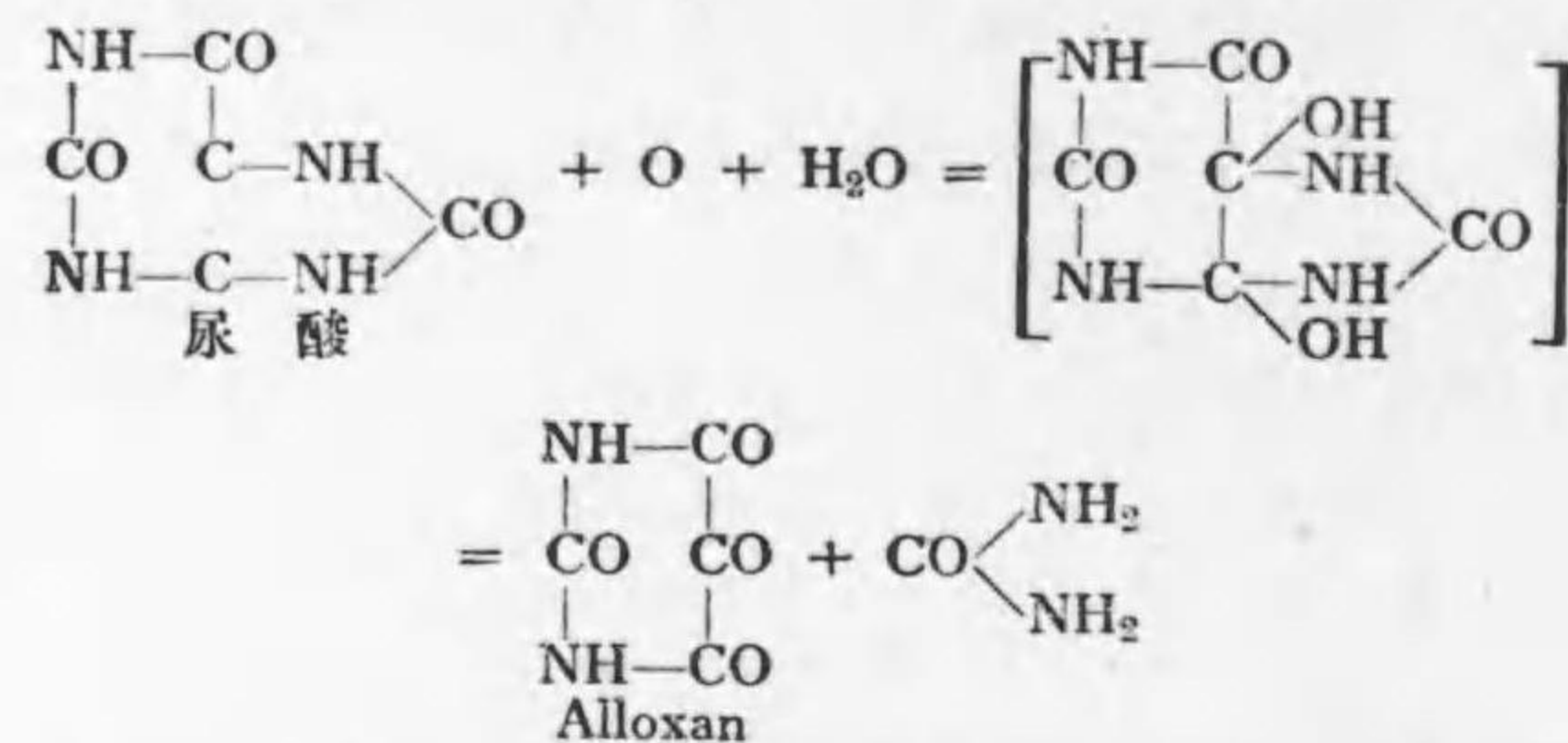


1日に尿中に排泄せらるる尿酸の量は約0.5—0.8gなり。尤も尿酸の排泄量は食物の種類によりて異なり、凡て核酸を含むこゝ多き食物を攝取する時はその量大なり。

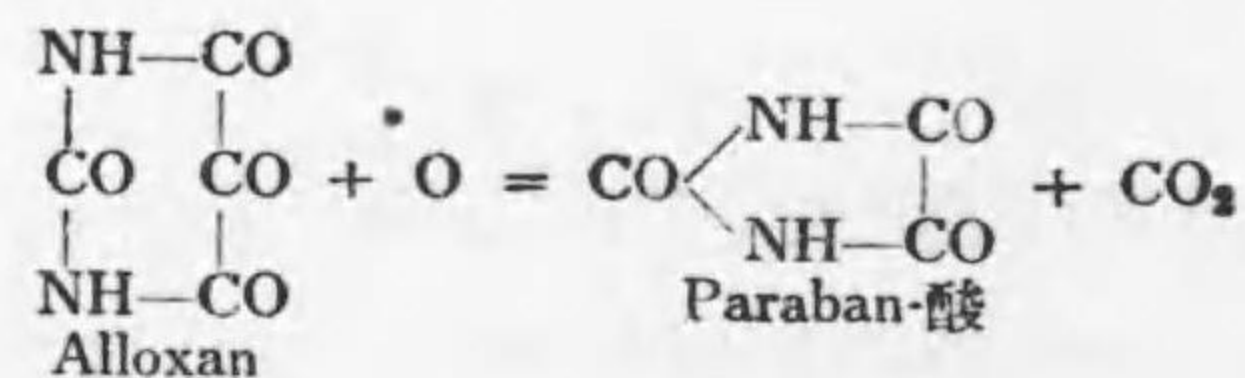
¹ Chanutin 及 Silvette: J. Biol. 85, 179, 1929; 89, 765, 1930



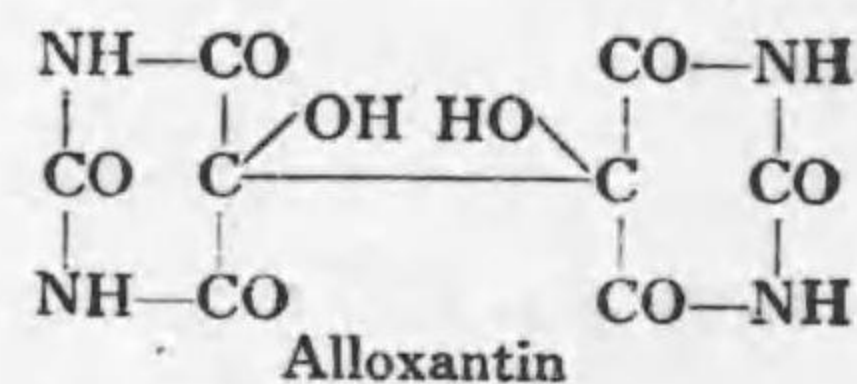
酸性反応に於て酸化せらるる時は Alloxan に變ず即ち冷温にて濃硝酸、鹽素、臭素、沃度、褐石硝酸等によりて酸化せらるれば



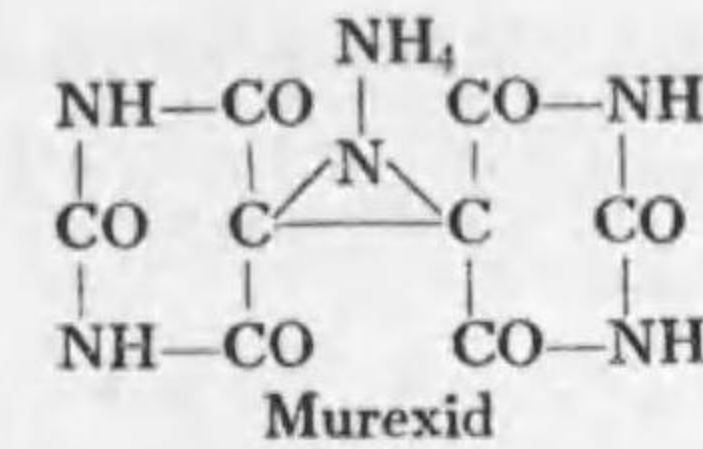
Alloxan はこれを濃硝酸と共に加熱すれば更に酸化せられて Paraban-酸に變ず。



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。



Cyan-加里鹵性度にて燐-Wolfram-酸若くは砒素-Wolfram-酸を以て處置すれば尿酸酸化せらるるに共に青色の Wolfram-酸還元産物を發生す、これ血液、汗、其他尿酸を微量に含有する液中の尿酸を比色的に測定する方法の原理なり。

尿中の尿酸を定量するには20%の硫酸安門の存在に於て安門鹽として析出せしめたる後、酸性溶液に於て過-Mangan-酸加里にて滴定するか、(Hopkins-Folin)又はPurin鹽基と共にMagnesium-銀化合物として又は亞酸化銅化合物として沈澱せしめ濃縮したる後酸を以て沈澱せしむるにあり(Krüger-Schmidt)。

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酸より發生す。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日に約0.3—0.5gなり)、他の一部は食物中の核酸及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に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、これ 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

性状 187.5°Cにて熔融する白色の針状晶若くは斜方柱晶なり。酸性にしたる尿より醋酸-Esterにて抽出せらる。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適し結晶性鹽類を作成するに多し。

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

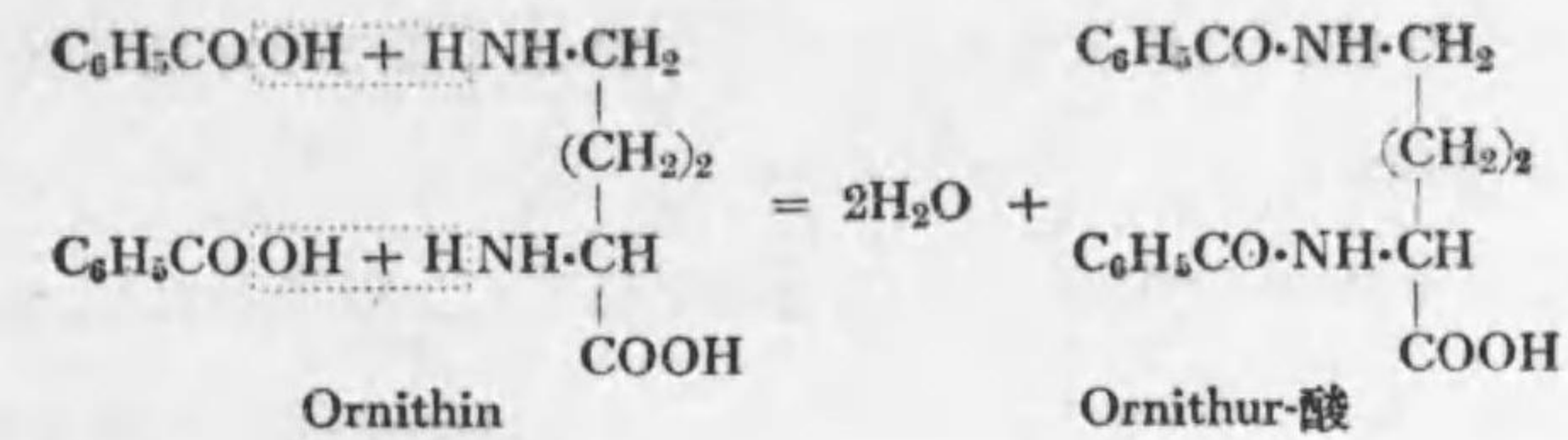
生成 馬尿酸は体内に於て安息香酸と Glycocoll の合成によりて發生す。Glycocoll は必要に應じ体内にて合成せらるるものの如く、又安息香酸は主として植物性食物の中に含まるるものに由來し。その一部は腸内に於て蛋白質腐敗の際に發生したる Phenylpropion-酸が吸収せられ、体内にて酸化せられて生じたるものなるべし。

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、又腎臓組織を粥状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に確定せられたり。

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の如く正常腎臓を有する人は5gの安息香酸を3時間以内に馬尿酸として排泄す云ふ。

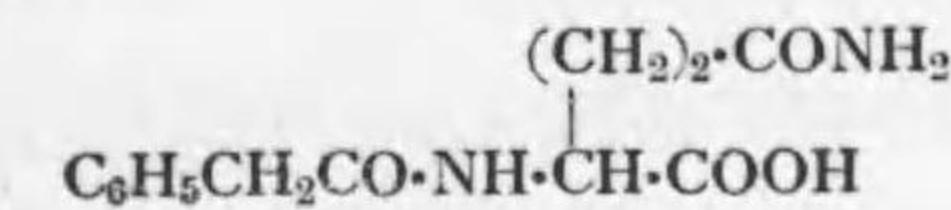
Ornithur-酸

鶏は Glycocoll, Glutamine, Glucuron-酸, 硫酸等を解毒劑として使用すること能はず Ornithin のみを使用するを以て之に安息香酸を服用せしむる時は Ornithur-酸として排泄す。このものは2分子の安息香酸と1分子の Ornithin との結合によりて發生したるものなり。



Phenylacetylglutamin

人は Phenyl-醋酸を Glutamin と結合せしめて Phenylacetylglutamin として尿中に排泄する機能を有す。



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。肝臓疾患殊に磷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

尿中には遊離硫酸以外に尙各種 Phenol の硫酸 Ester 存在す、是等の物質の Barium 鹽は硫酸鹽と異なり水に溶解するを以て之を區別するに得。

人尿中に存在する Ether-硫酸の量は1日に約0.25gにして尿中無機硫酸の約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体内に於ける腐敗の多少により著しくその量を變ず。

尿中に出現する Phenol 類は芳香性 Amino-酸の腸内腐敗により發生し従つて其量は腸腐敗の度に伴ひて變ず。Phenol 中最も多量に存するは p-Kresol にして、Phenol 之に亞ぎ、焦性 Katechin 最も少なし。

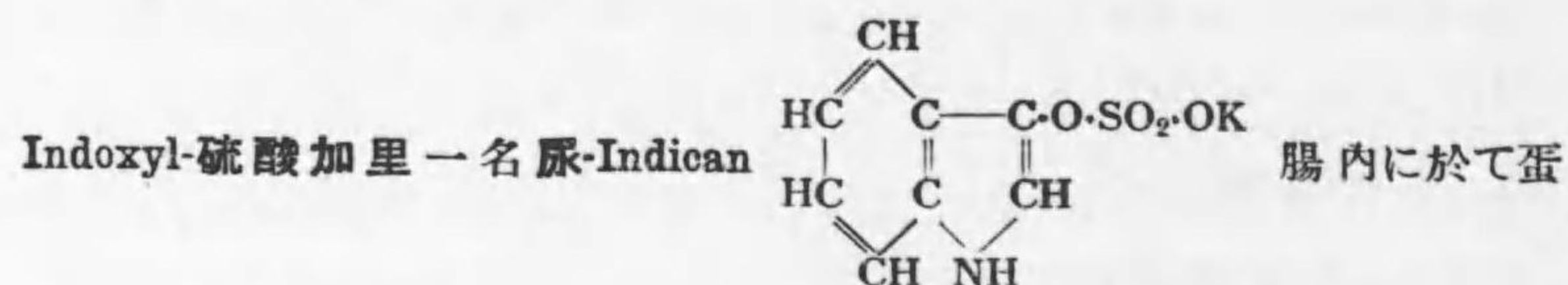
Phenol-硫酸加里及び p-Kresol-硫酸加里 人尿中に存する Phenol-硫酸加里 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}\cdot\text{SO}_3\text{K}$ 及び p-Kresol-硫酸加里 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{O}\cdot\text{SO}_3\text{K}$ の量は極め

て少量にして24時間内に凡そ0.08gに過ぎず、而してその大部分は Kresol-硫酸加里よりなる。

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。

焦性-Catechin-硫酸加里 $C_6H_4(OH)O \cdot SO_3K$ 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来す。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。

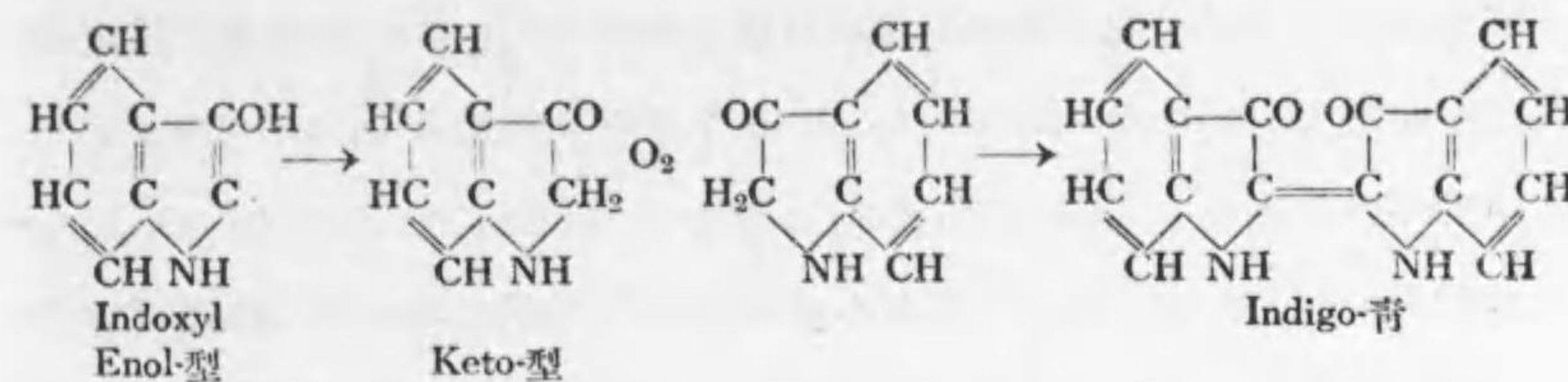
石炭酸中毒の際に排泄せられたる尿はこれを空氣中に放置すれば暗褐色を呈すこれ石炭酸より體內に於ける酸化によりて發生したる焦性-Catechin(o-Dioxybenzol) 及び Hydrochinon (p-Dioxybenzol) が硫酸と結合して尿中に排泄せられ而してこれが空氣中にて分解を受くるが爲なり。



白質腐敗に際し Tryptophan より發生する Indol C_6H_7N が吸収せられ肝臓に於て酸化せられて Indoxyl C_6H_5NO となり硫酸 Ester となり加里鹽として尿中に排泄せらるるものなり。

常態に於て尿中に含まるる Indoxyl-體値は24時中に15—40mgなり (Sharlit: J. Biol. Chem. 99, 537, 1933)。肉食時には増量し菜食時には減量す。

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。

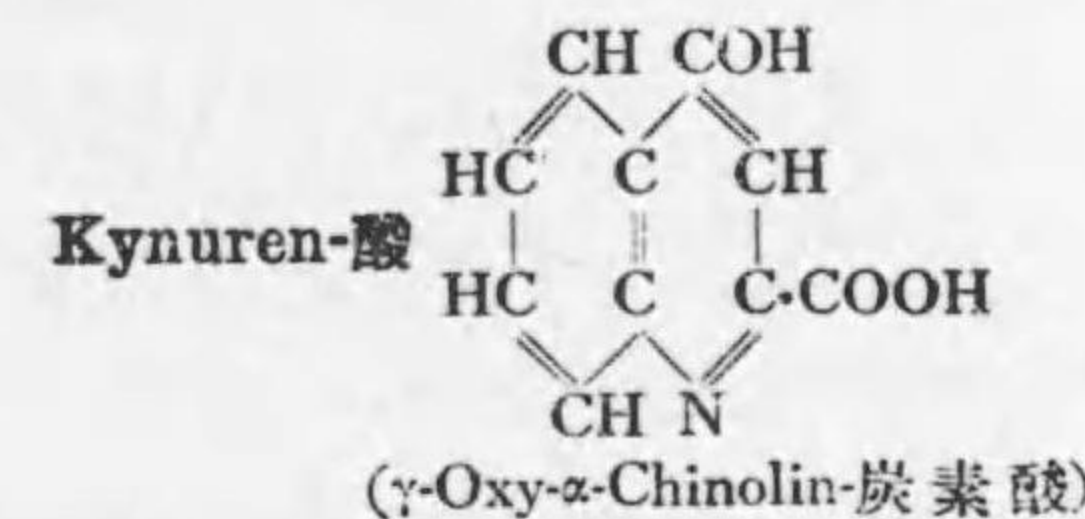


10. 芳香性 Oxy-酸

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、體內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1l 中僅かに 0.01—0.02g に過ぎざれども、病的殊に磷中毒の際には増量す。酸の大部分は鹼鹽として、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。

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少なし。



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° に於て熔融すると同時に分解す(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(433頁参照)

11. 尿色素

常尿中には種々の色素あり、尿に黄色を與ふる 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 Uro-rosein 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 Alloxyprotein-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を區別するここを得、尿色素の主なる部分をなし尿に黄色の色彩を與ふ、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、此者は他の尿色素を異なり硫酸安門によりて沈澱するここなく 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 Urochromogen 溶液に 1% 過-Mangan-酸液を滴加する時は Urochrom に變ず、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 を異なり 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

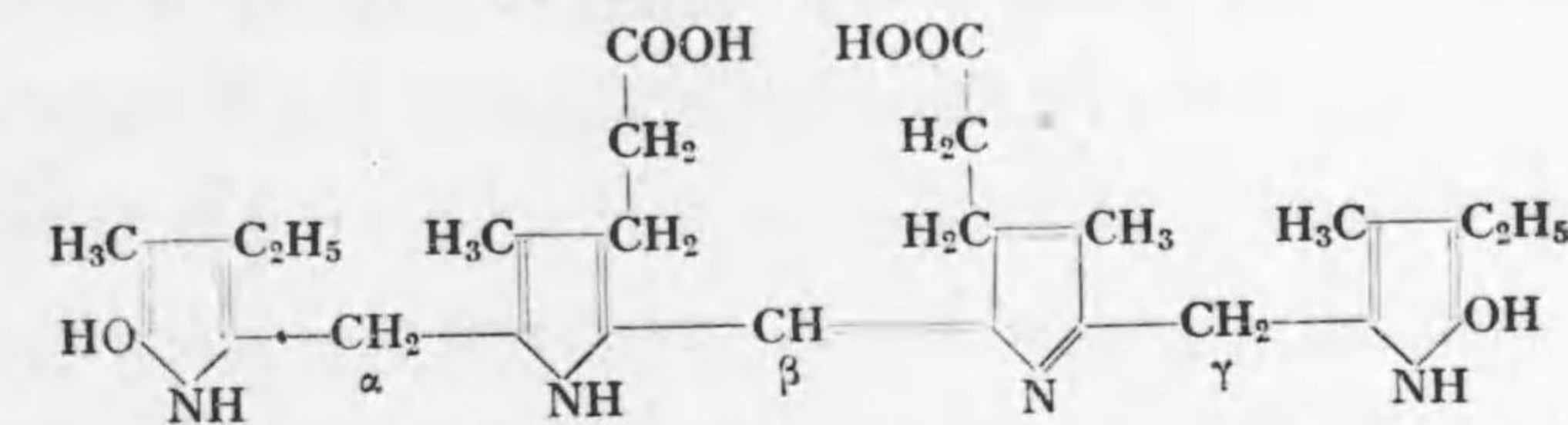
¹ Weiss: Bioch. Z. 133, 133 [1922]

に容易く溶解し、無水-Alcohol に溶解難く、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ほ溶存す、溶液は分光像中に吸收帶を呈せず、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 を異なる處なり。

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沃度酸を還元してこれを沃化水素に變ぜしむ。

Urobilin C₃₃H₄₂O₆N₄ (1', 8'-Dioxy-1, 3, 6, 7-Tetramethyl-2, 8-Diethyl-*ms* 4' (又は 5') Dehydrobilan-4-5-Dipropion-酸)



純粹の Urobilin は Aceton より針狀の結晶として析出し 174—172° にて熔融す。

Urobilin は分光像中に特異の吸收帶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こなく、大部分はその色素原たる Urobilin-原¹にして含有せられ、光線及び大氣の作用を受けてこれより變生す、Urobilin (或は Urobilin-原) は尿中に含有せらるるここ甚だ少量にして、一日の排泄量は常尿にては僅かに 20—25 mg に過ぎず、但し蛋白質に富む食餌の時及び饑餓時に増量す(Adler²)。

性状 純粹の状態に製出せられたる Urobilin は綠色金屬輝を呈する非晶性粉末にして Alcohol, Amyl alcohol, Chloroform に能く溶解し、水及び

¹ Urobilinogen ² Adler: Deut. Arch. f. Klin. Med. 149, 132 [1922]

Ether, 醋酸-Ether には溶解し、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 を滴溶液と共に振盪する時は Urobilin は Chloroform より水溶液に移行す。Urobilin 水溶液は燐-Wolfram-酸及び亜鉛、鉛等の重金属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。中性酒精溶液は濃度によりて褐黄色、黄色又は蔷薇色を呈し緑色の螢光を放つ、酸性酒精溶液は蔷薇色、赤黄色乃至褐色を呈するも螢光を放たず。

安門性 Urobilin 水溶液に鹽化亜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緑色の螢光を放つ。該液並びに滴性 Urobilin 水溶液は分光像中に特異の吸收帶を現はす。

Urobilinogen Urobilin の母體にして新鮮なる尿中にあり。Urobilinogen は Bilirubin が腸内に於て細菌の爲めに還元せられる時發生したる Mesobilirubinogen が吸收せられ再び胆汁を通じて腸内に排泄せられる中間に於て少量に尿中に移行せるものにして、肝臓の官能障礙せられる時は多量に尿中に現はる。p-Dimethylaminobenzaldehyd の酸性溶液を加ふる時赤色を呈するを以て比色法により之を定量するこゝを得。

Urobilinogen は酸性溶液に於て日光及び空氣に接觸する時は酸化せられて Urobilin に變ず。Urobilin の安門性溶液に鹽化亜鉛を加ふる時は赤色に變じ強き緑色の螢光を放つ。Urobilin の檢出には Jaffé に従ひ尿に濃厚なる Alcohol 性鹽化亜鉛液を加へ濾過し、濾液に試験管内にて少量の Amyl alcohol を加へ振盪する時は Amyl alcohol は赤色に變し緑色の螢光を放ち、分光像内に E 及 F の間に吸收帶を呈すべし。

Urobilin を製出するには Jaffé に従ひ鉛醋にて沈澱せしめ、之を硫酸 Alcohol 液にて分解し、Chloroform に浸出して之を純化すべし。

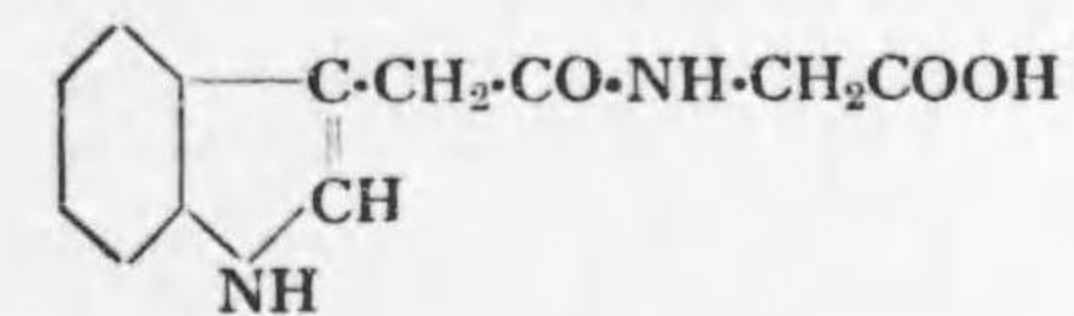
Urobilin は滴性反應にて $\text{Fe}(\text{OH})_2$ により常温にて悉く Urobilinogen に變ず、之を酒石酸にて酸性となし Ether にて浸出し之を石油 Ether にて處理して挾雜物を除去する時は全く無色の Urobilin-原を得、之を Dimethylaminobenzaldehyd により比色的に定量するこゝを得。

Uroerythrin 尿酸鹽沈澱を赤染する色素にして普通には極めて少量に含まる、Triindylmethan $(\text{C}_8\text{H}_8\text{N})_3\text{CH}$ なりと云ふ。

Uroerythrin は蔷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、水には溶解するこゝ少なし。その稀薄なる溶液は蔷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亜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。安門及び鹽化亜鉛を加へたる 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。

Urorosein 其色素原は Indol-醋酸又は Indylacetur-酸



こして屢尿中に含有せられ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。

12. 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時間経過したる後これを0.1%の鹽酸溶液に移して體温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 Pepsin が纖維素に吸着せられ適度の鹽酸酸性度に遇ひて其消化作用を現はすに伴ひ纖維素に結合したる色素が遊離するに因るなり。

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雖も時々してこれが存在を認むることあり。

13. 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, 萘酸, 高級脂酸, 糖類及び抱合性 Glucuron-酸等なり。其量は一日に0.5gに過ぎず。

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—0.01gなり。病の場合殊に肝臓病に於てはその量を増加し1gに及ぶことあり。

萘酸 尿は微量の萘酸石灰を含有し、これは酸性磷酸曹達の爲めに溶存す。萘酸の排泄量は1日約0.02gなるもその量は勿論食物の種類によりて増減す其一部は植物性食物中より由來するも他の一部は代謝産物として糖質の分解により又恐らく Glycocoll の酸化的脱水素化作用により發生す。

枸橼酸 常尿は約0.25—0.68gの枸橼酸を含み重曹服用時に増量す。

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—0.003gなり。多量に脂肪を攝取したる際には尿中の脂肪量著しく増加すこと云ふ(坂口康藏)。

Cholesterin 常尿は Cholesterin を含有すること少なく緩かに1.0mgに

過ぎず。

Aceton-體 常尿は0.1mg%のAceton, 0.5mg%のAcet-醋酸及4.8mg%のβ-Oxy-酪酸を含む。

乳酸 常尿は約0.008—0.015%の乳酸を含有す(Warkany¹)。尿中乳酸の量は酸素の供給不足したる場合に増量す。

右旋性乳酸は之を多量に攝取するもよく體內にて費消せらるるも左旋性乳酸は一部其儘尿中に排除せらる(Parnas²)。

過度の運動(急速に階段を上下する如き運動)を2—3分歩行時は10—20分の間に乳酸(86—630mg)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—1370mgなり(Liljestrand 及 Wilson³)

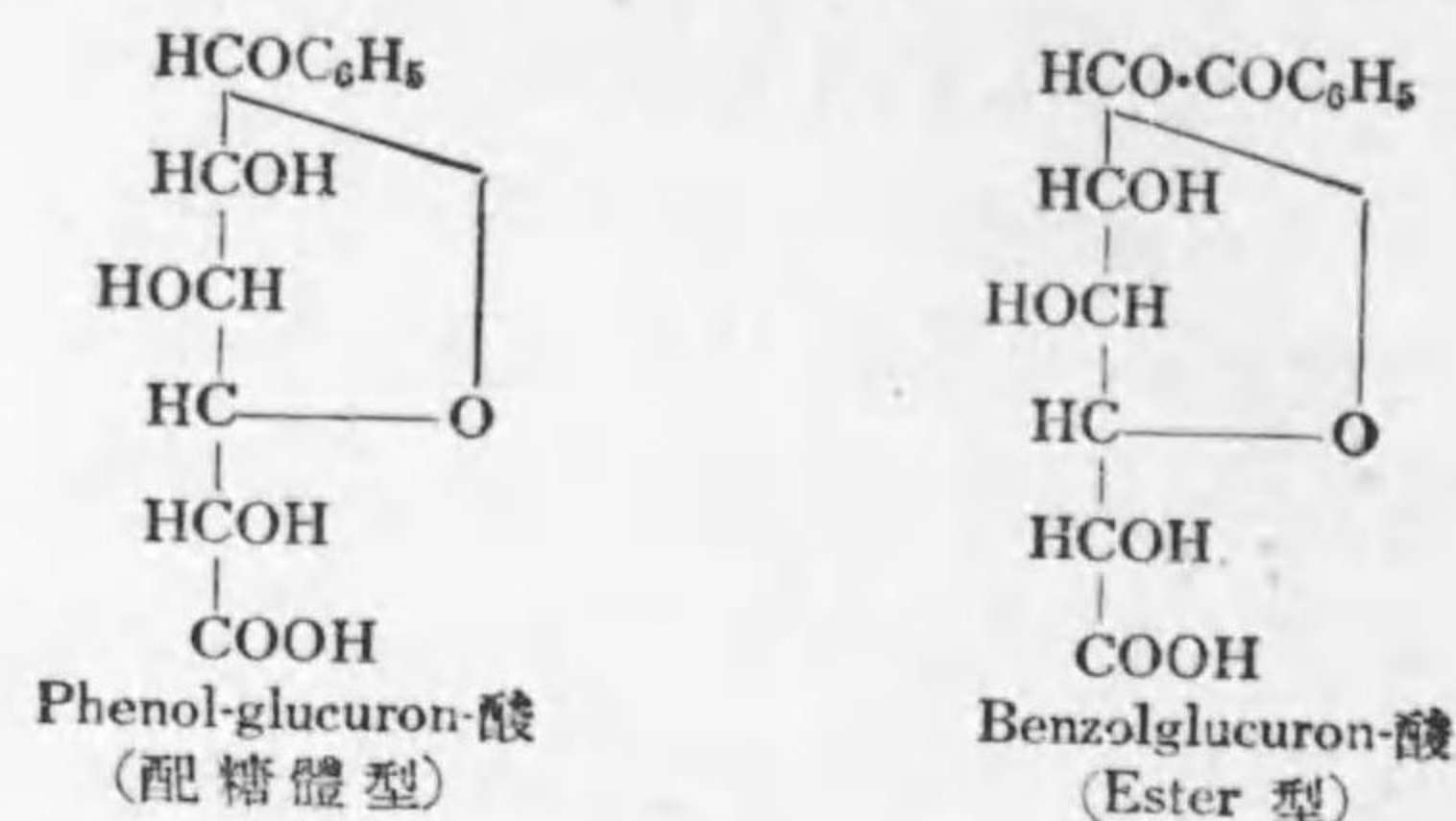
糖類 空腹時の尿は醱酵性糖を含有せず。採食後には100cc中に20mg以下の醱酵性糖を排泄する人多し尙食後には食物中の同化せられ難き非醱酵性糖質(五炭糖, Karamel-化糖, 糊精等)を排泄す。是等は1日に約0.4—1.0gに達す。

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々して10%以上に及ぶことあり。

抱合性 Glucuron-酸 Phenol 類が多量に吸収せられたる時は尿中に抱合性 Glucuron-酸の排泄を見る。此ものは左旋性を呈し、之を5%の鹽酸と共に加熱して水解すれば右旋性の遊離 Glucuron-酸に變ず。正常成分として存する Phenolglucuron-酸以外に各種の藥劑(Chloral, 樟腦, Naphthol, Terpentin-油, Morphin 等)服用後に同じく抱合性 Glucuron-酸を發生す。是等は何れも配糖體型に屬するものにして Emulsin によりて分解せらる。還元作用を發揮せず。

¹ Warkany: Bioch. Z. 184, 474 [1927] ² Parnas: Bioch. Z. 38, 53 [1912]
³ Liljestrand 及 Wilson: J. Biol. Chem. 65, 773 [1925]

之に反し尿中には又 Ester 型の抱合性 Glucuron-酸あり、之には Dimethylaminobenzolglucuron-酸及び Benzolglucuron-酸等屬し持満性 Aldehyd 基の處の水酸基と酸との間の Ester 結合によりて生じたるものなり。是等の抱合性 Glucuron-酸は右旋性を呈し、又直接に還元作用を有す。



抱合性 Glucuron-酸は鉛醋又は鉛醋加安門によりて沈澱す。

14. 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-蛋白酸, Antoxy-蛋白酸, Oxy-蛋白酸, Methylmerkaptan, 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癩に於て増量す。

Oxy-蛋白酸 尿中に存し窒素及び硫黄を含有する複雑なる蛋白質誘導體にして酸の性狀を有し其 Barium-鹽は水に溶解するも Alcohol に溶けず、弱鹵性反應より醋酸水銀にて沈澱す。Polypeptid と異なり Biuret 反應を呈せず、又多くのものは磷-Wolfram-酸によりて沈澱する性狀を缺加す。其内鉛醋にて沈澱する部を Alloxy-蛋白酸、酸性反應にて醋酸水銀にて沈澱する部を Antoxy-蛋白酸、中性若くは弱鹵性反應にて醋酸水銀にて沈澱する部を Oxy-蛋白酸と稱す。尤も是等の分割法は完全なるものに

非ず。Alloxy 蛋白酸分割部中に黄色の尿色素 Urochrom あり。Antoxy-蛋白酸は尿の Diazo-反應を惹起す唱へらる。Oxy-蛋白酸は Antoxy-蛋白酸の更に酸化せられたるものにして磷中毒の際に多量に排泄せらる。

總 Oxy-蛋白酸を定量せんと欲せば尿素酵素又は Xanthidrol にて尿素を去りたる後蒸縮し Alcohol にて洗滌するものを去り、次で Baryt を加へ加熱す。Baryt の過剰を除きたる後 Alcohol 浸出によりて Alcohol 溶解性のものを去り、残渣を水に溶解し曹達鹵性にて之に醋酸水銀を加へ洗滌せしむ。

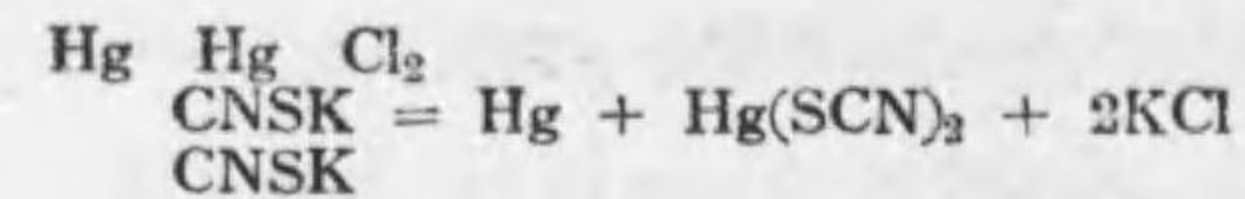
Alloxy-蛋白酸, Antoxy-蛋白酸, Oxy-蛋白酸等蛋白酸-N の量は總 N 量の約 3—6.8% を占む、其量は普通尿中に於ける未知性 N の量に相當す。

硫化-Ethyl Sulfonium $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}(\text{CH}_3)\text{OH}$ として尿中に存す。食物の蛋白質には關係なく體蛋白分解により發生す。

Chondroitin-硫酸 $\text{C}_{18}\text{H}_{27}\text{NSO}_{17}$ Chondroitin-硫酸も亦尿の常成分にして約 0.05% の割に存す云ふ、Chondroitin-硫酸に就ては糖蛋白體の條下に詳説せり。

Cystin $\begin{array}{l} \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH} \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH} \end{array}$ 常態に於ても尿は少量の Cystin を含有す、饑餓時に 1 日に約 60 mg なり、その量は磷中毒の際に著しく増加す云ふ、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-酸を燃焼するこゝ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-酸を見るこゝあり。

Rhodan-水素酸 CNSH 1 日に 0.005—0.05 g 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 Taurocarbamin-酸 $\text{NH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{SO}_3\text{H}$ 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。板状の結晶にして水によく溶解し、Alcohol に少しく溶け、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磷酸鹽は食物内無機鹽に由來し、硫酸鹽のみは殆んぞ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ゝあり、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ゝあり、

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る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臟の排泄作用旺盛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ゝ大なり。

鹽化物を攝取するこゝを制限すれば尿中に於ける鹽化物の量急劇に減少し、饑餓時の如く鹽化物の輸入全く杜絶する時は尿中に存する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、これを食鹽排泄闕乏稱し病的の場合に大きなるこゝあり。

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ゝ大なり。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 の多くは腸腐敗の産物なればなり。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-硫酸量増加するこゝ著し、その他膿性潰瘍の腐敗産物吸收、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ゝ殆んぞこれなし。故に尿中に現はるる硫酸は殆んぞ全く蛋白質が體內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 $\frac{1}{6}$ 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に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-硫酸の Barium 鹽は溶存し硫酸と共に煮沸分解せられて硫酸に變じたる後にあらざれば沈澱することなし。

無機硫酸は又鹽化-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分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, 磷蛋白體, 核蛋白體等の分解によりて發生す。從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きなり、これに反し土滴鹽量が磷酸滴鹽に比し大なる時は磷酸土滴の大部分は尿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(此時尿中の磷酸は増量せず)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

常尿は炭酸及び重炭酸鹽を含有するも其全量は約 14 容積%に過ぎず。之に反し植物性食餌に偏重する時は尿中炭酸量増大す。

食草動物に於ては尿中炭酸鹽の量遙かに大にして尿は滴性反應を呈し通常炭酸土滴鹽の析出によりて濁濁す。

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に由來するものなり。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いふ。

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。其量は食物の種類によりて異なるも通常 Kalium は酸化-Kalium として1日に約 2—3g, Natrium は酸化-Natrium として1日に約 4—5g 排泄せらる。これに反し饑餓時に於ては食鹽の輸入杜絶するこ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 よりも増加す。

病的には發熱時に際し Kalium の量比較的大きなり平常の 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

安門の排泄せらるる量は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を考へられ、特に鹽酸、硫酸等の礦酸を服用する時、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來せざることを明かなれり。即 Nash 及 Benedict¹ は腎臟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。之れ尿中安門が腎臟以外の組織に於て發生せられざる證なり。尙彼等は犬の腎臟靜脈より收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臟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臟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臟にて安門生成機能障碍せられたる爲なるべし(Hendrix 及 Bodansky²)尿中安門は腎臟にて Adenyl-酸より發生するものの如し(Wassermeyer³ 及 Embden⁴等)

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、蔞酸、芳香性-Oxy-酸、馬尿酸等の發生増進する時は腎臟に於ける安門の生成量大きなり固定滲に代りて是等の酸を結合して尿中に排泄せらる。

9. Calcium 及び Magnesium

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

² Hendrix 及 Bodansky: J. Biol. Chem. 60, 657 [1924]

³ Wassermeyer: Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm. 143, 112 [1929]

⁴ Embden 及 Schuhmacher-Pflüger Arch 223, 487 [1930]

人尿中の Calcium の量は 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。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. 重金屬

正常人士の尿中には鐵-Ion を證明することを得ず。其含量 0.001 mg % 以下なり (Lanyar: 1933)。其外の陽-Ion としては1日中に 0.25—2.0 mg Zn, 0.023 mg Pb, 0.5 mg 以下の As あり Cu は 0—0.4 mg % の間にあり。

11. 瓦斯

尿は 0.63—0.23 Vol. % の O_2 、13.96—3.77 容 % CO_2 、1.53—0.84 容 % N を含有す。滲性礦泉を飲用したる後には尿中の CO_2 増加し其張力 200 mm Hg に達することあり。

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。肉及卵黃等に富む食餌)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

尿の組成

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. 0.1N)	284.0	655.0	160.0
總 S (SO ₃ g)	2.65	3.55	0.86
無機硫酸 (SO ₃ g)	2.15	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%に過ぎざるこゝあり。蛋白質に富める食餌を攝取せる時ここ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。酸度も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は上掲以外のNを示し主として馬尿酸及びPurin鹽基よりなるものの如し。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。鹽化物を水との排泄には意義を附する要なし之れ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、脾、肝臓等を多く加へ、寡Purin食には牛乳、乾酪、鶏卵及び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

尿の組成

尿素 N(g)	12.97	11.83
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. 0.1N)	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 (CaCl ₂ g)	13.20	12.80
容積 (cc.)	1620	1410

即最も明なる變化は滴定性酸度、尿酸及び磷酸が飽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2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. 0.1N)	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 (NaCl g)	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、 SO_3 、 P_2O_5 、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に同時に其酸度を増し之に伴ひて安門の排泄増大す。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)を有するに同時に他方には必要に応じて此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 を活躍性 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に雖も今日迄得られたる結果の概要を以下略記せん。

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 150 g 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是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に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にして約 0.4% に達するも肝臓を通過したる後

は血液の糖量著しく減退す。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。肝臓は約 250g の糖原を包藏するこゝを得。通常は約 100—150g なるべし。

筋肉内に存する糖原量は新鮮組織の約 1% に達するこゝを得。

肝臓内糖原量は血液内糖量減少する時は容易く糖化して糖を血液内に與ふる爲め其含量之に伴ひて減少するも筋肉内糖原は容易に血液中に糖を分與せしめざるが如し。之に反し筋肉の行作は其中に存する糖原を著しく費消す。

第一節 糖の同化

腸管より吸收せられたる糖類の糖原に變す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滯滞するこゝ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—10g の葡萄糖を與ふるにその血糖量は 15 分後より増大し 0.5—1 時間にして極大値に達しそれより減少して約 2—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 100g の葡萄糖攝取後 $\frac{1}{2}$ —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% を超過するこゝ稍久しく持續する時は糖は尿中にも出現し茲に糖尿病を招來す。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、腎性糖尿病にては腎性閾値低く、腎臓炎及び長期糖尿病には其値昂昇す。

動物體が糖質を同化する機能には一定の限度あり。故に糖質の吸收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出现す、これを食餌性糖尿病と稱す而してこの糖尿病を惹起するこゝ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。

糖類攝取後血糖増加の様子は 1. 糖吸收の速度 2. 糖原形成の速度 3. 酸化の速度の三條件によりて定まる。果糖は吸收緩徐なる上に、糖原生成及び酸化容易なるにより過血糖を起す度少なし。之に反し Galactose は速かに吸收せられ且つ糖原生成及び酸化緩徐なるにより過血糖の度大なり葡萄糖は其中間に位す、饑餓時には葡萄糖に對する認容量小となるも豫じめ果糖、Galactose、麥芽糖を附與する時は認容量大となる之れ是等の糖が分子内轉換により葡萄糖に變する爲ならむ、而して其中 Galactose に其效力發生の遅るるは葡萄糖に變化すること遅き爲なるべく、又乳糖及澱粉の附與は他の糖に比し效力薄し。(Reinhold 及 Karr²)

同化域は個人により異なる。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 にては時をこして軽度の糖尿病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。故に糖認容量を知らんこ欲せば宜しく血糖量を検査するを要

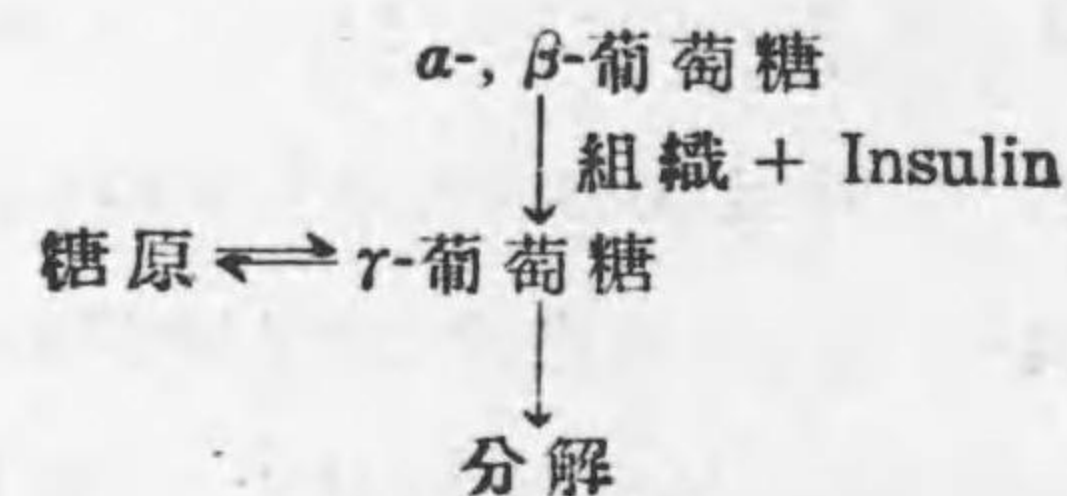
¹ Toleranz ² Reinhold 及 Karr: J. Biol. Chem. 72, 345 [1927]

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病と考ふるも可なり。

Sansum, Wilder 及 Woodyatt (J. Biol. Chem. 24, 1916) が絶えず一定量の糖液を靜脈内に注入する方法により檢したる處によれば人體、家兎及犬に對しては葡萄糖は 0.85, 果糖は 0.15, Galactose は 0.10, Glycerinaldehyd は 0.1g, 乳糖は 0g の認容量を有すといふ。最も正常尿にても 1 日に約 0.1—0.2g の糖、約 0.5—0.9g の總還元物質を排泄す。糖認容量は糖尿病、肝臟損傷(磷及 Chloroform-中毒)、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-酸化型を有すこし、或は Butylen-酸化型を有すこし、或は遊離 Aldehyd-基を有する糖なりこし諸説一致せずこ雖も組織に Insulin の協力によりて始めて α - β -葡萄糖より化生すこ考へらる。かくして發生したる γ -葡萄糖は始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を得べし。

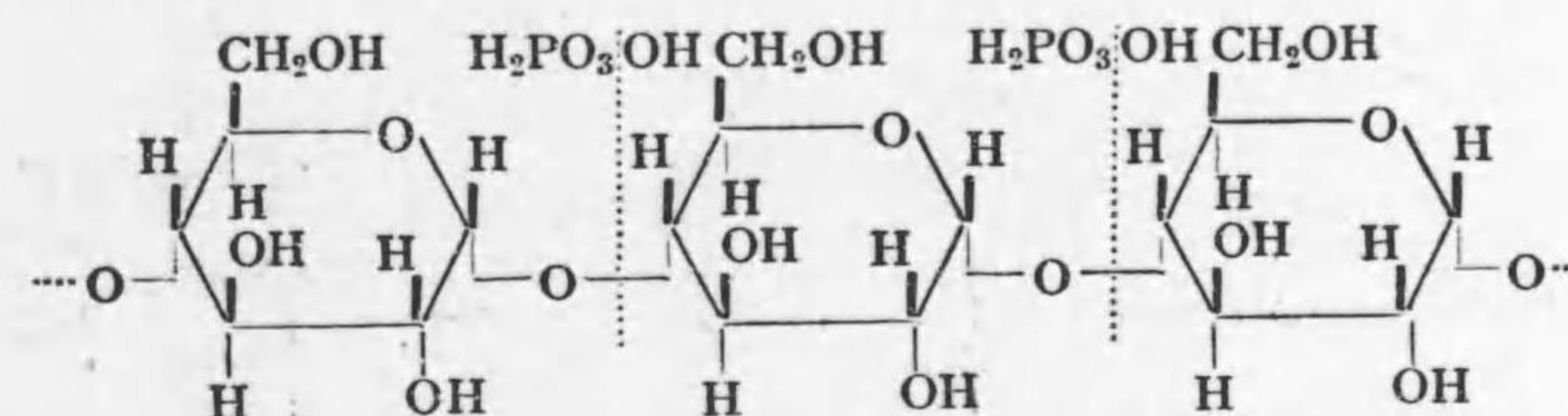


第二節 糖質の分解

糖質の分解は酸素費消の下に行はるる際、酸素の利用せられざる際に行はるる場合により差あるのみならず、細胞若くは組織中に存する酵素及び酵補素の種類及び分量の關係により變化の機序は一様ならず。従つて従來各種の試験により提案せられたる説明も唯其一現象の可能性を示すに過ぎず。

第一項 筋肉内糖質の非費酸素的な水解(解糖作用)

筋肉内にて糖原が利用せらるる際の變化は最近 Parnas 等 (Erg. Enzymf. 6, 57, 1937; Z. physiol. Chem 243, 9, 1936) の研究により明かにせられたり、即糖原は筋肉内にて葡萄糖に水解せられたる後磷酸-Ester 化せらるるに非ずして、先づ遊離磷酸によりて磷酸解 (Phospholyse) を受け磷酸基 PO_3H_2 は 1-位に、OH 位は次の糖原單位の 4-位に附着する爲め、茲に Cori-Ester 生ず。



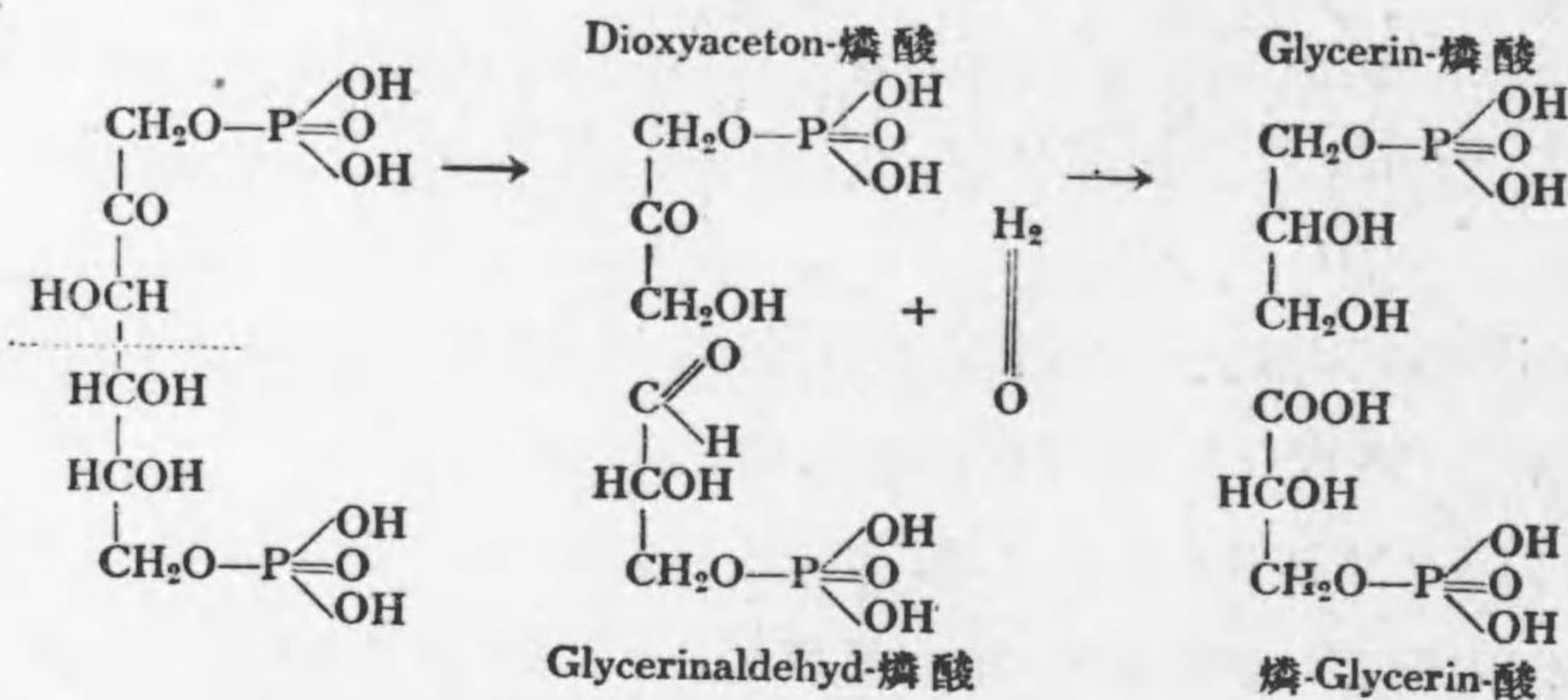
Cori-Ester は次で Robison-Ester に變じ、夫より更に磷酸が 1 位より 6 位に移行して磷酸化を受けて六炭糖二磷酸に變ず。

骨格筋の壓搾液を鹵性反應に於て放置する時は多量の乳酸を發生す、此際之に糖原、葡萄糖又は他の糖類を添加するも乳酸量を増加せず。之に反し之に六炭糖二磷酸を加ふる時は乳酸を殆んど定量的に化生す。骨格筋を水又は鹽化加里液にて浸出して得たるものも亦乳酸發生に要する酵素系を含有し、之に糖原、糊糖等を添加する際にも乳酸を生ず、然れども

此際にも葡萄糖の添加は乳酸の発生を促がすこなし。然るに酵母浸出液より作りたる Hexokinase 調材を筋浸出物に加ふる時は葡萄糖を活性なる h-葡萄糖(Hetero-葡萄糖)に変化して筋浸出液に作用せられて乳酸を発生するに至らしむ。

筋浸出物を透析して酵補素を除去する時は乳酸発生作用を失ふ。之に遊離磷酸鹽, Mg-Ion 及 Adenosin-三磷酸を添加する時は作用恢復す。蓋し活性糖の磷酸-Ester-化, 並びに脱磷酸化に是等の酵補素の完備するを要するなるべし。

筋肉内にて d-葡萄糖が分解する際の状態は各種の毒物添加による影響により一定度迄明かにせられたり。即筋粥, 筋壓榨液若くは筋浸出物に弗化-Natrium を適當度に添加する時は既存の磷酸減少し六炭糖磷酸(このものは新鮮なる筋肉中には存在せず蓋し常に発生するや直ちに分解せらるるが爲り)著しく増大す。之を久しく放置する時は六炭糖二磷酸は徐々に分解せられ磷-Glycerin-酸と Glycerin-磷酸の混合物に變ず。即ち六炭糖二磷酸は二分子の三炭糖磷酸に折半せられ、このものが Cannizzaro の轉位を受くるなり。

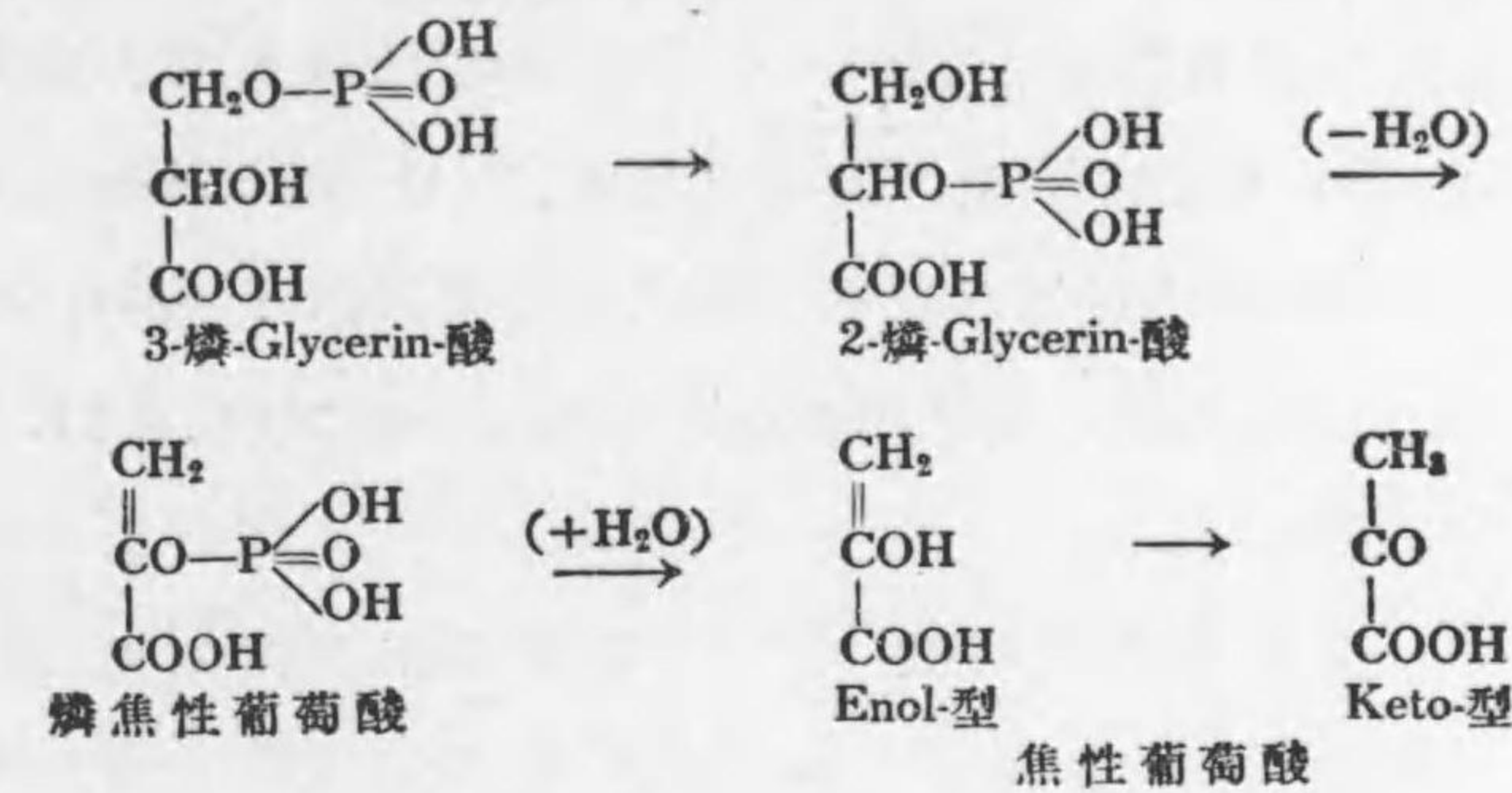


かく弗化物は三炭糖磷酸より脱磷酸化するを障碍する爲め三炭糖磷酸は安定性大なるものに變改せらるるを思考せらる。

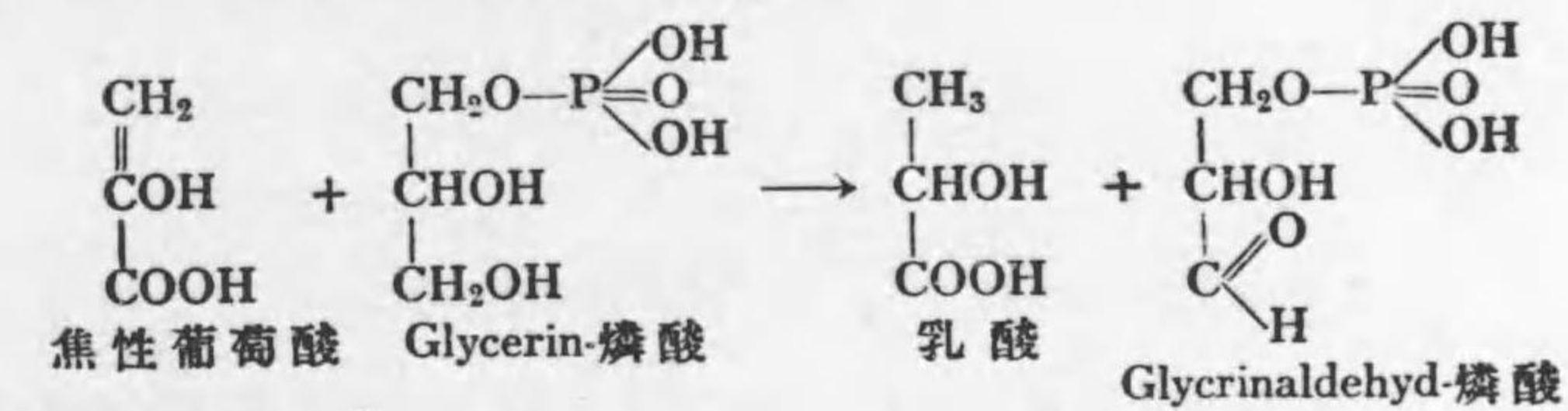
之に反し一臭化醋酸若くは一沃度醋酸を筋粥若くは筋浸出物に添加

する時は六炭糖磷酸が三炭糖磷酸に折半せられたる状態に止まり、此際には Cannizzaro の反應に相當する變改作用も亦障碍せらる。

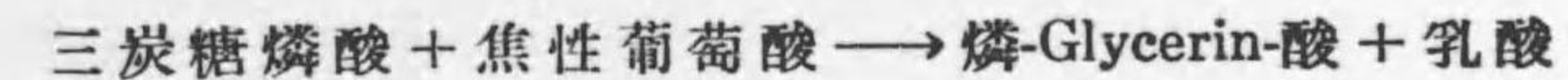
磷-Glycerin-酸を糖質の含量少なき筋肉に加ふれば 3-磷-Glycerin 酸は 2-磷-Glycerin-酸に變じたる後脱水反應により Enol-型磷焦性葡萄糖となり、このものは水解作用を蒙りて焦性葡萄糖及び磷酸に分解せらる。



Embden は茲に發生したる焦性葡萄糖は Glycerin-磷酸と作用して乳酸及び Glycerinaldehyd-磷酸となるを説明せり。



以上の如き Embden によりて想定せられたる機序によりて乳酸が筋肉内にて發生する可能性は存するも實際筋肉内にて糖原若くは葡萄糖より乳酸發生する速度は此 Embden の想定せる反應よりも早し、故に Meyerhof は



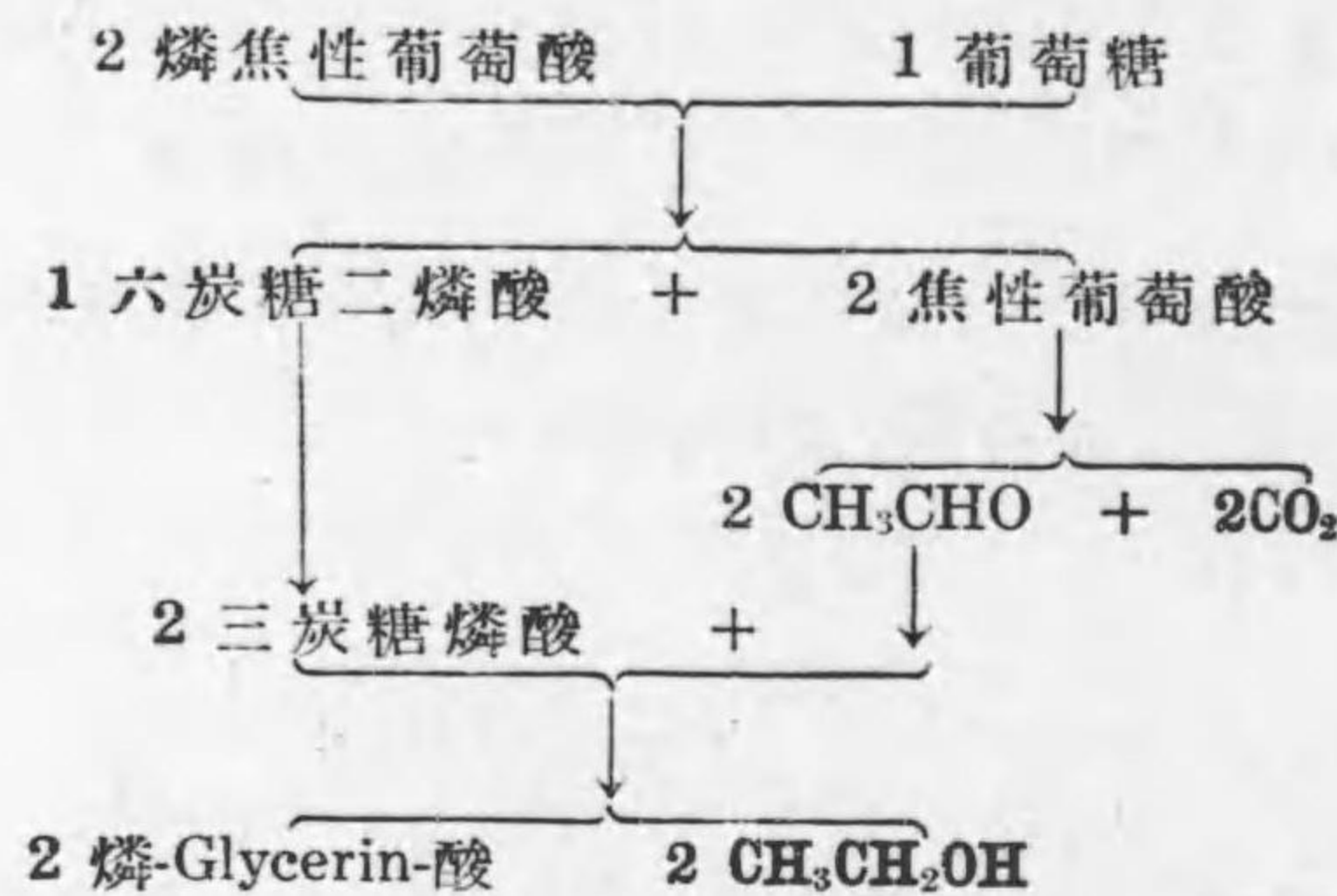
の反應を以て事實に即せるものご考へたり。

Meyerhof は六炭糖二磷酸より分解して發生する三炭糖磷酸は Embden の想定せる如く Cannizzaro の反應により變改せらる暇なく焦性葡萄糖

酸を作用して之を乳酸をなし自らは磷-Glycerin-酸となり次で磷焦性葡萄糖酸となるを説明せり。磷焦性葡萄糖酸より分離する磷酸は Adenyl-酸關與の下に六炭糖に作用して之を磷酸-Ester-化せしむ。

第二項 酵母による糖質の非費酸素的分解 (Alcohol-性醱酵)

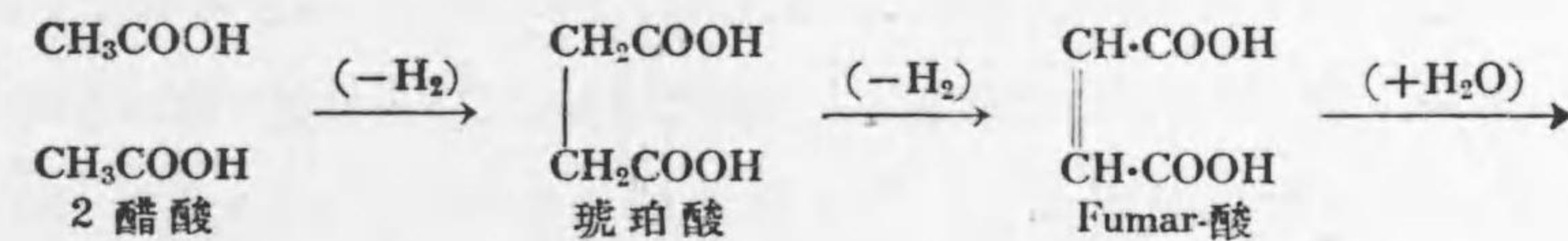
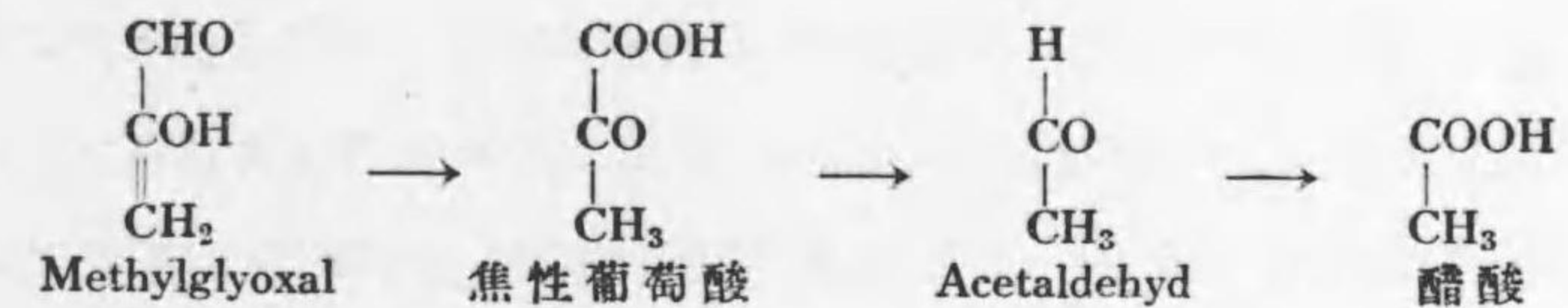
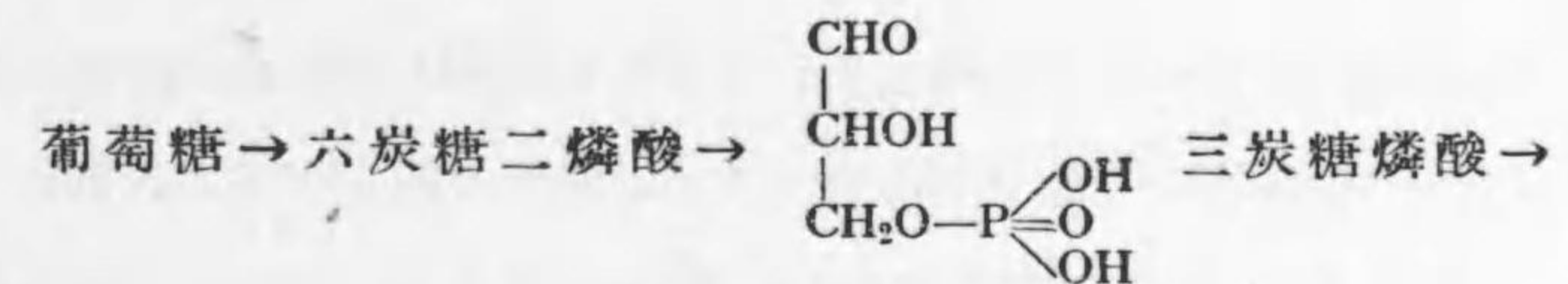
酵母による糖質の分解も亦六炭糖二磷酸の生成後三炭糖磷酸に折半せられ次で焦性葡萄糖酸の発生を見ること筋肉内非費酸素的分解時に似たり。雖も、醱酵の際は脱炭素酸酵素の作用により Acetaldehyd 及び炭酸に分解す。此 Acetaldehyd は三炭糖磷酸より水素二原子を得て Alcohol に還元せられ、之と同時に三炭糖磷酸は磷-Glycerin-酸に酸化せられ次で磷焦性葡萄糖酸に變ず



醱酵の際には脱炭素酸酵素が其酵補素たる抗神經炎質磷酸を結合して賦活せらるるを要す、又酸酵補素として既に述べたる (200頁参照) 二磷 Pyridinnukleotid を要す。此ものは水素(運輸質として作用し水素を三炭糖磷酸より得て Dihydropyridin-體となり、又其水素を Acetaldehyd に與へて之を Alcohol をなすと同時に自身は元の Pyridin-體に復歸するなり。此醱酵補素は特殊の擔體なる Warburg の所謂中間酵素を結合して作用を發揮するものの如し。

第三項 費酸素的糖質の分解 (完結酸化)

以上二項に述べたる非費酸素的糖質の分解の際に異なり費酸素的糖質分解の際には各中間代謝生成物の酸化に對する機序圓滑に行はるるにより Cannizzaro の反應の行はるる機會少なし。糖が磷酸化を受けて六炭糖二磷酸となり次で二個の三炭糖磷酸に變ずる迄は費酸素的糖質分解の機序と同じきも、夫より磷酸の脱離によりて Methylglyoxal に變じ此ものは Aldehyd-脱水素酸素の作用により焦性葡萄糖酸となり、脱炭素酸酵素及び其酵補素の爲めに Acetaldehyd となる。Acetaldehyd は時として其二分子結合して Aldol を形成し、若くは二分子が互に Cannizzaro の反應を營むことあれども大部分は醋酸に變化せらる。茲に發生したる醋酸二分子より脱水素化作用行はれて琥珀酸となり、夫より逐次水加作用、脱水素化酵素、脱炭素酸化作用を受け Fumar-酸、林檎酸、Oxal-醋酸、焦性葡萄糖酸となる。又醋酸の一部は蔞酸に酸化せられたる後酸化せられて炭酸を水に變ずることあり。



上述の如く 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に變じ、次で Acetaldehyd (血液其他の組織内 Aldehyd の量は糖及び Insulin 注射により著しく増量す。Supniewski: J. Biol. Chem. 70, 25, 1926) 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 Methylglyoxal は各組織内に存する Glyoxalase の爲めに乳酸に變ず、此際には還元型 Glutathion を酵補素として需要す。此時生じたる乳酸は恐らく 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 体内に於ける糖の生成

動物に Phlorhizin を口より又は皮下に附與する時は糖尿症起り尿中の糖量は時々して 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尙ほ常に多量の糖排泄を認む、これ糖が体内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こ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ところは明かにして勿論 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, Glutamin-酸 Prolin, Arginin 等は

糖生成の根源異なるに反し, Valin, Leucin, Lysin, 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 Glycol, Glycolaldehyd ($\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{CHO}$), Glycerin ($\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{CHOH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$), 及び乳酸 ($\text{CH}_3\cdot\text{CHOH}\cdot\text{COOH}$) Methylglyoxal, Glycerin-酸等は体内に於て糖の生成に關與するを得るものの如し、恐らく Glycolaldehyd 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。尙 γ -Amino-酪酸 $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ は糖に變ずることを得れども δ -Amino-Valerian-酸 $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ は糖を生成せず (Corley: J. Biol. Chem. 70, 99, 1926)

脂酸より糖が生成せらるるの有無に就ては一致したる見解なし、即ち Lusk は Phlorhizin 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ずと述べたるも Geelmuyden 及び Petréen 等は重症糖尿症時に脂酸より糖の生成せらるることを唱へ又 Chaikoff 及び Weber (J. Biol. Chem, 76, 813, 1928) は脾除去犬を久しく Insulin 處置の下に臍脂せしめたる後饑餓に陥らしめ之と同時に Adrenalin を作用せしむる時は多量の糖が尿中に排泄せらるるを認め MacLeod は Adrenalin に脂酸より糖生成を促進する作用あることを論じたり。

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體 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臟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、又肝臟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に *Cholesterin* を含有す。之に反し蓄積脂質は營養狀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、饑餓時に際し其脂質量に殆んど變化を認むるこなし、之に反し筋肉は營養狀態によりて著しく其脂質量を變ず(飽食時、正常時、饑餓時に於ける筋肉の脂酸量は 17.6, 11.3 及び 4.6% なり)。肝臟は營養狀態により其脂質量に稍動搖を示せざるも之は肝臟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入出するに由るなり。

消化管より脂質の吸收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観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饑餓者にても 1 分間に約 200 mg 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 の資源として用らるるには先づ肝臟に於て脫水素作用を蒙り不飽和性脂酸となるを要するものの如し。故に脂質は絶えず肝臟に運ばれ、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熔融點高きもの、又は亞麻仁油の如く熔融點低きもの、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滿せらるるを認む。蓄積脂肪の一部が食物内糖質より生成せらるるこも亦事實にして *Lawes* 及び *Gibbert* は同じ肚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を證す。糖質より脂肪の生成せらるるこは既に久しく巷間周知のこにして脂胖を避けんこ欲せば糖質の攝取を節すべし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 *Hansen*¹ は豚仔に就て皮下脂肪は腎周圍脂肪よりも熔融點

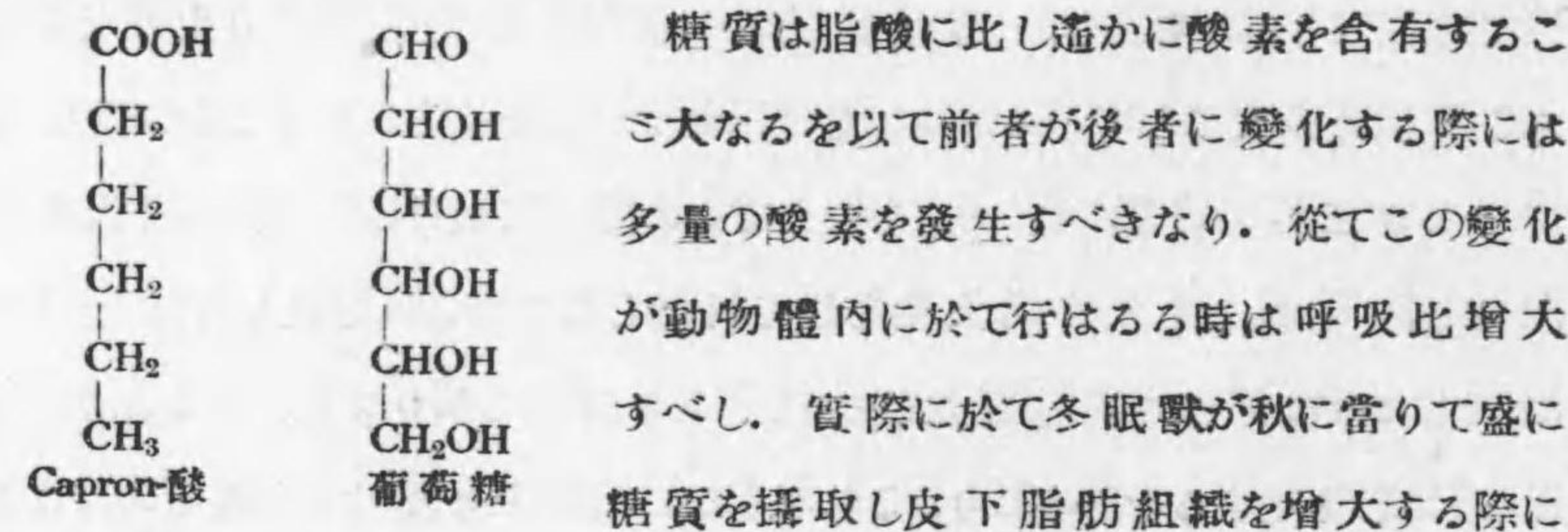
¹ *Henriques* 及び *Hansen*: *Skand. Arch. f. Physiol.* 11, 151 [1901]

低く、沃度数大に、腎周囲脂肪は Omentum の脂肪よりも沃度数大に、
 熔融點低きを實驗し；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° の熔融點を有するこ
 こを示したり。尙環境の温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。

環境の温度	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

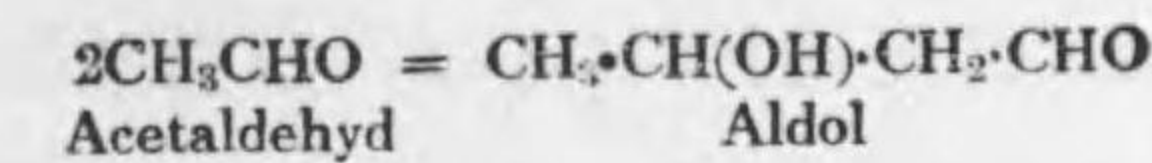


は呼吸比往々 1.5 に達するこあり。

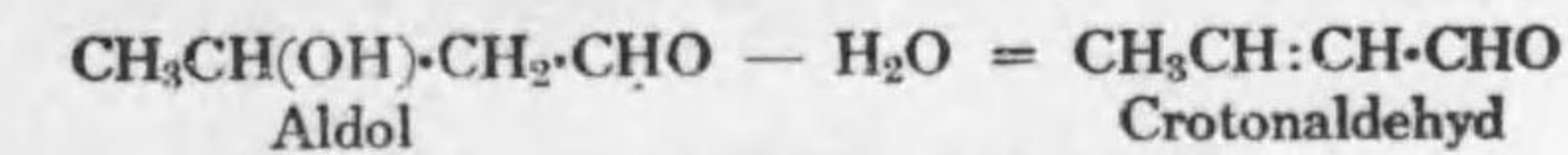
脂酸が糖質より發生する際糖の如何なる中間代謝産物より形成せらる
 るかに就て既に Hoppe-Seyler¹ は Acetaldehyd なるべしと説き、Magnus-
 Levy² 及び Leathes³ は Acetaldehyd の Aldol-縮合によりて脂酸の形成せら

1 Hoppe-Seyler: Z. Physiol. Chem. 3, 351 [1879] 2 Magnus-Levy: Berl. Physiol. Gesell. 1901-2, No. 5 [1901] 3 Leathes: Problems in animal metabolism. London [1906]

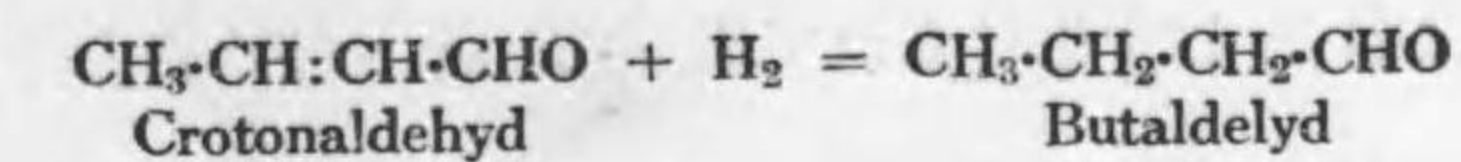
る順序を下の如く説明せり。Acetaldehyd は常温にて微量の水の存在に於て
 容易に縮合して Aldol となる。



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

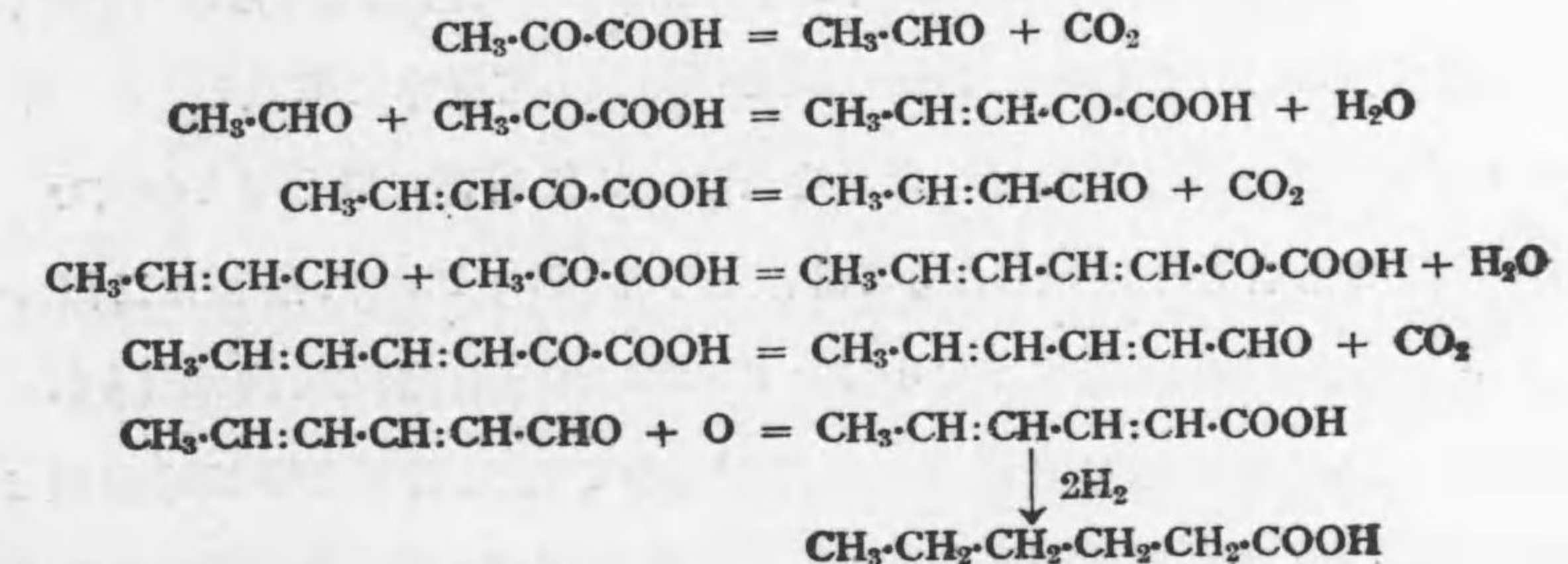


此の Crotonaldehyd は Methylglyoxal が焦性葡萄糖に酸化せらるる際
 其水素受容質として作用し還元せられて Butaldehyd に變ず。



此 Butaldehyd に更に Acetaldehyd と縮合すれば炭素原子 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
 得べし。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 及び Lubrzynska¹ 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 Smedley 及び Lubrzynska: Bioch. J. 7, 364; 375 [1913]

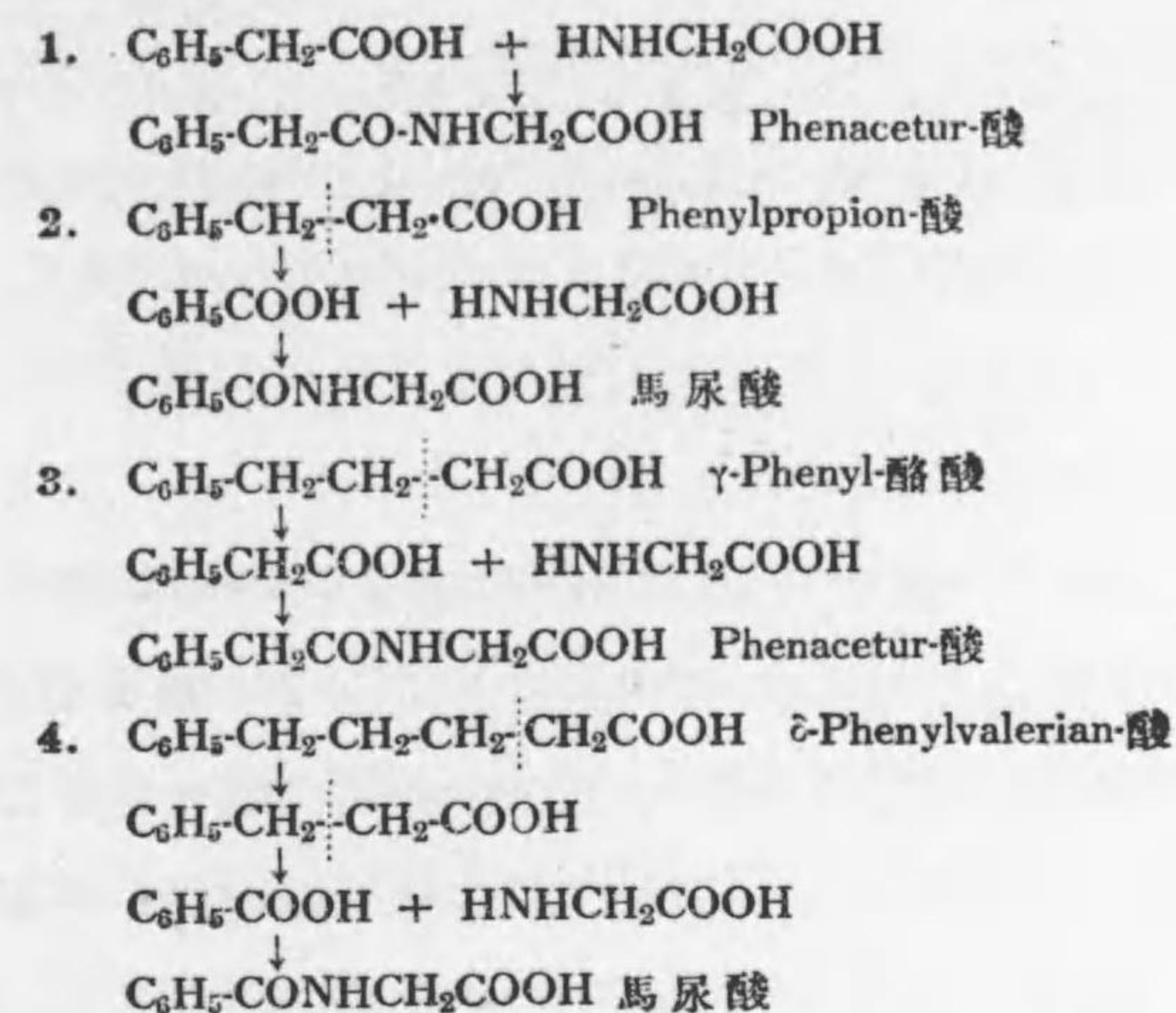
植物は種々の不飽和度を有する脂酸よりなる脂肪を含有す。一般に熱帯に産する植物には飽和脂酸多く、之に反し温寒帯の植物には不飽和脂酸多く存在す。之れ恐らく温度高き時は飽和高級脂酸の生成に必要な諸化学作用容易く完成せらるるも、低温度に於ては還元作用行はるるこゝ遅く不飽和なる脂酸を終産物として含有するものなるべし。

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ゝ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き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酸化せられ易く發生するに従ひ更に直ちに變化分解を受け従つて該物質の量少なくその存在を證明するこゝ難きによる。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、即ち安息香酸 C_6H_5COOH 及び Phenyl-醋酸 $C_6H_5CH_2COOH$ は體内に於て分解せられずして排泄せらるる經驗に基き Knoop は脂酸分子の端在 Alkyl 基に Phenyl 基を挿入して其分解を困難ならしめ是の如き置換脂酸を動物に與へて其酸化の状態を観察したるに Phenyl-醋酸, Phenylpropion-酸, Phenyl-酪酸, Phenylvalerian-酸等の内 1. Phenyl-醋酸は體内に於て酸化せらるるこゝなくその儘 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-醋酸となり次で 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を得、之によりβ炭素原子の處に於て常に酸化作

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

用の行はるるを説き、體内に於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。



次で Dakin¹ は脂酸を過酸化水素にて酸化する際にも同じくβの位置に酸化を蒙り Oxy-脂酸の發生するを認めたり、且つ酪酸の場合には更に Acet-酪酸及び Aceton に變化すを見出した。

Embden 及び 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。

Baer 及び Blum³ は糖尿病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。蓋し異性-Valerian-酸の際には脱-Methyl-基作用によりて酪酸を生じ夫より β-Oxy-酪酸を發生するも、正-Valerian-酸の際には直ちにβ酸化により Propion-酸を生ずる爲めβ-Oxy-酪酸の發生を見ざるものならむ。

Kahn⁴ は $C_{16}H_{32}COOH$ なる奇數炭素原子を有する脂酸(Margarin 酸)の Trigly-

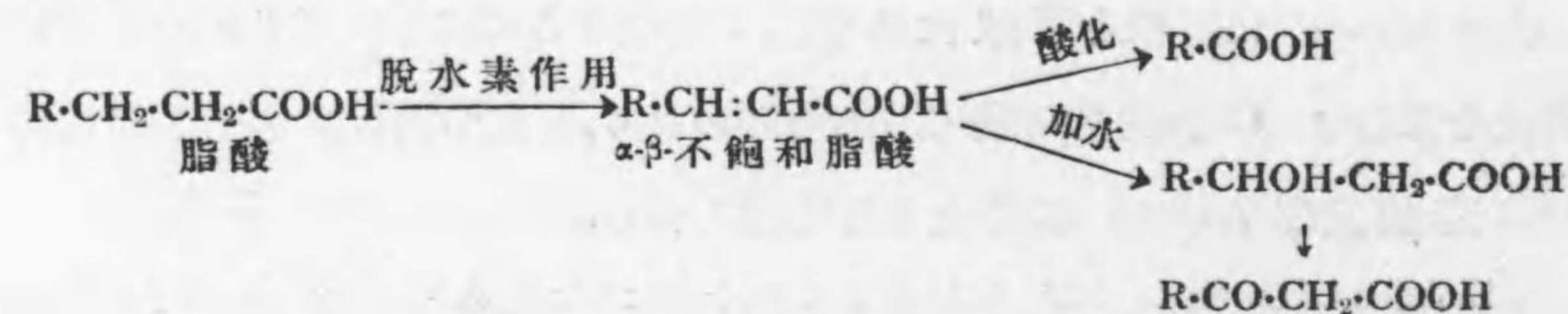
¹ Dakin: J. Biol. Chem. 4, 77 [1908] ² Embden 及び Kalberlah: Hofmeister's Beitr. 8, 121 ³ Baer 及び Blum: Arch. f. exp. Path. 55, 94 ⁴ Kahn: Am. J. Med. Sci. 166, 826 [1923]

cerid(Intarvin)を合成し糖尿病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数の脂酸發生することを認するものなり。

Dakin は Phenylpropion-酸を與へたる時尿中に馬尿酸を見るのみならず、Phenyl-β-Oxypropion-酸、Benzoyl-醋酸及び Acetophenon 等と同じく尿中に検出したり此等は何れも Phenylpropion-酸のβ酸化の中間産物として見るべきものなり。

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。

β酸化の機序¹ 脂酸がβ酸化を蒙むる機序は恐らく Dehydrogenation (脱水素作用)により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し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-酸發生するものなるべし。



不飽和酸より Oxy-酸先づ發生し之が Keto-酸に酸化せらるるこは酪酸及びβ-Oxy-酪酸を生肝に輸血する際に何れも Acet-醋酸を發生するを以てもこれを知る事を得べし。尤も肝に於けるβ-Oxy-酸、Acet-醋酸の變化は可逆的にして肝臓は又 Acet-醋酸を一部β-Oxy-酸に還元する作用を有す。

高級なる脂酸は肝臓に於て其分子内各處に於て不飽和化作用を蒙り Linolen-酸及び Arachidon-酸等の如き不飽和酸を發生するものなるべしは Leathes 等(J. Physiol. 38, Proc. 38, 1909)及 Hartley (J. Physiol 38, 353, 1909)により唱へられし處にして Leathes 等は肝臓には與へたる脂肪よりも沃度数大なる脂肪含有せられ、又 Hartley は肝臓は食物中に存せざ

¹ Mechanismus

りし $\Delta^{12,13}$ Olein-酸及 $\Delta^{9,10,12,13}$ Linolein-酸を含有するこを指摘したり、然れども肝臓が沃度数大なる脂肪を含有するは沃度数大なる脂肪を沈著するも考へらるべく、且肝臓中の一般不飽和18炭素脂酸の85%は $\Delta^{9,10}$ Olein-酸よりなり $\Delta^{12,13}$ Olein 酸を見ず(Channon, Irving 及 Smith: Bioch. J. 28, 840, 1934) 且つ食物より全く Linolein-酸及 Linolen-酸を缺如する時は動物の生長停止す(Burr 等 J. Biol. Chem 82, 345 [1929]; 86, 587, 1930, 97, 1, 1932) るより見れば是等の不飽和酸が肝臓にて發生し難きを示すもの如く Leathes 等の論據は薄弱なるを免れず。

肝臓にて發生したる Acet-醋酸の一部は更に肝臓に於て簡單なる分子に酸化せらるるこを得るも Acet-醋酸の主として分解せらるる處は腎臓及び筋肉なり(Snapper 及び Grünbaum¹)

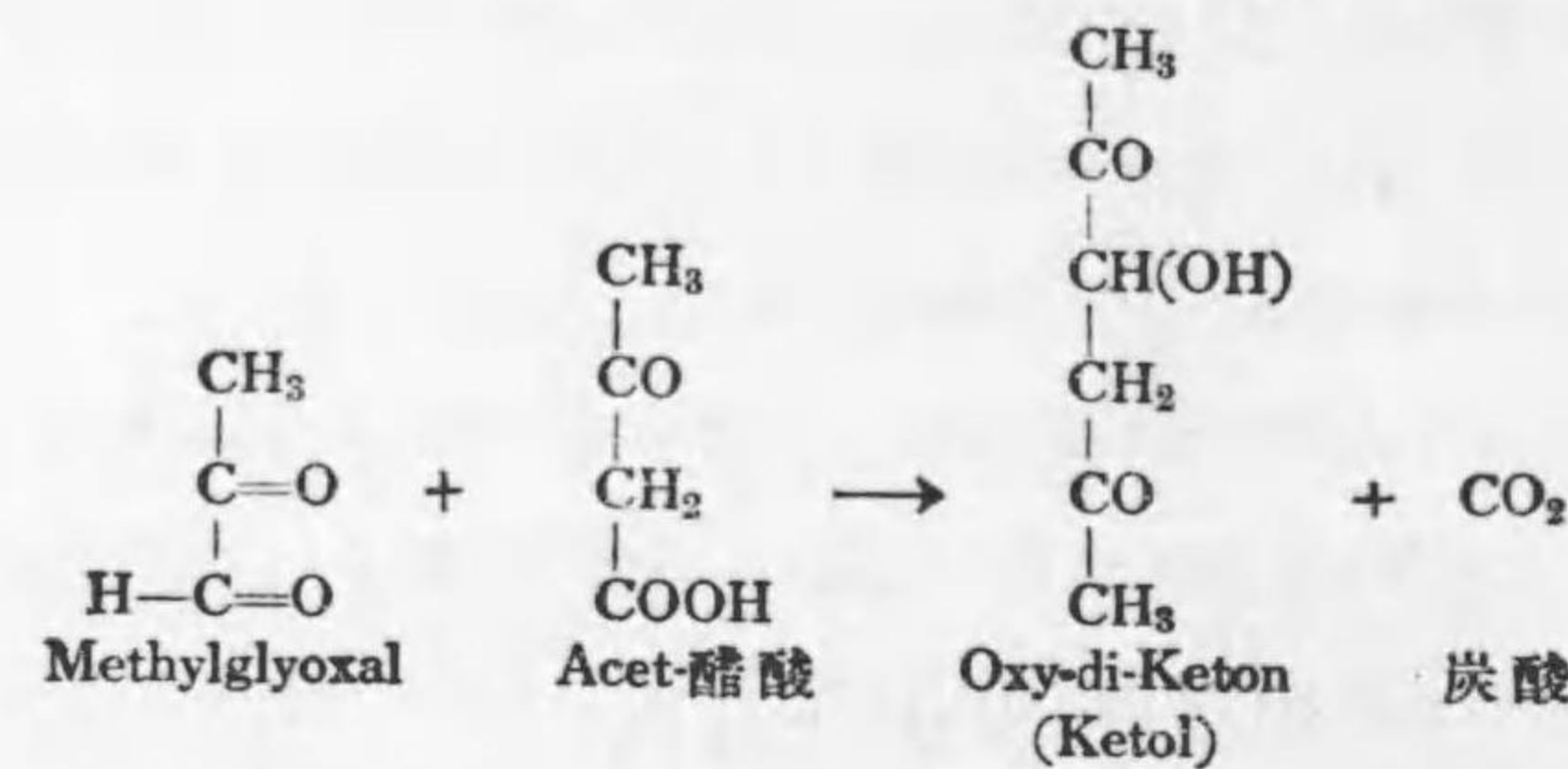
人に20g以内のβ-Oxy-酪酸を與ふるに際し此者は完全に燃焼せらるるも之よりも大なる量と與ふる時は其一部は、Acet-醋酸として排泄せられ、更に大量なるβ-Oxy-酪酸附與の場合には一部のβ-Oxy-酪酸は其の儘尿中に出づ。之れ常態にてはβ-Oxy-酪酸は直ちに Acet-醋酸に酸化せられこのものは次で全く完全に燃焼せられて水及び炭酸に變ずるこを示すものなり。

Aceton-體 脂酸の酸化により分解せられて發生したるβ-Oxy-酪酸は常態にては直ちに Aceto-醋酸に變じこのものは更に酸化せられて炭酸及び水に變ずるを以て唯纔かに Acet-醋酸の一部が炭酸を離脱せしめて微量の Aceton を尿中及び呼氣中に排泄するに過ぎず、然れども體內に於て糖質の燃焼阻止せらるる時は是等の酸及び Aceton の尿中排泄量著しく増加す。是等β-Oxy-酪酸、Acet-醋酸及び Aceton を Aceton-體と稱し常態にて其量一日の尿中に僅かに0.01—0.02g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、(β-Oxy-酪酸量一日20gに達す)糖尿病の際には殊に多量に排泄せらるるこあり。(一日100gに近きβ-Oxy-酪

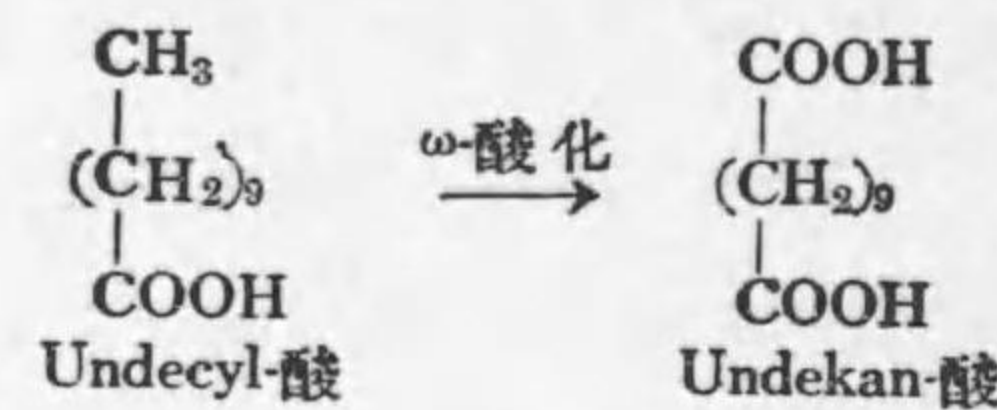
¹ Snapper 及び Grünbaum: Bioch. Z. 181, 419, 418; 185, 223 [1927]; 201, 464 [1928]

酸を排泄することあり).

Acet-醋酸が体内にて糖質の存在に於て完全に酸化せらるる機序は未だ明かならずも Henze は Acet-醋酸は試験管内にて Methylglyoxal と化合して Oxy-di-keton (Ketol) を発生し此ものは H_2O_2 又は過性-過Mangan-酸加里液にて2分子の焦性葡萄糖に變ずることを認め生体内にても之に似たる反應行はるべしと説き Ketol を飼養すれば鼠の肝糖原量増加するを見たり. 尚 Henze は Ketol は脂肪が糖質に移行する時の中間體なるべしと説けり.



ω-酸化 脂酸は生体内に於てβ-酸化以外に尙炭素酸基より最も隔たりたる端の Methyl-基の酸化により新たに炭素酸基を生じ二炭素酸となり其一部を尿中に排泄す. Verkade は之をω-酸化と稱せり 例へば



かくして生じたる二炭素酸は其両端よりβ-酸化を受けて更に簡單なる二炭素酸に分解せらる.

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

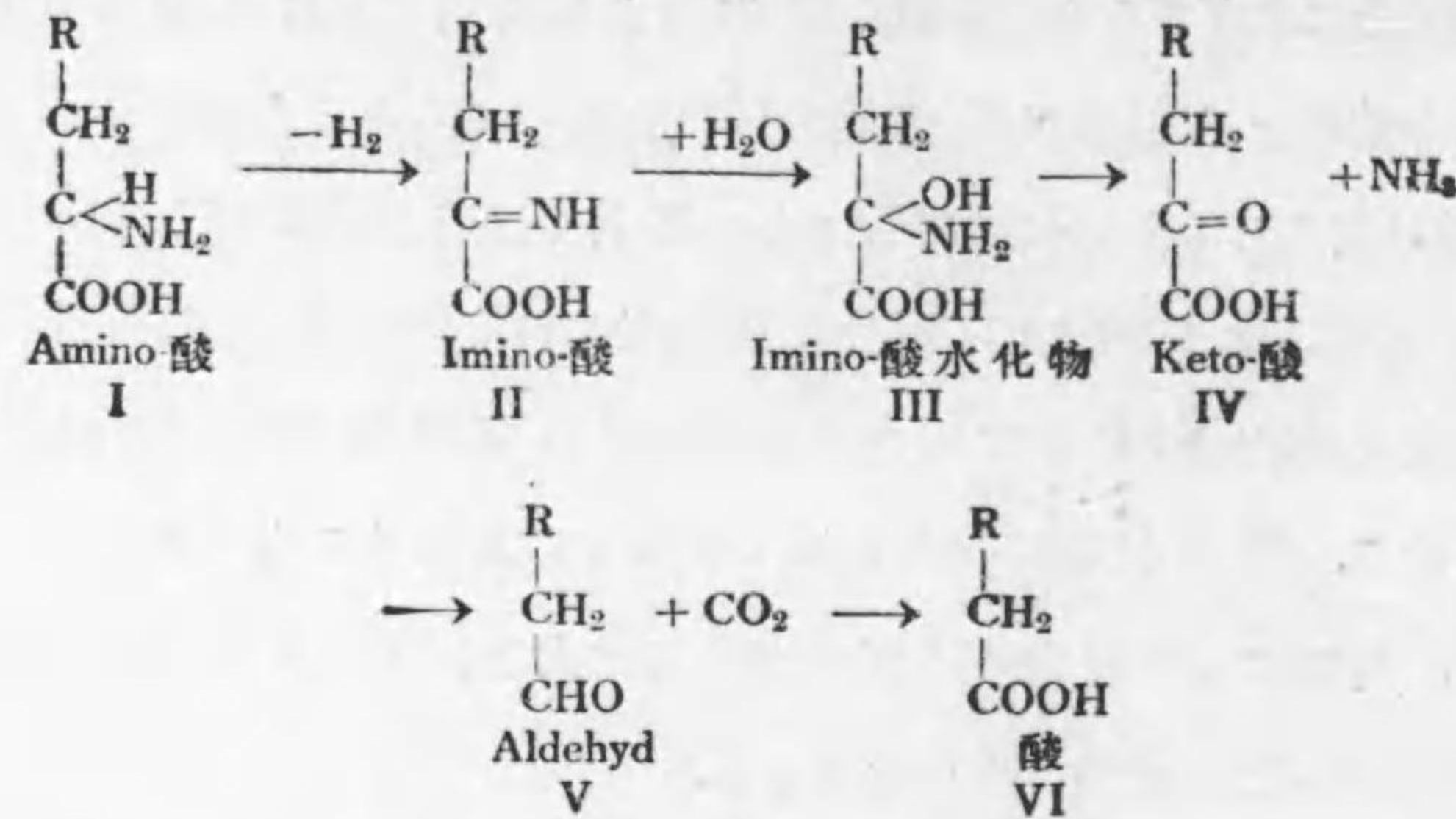
を受くるやを考ふるにこれらの物質は二様の作用を営むるものの如し. 即ちその一部は體組織代謝の結果費消せられたる體組織成分の構成に用ゐられ他の部は脂質若くは糖質と同じく勢力發生の爲めに用ゐらる. 前者は比較的小部分にすぎざるものの如く消化管より吸収せられ血管内を循環する Amino-酸の一小部は組織細胞の爲めに攝取せらるるも他の大部分の Amino-酸は主として肝臓に於て Amino-基若くは硫黄を離解しその窒素及び硫黄は一定の化合物として尿中に排除せられその非窒素化合物は勢力根源として燃焼せらる. 故に尿中に於ける蛋白質代謝産物は組織代謝よりするものも、勢力代謝に用ゐられたる部分に基因するもの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發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-酸を發生し是等は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-酸の酸化

Amino-酸は肝及腎にて酸化せられて容易に Amino-基を分離してα-Keto-酸に變じ, 更に脱炭素酸基作用を蒙むる時は炭酸數一個少なき脂酸に變ず. 実際に行はるる機序は恐らく Amino-酸(I)は先づ脱水素化作用により

て Imino-酸(II) となり、此ものは水の添加によりて Imino-酸水化物(III) となり、次で安門を分離して α -Keto-酸(IV) に變じ、此ものは脱炭素酸基作用により Aldehyd(V) となり、夫より酸(VI) に變ずるものなるべし。



Amino-酸に超生組織(腎, 肝)を加ふる時は安門發生するも此時 Alanin にては Keto-酸の發生を見ず、又 Valin 及 Leucin にては Keto-酸の發生量少なし(10—17%), 之れ脱-Amino-基作用を蒙りたる産物が直ちに酸化せらるる爲にして若し之に $\frac{m}{500}$ HCN 又は $\frac{m}{1000}$ 亞砒酸を加へて酸化を阻止するか、又は組織を豫め砂と共に磨潰して組織を破壊せしめ(此時脱-Amino-基作用は未だ大部分維持せらる)生産物の酸化を阻止する時は多量の Keto-酸を得べし。

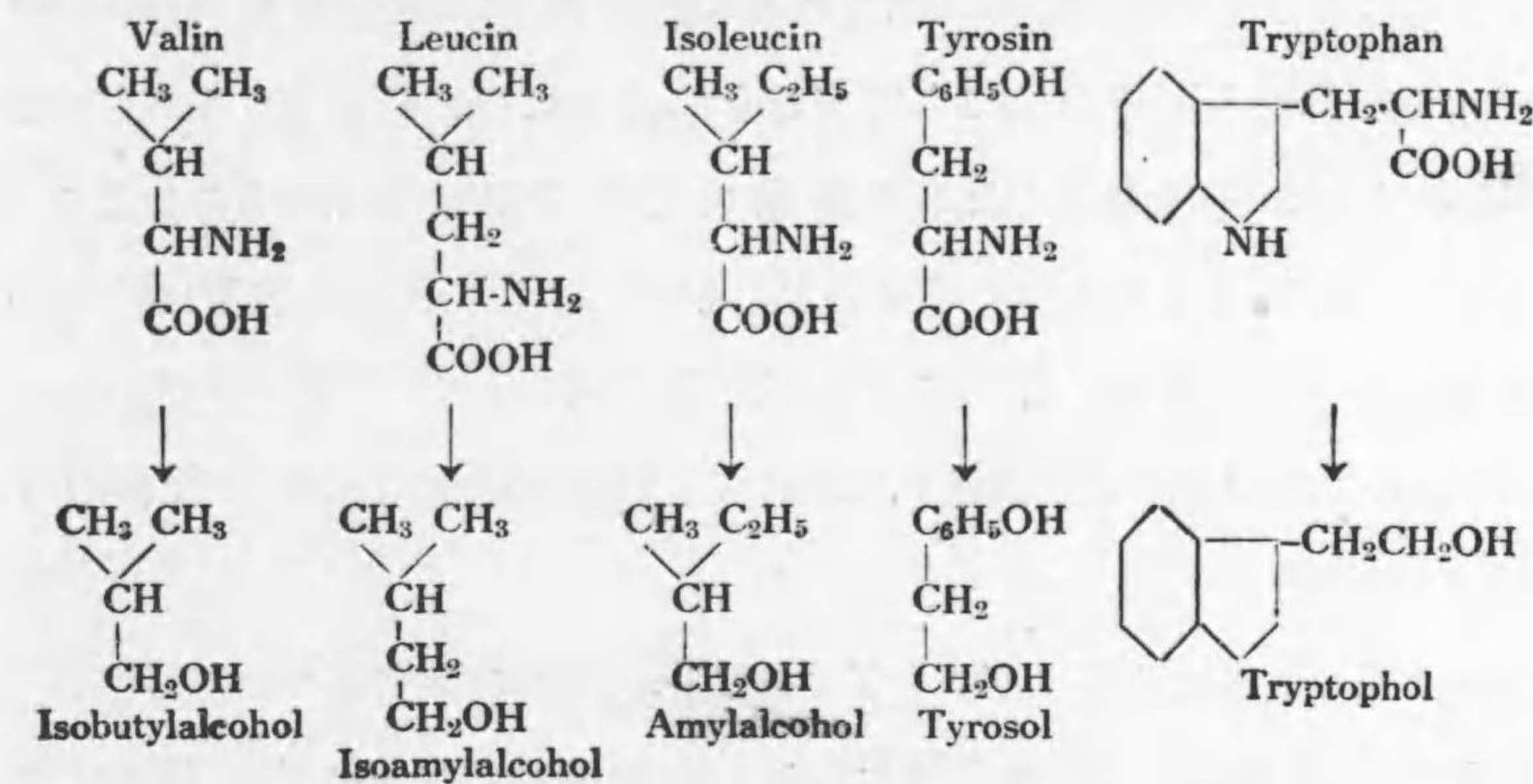
無酸素の状態にては脱-Amino-基作用全く停止す。

脱-Amino-化にて生したる Keto-酸は肝臓に於て還元作用を蒙り之に相當する Oxy-酸に變ずることを得。例へば d-Phenyl-Amino-醋酸を犬に與ふるに此ものは肝臓に於て酸化的脱-Amino-基作用を蒙りて $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CO-COOH}$ Phenylglyoxyl-酸となりて光學的性状を失ふも其一部は還元せられて d-及び l-Phenylmandel-酸となり其 d-型のもは容易に酸化せらるるも l-型のもは變化を蒙るこ難く其儘尿中に排泄せらるるが如し(Neubauer¹)

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

肝臓に於ては酸化的脱-Amino-基作用の逆反應も亦行はるることを得。即 Knoop 及 Kertess¹ は犬に γ -Phenyl- α -Keto 酪酸を與ふるに其尿中より γ -Phenyl- α -Amino-酪酸の Acetyl 誘導體を分離し、又 Embden 及 Schmitz² は肝臓に各種 Keto-酸の安門鹽を輸血して Alanin, Leucin, Phenylalanin 及び Oxyphenylalanin 等を得たるが如し。斯の如く Keto-酸及び安門より Amino-酸が細胞内にて合成せらるる順程に對し可能性を與ふる模型試験あり、即 Knoop³ は Keto-酸に多量の安門の存在に於て白金黒添加の下に水素を作用せしめて Amino-酸を合成し得たり。此際反應は α -Keto-酸の場合に順調に行はれて α -Amino-酸の生成を認むるも β -及び γ -Keto-酸の際には反應遅きか又は全く行はれず。

Amino-酸の酸化的脱-Amino-基作用は醸母によりても亦行はれ Fusel-油の成分を生成す。是等の際にも先づ酸化的脱-Amino-基作用行はれて炭素原子數一個小なる酸となり此ものより脱炭素酸基作用により Aldehyd 發生し此者が還元せられて諸種の Alcohol を生ずるなり。



第一項 Amino-基の轉變

¹ Knoop 及び Kertess: Z. Physiol. Chem. 71, 252 [1911] ² Embden 等: Bioch. Z. 29, 423 [1910]; 38, 393 [1911] ³ Knoop 等: Z. f. Physiol. Chem. 148, 294 [1925]

肝臓にて Amino-酸より Amino-基の離解により発生したる安門は直ちに肝細胞内にて Ornithin 及び Arginin 酵素の觸媒的作用によりて炭酸と結合し中間に Arginin を形成し夫より尿素を化合す。此時の機序に關しては尿素生成の條下 (377 頁) を参照すべし。

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、従つて分子量大なる 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て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そ、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 注射により糖尿症をなしたる動物體內に於ては蛋白質を形成する Amino-酸の一部即 Glycocol, Alanin, Asparagin-酸, Glutamin-酸, β -Oxyglutamin-酸, Serin, Cystin, Arginin, Histidin, Prolin 等は殆んど定量的に葡萄糖に變ずるが如し。

此點より觀て Amino-酸を分ちて三種とするこゝを得。即ち 1. 糖尿者體內にて糖を生成し得るもの (Glycocol, Alanin, Serin, Cystin, Asparagin-酸, Glutamin-酸, Oxyglutamin-酸, Prolin, Ornithin, Arginin, Histidin 等)。2. 糖尿者體內若くは肝臓輸血に際し 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ゝなし。且つ糖若くは Aceto-醋酸を生成せざる Lysin 及び Tryptophan 等の如きは營養上重要な Amino-酸に屬す。之れ恐らく此第三屬の酸は全く體內にて生成せらるるこゝ能はざる爲ならむ。

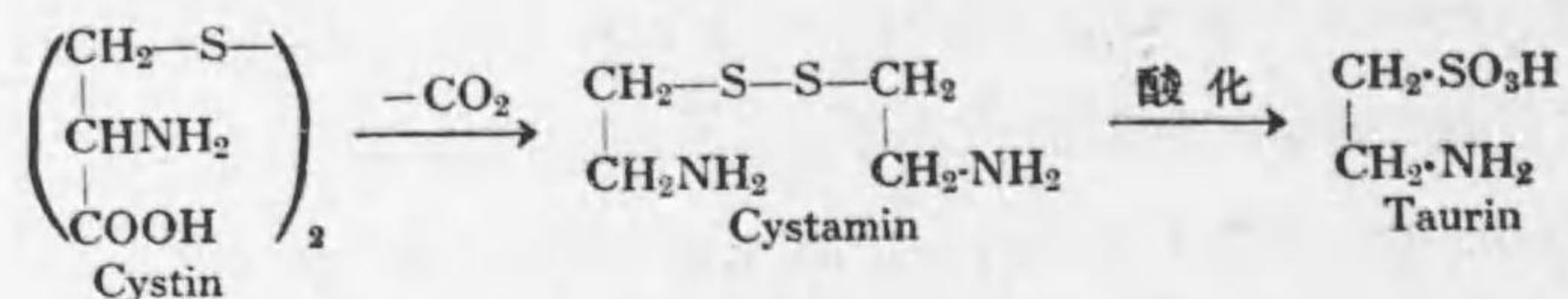
各 Amino-酸の糖若くは Aceto-醋酸生成の機能に就き検査せられたる結果を總合掲載すれば次の如し。

物 質	糖 の 生 成	Acet-醋酸の生成
Glycocol	+	-
d-l-Alanin	+	-
l-Alanin	+	-
d-l-Serin	+	-
l-Cystein	+	-
l-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-l-Phenylalanin	-	+
l-Tyrosin	-	+

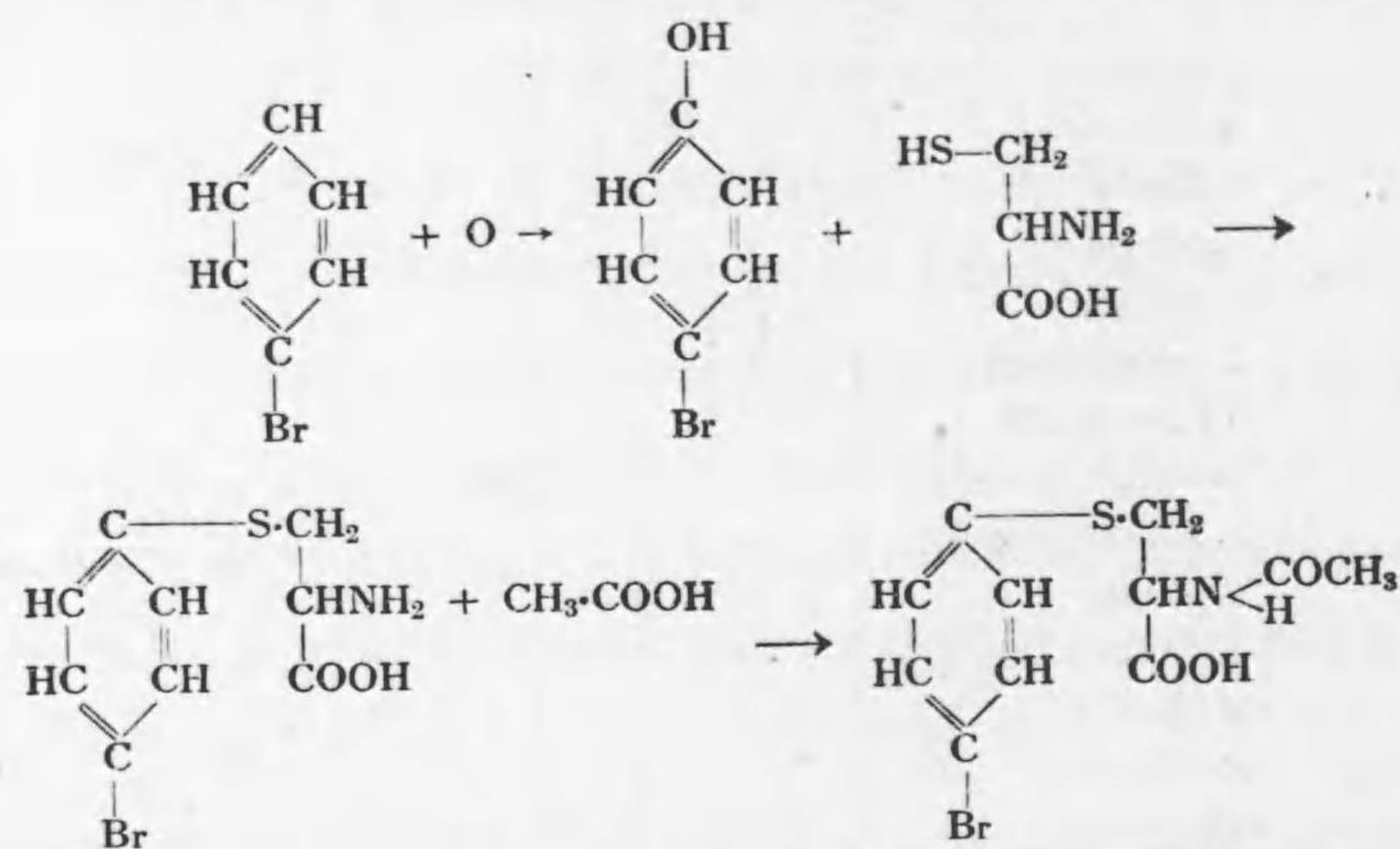
第三項 Cystin の轉變

Cystin は或は其儘或は Glutathion の成分として細胞の機能に關與し、或は Insulin となりて分泌せらるる外、Taurin に變じて胆汁酸の構成成分となり、又は Mercaptur-酸となりて造鹽素化-Benzol を解毒す。是等以外の過剰の Cystin は酸化せられて硫酸となり或は無機鹽となり或は Ester となりて尿中に排泄せらる。

Taurin の生成 Schöberl¹ によれば Cystin は次の順程によりて Taurin に變ずるものの如し。



Mercaptur-酸の生成 Cystin は鹽化-Benzol, 臭化-Benzol, 沃化-Benzol を体内に於て解毒し Mercaptur-酸として尿中に排泄するに用ゐらる。



此 Mercaptur-酸生成は食物中に Cystin を含有するこゝ大なれば容易に行はる。長時の饑餓若くは蛋白質饑餓時には生成阻害せらる。Methionin は Mercaptur-酸生成に對し Cystin を代償するこゝを得こいふ (White 及び Lewis: J. Biol. Chem. 98, 607, 1932)。体内成分の分解によりて生ずる

¹ Schöberl: Z. f. physiol. Chem. 216, 193, [1933]

Cystin は Glutathion, Taurin, Insulin 等の必須成分の生成に先づ用ゐられ、後餘裕ある時に Mercaptur-酸生成に用ゐらるるものなるべし。

食餌中に Cystin を缺如する時は生長停頓す。且つ Taurin, Cystein-酸 (CH₂SO₃H·CHNH₂·COOH), Dithiodiglycol-酸 (COOH·CH₂·S·S·CH₂·COOH), β-Dithiodipropion-酸 (COOH·CH₂·CH₂·S·S·CH₂·CH₂·COOH), α-Dihydro-β-dithiodipropion-酸 (COOH·CHOH·CH₂·S·S·CH₂·CHOH·COOH) 等を Cystin の代りに添加するも效なし。而して經口的又は皮下注射によりて附與せられたる Dithiodiglycol-酸, β-Dithiodipropion-酸, α-Dihydro-β-dithiodipropion-酸等は凡てよく酸化せらる。

d-Cystin は l-Cystin を代償するの作用なし之に反し Methionin (CH₃·S·CH₂·CH₂·CHNH₂·COOH) 及び Homocystin (COOH·CHNH₂·CH₂·CH₂·S·S·CH₂·CH₂·CHNH₂·COOH) は Cystin を代償する效力を有す。

Cystin-尿症にて遺傳的の病症あり。此時遊離 Cystin を經口的に與ふるも之は悉く分解せらるべく又多量の蛋白質食時に尿中に多量の Cystin 排泄せらるるも之は食物中の Cystin 量には關係なく寧ろ蛋白質食による體細胞の内因性代謝増殖によるものなるべしこいふ (Lewis 及 Lough: J. Biol. Chem. 81, 285, 1929)。

第四項 芳香性簇及び異環性簇の轉變

一般に Phenyl-核, Indol-核等を有する諸化合物は体内にて燃焼せらるるこゝ難し例へば安息香酸, Benzylalcohol, Phenylpropion-酸等は体内にて安息香酸より更に分解せらるるこゝかたく、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 等は体内にて 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を忖して未だ明かならずも

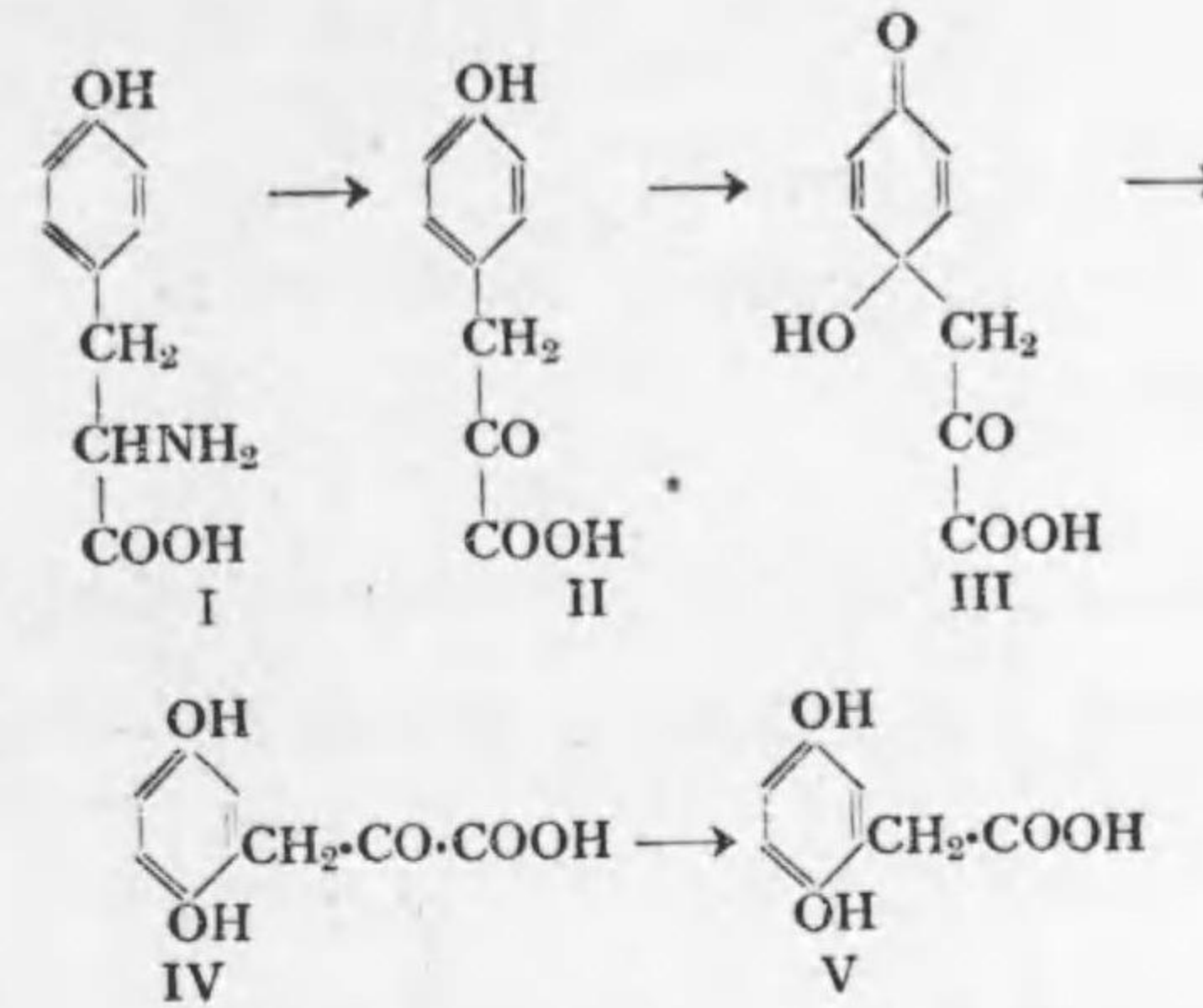
Tyrosin は恐らく Alcapton-尿症を稱する異常代謝の際尿中に出現する Homogentisin-酸を経て分解せらるるものの如し。

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ゝなく、又飽蛋白食にて増量するを以て内因性及び外因性の蛋白質分解物なるこゝを知るべく、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-酸に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ゝ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 $C_6H_4OH \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOH$ 及び Phenyl-焦性葡萄糖 $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOH$ なるべし。是等の酸を 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。然るに是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-醋酸なる時は Homogentisin-酸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 Amino-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 Methylhydrochinon 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。



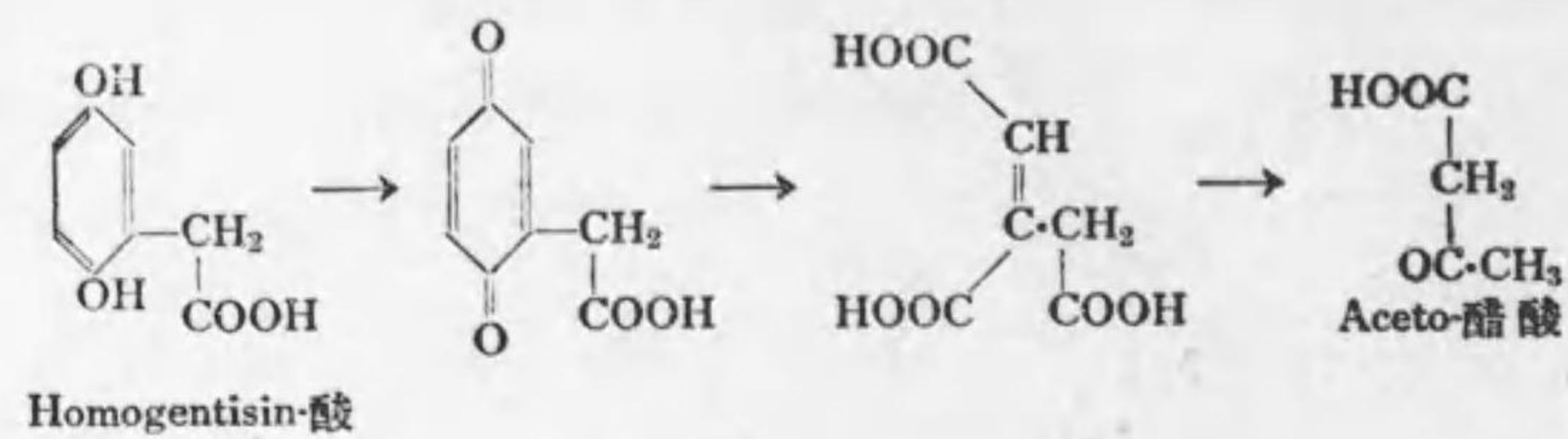
恐らく正常の状態に於て Tyrosin 及び Phenylalanin は Homogentisin-酸に酸化せられこのものが更に酸化作用を蒙りて Benzol-核の分解を見るに反し、Alcapton-尿症患者にては此 Homogentisin-酸を分解する酵素を缺如すものこ想定せらる。

Homogentisin-酸を健康體に與ふる時は體內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ゝを得べし。

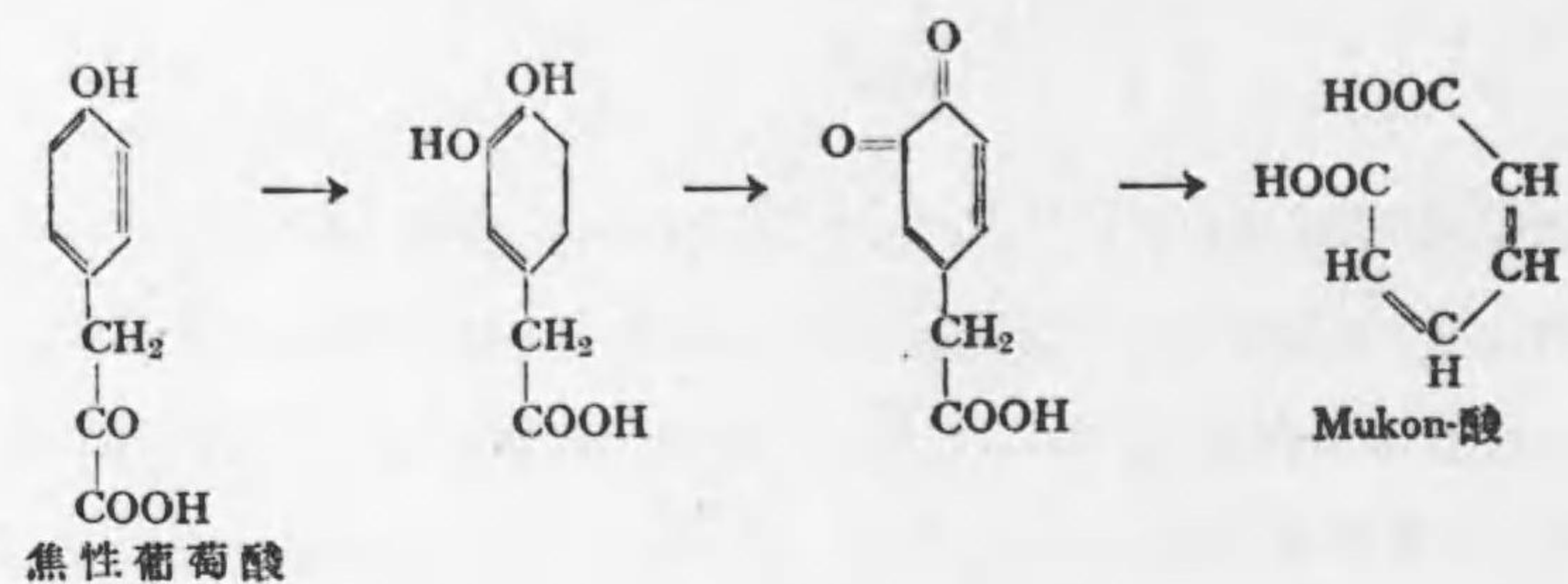
以上記述したる機序は甚だ特殊なるものの如くその中間に於て僅少なる異狀起るこゝあれば酸化作用は完全に行はるるこゝなし。例へば若し p-Oxyphenyl-焦性葡萄糖が Phenyl-核に 2 個の水酸基を攝取せざる以前に於て p-Oxyphenyl-醋酸に變ずるこゝあれば最早酸化作用は相踵で起らざるべく又 Tyrosin が腸内に於けるが如く Amino-基を離解したる後 Oxyphenyl-propion-酸となり、又 Oxyphenyl-醋酸なる時は分解完全なるこゝ能はず。

Phenol 又は Kresol となり硫酸-Ester として尿中に排泄せらる。

Homogentisin-酸は正常體にては恐らく次の如き順程により Acet-醋酸を経て酸化せらるるものならむ。



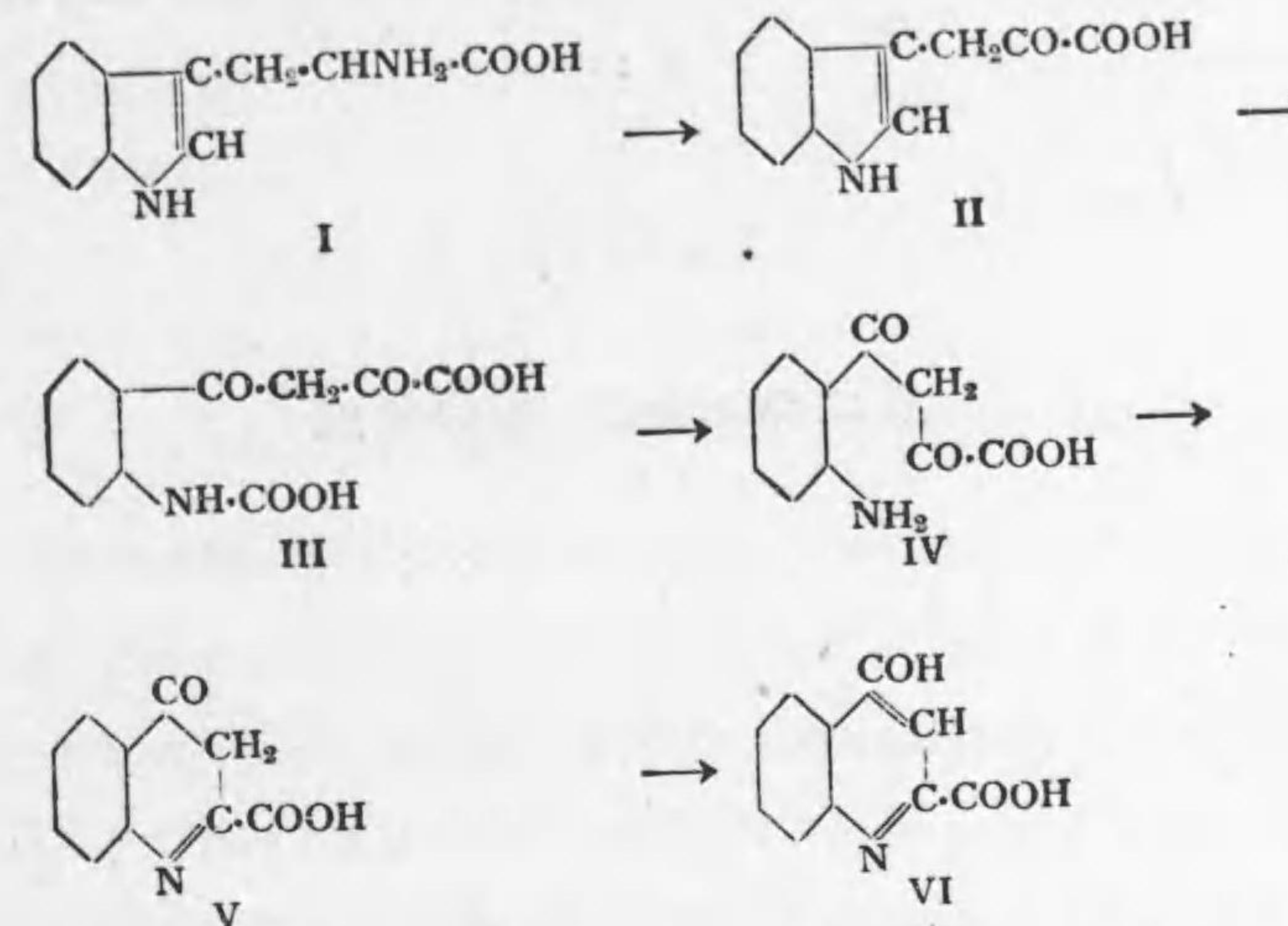
尤も p-Oxyphenyl-焦性葡萄酸は Homogentisin-酸を経て分解せらるる以外に尙 Orthochinon 誘導體を経て分解せらるるものの如し。



Tryptophan Tryptophan は體內に於て完全に分解せらる。其際初めて發生するものは之に相當する Keto-酸なるも此ものは發生するに伴ひ直ちに分解せらるるにより之を分離抽出するこゝ難し。他の芳香核を有する Amino-酸と異なり之を Alcapton-尿症患者に與ふるも Homogentisin-酸を生成せず。

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

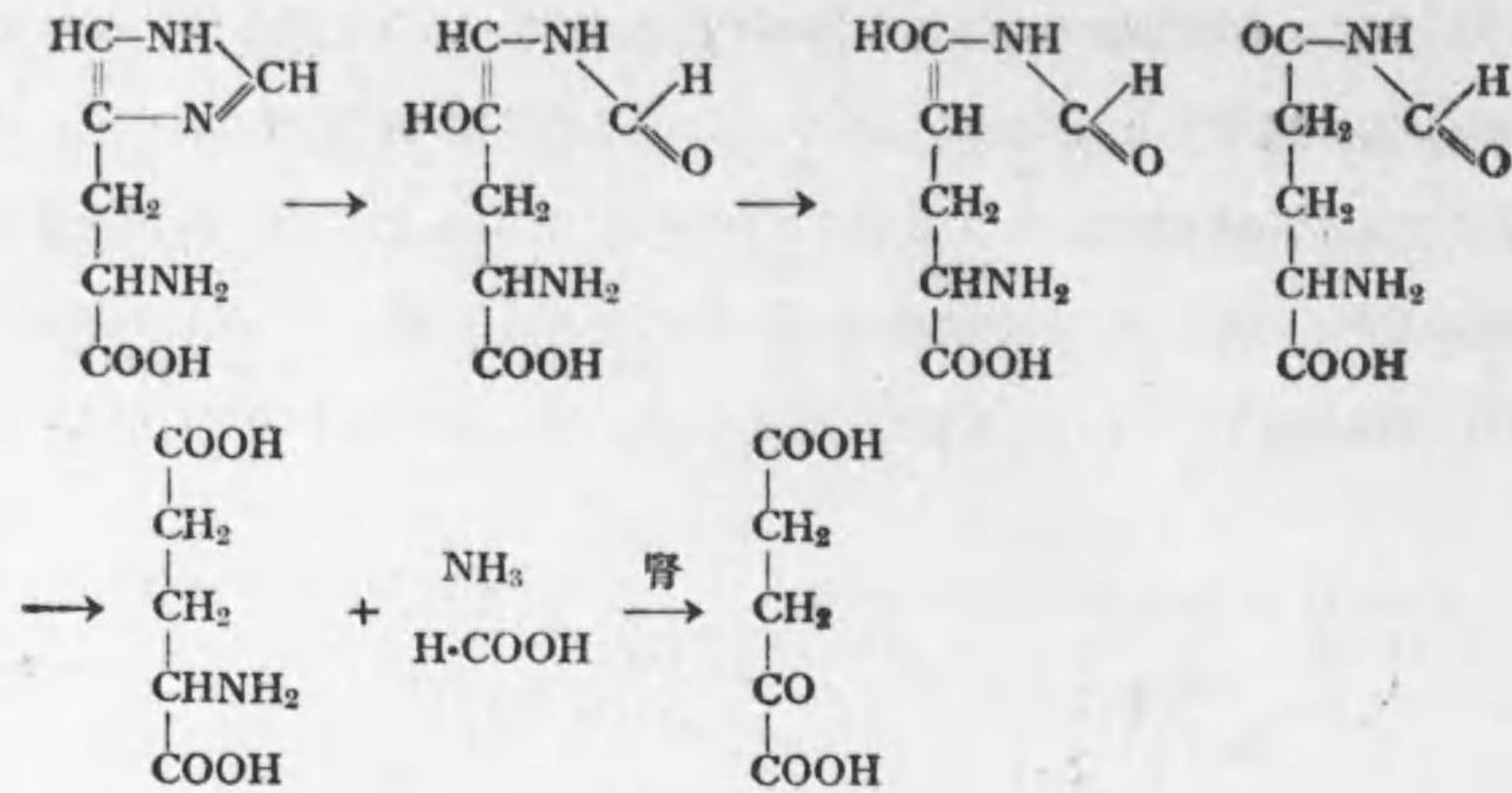
及び松岡により次の如く考ふるを得べし。即他の Amino-酸に於けるが如く Amino-基の離解によりて初めて生ずるは Indol-焦性葡萄酸なるべし、之れ Indol-焦性葡萄酸を家兎に注射する際多量の Kynuren-酸の排泄を見るにて明かなり。次に Pyrrol-環開き (III) 更に炭酸を分離して Aminobenzoyl-焦性葡萄酸 (IV) となりたる後 Kynuren-酸 (VI) に變ずるものなるべし。



但し正常的體內 Tryptophan 代謝の際中間産物として Kynuren-酸が發生するや未定なるも此ものは人體内にて全く分解せらる¹。

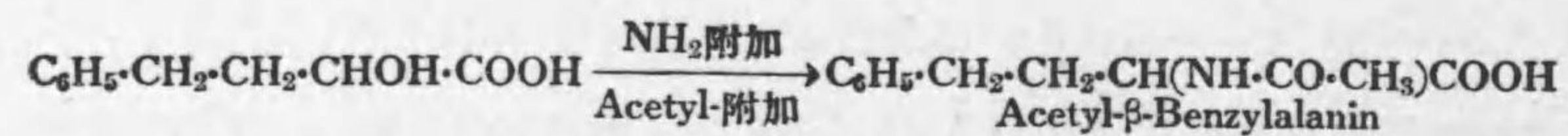
Histidin は腎臟にては他の Amino-酸の如く酸化的脱-Amino-作用を受く。之に反し肝臟にては其中に存する Histidin-酵素の爲めに水解せられて安門を發生し此時 Imidazol-環分解せらる。Edlbacher²等は尙分解産物として Glutamin-酸を分離したり。此分解は酸素存在せざる時に於ても亦行はる。但し肝 Histidin-酵素の作用は比較的弱はく肝 Arginin-酵素の千分の1に過ぎず。

¹ Berg: J. Biol. Chem: 104, 691 [1934] ² Edlbacher 等: Z. f. physiol. Chem 224, 261 [1934]



第二節 Amino-酸の合成

動物體は Keto-酸若くは Oxy-酸を安門より Amino-酸を合成する機能を有するこゝは Knoop 及び Kertess² 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 *r*-Phenyl- α -Keto-及び Oxy-酪酸より其體內にて Phenyl-amino-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 *r*-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-酸の發生するこゝは疑なき所なり。雖も、一の Amino-酸は他の Amino-酸に變化するこゝ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ゝ能はず。これ

² Knoop 及び Kertess: Z. physiol. Chem. 71, 252 [1911]

體が安門の如き窒素を同化する(合成に用ゆる)こゝ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ゝ能を得ざるに基因す、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ゝ能を得。人間は體重 1 kg に對し毎時間約 0.009 g の Glycocoll を生成するこゝ能を得 (Quick: J. Biol. Chem. 92, 65. 1931)

第四章 核酸中間代謝

第一節 核酸の分解

核酸は組織細胞内に於て磷酸酵素の作用により水解せられて磷酸及び Nucleosid に變し、更に Nucleosid-酵素の爲めに分解せられて Purin 及び糖となる、是等の變化は肝臟以外の組織例へば脾、肺、筋肉等の組織に於るも亦行はる。

食物中に存在する核酸は既に述べたる如く腸液の爲めに單核酸を経て Nucleosid に分解せられたる後吸収せられ肝臟に於て Nucleosid-酵素の作用を受く。

Nucleosid 及び Nucleosid-酵素の爲めに分解せられて發生したる Purin は組織に存する脱-Amino-酵素の作用により之に相當する Oxy-Purin 誘導體に變ずるこゝ能を得。

脱-Amino-酵素の作用

酵 素	基 質	生 成 物
Adenin-酵素	Adenin	Hypoxanthin
Adenosin-脱-Amino-酵素	Adenosin	Inosin
Guanin-酵素	Guanin	Xanthin
Guanosin-脱-Amino-酵素	Guanosin	Xanthosin

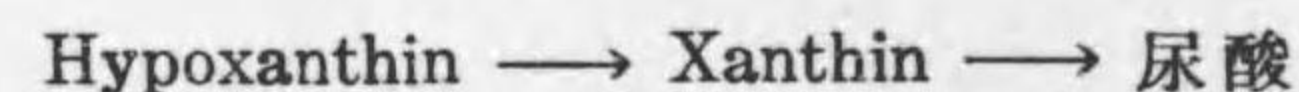
各種の Nucleosid を水解して糖と Purin-鹽基とに分離せしむるものを Nucleosid-酵素と稱し之に Guanosin-酵素, Adenosin-酵素, Xanthosin-酵素, Inosin-酵素等を區別す。

従て Adenosin 及び Guanosin 等の Nucleosid は(1)先づ脱-Amino-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 となるの二様の轉變をみる事を得。

是等酵素の分布は動物により又組織に因りて異なる。一般に Guanin-酵素は廣く分布せられ多くの哺乳類の主なる組織内に存在す。唯豚は著しく其趣を異にし Guanin-酵素に乏しく豚の筋肉に屢々 Guanin の堆積を見ることあり。Adenin-酵素の分布は極めて極限せらるるものの如く鼠、家兎、人體には之を見ることなし、従つて Adenin は人尿の常成分たり。

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、之れこれらの組織は Adenosin-脱-Amino-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。



但し犬及び鼠の肝臓は Xanthin-酸化酵素を缺くを以て是等の動物にては尿酸は他の組織にて生成せられ更に分解せらるる爲めに肝臓に運ばる(尿酸酵素の條下参照)。猿は Xanthin-酸化酵素を含有することなきを以て其尿中には Xanthin 及 Hypoxanthin を含むこと尿酸よりも多し。

此處に發生したる尿酸は人間に於ては其殆んそ全部尿中に排泄せらるる

も其一部即一日に約 30—50 mg は胃液及び膽汁により消化管中に排泄せられ其大部は細菌の爲めに破壊せらる。故に血管内に注射せられたる尿酸の一部は回収せらるること能はず(Lucke¹)

尿酸 は人間及び狸々以外の動物にては肝臓に存する尿酸酵素の爲めに更に分解せられて Allantoin となる(尿酸の條下 383 頁参照)。

多くの動物にては Purin 代謝の終産物は尿酸ならずして尙更に分解せらるるに反し、鳥類及び爬虫類にては殆んそ凡ての蛋白質窒素は尿酸に合成せられて排泄せられ、是等の動物に服用せしめたる尿素は悉く尿酸として排泄せらる。

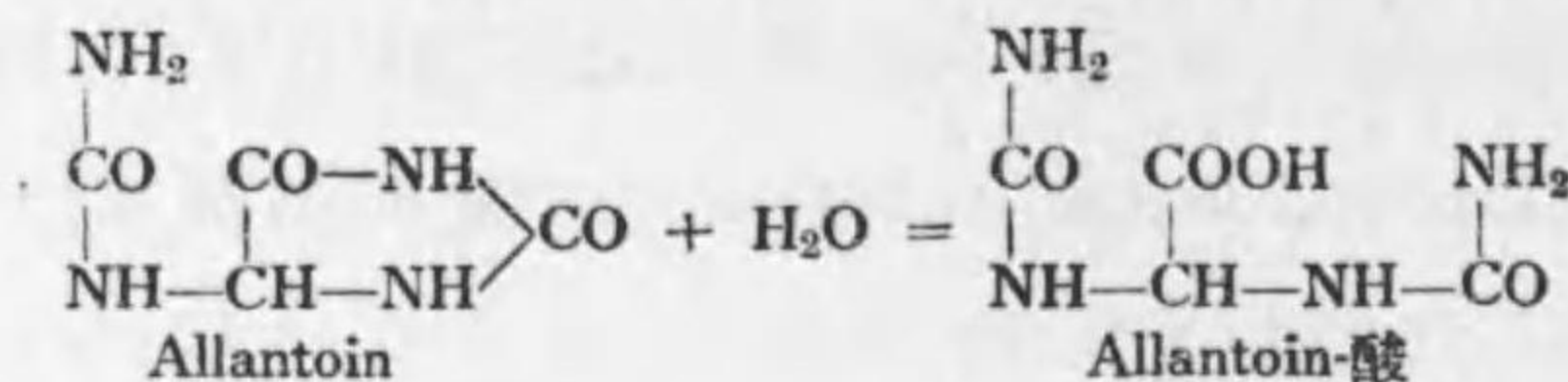
正常人血は其 100 cc. 中に 0.7—3.8 mg (大多數は 2—3 mg) の尿酸を含有す。他の動物は尿酸より Allantoin を生成するを以て其量少なく家兎、羊、豚、馬、下等猿、牛、猫等にては 0.05 乃至 0.2 mg の間にあり。鳥類にては尿酸が窒素代謝の終産物なるを以て其含量従つて大にして 4—5 mg に達す。

Folin, Berglund 及 Derick によれば尿酸を犬、猫又は家兎に注射する時は腎臓は直ちに多量の尿酸を攝取すること同時に著しく水腫様に膨大す。腎臓以外の組織には蓄積せられず残部は血中に止まりて破壊せらる。腎臓に蓄積せられたるものは直ちに盡く排泄せらるるものに非らず尿中に移行する部は極めて少なし。犬に於ける尿酸の破壊は其作用極めて強し犬の體重 1 kg に對し 100 mg を注射したるものは 10 分以内にて既に其 70% 破壊せらる。但し家兎は犬に比し尿酸を破壊すること遅し Folin は更に人の静脈内に 20 mg の尿酸-Lithium を注射したるに其約 30—90% は 1—4 日内に尿中に排泄せらる。人血に於ける尿酸含量の大なるは人の腎臓に之を吸収するの力少なるに基因し此拒否性は殊に痛風症に當り増進す。

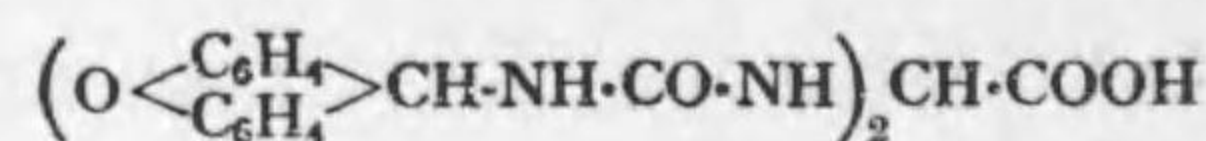
Allantoin は哺乳動物にては尿酸分解の終産物をなせども Przylecki は

¹ Lucke: Z. ges., exptl. Med. 79, 180, 188, [1931]

蛙其他の動物の組織は Allantoin を分解して尿素、尿酸及び安門等を發生すこ稱し、又 Fosse 及 Brunel (C. r. 188, 426, 1929) は大豆其他の莖類に Allantoin を Allantoin-酸に變ずる Allantoin-酵素を見出した



但 Allantoin-酸は Xanthidrol と結合物を作ることを得、



Pyrimidin 分解の様子は未だ全く明なるを得ずこ雖も Cerecedo の研究によれば Uracil は Isobarbitur-酸, Isodialur-酸, Oxalur-酸を経て尿素と尿酸とに分解するものの如し。

Methylxanthin 植物中に含有せらるる三種の Methylxanthin なる Theophyllin, Theobromin 及 Caffein は体内にて漸次 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 Trimethyl-xanthin) 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-族及び (7)-Methyl-族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一。

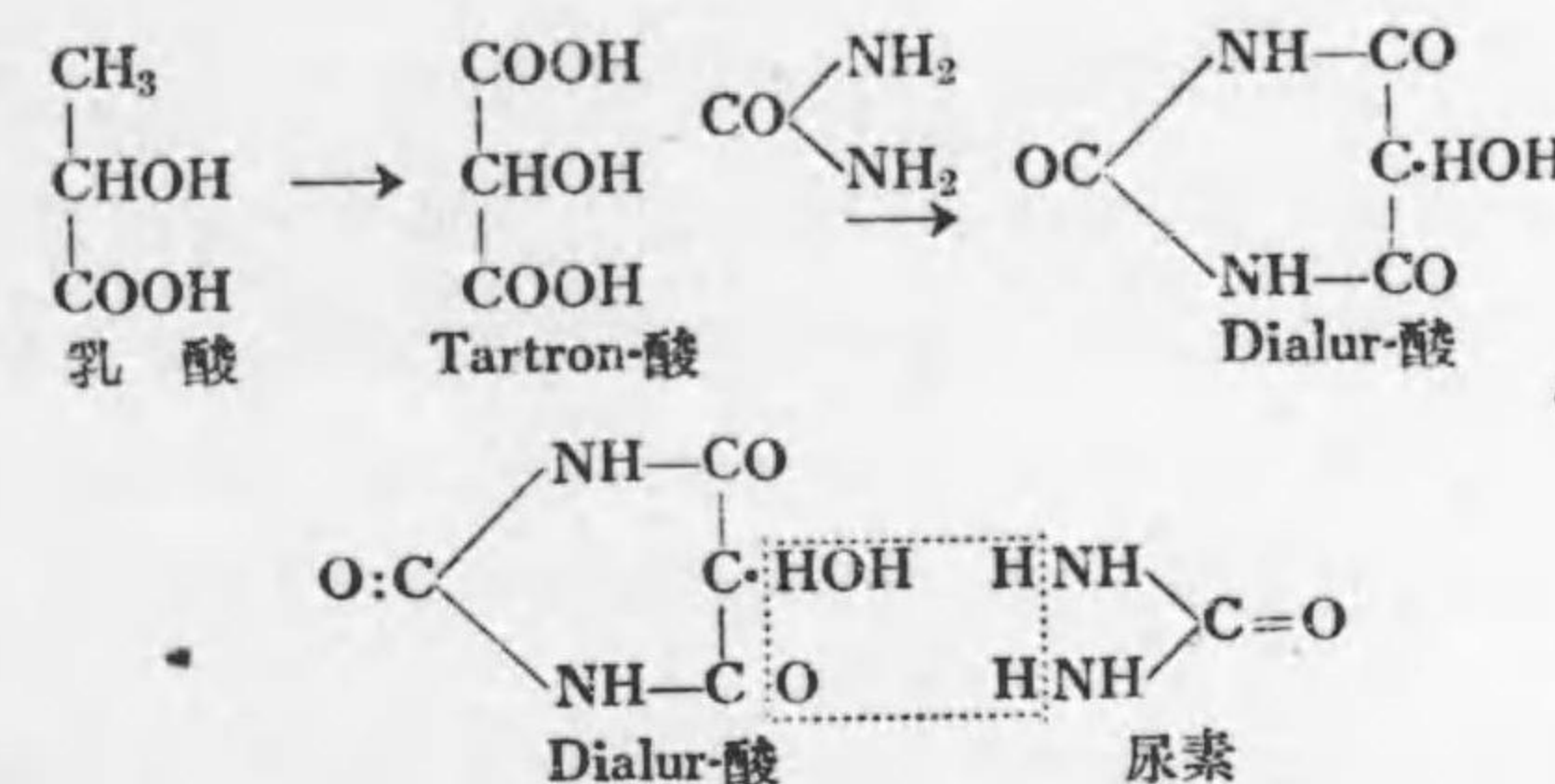
第二節 Purin の生成

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 鳥及び爬虫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、尿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虫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虫類に於ては尿酸を増加する機能と異なる。

鳥類及び爬虫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。



人類其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 が体内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、昆虫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。

第十一編 代謝及び營養²

生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

生體が體外より養素を攝取し之を體内に於て變化せしめ反應生成物を體外に排除するに際し攝取せられたる養素を排除せられたる代謝産物は全く其の化學的構造を異にするに拘らず其の間には常に物質不滅の法則行はるべく、又養素として攝取せられたる Energi は主として化學-Energi にして生體より散逸する Energi は主として熱及び器械的 Energi なるも其間には常に Energi 不滅の法則行はるるこそ經驗並びに實驗によりて明なれり。

第一節 代謝作用の研究法

代謝作用を研究せんことを欲せば先づ生物體が消費する物質の量及び同時間内に於て發生する 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。

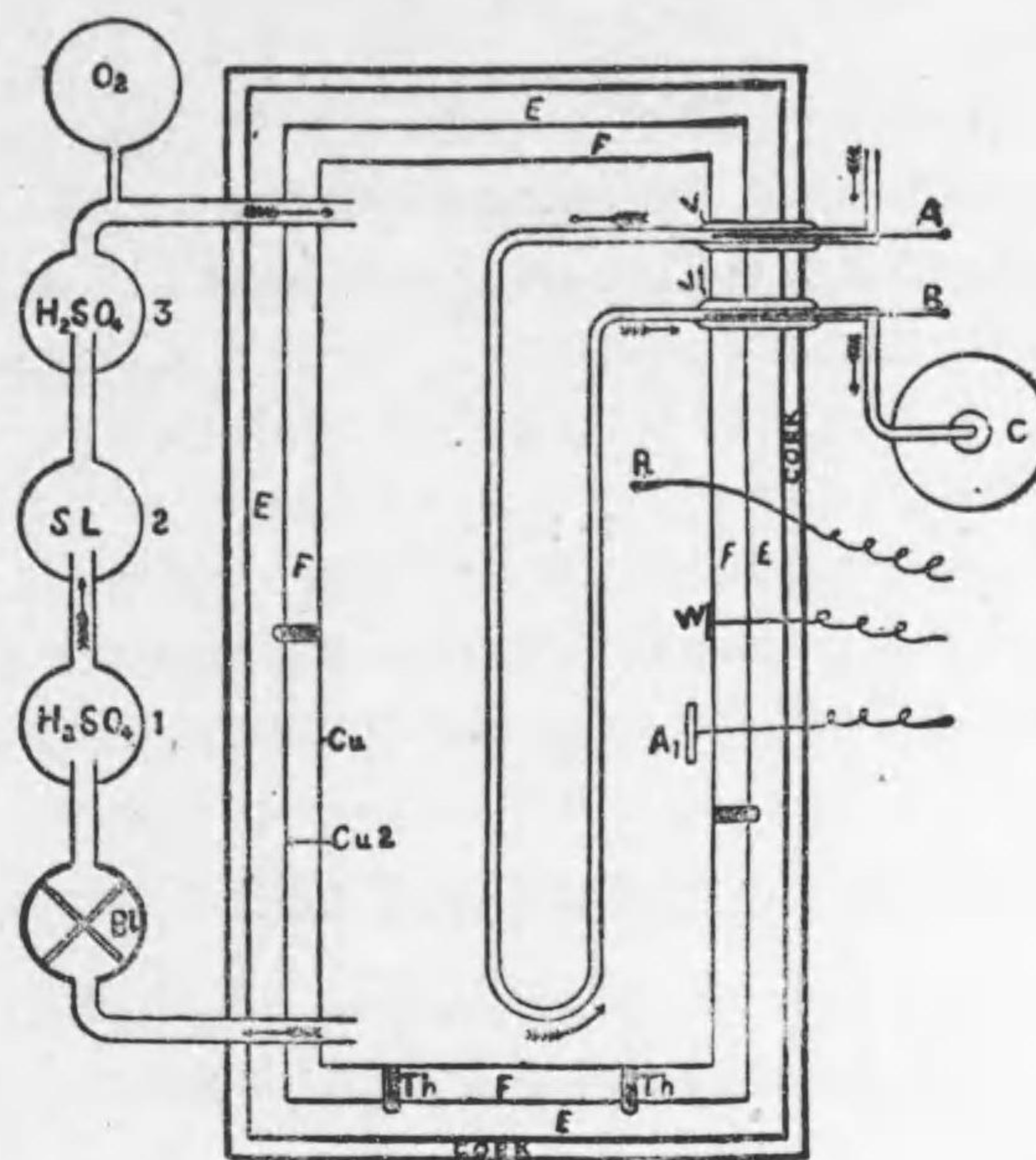
生物体内に於て消費せらるる物質の主なるものは蛋白質、脂肪及び糖質にして、その他は極めて僅微に過ぎず、而して食物中に存する有機養素も亦多くはこの三者を出でず。故に吾人は代謝機能を攻究するに際し先づこれら成分の攝取量及び其代謝産物の排泄量を測定するを要す。而して第一の問題たる各養素の攝取量は食物の養素含有量を測定し之より同期糞便中の養素量を控除して直接にこれを知るを得べし。雖も、第二の問題即ち体内に於て幾許の體成分並びに養素が費消せられたるやは間接の方法により初めて推定せらるるなり。之れ糖及び脂肪が体内に於て全然燃焼せらるる時は炭酸及び水に變じ又蛋白質の窒素を含まざる部分は全然炭酸及び水に分解する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)に排泄せらるるが故に尿中窒素を測定して体内に於ける蛋白質分解の度を知り又呼氣を検して糖質及び脂肪の終末産物及び蛋白質非窒素含有分の酸化物を求むるを得るなり。

第一項 呼吸熱量計による代謝量の測定

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(第13圖参照)とす。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。この所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(B)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罐(硫酸)(1)を通過する際水分を失ひ第二罐(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罐(硫酸)(3)に於て再び失はるるが故に第一罐重量の増加は箱内

1 Respirationcalorimeter



第 13 圖

に於て發生したる水の量を表はし、第二、第三兩罐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所と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 1g の水蒸氣は 20° に於て 0.586 Calori の潛熱を有すればなり。

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と 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と(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温度は忽ちにして體温と同等に上るべし)之なり、而してこの際室に出入する水の温度及び水量を測定する時は流水にて誘去せらるる

熱量を算出することを得べし。温度は電気抵抗寒暖計(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空気層(E,F)あり、熱量計より外圍に向ひ熱の放散することなからしめんが爲め内外銅壁の温度を同等に保持せしむ。二壁間の温度差異の有無を電熱計を用ひて上、下、側方に於て各約4分毎に檢し若し外壁が内壁より温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を用ひて補温せしむ。尙室内に復歸する空氣は抽出したる空氣と同温度にすることを要し、又被験者の直腸内10—12cmの所に電気抵抗寒暖計を挿入して體温を測定すべし。人體の比熱は0.83なるにより體温の變化により生滅する熱量を推知することを得べし。

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臓に於て吸入せられ、又酸化によりて發生する炭酸は肺臓より呼出せらる、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尿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、而して殘餘の元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量を算出せり。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

1gに對して8.49gの酸素を消費して9.35gの炭酸を發生することを知る。

Rubnerの測定したる結果をLoewy¹が計算したる所によれば100gの筋肉蛋白質の組成は

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

となる。之を燃焼するには138.18gのO₂を要し、此際152.17gのCO₂を發生す。従て尿中窒素1gに對し體内蛋白質酸化に要せらるる酸素は8.49g(=5.94l)、此際發生する炭酸は9.35g(=4.76l)なるを知るなり。

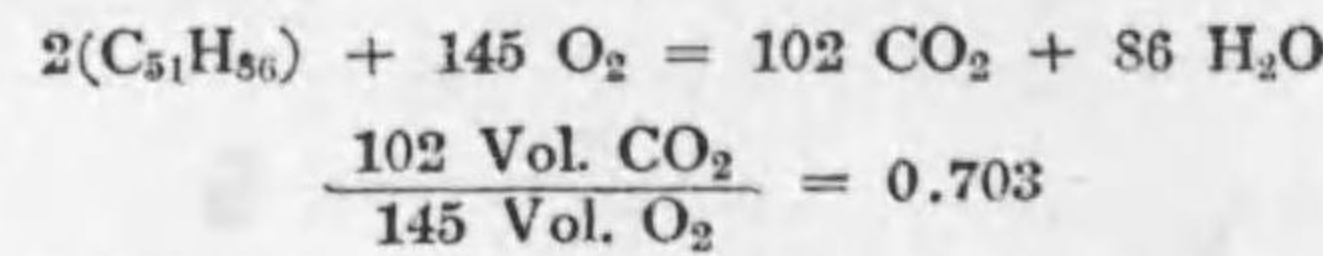
かくの如き計算によりて蛋白質の分解に對する酸素及び炭酸の量を總瓦斯量より引き去りたるものは糖質及び脂肪の燃焼に相當する瓦斯量なり、而して糖質及び脂肪が體内に於て完全に燃焼せらるる際に要する酸素及び此際發生する炭酸の量は是等兩養素の化學的組成異なるに伴ひ各異なるを以て體内に於て分解する糖質及び脂肪の量を次の如くして其呼吸比より算出するを得べし。

呼吸比 糖質及び脂肪は體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發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つてそれと同量のCO₂を發生するを以て $\frac{CO_2}{O_2}$ (容積の比)は一なり。

¹ Oppenheimer's Handb. d. Biochemie

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 $C_{51}H_{98}O_6$ 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 $C_{51}H_{86}$ を酸化するに要せらるる酸素及びこの時發生する炭酸の比は 0.703 となる。



而して食用脂肪は主として Palmitin, Stearin 及び Olein の混合物にして平均 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發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、下に掲けたる Lusk の改訂したる Zuntz 及び Schumburg の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来する呼吸比を非蛋白呼吸比と名付く。

混合酸化時に於ける糖質及び脂肪の割合
(Zuntz-Schumburg-Lusk)

呼吸比 R. Q	全熱量發生に 關與する割合		1 l の酸素に對する熱量	
	糖 質	脂 肪	Cal. 數	その 對數
0.707	0	100.0	4.686	0.67086
0.71	1.10	98.9	4.690	0.67114
0.72	4.76	95.2	4.702	0.67228
0.73	8.40	91.6	4.714	0.67342
0.74	12.0	88.0	4.727	0.67456
0.75	15.6	84.4	4.739	0.67569
0.76	19.2	80.8	4.751	0.67682
0.77	22.8	77.2	4.764	0.67794
0.78	26.3	73.7	4.776	0.67906
0.79	29.9	70.1	4.788	0.68018
0.80	33.4	66.6	4.801	0.68129

¹ Respiratorischer Quotient

0.81	36.9	63.1	4.813	0.68241
0.82	40.3	59.7	4.825	0.68352
0.83	43.8	56.2	4.838	0.68463
0.84	47.2	52.8	4.850	0.68573
0.85	50.7	49.3	4.862	0.68683
0.86	54.1	45.9	4.875	0.68793
0.87	57.5	42.5	4.887	0.68903
0.88	60.9	39.2	4.899	0.69012
0.89	64.2	35.8	4.911	0.69121
0.90	67.5	32.5	4.924	0.69230
0.91	70.8	29.2	4.936	0.69339
0.92	74.1	25.9	4.948	0.69447
0.93	77.4	22.6	4.961	0.69555
0.94	80.7	19.3	4.973	0.69663
0.95	84.0	16.0	4.985	0.69770
0.96	87.2	12.8	4.998	0.69877
0.97	90.4	9.58	5.010	0.69984
0.98	93.6	6.37	5.022	0.70091
0.99	96.8	3.18	5.035	0.70197
1.00	100.0	0	5.047	0.70303

算式 (式中 R = R.Q)

$$\text{第1列 \% 値} = \frac{504.7(R-0.707)}{5.047(R-0.707)+4.686(1.00-R)}$$

$$\text{第2列 \% 値} = \frac{468.6(1.00-R)}{5.047(R-0.707)+4.686(1.00-R)}$$

$$\text{第3列 Cal. 値} = 4.686 + \frac{R-0.707}{0.293} \times 0.361$$

$$\text{第4列 對數値} = \text{第3列の對數}$$

Lusk: J. Biol. Chem. 59, 41 [1924] の抜萃

上述したる如く体内にて筋肉蛋白質 100g が酸化せられたる時尿中には 16.28g の窒素を排泄するにより尿中窒素 1g に對し体内に於て約 6.15g の筋肉酸化せられ居るべく従つて其際 26.51 Calori の熱量發生す、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。

第二項 開通式呼吸計による代謝量の測定

間接熱量測定法による時は複雑なる熱量計の装置を要せず簡單なる開通式呼吸計を以て足る。之れ体内にて蛋白質、脂質、糖質が一定量の酸

素にて燃焼せらるる際發生する Energi-量は其の間に大なる差異なく表に示すが如く酸素 1l に対し澱粉にては約 5 Cal., 脂肪にては約 4.7 Cal., 蛋白質にては約 4.6 Cal. にして互に近似値を示す上に, 常態にて蛋白質の酸化せらるる量は脂肪及び糖質に比し少量(採食後 14 時間に於ける代謝の状態を検するに通常蛋白質は 15%, 脂肪は 51%, 糖質は 34% なり)なるを以て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 1l の酸素に對する熱發生量を求め, 之を酸素消費量に乗じて體內に於ける熱發生量を求め得ればなり。

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 1l 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

以上の原理により間接熱量測定法を行ふには Tissot の呼吸計若くは Douglas の囊により一定時間内に呼出せられたる呼氣を採集し, 其の容積を測定するに同時に吸氣及び呼氣の分析を行ひ次の方法により呼吸比を決定したる後 Lusk の改訂したる Zuntz 及 Schumburg の表(454 頁)により 1l の酸素消費量に對する熱量を知り之に該時間内に費消したる酸素の總量に乗する時は該時間内に發生したる熱量を得べし。Tissot の呼吸計及び Douglas の囊に就ては拙著實驗生化學第 62 節に之を詳述せり。

吸氣及び呼氣の組成より呼吸比を決定する法 例を以て示さむに, 例へば吸

氣の組成を酸素 20.93, 窒素 79.03, 二酸化炭素 0.04 容積%とし乾燥呼氣の組成を酸素 16.60, 窒素 79.40, 二酸化炭素 4.00 容積%とす。

二酸化炭素の輸入は僅微にして吸氣及び呼氣の容積の差は之に何等掲ぐべき影響を呈せざるを以て體內に於て發生し呼氣 1l 中に排除せらるる二酸化炭素の量は

$$\frac{1000(4.00-0.04)}{100} = 39.6 \text{ cc}$$

なり。

吸氣 1l 中には窒素 790.3 cc を含有するに過ぎざるに呼氣 1l 中には 794.0 cc の窒素あり。然るに窒素は體中に攝取せられ又は體中より排泄せらるるこなきを以て 794.0 cc の窒素は

$$1000 \times \frac{794.0}{790.3} = 1004.8 \text{ cc}$$

の吸氣中に存在したるものなるを知るべく, 之と同時に吸氣中に含有せられたる酸素は

$$\frac{20.93 \times 1004.8}{100} = 210.3 \text{ cc}$$

にして其中 166.0 cc が呼氣 1l 中に呼出せられしなり, 従つて體內に攝取せられたる酸素量は

$$210.3 - 166.0 = 44.3 \text{ cc}$$

にして此の間に二酸化炭素は 39.6 cc 丈排泄せらる。故に呼吸比は

$$\frac{39.6}{44.3} = 0.89$$

なり。

第三項 閉塞式呼吸計による代謝量の測定

正常體にて而かも基礎代謝量測定に適合したる休息状態にては其呼吸比は殆んど常に 0.82 又は 0.83 なり。故に此際には單に酸素の消費量を測定したるのみにて其 1l 毎に 4.83 Cal. を乗する時は熱發生量を知ることを得べし。

斯の如く基礎代謝條件下に休息せる人士の酸素消費量より直接に熱量

を測定する爲めに用ゆる呼吸計は即ち閉塞式呼吸計にして之に Benedict-Roth の呼吸計及び Krogh の呼吸計あり、共に描波計に畫かれたる曲線の高さにより酸素消費量を採讀し得べく之より簡單なる計算によりて一定時間内に於ける熱發生量を推知するここを得べし。Benedict-Roth 及び Krogh の呼吸計に就ては實驗生化學に詳述しあるを以て茲に之を略す。

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實際分解排泄せらるる物質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し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。尙生長期にある生體又は長時饑餓後の恢復期にある生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

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ま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らるることあり。

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す。

礦質の吸收及び排泄は他の鹽類及び酸鹼の存在によりて著しく影響せらるるが故に礦質最小必要量は時により變化す。然れども通常成獸の需要する礦質分は殆んど全く食物として攝取する動植物中に含有せらるるを以て吾人は特に之を攝取するの必要なし但し食鹽のみは特に食物中に加味するを要し1日の食鹽必要量は約 5g なり。尙 Ca は約 0.5g, P は 1.0g, Mg は 0.2g, 沃度は 20r, 鐵は 10mg を要すべく又銅, Mangan 等は各 2mg 宛にて充分なり是等は亞鉛, Aluminium, 硅素, 弗素等の微量と共に食物中に自然に含有せらる。

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尙 Energi の發生に用らるれ、又饑餓時に於ても蛋白質の一部は細胞の機能に必要な Amino-酸を供給する以外に勢力源として費消せらる、故にこれらの場合に於ける蛋白質費消費量は眞に保存に必要な量よりも大なり之に反し糖質及び脂質等を十分に與へて勢力源の供給を全からしむる時は蛋白質の分解を輕減ならしめ體重 1kg に對し1日蛋白質の分解を僅かに .2— .25g に低下せしむることを得べし之れ蛋白質の極小必要量にして勢力源に供給充分なる時も此量の蛋白質は必ず食物より供給せられざるべからず、而して蛋白質を構成する Amino-酸の組成が體蛋白質と相去ること大にして、必須の Amino-酸を含有すること小なれば此量の蛋白質を與ふるも體蛋白質の分解

を停止する力弱はし、従つて多量に蛋白質を攝取するを要す。

各種の蛋白質が體蛋白質の分解を阻止する作用により蛋白質の生機的價値を測定したる人あり例へば Thomas (Arch. f. Anat u. Physiol. 1909, 243) は成人の體重維持に對する生機的價値を測定し

牛肉	104.74%	小麥粉	42.4
牛乳	99.7	米	88
大口魚	91	豌豆	55.8
酵母	73	馬鈴薯	79
乾酪素	67		

なるを見出したり、之れ一に是等蛋白質中に存する必須 Amino-酸の含量如何によるものにして Cystin, Tryptophan 及 Tyrosin 等を適宜の割合に多量に含有するものは少量にして體重維持を保ち得、食物中の蛋白質の種類不完全にして是等 Amino-酸を缺如する時も之に是等缺如する Amino-酸を補ふ時は完全なる。

實際に於て體蛋白質の分解を阻止する爲めに攝取すべき食物中の蛋白質量は蛋白質の種類の変化及び消化の良不良等を顧慮し蛋白質極少需要量の4—5倍即ち體重1kgに對し一日に約1gを見ても可なるべし。

3. 轉輸素

以上述べしが如く生體は Energi 供給以外に無機成分並びに體內にて生成せられ難き數種の Amino-酸を必ず養素として攝取するを要するのみならず尙必ず外部より供給せらるるを要する成分あり、食物中に此もの缺如する時は如何に鑛質及び蛋白質の量及び質に於て完備し糖質及び脂肪による Energi の供給充分なるも一定時日の後脱落現象を呈し終に斃死すべし、即ち古來より屢々見られたる脚氣、壞血症、尙癩症等は是等の必須養素の缺乏症に屬するものにして尙實驗的に全く脱脂したる食餌を以て動物を飼養する際に見る生長停止、眼症等も亦一種の缺乏症なること明かなれり。

Stepp (Bioch. Z. 22, 452, 1909) は人工的に廿日鼠を Alcohol-Ether 浸出食餌にて飼養したる際其生長停止し眼症を起し終に角膜軟化して盲目となり約4週以内に死するを認めたり此際唾液の分泌止まり血小板消失す

尙癩症の時は骨化作用に障礙あり、古來此病症に對しては肝油效あること知られたり、尤も此物質以外に食餌中の Ca 及 P の適當量が骨骼の發達に大なる要素なるは勿論なり (Mac Collum)。

脚氣病 末梢神經が炎症を起し次で退變に陥る。運動障礙、頭痛、眩暈、消化違和、血行違和等の症候現はる。腺器は萎縮し、血液には白血球數減少し、酸化代謝減退す、其原因は鳥類神經炎症と同一なること判明せり、白米を主として食する時起る。之に糠を加へ與ふれば症候復舊す。

壞血症 (小兒の Moeller-Barlow の病も之に相當す) は骨代謝の障礙及び強度の出血性 Diathese (齒齦、腸粘膜、肋間軟骨の毛細管出血等) を現はす、航海中往昔鹽魚、麵麩のみを食したる時起り新鮮なる蔬菜の攝取によりて恢復する經驗あり。實驗的には海狸に消毒大麥、加熱牛乳及び非新鮮植物の混合食にて發生せしむることを得。

斯の如き現象の發揮には二様の解釋を附するを得べし即糖、肝油、蔬菜中の物質によりて他の食物と共に攝取せられたる有害なる物質が下毒せらるるか、又は不完全なる食餌を補充するかとの二つの考を抱くことを得るなり。然れども普通の食物中に毒物存すること又は腸中にて毒物の發生することに就ては未だ充分なる證明を缺くが故に殆んぞ全部の研究者は糠、蔬菜、果實等の中に糖質、蛋白質、脂肪以外の營養に必要な物質存在するものこそ考へ之を Vitamin (Funk), 補充養素 (Boruttan), 副養素 (Hopkins, Hofmeister) 等と呼べり。然れども是等の名稱は特に此種の物質に則したるものに非らず、故に是等物質が細胞に對し Energi 源及び構材として作用するものに非らずして其機能を順調に維持する役を營む點より之を轉輸素と稱するを以て適當すべし。

生機能を促進するものの如く、Henin-鐵の存在に基く酸化順程を促がす。Vitamin-缺如獸の肝臟切片に Vitamin A を添加する時は酸化作用著しく促進す。Thyroxin に對關して生長を促進し又 Thyroxin による中毒症狀を阻止す。

鼠に多量に Vitamin A を附與する時は Vitamin D 缺如症狀起り、又 Vitamin A の缺損は Vitamin D 過剩投與に似たる症候を呈す、故に Vitamin A と D とは一定の割合に食物中に攝取するを要するなるべし。

Vitamin A を最も多く含有するは肝油なり、食品中の Vitamin A 又は Carotin 全量は其色彩の度と平行するところありとも卵黃(無効の Lutein を含む)及 Tomato(無効の Lycopin を含む)等にては色彩の度は Vitamin 含量と一致せず。

鼠は日々 2.5 γ の β -Carotin を要し、 α -及- γ -Carotin 及び Kryptoxanthin の場合は 6 γ を要し、人間にては日々約 3—5 mg の Vitamin A を要す。

Vitamin D

Vitamin A と共に肝油其他の脂肪中にあり、是等の油を 100° に於て通氣すれば A は破壊せられて D のみ残留す。脂肪を鹼化すれば不鹼化物質中に移行す、Vitamin D を含まざる動植物組織を紫外線にて照射する時は抗佝僂症質を發生す、古より屋外の日光に浴するところが佝僂症治療に效あるところ知られたり。

幼犬に Vitamin D 缺如食を與ふれば骨軟骨境界部(骨發育層)に於ける石灰沈著起らざる爲め骨生成障碍せらる。此骨化層は廣くなり判明を缺く、骨は軟くなり負荷に際し容易に彎曲し治癒後にも骨の畸形化を残す。幼兒の佝僂症に際して最も早く軟化するは頭蓋骨にして壓を加ふる時は容易に凹む。

佝僂症は Vitamin 攝取の不及にのみよりて容易に起るものに非ず其外日光に照射せられざる所及び Ca の攝取量が磷の攝取量よりも著しく大なる

ここ等必要なり。此時 Ca の排泄に伴ひ生體より磷酸多量に排泄消失す。其結果として血清内總磷量は 7—8 mg % の正常値よりも遙かに減少し 2.5 mg % となる。之に反し Ca 量は減少する所遅く且つ其度小なり、此時食餌中の $\frac{Ca}{P}$ 量比を正常にするか又は Vitamin D を添加すれば治癒する所を得、但し此鼠に就て行ひたる實驗と異なり小兒佝僂症の際には磷酸鹽を服用せしむるも治癒せず質代謝障碍ある所を示す、蓋し此障碍は血清及び骨内にて磷酸-Ester の酵素的分解増大する所、生長する骨により利用さるべき一定の磷酸-Calcium-分割が血清中に減量する爲にして佝僂症の軟骨を正常血清中に入れば正常の骨化作用行はる。抗佝僂症性-Vitamin は此磷酸-Calcium 分割の生成に必要なものと思惟せらる。最も尙骨化層にも障碍あるものなるべし。

Vitamin D の供給不足する時大人にても骨軟化症を惹起する所あり之は殊に妊娠時及授乳期の女子に現はれ、骨より石灰鹽消失し骨骼に彎曲を來す(骨軟化症)。

初め天然に肝油中に存する Vitamin D を分離する所能はざりし爲め、照射せられたる食品中より分離する所試みられ一定の成功を得たり、即ち植物性の油に就て檢したる處によれば有效分は Sterin 割分に存し、而かも純粹にしたる Cholesterin は此作用を有せざる所を知れり。然るに吸収線分光像の比較研究によりて 280 m μ に於て強き吸収を示すものなる所知られ、先づ Ergosterin なるべしとて Ergosterin を紫外線にて照射し一種の抗佝僂症質 Vitamin D₂ を得るに成功せり。

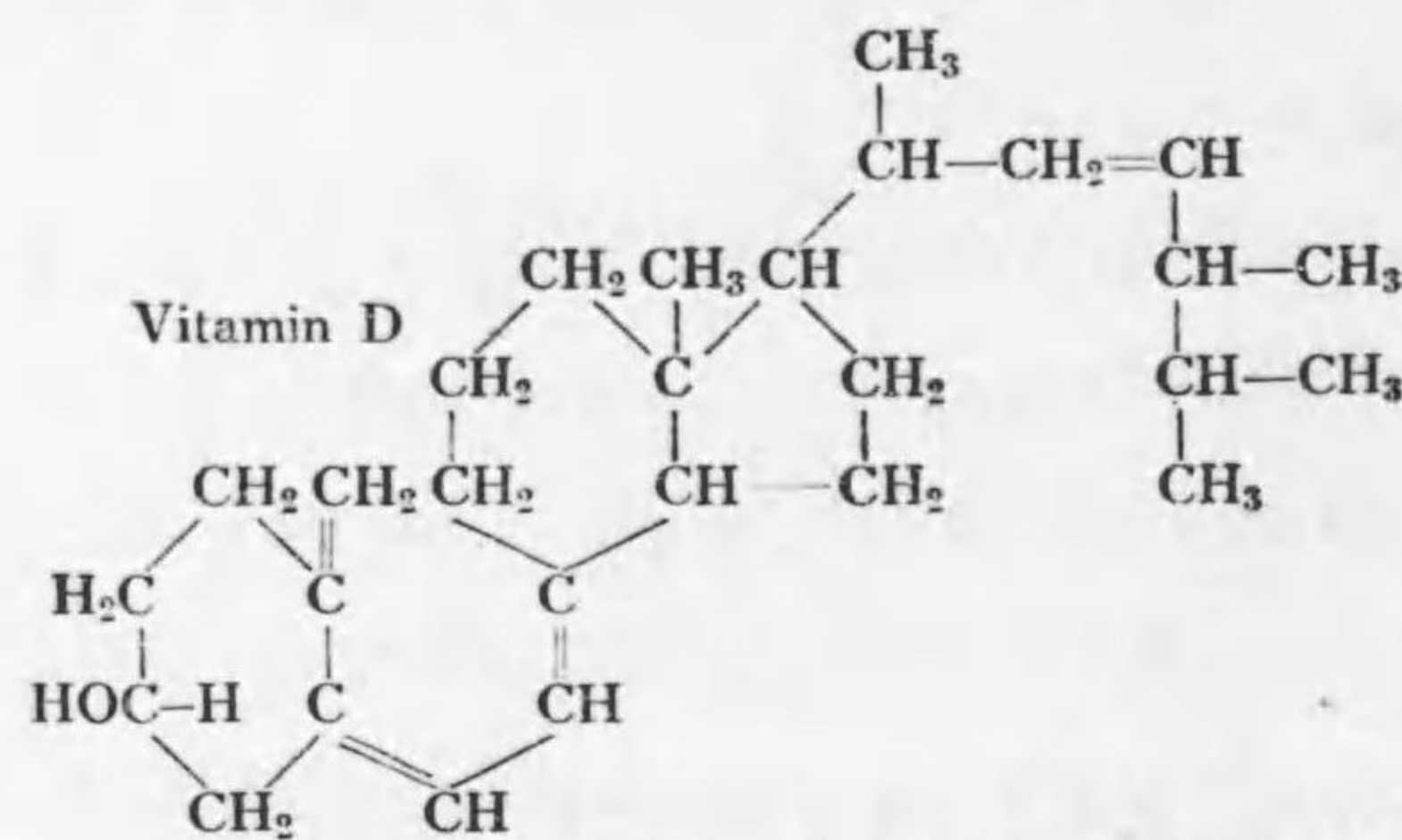
Vitamin D₂ は初め Magnesium 閃光(約 278—290 m μ) を Benzol 又は Toluol にて濾過したるものにて Ergosterin を照射しこれより、Digitonin にて沈澱する部を除去し、0.0001 mm 壓にて蒸餾して得たる不純物を 3.5 Dinitrobenzoyl-鹽化物と反應せしめ溶解度により分離し有効の結晶とて得られたり (Calciferol)。Windaus も亦照射物を Malein-酸失水物にて

沈澱せしめ、更に 3.5 Dinitrobenzoyl-鹽化物にして純化し同一物を得たり。Vitamin D₂ は 115° にて熔融し、 $[\alpha]_{5461}^{20}$ EtOH = +120°, 263—5 m μ に極大吸収帯を有す。

Ergosterin に照射を施す時先づ發生するは Lumisterin, 次に Tachysterin なり。是等は抗佝僂症の性質を有せず、夫より Vitamin D₂ 生ず、更に照射を繼續すれば Suprasterin I 及 II となり終に Toxisterin なる毒性強きものに変ず。

Ergosterin 照射により初めて Windaus により分離せられたる Vitamin は Vitamin D₁ にして此ものは Lumisterin と Vitamin D₂ との分子性結合物なり。

Vitamin D₂ の分子的組成は Ergosterin と同じく、唯複鎖更に 1 個増加したるものにして其構造は次の如きものなりを考へらる。

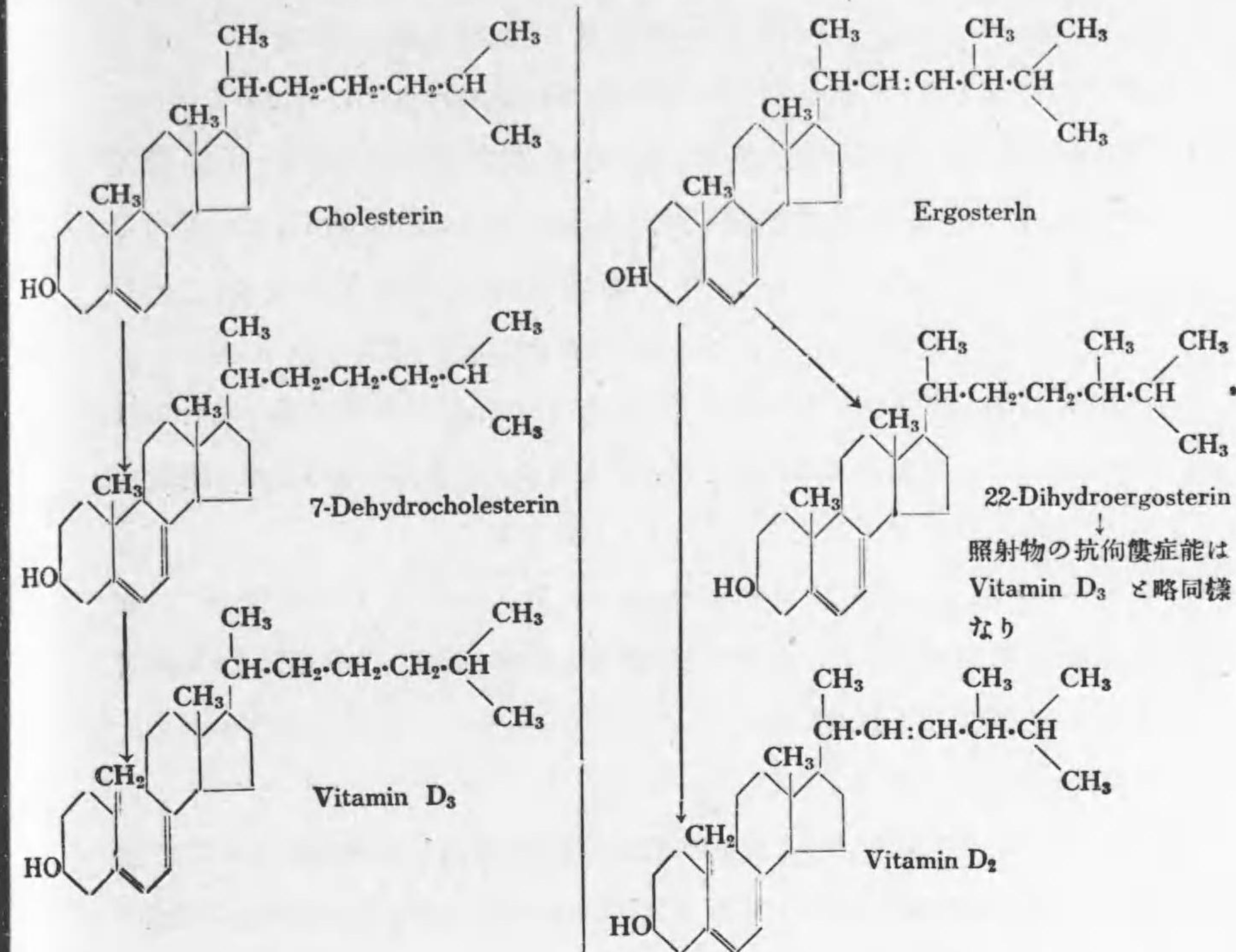


Windaus 及 Thiele: Ann. d. Chem. 521, 160, 1935

然れども Vitamin D の作用は決して單一の物質に限局するものに非ず、近似したる構造を有するものは其作用を示す、尤も其作用は動物の種類により其度を異にす例へば肝油の效力と Vitamin D₂ との效力を比するに肝油は雛雞に對し鼠に對するよりも Vitamin の效力大なるが如し。

肝油中に存する Vitamin は Brockmann により初めて分離せられ Vitamin D₃ と稱せらる。此のものは 7-Dehydro-cholesterin の照射生成物と等し。

尙 22-Dihydroergosterin の照射産物も亦其效力強し、又 7-Dehydrostigmasterin 及び 7-Dehydrositosterin の照射産物も弱き效力を示す。



是等より見れば抗佝僂症作用は第二環の C₅ と C₆ の間及 C₇ と C₈ との間共軌的に二重結合存するこゝ重要なるものの如し、尙側鎖に Ergosterin と同数の C を有し、Ergosterin と異なり Cholesterin の側鎖の如く飽和側鎖を有する 22-Dihydroergosterin は其照射産物の效力は Vitamin D₂ よりも寧ろ Vitamin D₃ に類似す。

Vitamin D を最多量に含有するは肝油なり、従來の鱈の肝油よりも鮪の肝油の方效力大なり、何故に肝臓に多きか説明なし、魚の食餌の性質も大なる影響なきものの如く従つて魚肝にて發生すこ想定する人多し、鮪肝油

は 40—400 r%, 卵黄は 20 r%, 牛酪は 0.4—20 r%, 牛乳は 0.2—0.4 r%, 鰯及魚肉は 0.14 r% の Vitamin D を含有す。

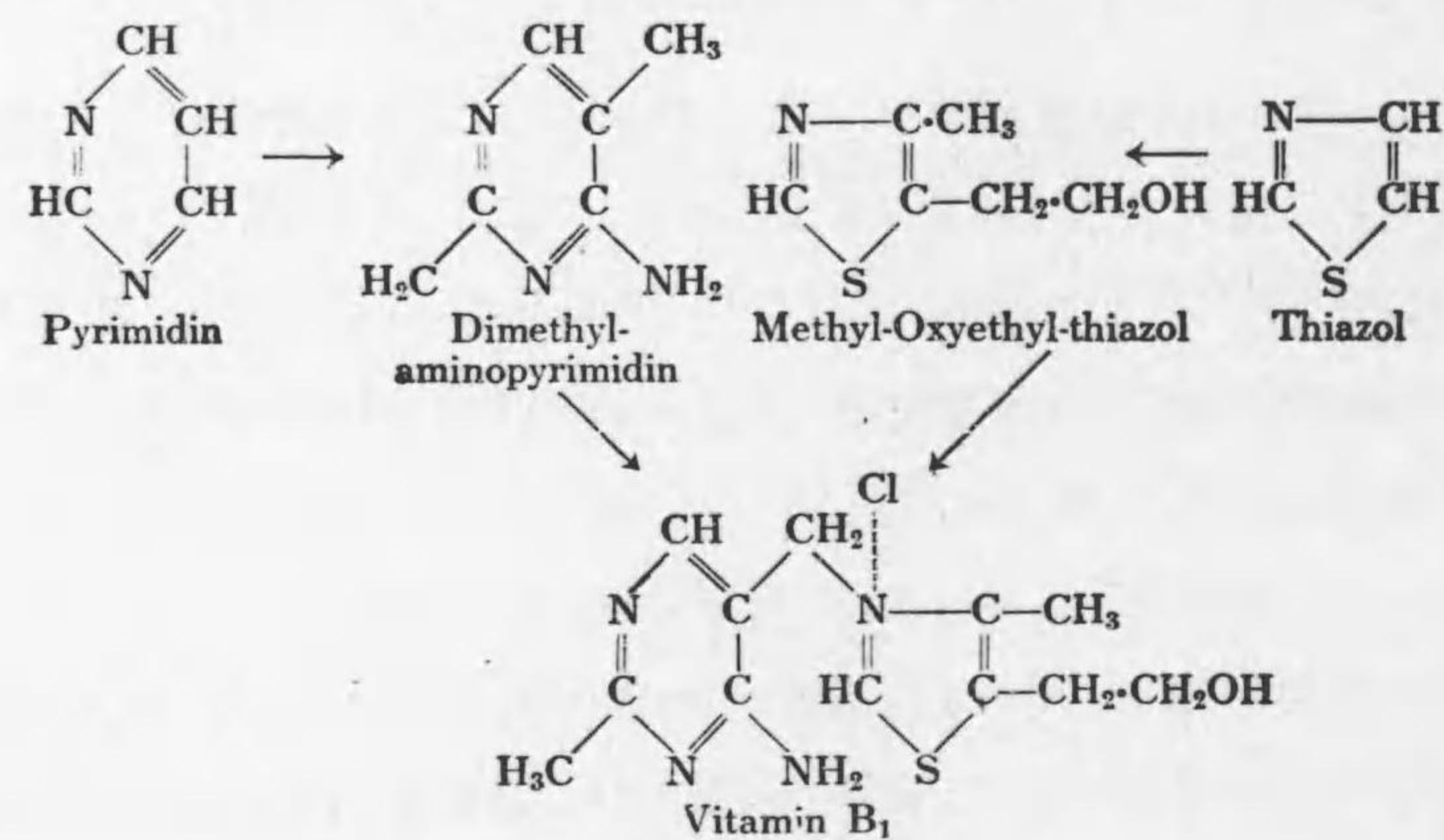
Vitamin D の測定 國際單位は約 0.1 r Ergosterin に相當す, 生機的單位は幼鼠を 14 日間佝僂症より防止する爲めに日々附與するに要する Vitamin 量なり。又臨牀單位として 100 生機的單位 = 12.5—17 國際單位を選ぶ。1 生機的單位即鼠に對する豫防量は約 0.015 r (乃至 0.03 r) なり, 小兒に對する日々の Vitamin D 需要量は約 1 臨牀單位にして (=1.5 r), 佝僂症治療には約之に 5 倍する量を日々服用せしむ。

妊娠時及授乳時に Vitamin D を充分に與ふるを可さす。乳汁には Vitamin D の含量小なるにより幼兒に早くより之を補ふを可さす。齲齒等も Vitamin D 缺乏によるこま大なりを稱せらる。

Vitamin D を大量に攝取する時は尿中に於ける Ca 及 P の排泄減じ, 血液は過石灰血症となり, 血管に Ca 沈著し, 他の臟器及組織にも Ca 沈著起り, 終に死を招くこまあり。

Vitamin B₁

Eijkman が多發性神經炎を米糠及び其浸出液にて治癒せしめて以來 其中に存するものを抗神經炎質又は Vitamin B と稱せり。此のものは糠の

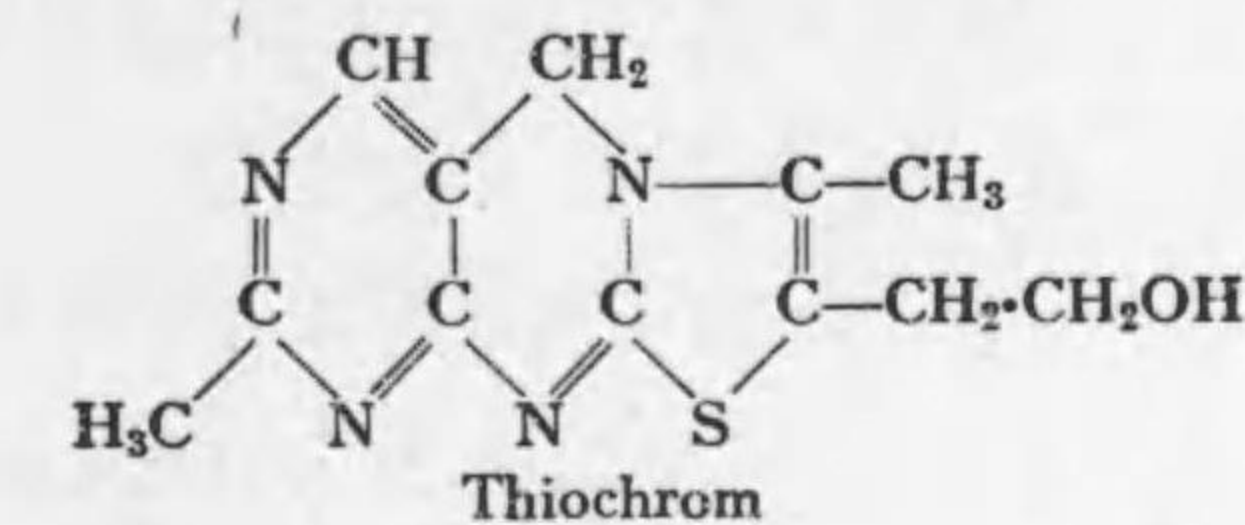


銀皮のみならず穀類の胚芽及び果皮, 苳, Tomato, 馬鈴薯, 蘿, 釀母等に存す, 動物組織中にも存すれども其量は少なし。

Vitamin B₁ は 1 個の Alcohol-基及 1 箇の Amino-基を有する Thiazol-誘導體にして水, Alcohol に溶解する無色の結晶を爲す。

純粹なるものは毫も螢光を呈せず雖も軽度の酸化を蒙る時は黄色の著しく螢光を發する色素に移行し此のものは未だ抗神經症の性狀を失はず。

釀母中に Vitamin B₁ と共に見出さるる色素 Thiochrom あり, 此のものは Vitamin B₁ 並びに Lactoflavin に類似したる構造を有す。



Vitamin B₁ の効力は脚氣鳩に對する作用によりて之を定む, 1 回の注射により鳩の症候恢復し一定日間效力を持続す, 其持続時間は Vitamin 量と平行す, 比色定量法として Vitamin 液に炭酸曹達含有苛性曹達に溶解したる Diazobenzolsulfon-酸を加ふる時發生する赤色を用ふ。

Vitamin B₁ を熱鹼にて處理する時は S を H₂S として遊離す, N は分離せられず。

Vitamin B₁ の營養的意義 Vitamin B₁ の缺乏は脚氣を起す。鳥及鼠等にて實驗的に同様の症候殊に多發性神經炎を起すも其症狀は區々にして Vitamin の缺乏強度なれば早く死して多發神經炎明ならず, 又缺乏の度輕ければ多發性神經炎の度小なり。

Vitamin B₁ の缺乏時には食慾減す之れ恐らく腸胃の運動性を持する作用消失する爲ならむ。尙胃液及脾液の分泌も亦抑制せらる。

Vitamin B₁ は又乳汁分泌に對し必要にして Vitamin に缺如せる母體に於ける乳兒の發育困難にして嬰兒脚氣を起す。Vitamin B₁ 缺如時には心

臓の肥大症起る。筋肉内に水分堆積するによるものの如し、之は Vitamin B₁ の注射により直ちに消褪す。

神経炎症及び心臓機能障害は中枢神経系及び心臓に於ける糖質代謝障害に歸すべきものにして、糖質代謝中間産物たる焦性葡萄糖は血液中出现す。中枢神経系中最も大量に糖質を需要する處は大脳及基底神経節なるが脚氣獸の大脳切片の呼吸は著しく減退し其度は神経障害の程度と平行す。大脳組織の呼吸比は之に伴ひて著しく減少す、之に Vitamin B₁ を添加する時は酸素消費量増加し又之と同時に呼吸比増大す。Vitamin B₁ の需要量は糖質代謝の大きさに共に増加し、食物中の糖質を脂肪にて補償する時は其需要量減少す。甲状腺質による代謝の増進、過大筋肉行作、外気温の上昇、熱性病等は其需要を増大す。是等の事實は Carboxyl-酵素の酵補素として Vitamin B₁ の磷酸化合物を要するところ (Lohmann 及 Schuster) とよく一致する所なり。

一般の普通食にては食餌中の Vitamin B₁ 量は充分なるも主として糖質食を攝る時(白米、白麵麩、砂糖)は缺乏を訴ふる事多し、殊に病院食餌等にては Vitamin B₁ 缺乏に傾く虞多し、又腸胃障害にて腸内にて Vitamin B₁ が分解せらるるころ大なる時は缺乏に頻するところあり。

成人の1日安全需要量は 1—2 mg なり。

諸種食品中 Vitamin B₁ を 1000 r% 以上含有するものは米糠、各種胚芽、釀母、200 r% 以上のものは肝、腎、卵黄、荳、胡桃；100 r% 以上のものは萵苣、菠薐、苜蓿、菜菔、100 r% 以下のものは牛肉、馬鈴薯、Banana、Tomato、果實類にして牛乳は 40 r%、卵白及乾酪は殆んど之を含有せず。各種食品は煮沸により約其半量を分解せらるるを考ふるを得べし。

Vitamin B₂ 複合質

従來 Vitamin B と稱せられしものの内多發性神経炎を防止する Vitamin B₁ を除きたるものは發育促進、抗貧血症、抗 Pellagra-症の性質を有

す。是等は單一質の作用に非ずして3個或は恐らく5個の Vitamin の混合よりなるものの如く是等を分離することも一定度まで達成せられたり、是等の内人間に必要なものとして發育促進性-Vitamin B₂、抗-Pellagra-症質 B₆、抗貧血症性 -Vitamin 等あり。但し是等は單純に存在するよりも互に同時に存在する方效力大なるにより目下の見地よりすれば寧ろ Vitamin B₂ 複合質として擧ぐるを適當とす。

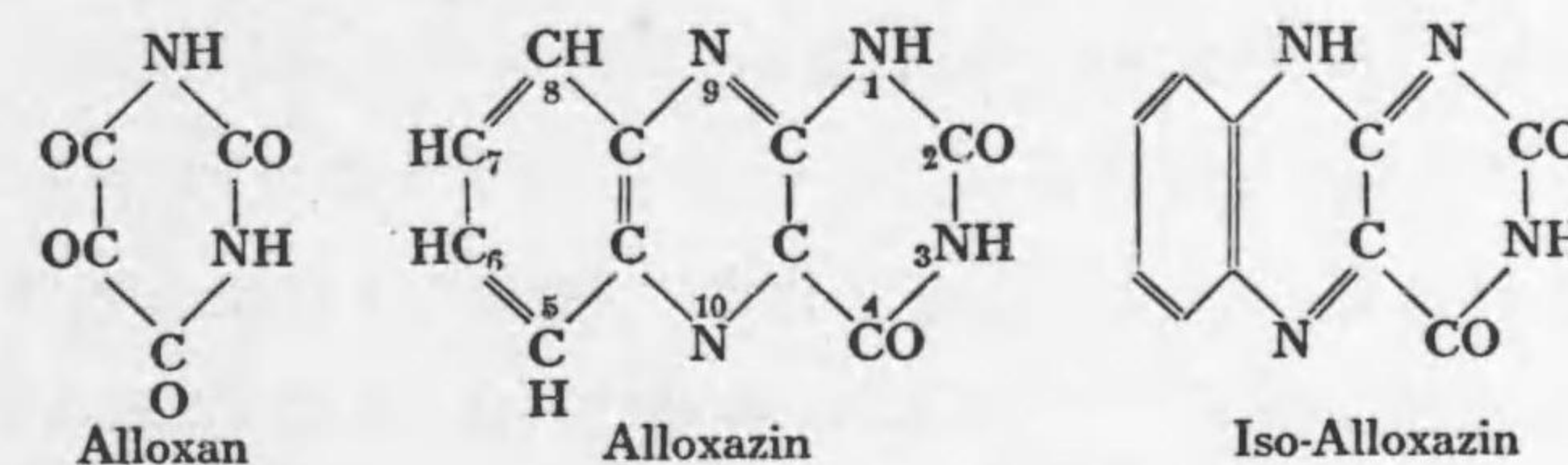
a). 發育促進質(狭義の Vitamin B₂, Lactoflavin)

純粹の Vitamin B₂ 缺乏症は鼠及鶏に於ける動物試験にては單に發育障害として現はれ之に尙一定度の皮膚變化を示すに過ぎず。

Vitamin B₂ は體內にて磷酸及び特殊の蛋白質と結合して黄色酸化酵素を生成し組織内に於ける酸化順程に必要ななり。此酵素は可逆性酸化還元系を形成す。

尙遊離の Lactoflavin は網膜に於ける視作用に必要なにして光線照射によりて構造不明の“光質體”(Photo-體)に變じて視神経を刺戟し、酸化せらるれば再び Lactoflavin に復歸す。

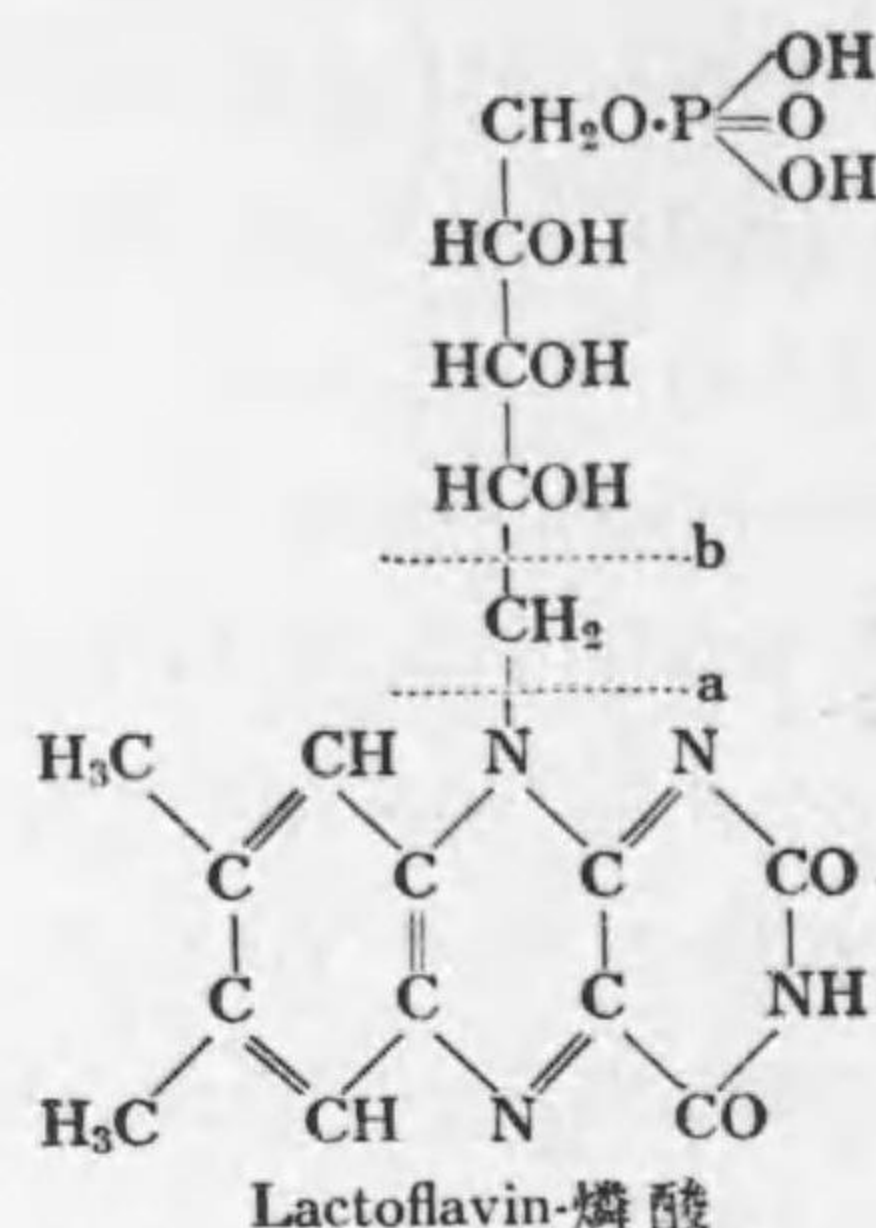
Lactoflavin は Iso-Alloxazin と d-Ribose の結合したるものなり。



Vitamin B₂ は恐らく腸にて磷酸と結合して磷酸-Ester となり黄色酸化酵素生成の第一歩を爲す。此磷酸-Ester-化は沃度醋酸中毒時に障碍せられ斯の如き動物は Lactoflavin-磷酸を與へざれば生長せず。Lactoflavin の投與は其效なし。

Lactoflavin に可視並びに紫外光線を照射するに糖質側鎖は分離す。濾性反應にては Lumiflavin (6.7.9-Trimethyl-iso-alloxazin) となり、酸性反應

にては Lumichrom (6,7-Dimethylalloxazin) なる。前者は a の位置、後者は b の處にて分解せられて發生したるものにして兩者とも最早 磷酸を結合するこゝ能はざる



により Vitamin としての効力なし。

Lactoflavin は合成により製出するこゝを得。又 Ribose の代りに d-Xylose 及 l-Arabinose を有する化合物も軽度の生機的作用を示す。

Vitamin B₂ は動植物の細胞中 到る處に含有せられ殊に牛肝 (500 r%), 牛心臓 (130 r%), 卵黄 (50 r%) に多し、牛肉及卵白 (共に 35 r%), 蕨蓂 (20 r%), Tomato 及馬鈴薯 (共に 5—10 r%) 等にもあり、多くのものにては 磷酸及蛋白質を結合して黄色酵素として存在し、乳汁及網膜に於てのみ遊離の Lactoflavin として含まる。網膜は一般に比較的 Lactoflavin の含量大なる組織なり。

Lactoflavin は腸内にて 磷酸を結合して後吸収せられ、夫より臟器殊に肝臓内にて蛋白質を結合し黄色酵素に變ず。

人間の Lactoflavin 至適需要量は 1 日は約 2—4 mg なりと想定せらる。此量は一般に十分に食餌中に含有せらるる所なり。

Lactoflavin の定量法は約 4 週間 Vitamin B₂ 缺乏食にて養ひ體重の増

加停止したる幼鼠に日々與へ 30 日にして 40 g の體重増加を招來するものを一單位とす。之は純粹の Lactoflavin の 8—9 r に相當す。Lactoflavin 含有食品にては他の成分が其作用を増進せしむるを以て之より少量にして足る。化學的測定法としては鹵性反應にて光線照射を行ひたる時發生する Lumiflavin を比色して之を行ふ。

β). 抗-Pellagra-症質 (Vitamin B₆).

鼠に B-Vitamin として B₁ のみを與ふる時は生長停止の外尙脚及び頭の皮膚紅潮、腫脹、皮痂生成を見、尙同時に腸胃障礙並に中樞神経系の組織學的變化を呈す。斯の如き症候は他の動物にも認められ之を鼠-Pellagra-症といひ、之を治癒せしむるには B₂ 及 B₆ を同時に投與するを要す。

人間の Pellagra に於ても主なる徴候は皮膚の變化なり。此 Pellagra は屢々二次的に腸又は胃の障礙にて Vitamin の吸収が阻止せられたる結果として起る。Pellagra は純粹なる B₆-Vitamin 缺乏症ならずして之と同時に生活に必要な Amino-酸たる Tyrosin, Tryptophan, Lysin, Cystin 等の缺如する時に起るものの如し。

Vitamin B₆ の化學的性質は未だ明ならず、恐らく此物も亦一種の色素にして光線照射によりて分解せらるるものならむ。其至適需要量に關しても未だ確たる研究なし、B₆ を最も多く含有するものは酵母にして、肝臓及各種の肉類も亦比較的 B₆ に富む。

B₆ の作用機序も亦全く不明なり。Pellagra の際爪の硫黄含量減じ又肝臓及び血液内の Glutathion 含量の減退を見るにより此ものは硫黄代謝に重要なものなりと考ふる人あり。

γ). 抗貧血症性 Vitamin

鼠-Pellagra の際同時に其赤血球減少し動物は貧血に陥る。之は一種の抗貧血症性-Vitamin の缺如に基因するものにして人間の貧血症の或種のものも亦之が爲めに起ると考へらる。

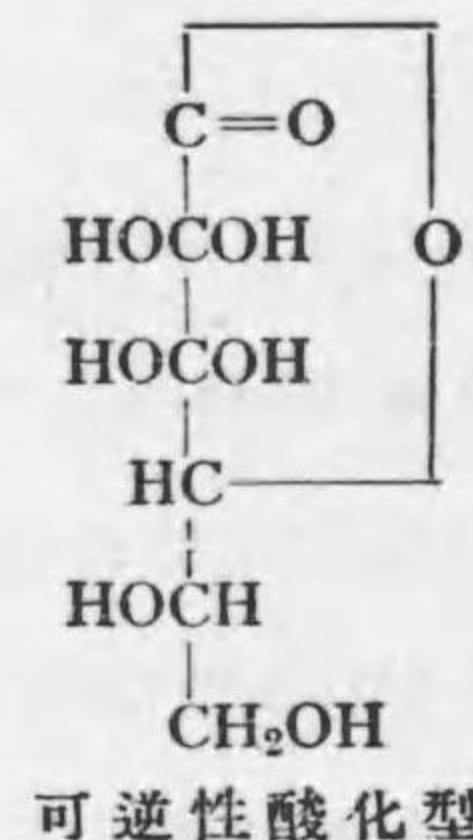
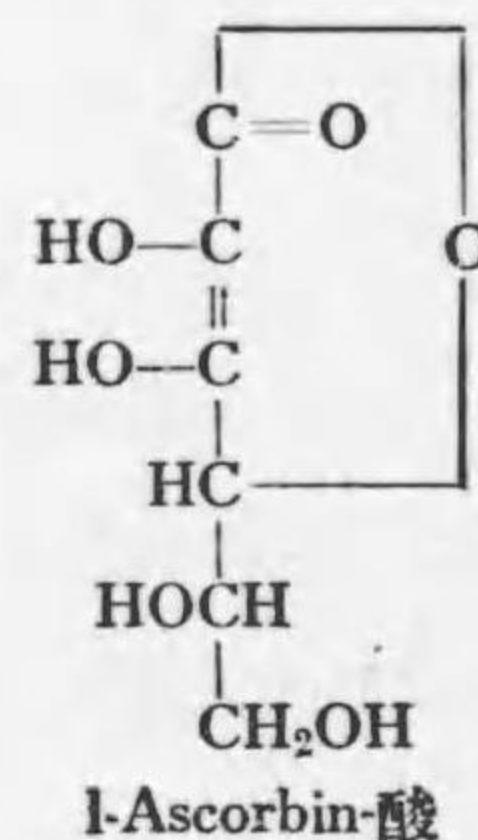
赤血球の正常的發育には骨髓に對し刺戟質が作用し未熟の赤血球を更に岐化せしめ、且つ巨大球型の細胞の生成を阻止するものを要し此物質缺如する時は血液生成は胎生期状態に止まるべし、此の如き物質を Hemamin と稱し食物と共に攝取せる Vitamin-型の熱安定性物質なる Hemogen 及胃粘膜より生成せらるる熱虧恒性の酵素的物質-Hemopoetin より發生す此結合は又試験管内にても行はる。Hemamin は肝臓中に蓄積せらる、Hemogen も亦よく肝臓に貯へらる。

貧血は Hemogen 或は Hemopoetin の何れの缺如によりても起り得。Hemopoetin の缺如は悪性貧血を招く、此時多量の肝臓、肝浸出物、胃液又は胃浸出液を附與する時は治癒するこゝ明瞭みなれり。

Hemogen は殊に肝臓及び酵母中に多量に含有せらる。少量には筋肉及び卵白中にあり。抗貧血性-Vitamin の化學的性質及び其作用機序は未だ全く不明なり。

Vitamin C (l-Ascorbin-酸) 1-3-Keto-gulon-酸失水物

抗壞血症質にして水に溶け極めて大なる虧恒性を有し、滴、加熱、乾燥等にて容易に破壊せらる。酸素の存在に於て紫外線の照射により破壊せらる。187—189° の熔融點を有し l 型に屬す。分子量 176, $[\alpha]_D^{20} + = 24$ にして水にさけ Methylalcohol, Ethylalcohol, Aceton にも亦溶解す。鉛鹽として沈澱せしむるこゝを得。263—265 μ に吸收帶を呈す。



壞血症の發生を防止する作用は可逆性酸化型にも亦存在す。之れ組織内にて再び還元せられて l-Ascorbin-酸に復歸する爲なり。l-Ascorbin-酸は抗壞血症作用の外尙 Papain, Kathepsin, Arginin-酵素を賦活し、血液凝固を促進し、尙 Thyroxin 及び Adrenalin の作用を増強せしむ。

動物體內にて最も Ascorbin-酸を多く含む臓器は副腎及び腦下體なり、尙肝臓、腎臓及び脾臓も亦之に富む。硝子體、眼房水及び水晶體中に大量に含有せらる。

Vitamin C は新鮮なる果實及び蔬菜中にあり、其中橙、Lemon、苺等に多く含有せられ(100g 中 50mg 以上) Tomato、菜菔、高苳、甘藍等之に亞ぎ(含量 15mg%)、牛乳には少なし(1mg% 以下)。煮沸によりて效力を失ふ、但し其程度は一様ならず。乳汁煮沸は Aluminium 容器を以て行ふ方銅器よりも消失の度小なり、人乳は牛乳よりも Vitamin C 含量大なり。

海狸に對しては日々 0.25—0.5 mg の Ascorbin-酸を與ふる時は體重の減少を防止し、1—1.5 mg を與ふれば壞血症の組織學的變化全く消退す。成人1日の Ascorbin-酸需要量は約 50 mg なり。

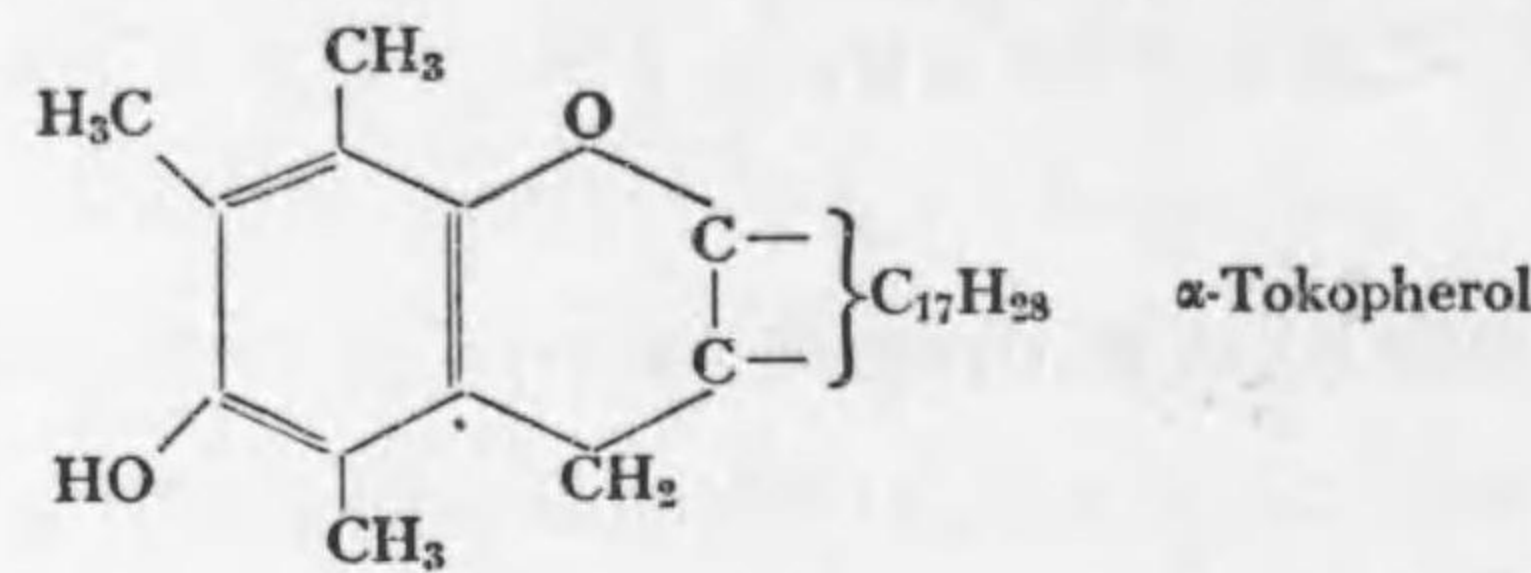
Vitamin C の檢出及び定量は海狸の體重減少を防止する量にて知らる。又化學的に青色色素なる 2,6-Dichlorphenolindophenol を還元し脱色せしむる作用若くは稀薄なる沃度液にて滴定して之を定量するこゝを得。但し體組織及體液中には他の還元物質あるを以て是等の化學的定量法は正確なりと稱するこゝを得ず。

Vitamin E

小麥胚油に最も多く含まれ其他高苳、荳等の綠葉にあり。動物性組織には其量少なし。脂溶性にして不鹼化分にあり。又 Palladium 觸媒下に水素にて處置せらるるも變化を蒙らず。又熱、光、空氣及び試薬に對する抵抗大なり之れ抗酸化質を含有する爲にして高苳中に存する不鹼化性抗酸化質は Oxyphenyl-基を有する結晶なり $C_{15}H_{14}O_5$ なる分子式を有すと稱

せらる。(Olcott 及 Mattill: J. Biol. Chem 93, 59, 65, 1931; 97, Proc. X. 1932). 鐵鹽の存在は Vitamin E の破壊を助長するこゝ大なるを以て食物中に鐵鹽を加ふれば不妊症を起し易し。

最近 John (Z. Physiol. Chem. 252, 222, 1938) の研究したる處によれば Vitamin E は α -Tokopherol にして恐らく次の如き構造を有すといふ。



此ものの缺乏は牡獸にては生殖細胞の破壊を招き、牝獸にては胎兒の發育8日目頃より阻止せられ12—13日後に死し完全に吸収せらる。正常牝獸に與ふれば子宮肥大す、但し去勢獸には此影響現はれざるを以て、恐らく覺醒素腺に作用するものならむ。

Vitamin H (皮膚 Vitamin)

小兒に必要な Vitamin にして食餌中に此もの缺如する時は皮脂漏に陥る即皮脂腺の分泌増加し且其組成變じ又上皮層脂肪變性に陥る。鼠にも亦之に相當したる現象を呈す。此の如き疾病は Vitamin H の缺如の外大量の生卵白を攝取したる時起り脂肪を多量に食すれば症候更に悪化す。

Vitamin H は肝及腎に大量に蓄積せらる。釀母、乳汁、馬鈴薯に含有せられ、筋肉、小麥粉、白米、玉蜀黍等は之を含まず、組織に存するものは脂肪竝に水に溶解せず蛋白質が腸にて消化せられたる後遊離す。Vitamin H は窒素を含有し硫黄を含まず其化學的性質未だ不明なり。

第二項 蓄積質代謝

脂肪及び糖原は直接に生活細胞質に於て重要なこゝ蛋白質に及ばざ

1 Depotstoffwechsel

るも機に臨みて Energi を發生し又之を蓄積する點に於て最も有力なり、即ち糖原は酸素存在せざる處に於ても Energi-源となるこゝ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 を含有するこゝ遙かに大にして Energi 貯藏の目的には最もよく適す、故に食物より攝取する養素の量が若し細胞の Energi 需要量に比し大なる時は是等は脂肪又は糖原として蓄積せらる。従つて饑餓時に於て糖質の供給杜絶する時に於ても體內に於て蛋白質の一部より糖原を生ずべく、又糖質の攝取時に於て体内の糖原量が極度に達したる後は皆脂肪となりて体内に沈着せらる、健體に於て營養の狀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。

蛋白質は体内に蓄積せらるるこゝ少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之を分解してその窒素を含有せざる部分を容易に燃焼して Energi の發生に用ひ其量過剰なる時は一部糖質に變ず。

第三項 増生質代謝

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體內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。饑餓時後及び疾病恢復期に於ても發育時に於けるこゝ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を攝取する時は發育に必要な轉輸素及び必須 Amino-酸の供給不足を惹起し易く生長に障礙を招來すべし。又無機物に於ては生長時の骨骼生成に重要な Calcium 及び磷酸を特に充分に攝取するを要す。

各種の蛋白質を以て幼若なる動物(鼠及び廿日鼠)を飼養し其生長に對する蛋白質の生機的價值を測定したる結果によれば乾酪素、乳蛋白素、

1 Anwachsstoffwechsel

卵蛋白素最も有効にして植物性蛋白質の内 Edestin は可良なるも Zein, Gliadin 及び Hordein 等は效力微弱なり。之れ増生質の代謝には Cystin, Tryptophan 及び Tyrosin 等の Amino-酸の外 Lysin を必要とするが爲なり。之より見るも蛋白質の生機的價値は體重維持に對するに生長に對するにによりて差あり。動物の種類及び其状態によりても差あるが故に生機的價値の決定及び其應用には深甚の注意を拂ふことを要す。

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

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、雖も尙心臓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ゝ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、これ生命維持に要する最低代謝量にしてこれを基礎代謝¹⁾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、即ち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ゝ更に著し。

實に行作の根源は體内に於ける物質代謝に存す。而して筋肉労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、さいふに初め 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探りつつ高山(Faulhorn, 山高1956 m)に攀登し、その際尿中に排泄せられた

1 Arbeitstoffwechsel 2 Grundumsatz

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一小部分を補ふに過ぎざることを明かにし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。

次で Pettenkofer 及び Voit は體重70 kgを算する頑丈なる労働者に就きて饑餓及び採食時(食事は1日に蛋白質121 g, 脂肪117 g, 糖質252 g 是より生ずる熱量3037 Caloriなり)に於て休息及び労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労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労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ゝ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なるを妨げず、されども此時の効率不良なり、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なるこゝ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は糖質よりも約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。

行作を營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着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 の源泉たるこゝ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体内に於て完全に燃焼せらるるによりこれ等を体外に於て完全に燃焼せしむる時発生する熱量を以て直ちに体内に於て燃焼する際に発生する熱量なりと断定するを得。これに反し蛋白質は体内に於て完全に燃焼せらるるこゝ難しく、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体外に於てこれを燃焼したる時に発生する熱量を以て直ちに体内に於ける蛋白質の Energi 値なりと認定するこゝ能はず。体内に於ける蛋白質 Energi の値を定めむと欲せば一方には一定量の蛋白質が体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尿の Energi 値を定むるを要す、その差は即ち体内にて蛋白質の燃焼によりて発生する Energi 値なり。而してこの値は体外に於て蛋白質が完全に燃焼せらるる際に発生する熱量の約 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発生する熱量に差を認むるこゝ僅少なり、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ゝ困難なり、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次の如し。

糖質	4.1 大 Calori
脂肪	9.3 „
蛋白質	4.1 „
Alcohol	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

¹ Rubner: Z. Biol. 42, 261 [1901]

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、体内にて蛋白質のみ分解せらるる時、或は主として脂肪の燃焼せらるる時、或は糖質が主なる熱源せられる時に於ても 24 時間内に発生する總熱量は凡て同一なり。これ体内に於て脂肪、糖質及び蛋白質等が燃焼して熱を発生するに當り、これからの物質はその Energi 値に相當して互に代償するこゝを得る爲にして体内に於て同一量の Energi を発生するに要する各養素量を Rubner は等力量¹と稱せり。而して体内に於て蛋白質及び糖質の各約 2.3g は脂肪の 1g に相當す。

而かもこれら各養素は体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²

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。此際常に Energi 不滅の法則行はる。

Energi 不滅の法則が生體に於ても行はるるを検するには生體に於て變遷する Energi の種類を確知し且つ其量を同一單位の下に計較するを要す。哺乳獸に於ては測定し得べき量に於て遊離電氣 Energi の發散なきにより生體より散逸する Energi は主として熱及び器械的 Energi にして、生體に輸入せらるるは主として養素の有する持満性 Energi なり。従つて筋肉行作及び體熱は全く養素又は其誘導體が組織に於て酸化せらるるに因りて發現す。Energi の量は熱の單位に於て之を計較するを例とす。普通用る

¹ Isodyname Grösse ² Energie- od. Kraftwechsel

らるる単位は大 Calori なり此量は 1 l の水を 15° より 16°C に高むるに要する熱量なり。1 大 Calori は 427 kg の物體を地球の引力に逆ひて 1 m 丈高むるに要する器械的 Energi に相當す。

被酸化物の有する持満性 Energi は該物質を爆灼熱量計酸素氣中に於て燃焼せしめ、熱量計を包繞せる水の温度の増加量より算出するこゝを得。此の方法により測定せられたる各種養素 1 g の持満性-Energi 量は下の如し。

爆灼熱量計にて測定したる養素 1 g の Energi 値

養 素	熱量 Cal	養 素	熱量 Cal
糖 質		蛋白質	
葡 萄 糖	3.74	乏 脂 肉	5.78
麥 芽 糖	3.95	精 肉	5.66
澱 粉	4.18	乾酪素原	5.85
蔗 糖	3.96	卵蛋白質	5.74
乳 糖	3.95	(Alanin)	4.40
脂 肪		(Cystin)	4.14
(Glycerol)	4.32	(Glutamin-酸)	3.66
(Stearin 酸)	9.50	(Tyrosin)	5.91
(Olein-酸)	9.42	Ethylalcohol	7.10
牛 酪	9.23	尿 素	2.54
Oliv-油	9.33	尿 酸	2.74
動物性脂肪	9.50	水	0.00
		二酸化炭素	0.00

各混合養素中に含有せらるる紋上各養素の量が分析によりて知らるる時は食餌の Calori-値を計算するこゝを得。

生體も亦養素を酸化するに際し酸化の程度に應じ全く爆灼熱量計に於ける同量の Energi を發生す、即ち糖質、脂肪及び Alcohol 等は通常全く完全に酸化せられて二酸化炭素及び水なるを以て爆灼熱量計に於ける全く同一の値を示す。然るに蛋白質は體內にて完全に燃焼せらるる能はず尿素、尿酸、Kreatinin 其他の含窒化合物の如く猶未だ持満性 Energi に富むものとして排泄せらるるを以て體內に於ける蛋白質 1 g の熱量價は其

爆灼熱量計値より尿素其他不完全酸化排泄産物の爆灼熱量値を控除したる量に相當す。斯の如き考察より養素の Energi 當量を算出する際には糖質、脂肪、蛋白質等に對し次の如き近似値を用ゐるを例とす。

1 g の養素の平均 Energi 値

養 素	爆灼熱量計	人 體
糖 質	4.1 Cal	4.1 Cal
脂 肪	9.3	9.3
蛋 白 質	5.8	4.1
Ethylalcohol	7.1	7.1

生體に於て行はるる全 Energi 代謝を測定するには下の如き要因を顧慮するを要す。

A. Energi 輸入

1. 吸収食物の持満性 Energi
2. 生體より温度高き食品より得らるる活躍性 Energi

B. Energi 輸出

1. 生體より放逸する全熱量
 - a). 輻射、傳導及び對流によりて失はるる熱量
 - b). 排泄物と共に失はるる活躍性熱量
 - c). 排泄物中に失はるる持満性熱量
2. 生體の行ふ行作

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 となりて體內に蓄積せらるるこゝを得。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。

Atwater 及 Benedict は前述したる呼吸熱量計内に於て長時日に互り休息時並びに各種行作時に於ける熱發生量並びに排泄物量を測定し又饑餓時並びに採食時に於ける代謝の状態を研究し是等の際常に Energi 不滅の法則行はるるこゝを證明したり。

第二項 基礎代謝量

採食後12—16時間を経過し全く消化作用終り水も4時間前より攝取せざる状態にて心地よき室温に於て身體を30分以上安臥休息せしめたる後安臥の儘其酸素攝取量及び炭酸排泄量を測定するに Energi の代謝極小値を示す。斯の如く適當なる外氣温の下に全く靜止の状態に於ける代謝量を基礎代謝と稱す其値は同一個體にしては常に恒定するも異なる人士にては性、年齢、體重、身長によりて異なる。壯年男子にては體重1kgに對し1時間に1大 Cal 又體表面1m²に對し1時間に39.7大 Cal. を看做すこゝを得。

この値は種々の要因によりて差あり。

體の大きさ 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1kg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
鶏	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。

$$O = k \sqrt[3]{G^2}$$

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

¹ Voit: Z. f. Biol. 41, 120 [1901]

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。

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

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

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、足等の各所に就て以下舉ぐる如き 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。

- A. 顛頂と頤との周圍; B. 後頭と額との周圍; E. 肩峯突起より橈骨下端迄;
- F. 腕高の大きさに於ける上腕の周圍; G. 前腕の最大周圍; H. 前腕の最小周圍;
- I. 橈骨より第二指の先端迄; K. 手頸の處にて手の周圍; L. 上鎖骨窩より恥骨まで;
- M. 臍の高さにて周圍; N. 乳頭の高さにて周圍; W. 上恥骨椽より膝蓋骨の下椽まで;
- P. 鼠蹊彎曲の處にて周圍; Q. 廻轉子の高さにて兩上脚の周圍; R. 膝蓋骨下端より踵まで;
- S. 膝蓋骨下端の所にて周圍; T. 足の長さ; U. 第五趾の基部にての周圍; V. 踝の所にて極小周圍。

頭部: $A \times B \times 0.308$	上脚: $W \times (P+Q) \times 0.552$
腕: $E \times (F+G+H) \times 0.611$	下脚: $R \times S \times 1.40$
手: $I \times K \times 2.22$	足: $T \times (U+V) \times 1.04$
胸: $L \times (M+N) \times 0.703$	

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、即ち生後 24 時は熱の發生小にして 1 平方 m に 24 時間内 25 Cal. を示すに過ぎず、此時始め呼吸比は高く殆んそ 1 に近し、夫より呼吸比急に下降し第 1 日の終りの頃には 0.7—0.72 となり、夫より徐々に増加し第 5 日又は第 6 日に 0.81 即ち成人の呼吸比に達す。

基礎代謝量は第 1 年の間急に上昇し第五年の頃極大に達す (一平方 m

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

に對し約60 Cal. なり)。男兒にありては5年より21年の間に、女子にありては5年より17年の間に下降して體表面1平方mに對し約40 となり以後は兩性共老年に至るまで平行して徐々に下降す。年齢と性との影響は次の表に示すが如し。

Dubois-Boothby-Sandiford.
表面積 1m² 1時間の熱量

年 齡	男	女	年 齡	男	女
5	(53.0)	(51.6)	20-24	41.0	36.9
6	52.7	50.7	25-29	40.3	36.6
7	52.0	49.3			
8	51.2	48.1	30-34	39.8	36.2
9	50.4	46.9	35-39	39.2	35.8
10	49.5	45.8	40-44	38.3	35.3
11	48.6	44.6	45-49	37.8	35.0
12	47.8	43.4			
13	47.1	42.0	50-54	37.2	34.5
14	46.2	41.0	55-59	36.6	34.1
15	45.3	39.6	60-64	36.0	33.8
16	44.7	38.5	65-69	35.3	33.4
17	43.7	37.4			
18	42.9	37.3	70-74	(34.8)	(32.8)
19	42.1	37.2	75-79	(34.2)	(32.3)

Benedict の基礎代謝算出表 Benedict は身長體重年齢より基礎代謝量を推定すべき式を作成せり。即ち

$$\text{男子: 總熱量} = 66.4730 + 13.7516W + 5.0033S - 6.7550A$$

$$\text{女子: 總熱量} = 655.0955 + 9.5634W + 1.8496S - 4.6756A$$

但し此處に W は kg にて表したる體重, S は cm にて表したる身長, A は年齢なり。

尙便利の爲めに各體重, 年齢及び身長に對し計算せる表を作成したり。即ち一は體重に對する數, 他は年齢及身長に對する數にして此二數の和は基礎代謝量を表はす。各數自身には何等の意義なし此表は數百の例に應用して精密なるこき確認せられたる處にして瓦斯代謝及試験により得られたる數値と相隔たるこき僅かに5%を出でず。故に實地には之により必要な養素量を定むるを得べく, 又代謝障碍の度を計較するを得べし。

例

55 kilo, 159 cm, 33 の男子

體重に對する基數.....823 Calori

年齢及身長に對する第二數.....573 Calori

1396 Calori

體重に對する基數

男 子

kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal	kg	Cal
3	107	24	396	45	685	65	960	85	1235	105	1510
4	121	25	410	46	699	66	974	86	1249	106	1524
5	135	26	424	47	713	67	988	87	1263	107	1538
6	148	27	438	48	727	68	1002	88	1277	108	1552
7	162	28	452	49	740	69	1015	89	1290	109	1565
8	176	29	465	50	754	70	1029	90	1304	110	1579
9	190	30	479	51	768	71	1043	91	1318	111	1593
10	203	31	493	52	782	72	1057	92	1332	112	1607
11	217	32	507	53	795	73	1070	93	1345	113	1620
12	231	33	520	54	809	74	1084	94	1359	114	1634
13	245	34	534	55	823	75	1098	95	1373	115	1648
14	258	35	548	56	837	76	1112	96	1387	116	1662
15	272	36	562	57	850	77	1125	97	1400	117	1675
16	286	37	575	58	864	78	1139	98	1414	118	1688
17	300	38	589	59	878	79	1153	99	1428	119	1703
18	313	39	603	60	892	80	1167	100	1442	120	1717
19	327	40	617	61	905	81	1180	101	1455	121	1730
20	341	41	630	62	918	82	1194	102	1469	122	1744
21	355	42	644	63	933	83	1208	103	1483	123	1758
22	368	43	658	64	947	84	1222	104	1497	124	1772
23	382	44	672								

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	290Cal

物質代謝及び勢力代謝

年齢及び身長に対する第二数
(1-19歳の男児)

身長	年 齢										
	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	193	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				990	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	823	

勢力代謝

184								920	883	848
188								940	903	868
192									923	888
196										908

年齢及び身長に対する第二数
男 子

cm	年 齢													
	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	506	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	

體重に対する基数

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

物質代謝及び勢力代謝

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	1233	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	-225Cal

年齢及び身長に對する第二數

(1-19歳の女子)

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	66	37	27	18
112		54	88	90	91	101	72	53	43	34

勢力代謝

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	255	246
172					331	318	285	267	258
176						328	299	279	270
180							313	291	282
184							327	303	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 齡													
	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	170	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	179	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りるこゝあるべし。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 を看做すこゝを得べし。

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	1330
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							
	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	

初生兒(生後數日)の代謝量は大約次の式により之を算出するこゝを得 (Benedict 及び Talbot)

$$\text{全熱量} = L \times 12.65 \times 10.3 \sqrt{W^2}$$

但し此處に L は身長, W は體重なり。

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

¹ Magnus-Levy: Arch, f. Physiol. 55, 1

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以外に豊富なる養分により細胞の活動多少増加する爲にして殊に蛋白質に於て Energi の損失大なり。Rubner はこれらを特異動的作用¹と云へり。

Lusk² 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。尤も Rapport 及 Beard³ に従へば特異動的作用は Glycocoll 及 Alanin の外尙 Leucin、Phenylalanin 及 Tyrosin に現はれ、ここに Phenylalanin は同量の Glycocoll よりも其作用遙かに大なり。即10gの Glycocoll は代謝量を30%増加せしむるに對し同量の Phenylalanin は40%の増加を惹起す。Tyrosin は體內にて變化を蒙るこゝ Phenylalanin より遅きも完全に作用する時は Glycocoll の倍以上の影響を代謝量に與ふるもの考へらる。

是等 Amino-酸の特異動力作用は甲狀腺覺醒素の分泌を促がすに基因するものの如く豫め甲狀腺を除去したる獸は特異動力作用を呈するこゝなし (Baumann 及 Hunt)。

故に採食し且つ全く休息し居れる人士の養素需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其他の影響

外氣温の影響 外氣温降下する時は酸素の消費量増大し、又氣温高きに失する時も亦 Energi の發生増大す。

Rubner は4kgの犬が饑餓休息の状態にて1kg1日に消費する Energi

¹ Spezifisch-dynamische Wirkung ² Lusk: J. Biol. Chem. 20, 515 [1915]

³ Rapport 及 Beard: J. Biol. Chem. 73, 299 [1927]

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 時間に發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圍の寒冷なる部に散逸するこゝ、2. 肺及び皮膚より水が發散するこゝ、3. 溫度低き飲食物を體溫に温むるこゝ、4. 呼氣を温むるこゝ等之なり。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。熱の散逸する経路は周圍の溫度によりて異なり低溫にては水の蒸發するこゝ少なく體溫と同一氣溫にては輻射及び傳導にて失はるるこゝ能はず。故に溫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、之が爲め體溫の上昇するこゝ少なく良く體溫を調節するこゝを得。之を物理的體溫調節といふ。Du Bois の測定によれば 23°C にて濕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 680 g にして之が爲め全熱消費量の 24% は吸収せらる。氣溫甚だ高く物理的調節により體を冷却するこゝ能はざるに至れば體溫上昇し細胞の溫度高まるに従ひ代謝も亦増大す。

周圍の氣溫降下する時は輻射及び傳導によりて熱を失ふこゝ大なるを以て體溫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溫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。

饑餓及び榮養不及時 Benedict¹ の研究によれば饑餓の第 1 日に體表

¹ Benedict: Am. J. Physiol, 41, 292 [1916]

面 1 m² に對し 904 Cal なりしもの第 21 日には 664 Cal に減少す。又 Benedict 等 (Carnegie Inst. Pub. No. 280 [1919]) によれば 3200—3600 Cal に慣れたる運動家連に 3 週間 1400 Cal の食物を採らしめしに其體重平均 12% を減じ、基礎代謝量は 18% 減少したり。即ち饑餓及び榮養不及は基礎代謝量を降下せしむるを知るべし。

疾病の影響 體溫が一度上昇すれば基礎代謝は約 13% 増加す。Typhus 等にては 40—50% 上昇するこゝあり、蛋白質の有毒性破壊物が代謝を増進せしむるものなるべし。熱は代謝増進の原因か將結果なるかは斷言するこゝ難し。

甲状腺腫の時は 20—50% の上昇を見之に反し粘液水腫及び倭人症にては 20% 以上の下降を見る。腦下體切除又は其機能不及時には基礎代謝量減少す。

第五項 筋肉行作時の勢力代謝量

生活體は靜止時に於ても絶えず行作を營み熱の發生を伴ふ。これ主として靜止時に於ても體の内部にて常に心筋(靜止時代謝の 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 に従へば靜止時て於て腎臟の行作は全代謝の 5—8% を占め、肝臟の行作は 12% に當るこゝいふ。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狀態に復歸せしむる爲に絶えず化學 Energi を消費すべし。尙これらの作用以外に細胞内に於ては體成分の新生に際し合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

¹ Plaut: Z. f. Biol 78, 183 [1922]

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 40% 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.	疾走	800—1000
寫字, 縫仕事	10—20	轉乘 ³	9 Km 150 Cal
機寫 ¹	20—40		13 Km 320
拂塵 ²	110		21 Km 550
			13 Km(向風) 600
歩行	4.2 Km 150	操艇	200—900
	6.0 Km 240	水泳	300—700
行軍	280—400	登山	400—900

行進は 1 時間に 4500 m 位の速度を以て最も効果良しとす、即酸素吸收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 にては 2.212 cc 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 cc なる。

Brezina 及び Reichel⁴ 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

1. 機寫 Type writer にて書くこと 2. 拂塵 拭掃除のこと 3. 轉乘 自轉車に乗ること 4. Brezina 及 Reichel: Bioch. Z. 1914, 63, 179; 65, '35

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 mkg の行作に對し約 3 mkg 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% なる。機關人間の效率はこの攀登の行作に對し最も可良なるものにして、他の行作時に於ては效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上肢の效率は 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% の效率を有す即 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、練習により筋肉行作に要する Energi 小なる。慣れざる行作時に不要の筋肉を使用するが故なり、これらの效率は蒸氣機關(その效率は 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 $1800 + 0.012x$ 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所によれば約 1/4 馬力に相當すといふ、(1 馬力は 1 秒間に 75 mkg の仕事をなし得る強さなり)。更に Henderson 及 Haggerd¹ が短艇競漕者に就きて檢したる所によれば極大力は 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。

第六項 高原氣候及び海濱氣候の代謝量に對する影響

高原及び海濱にては紫外線、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

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

する影響は坐臥するに運動するに關せず戶外にある時常に出現す。

第四節 饑餓時の代謝

饑餓時には生活は其體成分を消費して生活す。肝臓に蓄積せられたる糖原は饑餓の第一日及第二日に於て殆んど全く消費せられ、其後は體蛋白及び體脂肪の分解により生存す(糖質の燃焼せらるる度は全代謝量の1—4%に過ぎず)。此際主として分解せらるるは脂肪にして蛋白質は最小量に節約せらるるも體脂肪の殆んど全く消費せらるるや蛋白質の消費量増大し須臾にして死を招來す。全代謝量は饑餓期を通じ少しづつ減少す。體重は日々1—1.5%宛減少す。

第一項 蛋白質代謝

蛋白質の分解は饑餓の第1週内に於て極小値に達す。若し饑餓前の食程中に於ける蛋白質の量大なる時は初め數日間に分解せらるる蛋白質の量も亦大なり。第7日以後に於て恒定する體蛋白質の分解量は同一體重の男女に於て比較するに下表に示すが如く男子に於て女子よりも遙かに大なり。之れ一は同一體重の女子は男子よりも脂肪に富めることに因るに雖も此關係以外に男女間に差あること明なり。

研究者	Lehmann, Müller, Munk, Senator, Zuntz	Brugsch 及 Hirsch
被檢者	Cetti 男	Schenk 女
體重	56.34 kg	56.3 kg
饑餓日數	分解 N 量 g	
1	13.55	8.408
2	12.59	6.592
3	13.12	7.781
4	12.39	7.856
5	10.70	7.815
6	10.10	7.128
7	10.89	6.195

饑餓時の代謝

8	8.90	—
9	10.83	4.384
10	9.47	5.166
11	—	—
12	—	—
13	—	5.958
14	—	5.100
15	—	4.060

尙饑餓の第一日若くは第一第二兩日に於ける蛋白質は其翌日よりも反つて蛋白質の分解少なることあり。之れ體内に糖原が多量に蓄積せられたる時見る現象にして饑餓の初日に糖原が大量に分解せられ蛋白質分解を節約するに因る。例へば

日 數	排泄 N 量 g	
	Landergren の例	Prausnitz の例
普通食	19.71	12.2
饑餓 1	13.60	9.6
2	13.43	13.0
3	15.13	
4	13.87	

饑餓時に日々消費せらるる蛋白質の量は體内に存する脂肪の量によりて變化あるものの如く營養可良なる状態にては蛋白質消費量は全代謝の約7.3—16.5%に當る。されど饑餓の時期進みて體脂肪の量僅小なるに至ればNの排泄量頓に増加し遂に死を招く此の如きN排泄増加期を死前窒素排泄亢進¹といふ。

第二項 呼吸比

上述したる如く饑餓の初1—2日の間は糖原の分解も行はるるも其以後は體の消費する Energi は主として蛋白質及脂肪に仰ぐ従て呼吸比は蛋白質分解時の値(0.809)及脂肪分解時の値(0.707)との間にあるべし。然れど

¹ Prämortale Stickstoffausscheidungssteigerung.

も之れ此等の養素が完全に終産物に燃焼せられたる際のこまにして極度の
 餓餓時には Acet-醋酸, β -Oxy-酪酸及 Aceton 等の酸化中間産物が尿
 中に排泄せらるるにより呼吸比は更に低下すべし。

餓餓呼吸比(Breithaupt の例)

餓餓日数	(1 Kilo 1 分間の容積)		呼吸比
	O ₂	CO ₂	
1	3.96	3.48	0.87
2	4.32	3.19	0.74
3	4.26	3.12	0.73
4	4.38	3.19	0.73
5	4.37	2.75	0.63
6	3.45	2.26	0.66
7	3.76	2.60	0.69

第三項 餓餓の持続期間

健康なる人士はよく 30 日の餓餓に堪ゆるこまを得べく又 50 日に至るこま
 難きに非ざるが如し。氣候温暖なる際には持続期間長し、又冷血動物は
 久しく餓餓に堪ゆ、之れ體温を維持する爲めに Energi を消費する要なけれ
 ばなり。動物に就て行はれたる實驗によれば體重約 40% (20—50%) の減少
 を見たる時斃死す。死の時期は全く年齢、體重こまに體筋肉及び體脂肪の
 量によりて異なる。我教室に於て Kumagawa 及び Miura (Arch. Physiol.
 1888. 431) の行ひたる實驗によれば夏時肥満したる 17 Kilo の牝犬は 98 日
 の餓餓に堪へ、其體重の 65% を失ひたり。

第四項 餓餓に由る各種臓器の重量減少値

餓餓の際各種臓器重量減少の度は互に等しからず最も多く減少するは
 脂肪組織にして筋肉、肝臓、脾臓、腎臓之に亞ぐ腦、脊髓、心臓等生活
 に必須の臓器の重量は大なる減少なし之れ他の臓器の消耗によりて補給せ
 らるる爲ならむ。

100g 新鮮臓器の失ひたる重量(%)

臓器	Voit ¹ 猫	隈川宗雄 犬	臓器	Voit ¹ 猫	隈川宗雄 犬
骨	14	5	心	3	16
筋肉(随意筋)	31	42	胃	—	} 32
肝	54	50	腸	18	
腎	26	55	腦	} 3	} 22
脾	67	57	脊 髓		
腺	17	62	皮膚及毛髮	21	28
辜 丸	40	49	脂肪組織	97	—
肺	18	29	血液	27	48

第五項 餓餓時に於ける生體の化學的變化

餓餓體は體蛋白質及び體脂肪を消費して生活するに際し、脂肪の消費
 せらるる方遙かに大なるを以て體内に於ける水分は常態に比し大となり、脂
 肪の含量は減じ、蛋白質は相對的に増す、灰分中の石灰減少量は Natrium
 の減少量よりも少なし。尙骨、血液、尿等に於ける變化を概説すれば骨は
 餓餓に際し一部の灰分を失ひて疎粗となり其固形分は減少し水分に富むに
 至る。

血液の水分は稍減少し固形分、比重、Hb、赤血球數稍増加す。分子
 濃度には變化なし。其脂肪量は初め數日間は増量し、十數日後に至れば
 減少す。血清蛋白質は總量に於て 5—15% の減少を示し、纖維素原及び
 球素量は絕對値並びに相對値に於て増量す (25—65%)。血糖量は少しく
 減少するに過ぎず。

尿量は正常値より少なし。(一般に餓餓者は水を多量に攝るこまなし)。
 尿中窒素の分配は餓餓時に於ては平常時と異なり。平常時には尿中尿
 素窒素の量は總 N の約 85% に上るも餓餓の進むに従ひ漸次減少し約 60%
 となる。之と同時に安門窒素の排泄漸次増加し 35.5% に達するこまあり。
 安門窒素増量の原因は糖質の缺乏に伴ひ脂肪の分解不完全にして β -Oxy-

¹ Voit. Hb. der Physiol. d. Gesamtstoffw. Leipzig. 1881. 1 Teil 94. 2 Kumagawa, M. Mitt. med. Fakult. in Tokio 1897. 11

酪酸及びAcet-醋酸等發生し饑餓酸性症を惹起する爲めに有機並びに無機酸の排泄増大するにあり。

無機物の量は饑餓の進むに従ひ著しく減少す。殊に鹽素の排泄量減少の度大なり従つて $\frac{\Delta}{\text{NaCl}}$ は漸次大なる。即正常時には $\frac{\Delta}{\text{NaCl}}=1.23-1.69$ なるに饑餓の第10日目には16.20; 第29日目には70.0なる。(A. v. Koranyi: Malys Jb. 23, 268)

饑餓時に尿中に排泄せらるる窒素 P_2O_5 の比は約4.5—5なり。体内に存する蛋白質含有組織の組成は約6.6の $\frac{\text{N}}{\text{P}_2\text{O}_5}$ を有するより見れば饑餓時には骨の分解行はるるを知る。

硫黄の排泄量は体内に於ける蛋白質分解を標示すべく尿中 $\frac{\text{N}}{\text{S}}$ は約15なる。之れ筋肉内 $\frac{\text{N}}{\text{S}}$ が14なるものに近接する價なり。

中性硫黄の量は饑餓時に比較的増量す。Ether-硫酸の量は0.025—0.27の間を動搖す。正常健康時のEther-硫酸の量0.12—0.25gなるより見れば饑餓時に於ても尚ほ腸腐敗の可なり大なるものあるを示す。

正常時尿中に出づるNaとKとの比は約2なるに反し體の灰分に於てはKaliumの方Natriumに約3倍し饑餓の際には此値に近づく。又饑餓時尿中のCaO:MgOの比は骨灰中のものに近似す。即正常營養にてはMgOが比較的多く尿中に排泄せらるるも(之れCaは腎を通じて排泄せらるるこ難く主として腸内に出さるる爲なり)、饑餓時には酸性症の爲めにCaOが腎

Breithaupt の例

	K ₂ O	Na ₂ O
正 常	1.5	4.7
饑餓第1日	1.8	2.2
2	1.6	0.8
3	1.4	0.6
4	1.1	0.5
5	0.8	0.2
6	0.9	0.2

より排泄せらるるこ可良なる。

尿の酸性度 饑餓時に於ける尿は酸性度を増加す。初めは酸性度の増加特に強く、後漸次減退す。酸性度の増加は体内に糖質の輸入が杜絶するに共に起るAceton-體の出現に基因す。

第五節 運動時の代謝

体内に存する筋肉の量は體重の約40%に上り、其行作は物質及び勢力代謝量を著しく増大するこ上述せる所の如し。以下是等筋肉行作の範圍並びに之に伴ふ變化に就き尙少しく考察せん。

第一項 別出筋肉の收縮と代謝

別出したる筋肉は新鮮なるものは乳酸の微量を含有するに過ぎず。若し此の如き筋肉を酸素の不在(例へば窒素の雰圍氣内)に於て刺戟するに一定時間は平常の如く收縮弛緩し此際漸次其内に乳酸の滞積するを認め之に伴ひて筋肉内糖原量減少す。筋肉内の乳酸量0.24—0.4%に達すれば刺戟に對し反應する力を失ふ、之を乳酸極大値と稱す。此の如く疲勞したる筋肉を更に窒素雰圍氣内に貯ふるに乳酸の發生尙行はれ其筋肉内含量0.5—0.65%に達する時は筋肉蛋白質の凝固を招く之れ即死後強直なり。正常の筋肉のpHは7.2なるも疲勞したる筋肉にては6.7となり死後強直の状態にては6.3なる。

筋肉が酸素不在時に於て乳酸を發生するは筋肉内に存する糖原より生成したるMethylglyoxalが酸素缺乏時に於てGlyoxalaseによりて乳酸に變するが爲なり、疲勞は筋肉内糖原の缺乏によるに非ずpH値の減少に基因す。

疲勞したる筋肉が酸素の供給に遇ふ時は滞積したる乳酸の一小部を酸化し大部を再びMethylglyoxalを経て糖原に復歸せしむ。

筋肉の行作量 筋肉は之を等張的に收縮せしむる時(即短縮するに任か

せ且つ或重量を移動せしむる時)は一定の行作を營爲す。此時
 $\frac{\text{行作に變移したる Energi}}{\text{遊離したる全 Energi}}$ を器械的效果と稱し別出筋肉に就ては至適條
 件にて其値約40%なり。

人體の器械的效果は上の値よりも小にして熟練したる運動家は約25—30
 %、不熟練のものは20—23%なり。

第二項 運動時の代謝の状況

運動時に於ては靜止時に比し著しく代謝量を増加す。此際に於ける代謝
 の状況は運動の程度によりて差あり。

運動の過剰代謝 靜止時及び運動時(運動發程時より恢復期までを含
 む)に於て夫々 Douglas の囊式により酸素消費及び二酸化炭素排泄の量
 を測定し、運動時代謝の靜止時代謝より過剰なる部を算出し之を運動の
 過剰代謝と稱す、之を例を擧げて説明すれば

	靜止時	運動時	過剰
O ₂ 消費量(1分間)	250cc	1250cc	1000cc
CO ₂ 排泄量(1分間)	200cc	1200cc	1000cc

過剰 CO₂ 排泄容量と過剰 O₂ の消費容量との比を過剰代謝呼吸比と
 稱す。

1. 中等度の運動

中等度の運動とは長時に互り之を行ひ得る運動なり。此際に於ける過剰
 呼吸は1なり。故に筋肉收縮の全 Energi は糖質に由來するこゝを知るべ
 し。糖原より收縮時に當り發生したる乳酸の約 $\frac{1}{5}$ 量は完全に酸化せられ、
 $\frac{4}{5}$ 量は再び糖原に復歸す。是等酸化に要する酸素及び酸化に因りて發生
 したる二酸化炭素は筋肉内動脈小枝の擴張、心臟鼓動數の増加、心臟
 突撃容の増大等による血液流通の増進により供給及び排泄を容易にせら
 る。

軽度の運動時には筋肉の收縮によりて發生したる乳酸は其量比較的

小なるにより直ちに筋肉内蛋白質にて完全に緩衝せられ、次て其一部の酸
 化さ、殘部の糖原復歸により消滅す。故に乳酸の血行中に出づる量少な
 し。又炭酸の血液中に蓄積する度も少なるにより呼吸の頻數度も増加する
 こゝ殆んきなし。

運動の度進みて1時間に9哩の速度に達すれば1分間に使用せらるる酸
 素量は約4lに至り、約半時間は運動を繼續するこゝを得。血行は1分間
 に30lを要す。人の一分間酸素消費極大値は約5.9l、血行速度は1分
 間40lなるべしと想定せらる。

熟練運動家が中等永續運動を終りたる後は約6—8分にして呼吸正常
 に復するを常とす。之れ筋肉に於て乳酸が酸化的除去の順程を了するに要
 する時間なり。

2. 強度の運動

強度の運動とは極めて短時間に限り行ひ得る運動なり。此種の運動にて
 は運動終結後久しきに互り呼吸數正常値に復歸せず、例へば23.4秒に
 225 Yard 走りしものは呼吸數復歸に27分を要し、 $\frac{1}{4}$ 哩競走後に44分を
 要したるが如し。100 Yard 競走にては跳躍時には呼吸せざるも其以後に呼
 吸切迫を感ず。

此種の運動にては乳酸の發生量大にして1秒間に3—4gに達するこゝあ
 り。而して6gの乳酸處理(即其一部を酸化し、他を糖原に復歸せしむる
 こゝ)に要する酸素量は1lなり。然るに一分間に呼吸により攝取し得る酸
 素の極大量は4lなるにより一分間には24gの乳酸を處理し得るに過ぎず従
 つて乳酸は先づ筋肉内に滞積し、次で血液中に入る。即正常時血液内乳
 酸量は100ccに對し10—20mgに過ぎざるも過劇なる運動後には其値100
 mgに達し、時として200mgに至るこゝあり。平常乳酸量に復歸するは運
 動終結後60分又は其以上を要するこゝあり。

過劇なる運動に際し其過剰呼吸比は1よりも大にして屢1.5—2に達する

こゝあり(極大値2.6なりし例あり)、一般に運動終結後少時に於て其値大なり。其後呼吸比正常値以下に減じ0.5又時を以て0.2となる。之れ初め乳酸が多量に発生し血液内に竄入し血漿中に存する重炭酸鹽を分解して多量のCO₂を遊離し此ものが呼氣中に排泄せらるる爲め過剰呼吸比著しく大なるも、其後酸素により乳酸の酸化せらるるに同時に多量の乳酸が糖原に復歸し消滅するを以て乳酸を結合し居りたる滲は、酸素の爲めに乳酸より発生したる炭酸を結合して重炭酸鹽として血液中に遺留せしむるが爲めに呼吸比著しく低下するなり。

過劇なる運動時には多量の乳酸発生し其一部は血行中に入り重炭酸鹽を分解するにより血液中のCO₂は増加し、重炭酸鹽は減少す。故に血液の水素-Ion濃度増大し(酸性症)之が爲めに呼吸中樞刺激せられ呼吸切迫の感を生ずるに至らしむ、呼吸は30—80分後に至りて始めて正常に復歸す。

人體は體重約40%の筋肉を含有し、運動時には約其 $\frac{3}{4}$ 量即體重の30%に相當する筋肉を勞使すを看做すことを得。今各種強度の運動後に過剰に消費する酸素量より乳酸発生量を計算し(上述の如く酸素1lは6gの乳酸量に相當す)其 $\frac{1}{3}$ 量が血液中に移行するを見るも尙筋肉中に0.14—0.34%の乳酸を含有するこゝ知られたり。而して別出筋肉にて乳酸量が0.35%に達する時疲勞頂上に達し、滲添加によりて乳酸量を増大し得るこゝにより見れば過剰運動施行能力は筋肉内にて乳酸を緩衝し得る能力如何による所大なるべし。熟練により筋肉蛋白質が容易に滲を寄與し緩衝能を大ならしむることを得るものならむ。若し此緩衝能小にして筋肉内のcH(水素-Ion濃度)増大すれば筋肉の膠質性機構に變化を惹起し收縮力の消失、疼痛、硬化を惹起す。

第二章 營養

人の營養を完からしめんこせば先づ適當なる食物を攝取するを要す。之には前章に述べたる如く鹽類及水分以外に蛋白質及非窒素養素を窒素出納の負に至らざる如き量にこり且つ勢力の需要を充たすに充分なる熱量及び必要の轉輸素を含有する食物を攝取すべし、尙此際食物の量は消化管の消化能力を超越せざることを要し尙調理を巧みにし之に對する食慾を誘ふ如くすべし。且つ食物の腸内に於ける利用率を約90%を看做し吸収せらるる養素量の缺損せざる如く注意すべし。

一般に通ずる食程を確定するに二種の方法あり其一は長期に亙り一定食餌を攝取せしめて被檢者の氣力及び行作能力に對し該食程が可良なるを確むるにあり、他は各自任意に攝食生活せるものの食物を廣く統計的に調査するにあり。此第二の方法により Voit は嘗て118gの蛋白質、56gの脂肪、500gの糖質即ち總熱量3055 Cal(活用熱量2810 Cal)を以て常食量となしたるも Voit の數値は體量約70 kg、1日平均10時間の力役に從事する男子に就て檢定したもにして、その體格及び職業によりて差異あるべきは勿論蛋白質の如きも習慣上攝取したる分量を測定したるに過ぎず。

第一節 攝取すべき養素の量

第一項 蛋白質量

食物中の蛋白質量は蛋白質饑餓時の體蛋白消費量に數倍す。之れ食物中の蛋白質の生機的價值充分ならざるこゝ、又蛋白質量少なき食物は風味少なきもの爲なり。通常は體重1 kgに對し1gの割に攝取すれば可なり。

Chittenden 及 Hindhede は蛋白質少なき菜食を勧め Chittenden は自身並びに研究者、兵士及び學生に就て長期間に亙りて實驗を行ひ劇しき運

動を行ひたる時も尚よく體重 1 kg 1 日に對し 0.8 g の蛋白質を以て充分なるを證し、又 Hindhede は馬鈴薯及び麵麩の攝取により 275 日も健康を持続し此際蛋白質の量は體重 1 kg 及び 1 日に對し 0.4 g に足らずして可なることを唱へたり。然れども菜食中の蛋白質量に動搖あり(例へば馬鈴薯にて乾燥量 100 分中に窒素化合物に 4.41—14.64 % の差あり)又蛋白質の利用率は消化管の状態により常に完全に行はるるや保し難きを以て此程度に食程を定むることは危険なり。

肉食に慣れたる人は 1 日に約 150—175 g の蛋白質を攝取するを得べし。多量の蛋白質も腎臓に障礙を與ふるることなし。但し肝臓等多量に核酸を含有する食餌は腎臓を侵す。40 % の肝臓末又は 10 % の核酸-Natrium は有害なり (Newburgh 及 Johnston¹)

Slonaker² は肉屑を 10.3 %, 14.2 %, 18.2 %, 22.2 % 及 26.3 % の割りに含有する食餌にて鼠を飼養したりしに 14.2 % のもの生長最もよく、運動の行作活潑にして、生命最も長く、生殖力最大なり。蛋白質量小なるものは夭折し、蛋白質量最も大なるものは生殖力小なり。一般に幼若なる動物には蛋白質含量大なる食餌を可とし、老いたる動物には蛋白質含量餘り大ならざるを良し。 (Smith 及 Moise: J. Nutrition. 4, 261, 1931)

第二項 Energi 量

食餌中の Energi 量は個人の行作度に準じて定むるを要す。之には先づ Dubois の式によりて該人士の表面積を算出し其年齢及び性によりて基礎代謝量を算出するか、又は Benedict の式若くは表によりて直ちに基礎代謝量を見出し、之に行作度に應ずる熱量を加算すべし。尤も睡眠時間中に基礎代謝量より其 16 % を減じ、労働時以外の覺醒時には基礎代謝量に 40 % を増加すべし。

¹ Newburgh 及 Johnston: J. Clin. Investigation 10, 153 [1931] ² Slonaker: Am. J. Physiol. 96, 547, 557; 97, 15, 322, 573, 626; 98, 266 [1931]

今體重 60 kg の男子に就て種々の狀況に於ける Energi 消費量を略記すれば大約下の如し。

狀 況	熱量絕對値	1 kg に對する熱量
基礎代謝量	1524	23.2
食事攝取	1800	25.7
食事攝取, 牀上休息	2000	28.6
食事攝取, 室内休息	2230	31.9
食事攝取, 坐業	2400	34.3
食事攝取, 輕作業	2600	37.1
食事攝取, 中等作業	3000	42.6
食事攝取, 重作業	3500	50.0

近時運動遊技の氣風振興するに伴ひ商人、學生、官吏等も一時又は常習的に重業職工に等しき代謝量を示すものあるに至れり。

女子の Energi 消費量 女子は一般に男子よりも Energi 消費小なり、約男子の 83 % を看做すことを得。之れ基礎代謝量小なること、職業的行作の度男子よりも輕きによる、Tigerstedt¹ の調査によれば Finland の農民の家庭にて主人は一般に需要に應ずる食量を攝取するも妻女は屢々營養不足し居れり。之れ女子の利他主義に基因する爲ならむ。國民が饑餓若くは食料不足に遭遇する時先づ苦惱を蒙むるものは母性なり。

兒童の Energi 消費量 兒童の基礎代謝量は大人に比し割合に大なり學齡に達してより後は動作敏活にして Energi-消費著しく大となり青春期には Gas-代謝量は絕對値に於ても大人値に接近す。健康なる 9—17 歳の兒童は常に饑餓の状態にあり考ふるを得べし。學校生活に約 800 Cal, 學校以外の遊技に 125—800 Cal を要すを看做し此等を $\frac{2}{3}$ 基礎代謝量に加ふる時は兒童 1 日の Energi-消費量の概數を得べし。

例へば満 10 歳, 120 cm, 40 kg の童男にては

基礎代謝量 1217 Cal の $\frac{2}{3}$ 800 Cal

¹ Tigerstedt: Skandinav. Arch. f. Physiol 34, 151 [1916]

營	養
學校生活	800 Cal
學校外遊技	600
總和 2200 Cal	

尤も遊戯を好まず讀書に親しむ兒童にては Energi-消費之より遙かに小なるは勿論なり。

國民の消費總熱量 國民全般が要する Calori 年額を上げんせば大約男子は1日に 2600 Cal, 女子は 2200 Cal, 15歳以下の兒童は 1800 Cal に見て可なるべし, 今我國にて男, 女, 兒童の割合は夫々 31.5, 31.5, 37%にして内地人口約6千萬とする時は1年の所要 Energi 攝取量は約 500兆 Cal, の多きに達す。

團體の配養量 集合して生活する團體の配養量は之を一概に定むること難し。雖も刑務所其他職業を伴ふ團體にては1日約 2300 Cal, 養老院, 僧院等にては 1800 Cal, 代謝盛なる兒童の感化院にては7—15歳の童男に對しては 2000, 同じく童女に對しては 1700 Cal に見て可なるべし。

第三項 食程作成上注意すべき點

蛋白質が保持代謝に必要な量存在する以上はその餘の Energi-量は糖質及び脂肪を以て供給し得ることは前章に於て説述したる所にて明かなり。而して熱量の發生に對しては脂肪及び糖質はその等力量を以て互に相補足す。

尙次の諸點に注意するを要す。

1. Calori の需要量大なる時は食物として消化能力の許す範圍に於て勢力を多く含有するものを選択すべし, 即此際主として糖質を以て大なる Calori を充たさんとする時は食餌中の糖質量 1 kg 以上に達し消化作用に障礙を來すを以て糖質の一部を脂肪に代へ食物量の増大を防ぐべし。

2. 食餌中の糖質は一定度以下 (60 g) に減少すべからず。之れ斯の如き際には脂質の酸化不完全となり各種の Aceton-體を發生し酸性症を惹起

攝取すべき養素の量

すればなり。

3. 食餌中に一定量の Linol-酸及 Linolen-酸を攝取するを可とす。全く脂酸を缺きたる食物にて鼠を飼養するに其生長停止し元氣衰ふ。此時飽和脂酸及 Olein-酸の添加は效なく, Linol-酸及 Linolen-酸を添加する時發育正常に復す, Linolen-酸の異性體なる α -Eleostearin-酸は無効なり (Burr, Burr 及 Miller¹⁾)

4. 筋肉勞働時に於ても蛋白質を殊更に増量する必要なし。之れ筋肉代謝にては必要なる Energi は無窒素化合物にて供給するを得ればなり。故に日々 3000—5000 Cal を消費する重業勞働者も, 又僅かに 2000—2200 Cal を費消するに過ぎざる精神作業者も等しく 80—90 g の蛋白質を以て足れり可とす。

各種食品の利用せられ得べき熱量及蛋白質の含量に各々差あり今主なる食品に就て 1000 Cal の熱量を供給する食料品が提供する蛋白質量を擧れば

食品の種類	蛋白質含量	食品の種類	蛋白質含量
肉	200 g	麵 麩	30
卵	90	馬 鈴 薯	22
乾 酪	77	白 米	18
乳 汁	50		

故に重業勞働にて多大の Calori を消費する際には馬鈴薯若くは米等を主として攝取するもよく必要量の蛋白質を充たすを得べし。之に反し坐業して生活し一日僅かに 2000—2200 Cal を消費するに過ぎざるものが米のみにて 2200 Cal を充たさんせば此際吸收せらるる蛋白質は僅かに 50 g に過ぎず, 故に此時は米の一部を多量の蛋白質を含み且つ Calori 含量小なる食品例へば獸肉, 魚肉, 乳汁, 卵等にて代償せしむるを要す。

文化の度進み機械力を以て筋力に代ゆること大なるに伴ひ勞働の量減

¹ Burr, Burr 及び Miller: J. Biol. Chem. 97, 1 [1932]

するにより労働者の攝取する Calori 小となり従て農民も工人も其食料は都人士に似たるものを要求するに至る。故に労働者が古に比し漸次肉、乳汁、卵を多量に要求せんとするは單に嗜好を追ふものを見るべからず又實に生機的に理由ある現象なり。米國にては労働者の攝取する食物中蛋白質の約 60% は動物性蛋白質に屬す。

運動盛なる兒童は Calori の需要著しく大なるにより一定量の乳汁を攝取する以外は其食物は重業労働者の如く植物性食物にて充分の蛋白質を得べし。

5. 水の攝取を餘り制限すべからず。水を停止すれば胃液及び脾液の分泌著しく阻害せられ食慾消失す。食量と水の攝取量との間に一定の関係あり。幼獸に水の附與を節する時は其生長遅延す。渴を醫するを怠るべからず。

6. 一般に鹽類は必要なる量に於て動物性並びに植物性食品中に含有せらるるを以て特に之を留意するの要なきも石灰及び鐵は時として不足を感じるこゝあり。

加里鹽を多量に含有する植物性食餌を攝取する時は尿中に多量の食鹽排泄せられ體內に於ける Natrium の缺乏を來すを以て此際には食鹽を添加するを要す。果實に食鹽を添加して食し、馬鈴薯は食鹽を用ひざれば調理不可能なるは何れも Kalium の含量大なる爲なるべし。植物性食物のみを攝取する田舎人の調理したる食物の都會人に對し鹹きに失するは田舎人が常に植物性食物のみを攝取する必要の結果なるべし。

授乳期の女子は乳汁中に多量の Calcium を分泌するを以て其體內 Calcium 量に缺乏を來す虞あるを以て食餌中に多量の Calcium を攝取し且つ其吸収を容易ならしむる如くすべし。之には食餌中の磷酸量過大に過ぎざる如くし、乳糖の添加によりて腸内容物の酸性度を大にすべし (Bergeim¹)

¹ Bergeim: J. Biol. Chem. 70, 35 [1926]

腸に於ける鹽化石灰の吸収は食鹽の存在に於て著しく促進せらる (Lasch²)

鐵は普通食物中に存する量を以て充分とす。然れども乳汁中には鐵の含量極めて微弱なるを以て嬰兒を久しく乳汁のみを以て養ふ時は貧血を起し易し。故に可成的許す限り早く菠薐 (ハウレンソウ) 等比較的鐵の含量大なる蔬菜を與ふるを宜とす。近時菠薐を乾燥し粉末とせし之れを乳汁中に添加して嬰兒に與ることを獎勵する小兒科醫あり。尤も貧血には單に鐵を補ふのみにて足るものに非ず Hemoglobin を生成するには尙特殊の Pyrrol 化合物を要するものなるが之は菠薐等に含有せらるる Chlorophyll より供給せらるるを得べし。其他多量に鐵を含有する食物は肉及卵黄なり。

第二節 食物の選擇

一日に攝取すべき食物の量を定めんと欲せば先づ食物中に含有せらるる養素の量を知るを要す。而かも吾人が日常用ふる食物は純粹なる養素のみより構成せらるるにあらず且つ食品の種類及び構造によりその消化に著しき難易あるを以て食物中に存する養素の量を以て直ちに吾人の目的に適するものを見るを得ず。必ず先づその幾部分が吸収せらるるか即ちその利用率は幾許なるかを知りたる後前節に述べたる保持代謝に必要な蛋白質の量及び行作の多少による糖質及び脂肪の需要量を満足せしむべき食量を撰擇するを要す。

第一項 食品中の養素量

食品中の糖質及び脂肪は通常の方法を用ゐて測定し、蛋白質は食物中の總窒素量を Kjeldahl の方法にて測定し之に 6.25 を乗じて算出す。尤も此時は浸出分窒素及び Purin 窒素は之を蛋白質として計算し居れり。

1. 動物性食品

動物が人類の營養に對し寄與する食品は主として 1) 獸肉、鳥肉、魚肉

² Lasch: Bioch. Z. 169, 292, 301 [1925]

2) 乳汁及び其製品(酪汁, 牛酪, 乾酪) 3) 鳥卵等にして此等は乳汁を除く以外主として蛋白質と脂肪のみを供給す。

1. 乳汁 乳汁の定量的組成は, 哺乳動物の種類により異なるもその主要なる定性的組成は同一にして共に主として蛋白質, 糖質及び脂肪より構成せられ而かもこれらの物質は皆乳汁に特異なり。即ち糖質は乳糖よりなり, 脂肪は分子量少なき脂酸より構成せらるる脂肪に富み, 蛋白質は主として乾酪素を含有す。

各種乳汁の組成は大約左の如し。

種 類	蛋白質	脂 質	糖 質	鹽 類
人	1—2	3—4	6—7	0.2
驢	2.1	1.3	6.3	0.3
馬	2.0	1.1	6.7	0.3
牛	3.5	4.0	4.8	0.7
山 羊	3.7	4.1	4.5	0.85
犬	9.9	9.6	3.2	0.7

乳汁を放置する時はその内に含有せらるる乳糖は細菌の作用によりて分解し乳酸を發生するを以て乳汁の反應は酸性に變じ乾酪素は爲めに沈降す。

2. 牛酪(バター) 牛酪は約80%の脂肪を含有してその約7%は低級脂酸-Glycerinester よりなる, 爾餘の脂肪中60—70%は Palmitin にして, 30—40%は Olein なり, 牛酪中には Stearin の存在するこも極めて少なし。

蛋白質の含量は約1%に過ぎず, 鹽類は平均3%, 水分は約10—15%の割合に於て含有せらる。糖質は殆んど全く存在せず。

Oleomargarin と稱する一種の牛酪代用品あり, このものは通常牛脂を落花生油, 豚脂等と混和しこれを牛乳と攪拌して牛酪味を附したるものなり。

3. 乾酪(Cheese) 乳汁に凝乳酵素を加へ乾酪素を凝出せしめて製造する食品なり。その種類によりその組成並びに營養的價值に大差ありも雖も

大約蛋白質29%, 脂肪36%, 糖質微量, 灰分3.5%及び水82%を含有す。

4. 獸肉

牛肉の化學的組成は脂肪含有量により大なる差異を呈す。蛋白質の量は脂肪を多量に含まざるものありては約10—20%なり脂肪は數% (牛肉, 犢牛肉は約2%, 羊肉は2—4%, 豚肉は4—6%)のものあり又 Bacon (鹽脂肉)の如く60%に達するものあり。脂肪の多寡に伴ひて水分及び灰分の量に差異を生じ水分は68—70%より7—8%, 灰分は4—5%より1%の差あり。脂身の部は88—92%の脂肪及6—10%の水分を有す。

煮沸に際し約15%の窒素は浸出分として抽出せらる。此ものは胃液の分泌を著しく増進す。

5. 魚肉 魚肉は本邦人の好んで食する食品なり。甚しく脂肪に富みたるものを除く他は多くは消化せらるるこも容易なり。一般に20%の蛋白質, 1—2%の鹽類を有し, 脂肪の量は0.5%(コチ, ヒラメ)に達せざるものあり又10%以上に及ぶものあり(マグロ, ウナギ)。水分は70—80%の割合に含有せらる。

6. 貝類 貝類も亦屢食品として用ゐらる, 平均10—20%の蛋白質, 1%以下の脂肪, 1—2%の灰分, 75—90%の水分を含有す。

7. 鶏卵 鶏卵も亦重要なる食品なり。卵殻を除く時は約12%の蛋白質, 11%の脂肪, 0.5%の糖質, 1%の灰分及び75%の水分を含有す。脂肪の大部分は卵黄中に存在す。蛋白質の約 $\frac{2}{5}$ は卵白中に, 約 $\frac{3}{5}$ は卵黄内にあり卵白中の總蛋白質の約90%は卵蛋白素にして, 卵球素は約6.5%に過ぎず。卵黄内に存する蛋白質は主として Vitellin なり。卵黄中には脂肪の他多量の Lecithin 及び Cholesterin 存在す。

諸動物性食品中にある三有機養素の含量大約次の如し。

種 類	水分	蛋白質	脂質	糖質	Calori
牡牛(肥肉)	53.1	16.8	29.2		340
„(中肉)	72.5	21.0	5.5		137
„(瘠肉)	76.4	20.7	1.7		101
鶏	72.2	21.3	4.5		129
鳩	75.1	22.1	1.1		100
鶯	40.9	14.2	44.3		470
兎	74.2	23.3	1.1		106
鰻	57.4	12.8	28.4	0.5	319
鮭	64.3	21.6	12.7		207
大口魚	81.8	16.7	0.3		71
牛乳	87.5	3.4	3.6	4.8	67
人乳	87.6	2.0	3.7	6.4	69
乾酪(和)	36.6	25.7	29.0	3.5	389
牛酪(バタ)	13.5	0.7	83.7	0.5	783
鶏卵	73.6	12.6	12.1	0.6	167
卵黄	51.0	16.1	31.4	0.5	360
卵白	85.4	12.9	0.3	0.8	59

2) 植物性食品

動物性食品は乳汁を除く外は殆んど蛋白質及び脂質を含有するのみなるに反し植物性食品は主として糖質より蛋白質の含量は一定せず時として極めて微量に過ぎざるこゝあり、時として胡桃の如く脂肪の量著しきものあり之は例外に属す。

尙植物性食品の動物性食品と異なる點は其多くは植物纖維素にて包繞せられ、先づ之れを煮るこゝなければ消化酵素の作用を受くるこゝ難きにあり。尙水分に乏み、又鹽分を含有するこゝ大にして燃焼に際し炭酸油を形成す。

1. 穀類 穀類は植物性食品中最も重要なるものにして本邦人は主として米若くは大麥を以て常食となす。稻の種實より籾殻を去りたるものを玄米と稱し、これより糠を除去し主として胚乳に相當する部分を白米と云ふ。米及び大麥の化學的組成の大約を擧れば左の如し。

	蛋白質	脂肪	澱粉	纖維	灰分	水分
白米	7.5	1.5	76.5	1.5	0.6	14.0
大麥	10.0	2.5	64.0	7.0	2.0	14.5

9. 麵麩(パン) 麵麩は大約8%の蛋白質、僅微の脂肪、53%の糖質及び35%の水分を含有す。

10. 蔬菜 蔬菜類は蛋白質及び脂肪を含むこゝ少く、その糖質量も多數のものにありては餘り大なるこゝなし。従てこのものは燃焼材としての價値は少なしと雖も比較的少量の植物性纖維素を含有するが故に食物に容積を附與するこゝ同時に消化管を刺戟してこれを收縮せしめ以て消化液と食品との混合を容易ならしめ且つ食物の消化管内運搬を助くるに效あり。植物性食品中特異の位置を占むるは荳類なりこれその水分を含むこゝ小に(12—16%)且つその蛋白質含量著しく大(20—40%)なるにあり。

植物性食品中に含有せらるる三有機養素及び Calori の數値は次の如し。

種 類	固形分	蛋白質%	脂質%	轉化性糖質%	木纖維	Calori
穀						
米	13.2	8.1	1.3	75.5	0.9	355
豐前米	13.7	7.8	0.3	76.5	0.9	348
關取(伊勢)米	13.8	8.6	2.0	73.7	1.0	356
本石(陸奥)米	13.6	5.6	1.3	74.6	3.2	341
朝鮮米	13.9	7.9	2.1	73.2	1.3	348
Saigon 米	13.6	8.4	2.1	73.2	1.2	354
臺灣米	11.8	8.5	1.9	75.4	0.8	352
麵麩(パン)	33.7	6.8	0.5	57.6	0.3	270
Macaroni	11.9	10.9	0.6	75.6	0.4	360
小麥	13.4	12.0	1.9	68.7	2.3	349
丸麥(大麥)	16.7	6.8	0.6	67.1	?	309
高粱(丸高粱)	10.2	8.4	0.7	72.7	?	339
蕎麥(信濃産)	15.2	9.5	0.9	73.2	?	347
豆						
落花生(内地)	6.3	28.2	41.2	7.2	13.9	528

營養

大豆(黃)	13.5	36.7	17.4	24.9	2.5	413
赤小豆	12.7	22.	0.4	55.4	6.4	321
豌豆	14.9	23.7	0.6	51	7.3	312
蠶豆	15.8	28.9	1.3	49.7	1.2	334
菜豆(インゲンマメ未熟莢共)	89.0	2.4	0.1	5.3	2.3	33

豆製品

味噌(赤)	50.4	10.1	—	18.8	8.3	118
味噌(白)	50.7	5.6	—	27.1	12.9	134
醬油	62.3	8.4	—	3.0	—	47
豆腐	88.8	6.6	3.0	1.1	0.02	59
雪花菜(ウハナ)	85.7	3.7	0.8	6.4	3.0	49
腐皮(ユバ)	22.9	51.6	15.6	6.7	0.5	384
高野豆腐	11.9	62.4	6.0	16.8	0.5	381
油揚	57.4	22.	18.7	0.5	0.1	266

種類	水	蛋白質	脂質	轉化性糖質	木纖維	Calori
----	---	-----	----	-------	-----	--------

蔬 果 及 草

馬鈴薯	76.7	1.5	0.1	19.2	1.4	86
甘藷(白)	66.3	1.4	0.2	28.8	2.5	126
甘藷(赤)	66.3	0.6	0.3	29.3	2.7	125
蘿蔔(ダイコン)	94.6	0.7	0.01	3.7	0.5	18
蕪菁(カブラ)	94.0	1.6	0.07	3.9	0.7	23
胡蘿蔔(ニンジン)	89.0	1.3	0.35	7.4	1.1	39
西洋胡蘿蔔	86.7	1.2	0.3	9.1	1.7	45
牛蒡	77.9	3.5	0.2	15.4	2.1	79
渡菰(ハウレソウ)	93.9	2.3	0.27	1.7	0.6	19
水芹(セリ)	93.6	2.0	0.13	3.2	—	23
款冬(フキ)	95.6	0.4	0.04	2.7	0.7	13
芋(メキキ)	95.2	0.5	0.13	2.5	0.7	14
芋幹(イモガラ)	88.	0.6	0.2	6.5	3.8	31
葱	91.	1.5	0.2	4.8	2.0	28
玉葱	86.7	1.5	1.1	8.3	0.6	50
土當歸(ウド)	95.1	1.1	0.1	2.5	0.7	16
蓮根	85.4	1.7	0.1	10.9	0.8	53
卷丹(オニユリ)	69.9	3.3	0.1	24.2	1.4	114
慈姑(クワイ)	69.3	4.3	0.2	24.4	0.5	120
家山菜(ナガイモ)	76.2	2.8	0.1	18.0	1.8	86
青芋(サトイモ)	85.2	1.4	0.1	11.7	0.6	55
九面芋(ヤツガシラ)	68.8	2.8	0.3	25.7	1.2	120
胡瓜(キウリ)	96.6	0.9	0.1	2.0	—	14

食物の選擇

種類	水分	蛋白質	脂質	轉化性糖質	木纖維	Calori
南瓜(タウナス)	90.2	0.7	0.1	6.1	2.2	29
冬瓜(カモウリ)	95.9	1.0	0.1	1.5	0.7	11
茄(ナス)	94.0	1.0	0.1	3.1	1.4	18
赤茄	93.5	1.0	0.2	4.1	1.7	23
菊(孟宗竹)	90.3	1.8	0.1	3.4	1.4	22
甘藍(ハホタン)	93.4	1.8	—	4.1	0.8	24
苾(小松菜)	92.6	2.5	0.5	1.2	1.8	20
苾(芥菜)	86.3	2.9	—	4.4	—	—
苾(臺灣白菜)	90.7	2.0	0.3	6.2	—	—
銀杏	50.0	3.9	2.2	41.7	0.4	206
柿(樺柿)	83.7	0.6	—	12.6	2.8	54
胡桃	4.7	28.5	59.2	3.2	1.5	691
栗	57.9	2.9	0.4	36.5	1.1	195
西瓜(スキタワ)	94.8	0.2	—	4.8	0.1	21
甜瓜(マクハ)	92.4	1.2	0.5	4.1	1.2	26
梨	83.0	0.4	—	12.0	4.3	51
無花果	80.0	0.7	0.3	16.2	1.3	72
松茸(マツタケ)	81.7	3.7	0.8	12.8	—	75
椎茸(乾)(シビタケ)	14.6	11.6	1.7	67.7	—	341

各類食品中の轉輸素の分布状態は次の如し。

食品種類	Vitamin A	Vitamin B	Vitamin C	Vitamin D	Vitamin E	Vitamin G
乳	+++	—	—	+	±	+
肝油	+++	—	—	+++	±	?
酪汁	+++	++	+	+	±	—
豚脂	—	—	—	—	—	—
Oliv-油	—	—	—	—	—	—
綿實油	—	—	—	—	—	—
Cocoa 實油	—	—	—	—	—	—
小麥胚油	*	++	—	—	+++	—
肉類	—	—	—	—	—	—
猪肉	—	+	±	?	+	++
肝	++	++	*	—	—	—
魚肉	+	+	*	—	—	—
鶏肉	—	+	*	—	—	—
牡蠣	++	++	+	+	—	—

乳, 乾 酪, 卵						
牛乳(生全乳)	+++	++	++變	+變	±	±
牛乳(脱脂生)	+	++	+變	?	*	
乾酪(全乳製)	++	++	-	*	*	
鶏卵(新鮮)	+++	++	*	+	+	+
卵 白	-	-	-	-		+
卵 黄	+++	++	-	++		+
穀 類, 豆 類						
小 麥, 玄 米	+	++	-	*	+	+
麥粉(白), 白米	-	-	-	-	*	
豌豆, 鷹 元	++	++	-	*	+	
大 豆	+	++	*	*	+	+
發 芽 莖	+	++	++	*	++	
蔬 菜 果 實						
甘 藍(新鮮)	++	++	+++	-	?	++
.. (煮)	+	++	+變	-	*	++
萬 苣	++	++	+++	+	+	++
菠 薐(新鮮)	+++	++	+++	?		++
胡 蘿 蔔(生)	+++	++	++	?	*	+
.. (煮)	++	+	+變	?	*	+
馬 鈴 薯(生)	+	++	+			
甘 藷	++	++	++	-		
Lemon 汁(生)	±	++	+++	*	*	
Orange 汁(生)	++	++	+++			
林 檎	+	++	++	*	*	
Banana	+?	+	++	*	*	
Tomato	++	+++	+++	-		+
胡 桃	*	++	*			
其 他						
醸 母	-又+	+++	-	-	-	+++
麥 酒		-	-			

食品の鐵質分 供食部 100 g 中の mg 量

食 品	Ca	Mg	Na	K	Cl	P	S	N
パ ン, 白	14	12	447	103	582	86	95	1429
白米(California)	4	11	40	95	38	94	65	976
全 乳	113	11	65	138	102	95	31	486

Roastbeef(罐詰)	18	19	554	207	839	157	195	3489
卵	43	11	12	123	155	192	158	7767
青 豆	25	39	50	315	47	115	65	1160
馬 鈴 薯 生	4	22	33	282	44	45	26	319
Tomato	5	12	107	232	188	19	24	166

Clark: J. Biol. Chem. 65, 597 [1925]

食物の鐵分含有量

食 品	Fe %	食 品	Fe %
卵 白	0.0001	卵	0.0030
乳 汁	0.00024	肉	0.0023—0.0033
林 檎	0.0003	菠薐(ハウレンサウ)	0.0036
人 蔘	0.0006	オ ー ト ミ ー ル	0.0038
高 菹	0.0007	牛 腎	0.006
麵 麩	0.0009	牛 肝	0.008
甘 藍	0.0011	卵 黄	0.0086
魚 肝 油	0.0008—0.0013	血 液	0.0526
馬 鈴 薯	0.0013		

第二項 養素の利用率

前項に記述したる種々なる食品中に含有せらるる養素の利用率を測定するには數日間該食品のみよりなれる單純食を攝取しそれに相當する尿中に排泄せられたる養素の量を測りて吸収率を定むべし。一般に動物性食物は消化佳良なるも植物性食物の殊に著しく植物纖維素を含有するものは消化甚だ不良なり、然れどもこれを一旦粉末の状態にし若くは煮沸して纖維素壁を破壊したるものは著しく消化の度を増大す。脂肪は融解點によりて消化の度に大差あり、熔融點低くして體温に於て既に融解するものは消化も亦佳良なり。

今次に各種食品中養素の利用せられざる率を擧ぐ。

1. L. M. C. Laughlin: J. Biol. Chem. 74, 455 [1927]

利用せられざる率%

食 物	N-含有物	脂 質	糖 質	熱 量
動物性食餌				
牛 肉	2.5	6.0	—	5.5
魚 肉	3.0	9.0	—	—
牛 乳	6.5	5.0	1.0	—
乾 酪	5.0	10.0	2.0	4.4
鶏 卵	3.0	5.0	—	3.8
乳 脂	—	3.0	—	—
植物性食餌				
麵 麩 密	19.0	25.0	1.5	4.5
” 粗	28.0	45.0	7.5	13.7
米	20.0	7.0	1.0	2.6
豌 豆	30.0	70.0	15.5	—
馬 鈴 薯	22.0	2.5	4.2	6.8
蔬 菜	28.0	7.0	16.5	15—20

尤も是等不消化の率は各個人により異なるを以て常に一定したる値なり
と云ふを得ず。尙養素の攝取量大に過ぐる時は一旦吸収せらるるも同化せ
られずして尿中に排除せらるるこゝあり、一時に葡萄糖 150—180; 果糖
120—150; Galactose 20—30; 蔗糖 150—200; 乳糖 120; 麥芽糖 120—150 g
以上を攝取する時見る現象なり。

第三項 満腹値¹

食物が胃中に入りて胃液の分泌を促がし胃中に酸性の内容物存在する
間は常に満腹の感あり。之に反し胃が空虚となり鹽酸の分泌停止する時は
盛に饑餓を覺ゆるに至る。故に普通食物の攝取は饑餓感を避くる如く行は
る。

食物が消化管の作用を需要する時間を満腹値と稱す。今犬に就て測定
せられたる食物の滯胃時間及び消化液の全量を擧ぐれば

¹ Sättigungswert

測定者	食物の種類	滯胃時間	消化液量
Best Deutsche-Arch. f. Klin. Med. 104, 110 [1911]	200 g 炙塊肉	4時	1246cc
	200 g 炙截肉	3時30分	1203
	200 g 煮肉、鹽め夫より 得たる胆汁を與ふ	4,, 30,,	1186
	200 g 生截肉	4,, 30,,	1242
	250 g 煮塊-Ham	3,, 45,,	1176
	250 g 煮截-Ham	3,,	517
	2 個固煮鶏卵	2,, 30,,	471
	2 ,, 軟,,	1,, 30,,	372
	2 個生煮鶏卵	1,, 10,,	388
	200 g 麵麩	2,, 30,,	820
	200 g 焙麵麩	2,, 30,,	839
	263 g 煮馬鈴薯	3,,	742
200 g 燒馬鈴薯	4,,	1215	
Cohnhe- im u. Dreyfus Z. Physiol. Chem. 58, 50, [1908]	試朝食(50 g 麵麩及茶)	1時	400
	200 g 豌豆	3時50分	600
	200 g 白甘藍	3,,	470
	200 g 蕪菁	2,, 10,,	165
	100 g 蕪菁, 100 g 馬鈴薯	3,, 50,,	540
	263 g 白甘藍, 200 g 馬鈴薯	4,, 30,,	340
200 g 馬鈴薯, 50 g 肉	5,,	840	
Kestner u. Warburg Klin. Wochenschr. 1923, 1791	2杯 Kocoa(淡脂)	3時	590
	2,, Kocoa(濃脂)	3,, 20分	360
	2,, 茶	1,, 30,,	180
	2,, 咖啡, 麵麩	2,, 20,,	250
	2,, 茶, 麵麩	2,,	220
	50 g Chocolat	2,, 30,,	300

攝取量を倍加する際における分泌量の變化を観察するに

100 g 肉	244cc	50 g 麵麩	138cc
200 g 肉	536	100 g ,,	147,,
50 g 肉	289	100 g ,, 馬鈴薯粥	300,,
100 g 肉	415	200 g ,,	340,,
200cc 肉羹	91	50 g 牛酪	334,,
300cc ,,	210	100 g ,,	330,,
200cc 乳汁	84		
300,, ,,	151		

即肉、肉羹、乳汁にては攝取量の増加に伴ひて分泌液量も亦増加する

も、麵麩、馬鈴薯及牛酪に於ては此比例存在せず多量に之を食するも分泌液の増大を伴ふことなし。

以上の数を以て見るも肉類は大なる満腹値を有するを知るべし従て之を食する時は頻繁に採食せず食事間の時間を大にするも饑餓の感を訴ふることなし之れ蛋白質が戦場に於ける兵士(不規則に且つ食事間の間隔大なる傾向大なるもの)、大都市にて作業場と住居と隔離大なる労働者等には必要の食品なる所以なり。農夫、手職工等住宅の近くに於て作業するものには一日5回に互り採食するものあり。米國等の大都市にては晝食を限少し一日二回食するもの多く此時は肉の攝取量多し。故に久しく繼續して作業するものに対しては動物性の食事が生機學上にも必要なるものなるを知るべし。

然れども肉のみを食するよりも肉と同時に澱粉を攝取し、又は肉食の後に糖を採る時満腹値更に大なる。即次の頁に掲げたる表にて示す如く消化液量は肉量に従ひて増減するも、胃腸滞在時間従て満腹値は澱粉若くは

食程の種類	滞胃時間	消化液量
50g肉, 50g馬鈴薯	4時間	546cc
50g ,, , 100g ,,	6 ,,	512 ,,
100g ,, , 50g ,,	5½ ,,	840 ,,
肉羹, Beefsteak, 馬鈴薯	3½ ,,	1200 ,,
前者攝取後尙40g糖, 25g Keks, 少量の乳汁を採りたる時	8 ,,	1288 ,,

糖の攝取により著しく増大す。(之に反し單に澱粉若くは糖のみを採りたる時の滞胃時間は甚だ短かし)。故に満腹感を充分ならしむる如き食程は先づ初め肉羹を啜り次に肉と馬鈴薯を食し、終りに甘味を攝るにあり。之れ普通の食事の順序なり。嗜好及び満腹感は自然に吾人をして此の如き食程をさらしむるに至れるものなるべし。

乳汁は満腹値大ならず但し脂肪を含むこと大なれば満腹値も大なる。

牛酪は満腹値大なり。

鶏卵の固煮のものは輕煮のものに比し、軟煮のものは生のものに比し満腹値大なり。

魚類の中鰻及其他油多き魚類は満腹値大に、大口魚其他油少なき魚の満腹値は小なり。魚は蛋白質を含むこと大に、其味もよく、蛋白質の生機的價值も大なるも満腹値小なる爲め之を好まざる人多し。

菜食 植物性食物の満腹値は小なり。ここに蔬菜は満腹値小に又麵麩及馬鈴薯の如く肉の満腹値を高むるの能もなし。植物性食物中満腹値大なるは馬鈴薯にして麵麩之に亞ぐ。ここに燒焦せられたる馬鈴薯及麵麩は満腹値大なり。

	滞胃時間
麵麩の内部	3時
麵麩の皮	6時7分—7時10分
燒焦麵麩	6時13分—6時20分

胃内容物の搬出は胃内容物の量大なる程迅速に行はる。10分後に搬出せられる量を見るに

100 cc 液	40 cc
200 ,, ,,	60 ,,
300 ,, ,,	100 ,,

故に一定量の食物は之を幾回にも分ちて攝取する方一時に攝取するよりも満腹値大なる。

第十二編 化學的調節作用

既に上章に記述したるが如く動物體は消化管に於て食物を消化しこれを吸収したる後血液中に收めて各臓器及び組織の細胞に送り、生活の資源をなすに同時に、又ここに生じたる代謝産物を腎臓若しくは肺臓等に送りてこれを排泄す。而して食物を消化するには消化液の分泌あり吸収したる養素を細胞に輸致して代謝産物を排泄器に運送するには心臓の行作あり酸素を吸収し炭酸を排泄するには肺臓の縮張あり。これらは何れも適當の程度に於て時宜に應でその作用を増減せしめ過不及を見ることなく巧みに調節せらる。この適應行作の大部分は神經作用によりて營爲せらるるものの如く各臓器に於ける化學的刺戟は或は中央神經系の末梢に或は交感神經に作用して各々適應の行作を發揮せしむ。然れども體內各所に於ける作用を調節しこれを統一するは單に神經系がこれを司るのみならず、各臓器若しくは各組織に於て發生したる化學的物質にして血液内に入り、これと共に體內を環流し各所に至りてその作用を調節するものあり、かくの如き物質を覺醒素と稱す、このものは或は消化液の分泌に參し、或は養素の物質代謝を調節し或は發育生殖の作用に關す、而してその一部は化學的性狀未だ全く不明にして或物の如きは唯その作用によりてその存在を想像するに過ぎざるものあり、本書に於ては神經的調節作用はこれを省き唯覺醒素に就て以下その大略を述べん。

第一章 呼吸機能の調節

呼吸機能の度は呼吸筋(横隔膜及び肋間筋)の運動の大小により巧みに調節せられ呼吸筋は平時は組織の酸素需要を充たす度に於て靜かに運動するに過ぎざるも體の運動に伴ひ大に其官能を増進す。

これ延髄に存在する呼吸中樞が血液内炭酸量の増加によりて刺戟せらるるを以て組織に於て炭酸の發生するこゝ益大なれば中樞の刺戟益強くなり呼吸筋の運動を高むる爲なり。

第二章 血管系の調節

毛細管が収縮及弛緩する時は之に従ひて血圧に著しき變化起る。筋肉は休息時に於ては血液の供給僅微にして足り行作時には之より著しく酸素の供給を仰ぐを見て Krogh は種々なる状態に於ける筋肉毛細管開閉の度を墨汁生體注射により検査したり其結果によれば休息時に於て一定截面内に開放せる毛細管數 85 なるに對し行作時には開放數 2500 に達するを見たり。Krogh に従へば休息時の筋肉は僅かに其 $\frac{1}{5000}$ 容の血液を含有するに過ぎざるに反し行作時には $\frac{1}{16}$ 容の血液を包有し、全毛細管が完全に開放弛緩せらるる時は $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ 容の血液を保留すこゝ云ふ故に筋が假りに體重の 40% を占むとして計算すれば此時全血液を悉く筋内に保留するを得るに足るべし。

休息時に於ては筋内毛細管の口径極めて狭小なり即其中には辛らふじて赤血球の通過を許容するに足るものあり、雖も他は多少の弾力性變形の下に之を通過せしめ得るに過ぎず。故に血行は絶えず毛細管内に於て抵抗を蒙る從て毛細管の弛緩並びに開放數の増加起る時は急劇の血圧降下を招來す。

副腎を除去する時又は結核等にて副腎が破壊せられたる時は血圧著しく下降す、之れ副腎髓質より血液内に分泌せらるる Adrenalin の缺如するが爲にして此時 Adrenalin を注射する時は血圧再び上昇す。Adrenalin の血圧上昇の作用は極めて顯著にして犬に其 0.001 mg を血管内に注射する際既に明かに血圧の上昇を認む。之れ交感神経にて支配せられたる筋肉と神経末端との接合點を刺戟し一方には血管筋肉を収縮し小動脈管及び

細小動脈管を狭窄し他方には心臓機能を亢進するが爲なり。共にこれらの部分に於ける交感神経の刺戟と同じき作用なり。第一因なる動脈管の収縮は内臓(先づ第一に収縮するは腎臓血管にして、消化器の血管これに亞ぎて収縮す)に於て最も顯著なり、雖もその他四肢の血管にも表はれ四肢は爲めにその容積を減するに至る、この時四肢の同部位に分布する神経を切除するもその作用に影響なし、第二因なる心臓機能の亢進は鼓動の迅速且つ強盛なるためなり、この變化は脊髄を切断したる時又は體外に取り出したる心臓の冠狀動脈内に Adrenalin を Ringer の液と共に循環せしめたる時にも尙よく惹起せらるるを見る、動物體 1 kg に對し 0.01 mg の割に Adrenalin を血管内に注射する時は血圧殆んど倍加す、然れどもその量 0.1 mg なる時は心臓に毒作用を呈する爲め反て血圧の上昇を惹起せず。

上述の如く Adrenalin 注射は末梢血管の収縮を惹起するも此際肺、腦及び心臓冠狀血管は反つて弛緩す。之れ全く交感神経の刺戟と相似する所なり。

第三章 消化機能の調節

食物を咀嚼嚥下する際若くは既に美肴を見、好匂を嗅ぐ時胃液の分泌起り胃内消化の準備を成すは全く神経的反射作用によりて營まるるものなれども其以後は化學的調節を受くるこゝ多し。

分泌素(Sekretin) 酸性の糜粥が胃より十二指腸内に送らるるや膵液の分泌忽ちに増進す之れ酸性の糜粥により十二指腸及び上部小腸の粘膜内に存する Secretin (分泌素) が溶解性、透過性となりて血行中に入り膵臓に運ばれ膵分泌細胞の分泌を催進するが故なり。十二指腸の粘膜の表面を削取り 9% NaCl 溶液と研和し次で濾過して得たる浸出液は之を血管内に注射するも毫も膵液の分泌を認むるこゝなきに反し、豫め 0.4% 鹽酸にて浸出物を作り次で中和したる後血管内に注射する時は約 20 秒にして盛に膵

液の分泌を認むべし。酸以外に滴 Alcohol 及び石鹼等も亦分泌素の分泌を促がす。

近時 Mellanby¹ は腸粘膜の Alcohol 浸出液に胆汁酸を加へ Sekretin を沈澱せしめ有力なる Sekretin を得たり。此 Sekretin は Biuret 反應を呈するこゝ微弱にして著しく Pauly の反應を呈し Histidin を含有する蛋白質若くは Pepton 様のものの如し。Pepsin, Trypsin 及び組織蛋白酵素により速かに破壊せられ、 $\frac{1}{10}$ N. NaOH の存在にて 100° に加熱せらるれば 5 分以内に其效力を失ふ。酸に対する抵抗は稍大なり。不純の調材に異なり、血壓下降の作用なく、又 Insulin 様血糖不及症を招くこゝなし。亞硝酸によりて效力を失はざるにより蛋白性-Amin にはあらざるべし (Mellanby 及 Huggett²)

Cholecystokinin 十二指腸の粘膜を稀鹽酸にて處理して得たる浸出液中に膽嚢を收縮せしめて胆汁を分泌せしむる覺醒素あり Ivy³ は之を Cholecystokinin と呼べり。

腸活素 脾液内に存する蛋白酵素は活性微弱なるも腸内に分泌せられて腸粘膜に接觸するや腸活素の分泌を促がし忽ちにして賦活せらる。腸活素は酵素の性狀を有せざるものなるこゝは既に前に述べたり (165 頁)。

胆汁酸 胆汁中の胆汁酸は小腸に於て再び吸収せられて血行に入る時は又胆汁の分泌を促がす。

各種蛋白酵素の配置 消化管内に於て蛋白質が先づ胃の Pepsin の作用を受けて、他の蛋白酵素の作用を容易ならしめ、次で Trypsin により簡單なる Peptid となると同時に小腸の Erepsin の作用を受けて順次 Amino-酸に變ずるを得しむるは一に各種蛋白酵素の配置に當を得たる爲なり。

1 Mellanby: J. of Physiol. 61, XXXVII-XXXVIII [1926]

2 Mellanby 及 Huggett: J. of Physiol. 61, 122-130 [1926]

3 Ivy, Drewyer 及 Orndoff: Endocrinology, 14, 343 [1930]

第四章 代謝機能の調節

第一節 基礎代謝の調節

全代謝に大なる影響を與ふるものは**甲狀腺**なり。甲狀腺完全に除去せらるる時は基礎代謝減量し(減少度 40% に達す)、體溫降下し、窒素の排泄量及び尿量小となり、特異動的作用を呈せず幼獸にては智力の發達も亦阻止せられ、骨髓も矮小にして一寸法師(矮人症)生ず。之れ甲狀腺より分泌せらるる Thyreoglobulin の缺如に基くものにして Thyreoglobulin は既に 頁に於て述べし Thyroxin が Polypeptid 様のものと結合して生じたる蛋白質なり。

甲狀腺若くは Thyroxin (左旋性のもの)を多量に攝取せしむる時は代謝作用増大し(100% に達す)窒素排泄量も平時の 50% 増加す。發育は速度減じ各臓器の肥大を伴ふ。二十日鼠にては Acetonitril に対する抵抗性を増大せしむ。

甲狀腺が其作用を完全に遂行するには充分なる沃度及び Tyrosin の供給を受くるを要す。Tyrosin は食物としての供給絶ゆるも體蛋白の分解によりて補給せらるるにより其影響明かならざるも沃度の供給不足は膠質性甲狀腺腫を惹起すべし。

腦下體前葉は甲狀腺分泌を促進し甲狀腺の Jod 量を減じ血液内の Alcohol 可溶性沃度量を増加し、血液は Acetonitril に対し抵抗力を獲得す。

第二節 Calcium 代謝の調節

上皮小體は Calcium 代謝の調節を司り之を除去する時は血漿内 Calcium 量減じ(8—6 mg%)痙攣を起す。有效成分は未だ全く純粹の状態に製

出せられずとも雖も蛋白質性を有し消化酵素にて破壊せらる。故に浸出物は注射によりてのみ其効果を示す。

上皮小體除去獸に Vitamin D を多量に與ふれば上皮小體除去獸に見る痙攣は Vitamin D 附與によりて之を抑止せしむることを得るも之れ未だ一部の上皮小體を存する爲にして若し盡く副上皮小體組織まで除去したるものには効なし¹、故に Vitamin D は上皮小體に作用して Calcium の代謝に關與するものならむ (Taylor 等)

上皮小體を除去せられたる動物は其體組織中に Calcium 及磷の量を増加し、上皮小體投與により之を減少す。日々鼠に上皮小體浸出液を與ふるに尿中の Calcium 量増大す (Pugsley²)

家兎に經口的に鹽化石灰を與へ血液内の過-Calcium-血曲線の度及時間を觀察するに上皮小體の浸出物は著しく其度及時間を増大す (Hamilton 及 Schwartz³)

第三節 糖質代謝の調節

吾人日常攝取する糖質の量は甚だ多量にして約 500 g に達するも是等は體內にて完全に利用せられ盡く炭酸及び水に酸化せらる。然れども時として糖が體內にて酸化せらるるこゝなく尿中に排泄せらるるこゝあり。之を糖尿症といふ。

糖尿症の際血糖の増加せざるこゝも、血糖量の増大するこゝの二あり。過血糖症を伴はざる糖尿症は腎臟上皮細胞の糖に對する透過性に變化ある爲めに起りて人工的には Phlorhizin の服用若くは皮下注射によりて惹起せらる。

過血糖症を伴ふ糖尿症は絶えず血糖が其正常値以上に存するが爲め糖

1 Taylor, Weld, Branion 及 Kay: Can. Med. Assoc. J. 24, 763, 25, 20 [1931]

2 Pugsley: J. Physiol 76, 315, [1932] 3 Hamilton 及 Schwartz: J. Pharmacol. 46, 285, [1932]

の尿中排泄行はるるものにして如何なる人士も著しく多量に糖質を攝取したる場合には血糖量久しく常値を超え糖尿症に陥ることを免るる能はず。之を食餌性糖尿症¹といふ。食物内糖質の超過大ならずして屢食餌性糖尿症の惹起せらるるは病的に屬す。糖尿を惹起するこゝなくして攝取し得る糖質の量を同化域又は認容量と稱す。此認容量は腦下體の後葉分泌物 α -Hypophamin の生成増加したる時、Adrenalin の分泌増したる際並びに Insulin 分泌不及により降下す。

第四腦室底を刺傷して延髓にある糖中心を刺戟する時は忽ちに強度の過血糖症を起し血糖の量屢 0.3% 以上に達し、次で尿中に糖の出現を見る。之を糖刺傷²と云ひ此際現はるる過血糖症は主として肝臟に於て蓄積せられたる糖原が糖中心の刺戟により過剰に分泌せらるる Adrenalin の作用により糖に變じて出動するが爲めに惹起せらるる所にして饑餓により肝臟内糖原量小くなれる際は糖刺傷による糖尿証明ならず。但し此際豫め内臟神經を切斷し置くか若くは豫め副腎を除去する時は糖刺傷を施すも糖尿症起るこゝなし。又實驗的に Adrenalin を動物に注射する時は肝臟に於ける糖の發生増大し血液は過糖血症の状態に陥り糖尿を惹起す、これを Adrenalin-糖尿症と稱す。

Adrenalin 糖尿症に於ては糖は Adrenalin 注射後須臾にして尿中に現はれ 2—3 時間にして極點に達し。それより漸次再び減少して 24 時間内に糖の排泄全く止むを常とす。靜脈内注射は皮下注射よりも效力強くして尿中の糖量約 5—6% に及ぶべく、腹腔内注射の作用は更にこれよりも大にして、尿の糖量屢 10% に達するこゝあり。これに反し Adrenalin を消化管より攝取せしめたる時は何等病的の症狀を認むるこゝなし。饑餓の状態に於ても Adrenalin を注射する時は糖尿症惹起せらるるこゝ雖も肝臟の糖原を含むこゝ大なる動物に比し糖を排泄するこゝ極めて小なり従つて饑餓動物に

1 Alimentäre Glykosurie 2 Zuckerstiche, Piqûre.

Adrenalin を数日間反復して注射する時は尿中の糖量著しく減少し或は全くこれを見ざるに至る、通常 2—3 回にして糖尿を起す作用を失ふを常とす。

Adrenalin 注射は肝臓に於ける糖出動を促がすも組織に於ける糖の消費は之によりて増減せらるることなし、又饑餓獣に Adrenalin を注射する時は肝臓に脂肪浸潤を惹起す(Junkersdorf 及 Török¹)

上に述べたる如く Adrenalin 注射は動物に糖尿症を招致すも若しこれと同時に膵浸出液を注射する時は糖尿症起るることなし、又動物の膵臓を除去する時は糖尿症現はるるもこれと同時に副腎静脈を結紮すれば尿中に糖の排泄を見ることなし、これ膵臓には常時 Adrenalin の作用と相對する覚醒素 Insulin の存するが爲なり。

病的に屢出現する糖尿症は膵臓の疾患によるもの多し、Mering 及 Minkowski² の實驗(1889)によりて初めて明かにせられたる如く動物の膵臓を完全に除去する時は肝臓に於て糖が糖原に變ずる作用全く消失するのみならずここに蓄積せられたる糖原は葡萄糖となりて血液に出され而かもこれと同時に動物體は組織内に於て糖を分解酸化する作用を失ふを以て、葡萄糖は忽ち血液中に蓄積し(0.5%に達することあり)終に尿中に排泄せらる(20%に達することあり)、かくの如く食物中の糖質は全く營養に用ゐらるることなきを以て動物は食物及び體成分中の蛋白質及び脂肪を盛んに費消し絶えず體成分なる蛋白質を分解して生活するが故にその體重頓に減少し異常代謝産物の中毒によりて斃るるに非ずんば遂に餓死するに至るべし。

一部の膵臓を残留せしむる時は糖尿症を現はさざるも其糖同化域降下す、即ち糖質を含有すること少なき食を攝取する時は尿中に糖を見ざるも、多量の糖質を攝取するに際し、糖は尿中に出現す、人間の糖尿症の重症のものは完全に膵臓を除去したるものに一致し、輕症のものは一部の膵臓を

¹ Junkersdorf 及 Török: Pflügers Arch. 211, 414 [1926]

² Mering 及 Minkowski: Liebig Ann. 195, 344; 197, 193 [1889]

残留せしめたる試験獣の症候と一致す(Allen)。

膵臓除去によりて糖尿症の起るは膵臓内 Langerhans 島嶼より分泌せらるる覚醒素 Insulin の缺如に基因し此覚醒素を皮下に注射すれば糖尿症者の血糖量を降下せしめ糖尿を阻止することを得。

Insulin は Trypsin の爲めに容易に分解せらるるを以て従來之を膵臓より抽出すること難かりしも Banting 及び Best (Jl. Lab. and Clin. Med. 7 251, 464, 1922) は膵液輸管を結紮して數週後消化腺細胞殲滅し(Trypsin 消滅し) Langerhans の島嶼のみ残存する時期の膵臓若くは胎兒の膵臓より浸出液を作り之を製出することを得たり、尙次いで普通の膵臓よりも稀 Alcohol を用ゐて抽出し Trypsin の作用を受けざらしめば容易に之を得るを知るに至れり、即鹽酸含有 Alcohol にて膵臓を浸出し、濃縮し、80% Alcohol 溶液より Ether を加へて沈澱せしむる時は粗 Insulin を得、之を更に精製するには pH 5—6 の間に於ける等電點沈澱法を用ふるを可とす。

Abel 等(J. pharm. exp. ther. 31, 65, 1927) は Brucin 及 Pyridin を用ゐる、又 Harington 及 Scott (Bioch. J. 23, 384, 1929) は Saponin 又は Digitonin を加へ等電點を精確にし結晶性の Insulin を得たり。

Insulin は水、稀 Alcohol、酸、鹼、醋酸、Formamid に溶解し、Ether、Benzol、Chloroform 等に溶解せず、Kaolin、炭素、安息香酸及蛋白質によく吸著せらる(殊に酸性溶液より)、約 14% の N、1 原子の S を含み磷及脂質を含有せず、熱に對しては安定なるも鹼性溶液にて加熱せらるる時は急ち效力を失ふ、Pepsin 及殊に Trypsin にては分解せられ易く爲めに經口的には之を用ふることは不能なり。

結晶性 Insulin は格子状を呈し約 1.58 の屈折率を有す、215° にて褐變し、233° にて熔融す、Abel の製劑は其 1 mg 中に約 50 單位、Harington 及 Scott の製劑は約 25 單位の Insulin を含有す、其單位は 2 Kilo の家兎に注射したる時 2—4 時間後に血糖を 0.045% 以下に降下せしむるに足る量

をいふ。

Insulin を空腹時の正常獣に注射する時は須臾にして其呼吸商上昇し、体内にて糖質が脂肪に代りて燃焼することを示し、周縁静脈内糖量は動脈血内糖量よりも減少す。之れ Insulin は体内糖質の酸化を助長する爲にして Insulin が糖尿症患者に對し過血糖症、糖尿症、Aceton-尿症及酸性症の諸症候を軽減する作用を有するは糖質の酸化を容易ならしめ脂肪代謝を矯正するが爲なり。平時に於て Insulin の分泌は血糖の上昇が刺戟となりて行はるものの如し。従て長時の饑餓、純脂肪食、繼續性嘔吐等にて血糖量減少する時は Insulin 分泌の刺戟減少し、代謝異常を招き Keto-症を惹起す。此際葡萄糖を附與する時は Insulin の分泌行はるると同時に Keto-症速時に消退す。

Insulin は組織に於ける糖の酸化を助長す。Insulin 注射後呼吸比の増大するは糖の酸化旺盛なれる爲なり。肝臓に於ける糖の酸化促進は肝糖原の生成及沈著を容易ならしむ、然れども筋肉其他の組織に於ける糖酸化の昂進が度に過ぐる際には肝糖原の出勤を要し肝臓の糖原量減少す。

正常獣に Insulin を注射する時は血糖著しく降下し其値 0.045% 以下になれば喪識、痙攣を惹起し遂に Coma の下に斃る。此時葡萄糖又は Dioxyceton を注射する時は此症候より恢復するここを得。糖尿症の際にも Insulin の附加量大に過ぐれば此の如き奪糖中毒症現はる。

甲状腺物質は肝臓の交感神経刺戟に對する感受性を増加せしむるものの如く Adrenalin による肝臓糖出勤は之により促進せらる。従て Insulin 注射時に同時に甲状腺質を附與する時は初期即肝臓に未だ充分の糖原存する時期に於ては盛んに肝臓に於ける糖出勤を促がし Insulin 注射に基因する血糖不及症の出規を抑制すも、甲状腺質の攝取永續し之が爲めに肝臓の糖原速かに缺乏するに至らば動物は Insulin に對し鋭敏度増加を示し、Adrenalin の對闘も其效なく益強度の血糖不及症を招來すべし。

Insulin の血糖降下作用に對し對闘的に作用するは腦下體浸出液なり。此もの自身は血糖量に大なる影響を與ふるこなく唯僅かに軽度の過血糖症を惹起するに過ぎざるも Insulin の血糖不及症を抑止する力大に強し。腦下體を缺如したる人士が多量の糖分を攝取するも血糖量上昇せざるは蓋し Insulin が腦下體覺醒素の抑制を蒙らざる爲ならむ。

釐母 (Winter 又 Smith¹⁾) 及び他の植物質 (Collip) より Insulin と同じく血糖を一定度まで降下せしむる Glucokinin なるもの得られたり。

尙十二指腸粘膜浸出液は家兎に葡萄糖注射の直前に注射する時は葡萄糖注射による過血糖の度を減退せしむ (Heller: Arch. exp. Path, Pharm. 145, 343, 1929)。之れ浸出液中に Insulin の分泌を促がす覺醒素存する爲にして、糖を過度に久しく常用する時は其爲めに此覺醒素多く發生し Langerhans 島を刺戟する結果として Insulin の缺乏を訴ふ、又十二指腸に炎症ある際には此覺醒素の分泌減少する爲め Langerhans 島の活度減し過血糖症を惹起す。 (Laughton 及 Macallum: Can. Med. Assoc. J. 2, 3 348, 1930)

第五章 生殖機能の化學的調節作用

Berthold は牡鶏を去勢する時は單に其生殖機能を失ふのみならず第二次性徴を同時に喪失するを認め之に新鮮なる生殖腺を移植する時は第二次性徴の脱落現象は再び恢復するを認めたり。

幼年者に生殖腺を除去する時は年齢を重ねるも性的に成熟せず第二次性徴も發現せずして終る。又成熟したるものに生殖腺を除去すれば陰部の外形萎縮し、性慾停止し、第二次性徴も亦後退す。此時他の動物の生殖腺を体内何れかの部に移植する時は生殖以外の脱落現象は盡く復歸する

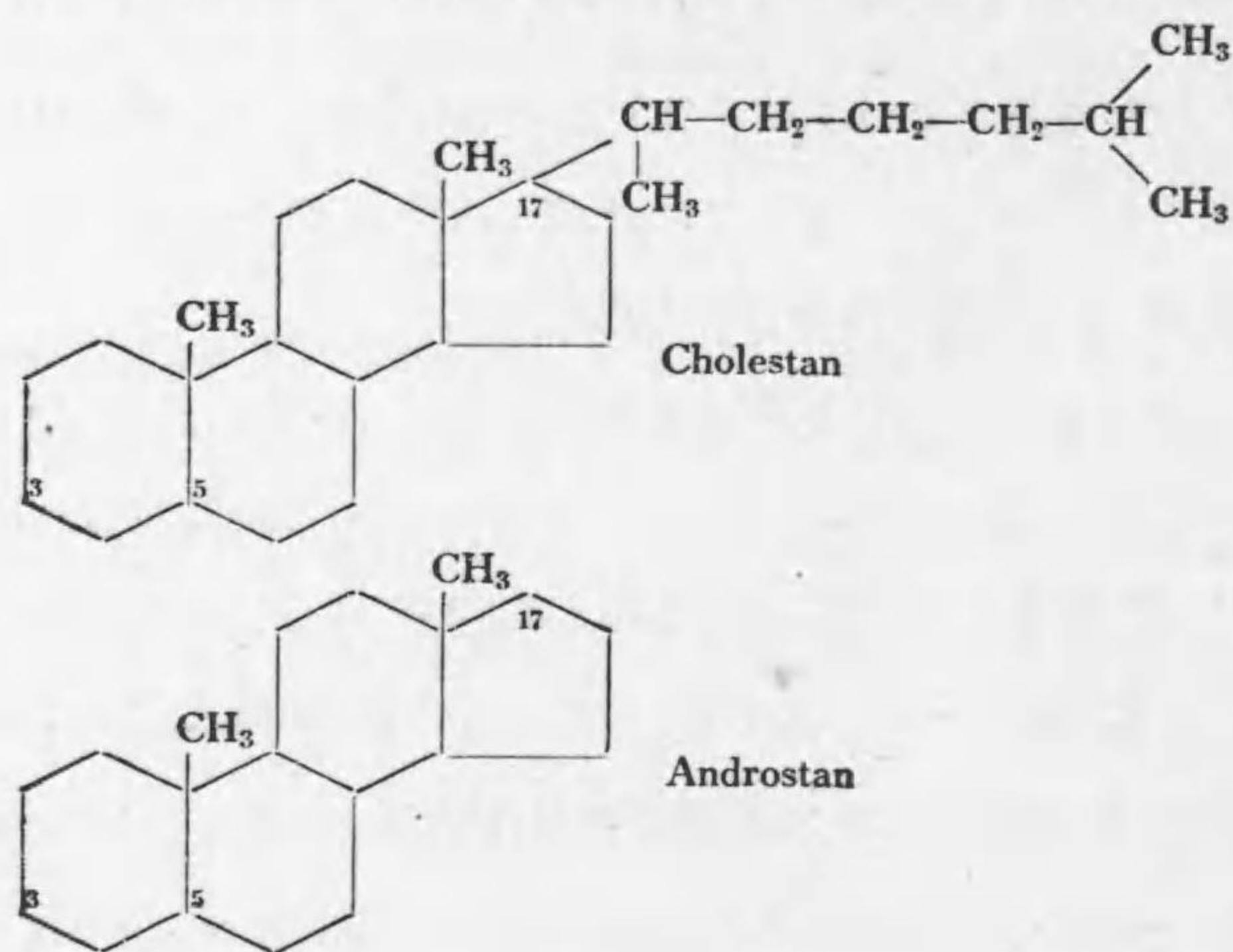
¹ Winter 及 Semith: Bist. med. Jl. 1, 711 [1923]

を見るべし。然れども移植したる組織は一定時間後に吸収せらるるを以て、脱落現象は再び明かなる近年 Butenandt 其他の學者によりて各種の生殖腺覺醒素分離せられ其構造確定せらるるに至れり、其結果によれば是等は Cholesterin, Cholestanol 及び Epicholestanol より發生したるものニ考ふるを得べく是等の物質より合成的に製造するこゝを得

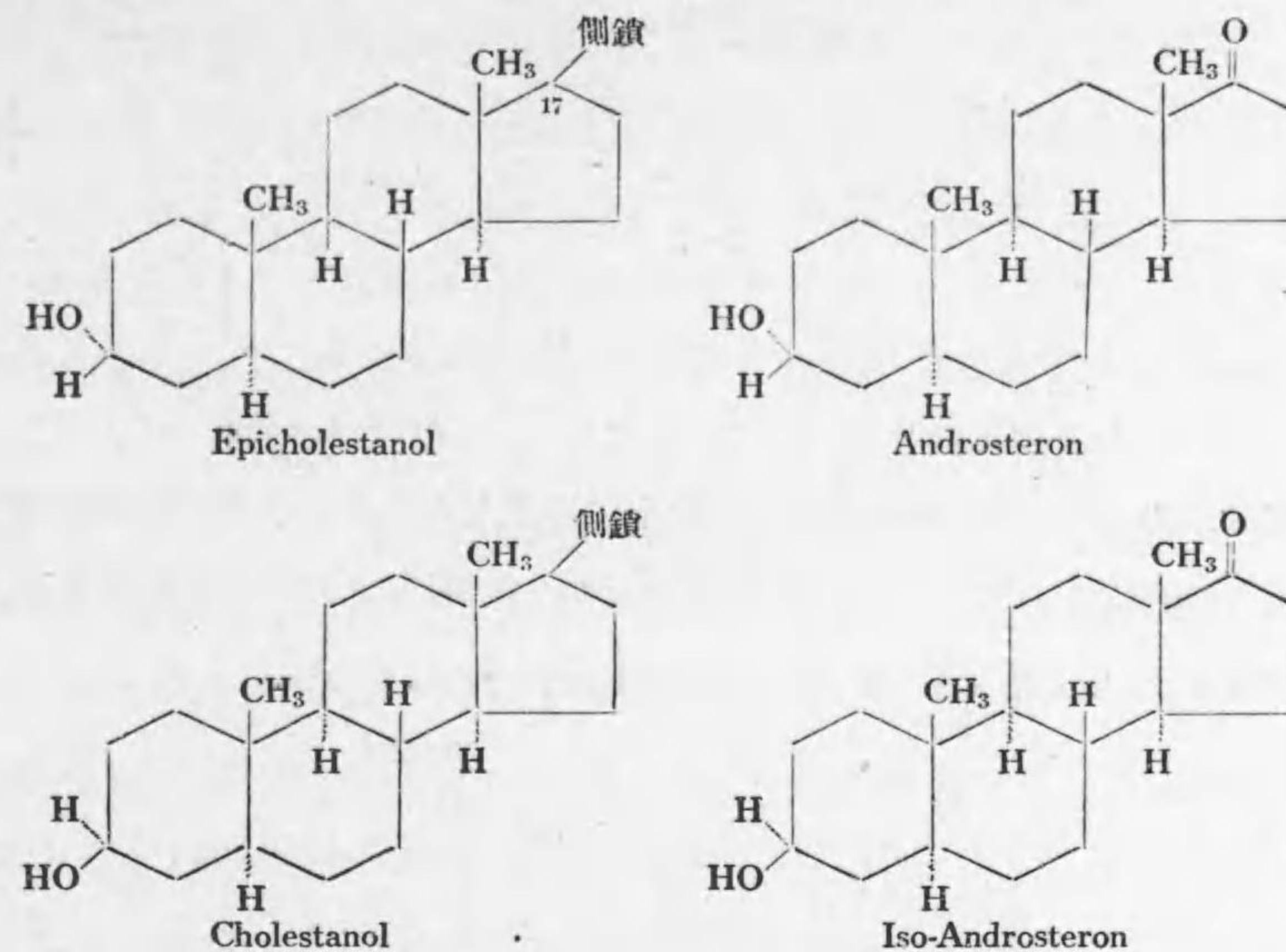
第一節 男性生殖覺醒素

男性生殖覺醒素は睾丸の何れの部より發生するかは未だ確定し得ず、血液及び尿中に存するにより尿より之を分離製出するこゝを得。效力の測定は去勢したる牡鶏の鶏冠の發育狀態又は幼若なる牡鼠又は去勢したる鼠の精囊の發育狀態を検して之を行ふこゝを得、尤も此兩者の試験成績は必しも一致せず。

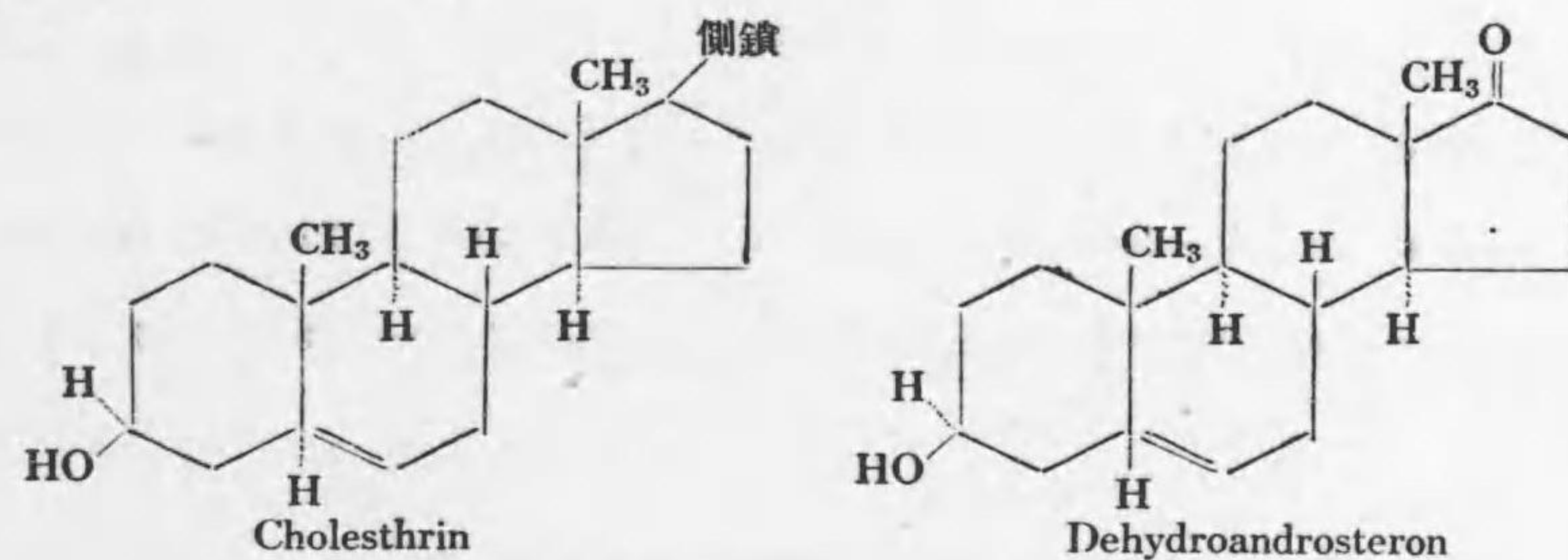
尿中よりは Androsteron 及 Dehydroandrosteron の二覺醒素を得べく、尙睾丸よりは Testosteron を得べし、此外是等より分解して生じたるもの又 Sterin より合成により得られたるものにして作用之に類似するものあり、是等は何れも Androstan なる炭化水素より導きたるものニ考ふるこゝを得、Androstan は Cholestan の第17炭素に附著する側鎖なきものに相當す。



Androsteron は Epicholestanol より側鎖を酸化して除去したるものなり、之に反し Cholestanol より側鎖を酸化して得たる Iso-Androsteron は鶏冠試験に對する效力は Androsteron の $\frac{1}{7}$ 乃至 $\frac{1}{10}$ に過ぎず。

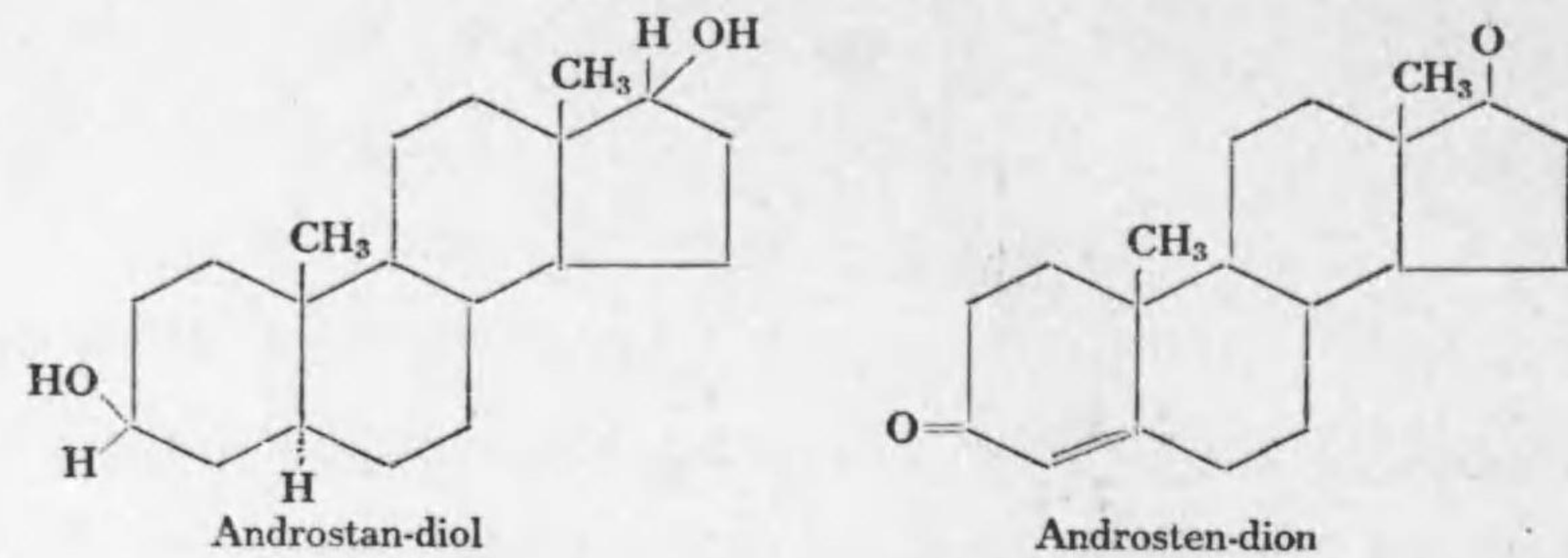


Dehydroandrosteron は尿中に Androsteron と略同量含有せられ其效力は Androsteron の $\frac{1}{3}$ に過ぎず、之は Cholesterin より側鎖失はれたるものなり。

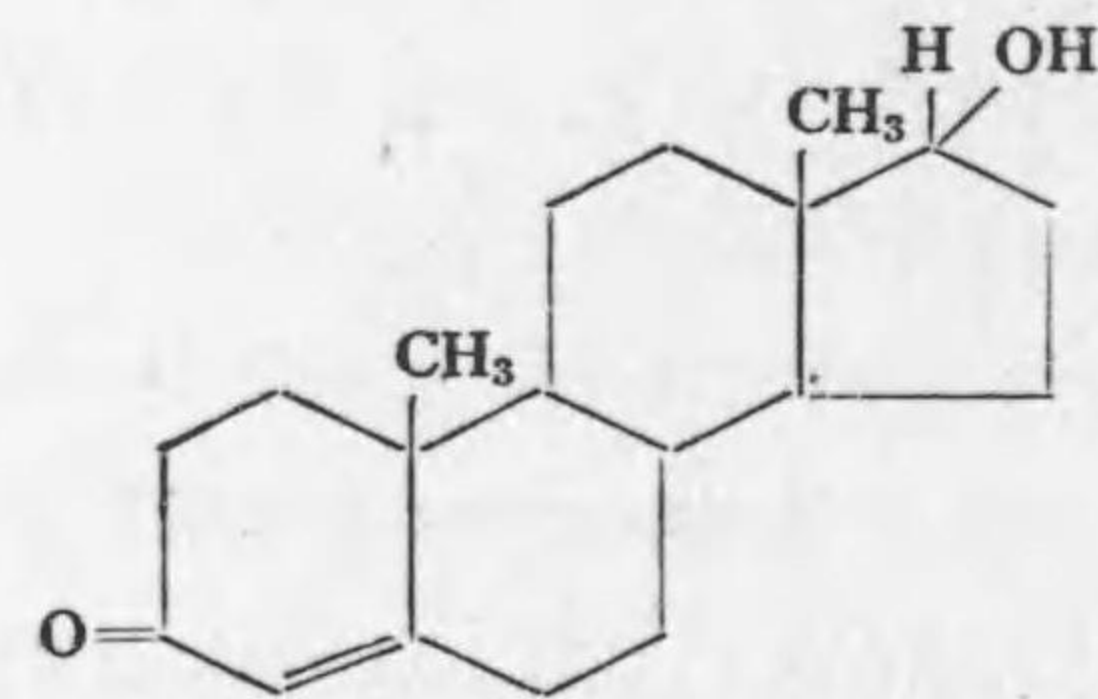


Androsteron より C₁₇ の Keton-酸素を還元して作りたる Dihydroandrosteron 別名 Androstan-diol は Androsteron よりも效力大なり。又 Dehydro-

androsteron より C₃ の Alcohol-基を酸化して得たる不飽和性 Diketon なる Androstendion (此際複鎖は 5—6 より 4—5 に移動す) は鶏冠試験にては Androsteron と等しく、鼠生殖管に對する作用にては遙かに之を凌ぐ。



睾丸より得らるる Testosteron は尿中に排泄せらるる男性生殖覺醒素と異なり滴と共に加熱せらるる時破壊せらる、其構造は Androstendion に近く之を還元して得らる、其効力は Androsteron に 6 倍す。



鶏冠單位は調剤を二日連続して與へたる時第 3 及第 4 日に鶏冠の面積が 20% 丈増大する如き量の覺醒素量をいふ此量は 50—75 g の牛睾丸中、300—600 cc の血液、300—400 cc の尿中に含有せらる。此作用は 25—30 γ の Testosteron, 45—50 γ Androsterondiol, 150—200 γ Androsteron, 200 γ Androstendion, 600 γ Dehydroandrosteron, 1400 γ Iso-androsteron に相當す。

第二節 女性生殖覺醒素

卵巢發育の際生ずる初發臙胞の細胞の一は卵細胞となり之と同時に臙

胞中には漸次液を以て充たされたる空洞生じて Graaf の臙胞を形成す。此臙胞は性熟期の近くに從ひ大となり遂に破綻して放出せられたる卵は輸卵管を経て降下し受精せらるる時は子宮粘膜に固著し然らざれば體外に放出せらる。臙胞の後には脂肪及び黄色色素沈著して黄体を形成す、卵が體外に放出せられたる際には黄体除々に縮小し痕跡を残す。之に反し妊娠行はるれば黄体は著しく肥大し妊娠第 4 月後に於て徐々に縮小す。

卵巢以外にても週期的に輸卵管、子宮粘膜、子宮筋肉、膈等に變化起る。此週期的變化に二期を區別するこゝを得、其模様は動物の種類によりて異なれども人間にては第一期は増生期¹にして子宮粘膜は肥厚し其腺は延長す、此時 Graaf の臙胞は全く増大し終に破綻す、其より第二期即ち變換期²又は分泌期に移行す、之は受精せられたる卵を粘膜中に包藏する準備期なり、夫には血液の循環旺盛となり、腺は擴大且彎曲し分泌液にて満さる、卵若し受精せざる時は臙胞破綻約 14 日にして子宮粘膜は基底まで剝離す、次の臙胞成熟と共に此變化は約 28 日の週期を以て行はる今日の見解によれば此子宮粘膜の週期的變化は卵巢の覺醒素的機能と密接の關係を有し子宮粘膜の増生期は臙胞にて生成せらるる覺醒素の作用にて開始せられ、第二の變換期は黄体に生ずる第二の覺醒素と關係あるものの如し、是等の覺醒素を其發生の部位によりて名付け臙胞覺醒素及黄体覺醒素といふ。

受精並びに卵の包藏行はるる時は黄体は子宮粘膜が脱落膜¹に變化するこゝを促がす機能を司るに至る、此黄体の作用は恐らく卵により使族せらるるものの如し、故に卵が母體と緊密なる連絡を得ざる以前に於て黄体を除去する時は卵は子宮外に放出せらる。

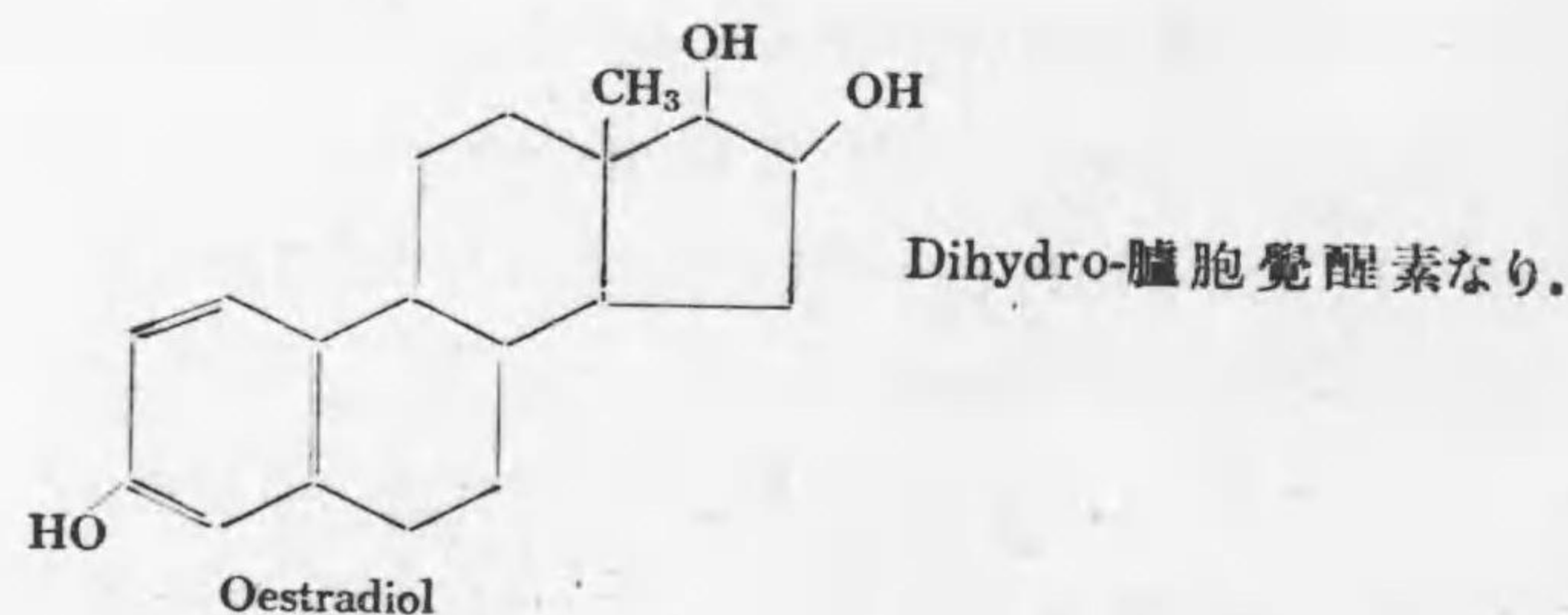
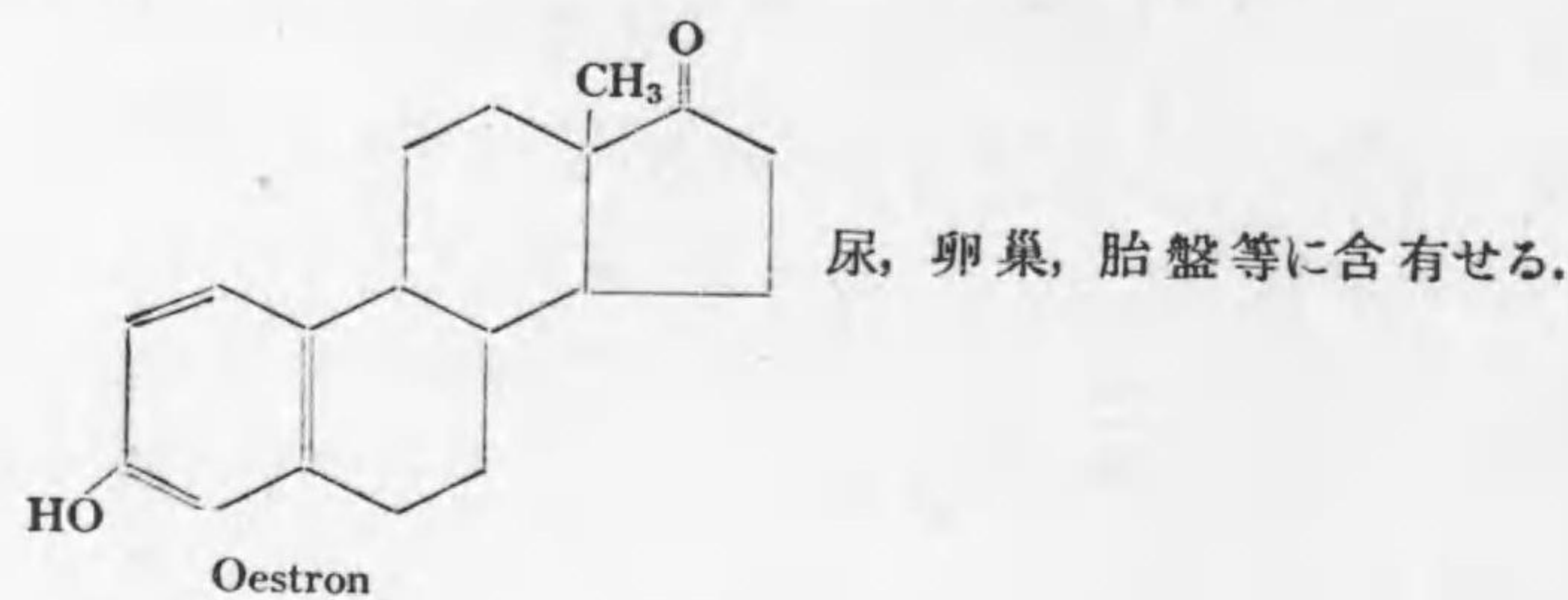
動物にては其種類により臙胞の成熟、破綻及黄体の發生等に伴ひて起る變化は一様ならず、齧齒類(二十日鼠、家兔等)にては其變化子宮のみ

1 Proliferationsphase 2 Transformationsphase

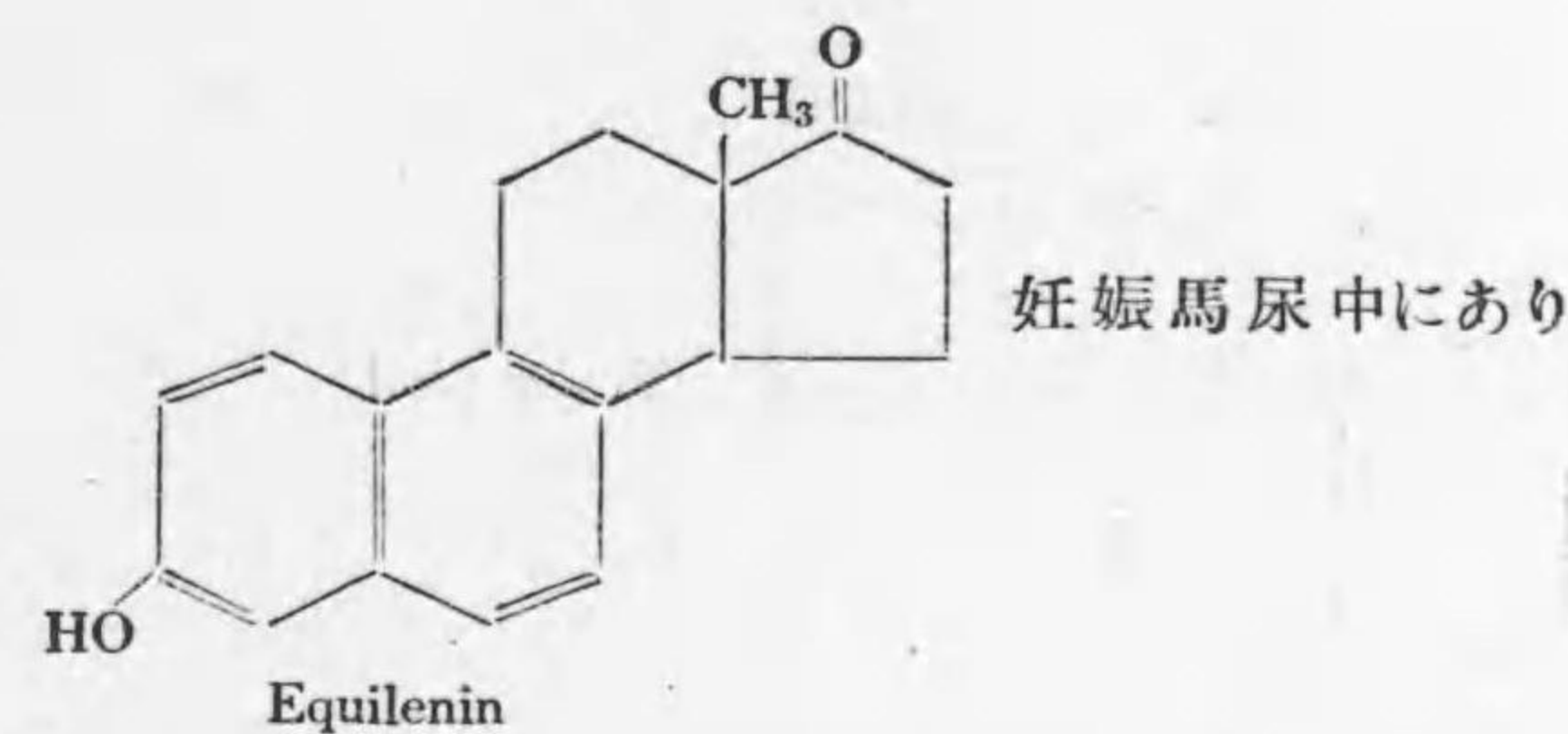
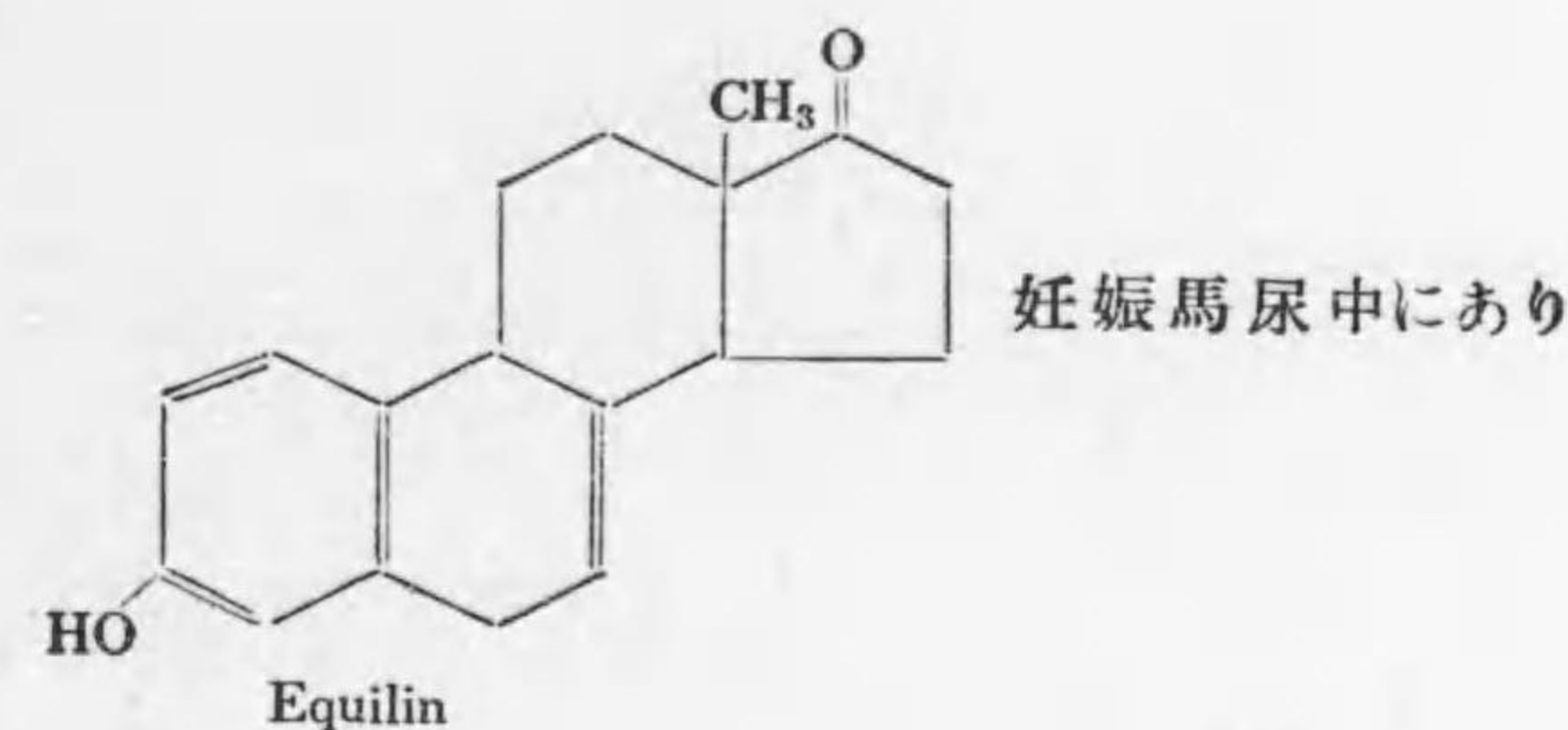
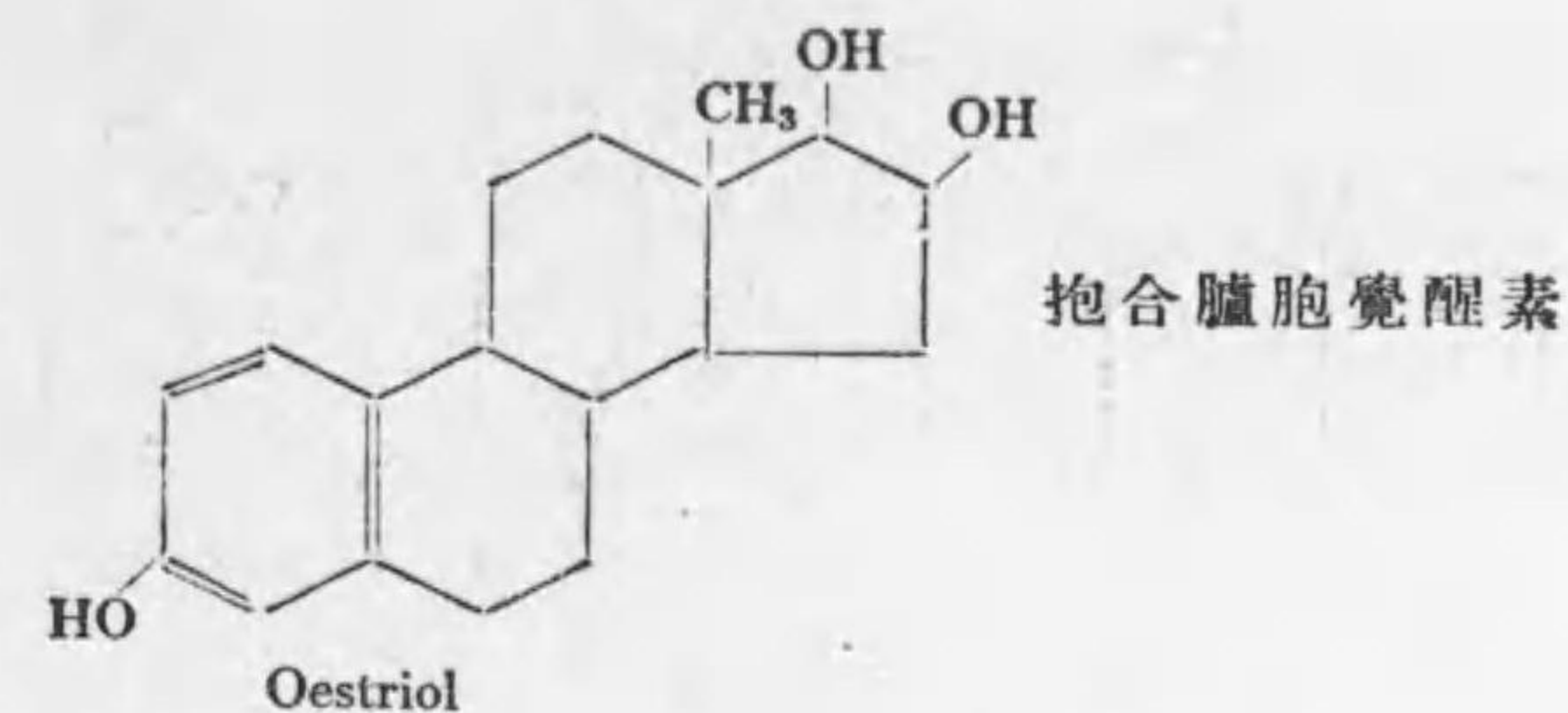
に限らず輸卵管及び腔にも及ぶ、性交期²にては腔粘膜は平時¹こきなる分泌物を生ず即ち平靜時にては腔擦物は上皮細胞及白血球を含有するも臙胞成熟と同時に白血球消失して粘膜の角質化によりて生じたる多量の角質化上皮細胞現はる、臙胞破綻し黄体生成せらるる時は腔粘膜は再び薄くなり角質化細胞消失す。

第一項 臙胞覺醒素

女性生殖覺醒素にも亦種類多く卵巢及尿より分離せらるるこきを得、臙胞覺醒素の作用を有するもの即増生期を促がず覺醒素は凡て Oestranなる炭化水素より誘導せらる、此 Oestran は Androstan より 1 個の Methyl 基少なき炭化水素なり。凡ての臙胞覺醒素は不飽和化合物にして Phenol 及 Alcohol 性又は Keto-基を有す。妊娠の婦人又は馬の尿中に多量に存在し又勿論其生成の部位にもあり、其外血液、胎盤男子尿中等に存在するのみならず、植物、細菌、Teer、褐炭に存すこき稱せらる。



1 Decidua 2 Oestrus

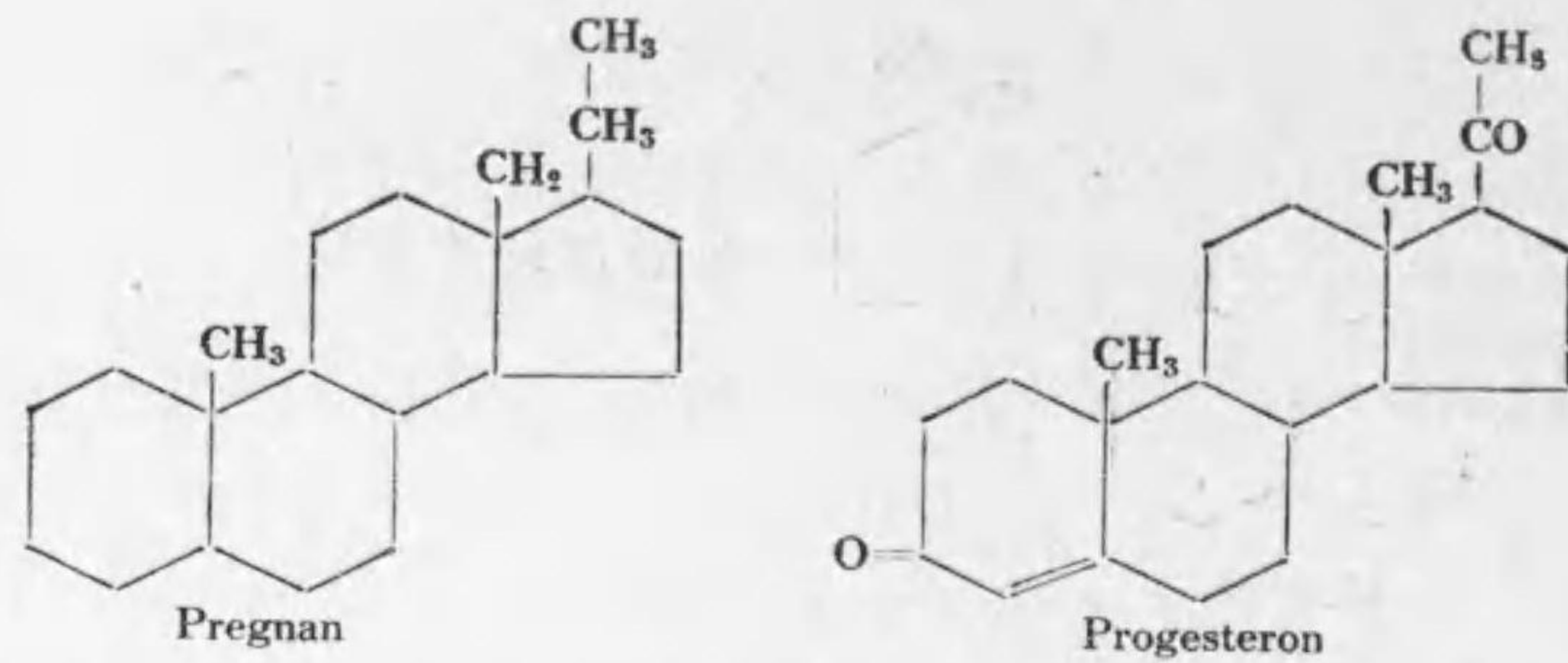


馬尿中に存する Equilin 及 Equilenin は Oestron に比し複鎖數大なるを知るべし。

以上覺醒素中 Oestradiol 最も效力大にして此者が卵巢中にて初め發生せしものならむこいふ、Oestron-族の特殊性は少なし。

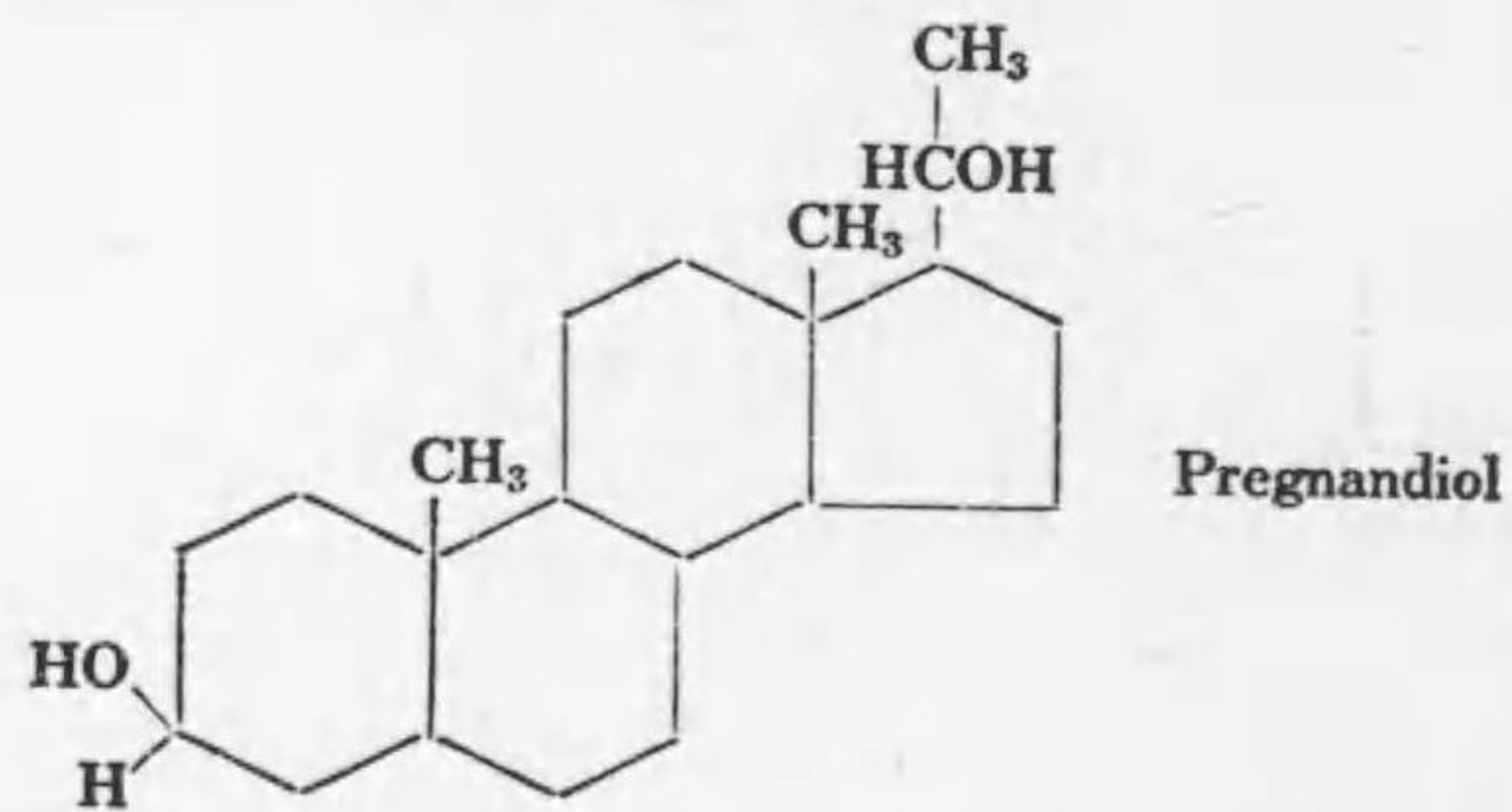
第二項 黄体覺醒素 (Progesteron)

黄体覺醒素 Progesteron の基礎炭化水素なる Pregnan は Androstan より炭素原子 2 個多き同斑化合物なり。



Progesteron は不飽和性の Keton なり、他の生殖覺醒素と異なり子宮粘膜炎換の作用を有し、且つ男性生殖覺醒素は女子の体内に、又女性生殖覺醒素は男子の体内に存在するに反し Progesteron は黄体及胎盤を有するものに限り存在す。

妊娠婦人の尿中に Pregnandiol あり此ものは Progesteron の還元せられたるものに相當し、生機的作用を呈せず。



第三項 女性生殖覺醒素の作用

Oestron-族覺醒素の作用は去勢せられたる性熟齧齒動物を用いて之を検するこゝを得、即ち去勢せられたる動物は卵巢の喪失と同時に腔分泌物に於ける性交期變化を認めず分泌物は白血球及普通上皮細胞のみにして無核上皮細胞を有せざるも、覺醒素の作用により性交期變化を恢復す、一回の注射により性交期變化を起し得る量を二十日鼠單位とす。

(Allen-Doisy の反應)

	1 g 中の二十日鼠單位		1 中の二十日鼠單位
Oestriol	7,5000	血液	20
Equilenin	4-70,0000	妊婦血清	500
Equilin	150,0000	妊婦尿	100—200000
Oestron	800,0000	妊馬尿	100000—1000000
Oestradiol	25-300,0000	牡馬尿	40000

黄体覺醒素の効力は普通 Clauberg の試験によりて之を行ふ、之は 600—800g の體重を有する幼若家兎に豫め臙胞覺醒素を注射して子宮粘膜炎増生を起さしめたる後(8日間毎日10二十日鼠單位を注射)第9日又は第13日目に黄体覺醒素の油溶液を皮下に注射す。此時子宮粘膜炎換を惹起するに足る最小量を幼若家兎單位とす。

生化學提要索引

A			汗 237
Aceton-體	455	Asparagin-酵素	182
Adenase	184	Atwater-Rosa-Benedict の呼吸熱量計	454
Adenosin-焦性磷酸	248	B	
Adenosin-脱-Amino-酵素	184	麥芽糖	30
Adrenalin	338	麥芽糖酵素	156
Adrenalin 糖尿症	559	馬尿酸	415
Aetioporphyrin	123	Benedict の基礎代謝算出表	512
Agnostin	52	Bilirubin	321
Albumin	106	Biliverdin	313
Aldo-糖	3	Biuret-反應	102
Allantoin	414	d-葡萄糖	24
Alloxy-蛋白酸	247	物質代謝	484
Aminoethanol	67	C	
Aminopolypeptidase	178	Calcium 代謝の調節	557
Amino-酸の合成	462	Carboxypolypeptidase	179
Amino-酸の酸化	457	Carnitin	246
Amino-酸の通性	76	Cellobiose	29
Amygdalin	16	Chalmoogra-酸	44
Amylopectin	33	蓄積脂質	449
Amylose	33	蓄積質代謝	495
Androstandiol	467	Chitosamin	25
Androstendion	468	Chlorophyllase	166
Androsteron	565	腸液	314
Anserin	246	腸-Erepsin	179
Anthropodesoxychol-酸	315	腸腐敗	369
Arabia-Gom	39	腸瓦斯	375
l-Arabinose	20	Cholecystokinin	556
Arbutin	16	Cholesterin	47
Arginin-酵素	182	Cholesterinester-酵素	163
Arginin-磷酸	249		
Ascorbin-酸	500		

Cholin	66	Elaidin 試験	59
Chol-酸	317.319	Emulsin	156
Chol-酸の生成	325	鹽類の缺損補充最小値	485
Chondroitin-硫酸	118.404	鹽酸の生成	309
Chondrosamin	26	鹽漿	272
Chondrosin	119	Equilin	569
腸液	329	Ergosterin	50
腸粘膜腺	328	Ether-硫酸	417
中性硫黄化合物	426		
中性脂肪の性状	54		
Corticosteron	337		
Cyanhydrin	15		
Cytochrom	193		
		F	
		Fischer の Ester-法	89
		Flavin-酵素	197
		Folin の反應	101
		賦活體	145
		複合脂質	63
		複合蛋白質	124
		副腎	335
		Furfurol	19
		G	
唾液	306	d-Galactose	24
大腸分泌液	330	Galacturon-酸	27
唾腺	306	眼液	302
脱水素化作用	186	Gentibiose	29
脱水素酵素	202	Globin	128
澱粉	33	Globulin	107
澱粉酵素	152	Glutathion	192
澱粉類	33	Glutelin	108
Desoxychol-酸	118	Glutenin	108
Diamino-磷脂質	68	Glycerin	46
α -Diamylose	35	Glycerinaldehyd	20
dl-3, 5-Dijodthyrosin	333	Glycerin-磷酸	65
Dioxyaceton	20	Glycochol-酸	320
Dipeptidase	178	Glycolaldehyd	20
Donnan の膜平衡	222	Glycuron-酸	26
Du Bois の式	511	Gmelin の胆汁色素反應	323
		E	
Ehrlich の p-Dimethyl-amino-benz-aldehyd-反應	103		
營養	529		

Gom 類	38	非蛋白呼吸比	480
五炭糖の性状	26	抱合性 Glucuron-酸	393
五炭糖類	20	抱合性胆汁酸	320
Guanase	184	芳香性 Oxy-酸	419
Guanosin-脱-Amino-酵素	184	Homogentisin-酸	465
魚肉	541	Hopkins-Cole の反應	103
行作物質代謝	504	保持物質代謝	484
牛酪	540	Hydnocarpin-酸	44
		Hydrazon	13
		Hyodesoxychol-酸	319
		α -Hypophamin	345
		β -Hypophamin	345
		H	
白血球	294		
酸酵補素	200		
白色糊精	34		
配糖體	16		
肺臟呼吸	391		
半植物纖維素	38		
Hausmann の蛋白質内窒素分布検査	92		
Heller の環狀試験	105		
Hem	119		
Hematokrit-法	214		
Hematoporphyrin	121		
Hemicellulose	38		
Hemin	121		
Hemoglobin	127		
Hemopyrrol-鹽基	119		
Hemopyrrol-酸	119		
Heparin	298		
Heparin-漿	273		
α -Hexaamylose	35		
β -Hexaamylose	35		
皮膚	236		
疲勞	255		
Hirudin-漿	262		
皮脂	237		
Histon	108		
Histozym	181		
非蛋白窒素	276		
		I	
		Ichthulin	128
		胃液	308
		胃液の生成	309
		胃内消化作用	363
		胃粘膜の腺	308
		Indoxyl-硫酸加里	418
		Inosit	364
		Insulin	561
		Inulin	36
		胃蛋白酵素	309
		Itin-硫酸	117
		一糖類	3
		一糖類の一般性状	9
		一糖類の構造	4
		J	
		蛇毒漿	273
		Jodthyreoglobulin	322
		上皮小體	323
		酵母六炭糖二磷酸-Ester	27
		獸肉	541

乳糖	31	Protamin	109
乳糖酵素	158	Protaminase	171
		Prothrombin	297
		Protoporphyrin	121
		Purin-脱-Amino-酵素	183
		Purin の生成	472
		Purin-體	111
		Purin-體(尿)	415
		Purinnucleosid	114
		Pyrimidin-鹽基	112
		Pyrimidinnucleosid	114
		R	
		卵	350
		卵黄	350
		卵白	351
		卵巢	349
		Reichert-Meissl の數	58
		冷漿	262
		Rhodan-水素酸	427
		1-2-Ribodesose	113
		d-Ribose	20
		淋巴	299
		淋巴腔液	302
		淋巴の生成	303
		磷酸酵素	166
		磷脂質	63
		磷蛋白體	128
		蠟	62
		蠟-Alcohol	52
		Robison の六炭糖一磷酸-Ester	28
		臆胞覺醒素	568
		六臭化物試験	59
		六炭糖-Amin	25
		六炭糖磷酸-Ester	27
		六炭糖類	23
		六炭糖-Uron-酸	26
		P	
麵飽	543		
Paraglandol	333		
Parathormon	333		
Paratotal	333		
Pectin	40		
Pectin-原	40		
Pectin-質	40		
Pepsin	170		
Peptid-酵素	178		
Phenol-硫酸加里	417		
Phenylosazon	13		
Phlorhizin	17		
Phrenosin	71		
Phrenosin-酸	71		
Polenske の數	58		
Polynucleotid	115		
Polypeptid	81		
Polypeptid の性状	84		
Progesteron	569		
Pregnandiol	570		
Prolamin	108		

類粘體	126	脂質	43
硫化-Hemoglobin	293	小腸内に於ける消化作用	366
硫化鉛反應	103	招瘳體	146
硫酸酵素	168	消化	351
		消化機能の調節	555
		植物粘液	40
		植物纖維酵素	154
		植物纖維素	36
		食物の選擇	539
		食餌性糖尿症	559
		初乳	359
		焦性-Catechin-硫酸加里	418
		漿質剝離法	213
		蔗糖	31
		蔗糖酵素	158
		Sitosterin-醋酸鹽試驗	59
		Skleroprotein	110
		蔬菜	543
		組織呼吸	393
		礎質	285
		Spermidin	348
		Sphingomyelin	68
		Sphingosin	69
		Spermin	348
		Sterinester	61
		Stigmasterin	52
		膝液	312
		水解酵素	152
		膝脂肪酵素	161
		水素運輸質	192
		膝臟	301
		T	
		胎盤	353
		代謝作用の研究法	474
		胆汁	314
		單純脂質	43
		S	
細胞膜の構造	221		
細胞透過性	219		
坂口の反應	104		
櫻-Gom	39		
醋酸基數	58		
酸化窒素-Hemoglobin	292		
β-酸化の機序	454		
酸化炭素-Hemoglobin	291		
酸素賦活説	185		
酸素-Hemoglobin	288		
三糖類	32		
Scymnol-硫酸	320		
精蟲	349		
精液	347		
青化-Hemoglobin	293		
赤色糊精	34		
石油-Ether	338		
赤血球	283		
纖維素原	274		
攝護腺分泌液	347		
脂肪	53		
脂肪の吸收	373		
脂肪組織	238		
齒牙	234		
死後の強直	239		
色素蛋白體	126		
神經細胞	262		
神經纖維	262		
神經組織	262		
心囊淋巴	302		
脂酸の酸化	452		

昭和 13 年 9 月 18 日 印刷

昭和 13 年 9 月 23 日 發行

不 許 複 製

生化學提要第七版 II.

正 價 金 5 圓 20 錢

著 者 柿 內 三 郎

東京市牛込區市谷加賀町 1 丁目 11 番地

印刷者 柴 山 則 常

東京市本郷區駒込林町 172 番地

印刷所 會 社 杏 林 舍

東京市本郷區駒込林町 172 番地

發行所 克 誠 堂 書 店

東京市本郷區本富士町 2 番地

(電話小石川 7190・7767・振替東京 27981 番)

384
321

終