

卵白溶液を硫酸安門にて半ば飽和したる時析出し、卵蛋白質は鹽類を透析したる後煮沸によりて沈澱す、卵類粘體は煮沸によりて卵球素及び卵蛋白質を除去したる後に Alcohol を加ふれば析出す。

卵蛋白質には少なくとも2種を區別せざるべからず。その過半は結晶性にしてこれを卵白素と稱し、他の非晶性球素を副卵蛋白質と稱す、前者は64°、後者は60°にて凝固す、卵蛋白質は約15.3%の窒素を有し、副卵蛋白質は16%の窒素を有す。

鑛質分 卵白の無機成分は主として Kalium, Natrium 及び鹽化物よりなる。Calcium, Magnesium, 磷酸鹽等は是等より遙かに少なし。灰分1000g中に存する量下の如し。

酸化加里	276.6—284.5g
酸化-Natrium	235.6—329.3
酸化-Calcium	17.4—29.0
酸化-Magnesium	17.0—31.7
酸化鐵	4.4—5.5
鹽素	238.4—285.6
五酸化磷	31.6—48.3
硫酸	13.2—26.3
硅酸	2.8—20.4
炭酸	96.7—116.0
弗素	痕跡

即ち卵白の灰分は卵黄の灰分に比し鹽素及び磷に富み、Calcium, 磷酸及び鐵を含むこと小なり。

鶏卵殻

1 Konalbumin

鶏卵殻は卵の約10分の1の重量を有し、卵の發育と共に漸次消費せられ胎兒の構成に用ゐらる。

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

無機成分の大部は炭酸-Calcium よりなり、尙少量の炭酸-Magnesium 及び磷酸土鹵類を含有す。

炭酸-Calcium	92.0—95.8%
炭酸-Magnesium	0.5—1.4
磷酸土鹵類	0.5—1.4
有機分	3.6—6.5

鶏卵殻を着色する色素は之を Ooporphyrin と稱し恐らく Proto-porphyrin と同一物なるべし(220頁参照)

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

第三項 胎盤

胎盤は60—65°に於て凝固する蛋白體を含有す。

糖原は約0.5%の割りに存在し剔出後漸次分解し24時間を経過する時は全く消失す。此際 Acetaldehyd を發生す。Insulin の存在は Aldehyd の生成を助長するものの如し(Tateyama¹)。磷脂質も亦存在す。酵素には蛋白酵素, 脂肪酵素, 澱粉酵素, 酸化酵素等見出さる。

第四項 羊膜液²

輕稠の白色若くは淡黄色の液にして微濁を呈す。これ有形分として粘液小體, 上皮細胞, 脂肪小球及び綿毛を有するが爲

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

なり、反應は中性若くは弱鹼性にして比重は 1.002—1.028 なり、固形分に乏しく僅かに 20% を含むに過ぎず、

人間の羊膜液は妊娠の終期に於ては其量約 1l に達す固形分は僅小にして僅かに 1.5% を含むに過ぎず、其内 0.7% は無機鹽類の占むる處にして其大部は食鹽なり、有機成分中蛋白質は僅かに 0.085% に過ぎず、總窒素 (0.075%) 中主なるものは尿素及安門にして其他尿酸, Allantoin 及 Kreatinin あり、尙 Pepsin, 澱粉酵素, 脂肪酵素等の酵素を有す。人類の羊膜液中には未だ糖を検出せざるも獸類には存在すといふ。

第三節 乳腺及乳汁

第一項 乳腺

乳腺の化學的成份に就ては研究未だ充分ならず。乳腺を構成する細胞は蛋白質に富みことに核蛋白體多し核蛋白體には通常の Tetranucleotid の外に Adenin を含有せざる核酸も亦存在するものの如し。核蛋白體の水解産物は Glykokoll を含まず其組成恰かも乾酪素より得らるるものと相似すといふ¹。

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

酵素としては Katalase, 過酸化酵素, 蛋白酵素等其主なるものなり。

第二項 乳汁

乳汁の一滴を顯微鏡に檢する時は二種の成分よりなるを認む

¹ Mandel: Bioch. Z. 23

べし、その一は透明なる液體にしてこれを乳漿と稱し、他はその内に浮遊する微細なる脂肪小球なり、故に乳汁は乳漿及び脂肪球より形成せらるる一種の乳化態¹なり。

性状

不透明にして白色又は黄白色を呈し薄層にては青白色を帯ぶその味稍甘まく、特有の臭を有す。比重は脂肪の量により上下し 1.028—1.034 の間にあり (平均 1.030)、大部分の乳脂を除去したるものはその比重大なり、結氷點は凡零下 0.54—0.59°。此等の諸性状は各種動物の乳汁に就て略同一なりと雖も其化學的の組成に至りては動物により著しく異なる。極めて新鮮なる草食獸及び雜食獸の乳汁の反應は Lackmus に對しては兩性、Phenolphthalein には酸性、瓦斯電池法によれば中性にして牛乳に於ては $[H^+] = 1-2 \times 10^{-7}$ なり。肉食獸の乳汁は Lackmus に對し酸性を呈す。暫時放置せられたる乳汁は空氣中より入りたる細菌の作用を受けその内に含有する乳糖を乳酸に變ずるを以て酸性反應を呈す。新鮮にして兩性若くは弱鹼性に反應する牛乳は煮沸するも毫も凝固せず、唯その表面に近き部分の濃縮して乾酪素及石灰鹽よりなる菲膜を形成するに過ぎず。この期に於て煮沸と同時にこれに炭酸瓦斯を通ずるも凝固することなし。然れども乳酸發生するに従ひこの關係漸次變化し、第一の時期にありては豫め炭酸を通じたる後これを煮沸すれば凝固し、第二期に於ては炭酸にて處理することなく煮沸せしのみにて凝固し、次の時期に於ては單に炭酸を通じたるのみにて凝固す。終には

¹ Emulsion

常温に於て(8°Cにては2—3日, 16°Cにては1日の後)既に凝固作用行はれ, 凝塊は漸次収縮して黄色又は黄緑色の液を分離す, これを酸乳清¹と稱す. かくの如き乳汁の凝固は乳酸の發生に伴ふ現象なり. 酸乳清は乳糖を含有すること乳汁より遙かに少なくこれに反し乳酸を含むこと大なり. その他乳汁は新鮮なる状態に於てもこれに胃粘膜の浸出液を加ふる時は凝固して黄色液を分離す, これを甘乳清²と云ふ, この際乳汁はその反應を變ずることなし.

化學的成分

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

脂肪 脂肪は乳漿中に微細の脂肪小球として分散し, 周圍に吸着せられて生じたる一種の蛋白質の被膜を有する爲各脂肪小球は合一し難しその數凡そ1c.mm約1—6百萬その直徑は2—5 μ あり(均等牛乳にては直徑約0.1 μ), 主として Olein 及び Palmitin よりなり, Olein は人乳にありては脂肪の約50%, 牛乳にては約32%を占む. 乳脂の組成は他の體脂と異なり Stearin-酸を缺き Myristin-酸, 酪酸, Capron-酸, Capryl-酸等の低級脂酸之に代り

¹ Saure Molke ² Süsser Molke

て存在す. 揮發性脂肪は牛乳にては脂肪の約7%を占め, 人乳にては1—2%あり, Butyrin の量は4—5%に達す.

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

Lecithin 乳汁中に存する Lecithin は極めて微量にして0.05—0.1%に過ぎず.

蛋白質 乳汁中に存する主なる蛋白質は乾酪素, 乳蛋白素, なり, 人乳にありては蛋白質の約三分の一は乾酪素, 三分の二は乳蛋白素よりなるも, 牛乳にありては乳蛋白素の量乾酪素に比し遙かに僅少にして乾酪素は約3%, 乳-Albumin は約0.5%なり. 乳汁中には極めて微量の Globulin あり(乳汁蛋白質の約0.1%に過ぎず)血清球素の移行したる物なり(Wells 及 Osborne¹)

乾酪素は乳汁に限り存在する一種の燐蛋白體にして水及び中性鹽液には溶解せざるも滴又は土滴に容易く溶解す, 然れども乾酪素土滴鹽の溶液は清澄ならずして濁濁す乳汁中には主として石灰鹽として存在す. 乾酪素の特異なる性状は石灰鹽の存在に於て凝乳酵素のために凝固するにあり. この沈澱を乾酪と稱す. この時乾酪素は准乾酪素と Proteose 様の乳清蛋白質とに分解し准乾酪素は石灰と共に沈澱して乾酪を形成す. 乾酪を久しく適度の温度に放置する時は或種細菌中に含有せら

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

るる酵素の作用によりてその蛋白質漸次分解せられ Proteose, Pepton, 數種の Amino-酸となり, Amino-酸の一部は Amino-基を失ひて脂酸に變じて成熟す, これ吾人の食卓に上る乾酪なり.

乳蛋白素に就ては蛋白質分類の條下に説述したる所を参照すべし, 乳汁に食鹽を飽和して乾酪素を沈澱せしめ, その濾液を硫酸-Magnesium を以て飽和する時は球素の沈澱を得べく更にその濾液を硫酸安門を以て飽和すれば蛋白素の沈澱を析出す.

各個人より分離したる乾酪素は各自異なる熱凝固點を示し而かも各個人に就ては數月に互り殆んど不變なりといふ. 之れ乾酪質の構造異なるによるか又は挾雜物の存在に基因するか斷言すること能はず!

糖質 0.025—0.035 % の Arabinose 及少量の糊精様物質の外主として乳糖よりなる.

乳糖は乳汁中に限り存在する糖質にしてその性状に就ては既に糖質の篇に詳論せるを以てここに再びこれを贅せず. 牛乳には約5%, 人乳には約7% 含有せらる.

乳糖は純粹なる釀母によりて酒精醱酵を惹起せず, 然れども Saccharomyces kefir はその中に存する乳糖酵素の作用によりて先づこれを葡萄糖及び Galactose に分解したる後酒精醱酵を惹起す. かくの如き菌を用ひ酒精醱酵を起さしめて製造せる飲料あり, その牛乳より得たるものを Kefir と稱し, 馬乳より作りたるものを Kumys と呼ぶ. 此際尙乳酸も亦發生し且つ蛋白質の一部は Pepton に變ず. Kefir 菌が勢を得て發育する時は他の細菌の發育阻止せられ腸腐敗作用減退すと稱せらる.

乳糖は乳酸菌²の爲めに乳酸醱酵を起し乳酸を生成す, 空氣中に放置せられたる乳汁が酸性を帯ぶるは乳酸の發生に基くなり.

酵素 Katalase, 過酸化酵素, Dehydrogenase, 脂肪酵素及澱

1 J. Biol. Chem. 178, 82 [1926] 2 Bacterium lactis

粉酵素等あり. 人乳中に多量に存すれども牛乳はこれを含むこと少しと云ふ.

Katalase は尙 Bacillus proteus 及 Bacterium coli 等竄入する時は之が爲めにも發生す. 普通の乳酸菌は Katalase を發生せず. **Dehydrogenase** は牛乳には多きも人乳には少なし. 70°にて最もよく作用し80°にて破壊せらる. 乳汁に醋酸を加へ乾酪素を沈澱せしむる際濾液中に移行す. **脂肪酵素** は牛乳中には見出されず又**澱粉酵素** は人乳中に多量に存すれども牛乳は之を含むこと少しといふ.

乳汁中の**過酸化酵素** 過酸化水素の存在に於て p-Phenylendiamin を青變せしむ. 25°に於て至適溫度を有し76°にて破壊せらる. 弱酸は之を分解することなきも滴は之を破壊す. Mangan-鹽は其作用を促進す. 人乳にては初乳中に多量に存在するも後之を認めず.

過酸化酵素の檢出(Storchの反應)は生乳及び煮沸乳との區別に用ふることを得, 即ち約10 ccの乳汁に2滴の2% p-Phenylendiamin液及び1滴の0.2%過酸化水素を加ふるに生乳にては振盪に際し青變す.

無機鹽類 牛乳及び人乳1000分中に含有せらるる無機成分は大略次の如し.

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

即ちこの表に於て明なる如く乳汁中の重なる無機成分は磷酸加里及び磷酸-Calcium なるを知るべし. 乳汁中の鐵量は僅少に過

ぎざるを以て發育しつつある幼児の Hemoglobin 生成に對し充分なること難く爲に久しく母乳にて養はれたる幼児は貧血に陥ること多し此症状は他の食物を攝取するに至りて漸次回復す。

乳汁中の磷は Pikrin-酸に溶解性のものと不溶解性のものとあり。Pikrin-酸に不溶解なるものの大部(約98.5%)は乾酪素内磷にして脂質性磷は僅微に過ぎず。酸に溶解するもの内に無機性のものと有機性のものとを區別すべし。人乳及牛乳内磷量を挙げば下の如し(Lenstrup¹⁾)

	100 cc 乳汁中の磷 mg 量				
	全磷量	酸不溶性磷	酸溶性磷		
			全量	無機性	有機性
人乳	14.2	2.6	11.6	5.1	6.5
牛乳	95.4	17.1	78.3	67.1	11.2

未所屬養素 乳汁は Vitamin A. B. C 等何れをも含有す。暫時の煮沸は此等未所屬養素の量を減少せしむることなしと雖も Pasteurisation 若くは長時間の加熱は Vitamin C の含量を著しく減少せしむ。

乳汁の定量的組成

乳汁の組成は同一動物にありても分泌の時期、食物及び營養状態によりて差異あるを以て一定數を示すこと能はずと雖も下に König 従ひ牛乳と人乳との組成を挙げむ。

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

1, Lenstrup: J. Biol. Chem. 70, 193 [1926]

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

初乳¹ 妊娠時及び産後の初期(三日間)に分泌せらるる乳汁を初乳と稱す、初乳は普通乳汁に比し稍強き黄色を帯び粘稠度大にして酸味を有す、その比重大にして、固形成分を含むこと多し(人の初乳の比重は約1.04—1.05を算す)、明かに酸性反應を呈す。普通の乳汁は煮沸せらるるも凝固することなしと雖も初乳は多量の蛋白素及び球素を含有するを以て煮沸によりて凝固す。蛋白質量は最初三日間に多く5—9%に達するも急に減少して一週の終りには通常値1.4—2.0%となる。初乳の凝固性蛋白質は普通乳汁と異なり Globulin の含量遙かに Albumin よりも大なり、乳糖の量は初期に少なく二週の内には平常値6.5%に達す。初乳中には所謂初乳小體²と稱するものあり、これ臙胞細胞若くは多量の脂肪球を含有する多様核性並びに單核性白血球にして顆粒状を呈し各種病原菌に對し喰菌性を有す。初乳

1 Colostrum 2 Colostrumkörperchen

は又抗體を含有すること甚だ大なり、解血補體は普通乳汁中には存せざるも初乳中に之を認むることを得。

初乳は又 Jod を含有すること大にして日と共に其含量速かに減少す今分娩後 8 日間に分泌せらるる初乳中の固形分、鹽分及 Jod を擧ぐれば下の如し (Maurer 及 St. Diez¹)

分泌日	1	2	3	4	5	6	7	8
固形分	—	12.98	11.98	11.28	12.35	12.48	11.96	11.27
鹽分	—	0.27	0.25	0.26	0.27	0.24	0.25	0.21
Jod	24.0	12.7	11.1	5.4	4.3	2.1	2.5	2.9

授乳時期と人乳組成との關係 授乳の各時期に於ける人乳組成大約次の如し。

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

第三項 乳汁の分泌

乳汁中に含有せらるる特殊成分の生成並びに分泌に關する化學的研究は未だ充分ならず。

乾酪素 乾酪素は乳腺細胞内に於て合成せらるるものの如く分泌期の乳腺靜脈血は頸靜脈血に比し Amino-N の含量約 16—34% 少なし (C. A. Cary²)

乳脂 乳汁中の脂肪は一旦乳腺細胞内に出現したる脂肪球の分解に由來することは明なり。其構成分たる脂酸の中には食物中の脂肪より消化、吸収によりて血液中に攝取せられたるも

¹ Maurer 及 St. Diez: Bioch. Z. 178, 161 [1926] ² Cary: J. of Biol. Chem. 43

のと同時に糖液より新生せられたるものもあるべし。Meig, Blatherwick 及 Cary¹ は分泌期に於ける乳腺靜脈血は頸靜脈血よりも磷脂質を含むこと少なく之に反し無機磷酸を多量に含有すること、及び分泌期間を通じ血液内磷脂質の量著しく増加し居る事實より血液中の磷脂質が乳腺細胞内に攝取せられ此處に於て脂肪と磷酸とに分離し脂肪は乳汁に、磷酸は乳腺靜脈血内に移行すと説けり。

乳糖 は乳腺細胞に於て葡萄糖より發生するものの如く Kaufmann 及 Magne² は牛に就て分泌期の乳腺靜脈血は頸靜脈血より含糖量小なるを實驗せり。Röhmman³ は種々の酵素の作用により乳腺細胞内に於て葡萄糖は果糖に、果糖より Galactose に變じ此處に生じたる Galactose が葡萄糖と結合して乳糖を發生すと説明せり。盛かに搾乳する時母獸血糖量著しく減少す。殊に糖質を含有すること少なる食餌を與へし際には血糖量搾乳時に際し 0.03—0.04% に減少することあり尤も此の血糖不及症は一時の減少にして搾乳を止むる時は幾許もなくして恢復するにより痙攣等の血液不及症を呈すること罕なり (Carlens 及 Krestownikoff⁴)

¹ Meig, Blatherwick 及 Cary: J. of biol. chem. 37 ² Kaufmann 及 Magne: Compt. Rend. soc. 143 ³ Röhmman: Bioch. Z. 72 93 ⁴ Carlens 及 Krestownikoff Bioch. Z. 181, 177 [1927]

第十章 爾他の臓器

第一節 脾 臓

脾臓髓質を血液より全く遊離せしむること困難なるにより脾臓成分を検査すること容易ならず。

壓榨により脾嚢及び梁柱組織より分離せられたる脾臓髓質は新鮮なる状態に於ては鹼性なるも暫時にして乳酸及び Glycerin-燐酸の發生により酸性に變ず、其外脾臓には揮發性脂酸(蟻酸、醋酸及び酪酸)、琥珀酸、中性脂肪、燐脂質、Cholesterin、微量の Inosit、糖原、尿酸、Purin-鹽基等存在す。

酵素 脾臓内に含有せらるる酵素は Xanthin-酸化酵素(但し人間には存在せず)、脱-Amid-酵素、Nuklease、澱粉酵素、蔗糖酵素、脂肪酵素、尿素酵素、Trypsin 及び Peptase 等なり。其外 Lienase と稱し脾臓蛋白質を分解する二種の酵素ありと考ふる人あり其鹼性にて作用するものを α -Lienase、酸性にて作用するものを β -Lienase と稱せらる。

多くの脾臓には多量に鐵を含有する顆粒狀の沈着物存在す、此者は恐らく赤血球より化生したるものの如く 84—63% の有機分及び 16—37% の無機分よりなる。無機成分の主なるものは Fe_2O_3 (57—73%)、 P_2O_5 (20—39%)、土滴 (8%) なり、有機成分は主として蛋白質 (66—80%)、核素 (5%)、黄色の色素、浸出物、脂肪、Cholesterin 及び Lecithin より構成せらる。

組成 人脾 1000 分中に含有せらるる諸成分下の如し。

水	784.7
固形分	215.3
脂肪	27.7
N	27.9

官能 脾臓は胎兒期にありては赤血球及び Myelocyt の新生に與かり、又生後 Lymphocyt の新生に重要なるも全く脾臓を除去したる時に於て動物は尙よく生存することを得。

脾臓は其外赤血球を分解して之を肝臓に與へ胆汁の生成に資せしむると同時に肝臓の如く金屬並びに非金屬性の異常質を抑留する作用を有す。

窒息時に於ては脾臓は其容積を減じ、血管中に血液を給與すると同時に含鐵成分を分泌するものの如し (Hall, Gray 及 Lepkovsky: J. Biol. Chem. 67, 549, 1926)

第二節 淋巴腺

淋巴腺は核蛋白體、膠原、Reticulin、彈力素、Cholesterin、脂肪、糖原、肉乳酸、Purin-鹽基、Leucin 等を含有す。Bang が牛の腸間膜淋巴腺に就て測定したる處によれば下表の如し。

水	80.41 %
固形分	19.59 %
總蛋白質	13.79 %
核酸-Histon	0.69 %
核蛋白體	1.06 %
Alcohol-溶性	4.76 %
礦質	1.05 %

第三節 腎 臓

動物体内に於ける代謝産物ことに其含窒成分を排泄する臓器として重要なものなり。其化學的成分に就ては他の臓器と同じく其研究未だ充分ならず。

蛋白質 Halliburton¹に従へば52°の凝固點を有するGlobulin及び0.37%の磷を有する核蛋白質體を含有す。疣狀部には粘素様の性状を有する蛋白質存在すといふ。

糖原及び脂質 他の臓器と同じく腎臓は糖原及び脂質を含有す。脂肪は不飽和の脂酸に富む。Lecithin及びSphingomyelinも亦存在す。

浸出分中に尙 Purin-鹽基, Betain, 尿素, 尿酸(痕跡), Leucin, Inosit, Taurin, Cystin 等あり。

組成 健康なる自殺者の腎臓にて調査せられたる處によれば生腎は凡そ次の如き組成を有す。

水分	756
固形分	244
脂肪	52.7
Cl	2.08
Ca	0.192
Mg	0.207
Fe	0.158

腎-磷酸酵素 pH 8.8—9.2を以て至適酸度とす。SørensenのGlycin-NaOH緩衝劑pH 8.9を用ひ38°にてβ-Glycero-磷酸鹽より²

¹ Halliburton: J. of physiol. 13, Suppl. and 18. ² Magnus-Levy: Bioch. Z. 24.

時間内に1mgのPを分離せしむるものを腎-磷酸酵素の單位とす。1g濕量中に存する活能度は正常2.5—5.0なり。

24時間常溫に放置せられたる腎臓にては約10%の作用を減ず又慢性腎炎にて尿毒症にてたをれしものにては約1%量に減ず。家兎にUran-腎炎を起さしめたるものは其腎-磷酸酵素量正常値よりも半以下に減ず。(Brain及Kay¹)

第四節 肺 臓

肺臓は蛋白質以外にLecithin, Taurin, 尿酸, Inositを含有す。糖原は胎兒に多し、其外蛋白酵素を有す。此物は自家分解及び肺炎浸潤分解時に活躍す。脂肪酵素を含有するも乳糖酵素を有せず。

生後14日目の小兒に就て調査せられたる處によれば諸肺臓は79.60%の水分, 19.82%の有機分, 0.58%の無機分を含有す。

痰

氣道分泌物, 唾液, 口腔粘液の混合物なり、從て其組成一様ならず。ことに異常時に於ては種々の物質混入す。正常時は約95%の水を含有し其他鑛質, 粘素, 少量の蛋白質及び糖質を存す。

異常時には細菌の作用若くは自家分解によりて發生したるPeptonを含み其他揮發性脂酸, 糖原及び諸種の結晶(Charcotの結晶, Cholesterin, Hematoidin, Tyrosin, 脂酸, Trippel-磷酸鹽)を有す。

¹ Brain及Kay: Bioch. J. 21, 1104, [1927]

第十編 消 化

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

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

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

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

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

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

第一章 口腔内消化作用

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

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

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

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

第二章 胃内消化作用

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

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

れその内容はこれが爲めに混和せられ又これが爲めに腸に送らるるなり。

固体の食餌を攝取する時はその後より入るものは前に入りしものの内部に順次配列するを以て食時の後期に於て取りし食物は比較的久しく胃液に接觸せざるものとす、周圍のものは漸次胃液と混じこれが爲めに液状に變ずるや壁壓により徐々に幽門部に送致せられ、ここに於て十分に胃液と混和消化せられて小腸に壓出せらる。酸性の胃内容物が十二指腸に達する時はその刺激により幽門閉鎖せられ、十二指腸の内容物が膵液、胆汁、腸液等の混和に遇ひて鹼性となるに至り幽門は再び開扉せらる、かくの如き反射作用により調節せられて胃内容物が腸に送らるる以外に、尙胃粘膜よりも反射作用行はれ血液に比し高張若くは、低張なる内容物の存在せる時は幽門閉鎖せられ、瀰散作用により内容物が血液と凡そ同等の滲透壓を得るに至つて始めて幽門開口し内容物は腸に向つて噴出せらる。胃が固体を以て充溢し居る時に液体を攝取すれば液は食物と胃壁との間を通して幽門に達し食物と混することなくして十二指腸に出づると云ふ(Katsch 及 Friedrich¹)

蛋白質の消化 胃液の鹽酸及び Pepsin の爲めに殆んど凡ての蛋白質は分解せられて溶解性となり、その約 60% は Proteose に變ず、Pepton 及び非-Biuret-性分解物は比較的少量に過ぎず、Amino-酸に至りては毫も生ずることなし、結局胃に於ける消化作用は蛋白質の大部分(80—85%)を溶解性となし、腸消化を受けること容易ならしむる前提にして胃消化を受けたる蛋白質は Trypsin, Erepsin 等により分解すること甚だ迅速なり。胃に於ける蛋白質の消化度は蛋白質の種類により異なるものにして膠は最も消化し易く、乾酪素, Edestin, Gliadin, 肉等も亦よく消化せらるる(3 $\frac{1}{2}$ —4 $\frac{1}{2}$ 時間にて約 80—100%)も血清蛋白質及び卵白は消化甚だ不充分なり(同時間内に約 50%)。角素, 粘素, Protamin は胃液によりて消化せらるること難し。

糖質 胃の内容物が悉く胃液に浸潤せられて一定の酸性度に

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

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

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

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

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

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

の範圍にありこいふ。

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

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

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

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

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

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

第三章 小腸内に於ける消化作用

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

¹ Arch. Kind. 69, 142 [1921] ² Chymus

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

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

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

これを要するに腸内に於ける蛋白質消化の状態は未だ明かな

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

小腸内容の酸性度は pH 5.7 乃至 6.6 の間にあり食物内に於ける脂肪、蛋白質、糖質の量に偏重あるも酸性度は影響を受くことなし。²

¹ Cannon: Amer. J. phys. 12, 487 [1905] ² Grayzel 及 Miller: J. Biol. 76, 423, [1928]

第四章 大腸内の消化作用

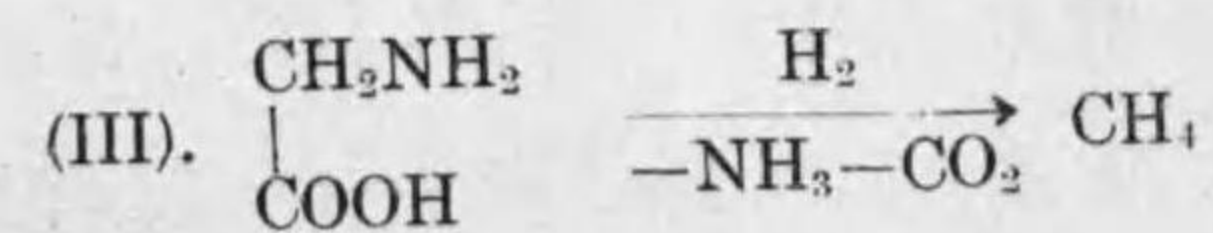
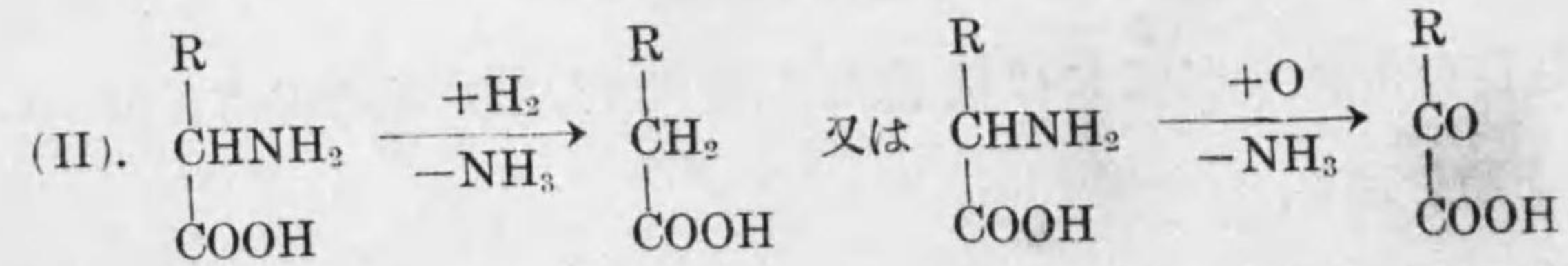
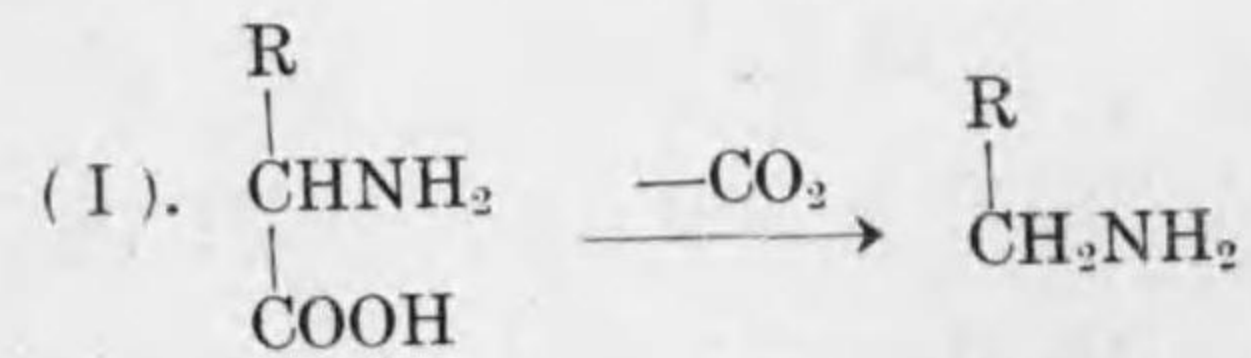
大腸に於ては小腸の内容物と共に入り來れる酵素の爲めに尙消化作用繼續せられ胃、小腸に於て開始したる消化作用を完成す、大腸より分泌せらるる液汁は僅かに少量の Erepsin 及び澱粉酵素を含むに過ぎざるを以て消化機能に與かること甚だ少なし。その外大腸内には細菌も亦多量に存在し蛋白質の一部はこれが爲め腐敗に陥り、糖質の一部はこれが爲めに醗酵作用を受く脂肪は腸管内にて細菌の作用を蒙ること小なるものの如し。腸管内に於ける常住性細菌の好氣性に屬するは主として大腸菌、好氣性乳酸菌にして嫌氣性に隸するは腐敗菌及び不働性酪酸桿菌等なり。

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

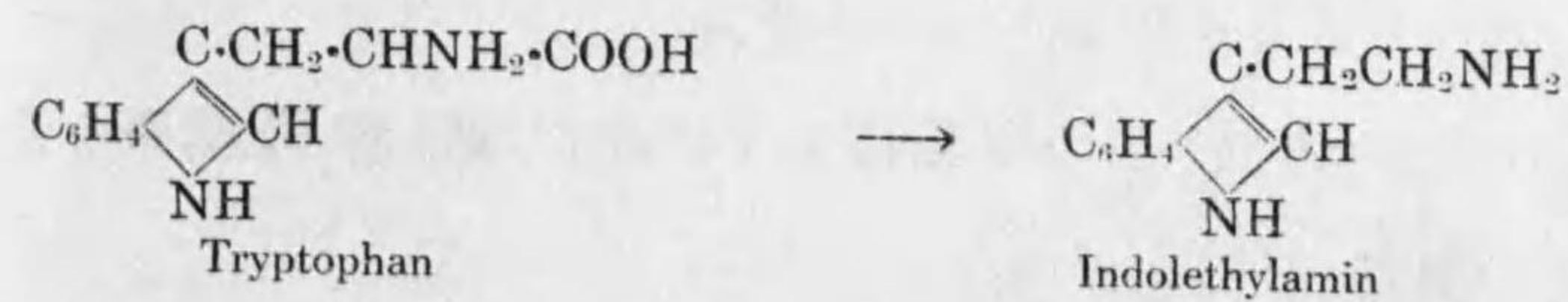
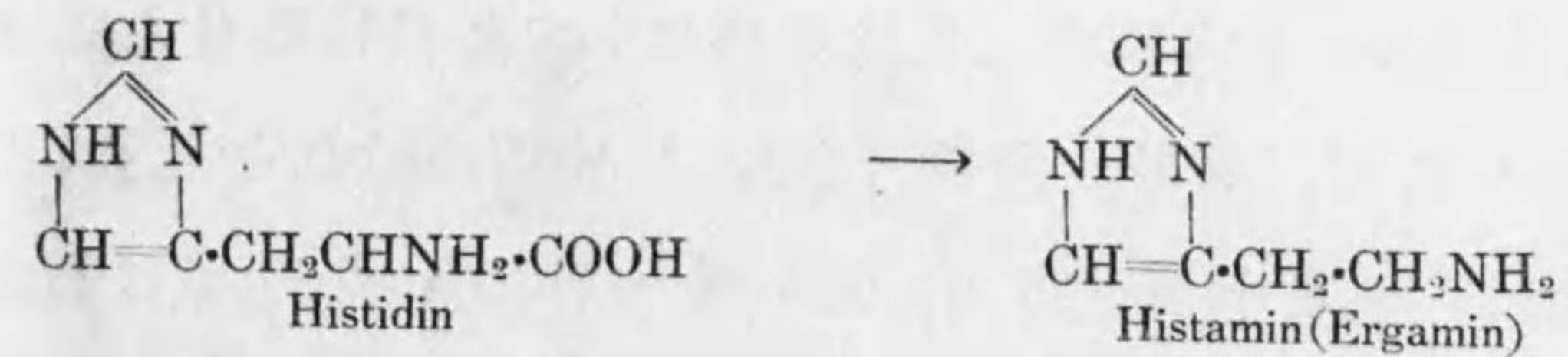
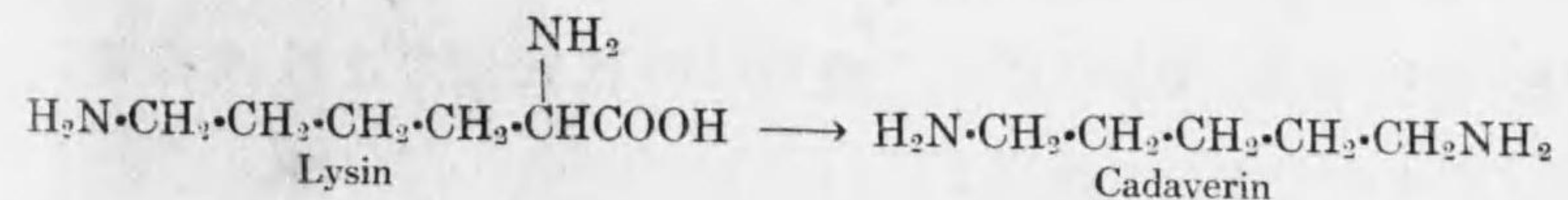
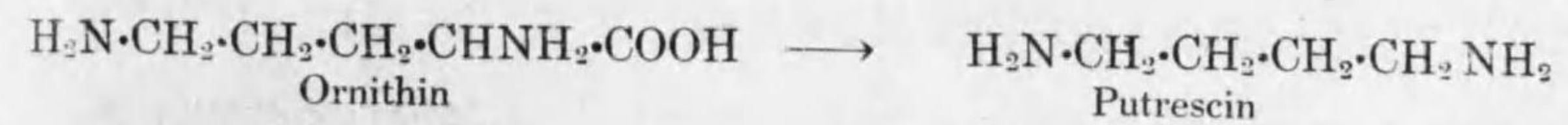
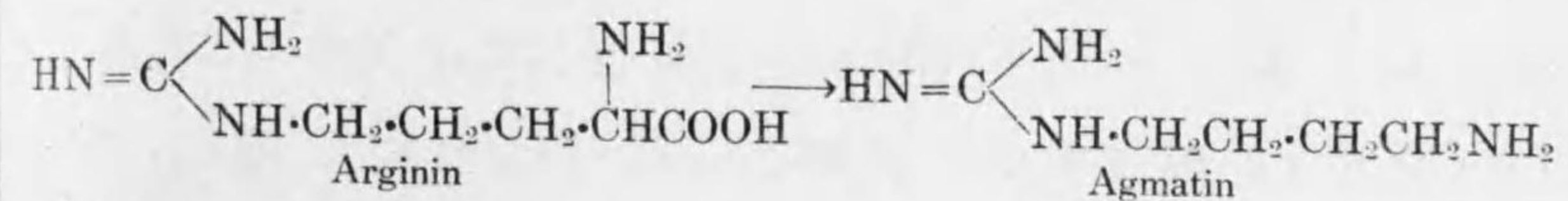
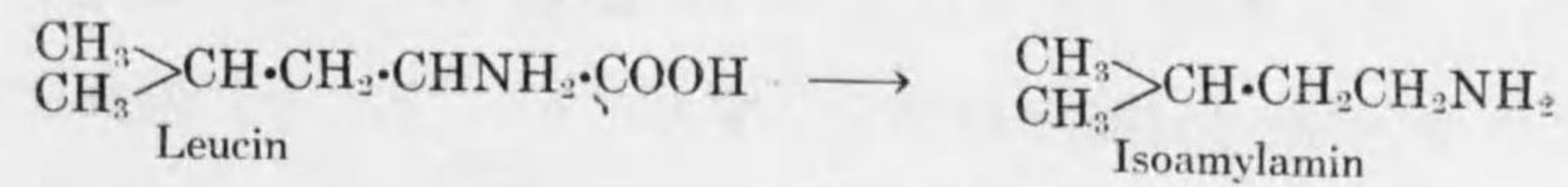
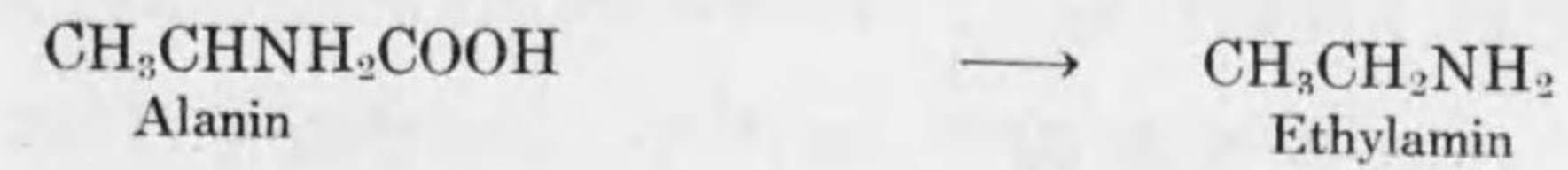
蛋白質腐敗 小腸に於ては腐敗作用は未だ著しく行はれざるも大腸殊にその首端に於ては水分多く、反應は鹼性を呈し、酸

素の存在なく温度高くして總ての状態盡く細菌の發生に適せるを以てその作用甚だ旺盛を極む。

蛋白質の腐敗を惹起する細菌に二種を區別すべし、即ち一は直接に蛋白質を分解し得るものにして他は Protease 及び Pepton に作用するも蛋白質を分解すること能はざるものなり。前者に屬するは *Bacillus putrificus*, *Proteobacter skatol*, *Bac. perfringens*, *Bac. bifermentans sporogenes*, *Bac. gracilis putrificus* 等の嫌氣菌及び *Bac. proteus vulgaris*, *Bact. fluorescens liquefaciens*, *Micrococcus pyogenes*, *Bac. mesentericus vulgaris* 等の好氣菌にして、後者に屬するは *Diplococcus magnus anaerobicus* なる嫌氣菌及び *Bac. prodigiosus*, *Bac. coli*, *Streptococcus pyogenes* 等の好氣菌なり、殊に *Bacillus putrificus* の作用を大なりとす。蛋白質は之が爲めに先づ分解せられて Amino-酸に變じ、このものは直ちに更に分解せられて或は Carboxyl-基を失ひて Amin となり (I), 或は先づ Amino-基を失ひて脂酸若くは其誘導體となる (II), 其何れの作用が主となるかは條件によりて異なるものの如し。又勿論是等二作用相踵で行はるることあり (III)。



Amino-酸より腐敗菌の作用により發生する Amin 類を舉れば、



Isobutylamin 以上 Hexylamin 迄は血圧上昇の作用(動脈小枝の平滑筋を収縮するが爲なり)を呈す。殊に此作用は Benzol-核又は異性環状核入る時に著しく Phenylethylamin にては脂肪屬 Amin よりも5倍以上其働強し、殊に Tyramin は血圧上昇の作用大にして常に病的に血圧高きは Tyramin の吸収によるものなるべし。即ち是等の作用は副腎の分泌物 Adrenalin と等しく交感神経刺激時と同様の結果を呈するなり。久しきに互れば腎臓及び血管に障碍を招来すべし。Tryptamin にも同様の作用あり。

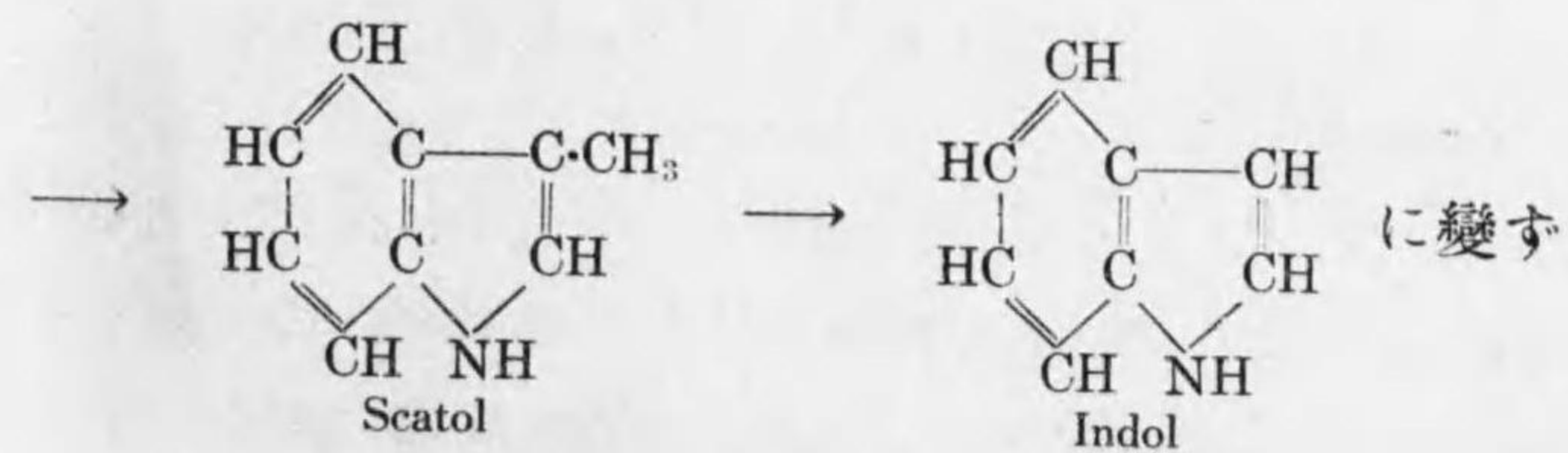
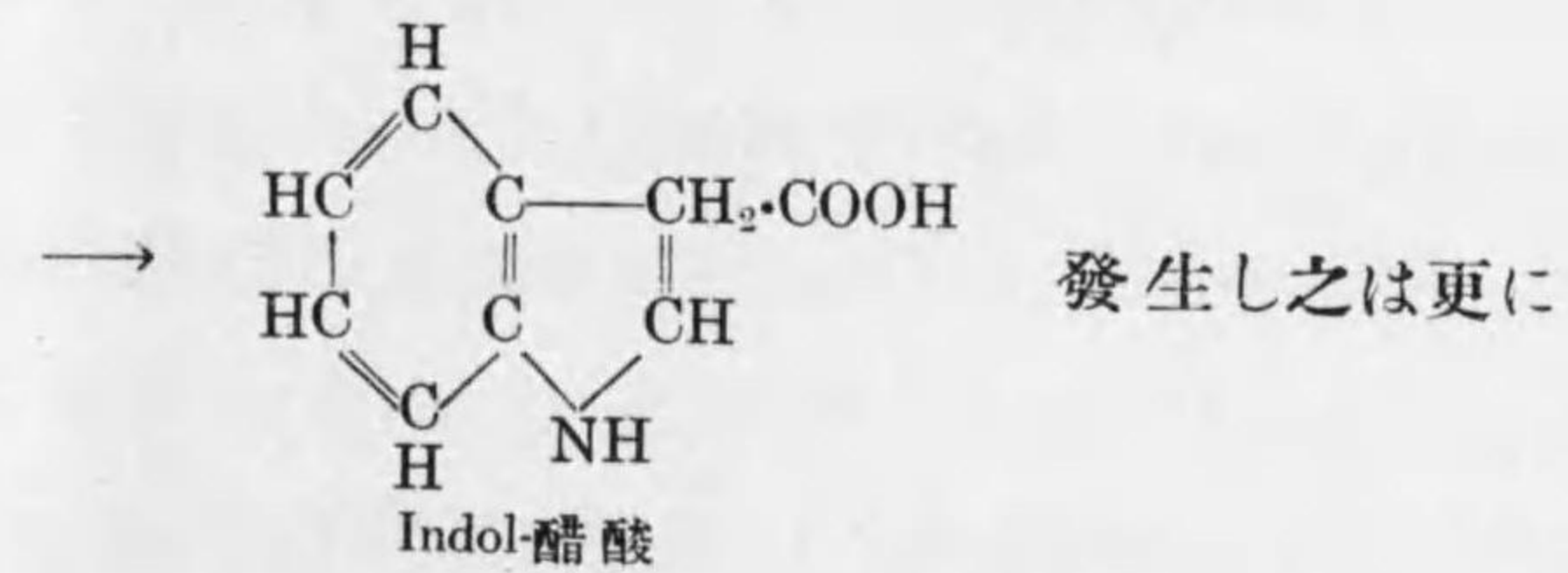
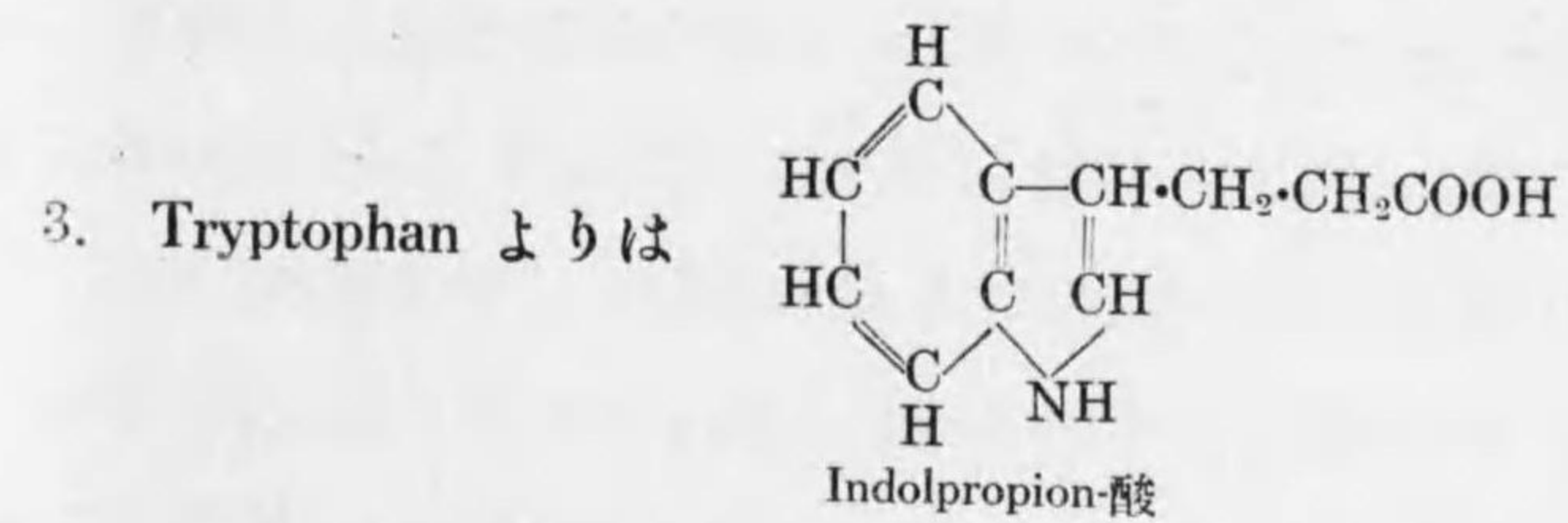
Diamin (Putrescin 及び Cadaverin) は他の Amin に比し毒性小なり。Monoamin と異なり血管内に注射せらるる時は血圧を降下す。Cystin-尿症及 Cholera の際尿中に出づ。

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

此等鹽基性腐敗産物は殊に有害にして多量に發生し吸收せらるる時は眩暈、嘔吐、頭痛、血圧上昇等の徴候を呈することあり、所謂自家中毒之なり、之が爲一部の營養論者は盛に肉食の不可なることを唱ふ。

Amino-酸より腐敗菌の作用により發生する脂酸誘導體を挙げば各種の脂酸の外、

1. Tyrosin よりは $\text{OH}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow \text{OH}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{CH}_2\text{COOH}$
 $\text{p-Oxyphenylpropion-酸} \quad \text{p-Oxyphenyl-醋酸}$
 之より更に $\rightarrow \text{OH}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{CH}_3 \rightarrow \text{OH}\cdot\text{C}_6\text{H}_5$ 發生す。
 $\text{p-Kresol} \quad \text{Phenol}$
2. Phenylalanin よりは $\beta\text{-Phenylpropion-酸} \rightarrow \text{Phenyl-醋酸}$ 發生す。



此の内 Indol は Scatol より遙かに有害にして頭痛及び焦燥の原因たることあり。

腐敗の際發生したる物質の一小部分例へば脂酸は吸收せられて養素として用ゐらる、芳香族例へば Phenol, Kresol, Indol, Scatol 等は吸收せらるるも人體に有害なるを以て體内に於て一定の化學變化を受けて無害の化合物となり尿中に排泄せらる、その多

くは硫酸又は Glycuron-酸と化合して存在す、腐敗産物の他の一部は吸収せらるることなくその儘糞中に排泄せらる。大腸内に於て腐敗作用の結果有害なる分解物發生するに拘はらず人體に害を及ぼさざるは腐敗作用が一定の度を越えざるに基因するものなり。これ一方には大腸に於て頻りに吸収作用行はれ腐敗を受くべき物質減少し又水分を失ふこと多くして細菌の發育に適せざると同時に、他方には糖質醱酵の結果生じたる酸の爲めにその内容物酸性に變じ細菌の作用を弱むるによる爲めなるべし。尙細菌によりては糖質充分に存する間は主として之に其 Energi を仰ぎ蛋白質を餘り分解せざるものも多し故に乳糖等腸の上部にて消化せらるること比較的困難にして腸の下部に到達し其處に於て細菌の爲めに醱酵を受くるものは腸内蛋白質腐敗を減少せしむることを得。

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

これを要するに蛋白質腐敗は人體に對して毫も有益なるものにあらず、その一定度を越ゆる時は反て害を來たすものとす、こ

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

れに反し次に述ぶる所の植物纖維素の醱酵は人體にも有益なり。

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

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

かくの如く植物繊維素が醗酵作用を受くるは事實なりと雖も單にこれのみを以て説明すること能はざるものあり、即ち慢性便秘の時は醗酵少なきに拘らず植物繊維素は多く消化せられ、醗酵性消化不良の時は糖質の醗酵大なるに拘らず植物繊維素の變化を受くること大ならず、又糖尿病患者に植物繊維素を與ふるも Aceton の排泄量増加せざるを以て見れば揮發性脂酸が多量に發生するものと思ふことを得ず、これらの事實を綜合すれば植物繊維素の一部は醗酵以外に尙澱粉の消化作用に類似する變化を受くるやの疑なき能はざるなり。

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

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

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

第五章 吸 收

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

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

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

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

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

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

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

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

すること難し、次に各養素に對する吸収の状態を記述すべし。

第一節 水分及び鹽類の吸収

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

る分壓に相當し外側よりも大なる滲透壓を有するにより、水分は外側より内側に移るべし、かくの如き現象は絶えず反復せられ終に外側に在りたる鹽溶液は鹽類水分共に内側に移行すべし。これに反しAも亦非透過性物質なるときは初め滲透壓の差により水が外側より内側に赴き兩側に於ける滲透壓が均一となりしのみにして止まるべし。Starlingは主として血漿中に存する蛋白質を以て上に述べたるBに相當するものとなしこれに基因する滲透壓は30 mm水銀の壓に過ぎざるもこれを以て優に水及び鹽の吸收を説明するに足れりと稱せり。

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

何故に鹽類が腸粘膜を通過するに難易あるかに就ては根據ある説明を缺く。等しく重金屬鹽にても鐵鹽は十二指腸より吸收せられその上皮細胞中に顆粒となりて出現するに反し、他の重金屬鹽は吸收せられざるを以て見れば鹽類の透過性も亦主として腸細胞の働によりて定めらるるものならむ。又上記諸種鹽類被吸收性と其の瀰散性との間に何等の關係を認むることなし、但し吸收せられ難きものは皆 Calcium と不溶解性の化合物

を作るものなれどもこの性状は單に細胞が鹽類を吸收する機能に影響を與ふる一條件に過ぎずしてこれを以て未だ細胞壁の透過性を説明すること能はざるなり。

第二節 糖類の吸收

食物として攝取せられたる多糖類、二糖類は皆各自に適應する酵素の爲めに分解せられて一糖類となりたる後始めて吸收せらる。Cori¹が鼠に就て検査したる處によれば諸種一糖類の吸收速度は Galactose > 葡萄糖 > 果糖 > 蒟蒻糖 > Xylose > Arabinose (110:100:43:19:15:9)の順序に遞減す。澱粉、糖原等の如き多糖類は膠質性物質なるを以て直接吸收せらるることなきは當然なりと雖も、蔗糖、乳糖等の二糖類は溶解性瀰散性共に大なるに拘らずその儘腸より吸收せらるることなきは甚だ奇とすべき現象なり。これ糖類の吸收も亦全く腸上皮の特殊作用に基くに因るものにして豫め腸の上皮を破壊し置くときは一糖類の吸收も甚しく阻害せらるるを見む。

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

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

¹ Cori: J. Biol. Chem. 66, 691 [1925]

増加する所以なり。

故に糖質に富みたる食事の後に於ては門脈血内の糖量著しく増加し約3倍に達す。然れども血液のひとたび肝臓内を通過するやここに於て糖は糖原に變形して沈着せらるるにより肝臓より流出する血液中の糖量は頓に減少すべし。肝臓内に於ける糖原の量は饑餓時に於ては甚だ僅少なりと雖も食後に於ては往々10%に及び18%に達することも甚しく稀ならず、然かのみならず糖原は少量に肝臓以外体内到處に存在し筋肉の如きは約0.4%の糖原を含有することあり。かくの如く体内に吸収せられたる過剰の糖は糖原の状態にて蓄積せらるるも体内に於ける糖原の含量には限りあるを以て糖の供給一定度を超越する時はその餘は脂肪に變じて含蓄せらるるなり、尤もこの際行はるる化學變化は吾人の未だ全く明かにすること能はざるものなり。

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

第三節 蛋白質の吸収

既に小腸内蛋白質消化の條下に於て述べたる如く溶解性蛋白質の一部がその状態に於て直ちに小腸より吸収せられ得るは事實なり。然れども吾人が平常攝取する蛋白質の多くは肉類の如く既に煮沸に遇ひ凝固せられたるもの、若くは牛乳の如く胃に於てひとたび凝固せられしものなるを以て溶解性蛋白質の吸収は普通に行はるる現象ならず。一旦凝固したる蛋白質は胃、腸内に於て酵素の働により Proteose, Pepton, Amino-酸等に分解せら

れ溶解性を帯ぶるに至り初めて吸収せらるるものなり、然れども果して如何なる状態に於て吸収せらるるかは未明の問題なり。Proteose を直接に血液中に注射するときは中毒作用を呈し盡く尿中に排泄せらるるを以てその儘腸より吸収せられて血液中に入ることとは頗る疑はし、これに反し犬、鼠等に胃蛋白酵素、脛蛋白酵素を以て全く分解したる蛋白質を脂肪及び澱粉と共に與へてこれを飼養せしめ得るを以て見れば蛋白質は盡く Amino-酸に分解せられたる後吸収せらるるものとして考ふるを妨げず。然れども一部は Proteose 及び Pepton として吸収せられたる後腸壁内に於て Amino-酸に分解せらるるものなるやも測るべからず。

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

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

吸収せられたる蛋白質の体内に輸送せらるる徑路に就ては斷言すること難しと雖も胸管を結紮するも吸収作用完全に行はれ

1 Vividiffusion

尿素の排泄も平時と異なることなきを以て見れば恐らく蛋白質は毛細血管を経て輸入せらるるものならむ。

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

第四節 脂肪の吸収

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

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

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

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

と極めて僅少なるを以て血管内に瀰散すること能はず、その大部分は淋巴管を経て胸管に集中す、然れども胸管を通過する脂肪は吸収せられたるものの約 60% に過ぎず、その餘の 40% は或は血管中に移行するか或は腸壁の組織内に沈着するか全く不明なりとす。

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

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

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

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

人は 100—120 g 以上の脂肪を消化吸収すること不可能なるも

の如しといふ。

第五節 尿

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

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

窒素	5—8%
Ether-浸出分	12—18%
灰分	11—15%

然れども若し食物に多量の不消化物存在する時は此等を糞中に認む、骨、角素、植物纖維素等の如し。又消化せられ得るものにしてこれを過剰に攝取せる爲め充分に消化液の作用を蒙ることなくその一部がその儘排泄せらるるものあり。適當に調

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

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

本邦人糞に於ては乾量約 20—30 g, 窒素量約 2—3 g を普通とす。水分は凡そ 70—85% を占む。

¹ Schaudt: Bioch. Z. 165, 136 [1925]

第十一編 呼吸作用

化學力に富める體成分若くは養素は體內各臟器及び組織の細胞に於て酸化酵素の作用により絶えず酸化せられて水、炭酸、窒素含有の代謝産物に變じ、同時に熱及び運動の Energi を發生す、これ實に生活の淵源なり、而してこの際酸化に用ゐらるる酸素は血液によりて組織に供給せられ、酸化の結果發生したる炭酸は血液によりて組織より除去せらる。即ち體內を一循して右心房に復歸したる暗赤色の靜脈血は右心室を経て更に肺臟に至り此處にて鮮紅色の動脈血に變ず、血液が肺臟に於てその色を變ずるはこの處に於て毛細管に分派循環する血液が約 100 m² の表面を有する肺氣胞面により肺氣胞内空氣より盛に酸素を攝取し、同時に肺氣胞内に炭酸を出だすが爲にしてこの作用を肺臟呼吸或は外呼吸と稱す。これより血液は左心房を経て左心室に入り再び出でて體內を循環し各組織に至れば組織に酸素を與へ組織より炭酸を受く、この瓦斯交換を稱して組織呼吸或は内呼吸と云ふ。血液のひとたび組織内を通過するや動脈性血は忽にして靜脈性血に變じ漸次運ばれて右心房に戻りここにその一循環を終る。この循環により血液は絶えず酸素を肺臟より組織に輸し炭酸を組織より肺胞に送る。

肺臟以外に於て呼吸作用の行はるるは溫血動物にては甚だ小

なり、即ち常氣温に於ける吾人の皮膚呼吸は全呼吸の1.5%に過ぎず、尤も氣温高く且大に發汗する際には屢その倍量若くはそれ以上に上ることあり。

第一章 血液瓦斯

血液は常成分として酸素、炭酸、窒素の三瓦斯を含む、これらの瓦斯は真空内に於て悉く血液より發散す、37°度の血液 100 cc. 中に含有せらるる是等瓦斯の量は次の如し。

	酸素	二酸化炭素	窒素
動脈血	18.5	52	1.2
靜脈血	14	56	1.2

是等の量を同温度の水の中に溶存せらるべき量と比較するに其間に差あることを認むべし。即37°の水 100 cc 中に溶存する瓦斯の量は一氣壓下の瓦斯に於ては

酸素	2.4
二酸化炭素	55.0
窒素	1.2

なり。然るに肺氣胞内空氣の組織は酸素 15.2 容、窒素 79.6 容、二酸化炭素 5.2 容なるにより之と接觸する水 100 cc は

$$\begin{aligned} \text{酸素} & 2.4 \times \frac{15.2}{100} = 0.36 \text{ cc} \\ \text{二酸化炭素} & 55 \times \frac{5.2}{100} = 2.86 \text{ cc} \\ \text{窒素} & 1.23 \times \frac{79.7}{100} = 0.98 \text{ cc} \end{aligned}$$

の瓦斯を溶存するに過ぎざるべく、又血液と同様なる食鹽を含む水溶液は更に瓦斯を溶存すること小なるべし。

第一節 血液中に於ける瓦斯の状態

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

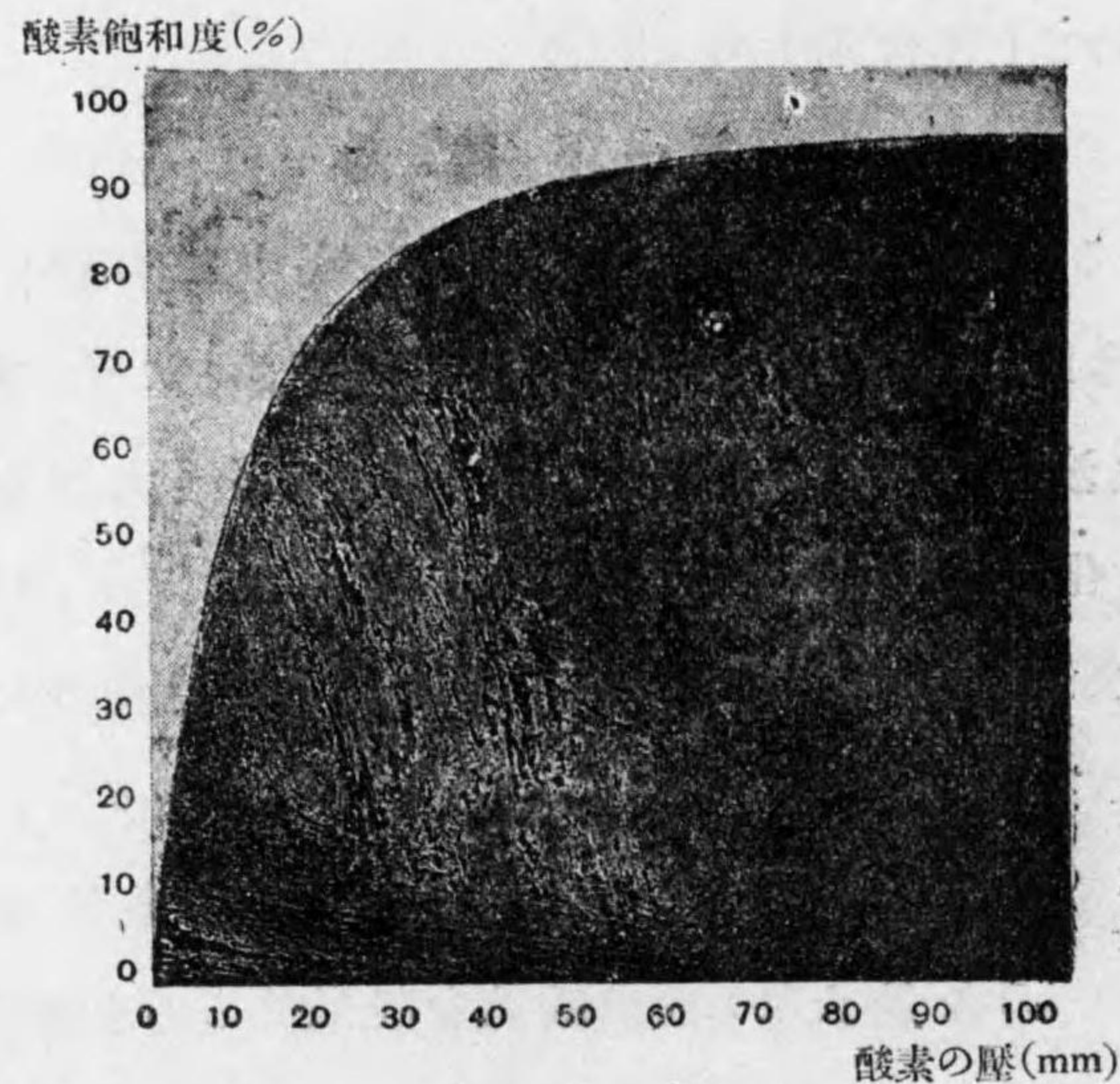
第一項 酸素

上述せるが如く血液と同温度の水溶液中に物理的に溶存せられ得べき酸素の量は僅かに 0.4 cc に過ぎざるに反し實際に於て 100cc の血液が約 18.5 cc の酸素を含有するは全く大部分の酸素が血色素と化學的に結合し居るが爲めなり、故に若し廻轉沈澱器を用ゐて血液を血漿と赤血球とに分離する時は血漿は單に物理的に溶解する量に相當する酸素量を有するに過ぎずして大部分の酸素は赤血球に存するを認むべし。従て血液中に於ける Hemoglobin の含量大なる時は酸素を吸収する力も亦大に、Hemoglobin を含むこと少なければ酸素を收容する能も亦微なり、Hemoglobin が酸素を含有する量は一定し、Hemoglobin 1 g は 1.34 cc の酸素を吸収して酸化 Hemoglobin となる、然れどもこの Hemoglobin と酸素との化合物は容易に解離する性あるを以て、これと接觸する酸素の分壓が減少する時は Hemoglobin と結合する酸素の分量も亦減少す。今種々なる酸素の氣壓に於ける酸化-Hemoglobin 及び Hemoglobin の量を擧ぐれば次の如し。

酸素の壓	酸化-Hemoglobin	Hemoglobin
0 mmHg	0%	100%
5	37	63

metaz
Hb
ト
イ
ル
酸
化
ヘ
ム
グ
ロ
ビ
ン
Oxy
Hb
ト
イ
ル
モ
ー
ニ
テ
ソ
レ
ト
シ
酸
化
ヘ
ム
グ
ロ
ビ
ン

10	55	45
20	72	28
40	84	16
50	87	13
100	93	7



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

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

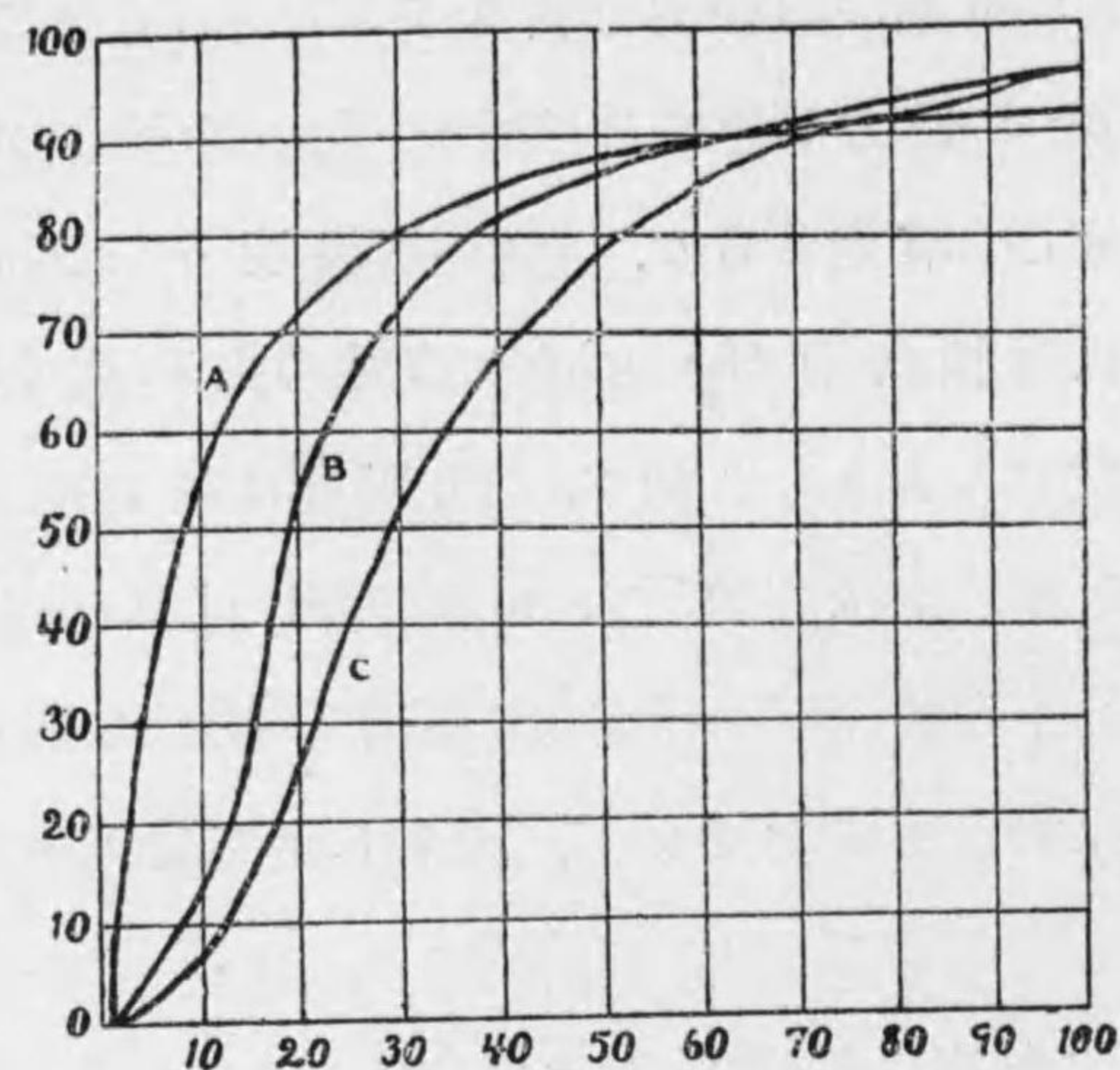
か集合したるもの生じ酸素の結合力を減少するものならむといふ

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

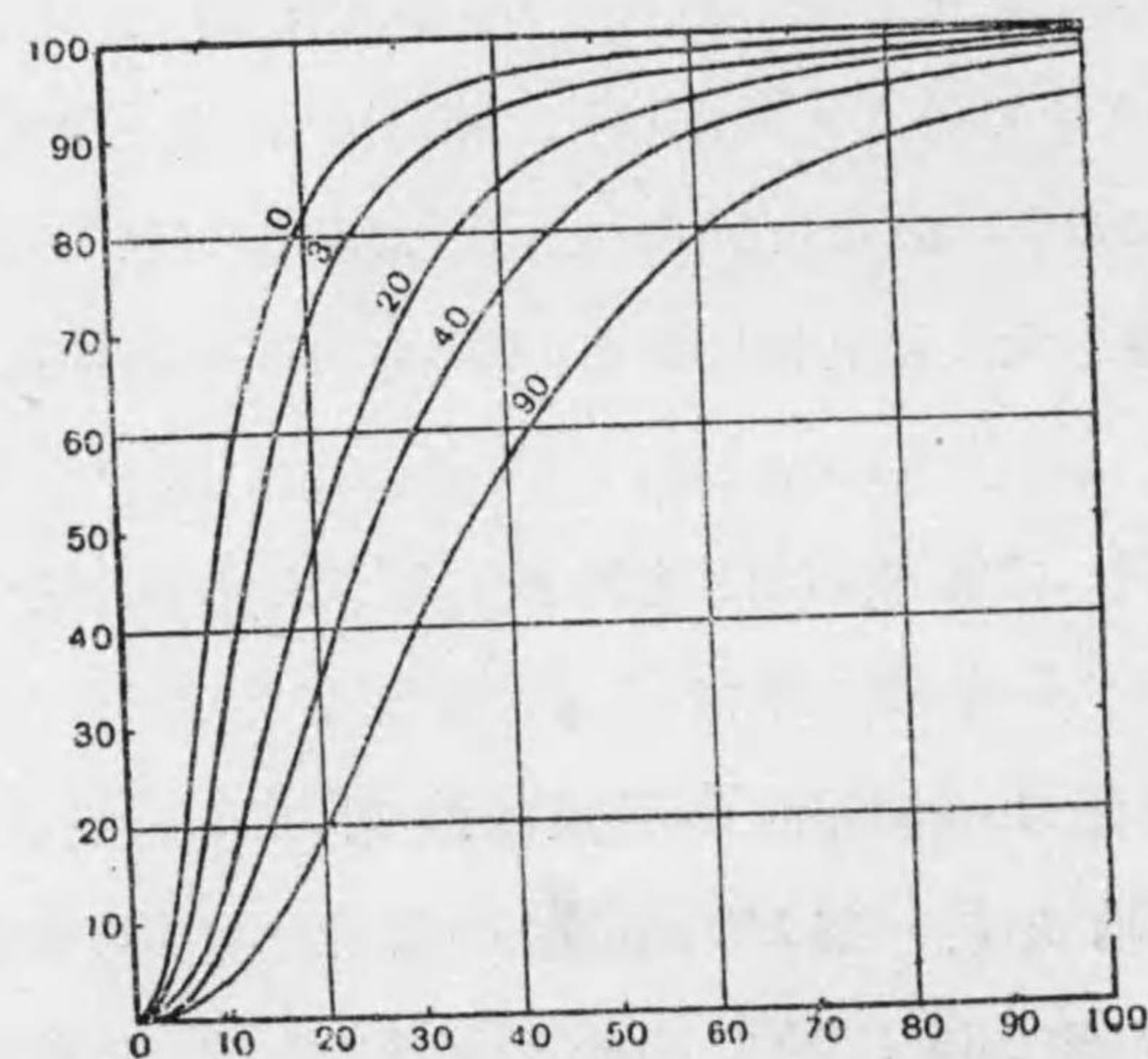
炭酸瓦斯の影響 血液が炭酸瓦斯を含有すること大なれば其酸性度増大し従つて酸化-Hemoglobin の解離を促進す、此影響も亦酸素張力が小なる時に明かにして、肺臓に於ける酸化-Hemoglobin の生成には何等阻止を與へざるも組織に於ける酸化-Hemoglobin の解離を大にし組織に對する酸素の供給を容易ならしむるに利あり。

炭酸以外の酸例へば乳酸の如きも炭酸に類似せる作用を有すと云ふ。

温度の影響 酸化-Hemoglobin の解離は酸素の壓不變なる時は温度上るに従ひ増大す、即 100 mmHg の張力を有する酸素と平衡状態にある血液は 38° に於て 93% の飽和度、25° に於て 98% の飽和度を有し; 10 mmHg の張力下にては 38° に於て 56%, 25° に於て 88% の飽和度を有す、之より明なるが如く肺及組織に於ける酸素張力の差により利用し得らるる酸素の量は高温時に於て低温度よりも遙かに大なり、之れ恒温動物の方冷温動



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



各 CO₂ 壓下の人血
解離曲線 (Barcroft
に據る)

物よりも有利なる點の一なるべし。

第二項 炭酸

100 cc の水は體溫及び組織内に於ける炭酸の壓(60—75 mmHg)の下には僅かに 5 cc の炭酸瓦斯を溶解するに過ぎざれども靜脈

血100 ccは約 56 cc の炭酸を溶存す、これ炭酸瓦斯は血液中に物理的に溶解し居るのみならず尙血漿及び血球内成分と化學的に結合し居るが爲めにしてこの炭酸は一は重炭酸曹達として存し、他は Hemoglobin 及び他の蛋白質と結合したる状態に於て存在するものの如し。

既に述べたるが如く炭酸運輸に殊に重要な作用を営むものは蛋白質にして殊に Hemoglobin を以て其最とす(607頁参照)即ち Hemoglobin は組織の處に於ては酸素を失ひて還元の状態に於て存するもの多く此 Hemoglobin は酸性度弱きが爲めに其結合し居れる滴を組織より血液に移行したる炭酸に與へて之と結合せしめ重炭酸曹達として肺臟に達せしむ。然るに肺臟に於て Hemoglobin が酸素を攝取して酸化-Hemoglobin に變ずる時は酸性度大なる化合物となり重炭酸鹽より滴を奪取するを以て炭酸は肺臟に於て多量に排泄せらるることを得。

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

第三項 酸化炭素, 酸化窒素, 青化水素

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

第二節 血液中に含まるる瓦斯の張力

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

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

Krogh は微量氣體張力計を考案して動脈血若くは靜脈血内の瓦斯張力を測定したり。之れ瓦斯が之を溶存する液體に接觸する際には瓦斯相に於ける瓦斯の張力と液相に於ける瓦斯の張力との間には常に一定の平衡維持せらるるを以て實際の瓦斯相内に於ける瓦斯の張力を測定する時は液相中に於ける張力を知ることが得るが爲なり。Krogh は直徑約 2 mm の小なる空氣泡の周圍に迅速に動脈血若くは靜脈血を環流せしめたり。該氣泡は容積 0.004 cc, 表面積約 0.125 平方 cm にして表面:容積の比約 30 なるを以て氣泡と周圍液との間の張力の平衡極めて迅速に行はるるが故に平衡成立後の氣泡を纖細に目盛せられたる毛管内に移して其容積を測定したる後、稀薄なる苛性曹達にて處理して CO₂ を吸収せしめ、又滴性 Pyrogallol 液に酸素を吸収

せしめ、此等の處置によりて減少したる容積より氣泡内に於ける此等瓦斯の量を知り之より氣泡内に於ける瓦斯の張力を算出することを得。

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

第二章 肺臓呼吸

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

この際肺氣胞内の空氣中に於ける酸素の分壓は氣胞内酸素の含量 15.2% に相當し、約 $\frac{15.2 \times 760}{100} = 107$ mm 水銀壓なるに反し、肺動脈管内の血液(即ち靜脈性血)中に於ける酸素の張力は僅に 30—60 mm 水銀壓に過ぎず、故に酸素はその壓差に隨ひ盛に氣胞内より血液中に瀰散す。而して血漿中に瀰散し來りたる酸素は直ちに赤血球内の Hemoglobin に化學的に結合せられ、血漿内に於ける酸素の張力はさして増大すること能はざるを以て新たな酸素は絶えず氣胞内より血漿中に入る。この反應は Hemoglobin が殆んど全く酸素によりて飽和せらるるに至る迄持續す

べし。肺臓を辭する動脈性血は約18—19容量%の酸素を含有し84—100 mm 水銀の張力を有す。Hemoglobin の飽和度は93—98%なり。

これに依つて見れば肺氣胞と毛細血管内血液の間に於ける酸素の授受は全く物理的に彌散作用によりて行はるるものの如し。次に炭酸交換の状態を見るに静脈血炭酸の張力(46mmHg)は肺氣胞内炭酸の張力(約40 mm 水銀壓)に比し少しく大なる處より考ふれば、恐らくこの場合に於ても炭酸は彌散作用によりて静脈性血液より肺氣胞内に流るるものなるべし。肺を辭去する動脈性血は約52容量% 40 mmHgの炭酸を含有す。

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

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

肺氣胞内酸素及炭酸張力

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

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

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

第三章 組織呼吸

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

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

張力を有す。Hemoglobin の飽和度は普通 62—85% なり。

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

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

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

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

各組織 1 g が 1 分時間内に消費する酸素量 (cc) は行作の大小によりて異なりと雖も概ね下の如し。

腎臓	0.026—0.06
肝臓	0.024—0.05
脾臓	0.03—0.05

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

顎下腺	{ 休息時 活躍時	0.027 0.089
肺臓		0.015
心臓		0.010
骨 骼 筋	{ 休息時 活躍時	0.004 0.02—0.08

第四章 呼吸の調節

血液は呼吸作用により肺氣胞より酸素を取りてこれを組織細胞に運輸し以て細胞の酸化作用に資す。故に組織内細胞の作用旺盛にして酸素の需要愈大なれば該組織に對する血行充分にして且肺臓に於ける血液の酸素吸収量も亦愈充分なるを要す。これ實に體内に於て自然に行はるる調節作用にして、動作の際發生する炭酸は一方血管に働きてこれを擴張せしめて循環する血量を増加せしむると同時に、他方には延髄中線の兩側に在る呼吸中樞 (Fasciculus solitarius 内にあり) を刺戟して肺臓呼吸を頻繁ならしむ。これ炭酸の増加に伴ひ血液内水素-Ion 濃度増加し、その變化に對し中樞に於ける細胞又は共極¹が甚だ鋭敏に反應するが爲めにして肺氣胞内の炭酸張力が僅々 1.6 mm 即炭酸含量が 0.22% 増加する際肺臓の呼吸量は既に倍加するに至る、斯くの如く軽度の炭酸張力變化も呼吸に影響する事大なるを以て今筋肉動作等により静脈血内の炭酸張力増大しその瀰散により氣胞内の炭酸張力も亦増大する時は肺臓より出づる動脈血の炭酸張力も従て少しく増加し、これが爲めに呼吸中樞は直ちに刺戟せられ肺臓呼吸を頻繁ならしむ。若し疾走、劇動

¹ Sinapsis

等にて筋肉の動作甚だ過劇となり酸素の供給尙一時不足することあるもこの時酸素缺乏の爲めに發生したる酸性の産物が更に著しく呼吸中樞を刺戟する性を有するを以て呼吸作用は瞬時にして調節せらる。

胎兒が母体内に於て胎盤より充分なる酸素の供給を受くる間は毫も呼吸作用を營まざるも一旦母體との關係斷絶するに至ればその血液内の炭酸量頓に増大し之が終に刺戟となりて呼吸作用開始せらるるに至る。故に分娩に時間を要し胎兒血液内の炭酸量著しく増加する時は呼吸中樞刺戟せらるるが爲め羊膜液吸入せられ胎兒の窒息を來すことあり。

第五章 吸氣及び呼氣の化學的組成

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

正常時に於て人は普通1分間に約17回の呼吸を營み一回に約500 ccの空氣を出入せしむるも吸氣の約150 ccは氣管及び氣管枝等に止まり肺に入るは約350 ccに過ぎず而かも肺氣胞内空氣

の容積は約2000—2500 ccに達するを以て肺氣胞内空氣に混加せらるる大氣は纔かに全容の六分の一に過ぎず又呼出排除せらるる肺氣胞内空氣は全容の七分の一に過ぎず、從つて大氣、呼氣(其内に氣管並びに氣管枝内空氣約150 ccを含む)及び真正肺氣胞内空氣(強制呼氣の終期に捕集したる空氣)の三者の間には其組成に著しき差あり、尙吸氣(大氣)は比較的水蒸氣を含有すること少なきに反し呼氣は水蒸氣を以て飽和せらる。今水蒸氣の量を控除したる此等三種の空氣の組成を乾燥瓦斯100容に對する百分比を以て示す時は次の如し。

呼吸氣の組成比較

	吸 氣	呼 氣	肺氣胞内瓦斯
酸 素	20.95	16.4	15.2
窒 素	79.02	79.5	79.6
二酸化炭素	0.03	4.1	5.2

呼氣の組成は體内に於ける酸化作用の大小によりて異なるのみならず、呼吸の方法によりても亦差異を生ずるものにして一定時間に於て呼吸する空氣の量を變ずる時は呼氣の組成を異にすること下の例に於て見るが如し。

1分間に出入する空氣の量	酸 素	炭 酸	窒 素
5.81	15.50%	4.63%	79.87%
6.5	16.7	3.6	79.7
17.6	18.29	3.17	78.53

吸氣と呼氣との間に窒素の含量にも多少差異あるは、體内に於て窒素の交換あるにあらずして、呼氣の全容積が吸氣の全容積よりも小なるが爲なり。之れ酸素は體内に於て二酸化炭素生

成以外に尙水、尿素等の酸化産物の生成に費消せられ生成せられたる二酸化炭素の容積は之に與かる酸素の容積に相當し之れが爲には瓦斯の全容積を減少することなきも尿素及び水の發生する際には酸素に代るべき瓦斯の生成なきにより呼氣容積の減少を惹起するなり。而して窒素は體內にて何等の變化を受けず吸入せられたる丈呼出せらるるにより、吸氣呼氣間の窒素の組成の差より體內に残留せられ炭酸の發生に關與せざる酸素の量を算出することを得。

一般に肺臟に於ける酸素の吸収量は炭酸の排泄量よりも大にしてこの炭酸及び酸素の容積の比 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ を稱して呼吸係數¹と云ふ。この値は主として體內に於て燃焼せらるる養素の種類に關係す、即ち體內に於て脂肪のみが燃焼せらるる時は小にして0.7に過ぎず、主として糖質が燃焼せらるる時は大にして1に近く、蛋白質の際にはその中間の数値を占む。普通混合食を攝取したる場合の呼吸係數は約0.8—0.9なり。

呼氣中に時として微量の安門(1日に20mgを超えず)存することあり、又饑餓若くは糖尿症に際し少量のAcetonを含有す。血液及び肺氣胞内氣間のAceton分配率は333:1²なり。

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

第十二編 尿

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

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

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

第一章 尿の一般性狀

第一項 排泄量

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

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

減少す Simpson¹ によれば之れ恐らく體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こと多し。

第二項 味

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

第三項 嗅

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

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

第四項 色

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

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

するを以て尿色を増加せしむ。常尿はこれを振盪すれば無色の泡沫を生ず。

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

諸種の藥劑も亦尿の色彩に一定の影響を及ぼす。

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

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

紫赤色。Pyramidon-服用後に現はる。

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

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

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

第五項 清濁

常態に於て新鮮にして酸性なる尿は全く透明なり、然れども少く之を放置すれば先づ中央に僅微の雲翳を生ず、これ尿道に由來する尿類粘體の析出したるものにしてその内に屢上皮細胞及

び尿酸石灰晶を包有す。又尿酸鹽を含有する事大なる時は冷却するに従ひ赤色の沈澱を析出す、これ多くは酸性尿酸加里又は酸性尿酸曹達にして少しく加温せらるる時は再び溶解す。

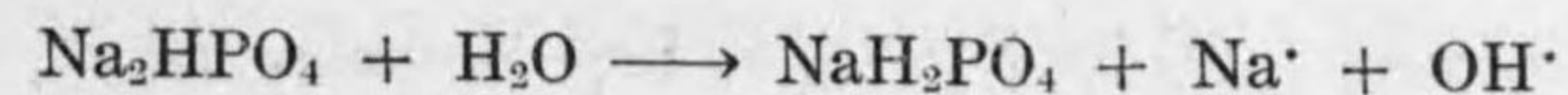
全く植物性の食物を攝取する時は尿が鹼性反應を呈する爲め土滴類の炭酸鹽又は磷酸鹽を析出して濁濁を生ず、かくの如き沈澱は加熱するも溶解せず、稀鹽酸を加へて酸性となすによりて初めて溶解す。病的に膀胱内にて尿素菌の爲めに安門性醱酵を蒙りて鹼性となりたる時又は排泄後安門性醱酵に陥りたる時は尿は上記炭酸土滴鹽又は磷酸又は磷酸土滴鹽の外に尙尿酸安門及び磷酸-Magnesium-安門の結晶を析出す。

病的尿に於て血液、膿、粘液、乳糜等を含むものは新鮮なる時も既に濁濁を呈す。

第六項 反應

血液は常に弱鹼性反應 (pH 7.35—7.43) を維持するに反し人の24時間尿は通常酸性なり。之れ通常の食餌にては約250—350 ccのN/10酸が日々尿中に排泄せられて初めて血液が其反應を恒定し得る爲なり。故に腎臟の作用障碍せられ酸性物が血液内に澱滯する時は危険なる症候を惹起す。

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



の變化起り Na^{\cdot} は重炭酸鹽として體内に抑留せらるるが故ならむ。即絲毬體濾出液は血漿と同様なる $\text{Na}_2\text{HPO}_4 : \text{NaH}_2\text{PO}_4$ の比を有するも管狀部を通過する際上掲の如き變化起り Na^{\cdot} の一

部は管状部上皮細胞に吸収せらるるものなるべし。食鹽、硝酸曹達、硫酸曹達、尿素等中性物質を注射して利尿を促がす際には通常より尿中に滴の排泄せらるるご多く爲めに血液内の滴豫備著しく減少するは尿が迅速に管状部を通過するが爲滴 Ion を抑留すること困難となるゆへなるべし (Hendrix 及 Calvin¹)

滴定性酸度

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

尿の酸度は主として食餌の性質に關係し従て正常的にも大なる差異あり。通常 150—500 cc の間を逍遙す。平均値は 300—350 cc なるものの如し。pH > 7 なる滴性尿にても Phenolphthalein の中性點 (pH 8.5) に對しては常に酸度を示す。一般に肉、魚、Oatmeal、米、小麥、卵黃、梅等生酸的食品に富める食餌は尿の酸度を大ならしめ 600—900 に達すること稀ならず。之に反して多くの蔬菜及果實 (Orange, 馬鈴薯, 豆, 林檎, Banana, 胡蘿, 蘿青等) 生滴性食品の攝取は滴性尿を招く。之れ草食動物の尿は通常滴性にして、肉食動物は酸性尿を排泄する所以なり。

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

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

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

水素-Ion 濃度

尿の pH を測定するには通常比色法を用ふ。尿の pH は 4.80—7.50 の間を逍遙し得るも平均正常値は約 6.3 なり。此値は食餌の性質により變ず。然れども如何なる場合に於ても尿の pH 値は 8.3 を超ゆることなし (Mainzer²)。其他病的には糖尿症、心腎障碍等に pH 小となる。

尿の反應に最も著明の變化を見るは食後にあり。即食後には尿は其酸性度を減じ、時として中性又は滴性に變ず。之を“滴潮”と呼ぶ。之れ消化時に際しては胃の内部に遊離の鹽酸を分泌しこれに相當する滴は血液中を経て尿中に移行するが爲なり (これに反し、次の時期に於て消化産物の吸収せらるるに至れば鹽酸も亦全然血液中に復歸し尿は再びその酸性度を増加すべし。肉食の時は此等の變化早く起り且つ早く消退す)。Hubbard Munford 及 Allen³ が無酸症の際には食後にても滴潮の起らざるを見たるは此考に一致する事實なり。尙食後に中等度の利尿

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

² Mainzer: Bioch. Z. 207, 159 [1929]

³ Hubbard, Munford 及 Allen: Am. J. Physiol. 68, 207 [1924]

行はるることも尿が酸性度を減ずる一因なるべし。

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

第七項 比重

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

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

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

第八項 結氷點及び電導度

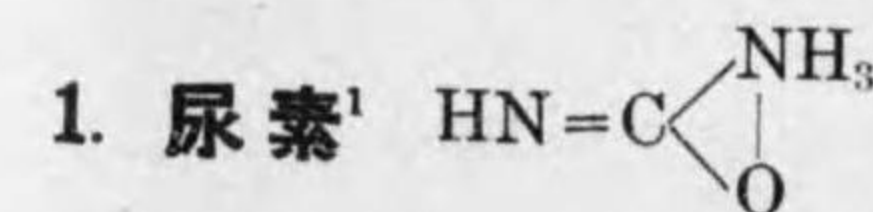
常尿の結氷點は約-1乃至-2.5°Cの間にあり、電導度は主としてその中に含まるる鹽類の爲めに起り1.5—2%食鹽水に相當す。尤もこれらは尿の濃淡によりて著しく差異を呈するものにして、結氷點の如きは湯茶を鯨飲したる後には殆んど淡水の結氷點に近づき、發汗甚しかりしときには約-5°Cに達することあり。

第二章 有機成分

尿中に含有せらるる主なる有機性成分を其量の異なるものより擧ぐれば尿素(2—2.5%)、Kreatinin (0.1%)、尿酸(0.05%)、馬尿酸(0.05%)、Rhodan鹽、蔞酸鹽、Indikan等なり。兒童又時として女子及び多くの動物にはKreatinが常成分として含有せらるることあり、尙人間以外の大部分の動物にはAllantoinが尿酸の代りに存在す。人尿はAllantoinを含むこと僅微に過ぎず。鳥尿は尿酸を含有すること甚だ多く尿素に代りて主なる含窒代謝産物を形成す。

上述の尿中有機性成分の多くは窒素を含有するにより尿中の窒素全量及び窒素分布の状態を知るは代謝の検索に又病的状態の闡明に緊要なり、正常時の窒素分配は概ね次の如し。

尿素-N84, 安門-N 3, Kreatinin-N 7, 尿酸-N 4, 殘餘-N 2,



尿素は蛋白質代謝の爲めに發生し窒素を含有する終産物中分量に於て第一位を占むる有機化合物なり。而してその24時間内に尿中に排泄せらるる量は約15—25gにして其中に含有せらるる窒素は尿中總窒素量の約85%を占む、尿中尿素量は體內に於て蛋白質分解の多少によりて著しく差異あるものにして専ら肉食を試みて體內に於ける蛋白質の分解増進したる時には

¹ Urea, Harnstoff

尿素の排泄も従て増大し、反對に脂肪及び糖質に富みたる食物を攝取して體內に於ける蛋白質の分解を減少せしむるときは尿素の排泄も亦これに伴ひて減少す。彼の食草動物の尿は常に尿素を含むこと少なく、食肉動物の尿中に多量に尿素の存在するは蓋しこれが爲なり。人若し蛋白質に豊富なる食物を攝りて生活する時は尿中窒素の約90%若くはそれ以上尿素の占むる處となるも、蛋白質に乏しき食物を攝取する時は尿の總窒素量の減退と共に尿素の總窒素に對する比も亦少なく、總窒素が3—4gとなりたる時は尿素として存する窒素はその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、安門として排泄せらるる窒素量大に増大す。

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

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

此處に K=尿素排泄係數(Ambard の恒數)

U=1lの血液中の尿素のg數

D=24時間内に於ける尿素の排泄量

P=體重

C=1lの尿中の尿素の量

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

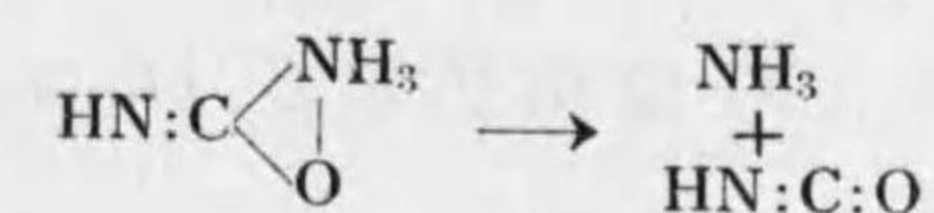
性状 四角稜柱狀無色の結晶にして132°Cに於て熔融す。

水に容易く溶け Alcohol にもよく溶解するも、無水-Ether, Chloroform, 醋酸Ether に溶解せず。水溶液は苦味を呈す。

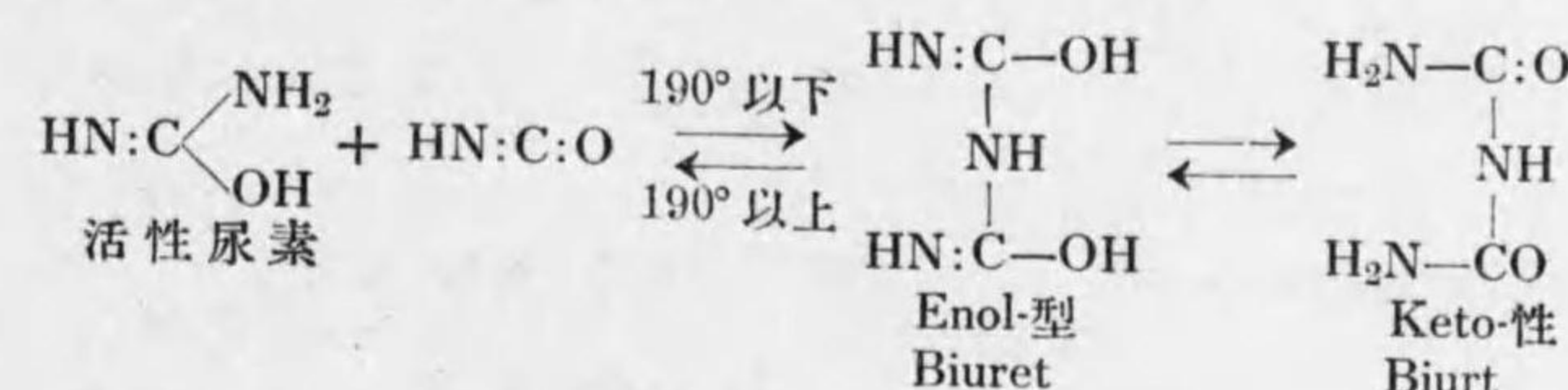
結晶を熔融點以上に熱すれば安門瓦斯を發生して分解す。

ここに残留するものは Cyanur-酸, Biuret 及び Ammelid なり。

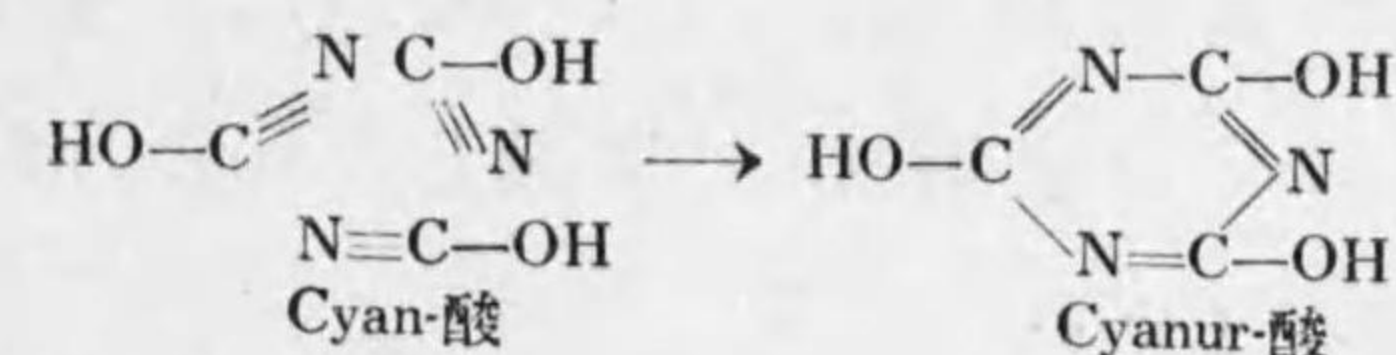
此の際尿素は加熱により先づ安門及 Cyan-酸に分解し、



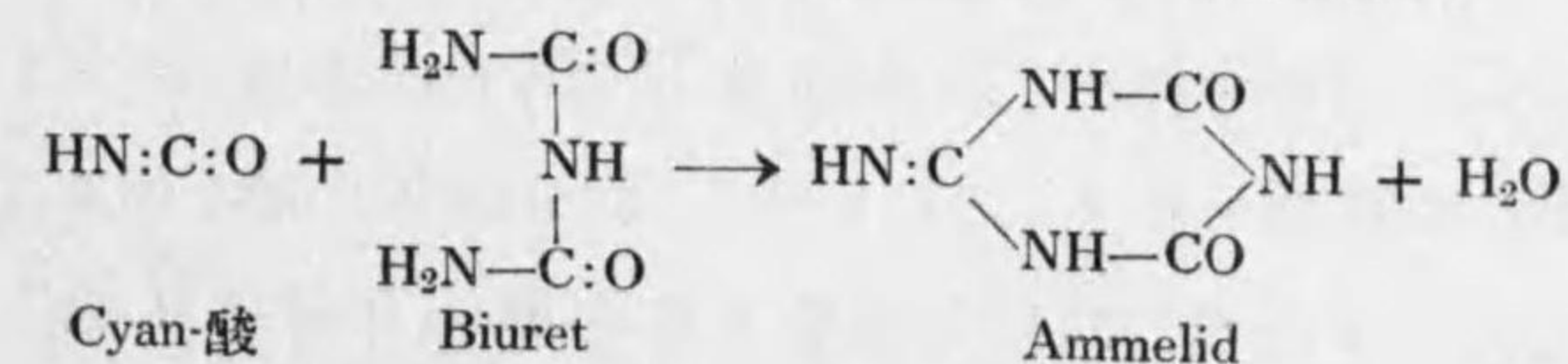
此 Cyan-酸が未だ變化せずして残留する尿素(活性)に作用する時は 190°を越えざる温度に於ては Biuret を發生す。



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。



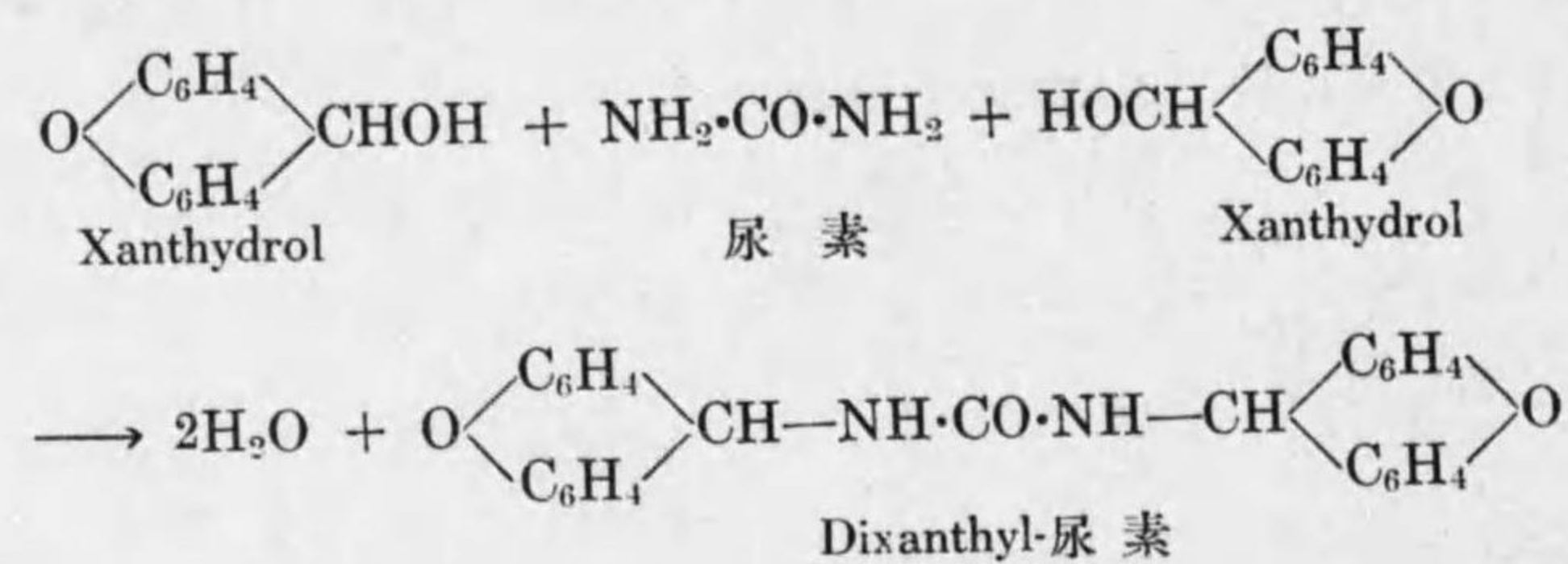
Biuret を 195° 及 198° の間に加熱する時尿素, Cyanur-酸及 Ammelid を形成するは以上の化學變化によりて容易に之を説明するここを得べし。

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 $\text{HN}:\text{C} \begin{array}{l} \text{NH}_3 \\ | \\ \text{O} \end{array}$ の如き環狀形を形成するも強酸性溶液

にては $\text{HN}:\text{C} \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{OH} \end{matrix}$ の状態にありて一酸性の鹽基として作用するが爲なり。硝酸とは硝酸尿素 $\text{C}(\text{NH})(\text{OH})\text{NH}_2 \cdot \text{HNO}_3$ 、尿酸とは尿酸尿素 $[\text{C}(\text{NH})(\text{OH})\text{NH}_2]_2 \cdot \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を作る。共に斜方又は六邊柱晶若くは板晶にして尿酸尿素は硝酸尿素よりも水に溶解すること少なし。これらは尿素の製出に必要な化合物なり。

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

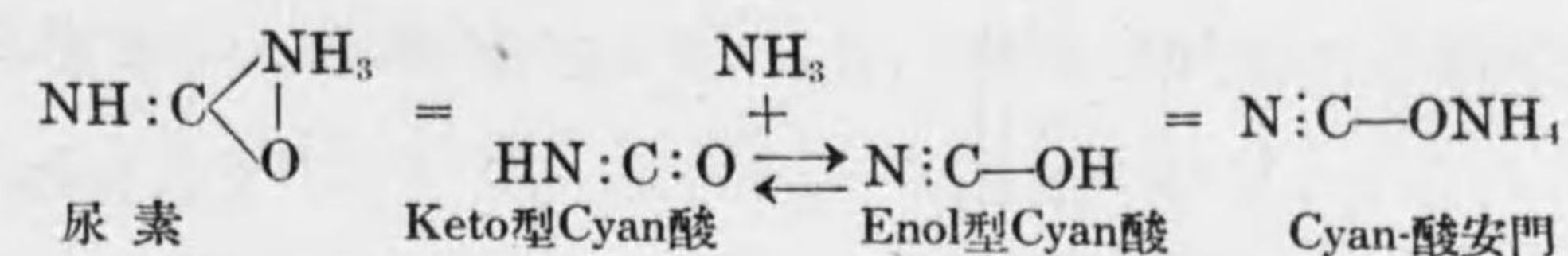


此反應は極めて特殊にして1萬倍稀釋の尿素も15秒にして検出せられ、80萬倍稀釋にても10分にして之を認むることを得べし。Xanthydrol は尿素のみに作用し、Amino-酸及 Peptid に對し何等の作用を呈せず。

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

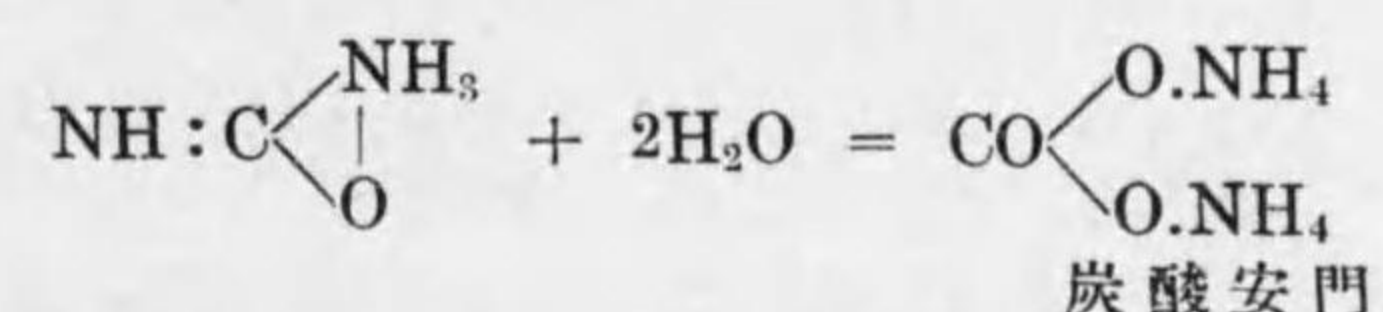
尿素の濃厚なる溶液は凝固蛋白質、澱粉其他の膠質を溶化せしむる性狀を有す。恐らく生機上重要な關係を有すべし。

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。



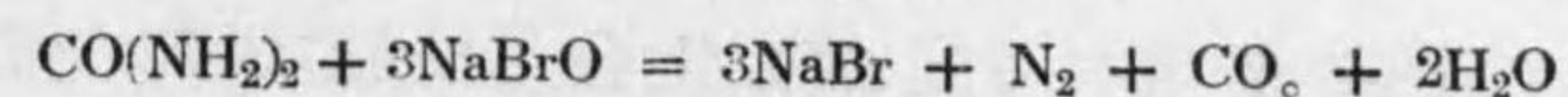
故に尿素を水に溶解しこれを煮沸してこの變化を迅速ならしむる時はその溶液中に硝酸銀にて沈澱する Cyan-酸安門の既に存在することを知り得べし。

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

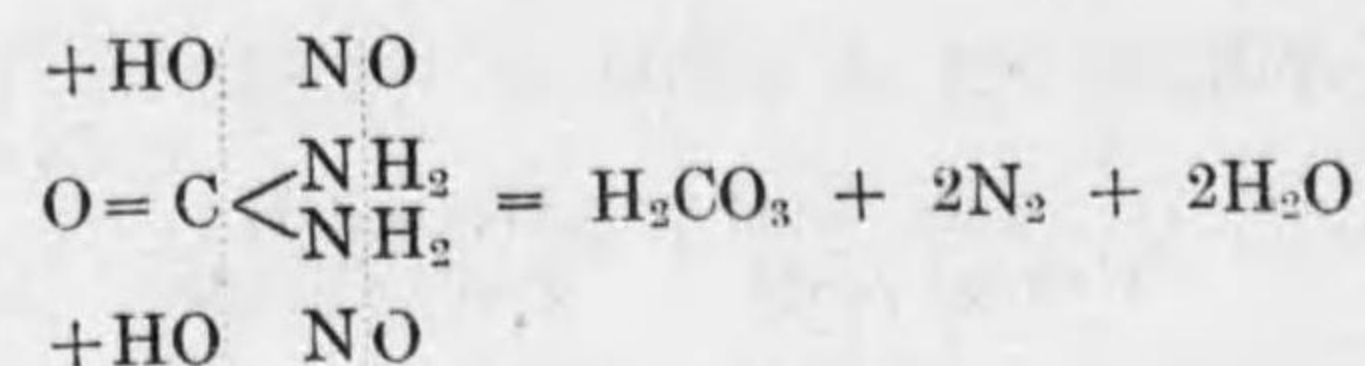


此反應は又植物種子(大豆等)及び細菌中に存在する尿素酵素によりても行はる。故に尿が腐敗する時は安門を發生す。大豆尿素酵素にて分解せらるる際發生したる安門を氣流によりて酸に吸収せしめ中和せられたる酸の量より尿素量を測定することを得。

次亞鹽素酸鹽若くは次亞臭素酸鹽は滴性溶液に於て尿素を分解して窒素、炭酸及び水に變ぜしむ。例へば次亞臭素酸曹達を用ふれば下の反應を惹起す。

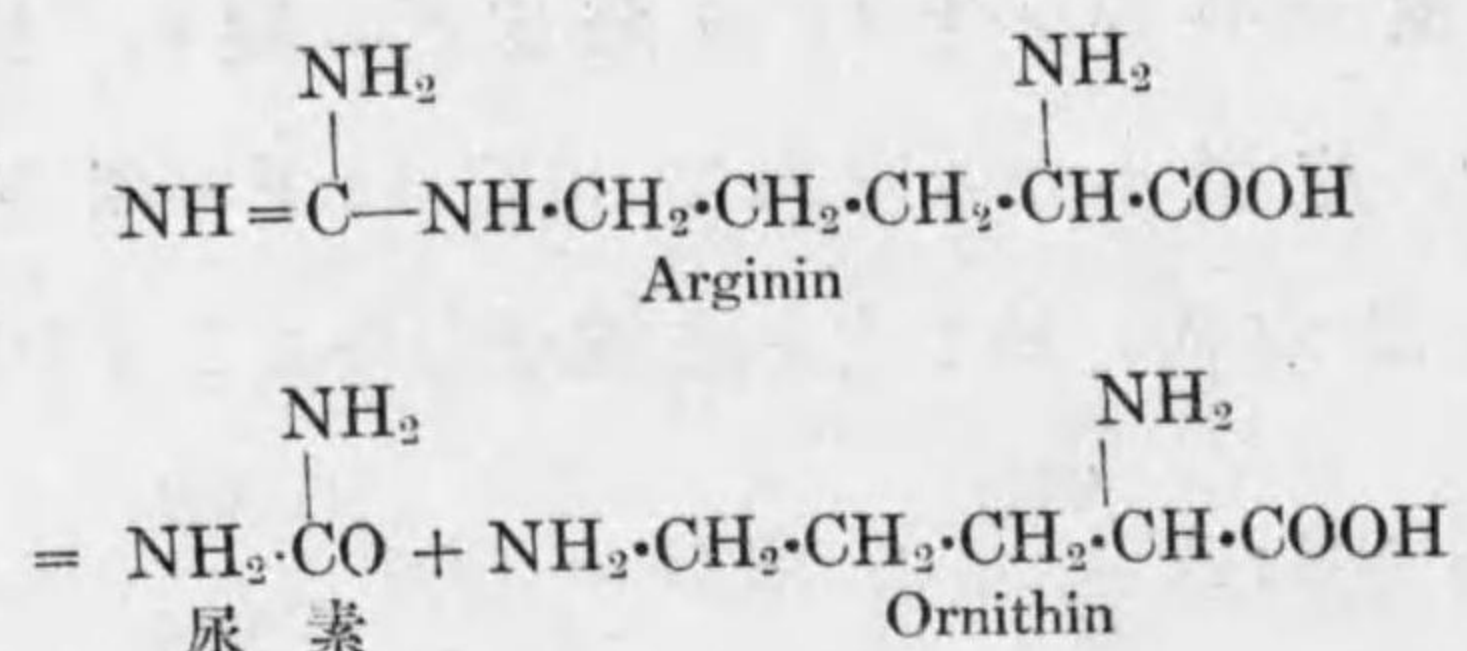


この性狀を利用して臨牀上に尿素を定量する方法あり。Hüfner の尿素定量法これなり。然れどもこの分離は完全なるものにあらずるを以て善良なる定量法にあらず。尤も尿素の濃度稀薄にして滴性度強き時は窒素の損失小なることを得。亞硝酸も亦同様に尿素を分解す。



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

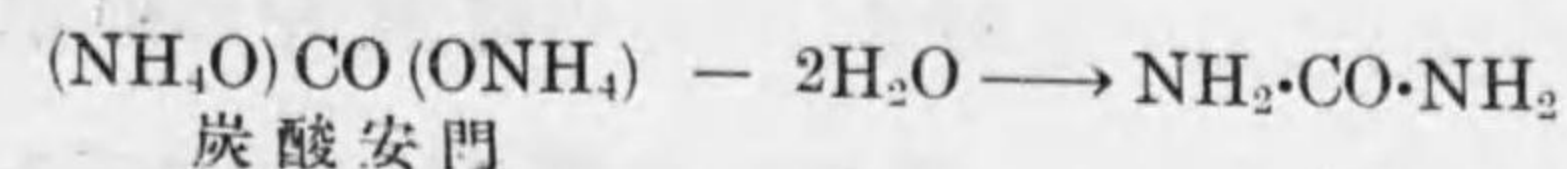
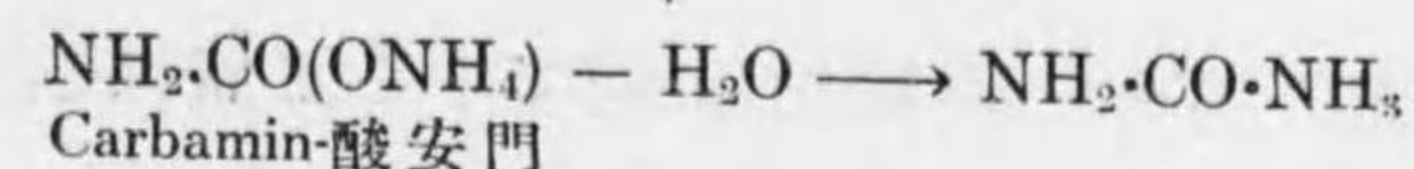
生成尿中に排泄せらるる尿素の一部は体内に於て蛋白質分解産物たる Arginin が Arginin-酵素の作用を受くるによりて発生す。



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

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

の唱ふる如く失水反應によりて行はるるものならむと想像せられたりしも



最近 832 頁に述ぶるが如く安門鹽が Cyan-酸に作用して発生すること信せらるるに至れり。

体内に於て尿素生成の場處を尋ぬるに

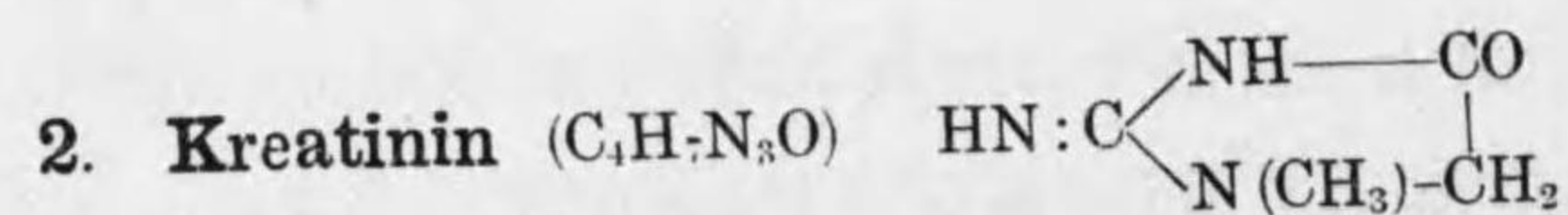
1. 腎臓は尿素生成の主なる場處にあらず。これ腎臓を除去するも血液中安門の量に増加を認むることなく、又更に血液中に Carbamin-酸安門を注射すれば悉く尿素に変化せらるるを以て明なりとす。この際尿素は腎臓の缺如により排泄口を失ふを以て血液中に滞積す。

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

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

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

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



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

¹ Chanutin: J. Biol. Chem. **67**, 29 [1926]

何等の影響なく Kreatinin 排泄は全く内因性の根源を有す (Folin¹)

腎臓の排泄機能減少したる時に於ても Kreatinin は比較的よく尿中に排除せらるるを以て血液内 Kreatinin 量を増加すること少なし、故に若し血液内 Kreatinin 量が 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 Myers²)

性状 無色光輝ある單斜柱にして約 12 倍の冷水に溶解し、温湯及び温-Alcohol に尙容易く溶解するも、Ether には殆んど溶解せず。鑛酸を以て酸性となしたる溶液より磷-Wolfram-酸、磷-Molybden-酸、Picrin-酸等にて沈澱す。Kreatinin は好んで諸種の重金属鹽と不溶解性の複鹽を作る、殊に Kreatinin の Alcohol-溶液に鹽化亞鉛の弱酸性溶液を加ふる時は特異なる Kreatinin-鹽化亞鉛 ($C_4H_7N_3O$)₂·ZnCl₂ の結晶を得。但しこのものは遊離鑛酸の存在に於ては析出せず。Kreatinin の鹵性度は Kreatin より遙かに大なり ($pK_b=9.20$)

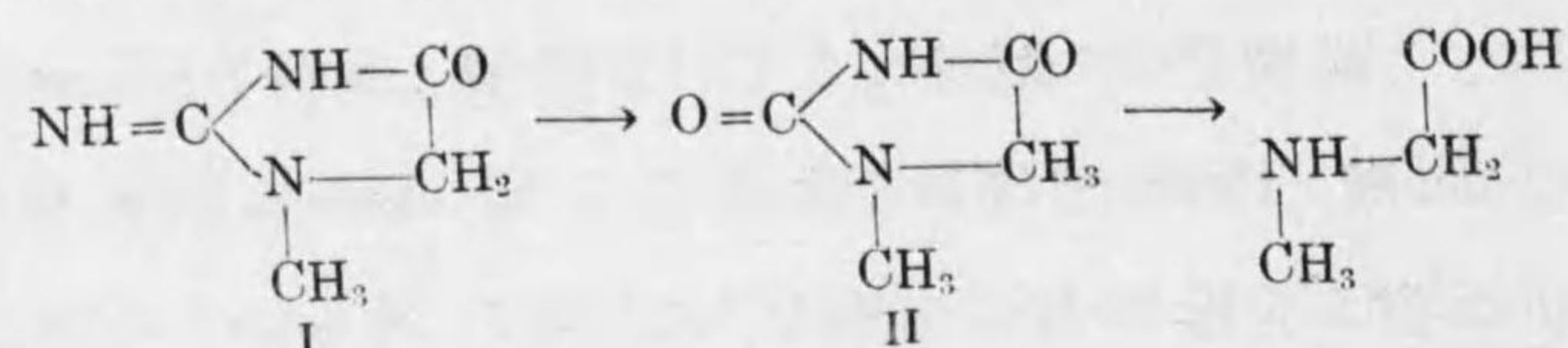
Kreatinin を鹵性の溶液に於て久しく放置すれば Kreatin に變ず。

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

¹ Folin: J. Am. Physiol. **13**, 66 [1905] ² Chase 及 Myers: J. Med. Assn. **67**, 931 [1916]

在 多量なる時は Trommer の試験に於てこれを糖と誤解することあり。然れども Kreatinin は鹵性蒼鉛液を還元する性なきを以て Nylander の糖試験法によりてこれを糖と鑑別することを得べし。

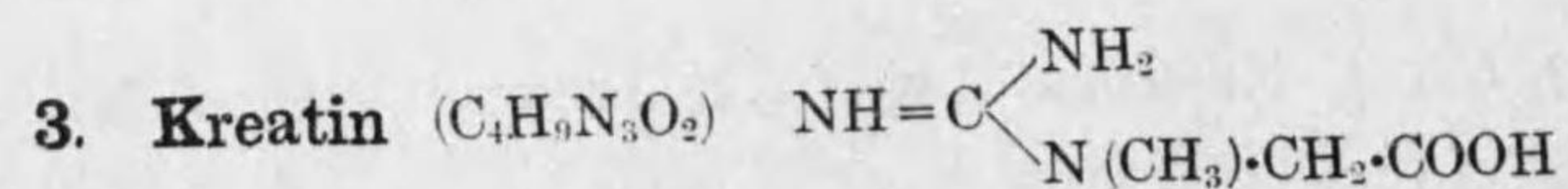
Kreatinin (I) を Baryt と共に煮沸する時は初め Imid 基は安門として除去せられ Methylhydantoin (II) となる、此ものは更に水解せられ CO_2 及 NH_3 を失ひて Sarkosin (Methylglykokoll) (III) となる。



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 の證明に對し Jaffé の反應及び Weyl の反應等あり。

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

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



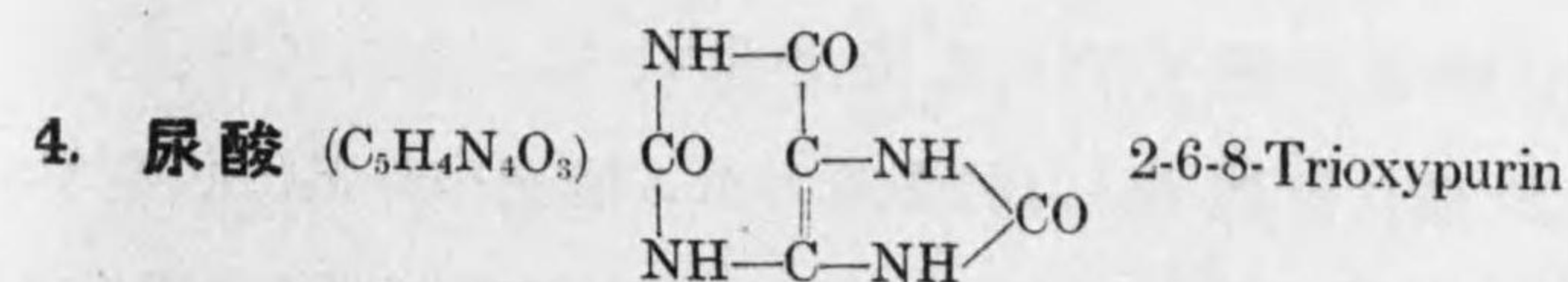
肉食を攝取せざる人の常尿中には殆んど Kreatin を缺如するか或はその量極めて僅少なり。然れども食物が Kreatin を含有する

時はその一部はその儘尿中に排泄せらる。又饑餓時には筋肉の分解多量に行はれ其中に存する Kreatin は悉く Kratinin に變ずる違なく尿中に出現す、その量1日に約 0.15—0.3 g なり (此際糖を附與する時は Kreatin の出現停止す)。體內に於て筋肉の崩壊盛なる時、若くは Kreatin の Kreatinin に變化する機能減退する時は尿中に於ける Kreatin の量著しく増加す。即ち熱性病又は糖尿病者には屢 0.6 g に上り、又癌の爲めに著しく肝臓を損傷せられたるものに 4 g の Kreatin 排泄を見しことあり。酸素の吸入小なる時に際し尿中 Kreatin 量増加し Kreatinin 量を超過することあり (Brunquist, Schneller 及 Loevenhart¹)

産褥時に尿中に排泄せらるる Kreatin の量は退行する胎盤筋肉内 Kreatin に由来する量に數倍す。而して授乳せざる母體は Kreatin を排泄すること少なく單に胎盤分解に基因する量に相當するに過ぎざるより見れば Kreatin 排泄は授乳開始に關與する順序に基因する所あるべし。産褥婦に見る窒素損失も亦授乳行作と密なる關係を有するものの如し (Harding 及 Montgomery²)

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

Kreatin の性状及び生成に就きては既に筋肉の條下に記述せり。



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

² Harding 及 Montgomery: J. Biol. Chem. 73, 27 [1927]

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、凡て核酸を含むこと多き食物を摂取する時はその量大なり。

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

混合食	0.298
Purinを有せざる食物	0.190

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

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

常尿にては尿酸は主として酸性尿酸曹達として存在し、一小部分は尿酸として存す、尿は水よりも尿酸を溶解する性あるを以て遊離の尿酸も通常尿中に溶存するも尿の酸性度一定度を超越する時は尿酸の一部は徐々に大なる有色の結晶として析出す、このものは温むるも溶解せず。之に反し時として濃厚なる尿が放冷せらるるに際し尿酸曹達の非晶性沈澱發生することあり、このものは温むると同時に再び溶解す。尿が若し鹼性反應を呈する時は常に酸性尿酸安門の沈澱發生す。

性状 尿酸は板狀若くは柱狀をなせる無色の結晶にして Alcohol, Ether に溶解せず、水に溶解することも亦甚だ難く、約40000倍の冷水に溶解し37°Cに於ても尙且つ約15500倍の水に溶解する

に過ぎず、尤も Salicyl-酸曹達, Atophan (2-Phenyl-4-Chinolin-carbon-酸)-Natrium 等を含有する水には溶解度大となる例へば1%の Salicyl-酸曹達は溶解度を倍にし0.1% Atophannatrium は之を3倍にするが如し。水溶液は酸性を呈す。

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

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

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

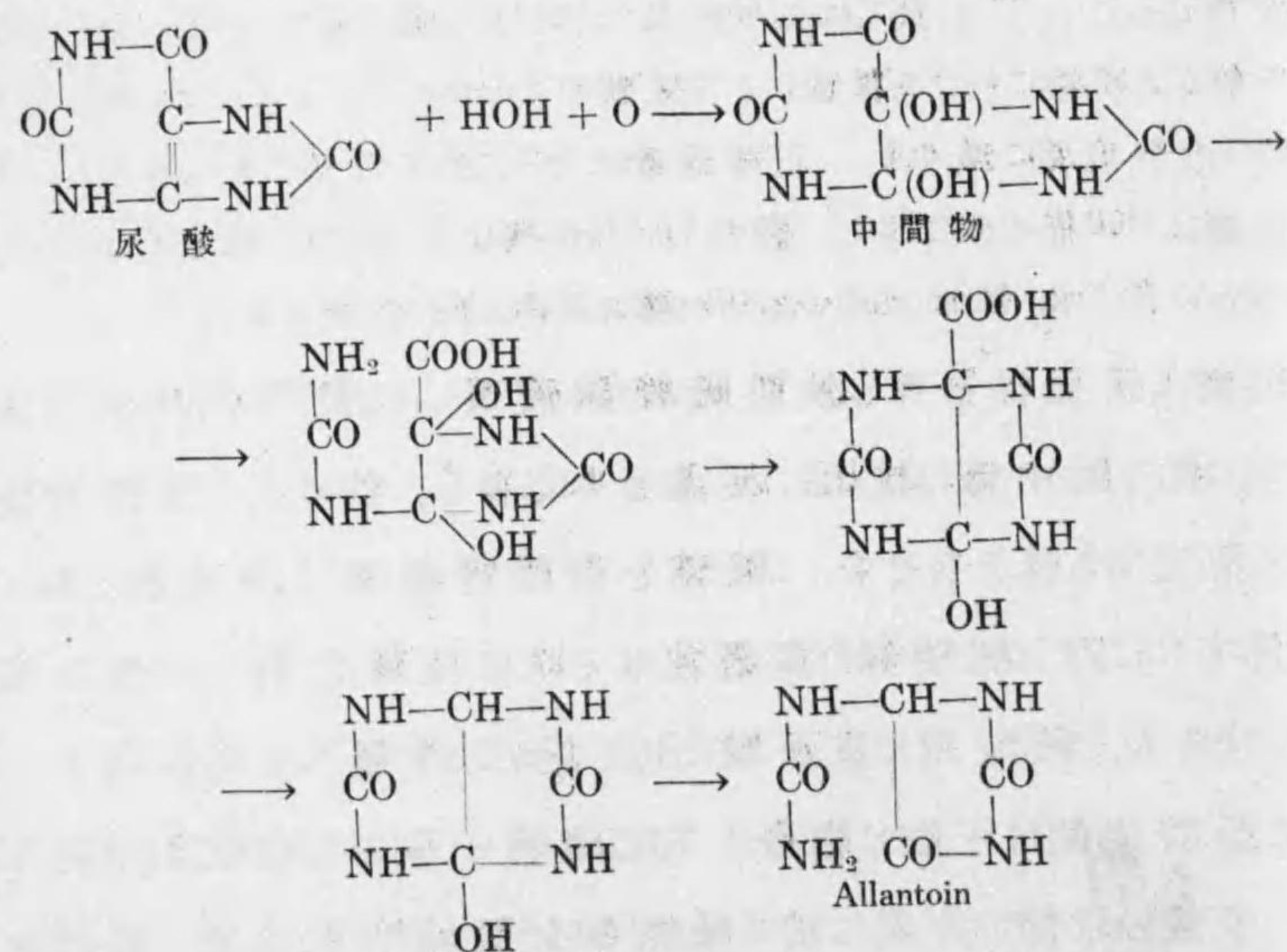
尿酸は Pikrin-酸, 磷-Wolfram-酸等によりて悉く沈澱せらる。

Magnesium-鹽の存在にて安門性銀液の爲めに完全に沈澱す。

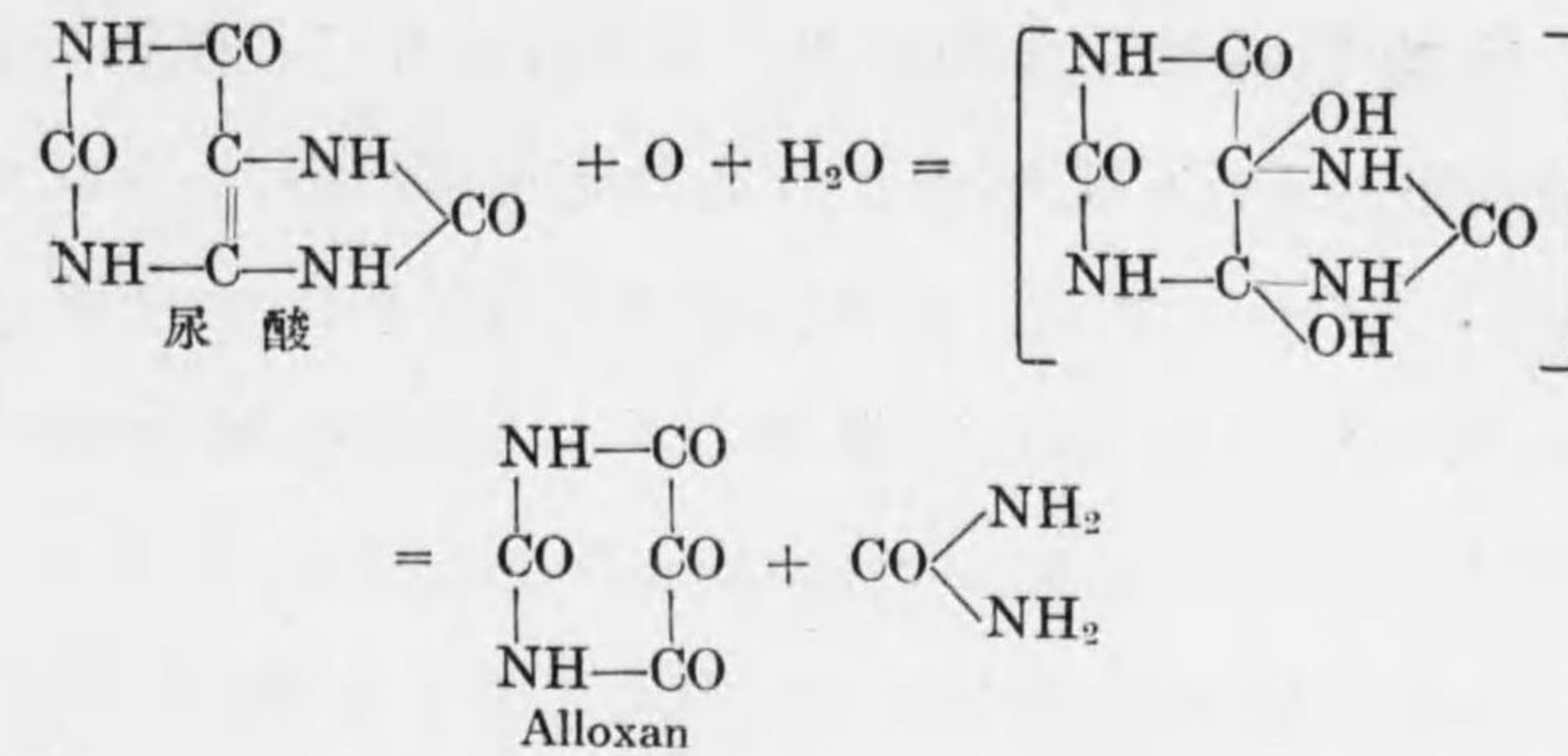
尿酸は酸に對する抵抗甚大なり。尿酸は強硫酸に溶解しこれに水を加へて稀釋する時は再び析出す、かくの如く強硫酸に溶解するは兩者の間に化合物 $C_5H_4N_4O_8 \cdot 2H_2SO_4$ の生成するが爲なり。

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

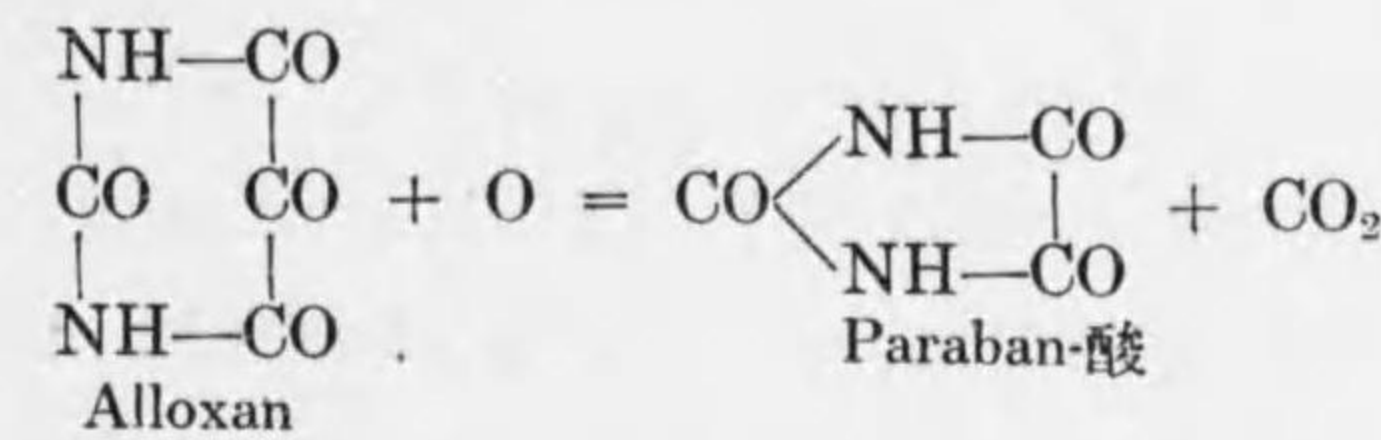
尿酸は中性又は鹼性反應に於て過酸化鉛、過-Mangan-酸加里、褐石、Ferricyan-加里、酸化銅、酸化水銀等の爲めに酸化せらるる時は更に分解せられて Allantoin に變ず、此變化は又尿酸酵素にても亦營まる。恐らく次の如き順程をさるものならむ。



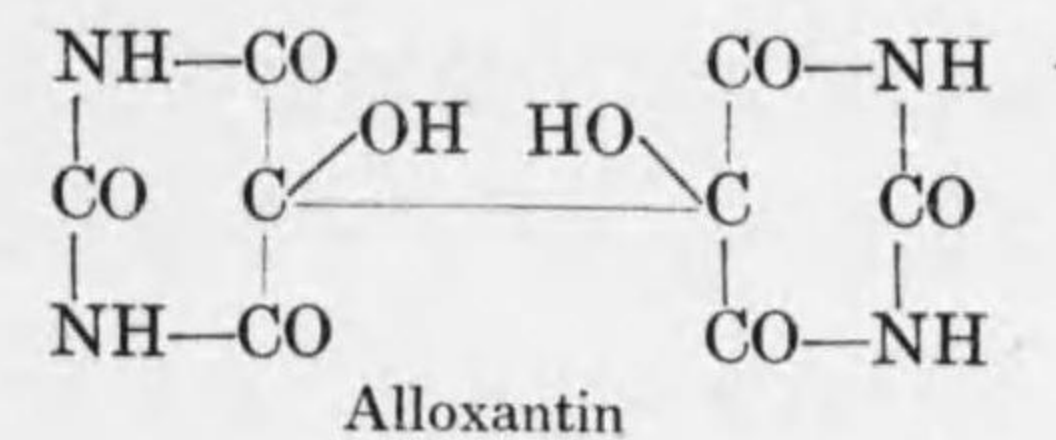
酸性反應に於て酸化せらるる時は Alloxan に變ず即冷温にて濃硝酸、鹽素、臭素、沃度、褐石硝酸等によりて酸化せらるれば



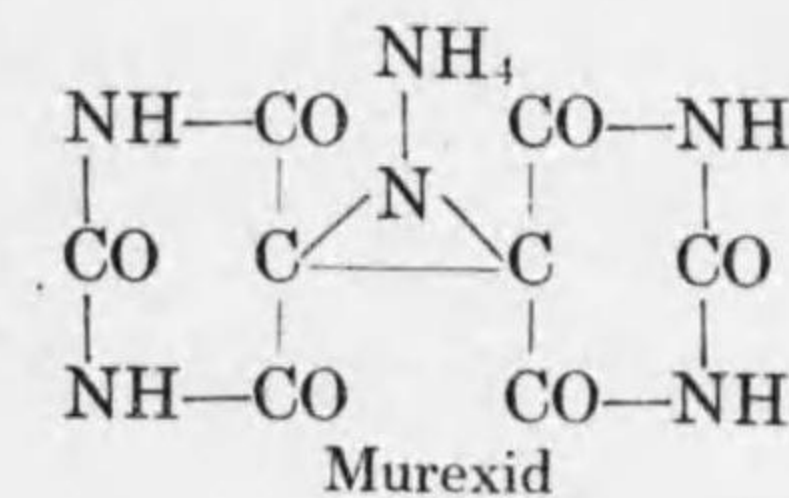
Alloxan はこれを濃硝酸と共に加熱すれば更に酸化せられて Paraban-酸に變ず。



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。



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1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こと大なるものを食物として攝取する時は尿中 Purin 量増大し、又肉羹攝取後にも Purin 排泄量を増す。之に反し乳汁、鶏卵、米等は殆んど Purin を欠き此等のみを攝取する時は尿酸の排泄量減ず。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。

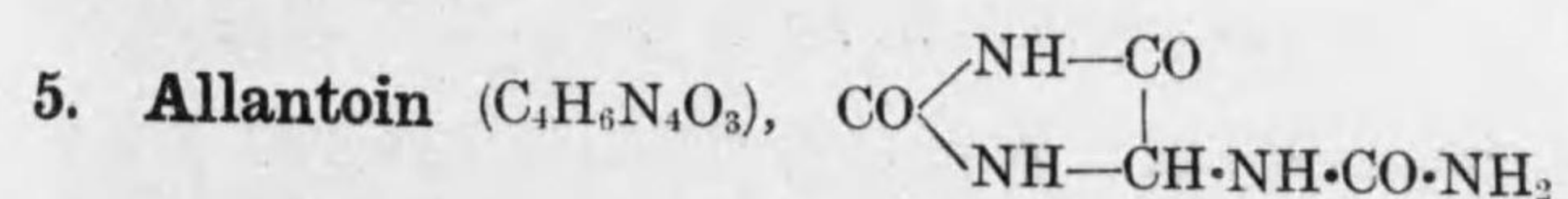
鳥類にありては哺乳獸と異なり尿酸の大部分は合成作用によりて發生するもの如し、これ 1. 鳥類に安門若くは尿素を與ふる時は尿酸の排泄量を増加すること 2. 鳥類の肝臓を除去する時は尿酸の排泄量著しく減ずると同時にそれに相當する窒素を安門として尿中に排泄し且つ尿中に多量に乳酸の排泄を見ること、3. 體外に剔出したる新鮮なる肝臓に Amino-酸若くは安門及び乳酸を輸血する時は尿酸の發生するを見ること等によりて推定するを得べし。人類に於てはかくの如き合成行はれざるもの如し。

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

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

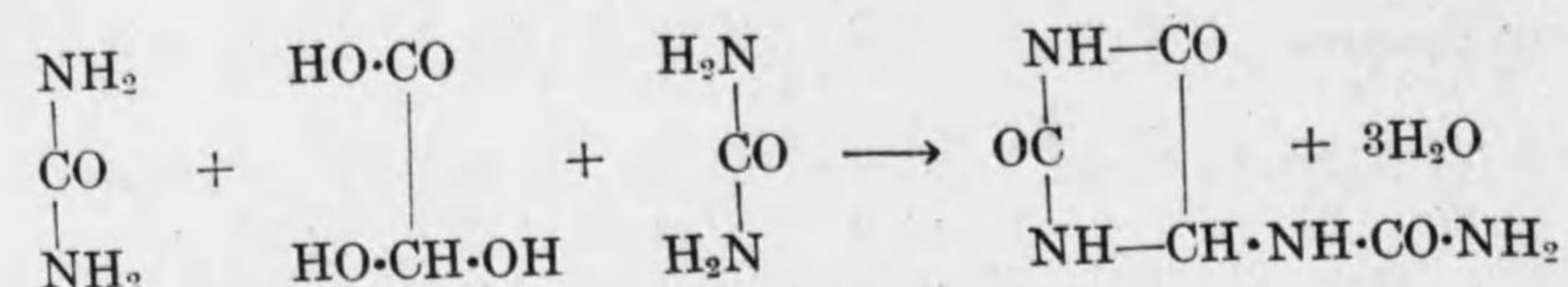
屬及種	全 Purin-N g	全 Purin-Allantoin N に對する比			解尿酸 指數	Purin- 係數
		Allantoin	尿酸	鹽基		
Marsupialia Opossum Rodentia	0.04	76.0	19.0	6.0	79	4.1
家兔					95	26.0
海豹		91.0	6.0	3.0	94	27.0
鼠		93.7	3.7	2.7	96	37.0
Ungulata						
羊	0.2—0.6	64.0	16.0	20.0	80	8.0
山羊	1.0	81.0	7.0	12.0	92	17.0
牛	8.0	92.1	7.3	0.7	93	18.0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

尿酸酵素を含有せざる人及鼠の體内に於ても一部の尿酸は分解を蒙るもの如し、Schittenhelm は人肝に尿酸を輸血して其 20—25 % の分解を認めたり。其外人の腎及胎盤、鼠肝等に於て尿酸分解行はるること證明せられたり。如何なる機序に因るか不明なり。

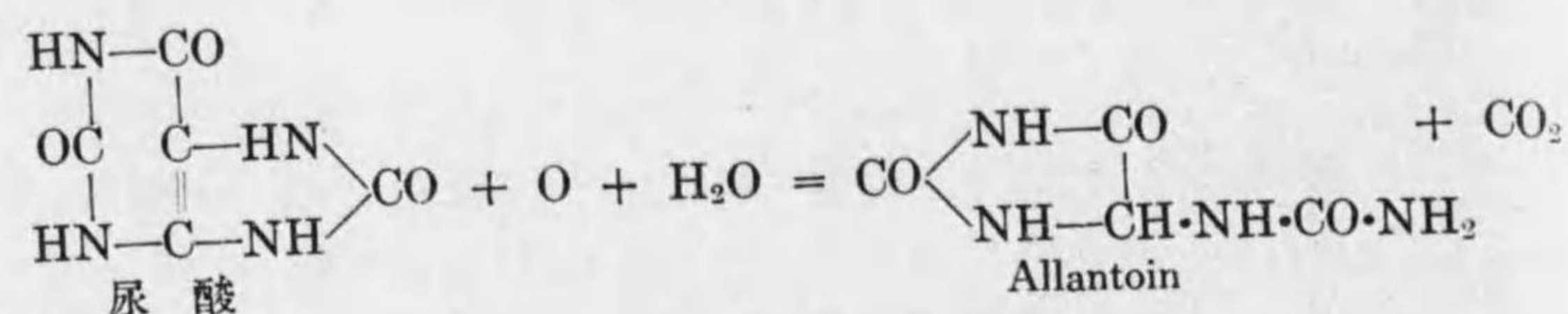


Allantoin は生後 1 週間以内の嬰兒の尿中 (1 l 中に 1—2 mg) に存在し又極めて微量に成人の尿中に存在す。妊娠せる婦人の尿中には稍多量に存在すといふ。

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



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



然れども人に就いてはこの變化を證明すること能はずと云ふ。

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

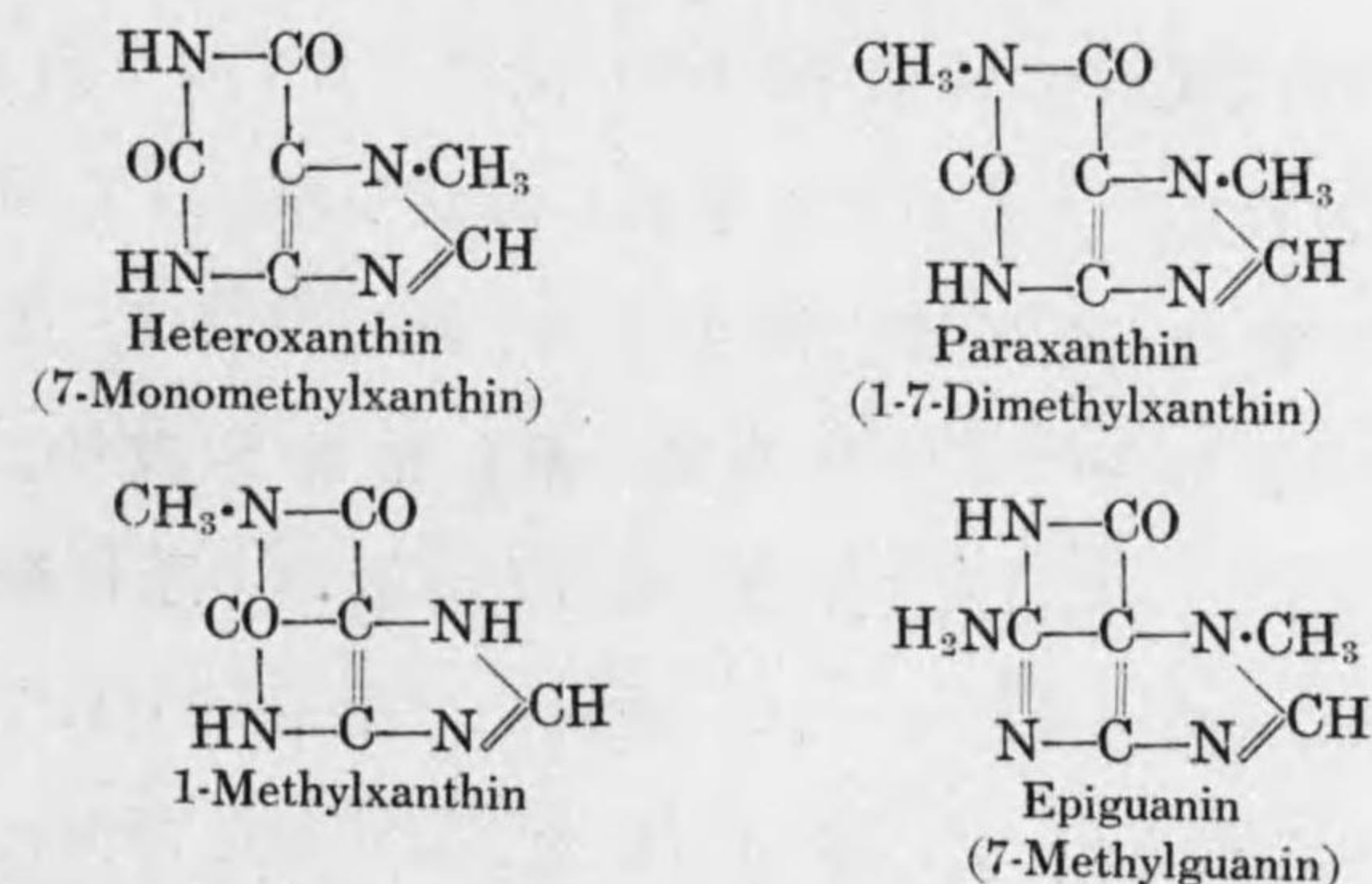
Allantoin は星芒状に集合する無色の柱晶にして 231°C の融點を有し、冷水には溶解し難きも熱湯には溶解す、Alcohol 及び Ether には溶解せず、滴に容易く溶解す。Allantoin 水溶液は硝酸銀加安門によりて沈澱し安門の過剰に溶解す。又硝酸水銀に沈澱するも、燐-Wolfram-酸、醋酸鉛等によりて沈澱せず。Allantoin は Fehling の溶液と久しく煮沸すればこれを還元する性を有す。

6. Purin-體

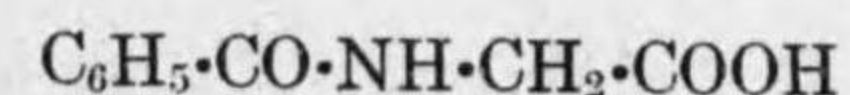
尿酸以外に人尿中に存在する Purin-鹽基の量は極めて微量に

して且つ人によりて差異あり、1日に排泄せらるる量は凡 16—45 mg なるべしと云ふ。核酸を多量に含有する食物を攝取したる後並びに体内に於て白血球が多量に崩壊したる際には尿中に於ける Purin-體の量増加す。

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



7. 馬尿酸 Acidum hippuricum (C₉H₉NO₃)



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

性状 187.5°C にて熔融する白色の針状晶若くは斜方柱晶に

して、結晶生成の遲速によりて少しくその形狀を異にす。600倍の冷水に溶け、Alcohol、熱湯には容易く溶解す、Etherには溶け難く、Benzol及び石油-Etherには全く溶解せず(これ安息香酸と異なる所なり)、水蒸氣と共に揮發せず、比較的強度の一鹽基性酸にして適と結晶性鹽類を作成すること多し。

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

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

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

8. Amino-酸

常尿にも少量の Amino-酸あり Amino N 量は全窒素の約 1.5% (0.5—2%) に當る。肝臓疾患殊に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

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

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

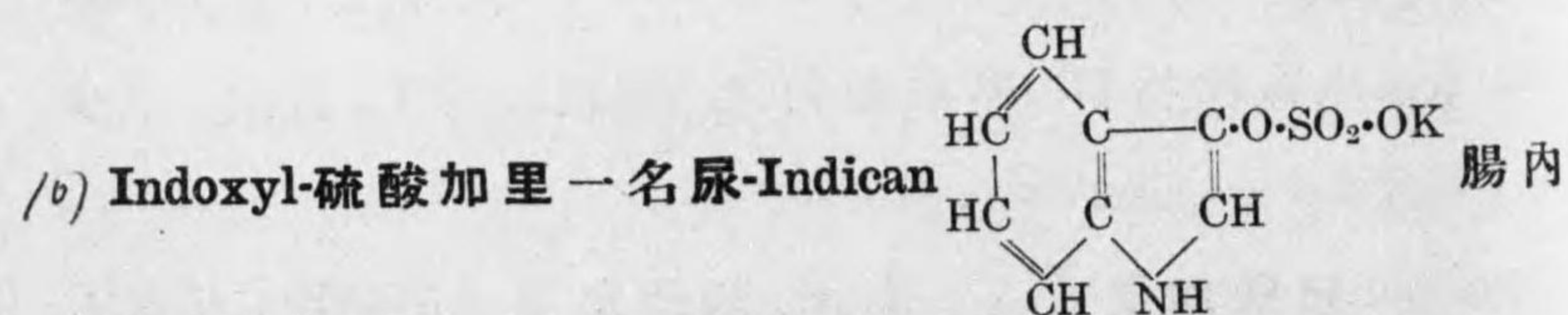
Phenol-硫酸加里及び p-Kresol-硫酸加里 人尿中に存する Phenol-硫酸加里 $C_6H_5O \cdot SO_3K$ 及び p-Kresol-硫酸加里 $C_6H_4(CH_3)$

$O\cdot SO_3K$ の量は極めて少量にして24時間内に凡そ0.03gに過ぎず、而してその大部分はKresol-硫酸加里よりなる。植物性食物を攝取する時は混食時よりもEther-硫酸の排泄量大なり。病的にありては腸管閉塞、廣汎性腹膜炎、結核性腹膜炎に於けるが如く腸の内容物停滞して腐敗作用亢進する時又は化膿性潰瘍或は膿腫の腐敗物が吸収せられたる時著しくEther-硫酸の量を増加す。

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

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

焦性-Catechin-硫酸加里 $C_6H_4(OH)O\cdot SO_3K$ 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來す。このものを含有する尿を大氣中に放置すれば暗褐色に變ず、この變化は殊に尿が滴性反應を呈する時に明かなり。Fehlingの液を還元する性を有す。

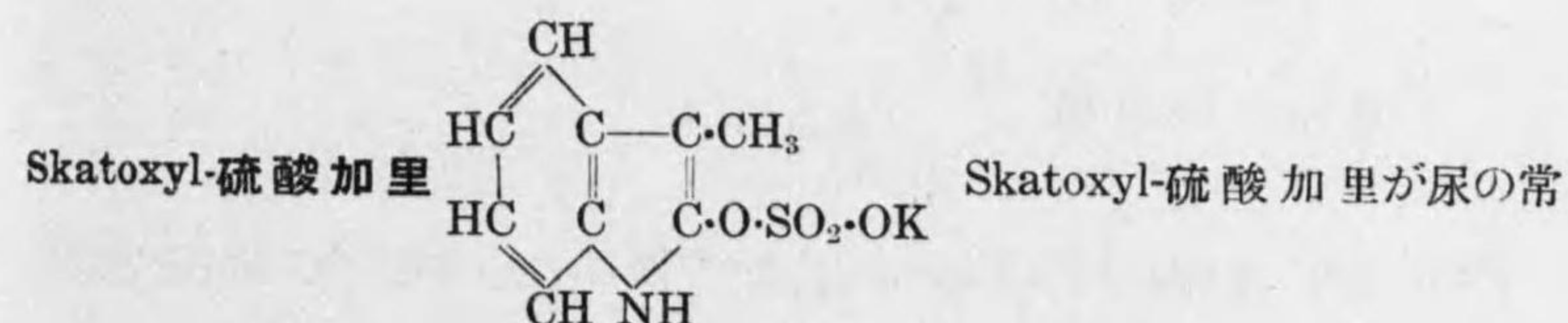
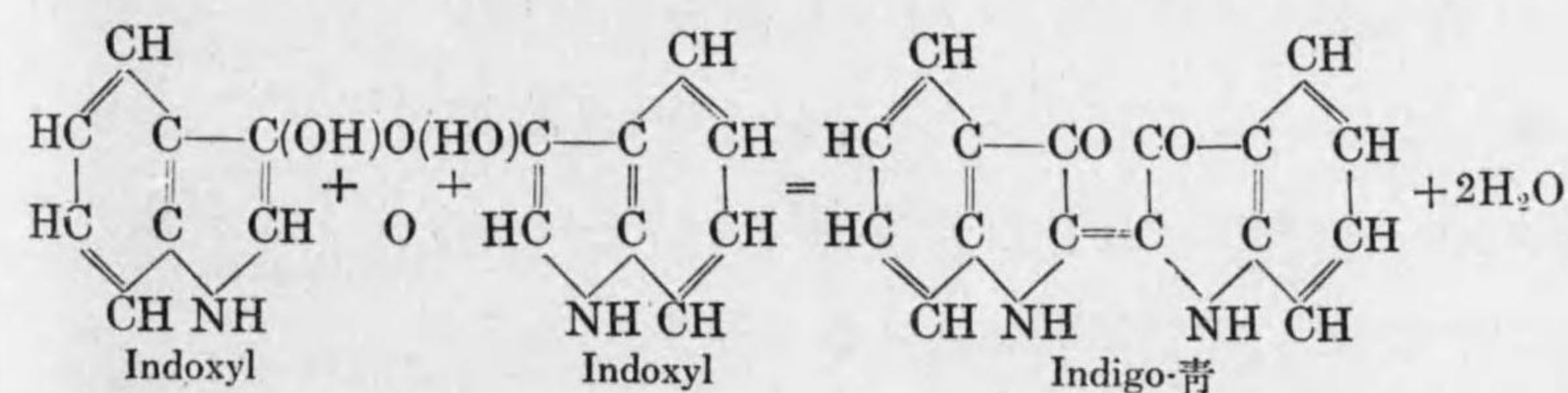


に於て蛋白質腐敗に際し Tryptophan より發生する Indol

$C_6H_4 \begin{array}{l} \text{NH} \\ \text{CH} \end{array} \text{CH}$ が吸収せらるるや体内に於て酸化せられて Indoxyl $C_6H_4 \begin{array}{l} \text{NH} \\ \text{C(OH)} \end{array} \text{CH}$ となり、この物は硫酸及びKaliumと化合してIndoxyl-硫酸加里に變じて尿中に排泄せらる。實驗的にIndolを皮下に注射するときも亦尿-Indikanの増量を認むるを得べし。

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

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



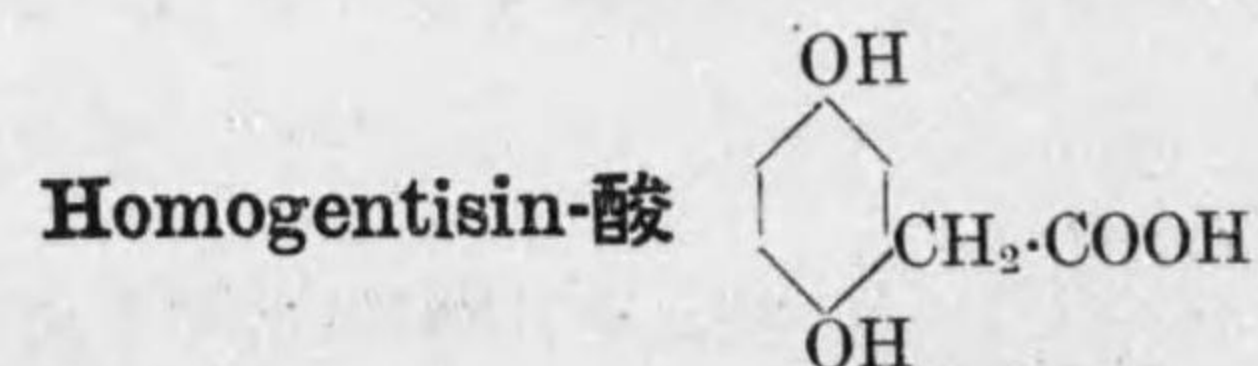
成分たるや否は未だ確定に至らず、蓋しSkatoxylは常尿に於てGlycuron酸と結合するものの如しと云ふ、若し現存する時は全くIndoxyl-硫酸加里

の發生を其軌を一にし腸内に於て腐敗の結果生じたる Scatol (即 Methylindol) $C_6H_4 \begin{matrix} \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}(\text{CH}_3) \end{matrix} \text{CH}$ が体内に於て酸化せられて Scatoxyl $C_6H_4 \begin{matrix} \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}(\text{CH}_3) \end{matrix} \text{C}$ (OH) となり。これが硫酸及び加里と化合して Scatoxyl-硫酸加里となるものなり。Scatoxyl-硫酸加里も亦 Indoxyl-硫酸加里の如く無色の板状晶なり、このものは水に溶解するも Alcohol に溶解難し、その水溶液は鹽化鐵によりて紫色に變ず、強鹽酸に遇ふ時は赤色となり次で赤色の沈澱を析出す。これを Scatol-赤と云ふ。この Scatol-赤は Ether, Chloroform に溶解せず、Amyl alcohol に溶解す。

11. 芳香性 Oxy-酸

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

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



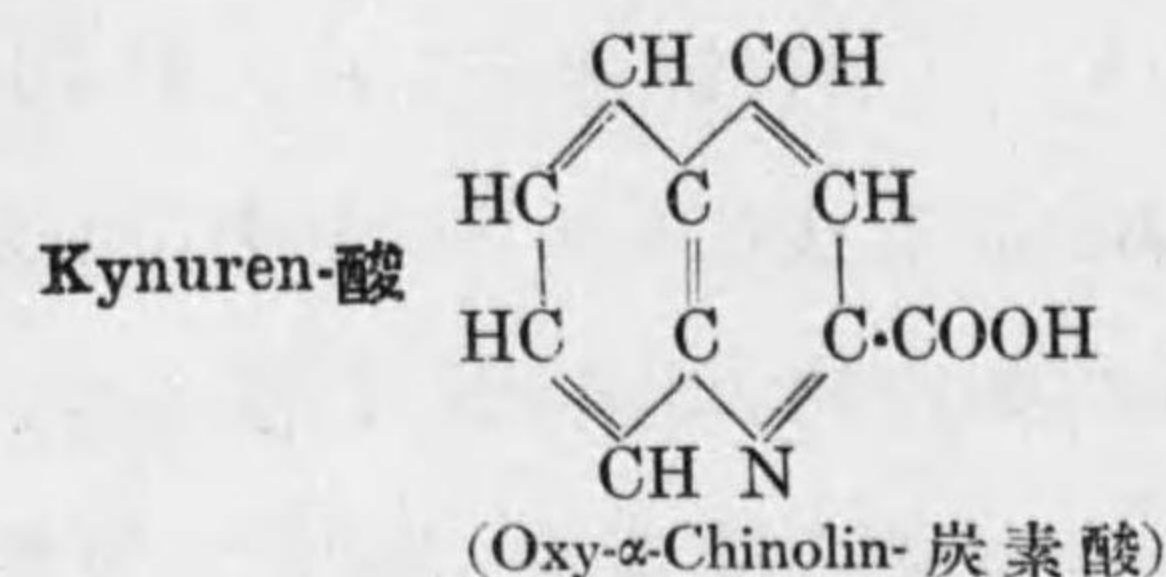
Homogentisin-酸は Alcapton-尿症と稱する一種の代謝異常症の際に尿中に出現する芳香性 Oxy-酸にして、Alcapton-尿が空氣中に於て殊に滲を添加したる時に褐色乃至黒色に變ずるは該酸の

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

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

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

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



犬の尿中にのみ見出さる、水に溶解すること甚だ困難なり。光輝ある柱晶にして $266-267^\circ$ に於て熔融すること同時に分解す(この時に生ずるものを Kynurin と稱す)。犬尿に鹽酸を加へ放置する時に生ずる結晶は尿酸と Kynuren-酸との混合物なり。Kynuren-酸は稀薄なる安門に溶解し尿酸はこれに溶けざるによりて兩者を分つことを得。Tryptophan より發生す(843頁参照)

12. 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 Urorosein なる色素に變ず。

その他尿中に存在する糖質に酸が作用する時は色素及び Hummin-質を生ず。

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

尿色素の主なる部分をなし尿に黄色の色彩を與ふ、24時間に排泄せらるる量は約 $0.4-0.7\text{g}$ 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。此者は他の尿色素と異なり硫酸安門によりて沈澱することなく Ehrlich の Diazo-反應を呈するも空氣中に放置せられて光若くは熱の作用を蒙る時は漸次酸化せられて Urochrom に變じ、酸化の度更に進む時は Uromelanin となる。酸化を蒙るに従ひて硫酸安門にて沈澱する性を帶ぶるに至り又 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 と異なり Alcohol に溶解せず(Weiss¹)。

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

その溶液を醋酸安門にて飽和するも大部分は尙溶存す。溶液は分光像中に吸收帶を呈せず、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 と異なる處なり。

Urochrom は還元作用を呈す、即ち甚だ稀薄なる鹽化鐵及び

¹ Weiss: Bioch. Z. 133, 133 [1922]

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せしむ。

Urochrom を測定するには尿に醋酸鉛を加へて他の色素 (Urobilin, Porphyrin, Uroerythrin) を去り、茲に得たる強酸性濾液に安門を加へ弱酸性に導きたる後、眞正黄、溶液に對し比色し定量す。

Urochromogen の存在を確むるには試験管内にて其 $\frac{1}{3}$ 容の尿を水を以て3倍に稀釋し、之を折半し、其一方に1%過-Mangan-酸加里液3滴を加ふべし。明かに黄染するは Urochromogen 存するの證なり、又過-Mangan-酸加里添加前後の Urochrom 量を比色法にて測定し其差を求むる時は Urochromogen を定量するここを得。

Urobilin 分光像中に特異の吸収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となく、大部分はその色素原たる Urobilin-原¹ として含有せられ、光線及び大氣の作用を受けてこれより變生す。Urobilin (或は Urobilin-原) は尿中に含有せらるること甚だ少量にして、一日の排泄量は僅かに 20—25 mg に過ぎず。但し蛋白質に富む食餌の時及饑餓時に増量す (Adler²)、又肺炎、猩紅熱、Typhus 罹患時には 600 mg に達することあり。其他内出血又は血球崩壊を來たす如き疾患及び或る藥劑の内服その他黄疸症等に際しては著しく増加す。

性状 純粹の状態に製出せられたる (786頁 Urobilinogen の項を見よ) 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 Ether, 醋酸-Ether には溶解難し。滴及び安門を加へて滴性となしたる水に容易く溶

¹ Urobilinogen ² Adler: Deut. Arch. f. Klin. Med. 140, 132 [1922]

解し、これに酸を加へて酸性となすときは再び析出す。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 水溶液は磷-Wolfram-酸及び亞鉛、鉛等の重金屬鹽によりて沈澱するも硫酸水銀に沈澱せず。

Alcohol 溶液はその濃度及び反應により種々の色を呈す。中性酒精溶液は濃度によりて褐黄色、黄色又は薔薇色を呈し綠色の螢光を放つ、酸性酒精溶液は薔薇色、赤黄色乃至褐色を呈するも螢光を放たず。

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

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

色素より発生するものなることは明瞭なり。然れども病的の場合には Urobilin が腸以外の場合に於て Bilirubin 若くは Hemoglobin より発生することも亦疑ふべからざるが如し。

Urobilinogen Urobilin の母體にして新鮮なる尿、糞及び胆汁 (木村徳衛) にあり。尿を滴性酸酵に陥らしむる時は既に発生したる Urobilin も亦再び完全に Urobilin-原に復歸す。斯の如き尿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-原溶液を得。此溶液を光線にて照射する時は容易に Urobilin に變化するを以て硫酸安門沈澱、Alcohol-低温浸出、低壓蒸縮等の操作により純粹の Urobilin を製出することを得。純粹の Urobilin-原は無色にして溶液は螢光を放たず、吸収帯を呈せず、酸性の溶液にてこれを日光及び空氣に曝露せしむれば Urobilin に變ず、この變化は酸化劑によりて殆んど瞬間に行はる。

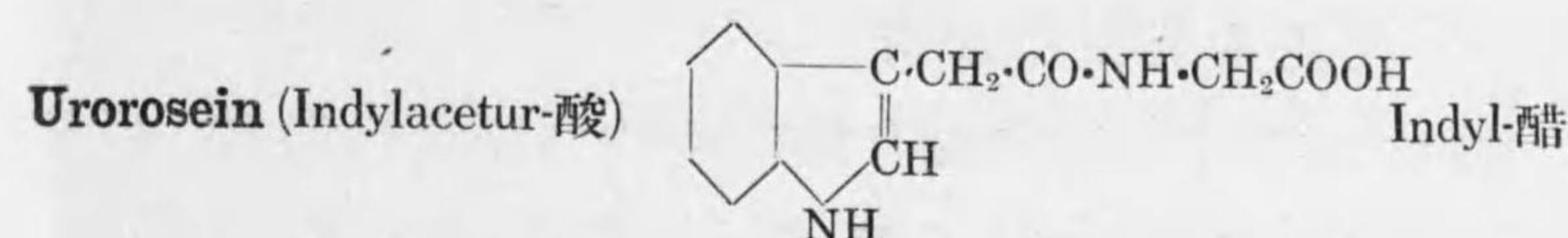
尿中に存する Urobilin + Urobilin-原の量は滴性酸酵により此等を悉く Urobilin-原に導き、酸性となし Ether にて浸出し石油-Ether にて純化したるものに就き Dimethylamido-benzaldehyd を加へ Ehrlich の反應を起さしめ此に発生したる色素を分光度計法又は比色法にて測定す。

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

Uroerythrin は薔薇紅色の非晶性粉末にして日光によりて褪色する性あり。Amyl alcohol によく溶解し、醋酸-Ether, Alcohol, Chloroform にも溶解すれども、水には溶解すること少なし。その

稀薄なる溶液は薔薇色を帯び濃厚なる溶液は橙黄色を呈す。Urobilin と異なり直接にも將た鹽化亞鉛加安門の添加後も螢光を放たず。

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



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

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

13. 尿酵素

尿は酸性溶液にて纖維素を消化する作用を有す、即ち Carmin を以て染色したる纖維素を尿に投じて 2—3 時間經過したる後これを 0.1% の鹽酸溶液に移して體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時は澱粉は漸次消化せらるるを見るべし。その外 Trypsin, 脂肪酵素, 馬尿酸酵素等は平常尿中に見ることなしと雖も時としてこれが存在を認むることあり。

14. 無窒素有機化合物

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

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

蓆酸 尿は微量の蓆酸石灰を含有し, これは酸性磷酸曹達の爲めに溶存す。蓆酸の排泄量は1日 約 0.02 g なるもその量は勿論食物の種類によりて増減す又病的の場合には蓆酸尿と稱し尿が多量の蓆酸を含むことあり, 黄疸症, 糖尿症, Malaria, Typhus 等に見る處にしてその排泄量 0.7 g に達することあり。

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

Cholesterin 常尿は Cholesterin を含有すること少なく纔かに

1.0 mg に過ぎず。

乳酸 常尿は約 0.008—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し(荒木寅三郎)従て癩癩の發作後にも亦増加す(井上嘉都治及び佐伯矩)。Cocain 中毒, 腦脊髓膜炎, 重症結核に増量す。

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分行ふ時は10—20分間に乳酸 (86—630 mg) 排泄最も多く行はれ夫より漸次減少して30—50分にして平常値に復歸す。この期間に排泄せらるる乳酸の總量は 140—1370 mg なり (Liljestrand 及 Wilson³)

糖類 常尿は極めて微量なる葡萄糖及び異性麥芽糖を含有し其1日中に排泄せらるる量は約 0.13—0.5 g なり, 其外尙尿中に排泄せらるる非酸酵性還元物質は1日に約 0.5—1.0 g に達す (Neuwirth⁴)。最近の研究によれば常尿は毫も酸酵性糖を含有せざるものの如し (Eagle⁵)

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

抱合性 Glycuron-酸 糖類, Kreatinin 及び尿酸と共に尿の還元作用を惹起する物質にして主に Phenol 及 p-Kresol と結合し一部分は Indoxyl-又は Scatoxyl-glycuron-酸として存在す, これらの總量は約 0.04 % なり。その外時として尿素と結合せる Ureidgly-

1 Warkany: Bioch. Z. 184, 474 [1927] 2. Parnas: Bioch. Z. 38, 53 [1912]
3 Liljestrand 及 Wilson: J. Biol. Chem. 65, 773 [1925] 4 Neuwirth: J. Biol. Chem. 51, 11 [1922] 5 Eagle: J. Biol. Chem. 71, 481 [1927]

curon-酸も亦存在するが如し。又種々の薬劑例へば Antipyrin, 抱水-Chloral, 樟腦, Naphtol, 龍腦, Terpentin, Morphin その他の物質を服用する時, 重症なる呼吸障碍, 糖尿症及び多量の葡萄糖攝取に際し Glycuron-酸を大量に排泄す。

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

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

15. 中性硫黃化合物

無機硫酸鹽若くは Ether-硫酸以外に尿中に現はるる硫黃化合物を總稱して中性硫黃化合物と云ふ。この中に屬するものは Cystin, Chondroitin-硫酸, Alloxy-蛋白質, Antoxy-蛋白質,

Oxy-蛋白質, Methylmerkaptan, Uroferrin-酸, Rhodankalium, Taurin-誘導體等にしてこれらは食物蛋白質並びに體蛋白より發生す, 一日中に排泄せらるる中性硫黃の量は平均 0.156 g にして尿總硫黃の約 16.5 % に上る, 中性硫黃の量は絶對的並びに相對的に結核及び癌に於て増量す。

Oxy-蛋白質 尿中に存し窒素及硫黃を含有する複雑なる蛋白質誘導體にして酸の性状を有し其 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状を缺如す。其内鉛醋にて沈澱する部を Alloxy-蛋白質, 酸性反應にて醋酸水銀にて沈澱する部を Antoxy-蛋白質, 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-蛋白質と稱す。尤も此等の分割法は完全なるものに非ず。

Alloxy 蛋白質分割部には黄色の尿色素 Urochrom を存す。

總 Oxy-蛋白質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 にて沈澱するものを去り, 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沈澱せしむ。

Alloxy-蛋白質, Antoxy-蛋白質, Oxy-蛋白質等蛋白質-N の量は總 N 量の約 3—6.8 % を占むと云ふ。此等の量は普通尿中に於ける未知性 N の量に相當し, Typhus 及肝臟疾患ことに磷中毒時に増量す。

Alloxy-蛋白質 分子式は未だ明かならず, 硫黃を含む最も多き蛋白質にして銀鹽を分析せし結果によれば $C_{41-33}H_{13-70}N_{5-55}S_{2-19}$ の組成を有す。1

日の排泄量は約1.2gなり。Liebermannは單純のものならずしてその存在を否定せり。

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

Antoxy-蛋白酸 分子式は尙不明なり、その銀鹽を分析すれば $C_{43.21}H_{4.91}N_{24.40}S_{0.61}$ の組成を得、滴にて煮沸すれば硫黄の一部を遊離す。酸は水に溶解し、右旋性を有す。Biuret、Millon等の蛋白質色彩反應を現はさざれどもDiazo-反應を呈す。尿のDiazo-反應は主としてこれが爲めに起ると云ふ。

酸は鉛醋に沈澱せず。硝酸水銀、酸性醋酸水銀によりて沈澱す。

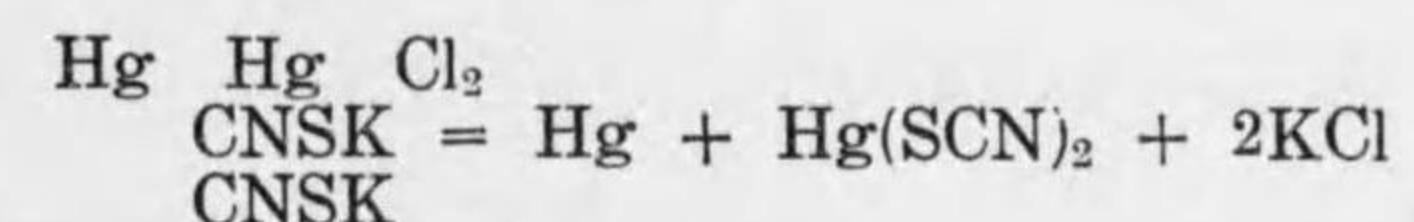
Oxy-蛋白酸 これも亦その分子式は不明なり、銀鹽分析の結果によれば $C_{39.62}H_{5.64}N_{18.08}S_{1.12}$ の組成を有す、遊離の状態に分離するを得ず。その滴鹽の水溶液は光活性を有せず。鉛醋、燐-Wolfram-酸にて沈澱せず、弱滴性反應に於て硝酸水銀、醋酸水銀にて沈澱す。Biuret-反應、Xanthoprotein-反應、Diazo-反應を呈せず。Antoxy-蛋白酸の更に酸化せられたるものなりといふ。燐中毒に罹りたる動物は多量のOxy-蛋白酸を排泄すと云ふ。

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

Cystin $\begin{matrix} S-CH_2-CH(NH_2)-COOH \\ | \\ S-CH_2-CH(NH_2)-COOH \end{matrix}$ 常態に於ても尿は少量のCystinを含有す、饑餓時に日に約60mgなり、その量は燐中毒の際に著

しく増加すと云ふ。病的にCystin-尿症と稱し多量にCystinを尿中に排泄するものあり、これ恐らく蛋白質代謝の異常に基き生體が完全に α -Amino-酸を燃焼すること能はざる爲なるべく、かくの如き患者にありては尿中にCystinと共に多量のAmino-酸を見ることあり。

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



Taurin-誘導體 として常尿中にも痕跡に存在するはTauro-carbamin-酸 $NH_2 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot SO_3H$ なり、このものはTaurinを以て飼養したる犬の尿中には多量に存在す。板狀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°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、硫酸鹽のみは殆んど全く蛋白質より發生す。その他植物食等にて尿が鹼性反應を呈する如き際には炭酸鹽も亦存在す。陽-Ion としては曹達、加里、安門、石灰及び Magnesium 等あり。その他痕跡の硝酸鹽を含有す、このものは主として飲料水中の硝酸鹽に由來す。鐵も亦痕跡に存在し1日約5mg排泄せらる恐らく無機性及び有機性化合物として存在するものならむ。弗化物、硅酸その他の物質も亦存在することあり、又食物と共に攝取したる種々の物質も尿中に現はることあり。

1. 鹽化物

鹽化物は尿素に亞く尿固形分の主要成分にして無機成分中大部分を占む、而かも鹽化物中最も多量に存するは食鹽なり1日に尿中に排泄せらるる鹽化物の量は攝取する食物中に含ま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となるを以て食鹽の排泄量も亦從て増加す。晝間は夜間よりも鹽化物を排泄すること大なり。

尿中に表はるる鹽化物は皆食物中に存在する鹽化物に由來す。故に鹽化物を攝取すること小なれば尿中に於ける鹽化物の量も亦從て減少し、饑餓時の如く鹽化物の輸入全く杜絶する時

は尿の鹽化物含量は痕跡に過ぎず。血液中の食鹽量が1l中5.62gより小なる時は尿中に食鹽を見ずと云ふ、これを食鹽排泄域と稱し病的の場合に大なることあり。

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

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

2. 硫酸鹽

1日に排泄せらるる硫酸の總量は約2.5gにしてその中約0.25gはEther-硫酸に屬す。尤もEther-硫酸の量は一定せざるを常とし、0.1—0.6gの間を上下す、その量は主として腸内に於ける蛋白質腐敗の多少によりて變ず、これ硫酸と結合する諸芳香體Phenol, Kresol, Indoxyl, Scatoxylの多くは腸腐敗の産物なればなり。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-硫酸量増加すること著し、その他膿性潰瘍の腐敗産物吸収、或種の芳香性藥劑(石炭酸, Kresol, Guajacol, Acetanilid, Phenacetin等)の服用に當りては勿論尿中Ether-硫酸の増量するを見るべし。

凡て硫酸鹽は甚しき苦味を有するが爲め食物と共に攝取せらる

ること殆んどこれなし。故に尿中に現はるる硫酸は殆んど全く蛋白質が体内に於て分解せらるる際、その内に存在する硫黄の酸化によりて発生したるものにして従て尿中に於ける硫酸の量と窒素の量とは互に平行し兩者の間には一定の比を保つ。大體に於て硫酸對窒素量は約 $\frac{1}{5}$ なり。然れども蛋白質の種類によりてその窒素及び硫黄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-硫酸は鑛酸と共に煮沸分解せられたる後にあらざれば鹽化-Bariumによりて沈澱せらるることなし。

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

3. 磷酸鹽

1日中に排泄せらるる磷酸の量は五酸化磷として約1.5—2gなり(歐米人にありては約2.5)。覺醒時よりも睡眠時に多く排泄せられ、午後は午前よりも排泄量大なり。

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

食物中に含有せらるる磷酸が尿中に排泄せらるる割合は食物中に存在する土滴鹽の量に關係す。即ち食物中土滴鹽の量が

磷酸滴鹽に比し小なる時は尿中に排泄せらるる磷酸の量は大なり、これに反し土滴鹽量が磷酸滴鹽に比し大なる時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。

磷酸の排泄は体内にて核酸の分解増進する際(白血病, 肺炎滲出液吸収期等)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

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

然れども食草動物に於ては尿中炭酸鹽の量遙かに大にして尿の滴性反應を呈するは主としてこれに基因す。多量に炭酸鹽を含む尿の潤濁を呈するは通常炭酸土滴鹽の析出による。

5. 硝酸鹽及び亞硝酸鹽

常尿は微量の硝酸鹽を含有す、これ飲料水及び諸種の蔬菜類の中に存在する硝酸鹽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

變化すと云ふ。

6. 弗化物, 硅酸鹽, 過酸化水素

これらは硝酸鹽と同じく皆常尿中に痕跡に含まる成分なり。

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

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

8. 安門

安門は蛋白質分解によりて發生する窒素含有の終産物中, 尿素及び尿酸に次ぎ重要なものなり, その排泄せらるる量1日に約0.5—0.7g にして尿中總窒素の約3—5%に當る, 之は從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と考へられ, 特に鹽酸, 硫酸等の鑛酸を服用する時, 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となれり。即 Nash 及 Benedict¹ は腎臓を除去し又は輸尿管を結紮するも血液内に安門の滯積を見ることなく安門量に變化なきを見たり。之れ尿中安門が腎臓以外の組織に於て發生せられざる證なり。尙彼等は犬の腎臓靜脈より収集したる血液は他の個所 (Vena cava 及 A. carotis) の血液よりも二倍の安門を含有するを發見し腎臓は排泄する安門を自ら生成することを確めたり。Uran-鹽にて惹起せられたる腎臓炎の際他の窒素化合物の堆積毫も認められざる以前既に久しく安門の排泄量著しく減少するは全く腎臓にて安門生成機能障礙せられたる爲なるべし (Hendrix 及 Bodansky²) 尿中安門が腎臓にて如何なる化合物より發生するかは未だ之を斷言すること能はずと雖も恐らく尿素なるべきが如し (Benedict 及 Nash: J. Biol. Chem. 82 673 [1929])

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, 燐酸, 蔞酸, 芳香性-Oxy-酸, 馬尿酸等の發生増進する時は尿中に排泄せらるる安門量増大す。

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

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

9. Calcium 及び Magnesium

Calcium 及び Magnesium は共に磷酸鹽の状態に於て尿中に現はる。人尿にありては Calcium の量 Magnesium の量よりも遙かに多く1日の排泄量は酸化-Calcium 約 0.3 g, 酸化-Magnesium 約 0.2 g なり。尤もこの割合は食物の種類によりて大差あり、例へば純肉食時には酸化-Calcium 0.33 g に對し酸化-Magnesium 0.29 g にして兩者殆んど同量なるも、植物性食を攝取する時は酸化-Calcium 0.24 g に對し酸化-Magnesium の量僅かに 0.14 g に過ぎざるが如し。體内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内に於て Acet-醋酸, β -Oxy-酪酸等が過剰に發生する時は尿中に排泄せらるる Calcium の量著しく増大す。

10. 鐵

1日に尿中に排泄せらるる鐵量は僅かに 5 mg に過ぎず。或種の疾病例へば熱性病, 肝臓病, 白血病, 腎臓病等に於て少しくその排泄量を増加するを常とす, 而かも殊に著明なるは糖尿病にして 20 mg に上ることあり。藥劑若くは食物として含鐵化合物を攝取するも鐵の大部は尿中に排泄せられ, 尿中の鐵量に影響すること僅少に過ぎず。人尿は直接に鐵の反應を呈することなきを以て恐らく尿中の鐵は悉く有機性化合物として存在するものならむ。

第四章 尿の組成

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

第一項 蛋白質の多寡による影響

67 kg の體重を有する被檢者に平食(1日量中 15 g の窒素を含む), 蛋白質に富む食餌(1日量中約 25 g の窒素を含む。肉及卵黃等に富む食餌), 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 素 N(g)	11.36	20.45	2.90
安 門 N(g)	0.40	0.82	0.17
Kreatinin N(g)	0.61	0.64	0.60
尿 酸 N(g)	0.21	0.30	0.11
未 定 N(g)	0.62	1.07	0.52
滴定性酸度(cc. 0.1 N)	284.0	655.0	160.0
總 S (SO ₃ g)	2.65	3.55	0.86
無機硫酸 (SO ₃ g)	2.15	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%に過ぎざることあり。蛋白質に富める食餌を攝取せる時ことに肉類を多く採りたる際は

總S及總P量増加し、滴定性酸度も亦増大す。酸度と共に安門量増加することも此表により明なり。尿酸は飽蛋白食に増加し、寡蛋白質食に減少するは蓋し蛋白質内に核酸を含むが爲なり。未定Nとは上掲以外のNを示し主として馬尿酸及Purin鹽基よりなるものの如し。(馬尿酸は腎臓にて合成せらる。故に安息香酸曹達を服用せしめたる後排泄せらるる馬尿酸の量を測定して腎臓の機能を窺知することを得。Kingsbury及Swanson¹⁾飽蛋白質にては腸内腐敗作用多く爲めにEther-硫酸量増大す。鹽化物と水との排泄には意義を附する要なし之れ是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、鶏卵及麵麩を用ひたる場合に排泄せらるる尿成分を検するに下の如き成績を得。

飽Purin食及寡Purin食の尿成分に及ぼす影響

	飽Purin食	寡Purin食
總N(g)	15.75	13.54
尿素N(g)	12.97	11.88
安門N(g)	0.90	0.51
Creatinin N(g)	0.61	0.60
尿酸N(g)	0.43	0.11
未定N(g)	0.84	0.44

1 J. Biol. Chem. 46, V [1921]

滴定性酸度(cc. 0.1 N)	638	183
總S(SO ₃ g)	3.64	2.00
無機硫酸(SO ₃ g)	2.81	1.53
Ether-硫酸(SO ₃ g)	0.46	0.22
中性S(SO ₃ g)	0.39	0.25
總磷酸(P ₂ O ₅ g)	3.94	1.40
鹽化物(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、尿酸及磷酸が飽Purin食に激増し、寡Purin食に減少せるにあり。之れPurin體は尿酸及び磷酸の發生物なるが爲なり。飽Purin食にて酸度増加するに伴ひ安門量も亦増大す。未定Nが飽Purin食に多きは主としてPurin鹽基の排泄増進するが爲ならむ。KreatininはPurinの多寡により影響せられざるを見るべし。

第三項 饑餓時に於ける尿組成の變化

饑餓の第1日及び第4日に於ける尿の組織下の如し。

饑餓の尿組成に及ぼす影響

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

即饑餓の第1日にて未だ體內に糖原が多量に存在する時は

Energiの供給之によりて主として行はるる爲蛋白質の分解比較的小なり。且つ糖の代謝行はるる爲 Kreatin は完全に Kreatinin に變ず。脂酸の酸化も亦完全にして尿には Aceton-體を見ず。Amino-酸及 Purin の分解平時よりも小なる爲め安門、尿酸、 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と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 Thurlow)

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

第十三編 養素の同化及び酸化

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

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

第一章 糖質中間代謝

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

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

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

100 g の新鮮なる組織中に含有せらるる糖原の量及體內糖原分布状態は下の如し。

	100 g 新鮮組織中の含有量		飽糖質食後體中に於ける糖原の分布
	極大値	極小値	
肝臓	18.69	7.3	38
筋肉	3.72	0.72	44
心筋	1.32	0.104	0.17
骨髓	1.90	0.197	9
腸	1.84	0.026	3.8
皮膚	1.68	0.09	4.5
脳	0.29	0.047	0.09
血液	0.0066	0.0016	0.015

而してここに食後多量に糖原を蓄積し糖質の過剰冗逸を防ぐは肝臓にしてその糖原の含有量は屢新鮮組織の 18% を超越するこゝあり。營養可良なる動物の肝臓の一部を沃度又は Best の Carmin 法を用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 250 g の糖原を包藏するこゝを得。通常は約 100—150 g 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。

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

腸管より吸収せられたる糖類の糖原に變ずる機能は比較的完全に行はるるを以て一糖類は血液中に蓄積滯滞することなく爲めに門靜脈以外に於ては血液の含糖量は殆んど常に一定して約 0.08—0.11% の値を呈す。尤も糖質食攝取の直後數時間に於ては血糖量通常より稍増加す、即ち家兎に 2—10 g の葡萄糖を與ふるにその血糖量は 15 分後より増大し 1 時間にして極大値に達しそれより減少して約 3 時間後には再び平常に復すべく人間に於ても亦全く同様の關係存在し 100 g の葡萄糖攝取後 $\frac{1}{2}$ —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% を超過すること稍久しく持續する時は糖は尿中にも出現し茲に糖尿症を招來す。尤も尿中に糖が出現するに要する血糖量の大きさは個人によりて差あり。此値を腎性閾値と呼び

普通 0.16—0.18 の間にあり、腎性糖尿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、故に糖質の吸収量が一定度を超越する時は血糖量増大し爲めに一部は尿中に出現す、これを食餌性糖尿病と稱す而してこの糖尿病を惹起することなくして堪え得る量を同化域又は飽和域又は認容量¹と稱す、尤もこれはそれ以上の糖を同化し得ずと云ふ意味に非ず、それより多量に攝取するも尿中に出づる量は比較的少なし。

糖類攝取後血糖増加の様子は 1. 糖吸収の速度 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。果糖は吸収緩徐なる上に、糖原生形及酸化容易なるにより過血糖を起す度少なし。之に反し Galactose は速かに吸収せられ且つ糖原生成及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なるも豫じめ果糖、Galactose、麥芽糖を附與する時は認容量大なる之れ此等の糖が分子内轉換により葡萄糖に變ずる爲ならむ、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に遅き爲なるべく、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 200 g の葡萄糖を攝取するも 1 日の尿中に糖を見ず、300 g にては時と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

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

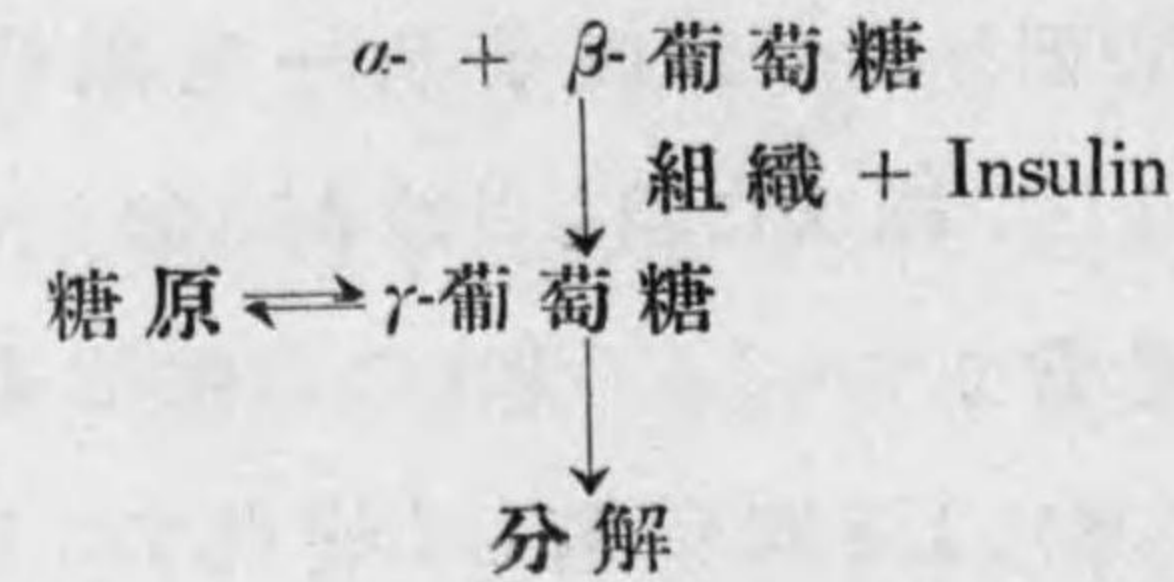
なり、故に糖認容能を知らんと欲せば宜しく血糖量を検査するを要す。即 100 g の糖を與へ其直前及一定隔時毎に血糖を測定し糖が $\frac{1}{2}$ —1 時にして極大に達し 2 時間の終り迄に平常値に復歸するものを以て正常とすべし、尤もこの際胃腸内に他の消化産物が混在する有無により關係著しく變化するを以て 12—16 時間絶食後即早朝時に糖液を攝取せしめ調査すべし、勿論この時に於ても胃の運物性、腸の吸収力、細菌性分解の有無により結果異なるを以て甚だ確實なる推定を下すこと難し。

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

Sansum, Wilder 及 Woodyatt (J. Biol. Chem. 24, 1916) が絶えず一定量の糖液を静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 0.1 g, 乳糖は 0 g の認容量を有すと云ふ。最も正常尿にても 1 日に約 0.1—0.3 g の糖、約 0.9 g の總還元物質を排泄す。糖認容量は糖尿病、肝臓損傷(燐及 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-酸化型を有すとす、或は Butylen-酸化型を有すとす、或は遊離 Aldehyd-基を有する糖なりとし諸説一致せずと雖も組織と Insulin との協力によりて始めて α - β -葡萄糖より化生すと考へらる。かくして發生したる γ -葡萄糖は初めて體內に於て糖原として蓄積せらるるを得べく、又酸化の作用を蒙るこ

を得べし。

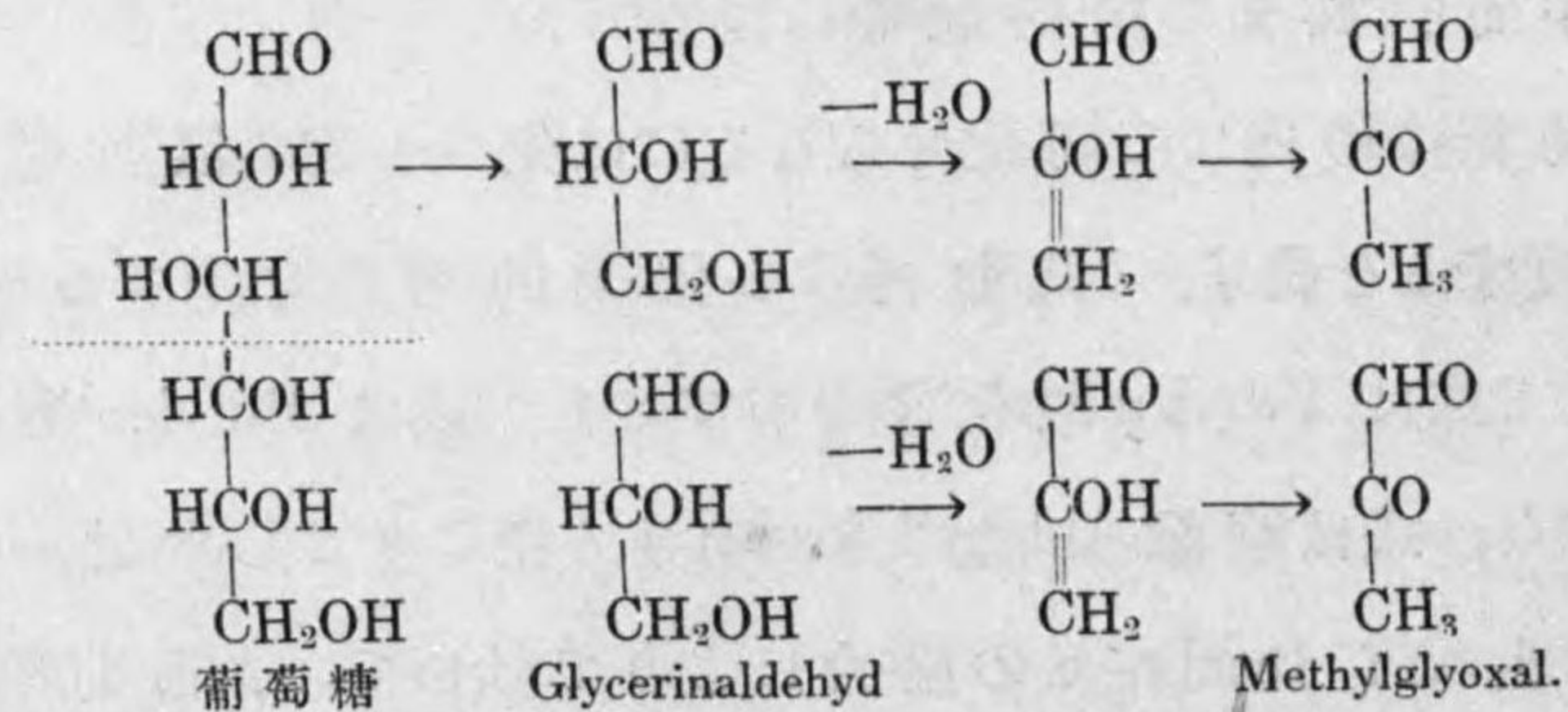


第二節 糖の酸化

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

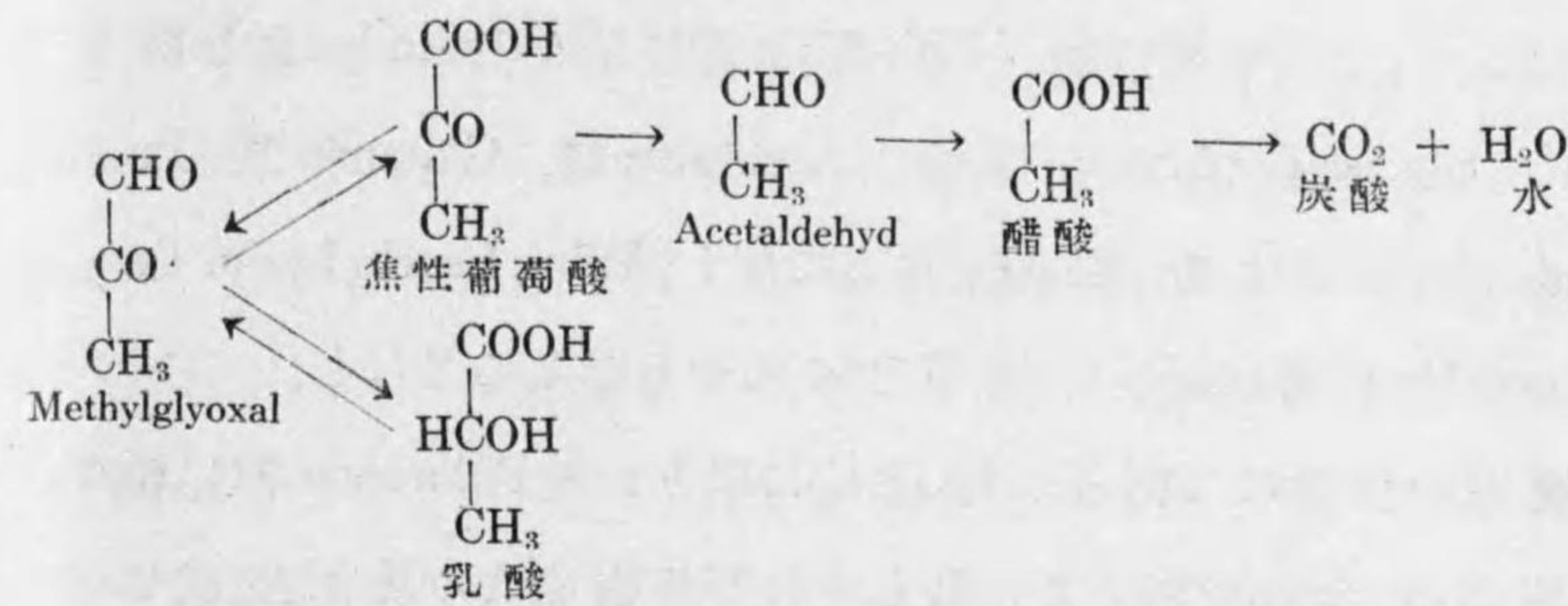
糖は體内に於て完全に燃焼せられて炭酸及び水に變じ此際に發生する Energi は運動の力源となり又體温維持の熱源となる。其體内に於ける酸化の機序は明ならずと雖も恐らく次の如き變化相踵で起るものの如し。

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



2. Methylglyoxal は酸素の供給充分にして酸化の條件具備したる時は恐らく直ちに酸化せられて焦性葡萄糖酸に變じ、次で

Acetaldehyd (血液其他の組織内 Aldehyd の量は糖及 Insulin 注射により著しく増量す. Supniewski), 醋酸等を経て炭酸及び水となる。之に反し若し酸素の存在せざる處に於ては各組織内に存する Glyoxalase なる酵素の爲めに乳酸に變ず、此乳酸は恐らく Methylglyoxal に變じたる後初めて或は糖の状態に復歸し或は完全に酸化せらるることを得。



第三節 體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として5—15%に達す、この時血糖量平常よりも増加することなく寧ろ少しくこれよりも小なり(0.07—0.08%)。これ Phlorhizin の爲めに腎臓細胞の機能に變調を來たしたる爲にして糖は血液内より盛に尿中に移行しその缺損量は肝臓等より發生したる糖にて補足せらる。故に Phlorhizin の附加量一定度に達する時は肝臓内糖原は全く出動して消失す、然るにこの際更に Phlorhizin の使用を繼續するに饑餓の状態に於ても猶ほ常に多量の糖排泄を認む、これ糖が體内にて組織蛋白質より發生す

1 Supniewski: J. Biol. Chem. 70, 25 [1926]

るが爲にしてこの時尿中糖排泄量と比例して窒素排泄量も亦増加し糖量と窒素量とは一定の比を示すに至るべし。かくの如き $\frac{D}{N}$ (糖と窒素との比)の價は平均 2.8—3.65 の間にあり、この時肉を以て飼養するに $\frac{D}{N}$ 比は變化することなく、尿中窒素排泄量増加すると共に尿中糖量も亦増大するを見む。故に糖が蛋白質に由來することは明かにして勿論-Amino-酸より發生するものなるべし。今斯の如き Phlorhizin 獸に種々の Amino-酸を附與するに Glycocoll, Alanin, Serin, Asparagin-酸, Glutamin-酸 Prolin, Arginin 等は糖生成の根源となるに反し, 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 Glykol, 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-酸等は體內に於て糖の生成に關與するを得るものの如し、恐らく 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))

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ざるものの如し。

第二章 脂質中間代謝

腸管より吸収せられたる脂質は大部分胸管を経て血管内に入りその一部は組織内脂肪の生成に與かり他の大部は一旦皮下及び腸腔裏に存在する脂肪組織内に蓄積せられたる後體 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狀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 の沃度數を有するに過ぎざるに、その組織脂質は 110—130 の沃度數を有するが如し、又肝臟脂質の沃度數は脂質代謝旺盛ならざる時は組織脂質の沃度數に近く、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、心臟は *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となし、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ど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出入するに由るなり。

消化管より脂質の吸収せらるるや血液内の脂質量急に増大する爲め血液を定量して其模様を觀測するを得べしと雖も、蓄積脂質が出勤する際には之を認むること甚だ困難なり。之れ蓄積脂質の血液内への出勤は體の需要によりて支配せらるるが故に饑餓者にてても 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。

體内に蓄積せられたる脂質が體の機構の維持並びに *Energy* の資源として用ゐ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内にて合成せらるるものなり體脂肪の一部が食物中の脂肪に由來することは今日にては周知の事

實にして動物を饑餓せしめ體脂肪を盡く去りたる後羊脂の如く熔融點高きもの、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とも亦事實にして *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内に於ける脂質及窒素量を測定し、他獸を 4 ヶ月間大麥を以て飼養したる後これを殺し其脂質量を測定したるに食物中の脂質及び蛋白質より由來したりと思はるるよりも多量の脂質發生するを認めたり。これ明らかに糖質より發生したるものなることを證す。糖質より脂肪の生成せらるることは既に久しく巷間周知のことにして脂肪を避けんと欲せば糖質の攝取を節すべしとは人の能く唱ふる處なり。

脂肪組織の組成は體の部位並びに溫度により種々なる差異を呈す。*Henriques* 及 *Hansen* は豚仔に就て皮下脂肪は腎周圍脂肪よりも熔融點低く、沃度數大に、腎周圍脂肪は *Omentum* の脂肪よりも沃度數大に、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とを示したり。尙環境の溫度の影響を検するため同肚の豚の一を $30-35^{\circ}$ 、他を 0° 、第三のものを羊皮套にて體溫を保護しつつ 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

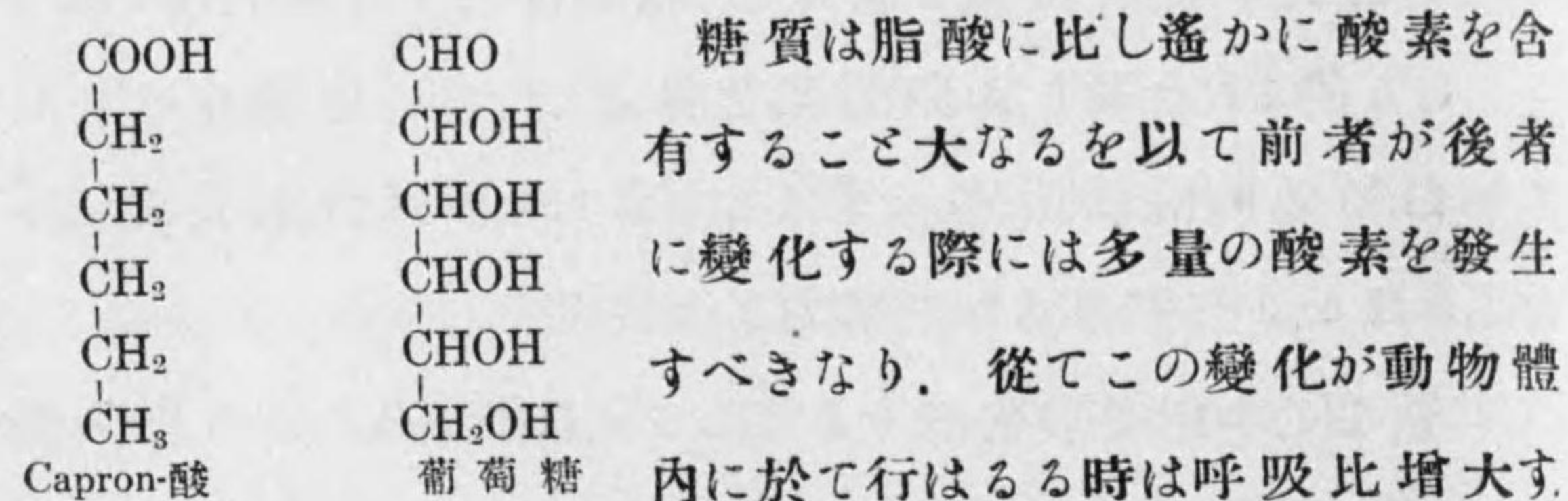
1 *Henriques* 及 *Hansen*: *Skand. Arch. f. Physiol.* 11, 151 [1901]

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

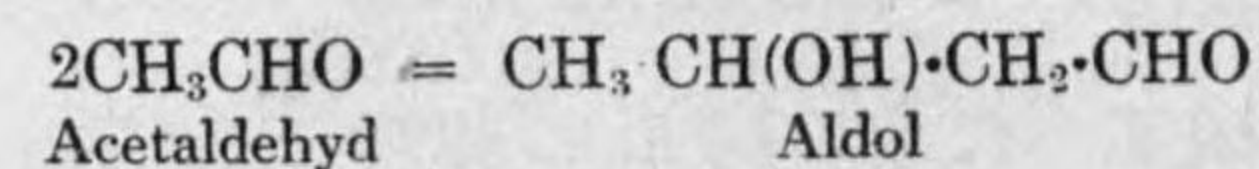
第二節 糖質より脂肪の生成

糖質と脂酸の構造式を比較すれば



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

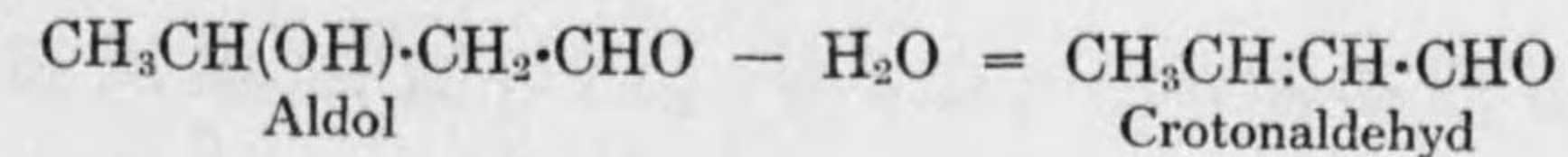
脂酸が糖質より發生する際糖の如何なる中間代謝産物より形成せらるるかに就て既に Hoppe-Seyler¹ は Acetaldehyd なるべしと説き、Magnus-Levy² 及 Leathes³ は Acetaldehyd の Aldol-縮合によつて脂酸の形成せらるる順序を下の如く説明せり。Acetaldehyd は常温にて微量の滴の存在に於て容易に縮合して Aldol となる。



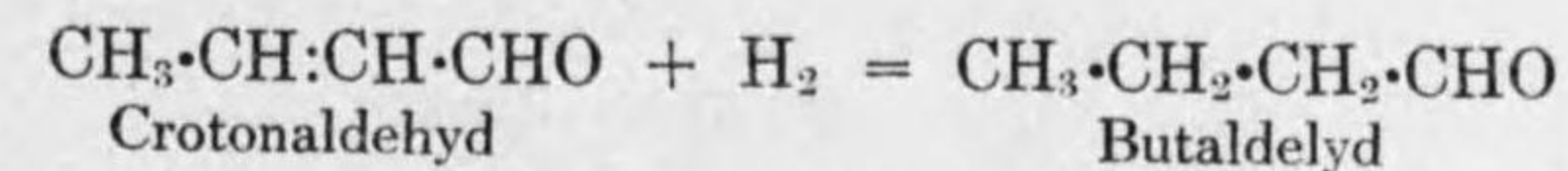
Aldol は水を失ひて α - β -不飽和化合物なる Crotonaldehyd に變

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]

ず。

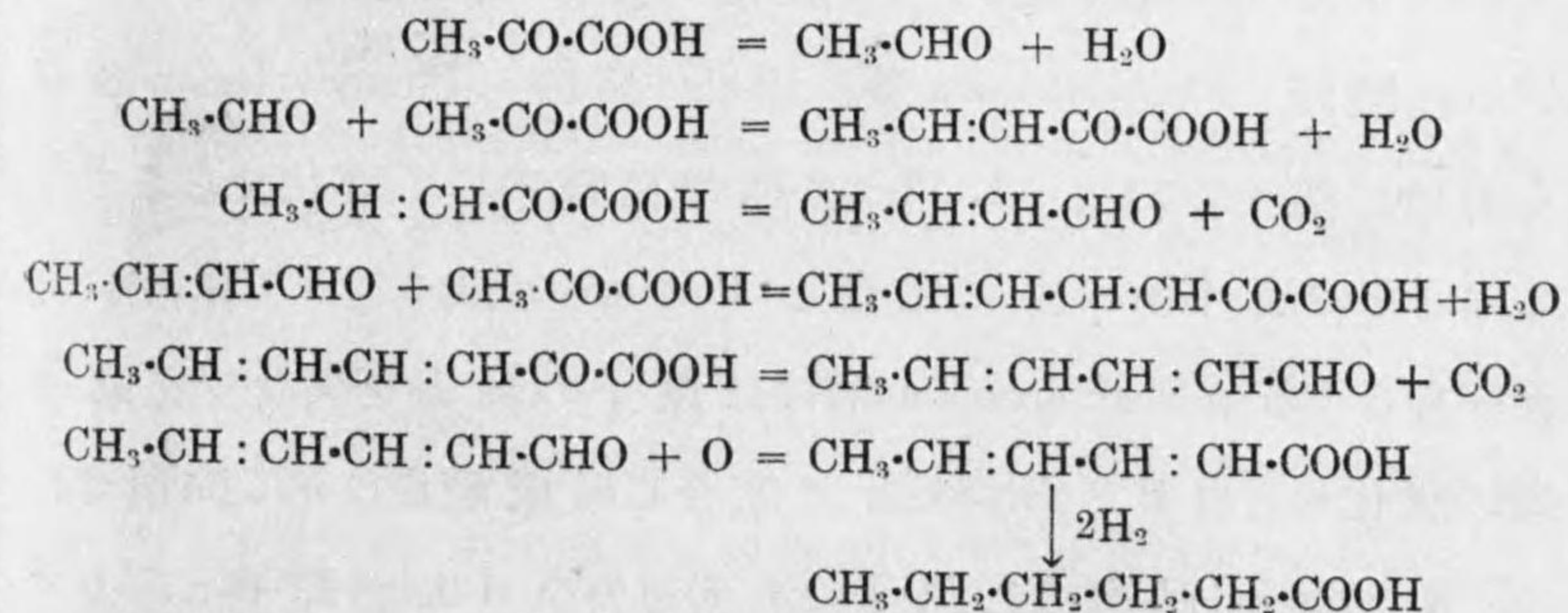


此の Crotonaldehyd は Methylglyoxal が焦性葡萄糖に酸化せらるる際其水素受容質として作用し還元せられて Butaldehyd に變ず。



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数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 Lubrznyska¹ 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。



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。

1 Smedley 及 Lubrznyska: Bioch. J. 7, 364;375 [1913]

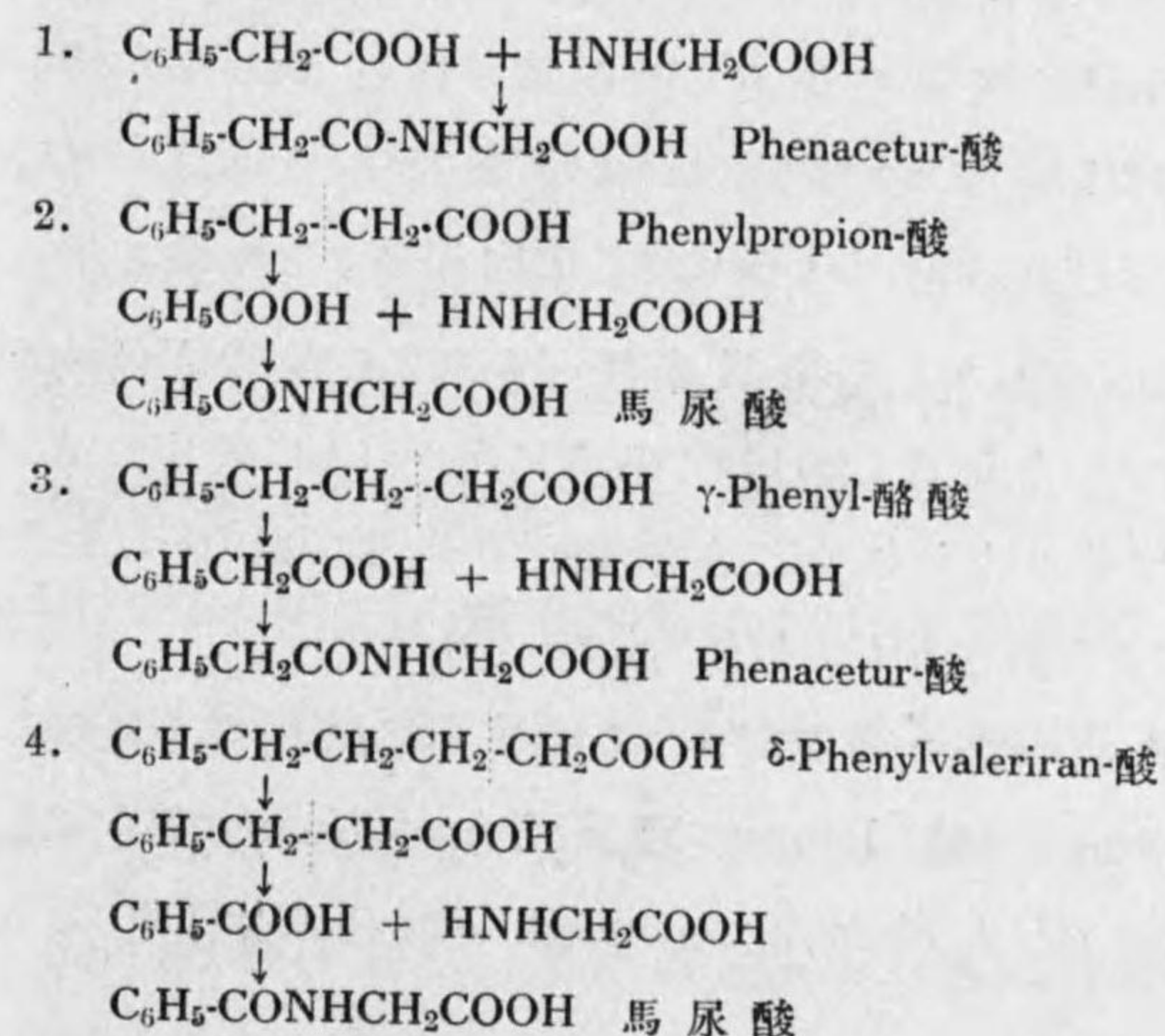
一般に熱帯に産する植物には飽和脂酸多く、之に反し温寒帯の植物には不飽和脂酸多く存在す。之れ恐らく温度高き時は飽和高级脂酸の生成に必要な諸化学作用容易く完成せらるるも、低温度に於ては還元作用行はるること遅く不飽和なる脂酸を終産物として含有するものなるべし。

第三節 脂酸の酸化

蟻酸を除くの外凡て飽和脂酸は體外に於て酸化せらるること甚だ困難なるも體内に於ては容易く酸化せられて炭酸瓦斯及び水に變ず。而もこの際脂酸の蒙る變化を窺知するは甚だ困難にして古來殆んど全く不明なる問題なりき。これ主としてその中間に發生したる産物は一時性の物質にして更に直ちに變化分解を受くると、他方には該物質の量少なくその存在を證明すること難きによる。然るに1904年に至り Knoop¹は「芳香性脂酸の體内に於ける分解」なる論文を發表してβ酸化説を唱導せり、即ち氏は Phenyl-基の如く體内にて酸化せらるること難き基を有する Phenyl-酪酸, Phenylpropion-酸, Phenyl-酪酸, Phenylvalerian-酸等を動物に與へたるに、1. Phenyl-酪酸は體内にて酸化せらるることなくその儘 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-酪酸となり次で Phenacetur-酸に變じて排泄せられ 4. δ-Phenylvalerian-酸は四

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

原子の炭素を失ひて安息香酸に變じ馬尿酸となりて排泄せらるる事實より、β炭素原子の處に於て常に酸化作用の行はるるを説き、體内にて脂酸の分解するも亦同じくβ酸化作用によるものなりと論せり。



Knoop のβ酸化説は種々の事實に説明を與ふ。例へば

1. 糖尿症患者の尿中にはβ-Oxy-酪酸及び Aceto-酪酸の排泄量著しく増大し又健康體に於ても糖質を攝取することなくして脂肪を多量に攝取する時はこれらの酸の發生するを見る。
2. 體内に存する諸脂酸は18, 16, 14, 12, 10, 8, 6, 4等の炭素原子を含み奇數の炭素原子を有するものは存在せず。之れ炭素原子が常に二個宛分離することを示すものなり。
3. Dakin¹は酪酸を安門にて中和してこれに過酸化水素を加へ、37°に於て放置したるに Acet-酪酸, Aceton 及びその他低级脂酸及び炭酸瓦斯の發生するを見たり。即ち體外化学作用にも亦β酸化の類例を缺かず。且つ他の脂酸も同様に過酸化水素に遇ひて一原子少數の炭素を有する Keton に變ず、これ β-Keto-酸より炭酸を失ひて發生したるものも考ふるを

¹ Dakin: J. Biol. Chem. 4, 77 [1908]

得べし。

4. Embden 及 Kalberlah¹ 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数の炭素原子を有する脂酸は凡て多量の Acet-醋酸を生成するも奇数の炭素原子を有するものにはこの作用なし、これ亦β酸化説によりてよく説明し得る處なり。

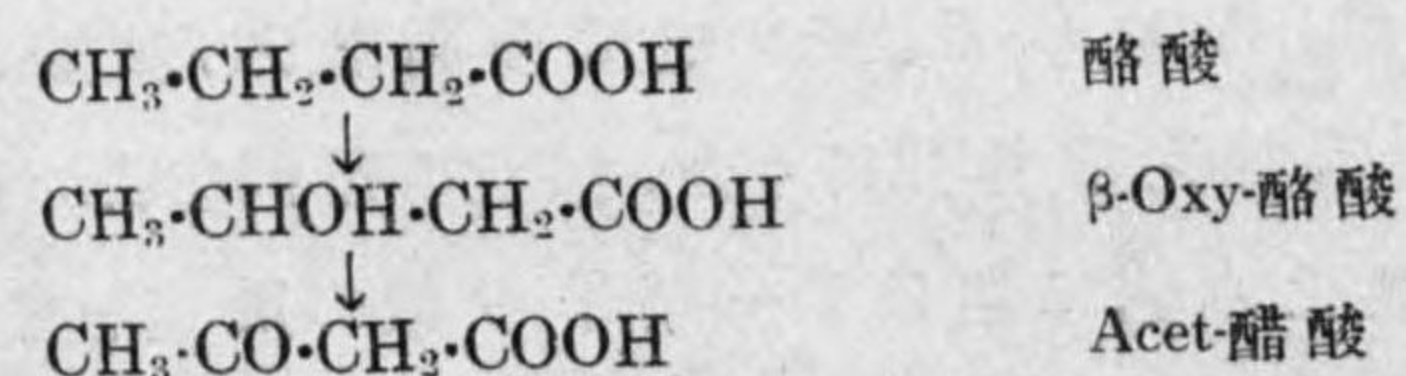
5. Baer 及び Blum² は糖尿病患者に酪酸或は異性 Valerian-酸を與ふるときはその尿中に於ける β-Oxy-酪酸, Acet-醋酸及び Aceton の排泄量増加し, Propion-酸及び正 Valerian-酸にはこの作用なきを實驗せり。

6. Kahn³ は C₁₆H₃₂COOH なる奇数炭素原子を有する脂酸 (Margarin 酸) の Triglycerid (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を停止したり。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を證するものなり。

7. Dakin は Phenylpropion-酸を與へたる時尿中に馬尿酸を見るのみならず, Phenyl-β-Oxypropion-酸, Benzoyl-醋酸及 Acetophenon 等を同じく尿中に検出したり此等は何れも Phenylpropion-酸のβ酸化の中間産物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、然らば次に考ふべきは

β酸化の機序⁴ なり。而して酪酸を動物に與へたる時、その尿中に l-β-Oxy-酪酸, Acet-醋酸及 Aceton の排泄せらるるを以て見れば酪酸は逐次

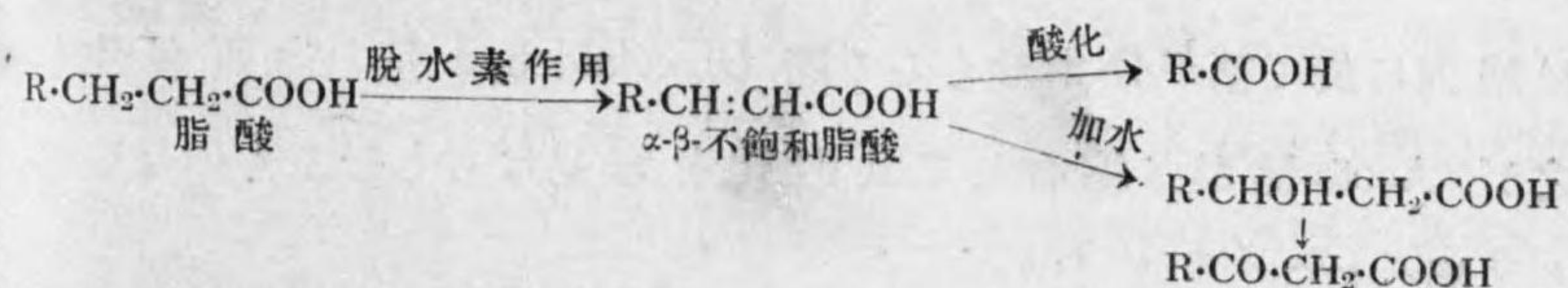


1 Embden 及 Kalberlah: Hofmeister's Beitr. 8, 121 2 Baer 及 Blum: Arch. f. exp. Path. 55, 94 4 Kahn: Am. J. Med. Sci. 166, 826 [1923] 4 Mechanismus

の順に酸化せらるるものと考ふることを得べし。酪酸及びβ-Oxy-酪酸を生肝に輸血する際に何れも Acet-醋酸を發生するは又これに一致する事實なり。尤も肝に於ける β-Oxy-酸, Acet-醋酸の變化は可逆的にして肝は又 Acet-醋酸を一部β-Oxy-酸に還元する作用を有す。

人に 20 g 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とを示すものなり。近時 Snapper (Bioch. Z. 167, 100 [1926]; 181, 410, 418, 185, 223 [1927] の研究によれば Acet-醋酸の主として分解せらるる處は腎臟なるべしといふ。

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

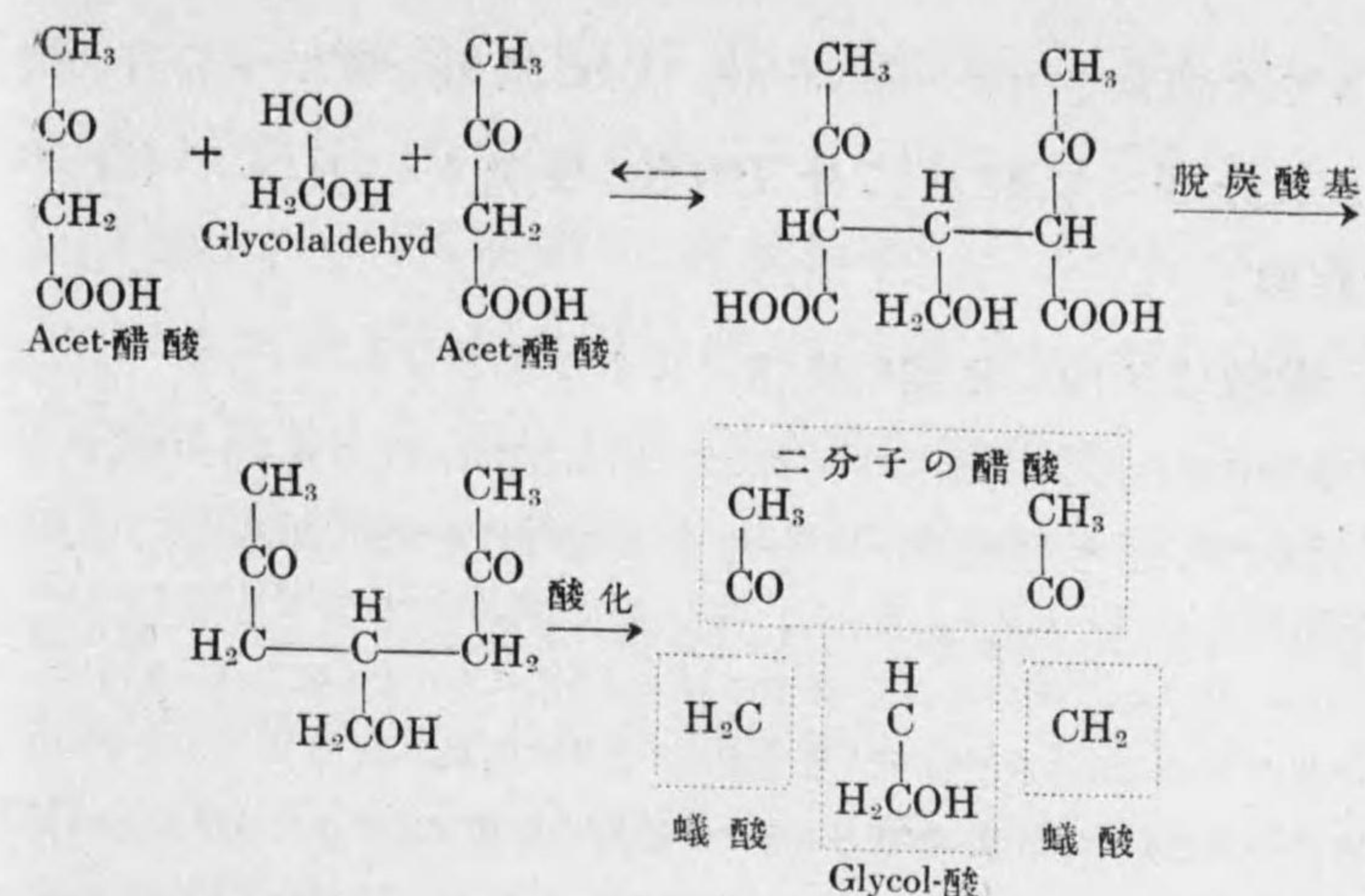


Aceton-體 脂酸が漸次β酸化により分解せられて發生したる β-Oxy-酪酸は常態にては直ちに Aceto-醋酸に變じこのものは更に酸化せられて炭酸及び水に變ず。唯纔かに Acet-醋酸の一部が炭

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、然れども体内に於て糖質の燃焼阻止せらるる時は此等の酸及び Aceton の尿中排泄量著しく増加す。此等 β -Oxy-酪酸、Acet-醋酸及 Aceton を Aceton-體と稱し常態にて其量一日の尿中に僅かに 0.01—0.02 g に過ぎざるも饑餓時にて體脂肪が主として燃焼せらるる時著しく増量し、(β -Oxy-酪酸量一日 20 g に達す)糖尿病の際には殊に多量に排泄せらるることあり。(一日 100 g に近き β -Oxy-酪酸を排泄することあり。)

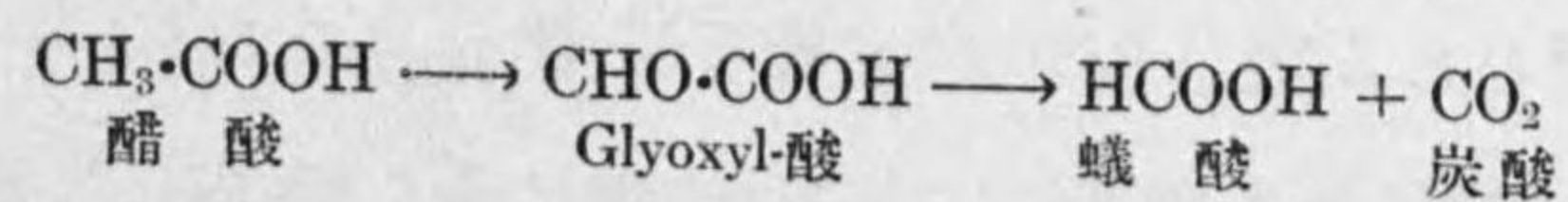
Aceto-醋酸は鹵性反應にて過酸化水素の爲めに分解せらるること極めて遅々なるも糖若くは Glycolaldehyd の存在に於て速かに分解せらる。Shaffer¹ は 0.25 N NaOH 液 1000 cc の内に Acet-醋酸 曹達 20 m.mol 及 H_2O_2 150 m.mol を加へて其酸化の速度を測定したるに糖を加へたる際には Acet-醋酸の酸化著しく促進せられ其促進の度は添加したる H_2O_2 の濃度と共に増大す。然るに此際糖は直ちに其作用を現はすことなく一定時滴の作用を蒙り少しく分解せられたる後初めて促進作用を呈す。従て豫め滴にて處理せられたる糖を加ふる時は作用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

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



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

1. Propion-酸は動物体内にて完全に燃焼せらる、然れどもその酸化の経過は未だ全く不明にして β 酸化の證明なく、又これを糖尿病患者に與ふるも尿中糖排泄量を増加せざるにより、 α 酸化の爲めに乳酸又は焦性葡萄糖を發生したりと考ふること能はず。
2. 醋酸は中等量に於ては体内にて完全に酸化せらる。動物に醋酸鹽を與ふるに菝酸は稍酸化せられ難き酸なるに拘らず尿中に菝酸の増量せざるを以て見れば、醋酸酸化の際に菝酸の發生なく、恐らく Glyoxyl-酸及び蟻酸を経て酸化せらるるか



或は Thunberg の唱ふる如く醋酸二分子より脱水素作用によ

りて琥珀酸を生じ Fumar-酸, Oxal-醋酸を経て一分子の醋酸と二分子の炭酸及二分子の水に變ずるものならむ(第483頁参照).

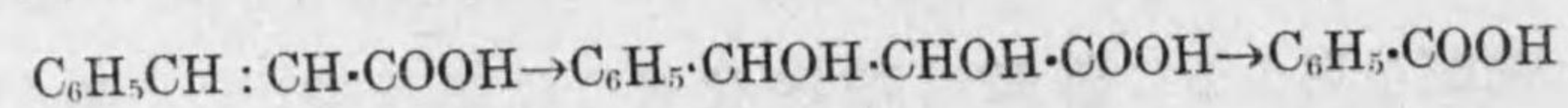
3. 蟻酸は直接に炭酸に酸化せらるるものなるべし.

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

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

第四節 不飽和脂酸の酸化

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

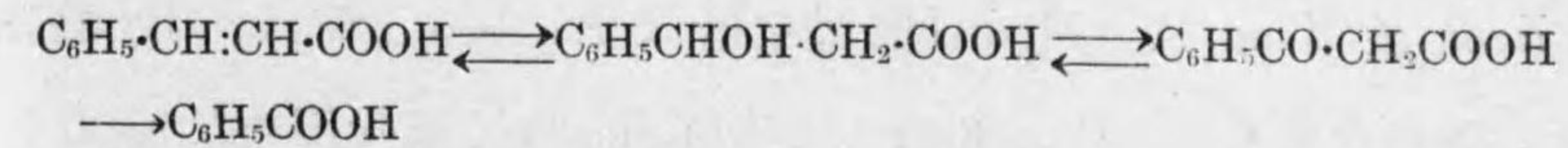


の順序を経て安息香酸に變ずるが如し. 然るに生体内にては此の如き Dioxy-酸の發生を見ることなく恐らく先づ水を結合して Oxy-酸に變じたる後, Keto-酸を経て酸化せらるるもの如し.

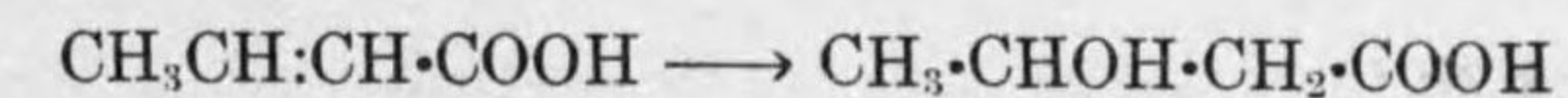
不飽和酸中最も簡單なる Acryl-酸は全く体内にて酸化せられ中間産物を認むることなしと雖も糖尿症者にては殆んど全く葡

萄糖に變化せらるるより見れば Hydroacryl-酸若くは乳酸が一部の間産物として看做さるべきものなるが如し.

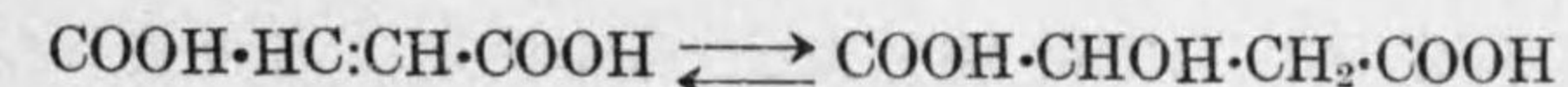
Acryl-酸の Phenyl-誘導體なる肉桂酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}:\text{CH}\cdot\text{COOH}$ は動物体内にて安息香酸に變じ馬尿酸として排泄せられ且つ其安門鹽を多量に猫又は犬に與ふる時は其尿中に *l*- β -Phenyl- β -Oxypropion-酸及び Acetophenon の排泄を見る. Acetophenon は Benzoyl-醋酸より發生したるものと考へ得るにより肉桂酸は次の如き變化を受くるものと考ふることを得 (Schwenken¹).



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



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



此反應は可逆反應にして林檎酸の 75% 發生したる時停止す.

第五節 側鎖を有する脂酸の酸化

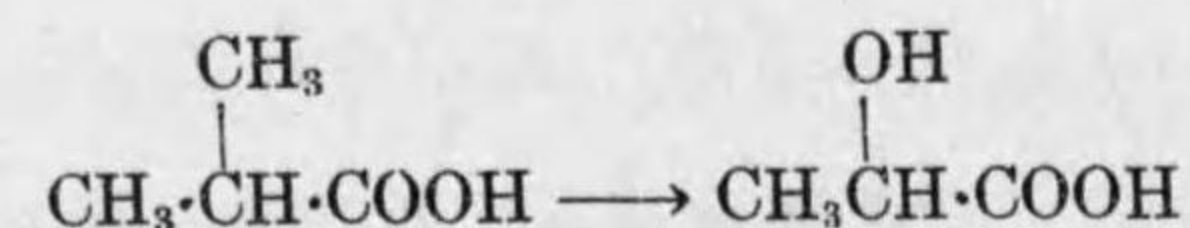
Isopropyl-基を含有する脂酸を体外にて滴性過-Mangan-酸鹽にて酸化する時は第三次水素原子は水酸基にて置換せられ更に酸化せらるれば Aceton を生ず.

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

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

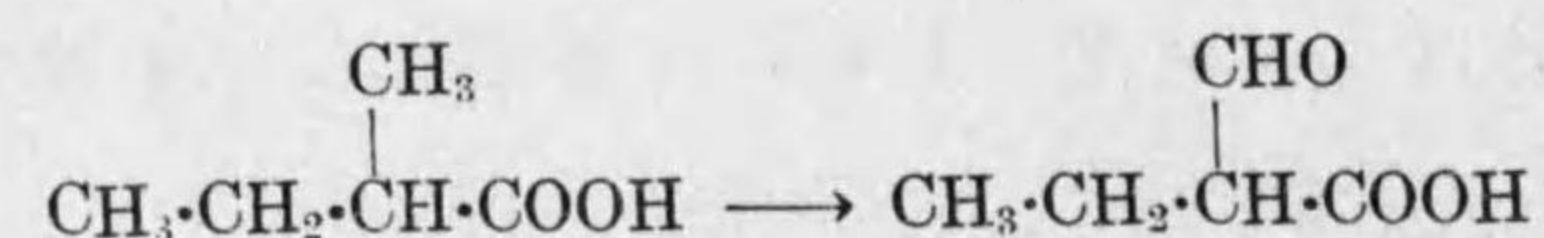
然るに生体内酸化にては先づ Methyl-基の脱離行はるるもの
如し。

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

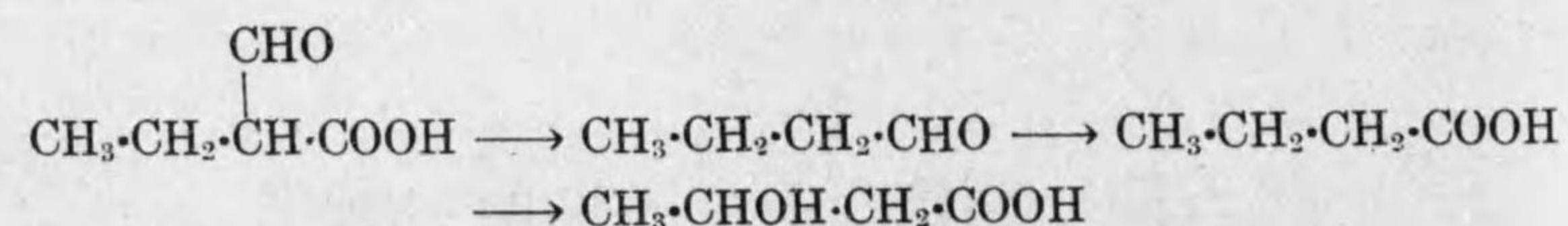


之に依れば Methyl-基が水酸基によりて置換せられたる觀ある
も果して簡單に此の如き反應行はれたるや疑なき能はず。即ち
Baer 及 Blum は α -Methyl-酪酸を糖尿者に與ふる時は β -Oxy-酪酸
の發生を見るも α -Oxy-酪酸には其作用なきことを認めたり。

之れ恐らく Raper の唱ふる如く α -Methyl-酪酸の CH_3 -基の炭素
は Carboxyl-基に對し β の位置にある爲め酸化を蒙り Malon-酸の半
Aldehyd を發生し。

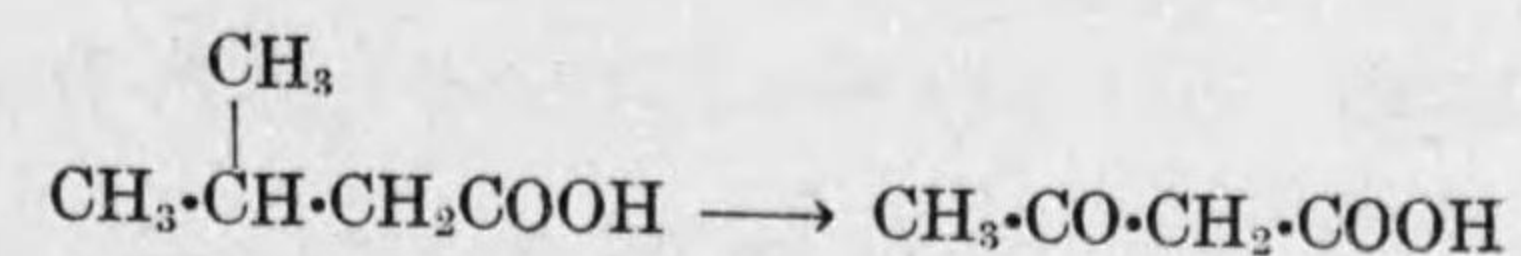


此者は不安定にして炭酸を失ひ Aldehyd となり更に酸化せら
れて酪酸となり次で β -Oxy-酪酸の發生を見るものなるべし。



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

之に反し CH_3 -基が β -炭素に附著せる場合には直ちに脱離せら
れ β -炭素は Carbonyl-基に變ず。



第六節 二炭素酸の酸化

蔞酸

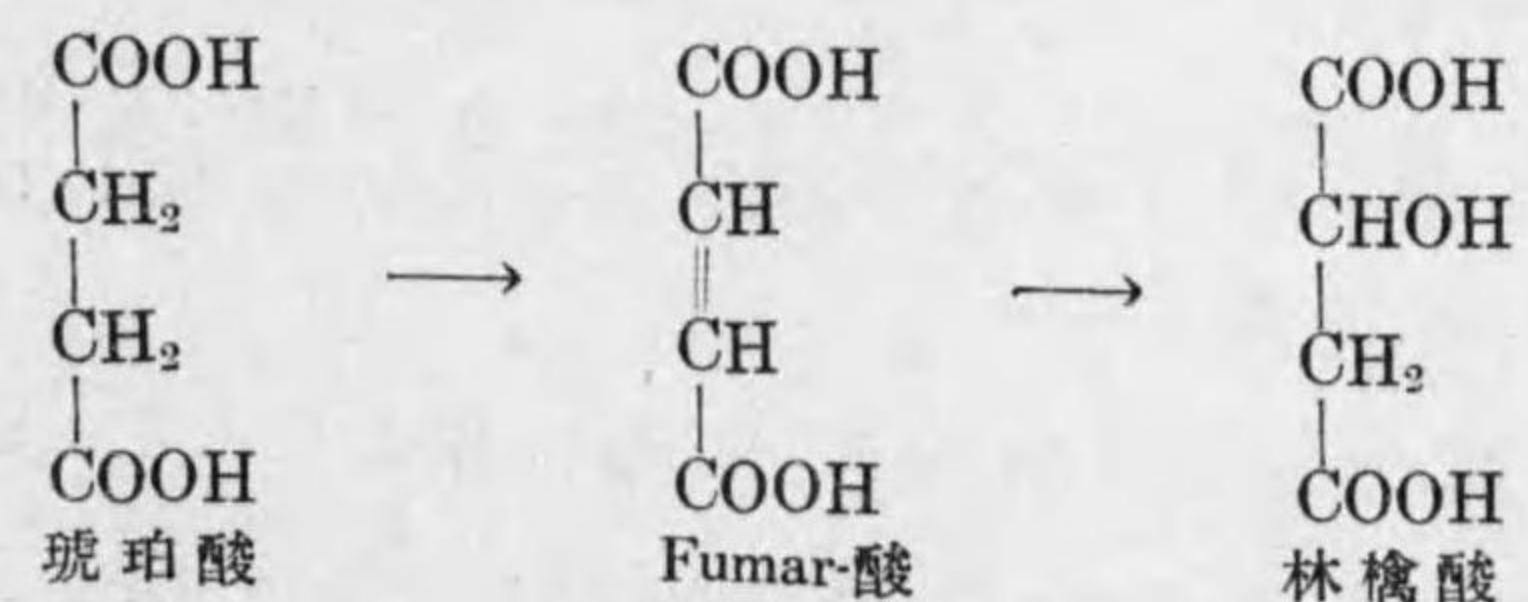
蔞酸は生体内にては酸化甚だ困難なるものの如し、果して其
幾許が体内にて酸化せらるるや不明なり。

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

体内にて容易に酸化せらるる其機序は明ならず。

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

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



林檎酸は Oxal-醋酸を経て焦性葡萄糖酸に酸化せらるるもの
如し(第483頁参照)。

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

第三章 蛋白質中間代謝

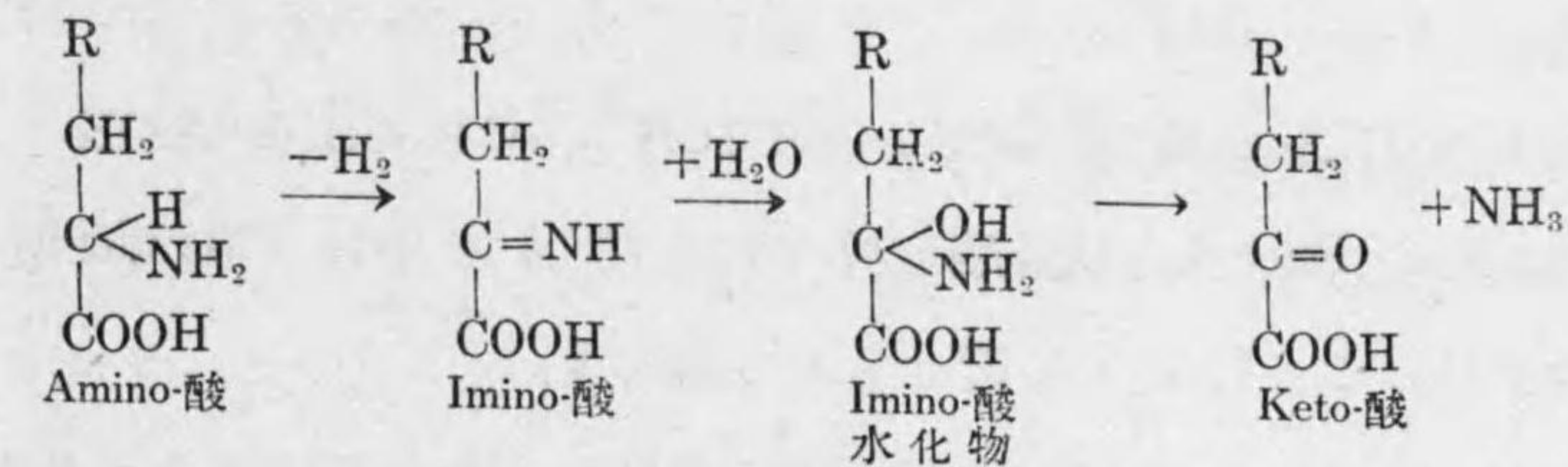
消化管より攝取せられたる蛋白質分解産物が体内に於て如何なる變化を受くるやを考ふるにこれらの物質は二様の作用を営むるものの如し。即ちその一部は體組織代謝の結果費消せられたる體組織成分の構成に用ゐられ他の部は脂質若くは糖質と同じく勢力發生の爲めに用ゐらる。前者は比較的小部分にすぎざるものの如く消化管より吸収せられ血管内を循環する Amino-酸の一小部は組織細胞の爲めに攝取せらるるも他の大部分の Amino-酸は主として肝臓に於て Amino-基若くは硫黄を離解しその窒素及び硫黄は一定の化合物として尿中に排除せられその非窒素化合物は勢力根源として燃焼せらる。故に尿中に於ける蛋白質代謝産物は組織代謝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

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

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-酸を發生し此等は α -Amino-酸を生成し得ざること大なる原因なるべし。

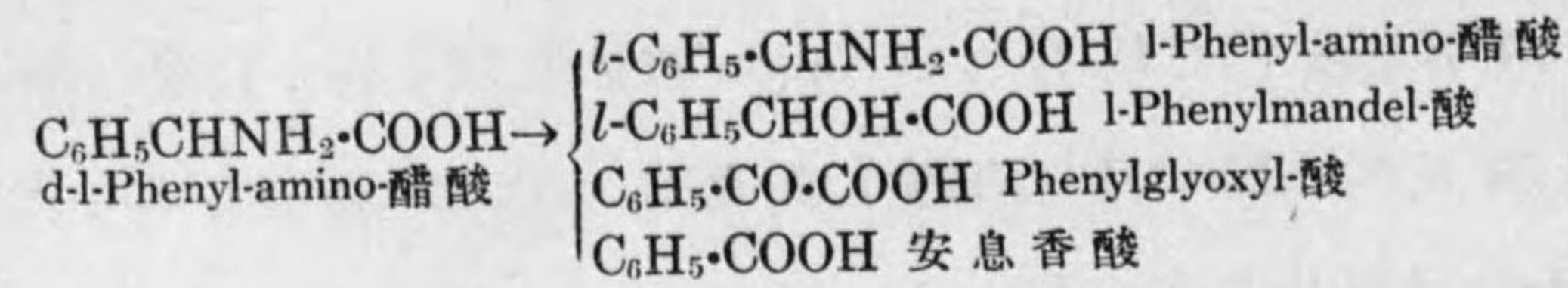
第一節 Amino-基離解

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

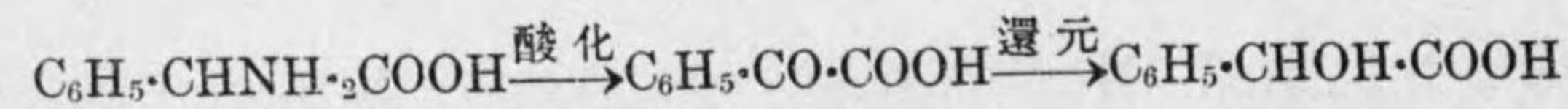


以前は Amino-酸は Amino-基離解の際先づ Oxy-酸となり(水解的 Amid-離解作用)次で Keto-酸に酸化せらるる考へられたりしも Neubauer¹ の研究によりて先づ發生するは α -Keto-酸なること略確實となれり。Neubauer は *d-l*-Phenyl-amino-醋酸を犬に與へたるに其時尿に排泄せらるるは *l*-Phenyl-amino-醋酸, *l*-Mandel-酸, Phenylglyoxyl-酸, 馬尿酸等なりき。

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

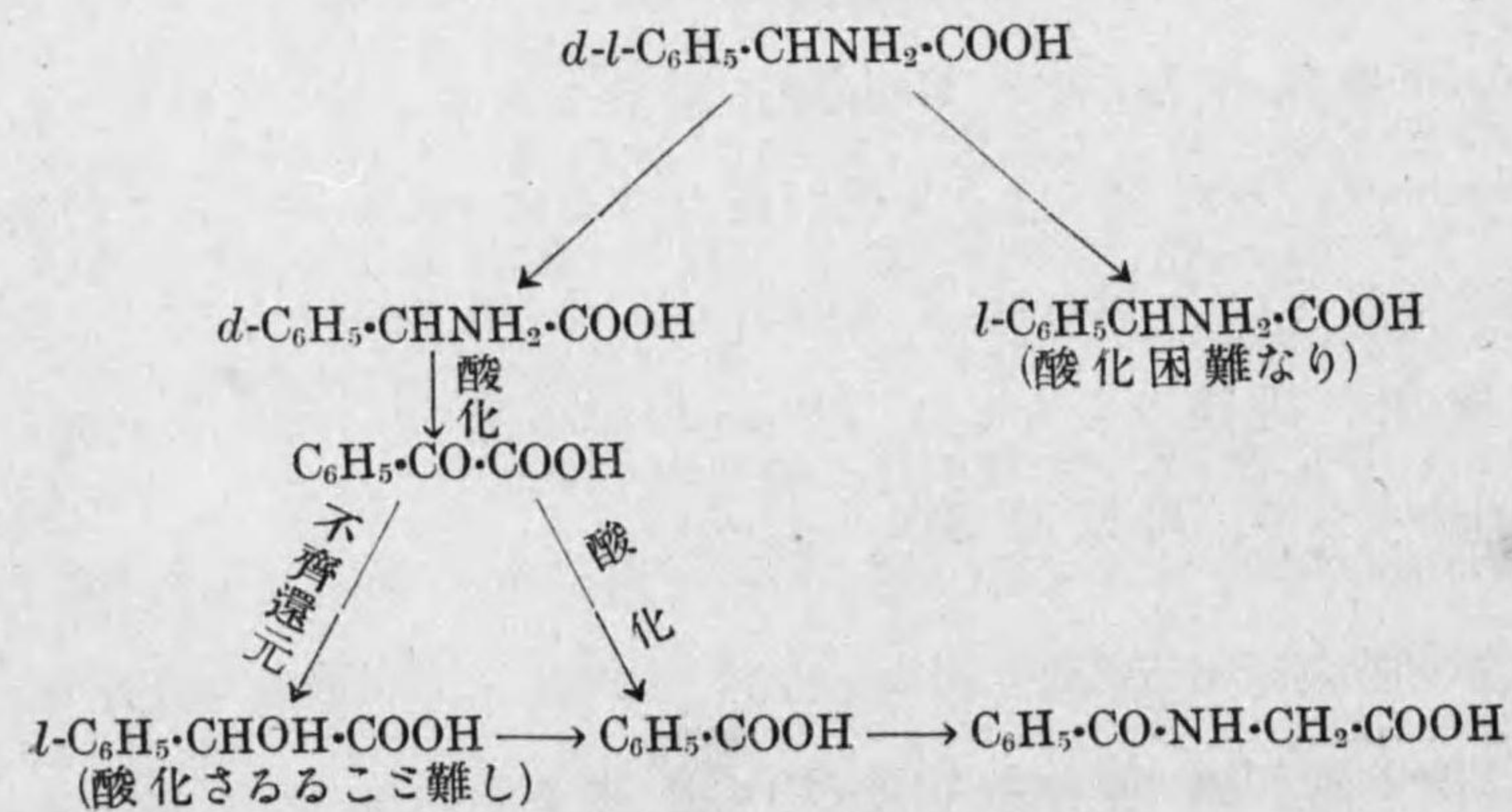


之によりて考ふる時は d-Phenyl-amino-醋酸は体内にて容易に分解せらるるも l-型の化合物は分解せらるること難く其多くは其儘尿中に排除せらるるを知る従て今 l-Phenyl-amino-醋酸のみを與ふるに其大部は殆んど其儘排泄せられ且此時殆んど l-Mandel-酸の発生を見ず。然るに d-Phenyl-amino-醋酸の附與に際しては尿中に其中間産化物なる Phenylglyoxyl-酸以外に尙 l-Mandel-酸排泄せらるるを見る。之れ一見光學的轉化行はれたるの觀あるも之は容易に Phenylglyoxyl-酸の不齊還元によりて説明することを



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

故に α-Aminophenyl-醋酸の酸化は下の如く之を表はすことを得。



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

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

第一項 Amino-基の轉變

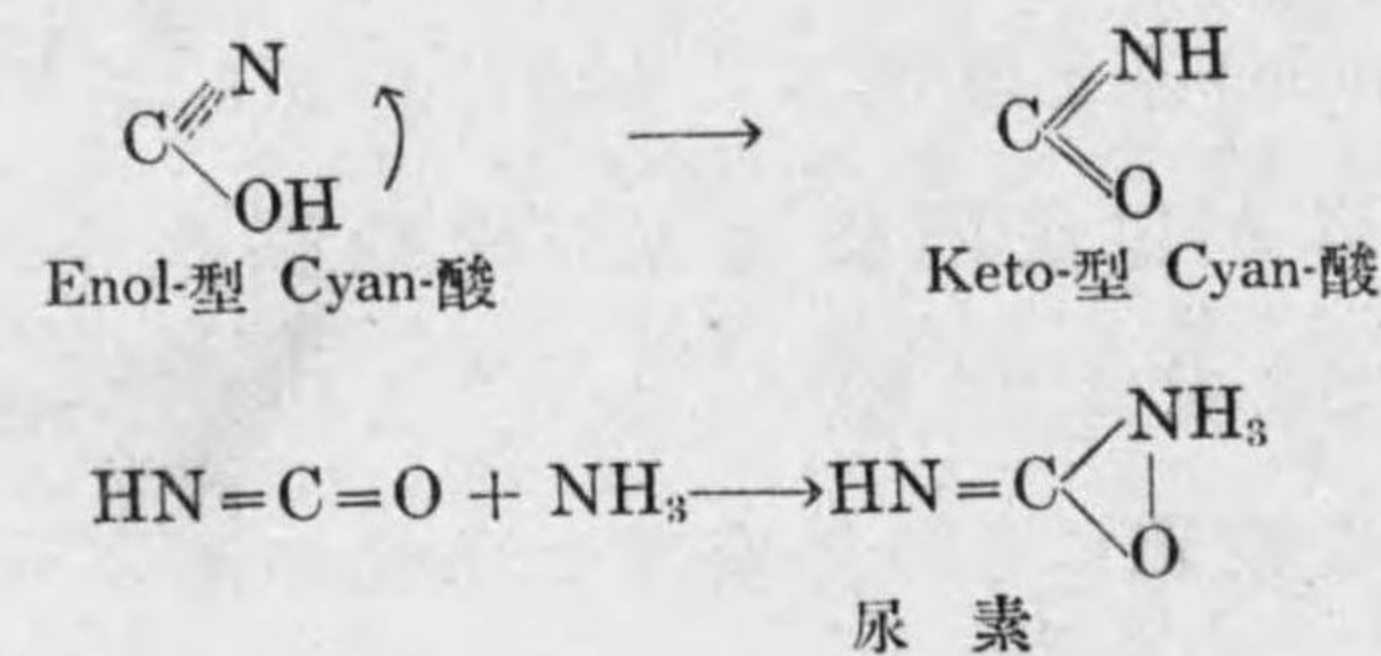
動物体内にて Amino-酸より Amino-基の離解により發生したる安門は直ちに恐らく代謝の際發生する Cyan-酸と作用して尿素に變じたる後尿中に排除せらる。常態に於ては尿中總窒素の約 85—90% は尿素の占むる處となり、約 3% は安門として存在す。その餘は他の窒素化合物に屬す。

体内にて尿素の生成せらるる機序に就ては往古は單に安門が炭酸と結合したる炭酸安門より失水反應により作らると考へた

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

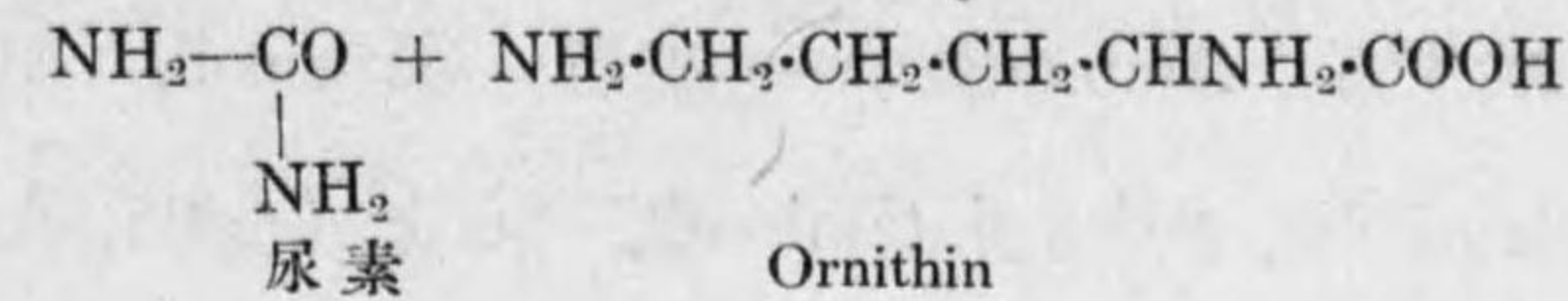
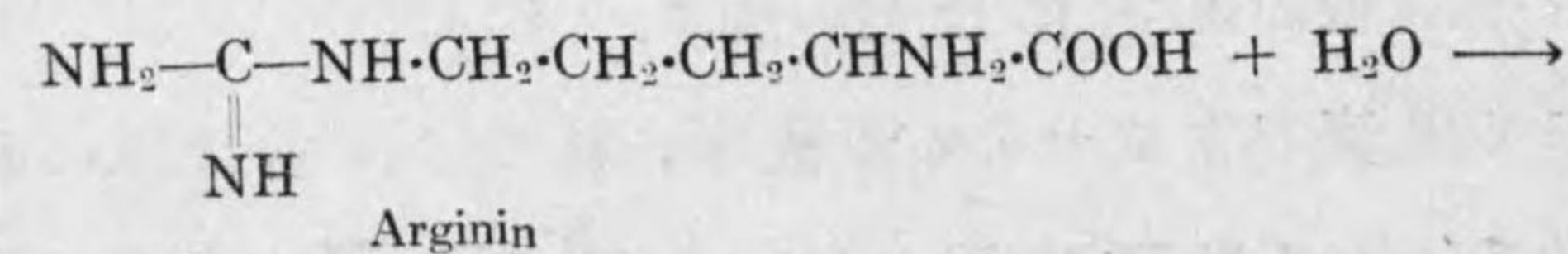
りしも近時漸く此考を翻がへすに至れり。

尿素は体内に於けるのみならず体外に於ても亦容易に發生し、Glycocoll, Asparagin, Leucin, Acetamid等を安門性溶液にて過-Mangan-酸加里にて酸化する時は尿素生ずべく (Hofmeister, 1896), 又糖類を安門鹽の存在にて過-Mangan-酸加里にて酸化する時も亦尿素發生す (Fosse, 1912) Werner は此際中間物として Cyan-酸發生し此ものが分子内轉換により Keto-型に變じたる後之に安門結合して尿素を生ずることを説き



Fearon 及 Montgomery (1924) は Glycocoll, Alanin 等を過酸化水素にて酸化する際 Cyan-酸發生することを立證し、正常体内酸化時に於ても亦少量の Cyan-酸 (Montgomery は 100 cc 血液中に約 1 mg の Cyan-酸あることを唱ふ) 發生し此ものが安門と化合して尿素を生成することを説けり。

尿素の生成は主として肝臓に於て行はるるものなることは既に第 763 頁に説けるが如し。尤も尿素の一部は Arginin の分解によりて發生す。



第二項 非窒素含有部分の轉機

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

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

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

各 Amino-酸の糖若くは Aceto-醋酸生成の機能に就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	Amino-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	-	+

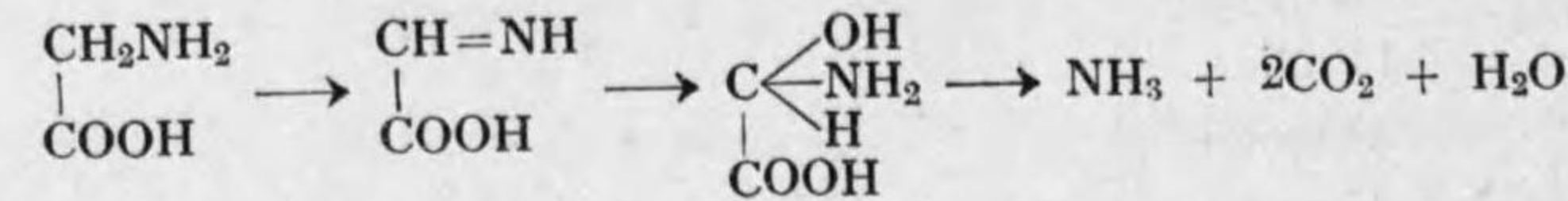
此の表にて明らかなるが如く

1. 糖尿者體內にて多量に糖を發生する Amino-酸は皆 2, 3, 4, 5 (Valin を除く) 個の炭素原子を有す。
2. Arginin は炭素 5 個以上を有する唯一の糖生成 Amino-酸なり、之れ其分解に際し發生する Ornithin (炭素 5 個を有す) に由來するものなるべし。
3. 直鎖 Amino-酸は Lysin を除く外此糖を生成することを得。
4. 側鎖を有する Amino-酸 (Valin, Leucin, Isoleucin) は殆んど糖を生成せず。
5. Prolin は糖を作る隨一の環狀體にして芳香性 Amino-酸は糖を生成せず。
6. Alanin は其中に存する 3 個の炭素を悉く糖に變化せしめ、Asparagin-酸は其炭素の $\frac{3}{4}$ に、又 Ornithin, Prolin, Glutamin-酸, β -Oxyglutamin-酸は其炭素の $\frac{3}{6}$ に相當して糖を作る。

第三項 鎖狀性簇の轉變

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

体内にて酸化せらるる時は恐らく下の如き変化を受けて NH₃, CO₂ 及水に変ず。

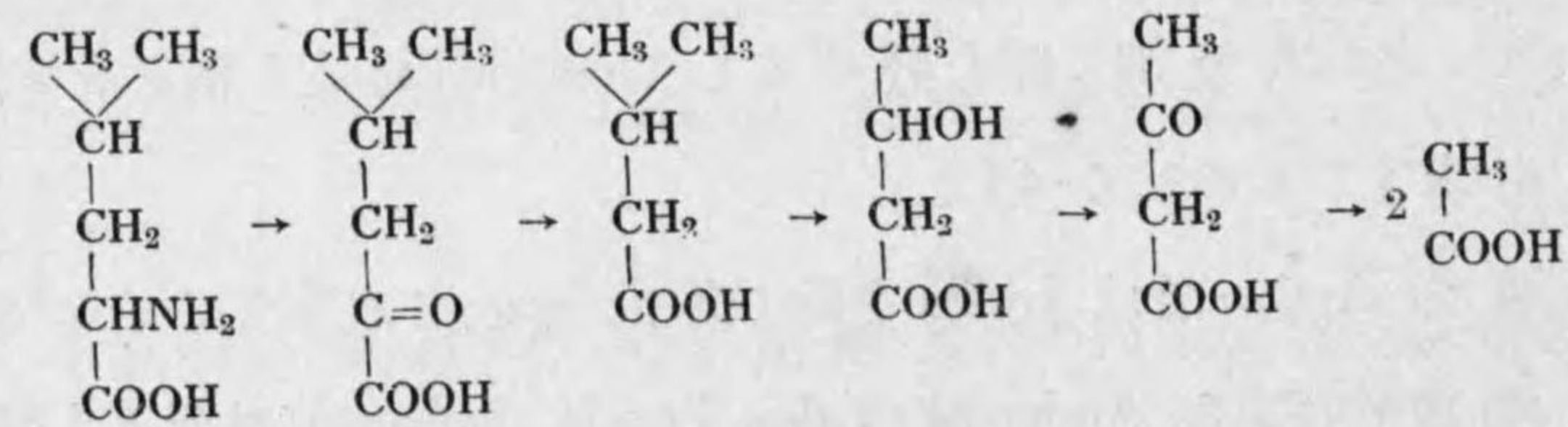


動物体内にて糖を作成するこゝを得。

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

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

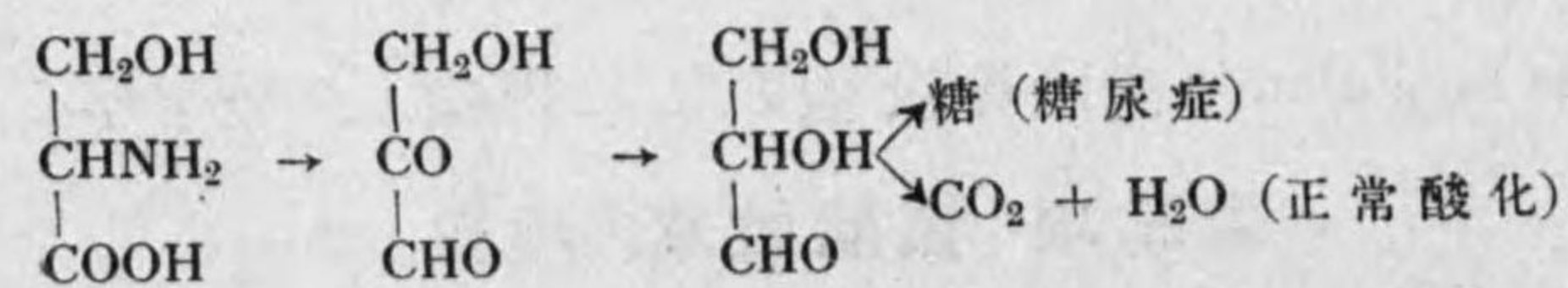
Leucin 酸化的脱-Amid-作用により之に相當する Keto-酸となり次で Isovalerian-酸に變し。此ものは脱-Methyl-化を受けて β-Oxy-酪酸を作るもの如し。



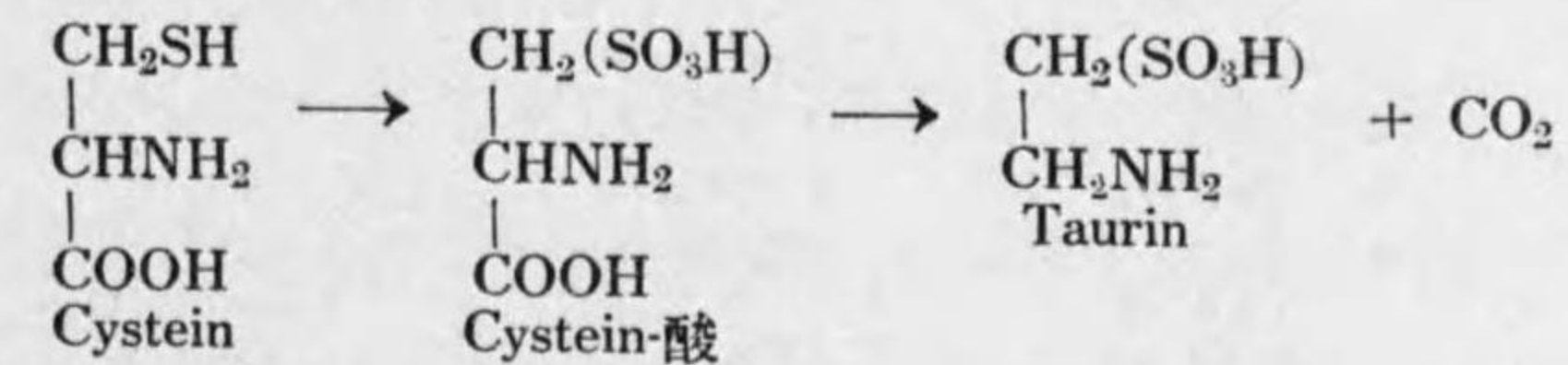
Leucin は凡ての蛋白質中に存す。細菌の作用を蒙る時は Isovalerian-酸及 Isoamylamin を發生す。醸母により醸酵作用を受くる時は Isoamylalcohol を生ず。

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

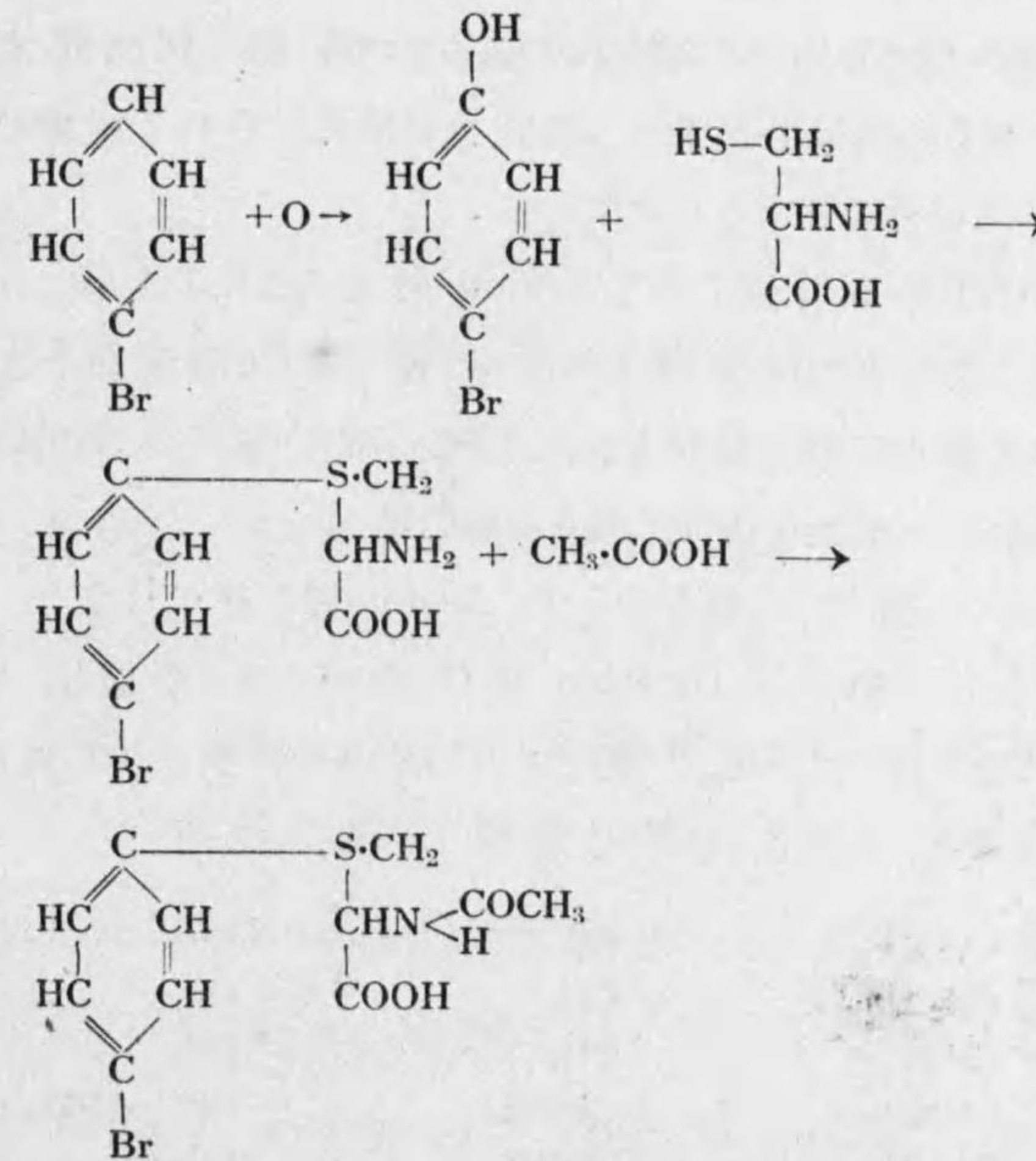
Serin Serin は糖尿症動物の体内にて悉く糖に變ずるこゝを得。



Cystin Cystin は体内にて種々の變化を蒙るこゝを得。1. 還元せられて二分子の Cystein となり、此 Cystein は正常酸化にては完全に CO₂ 及水となり、糖尿症患者にては糖に變ず。2. Cystein は酸化せられて Taurin に變じこのものは Chol-酸と結合して Taurochol-酸となり胆汁中に分泌せらる。Cystein が Taurin に酸化せらるる變化は体外にては之を臭素にて酸化し次で加熱する時に行はるるを得。

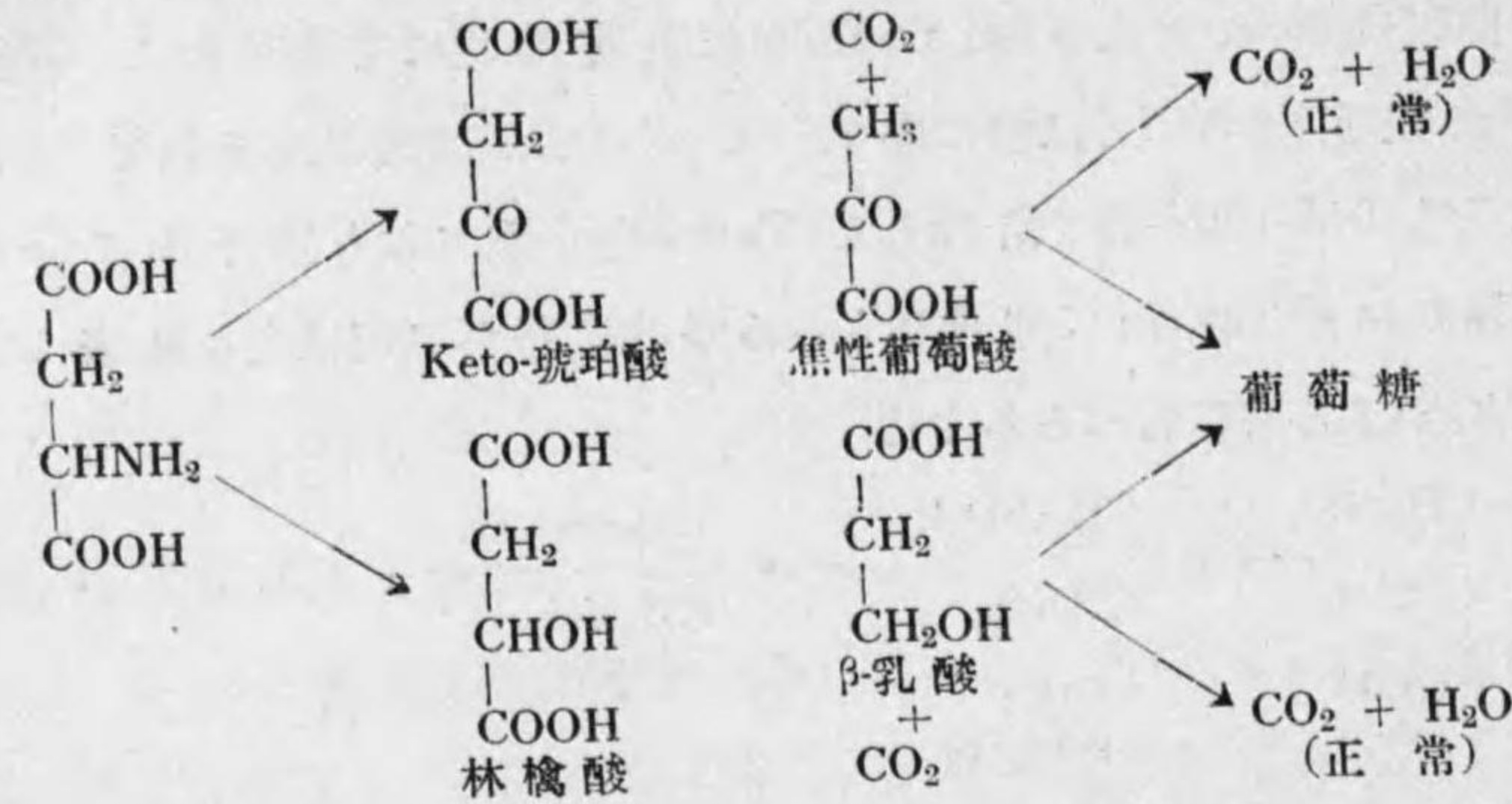


3. 特殊中毒時に際し解毒する際に体内にて用ひらるるこゝあり。例へば Mono-Brombenzol の中毒時に Merkaptur-酸の生成に用ひらるるが如し (Sherwin: Physiol. Rev. 2, 264 [1922])



Asparagin-酸 Asparagin-酸は体内にて或は Keto-琥珀酸を経て焦性葡萄糖に變じ、或は林檎酸を経て β-乳酸に變ず。何れにしても此等は Phlo-

rhizin-獸体内に於て糖を化生す。

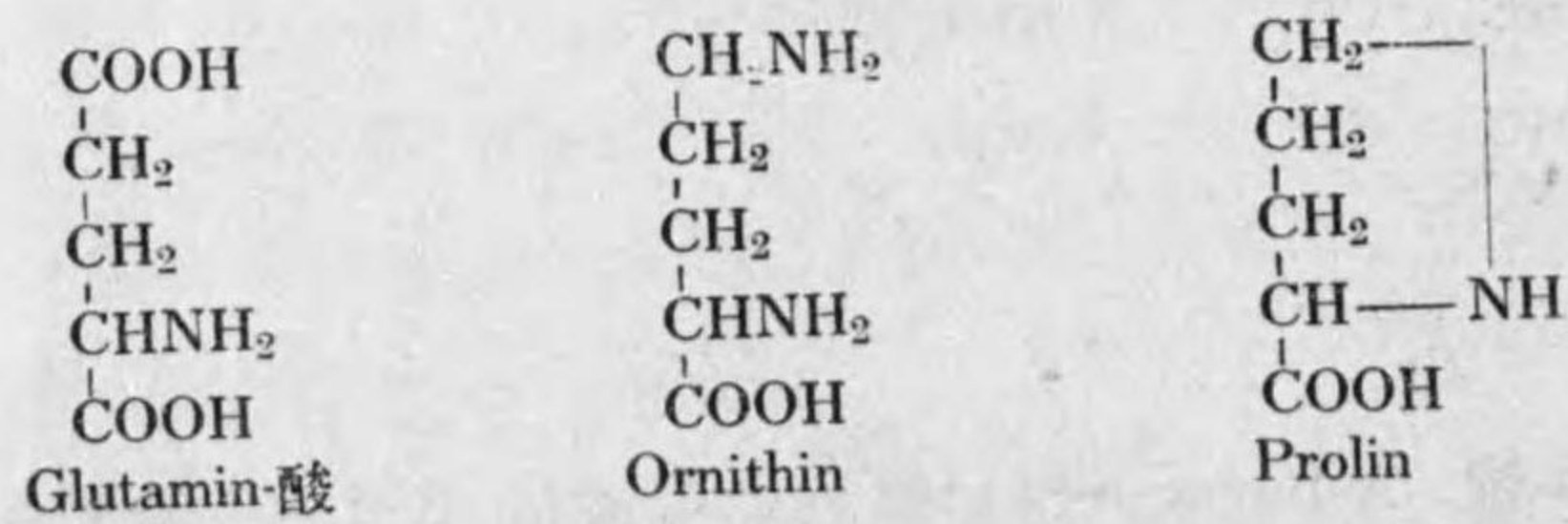


Glutamin-酸 Glutamin-酸を構成する5個の炭素原子中3個の炭素原子は糖尿病獸体内にて糖に變ず。其機序は Asparagin-酸の時に於けるが如く或は α -炭素原子の處に脱-Amid-作用起り次で β -炭素原子の處に酸化行はれて Glycerin-酸なるか、或は Keto-glutar-酸を経て林檎酸又は琥珀酸なるものの如く此等は正常態にては完全に酸化せられて炭酸と水に變化し、糖尿獸にては糖に變ずるものならむ。

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

Lysin Lysin は体内にて糖を作らず、Aceton-體を發生せず。

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



第四項 芳香性簇及び異環性簇の轉變

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と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とかたく、その状態にて Glycocoll と結合し馬尿酸として尿中に排泄せられ、又 Indol 及び Scatol 等は体内にて 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悉くとして未だ明かならずと雖も

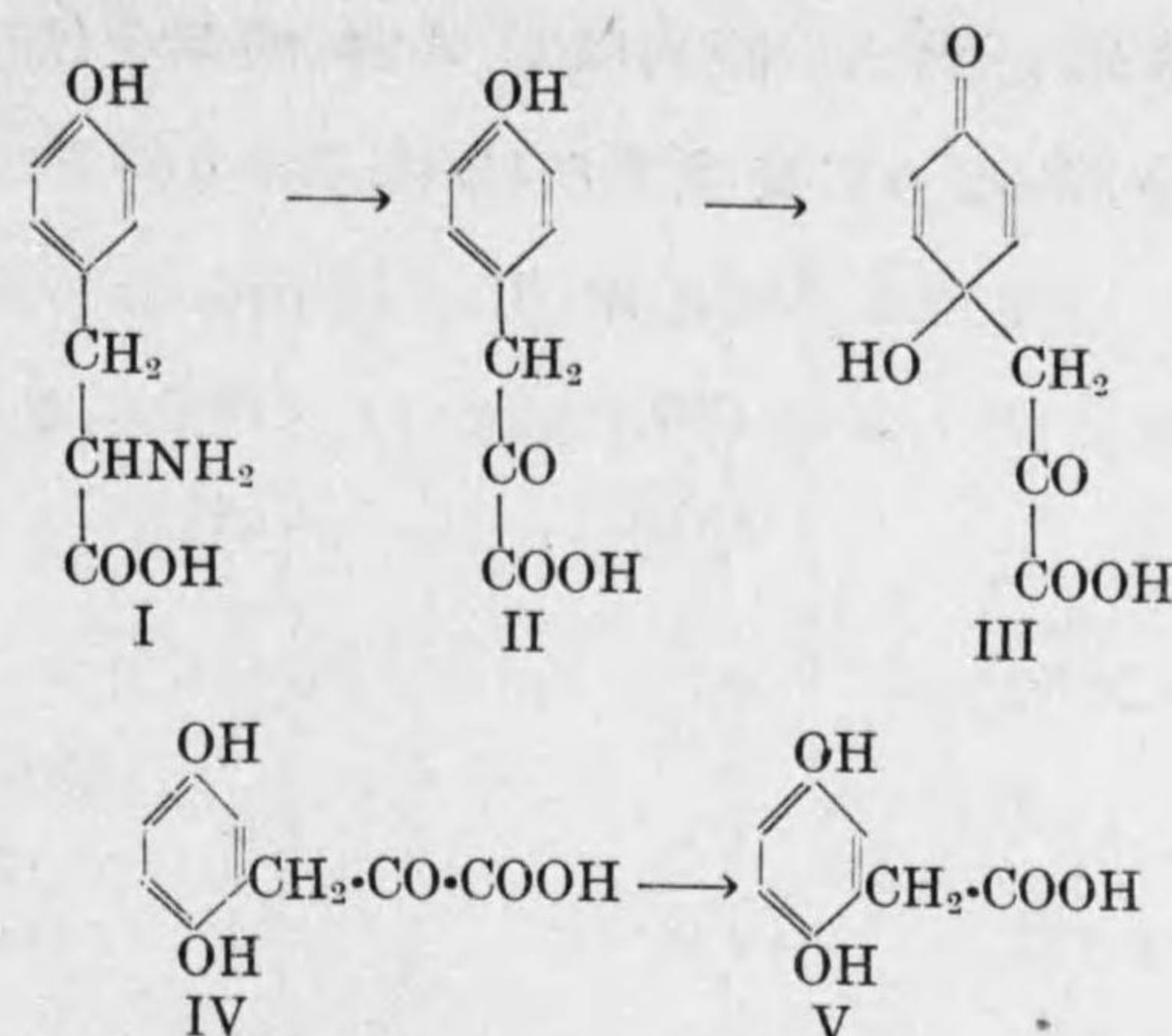
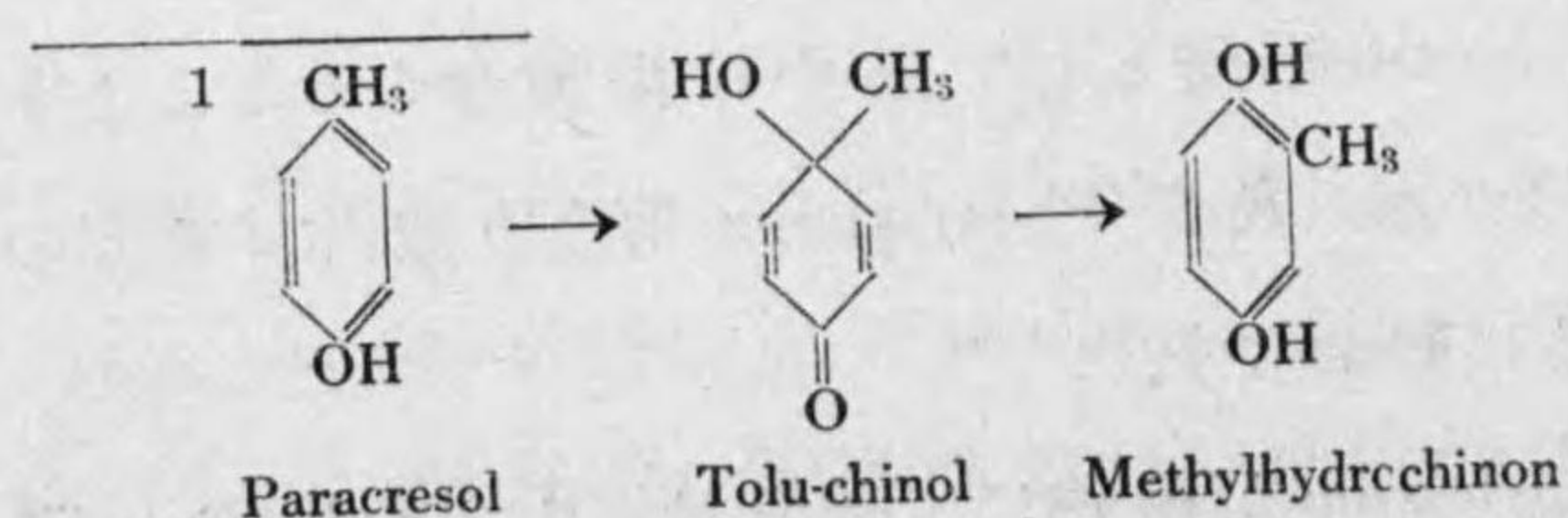
Tyrosin は恐らく Alcapton-尿症と稱する異常代謝の際尿中に出現する Homogentisin-酸を経て分解せらるるものの如し。

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

Tyrosin 及び Phenylalanin が体内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-焦性葡萄酸 $C_6H_4OH \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOH$ 及び Phenyl-焦性葡萄酸 $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOH$ なるべし。此等の酸を Alcapton-尿症患者に與ふる時は盡く Homogentisin-酸に變化するを以ても之を知るべし。然るに此等の酸が更に酸化せられ炭素一個少なき p-Oxyphenyl-醋酸又は Phenyl-醋酸となる時は Homogentisin-酸となる性質を失ふより見れば p-Oxyphenyl-焦性葡萄酸若くは Phenyl-焦性葡萄酸の階程に於て環状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-焦性葡萄酸(II)に變ずるか、又は Phenylalanin より Amid-離解によりて先づ發生したる Phenyl-焦性葡萄酸が酸化せられて p-Oxyphenyl-焦性葡萄酸に變ず。此 p-Oxyphenyl-焦性葡萄酸が Homogentisin-酸に酸化せらるるには酸化と同時に Para の位置にある OH-基の轉位を要す。之には p-Cresol が過硫酸加里により Methylhydrochinon¹ に酸化せらるる時の如く類-Chinon-體化合物(III)を経て酸化と同時に轉位行はれ 2,5-Dioxyphenyl-焦性葡萄酸(IV)となり夫より Homogentisin-酸(V)に酸化せらるるものなるべし。

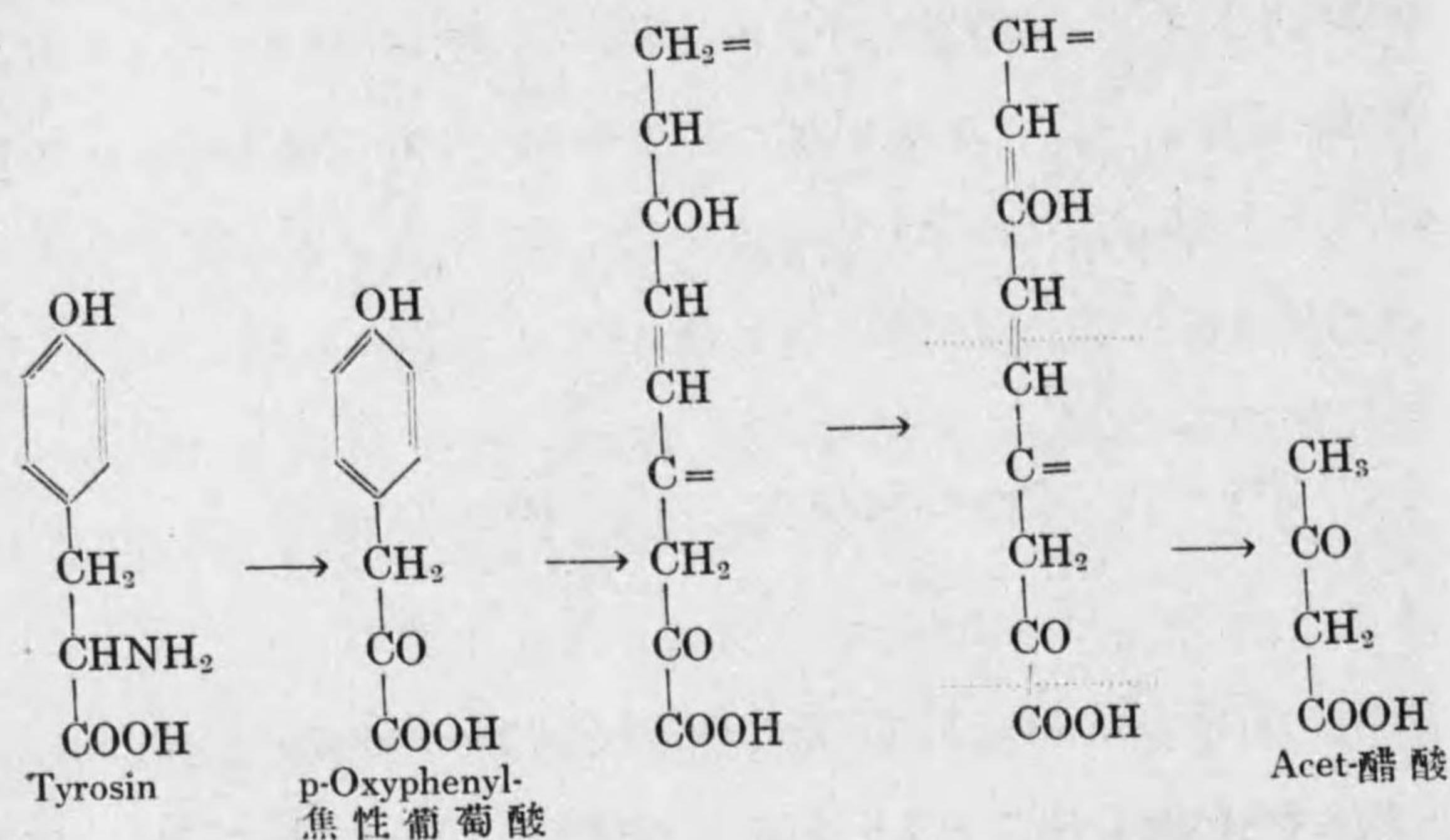


恐らく正常の状態に於て Tyrosin 及び Phenylalanin は Homogentisin-酸に酸化せられこのものが更に酸化作用を蒙りて Benzol-核の分解を見るに反し、Alcapton-尿症患者にては此 Homogentisin-酸を分解する酵素を缺如すものと想定せらる。

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とを得べし。

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

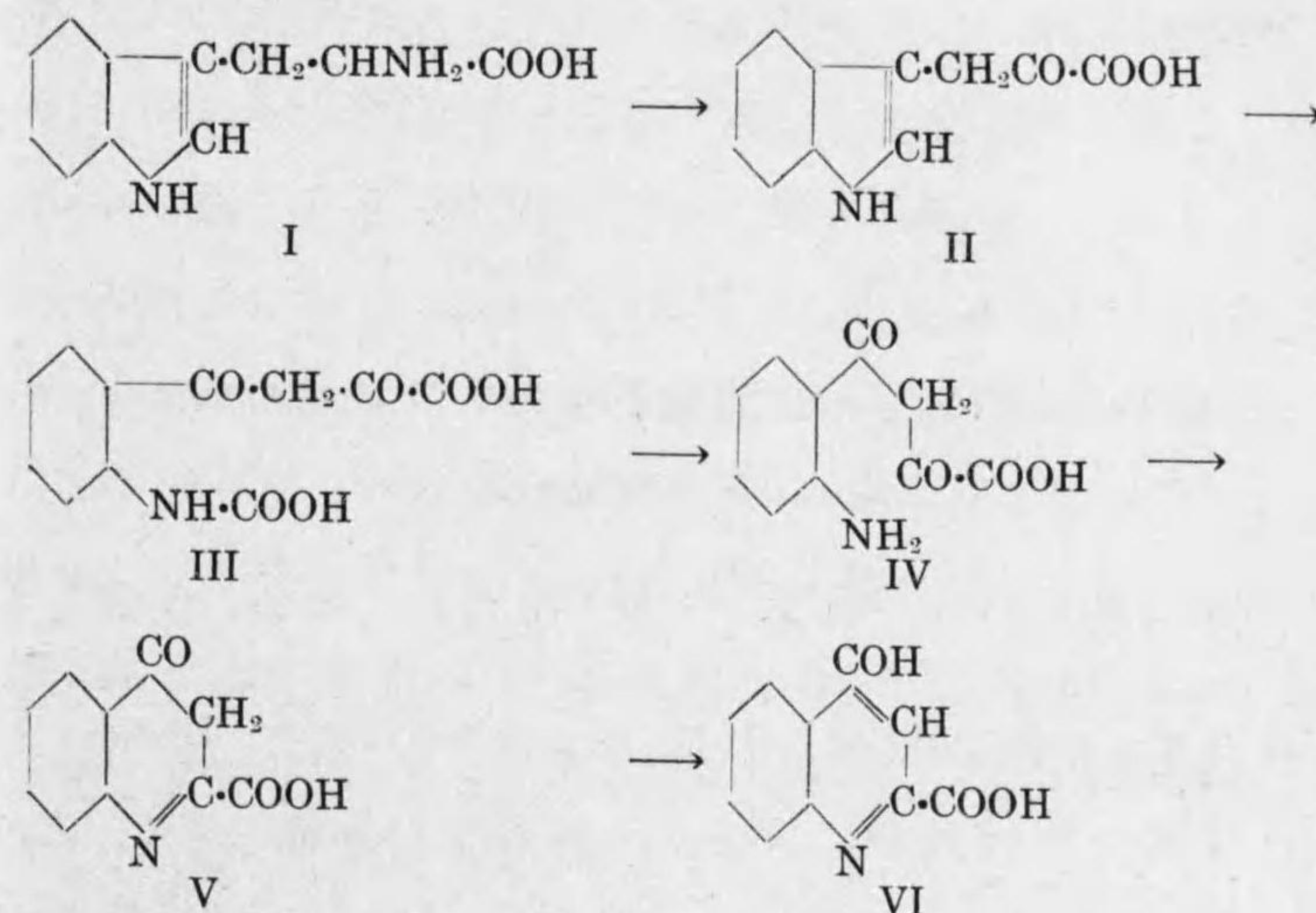
Tyrosin は糖尿病患者の体内にて Aceto-醋酸を化生す之れ恐らく次の如き分解によりて発生するものなるべし。



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

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

めて生ずるは Indol-焦性葡萄糖なるべし、之れ Indol-焦性葡萄糖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-焦性葡萄糖 (IV) となりたる後 Kynuren-酸 (VI) に變ずるものなるべし。



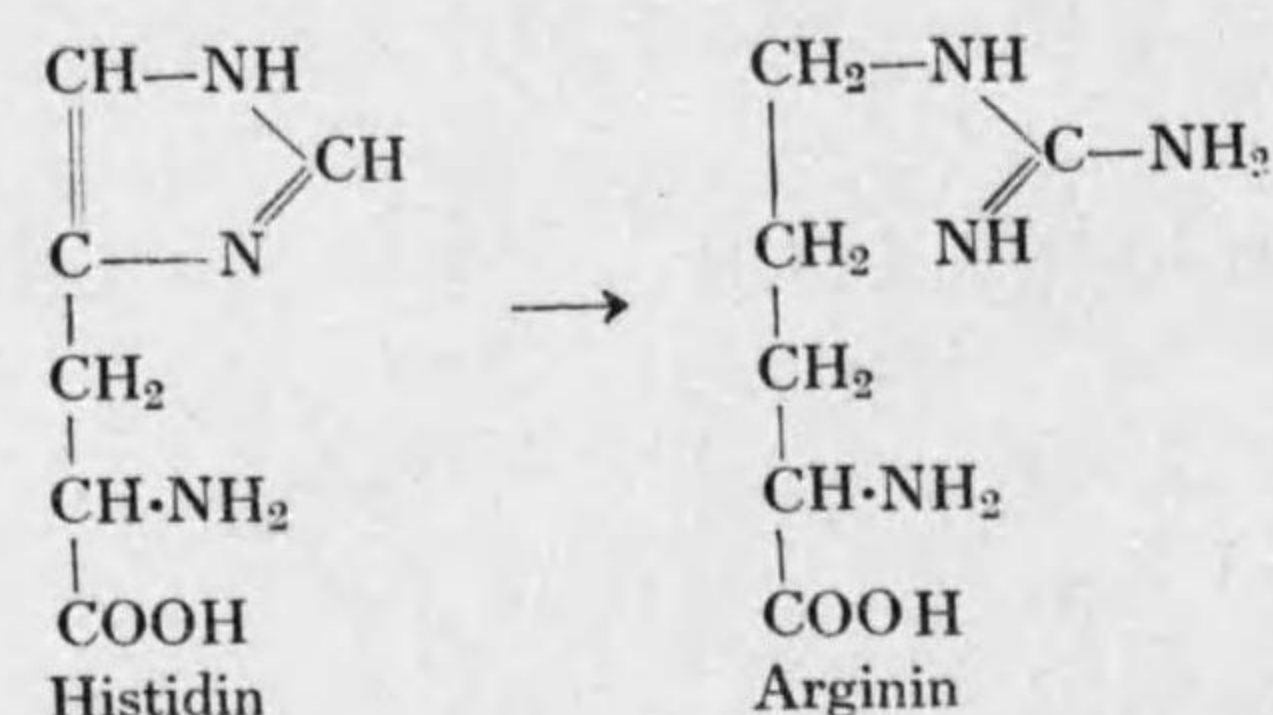
但し正常的体内 Tryptophan 代謝の際中間産物として Kynuren-酸が発生するやは未定なり。

Histidin Histidin が体内にて受くる變化は未だ全く明ならず。肝臓中には之より其窒素の 2/3 を安門に變化する酵素あり (Edl-bacher) 糖を化生せず又 Aceton-體を作らざるもの如し。Rose 及 Cook¹ に従へば食物より全く Histidin を除去する時は尿中に排泄せらるる尿酸及 Allantoin の量著しく減少し、Kreatinin の量も亦減ず。此時 Histidin を附與する時は Purin 量正常値に復歸す。

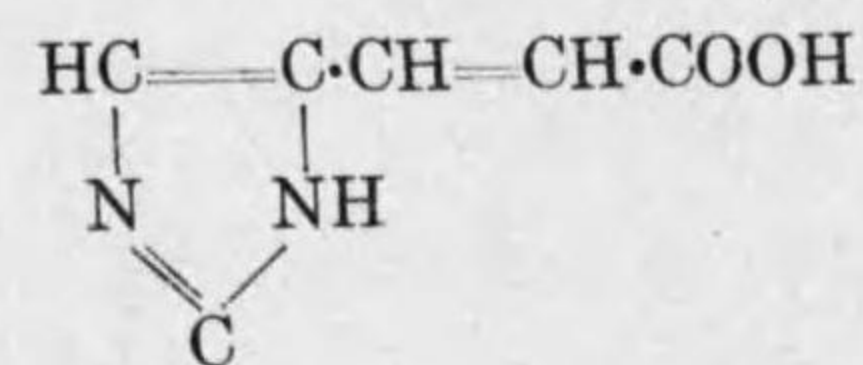
¹ Rose 及 Cook: J. Biol. Chem. 61, 325 [1925]

Imidazol-乳酸は Histidin を代償すといふ (Cox 及 Rose¹)

生體は Iminazol 環を開き Histidin を Arginin に變せしむる機能を有するものの如し。但し Arginin より Histidin を作ることを得ず。



犬の体内にて Histidin は其安門を失ひて Urocanin-酸



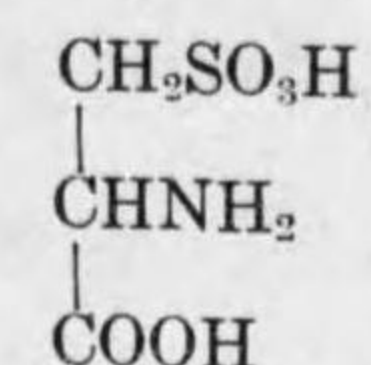
を發生するものの如し犬に大量(一日に5—12g)の Histidin を與ふれば其一部は尿中に Urocanin-酸として排泄せらる、之に反し Imidazolpropion-酸及 Imidazol-醋酸は Urocanin-酸に移行せず (Konishi: Z. physiol. Chem **143** [1925]) 又 Imidazol 及 Methylimidazol は一部其儘尿中に排泄せらる (Leiter: J. Biol. Chem. **64**, 125 [1925])

第二節 硫黄の分解

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

¹ Cox 及 Rose: J. Biol. Chem. **68**, 781 [1926]

又酸化作用行はるる際には Cystein-酸



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

上記 Cystein-酸が二酸化炭素を分離する時は Taurin に變ず。このものは Chol-酸と結合して Taurochol-酸を形成し、一部は遊離の儘尿中に排泄せらる。

第三節 組織代謝

第一項 Kreatinin 代謝

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

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

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

饑餓、發熱、傳染病、糖尿症、Phlorhizin-中毒、燐中毒等にて組織の破壊増大する時、又食餌量不足時に筋肉労働を營む際に増量す。此等の際糖質の輸入は Kreatin の増泄を阻止す。蓋し糖質は體蛋白の分解を抑遏する力大なるに因るためならむ。(糖附與は一方に於ては脂酸より Aceton-體の發生を阻止し、他方には體蛋白より Kreatin の増生を妨ぐ) 甲状腺除去には蛋白質の分解減少するに同時に Kreatinin 排泄減じ、之に甲状腺を飼養すれば増加す。甲状腺飼養は屢々尿中 Kreatin 量の増加を惹起す。

Kreatin を食物内に添加攝取せしむる時は其少なかるざる量は體內殊に筋肉内に蓄積せられ筋肉は其 Kreatin 含量を増大す

¹ Krause: Quart J. Exp. Physiol. 7, 87 [1914] ² Myers 及 Fine: J. Biol. Chem. 14, 9 [1913]

(Folin 及 Denis¹) 然れども攝取量一定量を超越する時は尿中に Kreatin の排泄を認む、之れ一見食餌性糖尿症と似たる關係なり (Chanutin²) 殊に兒童には Kreatin を蓄積する機能少なく少量の Kreatin 服用 (0.1 g) の際にも尿中に Kreatin の排泄を見る。食物内 Kreatin の増加は尿 Kreatinin 量には單に僅微なる増加を招くのみ。

體內諸臓器及び組織の Kreatin 量を檢するに表に示すが如く筋肉に於ける含量最も大にして他の臓器には 0.01—0.04% に過ぎず。此等も恐らく其内に存する筋肉纖維の多少によりて起るものの如く思惟せらる。Bürger に從へば人體内に於ける Kreatin の 98% は筋肉組織にあり、殘餘 2% 中 $\frac{3}{4}$ は腦に含有せらるといふ。

各臓器及組織	Kreatin 量
哺乳類の横紋筋	0.37—0.52%
鳥類の横紋筋	0.35—0.52
魚類の横紋筋	0.28—0.75
哺乳類の心筋	0.21—0.26
哺乳類の平滑筋	0.02—0.04
睾丸 (牛)	0.08—0.10
小腦	0.10—0.13
大腦	0.12—0.16
肝臓	0.016—0.037
腎臓	0.012—0.018
脾臓	0.013—0.019
血液	0.002—0.0027

骨筋中迅速に收縮する白色筋 (0.4—0.6) は收縮緩慢なる

¹ Folin 及 Denis: J. Biol. Chem. 12, 141 [1912]; 17, 493 [1914] ² Chanutin: J. Biol. Chem. 67, 29 [1926]

赤色筋(0.3—0.4)よりも Kreatin を含有すること多し。

胎生期の組織は生後に比し Kreatin を含むこと小なり。例へば牛の横紋筋は胎生期満2月にては0.022%, 5ヶ月にては0.116 9月にては0.25, 成獣にては0.4%なるが如し。

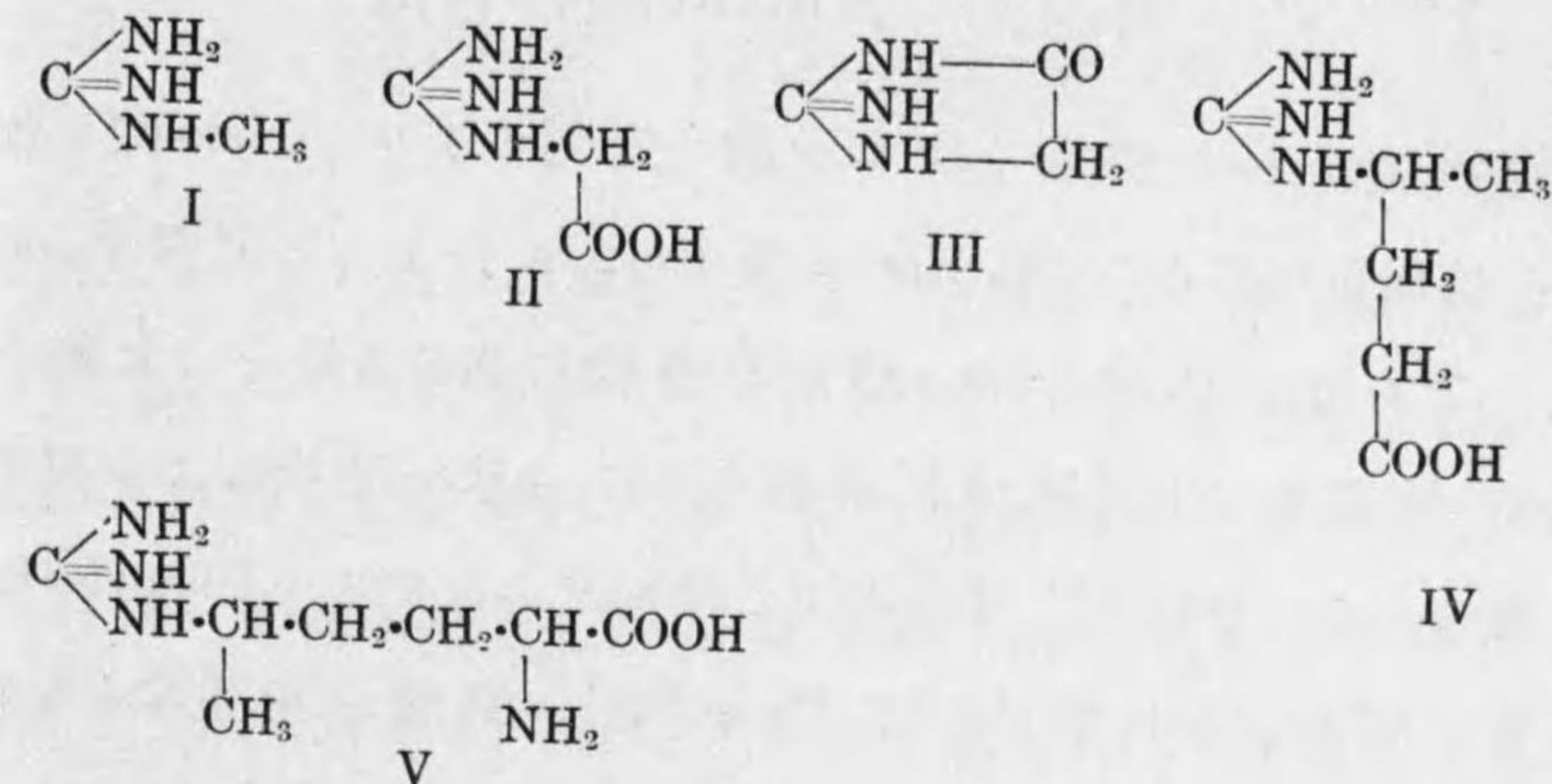
Kreatin は如何なる状態に於て筋肉内に保持せらるるや未だ全く明ならずと雖も約其3分の1は燐酸と結合し, 他は恐らく他の不明なる酸と結合して存在するものの如し。

筋肉は Kreatin の外に尙 Kreatinin を含有するも其量は遙かに小にして100g中纔かに約0.01gを含むに過ぎず。血液は0.001—0.002gのKreatininを含む。

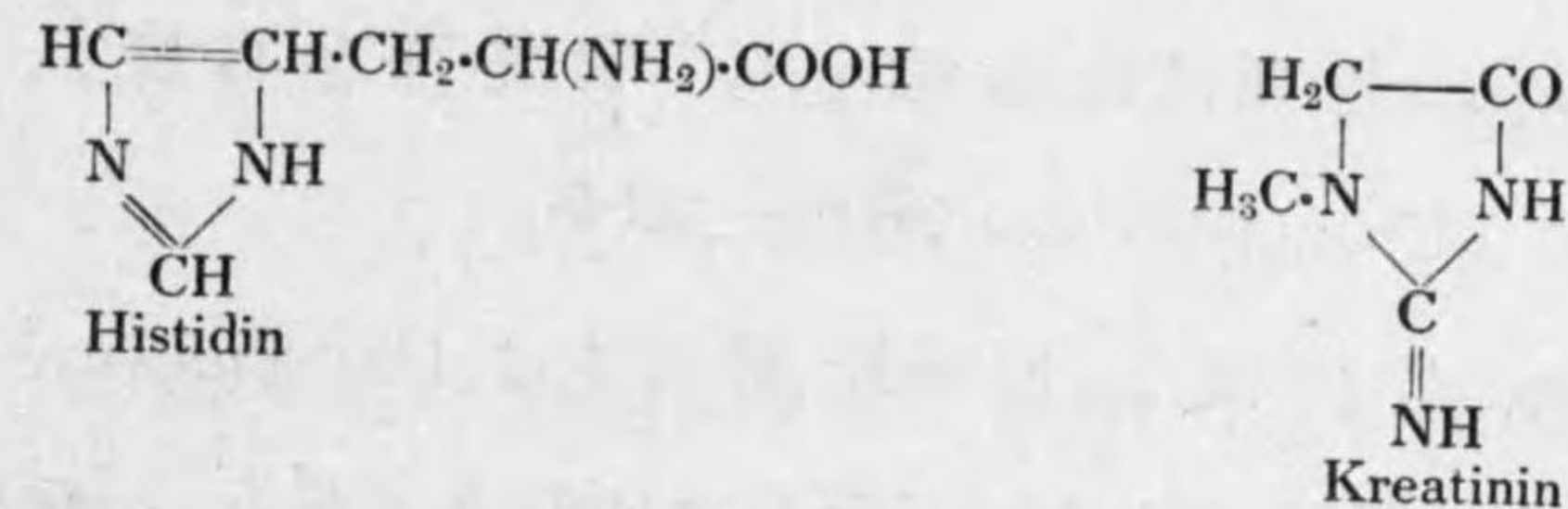
Kreatin は成長したる男子には尿中に存在せざるか, 若くは痕跡に過ぎず, これに反し小兒及び月経時, 妊娠時, 授乳時の婦人の尿中に排泄せらる。一般に信せらるる處によれば尿中Kreatininの源泉は恐らく組織のKreatinにしてこれは筋肉運動と関係なく, 主として筋肉の緊張若くは一般に細胞の保持代謝により発生し, その一部は筋肉内に於て脱水作用を蒙りてKreatininに變じ。Kreatininは分解せらるること難き爲めその儘尿中に排除せらるるものならむ。

Kreatin は体内に於て如何なる機序によりて発生するや全く不明なり。Kutscherは蟹類の浸出物中にはKreatinを缺き之と同時に大量のArgininを含有するを見出したり。此關係は一般に無脊椎動物間に存するものの如く一見KreatinがArgininに由来する一證左なりと思はしむるものあり。然れども未だArginin, Guanidin, Methylguanidin(I), Glykocyamin(II), Glykocyamidin(III),

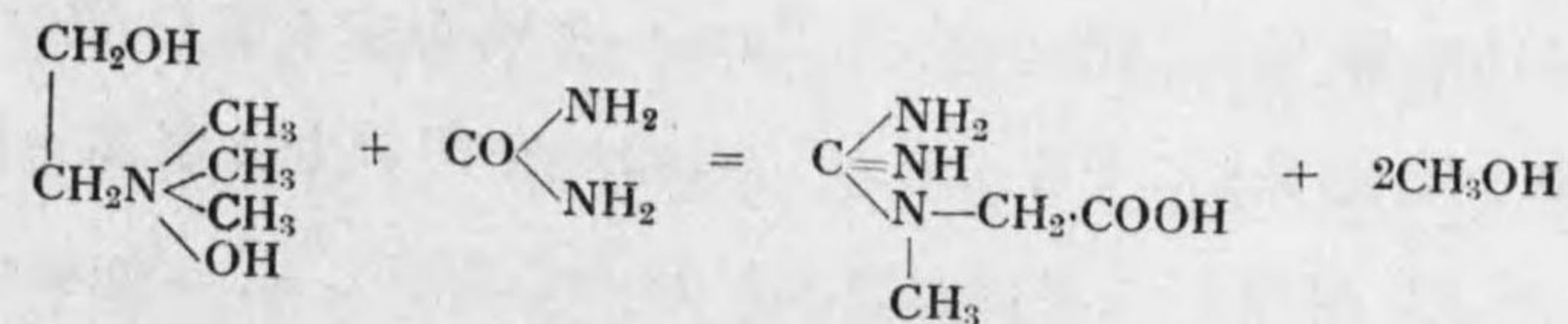
Methylguanido-酪酸(IV), Methyl-化-Arginin(V)等各種化合物を附與する際にKreatin發生の確證を缺く。蓋し複雑なるArginin-化合物の状態に於てKreatin-基の生成を見, 遊離したるArginin若くは其分解物にはKreatin生成の作用なきものならむか。



其他化學的構造上より見ればHistidinとKreatininとの外に著しく相似の點あるを見るべく。



又Cholin及尿素より脱Methyl-化によりKreatin發生する可能性あるべし(Riesser: Z. physiol. Chem. 90, 221 [1914])



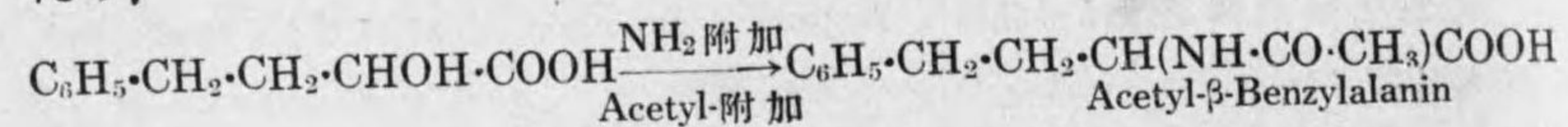
第二項 中性硫黃

尿中に排泄せらるる非酸化硫黃即所謂中性硫黃はCystin, Rhodan-鹽, Taurin誘導體, 蛋白酸及び時としてMercaptan-化合

物等なり。これら中性硫黄の排泄量は食事の性質に拘らず常に一定する所より見るも組織代謝に甚大の關係あるものなるべきもこれらの點は未だ闡明せず。

第四節 Amino-酸の合成

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



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

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

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

酸が動物體內に常に存在するに因るべく、又 Alanin は糖の分解にて生ずる三炭-Oxy-酸より Amino-化によりよく發生することを得。

第四章 核酸中間代謝

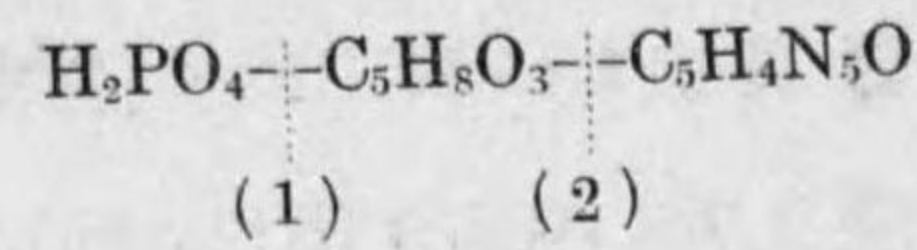
核酸は胃に於ては何等の變化を蒙らず腸管内に於て膵液中の核酸酵素の爲めに單核酸となりこのものはその儘腸より吸収せられ腸壁内若くは血液内に於て單核酸酵素の作用を受く。核酸攝取後には尿中尿酸の排泄量増加す、故に尿酸は食物内核酸の終産物なるを知る、然れども核酸を攝取せざるも常に尿酸の排泄あるにより尿酸は體內核酸よりも亦誘導せらるるを知る、即外因性及び内因性根源を有す。

第一節 核酸の分解

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

例へば Guanyl-酸に磷核酸酵素が作用する時は

¹ Phosphonukleinase ² Purinnukleinase



(1)の處にて分解せられて磷酸と Nucleosid に變ずべくこれに反し Purin-核酸酵素作用する時は(2)の處にて分解せられて Purin を遊離し d-Ribose-磷酸となるべし。かくして發生したる **Purin-鹽基** 又は **Nucleosid** は組織に存する脱-Amid-酵素の作用により之に相當する Oxypurin-誘導體に變ずることを得。

即 Guanin	$\xrightarrow{\text{Guanin-酵素}}$	Xanthin
Guanosin	$\xrightarrow{\text{Guanosin-脱-Amid-酵素}}$	Xanthosin
Adenin	$\xrightarrow{\text{Adenin-酵素}}$	Hypoxanthin
Adenosin	$\xrightarrow{\text{Adenosin-脱-Amid-酵素}}$	Inosin

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

- Guanosin-水解酵素 (Guanosin-酵素)
- Adenosin-水解酵素 (Adenosin-酵素)
- Xanthosin-水解酵素 (Xanthosin-酵素)
- Inosin-水解酵素 (Inosin-酵素)

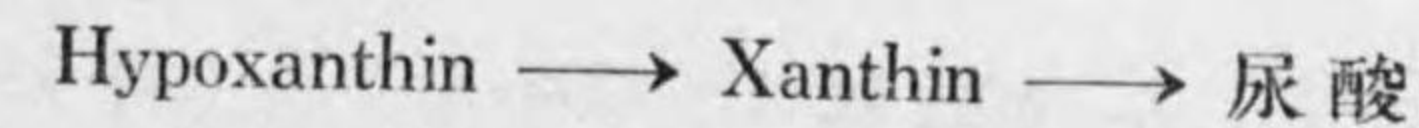
と云ふ。即ち Adenosin 及び Guanosin 等の Nucleosid は(1)先づ脱-Amid-酵素の作用を受けて Inosin 及び Xanthosin に變じたる後水解酵素の爲めに Hypoxanthin 及び Xanthin となるか或は(2)先づ水解酵素の作用を受けて Adenin 及び Guanin に變じたる後 Guanin-酵素及び Adenin-酵素の爲めに Hypoxanthin 及び Xanthin となるの二様の轉變をこる事を得。

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。

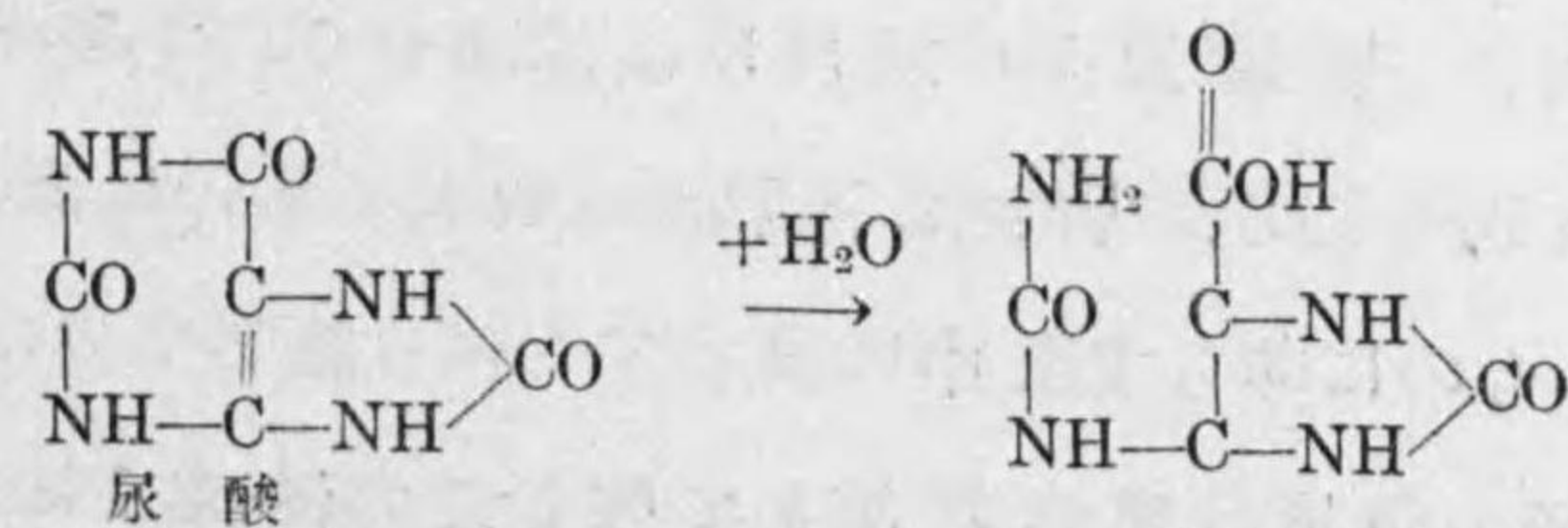
犬及び家兎の肝臓、鼠及び人體の各處は Adenin-酵素を含有せざるが故に Adenin より Hypoxanthin を發生することなきも核酸より Hypoxanthin を作る、これこれらの組織は Adenosin-脱-Amid-酵素を有し核酸より分離發生したる Adenosin を Inosin に變ぜしめこのものが更に Inosin-水解酵素によりて Hypoxanthin に變ずるが爲なり。

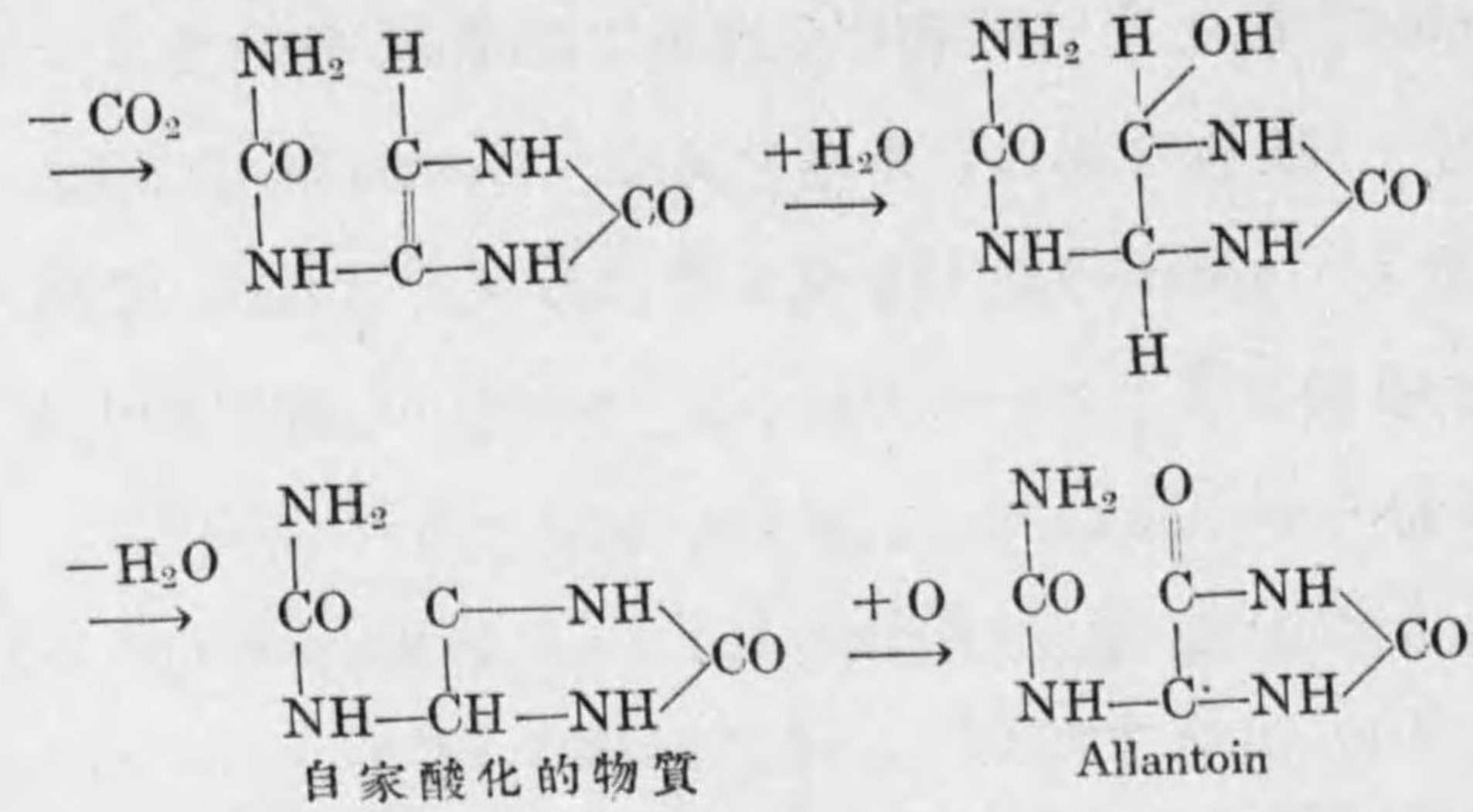
Hypoxanthin 又は **Xanthin** は人間の肝臓及び他の動物の肝臓並びに他の臓器内に存在する Xanthin-酸化酵素の作用によりて尿酸に變ず。



但し犬及鼠の肝臓は 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少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。

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





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

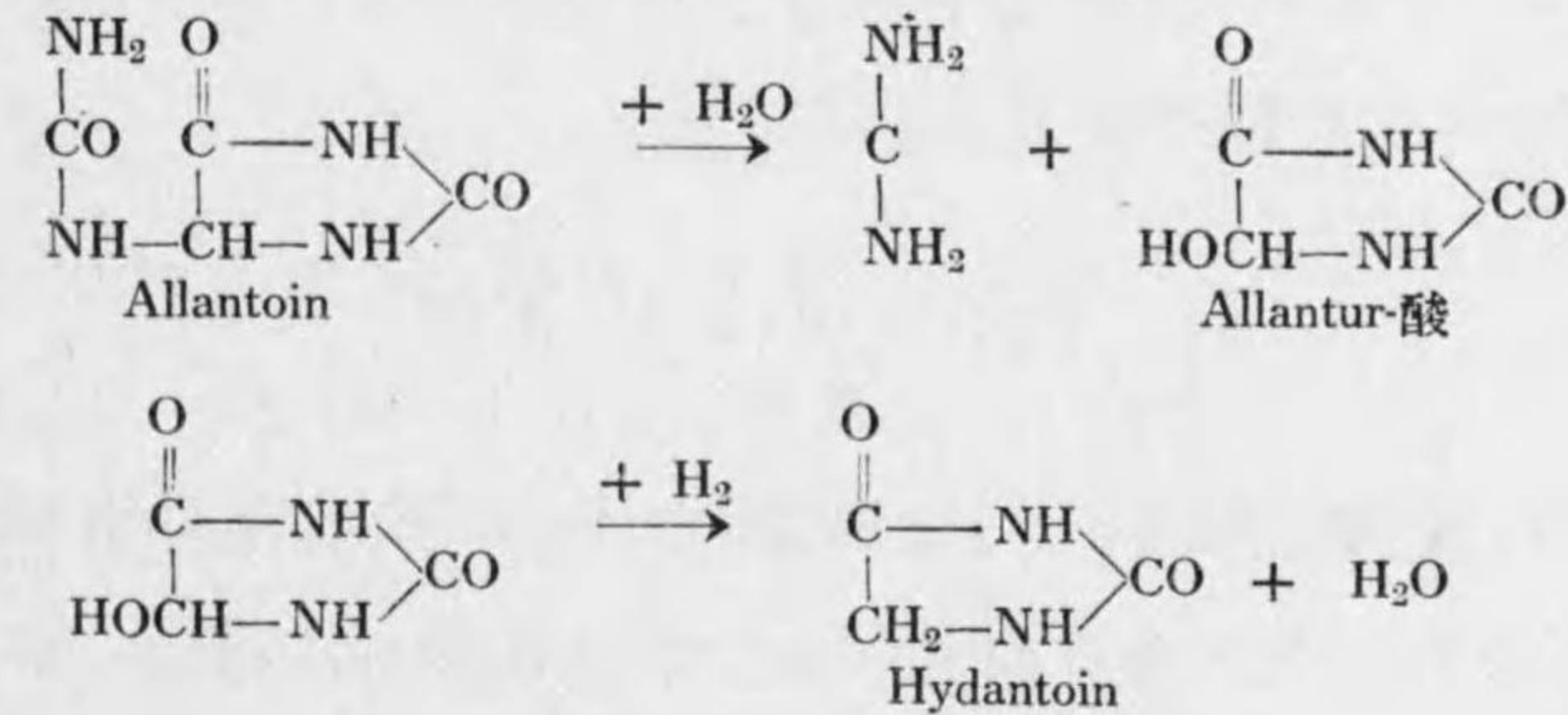
人の肝臓は殆んど尿酸酵素を欠き肉食動物は之を含有すること多きを以て人に尿酸を注射する時は其60—90%は其儘尿中に排泄せらるるに反し肉食動物にては殆んど全く分解せらる。

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。

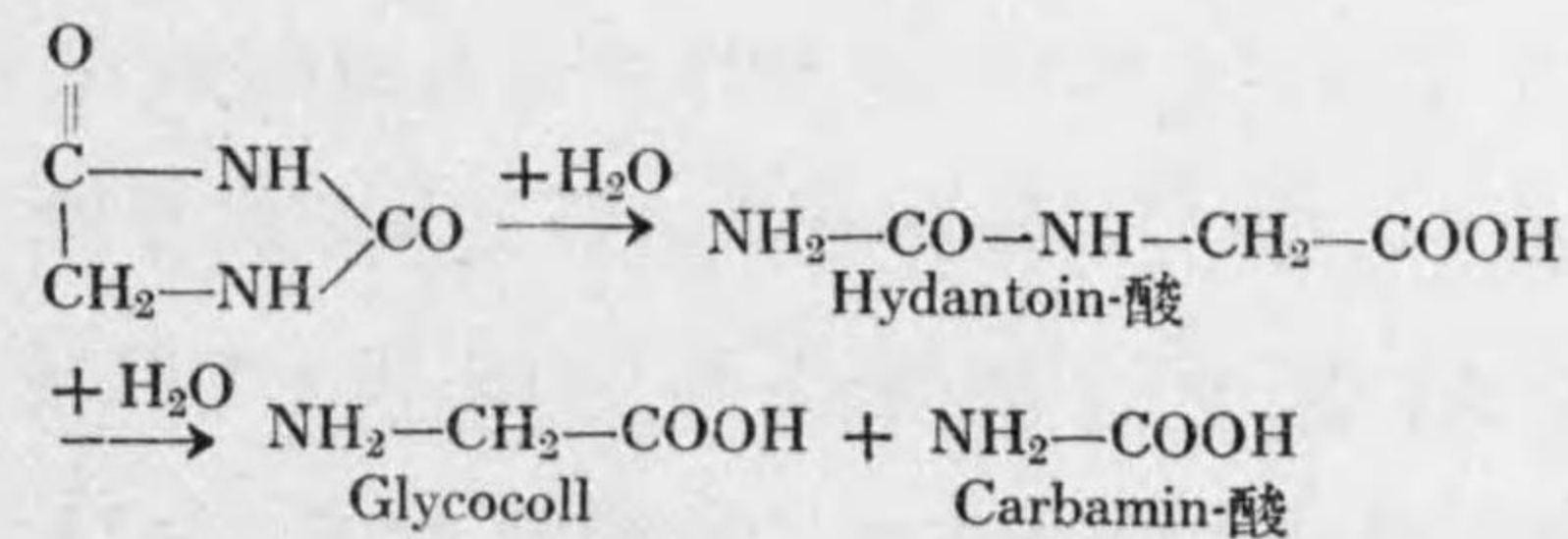
Folin, Berglund 及 Derick によれば尿酸を犬, 猫又は家兎に注射する時は腎臓は直ちに多量の尿酸を攝取すると同時に著しく水腫様に膨大す。腎臓以外の組織には蓄積せられず残部は血中に止まりて破壊せらる。腎臓に蓄積せられたるものは直ちに盡く排泄せらるるものに非らず尿中に移行する部は極めて少なし。犬に於ける尿酸の破壊は其作用極めて強し犬の體重1 kg に對し100

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 は更らに人の静脈内に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 を水と共に煮沸すれば尿素を Allantur-酸に變じ, Allantur-酸は水素受容質として作用して Hydantoin となる。



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



此等の反応は Purin の由來及合成に幾分の光明を與るものなるべし。

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

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 Trimethylxanthin) を犬に與ふる時は主として 1·3 Dimethylxanthin 及 3-Methylxanthin を尿中に排泄し (1)-Methyl-基及 (7)-Methyl-基容易に分離せらるるに反し家兎にては 1-Methylxanthin, 7-Methylxanthin 及 1·7-Dimethylxanthin 排泄せられて (3)-Methyl-基の失はれ易きを見る。尙 Theobromin (3·7-Dimethylxanthin) を與ふる時犬にては主として 3-Methylxanthin, 家兎にては主として 7-Methylxanthin の排泄を見るも之と同じ。

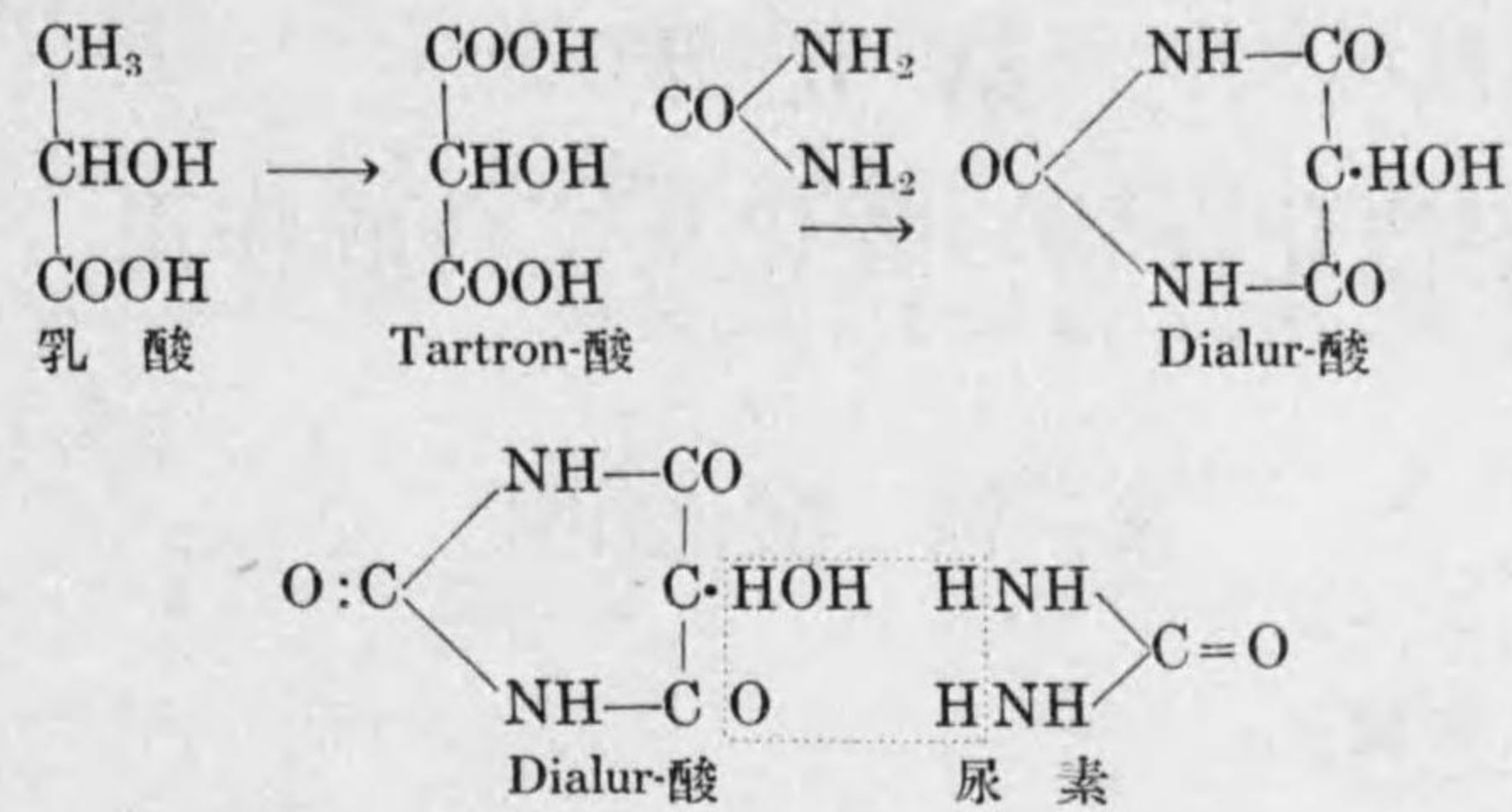
第二節 Purin の生成

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

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

鳥類及び爬蟲類にて尿酸が合成せらるるは恐らく次の如き順

序によるものならむ。



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

體-Purin の生成 然れども Purin が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、昆蟲の卵の發育に伴ひても核酸含有量増加す。
3. 乳汁中には Purin 殆んど存在せず、然るに幼獸はこれを攝取して Purin を多量に有する臓器を作る。

第五章 爾他化合物の酸化及び合成作用

第一節 酸化作用

1. 炭化水素

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

芳香簇の炭化水素は概ね下記二様の一に従ひて變化す。甲、芳香核が直接に變化せられてその水素を水酸化基に置換す。

乙、側鎖に酸化作用を蒙りて酸を作る。

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

臭化-Benzol は体内にては Para の位置にて酸化せられ p-Bromophenol-硫酸又は p-Bromophenylmerkaptur-酸として尿中に排泄せらる。

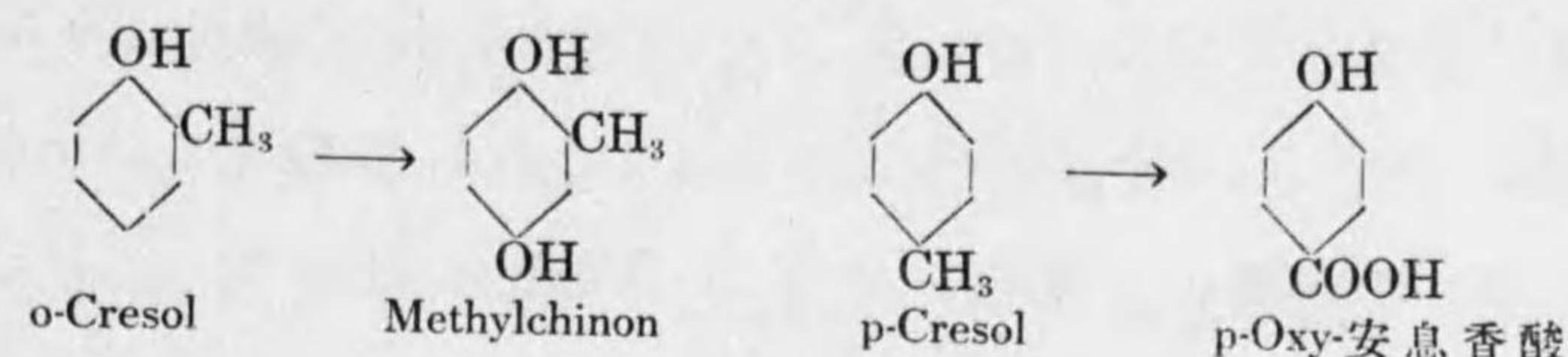
Toluol, Ethylbenzol, n-Propylbenzol 等は側鎖の處にて酸化行はれて安息香酸に變じ Glycocol と結合し馬尿酸として排泄せらる。

2. Phenol

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

尤も Phenol の約 50% は更に体内にて酸化せられて Chinon 及

び Catechin に變じこれらも亦硫酸又は稀に Glycuron-酸と結合して尿中に排泄せらる。Cresol は大部分その儘抱合硫酸として尿中に排泄せらるるも、一部の o-Cresol は Methylchinon として、又一部の p-Cresol は、p-Oxy-安息香酸として尿中に排除せらる。



3. Alcohol

Alcohol は体内に於て先づこれに相當する酸に酸化せられたる後更に分解せらる、然れどもこの際發生したる酸の一部はその儘排泄せらるるあり、例へば Methylalcohol は蟻酸として、Benzyl alcohol は安息香酸として、Phenylethylalcohol は Phenyl-醋酸として、Saligenin (C₆H₄OH-CH₂OH) は Salicyl-酸として排泄せらるるが如し。

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

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

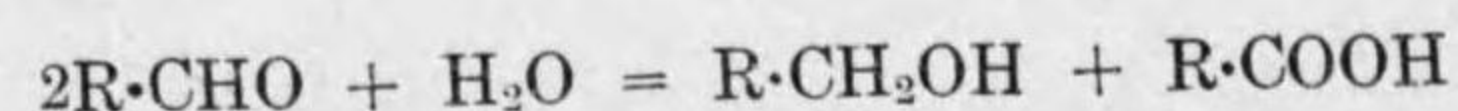
Cholesterin 及び Phytosterin は体内にて酸化せられ Oxycholesterin

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

及 Oxyphytosterin となるものの如しと雖も其關係未だ明ならず。

4. Aldehyd

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



Dakin 及 Dudley¹ は Phenylglyoxal を肝に輸血せし時 Phenylglyoxyl-酸に變ずることを認めたり。

家兎に體重 1 Kilo に對し 1 cc の Acetaldehyd を皮下に注射するに肺より排除せらるる Aldehyd の量は第一時間内に 2,31 mg, 第二時間内に 1,45 mg, 第三時間内に 0,62 mg, 第四時間内に 0,00 mg, にして、尿内に排出せられたるものは 5,67 mg, なり。即 Acetaldehyd は僅かに其一小部分を肺及腎を通じて排出するのみにして大部分は體內にて代謝に與かる此際 Insulin 注射は血液内 Acetaldehyd の消退を促進するものの如し (Supniewski²)

5. Amin

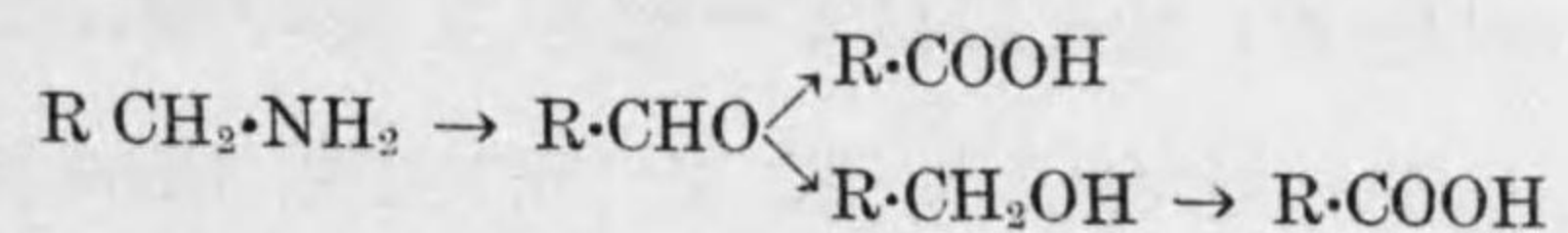
腸内に於て Amino-酸が細菌の爲めに分解せらるる際には常に少量の Amin を發生し、又 Methylguanidin, Cholin 等の Amino-鹽基は食物中に含有せらるるを以て従てこれらの Amin は體內に吸収せらる。

¹ Dakin 及 Dudley: J. Biol. Chem. 18, 29 [1914]

² Supniewski: J. Biol. Chem. 70, 13 [1926]

Methylamin, Ethylamin, 異性-Amylamin 等の簡單なる Amin は體內にて殆んど完全に分解せらる、而して Methylamin は酸化中間物として蟻酸を尿中に排泄す。CH₃·NH₂ → NH₃ + HCOOH → CO₂。然るに他の脂肪屬 Amin は揮發性脂酸を尿中に排泄せず。これこれらの脂酸は體內にて容易に酸化せらるるを以てなり。芳香屬の Amin 例へば Benzylamin は安息香酸を生じこれを馬尿酸として排泄す。Thyramin は p-Oxyphenyl-醋酸として、Histamin は Indol-醋酸として排泄せらる、此時中間産物として p-Oxyphenylethylalcohol 及 Indolethylalcohol を實驗的に證明することを得。

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



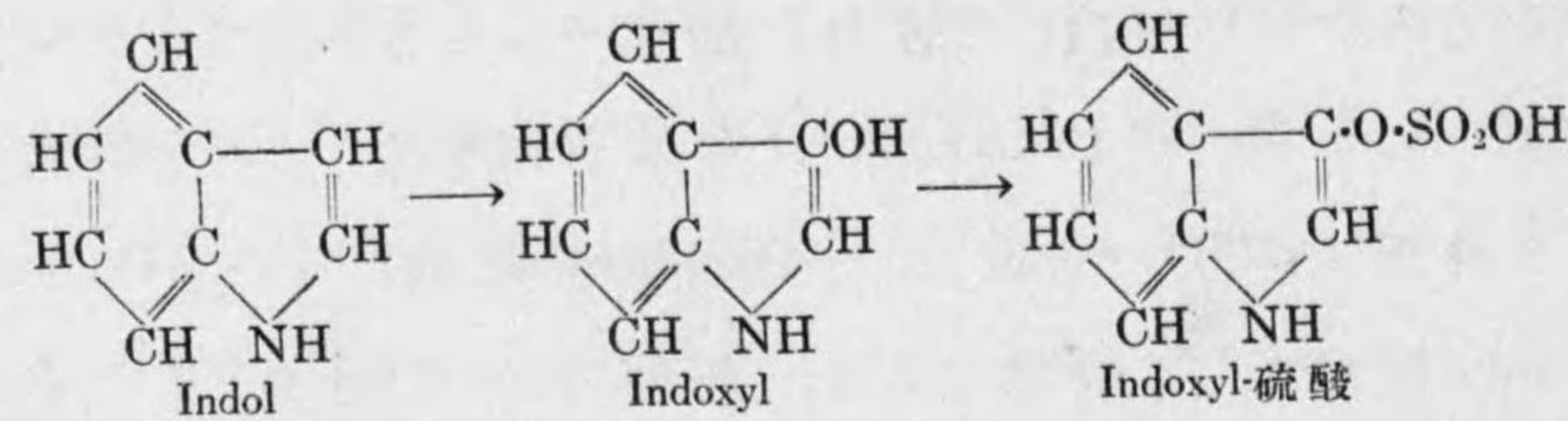
Guanidin 及び Methylguanidin NH₂·C(=NH)·NHCH₃ は體內にて酸化せらるること難くその儘尿中に排泄せらる。

6. Indol-誘導體

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

く体内にて酸化作用を蒙ること甚だ難くその儘尿中に排除せらる。

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



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

第二節 合成作用

動物體及び植物界に於て行はるる化學反應の間には一見著しき相違あり。即ち植物は水、炭酸、安門鹽、硝酸鹽及びその他一二の礦質等簡單にして Energi に乏しき養素を攝取しこれを還元し尋で脂質、糖質、有機酸、類滴體、樹脂及び蛋白質等の化合物を合成するに反し、動物はこれら Energi に豊裕なる脂質、糖質、蛋白質等を食しこれを水解酸化して炭酸、水、尿素等に變化したる後これを排泄す。然れども動物體及び植物體の化學作用は全然反對なるものにあらず、植物體も亦酸化作用を行ひ酸素を攝取し炭酸を排泄し、動物體も亦酸化作用、水解作用以外に尙還元作用及び許多の合成作用を營爲す。これら合成作用の主なるものを下に列舉せん。

1. 馬尿酸の合成

安息香酸を動物に與ふれば該酸は体内に於て Glycocol と結合して馬尿酸に變じたる後尿中に排泄せらる。かくの如く Glycocol と結合するものは獨り安息香酸に限るものにあらず o-及び m-Chloro-安息香酸 $\text{ClC}_6\text{H}_4\text{COOH}$, m-Bromo-安息香酸 $\text{BrC}_6\text{H}_4\text{COOH}$, m-Nitro-安息香酸 $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$, o-, m-, p-Toluyl-酸 $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$, o-, m-, p-Fluor-安息香酸 $\text{FC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ 等も亦体内に於て Glycocol と抱合す, Salicyl-酸 $\text{HO}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{COOH}$ の如きも一部はそのまま尿中に排泄せらるるも、一部は Glycocol と抱合して Salicylur-酸 $\text{HO}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ となりて排泄せらる。

芳香性物質は多くの場合に於て体内にて酸化せられ安息香酸となるも Phenyl-醋酸 $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ は酸化せらるること難くその儘 Glycocol と結合し, Phenacetur-酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ に變じて排泄せらる。一般に Phenylpropion-酸及び Phenylvalerian 酸の如く奇數の炭素原子鎖を有する芳香性脂酸は安息香酸となりたる後馬尿酸として排泄せられ, Phenyl-酪酸, Phenylcapron-酸の如く偶數の炭素原子鎖を有する芳香性脂酸は先づ Phenyl-醋酸に酸化せられたる後 Phenacetur-酸として排泄せらる (Knoop).

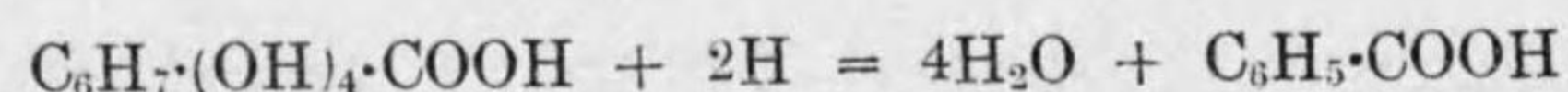
側鎖を有する芳香性炭化水素例へば Toluol $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_3$, Ethylbenzol $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_3$, Propylbenzol $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_3$ 等は側鎖の處に於て酸化せられ安息香酸として排泄せらる。數多の側鎖を有する化合物はその一側の側鎖を炭素酸基¹に變ず, 例へば Xylol $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ は酸化せられて Toluyl-酸 $\text{CH}_3\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{COOH}$ となりこのも

¹ Karboxylgruppe

のは Glycocol と化合して Toluytur-酸 $\text{CH}_3\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ として排泄せらるるが如し。

Benzaldehyd $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ の一部は動物体内に於て酸化せられて安息香酸に變じ馬尿酸として排泄せらる、然れども他の一部はこれと同時に反對に還元せられて Benzylalcohol $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_2\cdot\text{OH}$ に變じ抱合性 Glycuron-酸として排泄せらる。

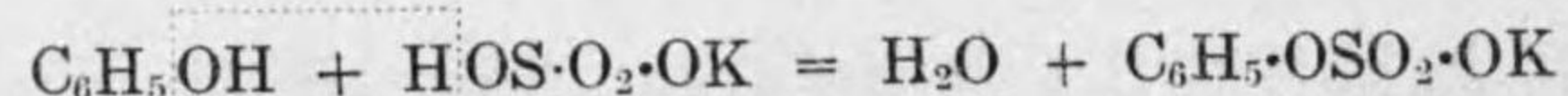
規那酸 $\text{C}_6\text{H}_7\cdot(\text{OH})_4\cdot\text{COOH}$ は体内に於て還元せられて安息香酸となり馬尿酸として排泄せらる。



食物より糖質を除去する時は馬尿酸の合成著しく減退す、故に糖の存在は Peptid 結合に必要なものならむと (Widmark¹)

2. 芳香性 Ether-硫酸即抱合性硫酸の合成

Phenol 又は Phenol-誘導體を動物に與ふればこれらは体内に於て酸性硫酸加里と結合し抱合性硫酸-Kalium-鹽として尿中に排泄せらる。

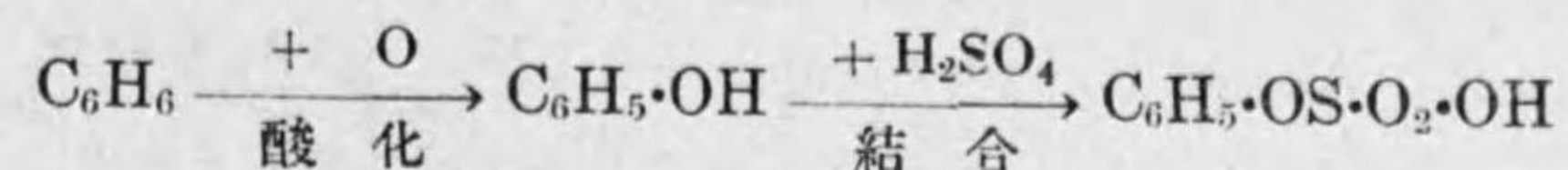


Kresol $\text{CH}_3\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{OH}$, Thymol $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)(\text{C}_3\text{H}_7)(\text{OH})$, Guajacol $\text{CH}_3\text{O}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{OH}$ (1,2), Brenzcatechin, Resorcin 及び Hydrochinon 等二價の Phenol $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ 及び Eugenol $\text{CH}_2\cdot\text{CH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{C}_6\text{H}_3(\text{OCH}_3)(\text{OH})$ も亦同様に Ether-硫酸を合成す。

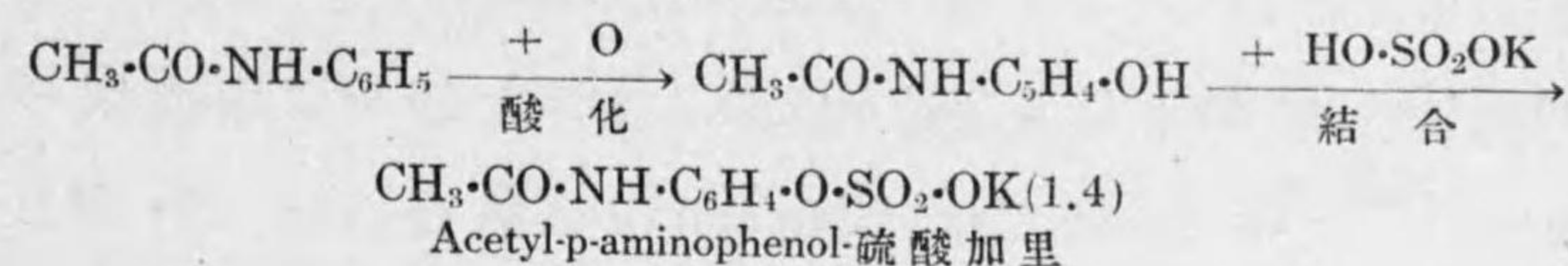
攝取したる芳香性物質が Phenol-水酸基を有せざる時は先づ酸化せられて水酸基を得たる後硫酸と結合すること屢これあり、例へば Benzol は酸化せられて Phenol に變じ次で Phenol-硫酸とし

1 Widmark: Poch. Z. 179, 272 [1926]

て尿中に排泄せらるるが如し。

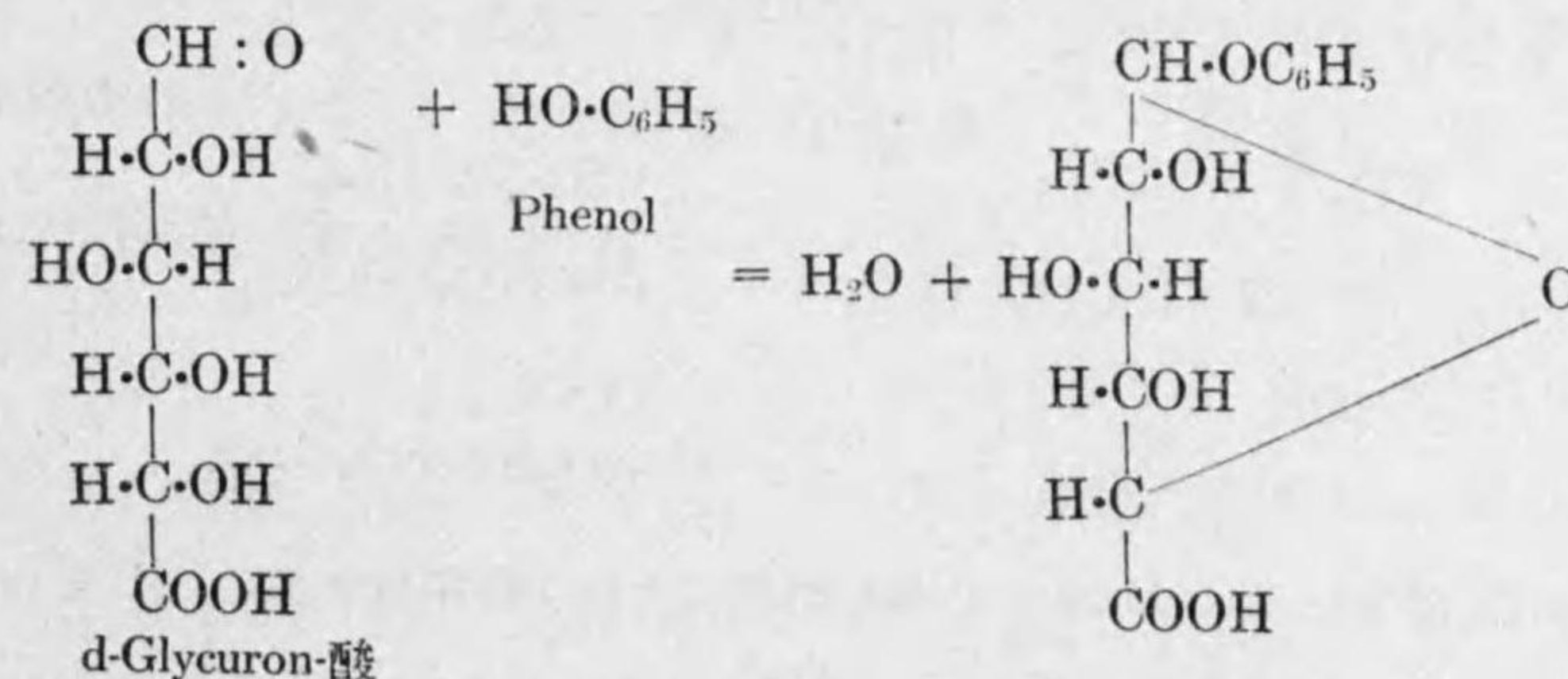


Acetanilid $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{NH}\cdot\text{CO}\cdot\text{CH}_3$ も亦 Benzol の如き變化を受く即ちその一部は Acetyl-p-aminophenol となり他の一部は猶 Acetyl-簇を失ひて p-Amino-phenol に變化したる後皆硫酸又は Glycuron酸(次項を参照すべし)と結合して排泄せらる。



3. 抱合性 Glycuron-酸の合成

Alcohol, Phenol 及びその誘導體の如く水酸基を有するものは動物体内に於て容易く Glycuron-酸と抱合し左旋性抱合 Glycuron-酸となりて尿中に排泄せらる。諸種の Aldehyd 及び Keton は先づ還元せられてこれに相當する第一次 Alcohol 又は第二次 Alcohol に變化したる後 Glycuron-酸と結合す。芳香性炭化水素、還狀 Terpen 及び樟腦等は動物体内に於て先づ酸化若くは水解せられて水酸基を得たる後芳香性 Glycuron-酸に變ず。



抱水Chloral $\text{CCl}_3\cdot\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$ は先づ還元せられて Trichlorethylalcohol $\text{CCl}_3\cdot\text{CH}_2\text{OH}$ に變化したる後 Glycuron-酸と結合して Urochloral-酸即ち Trichlorethylglycuron-

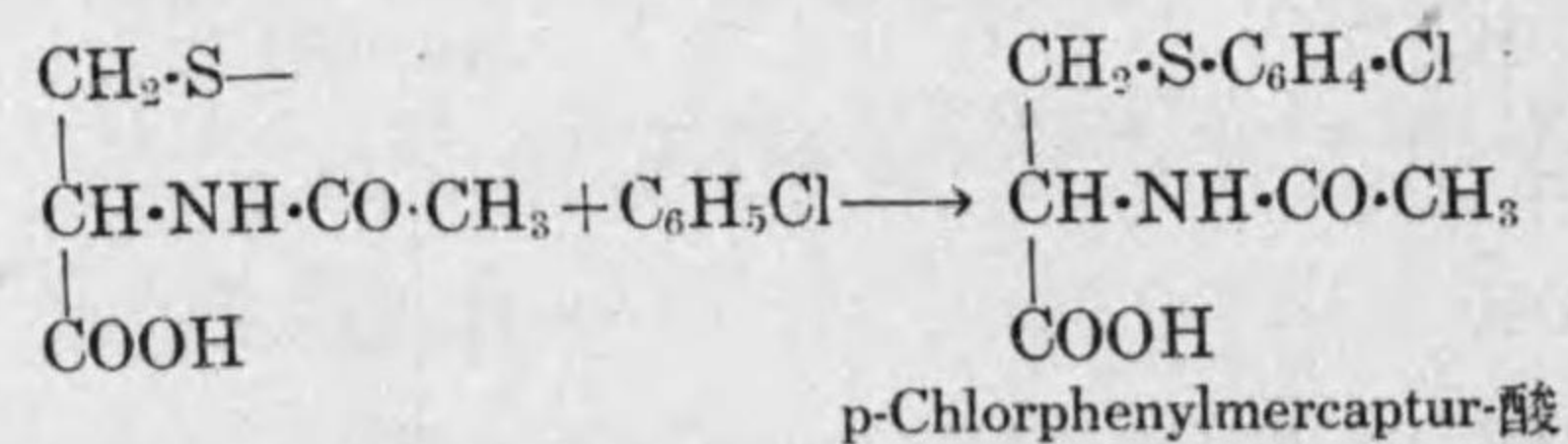
酸となる、Alcohol中、異性 Butylalcohol は比較的少量の Glycuron-酸抱合物を作る、一般に第二次の Alcohol は Glycuron-酸と結合し易し、薬剤中樟腦、龍腦、Menthol, Terpen, Naphtalin, Antipyrin 等を服用したる後は同じく尿中にこれら抱合性 Glycuron-酸を見る。

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

Diphenyl-醋酸を人及び動物に與ふるに大部分は其儘尿中に排泄せらる。Glycocoll 又は Glutamin とは抱合せず。一部は Glucuron 酸と抱合して尿中に出づ Ester-型の抱合 Glucuron-酸なり。(Mirian, Wolf 及 Sherwin²)

4. Merkaptur-酸の合成

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

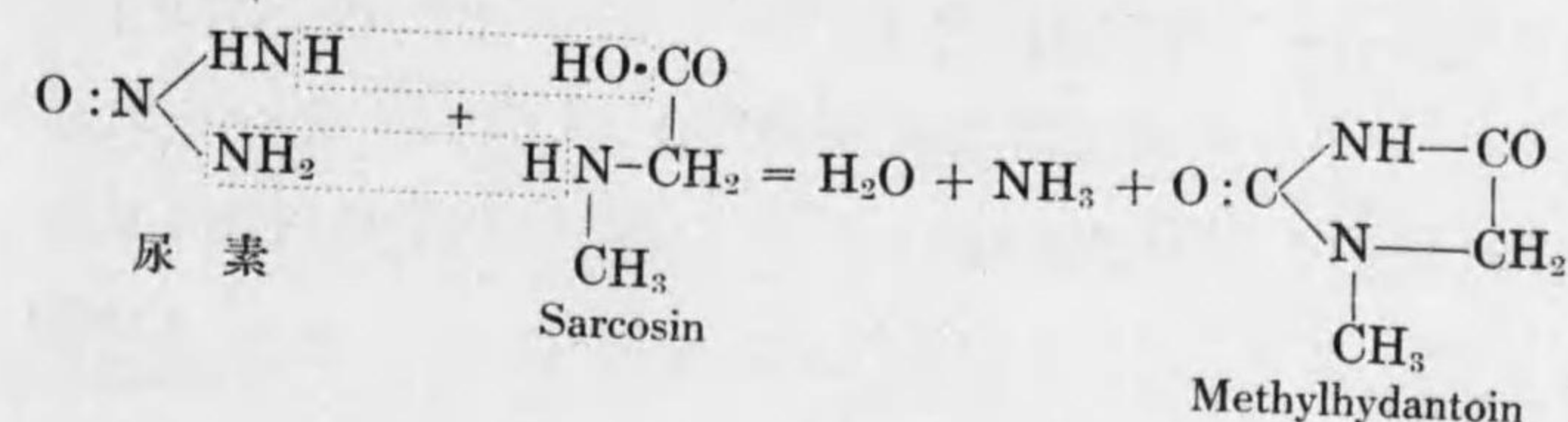


稀薄なる鹽酸と共に Mercaptur-酸を加熱する時は醋酸を分離し SH-基の水素を造鹽素-Phenyl と置換して Cystein に變ず。

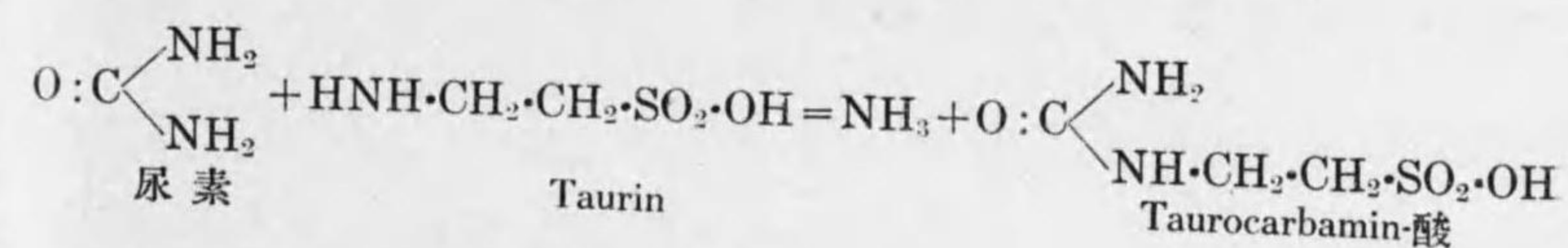
¹ Quick: J. Biol. Chem. 70, 59 [1926] ² Miriam, Wolf 及 Sherwin: J. Biol. Chem. 71, 249 [1927]

5. Hydantoin 及び Taurokarbamin-酸の合成

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

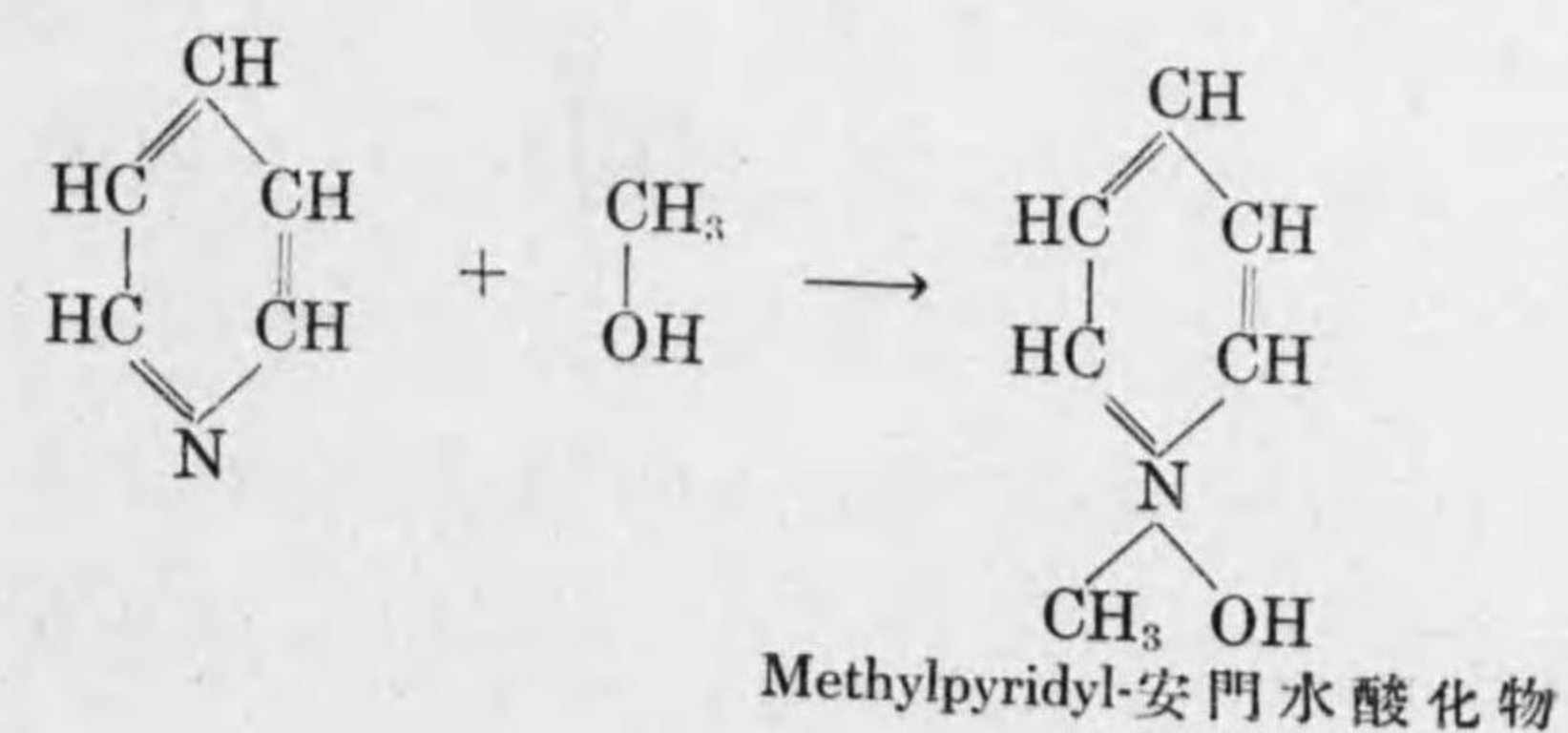


Taurin $\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\text{SO}_2\cdot\text{OH}$ も亦甚だ燃焼せられ難きを以て Sarkosin の如くその一部はその儘, 他の一部は尿素と化合し安門を失ひて Taurokarbamin-酸に變じたる後尿中に移行す。



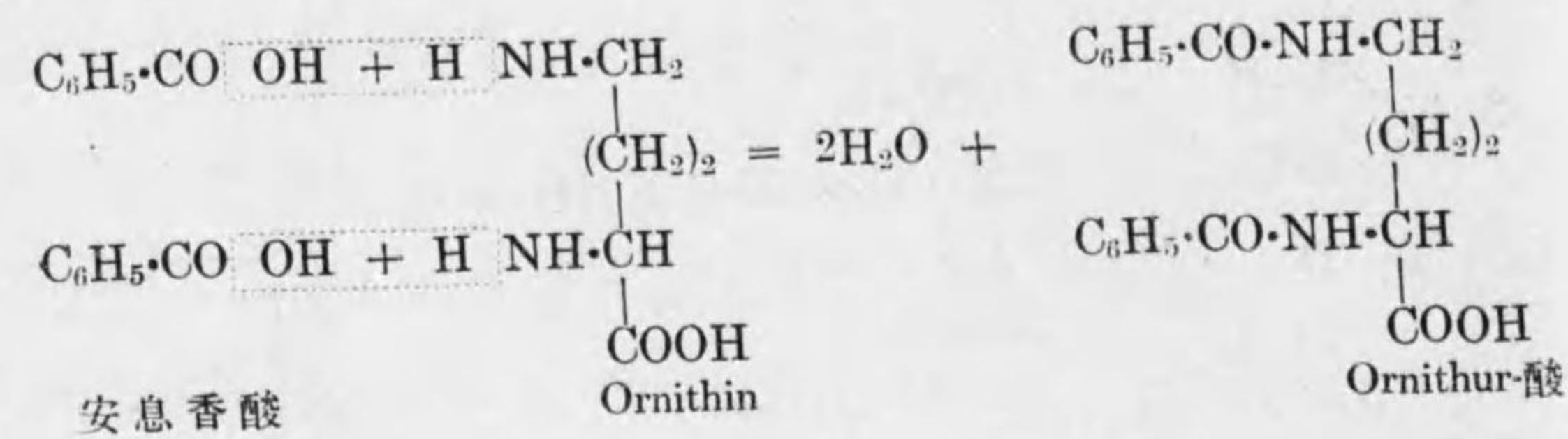
6. Methylpyridyl-安門水酸化物

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



7. Ornithur-酸の合成¹

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

第十四編 代謝及び營養²

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

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

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と排除せられたる代謝産物と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と経験並びに實驗によりて明となれり。

第一節 代謝作用の研究法

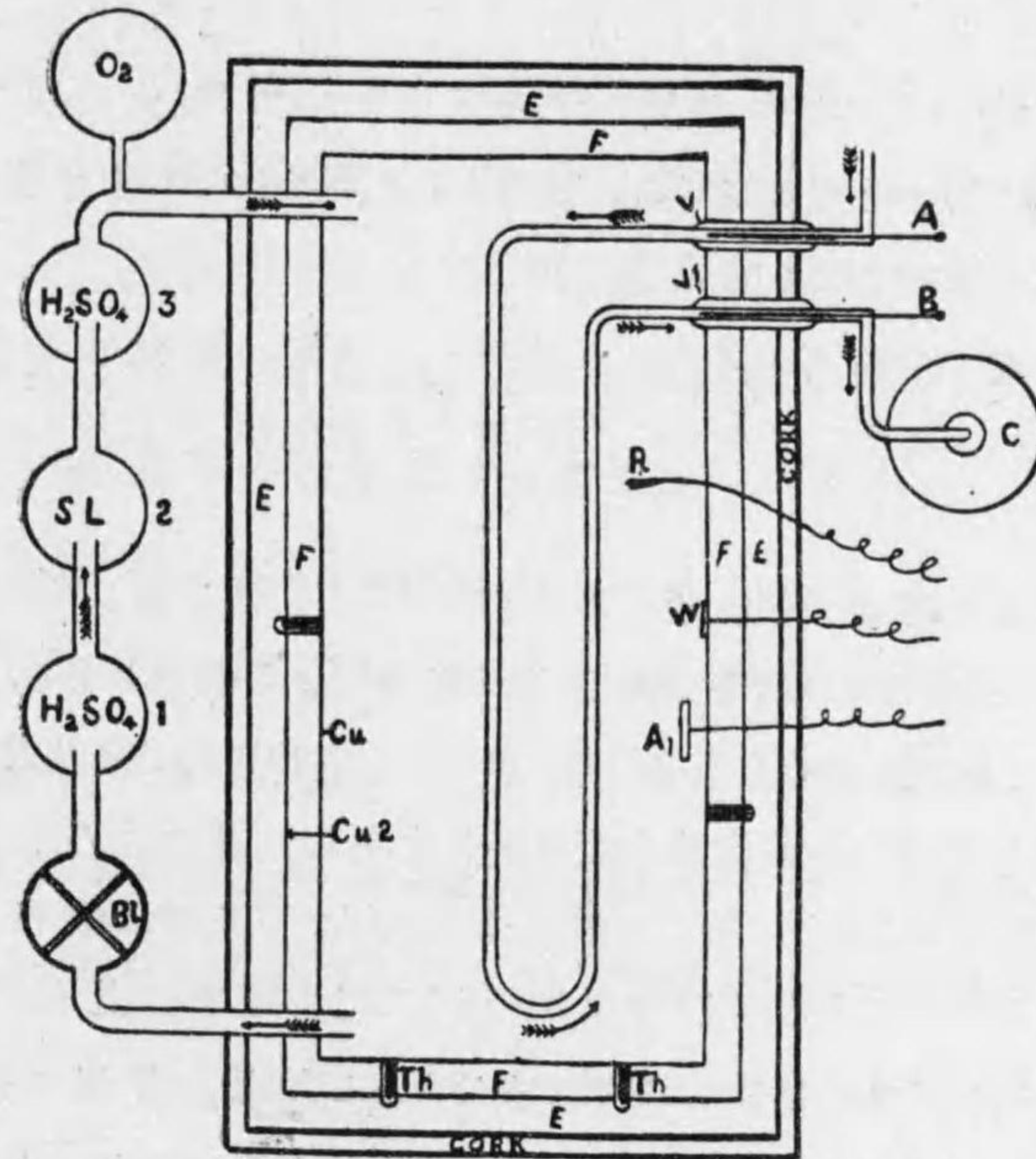
代謝作用を研究せんと欲せば先づ生物體が消費する物質の量及び同時間に於て發生する Energi の量を測定し、その缺損が如何なる養素、如何なる状態にて補充供給せらるるかを觀察せざるべからず。

生物體内に於て消費せらるる物質の主なるものは蛋白質、脂肪及び糖質にして、その他は極めて僅微に過ぎず、而して食物中に存する有機養素も亦多くはこの三者を出でず。故に吾人は代謝機能を攻究するに際し先づこれら成分の攝取量及び其代謝産物の排泄量を測定することを要す。而して第一の問題たる各養素の攝取量は食物の養素含有量を測定し之より同期糞便中の養素量を控除して直接にこれを知るを得べしと雖も、第二の問題即ち體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。之れ糖及び脂肪が體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體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ことを得べし。現今使用せらるる呼吸機械の最も完備したるものを Atwater-Rosa-Benedict の呼吸熱量計(圖参照)となす。この機械を用ふる時は瓦斯の交換量を



第 37 圖

知り得るのみならず、これと同時に熱の發生量を測定することを得。今その主要なる部分を説明せむ。

器の容積は目的により大小種々ありと雖も何れも銅を以て造られたる箱にして、その一側に人若くは動物を出入せしむる口あり。この處は試験に際し硝子板を以て閉ぢ蠟を以て密封す。瓦斯の分析を行ふには礮(BI)により箱内の空氣を箱の一方より護謨管により抽出し、これを吸収器に送り、清淨にしたる後、他の管より再び箱内に入らしむ。即ち空氣は先づ吸収器の

1 Respiration calorimeter

第一罎(硫酸) (1)を通過する際水分を失ひ第二罎(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罎(硫酸) (3)に於て再び失はるるが故に第一罎重量の増加は箱内に於て發生したる水の量を表はし、第二、第三兩罎重量増加はその炭酸量を示す。試験の際室内酸素は漸次減少し炭酸これに代りて増大するもこのものは吸収器の收容する處なるを以て室内空氣の容積減少す、この酸素の缺損は自動的に酸素容器(O₂)より補填せらるる装置あり、故にこの酸素容器の重量の減少は被験者の攝取したる酸素量に相當す。

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

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

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

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

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

蛋白質燃焼の爲めに消費せらるる酸素及び同時に發生する炭酸の量を算出するには一定の假定を容認するを要す、Rubnerは饑餓の第二期に於て尿及び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が計算したる處によれば100gの筋肉蛋白質の組成は

¹ Oppenheimer's Handb. d. Biochemie

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

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

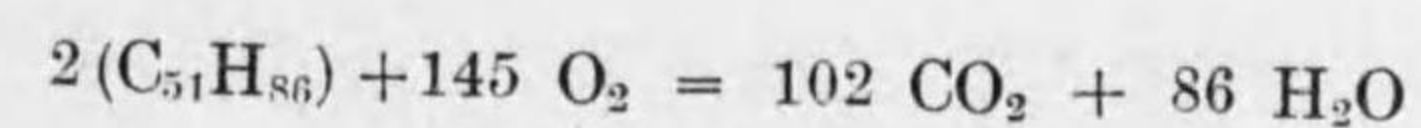
かくの如き計算によりて蛋白質の分解に對する酸素及び炭酸の量を總瓦斯量より引き去りたるものは糖質及び脂肪の燃焼に相當する瓦斯量なり、而して糖質及び脂肪が体内にて完全に燃焼せらるる際に要する酸素及び此際發生する炭酸の量は是等兩養素の化學的組成異なるに伴ひ各異なるを以て体内に於て分解する糖質及び脂肪の量を次の如くして其呼吸比より算出するを得べし。

呼吸比 糖質及び脂肪は体内に於て完全に燃焼せらるるを以てその組成より直ちに燃焼に要する酸素の量及び同時に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てそれと同量の CO₂ を發生するを以て

$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ (容積の比) は一なり。

然るに脂肪が燃焼せらるる際には酸素は單に炭素の發生に使用せらるるのみならずその一部は脂肪内に存する過剰の水素を酸化して水に変化せしむるに用ゐらるるを以て $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ の價少なく約 0.707 に過ぎず。

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



$$\frac{102 \text{ Vol. CO}_2}{145 \text{ Vol. O}_2} = 0.703$$

而して食用脂肪は主として Palmitin, Stearin 及び Olein の混合物にして平均 76.5% の炭素, 12% の水素, 11.5% の酸素を含有するを以てその $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ (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、876 頁に掲げたる 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來する呼吸比を非蛋白呼吸比と名付く。

¹ Respiratorischer Quotient

混合酸化時に於ける糖質及び脂質の割合
(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
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	60.8	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)

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

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

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

第4列 對數値 = 第3列の對數

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

上述したる如く體內にて筋肉蛋白質 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 に對し體內に於て約 6.15g の筋肉酸化せられ居るべく従つて實際 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裝置を要せず簡單なる開通式呼吸計を以て足る。之れ體內にて蛋白質、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-量はその間に大なる差異なく表に示すが如く酸素 1 l に對し澱粉にては約 5 Cal., 脂肪にては約 4.7 Cal., 蛋白質にては約 4.6 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 1 l の酸素に對する熱發生量を求め、之を酸素消費量に乗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 1 l に對する熱量
		炭 酸	熱 量	
澱 粉	829.3 cc	829.3 cc	4.20 Cal.	5.06
蔗 糖	785.5	785.5	3.96	5.04
葡 萄 糖	746.2	746.2	3.74	5.01

乳	酸	745.9	746.0	3.62	4.85
獸	脂	2013.2	1431.1	9.50	4.72
人	脂	1990.8	1420.4	9.54	4.79
蛋	白	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と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(876頁)により 1l の酸素費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を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

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

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となきを以て 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とを得べし。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量を測定する時は該生物體に於ける物質代謝の出納を明かにすることを得。

生物體は一方に於ては其機構を維持するが爲めに常に一定量の Energi を要し絶えず體成分を分解して其内に含有せらるる化學的 Energi を費消し又常に環境の影響を受けて體成分の變化を蒙る(保持物質代謝)と同時に他方には諸種の行作を営みて其 Energi-量に相當して物質を分解酸化す(行作物質代謝)。之に伴ひて外より養素の供給を受く。若し養素の供給が體の需要に満たざる時にも其消費は依然として行はれ體成分絶えず消耗せられて其官能漸次衰退すべしと雖も其代謝量には著しき減退を見ることなく、又養素の供給が過剰なる時も代謝量は増大すること小にして餘分の養素は體内に糖原若くは脂肪として蓄積せらる(蓄積質代謝)。之れ全く物質代謝量は養素の輸入量によりて直接に左右せらるるものに非ずして生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回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とたび分解せられたものは必ずしも皆排除せられて再び用をなさざるにあらず。一旦細胞より分解せられたるものも再び他の生活質生成に用ゐらるることあり。例へば鹽類は生活質の分解により細胞より分れて血液中に入るも再び他の生活質の生成に用ゐらるるが如き、又鮭は増殖の時期に當り毫も食物を攝取することなきも主として自身の筋肉蛋白質を分解して之より Protamin を生成し以て生殖作用を營むが如き、又動物饑餓の際には生活上さして重要ならざる體成分を分解し以て心臓筋肉を補充するが如き、皆これが適例なり。故に實際生存經過中生活體若くは各臓器が幾許の缺損を蒙るや等を論ずるは殆んど不可能にして吾人は單に幾許の養素を供給すればこれを補充し得るやを測定するのみにて満足せざるべからず。

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

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

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

2. 蛋白質の保持量 常態の代謝機能に際し蛋白質は體成分保持作用の外 Energi の發生に用ゐられ又饑餓時に於ても蛋白質の一部は常に Energi の源泉となれり, 故にこれらの場合に於て蛋白質は眞に保存に必要な量よりも尙多量に消費せらる。又主として脂肪のみを摂取したる時も血糖は絶えず體蛋白の分解により發生するを要するが故に蛋白質消費量大なり。然れども糖質の摂取量を著しく増加して蛋白質を食物より除き去る時は體蛋白は毫も Energi の發生に用ゐられざるを以て, かかる際に於て尿中に排出する窒素量を檢定して保存に要する蛋白質の分解量を知るを得べし。其値は通常體重 1 kg に對し約 25 mg N なり。故に尙これに毛髮の生長, 分泌物の排除に基因する蛋白質の損失量を加へたるものを以て**正常的蛋白質極小値**として看做して可なり。

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

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

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

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

或種 Amino-酸を缺如する蛋白質を舉れば

乾酪素: Glykokoll を含まず, されど生機的何等差支なし之れ Glykokoll は體内にて發生し得るを以てなり。

膠: Tryptophan, Tyrosin, Cystin を缺く。

Zein: Tryptophan, Lysin を含有せず。

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