

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第14卷 第8号

Vol. 14 No. 8

昭和27年11月1日発行

November 1952

原 著

後藤鹿島・佐藤進一：電氣的刺激による骨格筋線維に対する麻醉薬の作用機序に関する研究……	427
附 田 惠：光感覚の漸増及び漸減の経過……	432
山 本 正 道：血液蛋白の栄養学的意義に関する研究(第3編) 血液蛋白と成人の蛋白必需量……	444
小 溝 協 三：導電性媒質の場に於ける偽作電位分布の理論的考察……	442
堀 口 隆：電気麻醉に関する研究(1) 特にその電気学的性質について……	448
堀 口 隆：電気麻醉に関する研究(2) 特にその筋電図について……	464
大 原 重 信：労働時の塩分代謝と自律神経機能……	468

地方小學會報

日本生理学会第4回近畿生理学談話会……	475
---------------------	-----

會 報

新たに評議員に委嘱せられた方……	485
日本生理学会昭和26年度決算報告……	485
第30回日本生理学会総会通知(第1報)……	486

附：正誤表……	485
---------	-----

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan



の
局方製品

パンクレアチン
含糖ペプシン
アナンナカ
タンナルビン
次硝酸ビスマス
次炭酸ビスマス
次没食子酸ビスマス
スルファミン
アセトスルファミン
サルチル酸ナトリウム
ヘキサミン
薬用石炭末
力リ石炭

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化學産業株式會社

★ 定評ある北研製品 ★

- ジフテリアトキシイド「北研」.....20cc入
- 「北研法」ワツセルマン反應用抗原.....20cc入
- 「北 研」 微 毒 診 断 液.....0.5cc×12
- 血液型判定用血清「北研」.....0.5cc×2
- 狂犬病ワクチン(人体用)..... $20\text{cc} \times 7$
..... $2\text{cc} \times 14$

東京都港区芝白金三光町138

★ 製 造 元 ★

社團法人 北 里 研 究 所

電氣的刺激による骨骼筋線維に対する麻酔薬の

作用機序に関する研究 612.741.15

Studies on the Mechanism of Anaesthesia through Electric Stimulations
of Striated Muscle Fibers.

後 藤 鹿 島 ・ 佐 藤 進 一

(Goto-Kashima ・ Sato-Shinichi) *

I. 緒 言

麻酔薬の作用機序に就いては Lepeschkin⁵⁾, 以來多くの人々たとえば Osterhout¹⁾, Joel²⁾, Winterstein¹⁰⁾ 等によつて種々の材料に就いて研究が行われ, 更に1927年には R. S. Lillie⁷⁾ により麻酔薬は膜の透過性の減少又は固定化を起すと報告された. 其の後においても多数の研究^{3) 4) 6) 8) 9) 12)}が行われたが, 大体上記のものと類似の結果が出ている. 一方電流の作用によつて被刺激性形態に現われる反応は電流の作用による分極電圧の生成及び消失の経過, 従つて膜の透過性如何が関係すると考えられる^{14) 15) 16) 20) 17) 18)}. 依つて余等は麻酔の進行時に於て種々の電流刺激によつて起る反応状態を目標として麻酔薬の作用機序を研究せんとし 2, 3 の実験を行つたので報告する.

II. 実験方法

実験材料は臺の *M. adductor magnus* 其の他の筋から分離した数本の比較的新鮮な線維を使用した. 筋線維の反応即ち短縮を描記する方法並びに筋線維に電流を流す方法は木村^{22) 19) 20)}等の用いたものと同様であつた. 筋線維を隔絶箱^{20) 21)}に固定して短縮を観察する側が陰極になる様な方向の電撃 (期間約 20 msec) 即ち陰通電によつて毎秒 1 回の頻度で刺激すれば短縮高は次第に小さく¹⁾ 通常の場合, 大体数百回の短縮の後には短縮高が始めの高さの約半分になる. 又陽通電開放を繰返すことによつて短縮を起させる場合には陰通電の場合に比較して非常に多く

の短縮を繰返して起させる事が出来ることは木村^{22) 19)}等の実験によつて明かであるが Ringer 液中に於て此等二様の刺激方法に対する短縮の大きさは少くとも始めの数回の短縮の大きさについて 2 つの場合あまり差が現われない. しかし筋を麻酔薬中に入れてだんだん麻酔させるとその麻酔の進行過程に於ては両者の場合に大きな差が出て来る. かくして筋の麻酔と電流の作用及び麻酔薬の効果を検査した. 麻酔薬の濃度は筋線維を浸した場合に麻酔の効果が大体 1 分以内に現われると認められる最少の濃度を用いることにした.

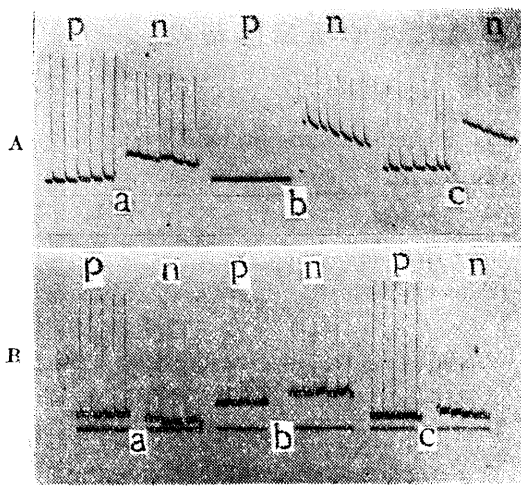
III. 実験成績

1) 陽通電開放に対する反応より陰通電閉鎖に対する反応が大なる場合.

之は云いかえれば陽通電開放刺激より陰通電閉鎖刺激で行つた場合の方が麻酔の効果が少いと思われる場合である.

先ず筋を Ringer 液中に浸し陽通電開放及び陰通電閉鎖の各々に就いて数回短縮させその大きさを描記し, その後浸液を麻酔薬を解かした Ringer 液に代えて同様な刺激を試み, その後再び浸液を Ringer 液に代えて同様に短縮を描記する. 麻酔薬として Procain (0.1%), Urethan (1%), Alcohol (3%), 及び $MgCl_2$ (0.2%) 等を用いると麻酔薬中に於ける短縮高は勿論 Ringer 液中に於ける短縮高より多少小であつたが, 陽通電開放に対する短縮高が特に著明に小さくなることが見られた (第 1 図). 即ち之等の麻酔薬による半麻酔状態に於ては陰通電閉鎖に対しては陽通電開放に対するより反応が大であつた.

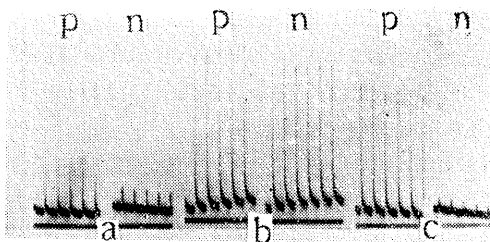
* 群馬大学医学部生理学教室



第1図

筋線維 鼠の *M. adductor magnus* から分離
(a) 及 (c): Ringer 液中に於ける短縮
Aのb: 0.1% Prooain-Ringer 中に於ける短縮
Bのb: 1% Urethan-Ringer 中に於ける短縮
p: 陽通電開放刺激に対する短縮 (60V)
n: 陰通電閉鎖刺激に対する短縮 (6.0V)
室温: 23°C, 液温: 22°C.

また麻醉薬の部類には属さぬが NaSCN (0.2%) の中に於ては (之の薬は膜電位を高めると云われている²³⁾) 陰通電に対する反応は著明で正常 Ringer 中の数倍も大きな反応高を示すこともあつた²⁴⁾²⁵⁾ (第2図).



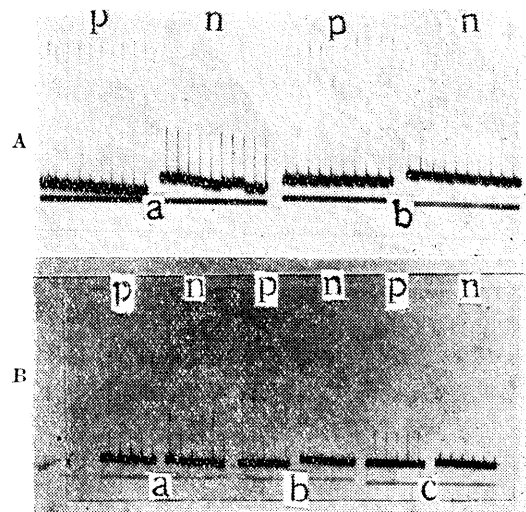
第2図

筋線維: 鼠の *M. adductor magnus*
(a) 及 (c): Ringer 液中に於ける短縮
(b): 0.2% NaSCN-Ringer 液中に於ける短縮
p: 陽通電開放刺激に対する短縮 (6.0V)
n: 陰通電閉鎖刺激に対する短縮 (6.0V)
室温: 19.0°C, 液温: 18.0°C

2) 陽通電開放に対する反応が陰通電閉鎖に対する反応より大なる場合.

之は言い換えれば陽通電開放刺激に対して陰通電閉鎖刺激に対するよりも麻醉薬の効果が小さい場合である.

浸液として Ringer 液から Ca^{++} を除いた 0.7% NaCl 溶液又はその液から完全に Ca^{++} を除去する意味で 0.7% NaCl 溶液に 0.5% の蓚酸アンモン, 或は 0.2% 枸橼酸ソーダ添加の溶液を用いて上述 1) に於て行つたと同様の順序で筋の短縮を描記すれば短縮高は多くの場合に小となるが, 特に正常と異なる点は陰通電閉鎖に対する短縮高は陽通電開放のそれと比較して著明に小であつた (第3図).



第3図

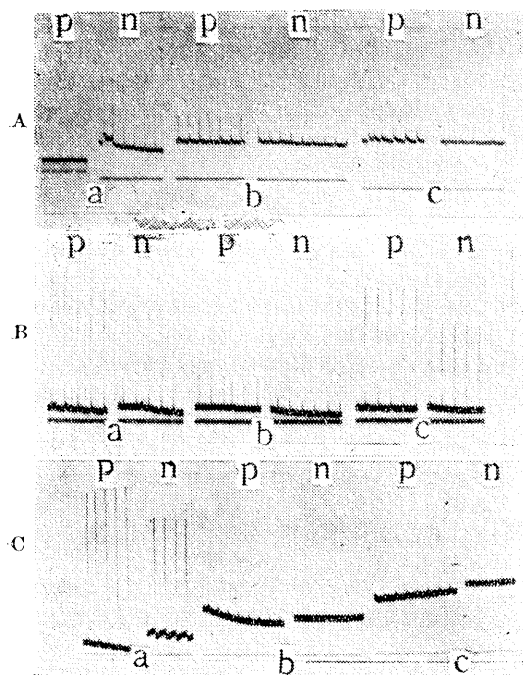
筋線維: 鼠の *M. adductor magnus*
(a) 及 (c): Ringer 液中に於ける短縮
Aのb: 0.7% NaCl 溶液中に於ける短縮
Bのb: 0.7% NaCl 溶液に 0.5% 蓚酸アンモンを加えた液中に於ける短縮
p: 陽通電開放刺激に対する短縮 (6.0V)
n: 陰通電閉鎖刺激に対する短縮 (6.0V)
室温: 22.0°C, 液温: 20.0°C

3) 陽通電開放及陰通電閉鎖刺激に対する反応が同様に小になる場合.

之を云いかえれば陽通電開放刺激及び陰通電閉鎖刺激の両者に対し麻醉薬の効果が同様に現れる場合である.

麻醉薬として Ether (1%), Chloroform (0.1%) 等を用い 1) 及 2) と同様の実験を行えば, この場合には陽通電開放及陰通電閉鎖時に於ける短縮は始め, Ringer 液中に於て得られた短縮高よりも共に小となり刺激の種類によつて著しい差が見られない. $\text{NaOH} \left(\frac{\text{N}}{100} \right)$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \left(\frac{\text{N}}{1000} \right)$

等によつても同様な様式で反応が小になるが之等の場合は Ringer 液にもどした時に短縮高は元の大きさにもどらなかつた。即ち不可逆的であつた (第 4 図)。



第 4 図

筋線維：豚の *M. adductor magnus*
 (a) 及 (c): Ringer 液中に於ける短縮
 (A) の b: 0.1% Chloroform-Ringer 中の短縮
 (B) の b: 1% Ether-Ringer 中の短縮
 (C) の b: $\frac{N}{1000}$ 硫酸 Ringer 中の短縮
 p: 陽通電開放刺激に対する反応 (6.0V)
 n: 陰通電閉鎖刺激に対する反応 (6.0V)
 室温: 20.0°C, 液温: 19.0°C

IV. 考 按

実験成績に述べた如く筋を麻酔しその途中に於て刺激した場合には、麻酔薬の種類によつて陽通電開放及び陰通電閉鎖による刺激に対する反応即ち短縮高の差が著しくなる場合と殆んど之が認められない場合とが見られ、短縮高の差が著しくなる場合に二種類あつて、陽通電開放に対する短縮高が陰通電閉鎖に対するものと比較して著しく大である場合とその逆の場合とがあるが、斯様な関係は麻酔薬の作用機序が種類

によつて同一でない事を示すものと考えねばならない。従来麻酔薬は被刺激性形体の限界膜の透過性を变化するものと考えられて居るのであるが^{7) 10) 11) 12)}、上述の実験成績からすれば透過性の变化が起るとしてもすべての麻酔薬を通じて必ずしも同じ方向に変化が起るものではないことが知られる。そもそも陽通電開放によつて起る筋線維の短縮は陽通電のために起つた分極電圧、即ち電気二重層の電位が電流開放に際して急激に低下することに起因するものと考えられるから、透過性が低く二重層電位の高まりが少いか、又は電流開放に際して急激な下降を生じない時は筋の短縮は小さいか、全く現われまいであろう。之に反して陰通電閉鎖に対する反応は既存の二重層電位が電流のために急激に消失するか、減少する爲に起ると考えられる。併し透過性が非常に大なる場合にも陽通電による二重層電位の生成は困難であろうからこの際にも陽通電開放に際して筋の反応は起り難いことが考えられるが、この場合には既存の二重層電位を減少又は消失させるであろうから陰通電閉鎖に対する反応も起り得ないことになると思われる。上述の事柄を実験成績について適用すれば、第 1 群の麻酔薬は陽通電開放刺激に対しては反応が小さいから二重層電位の生成が困難で又陰通電閉鎖に対する反応が相当大きい事から見れば既存の電位は保持され陰通電によつて消失せしめられることは正常の場合と大差がないと考えられる。即ち限界膜の状態は二重層電位を新に高めることは困難であるが既存のものを保持し且つ電流によつて消極され得る状態に変化したと見做し得る。NaSCN の作用は限界膜の状態を二重層は生成され易く保持及び消失は正常の場合と餘り異らない状態にするものとするれば、陽通電開放及陰通電閉鎖刺激のいずれに対しても大きな反応を示すことが理解される。

第 2 群の麻酔薬では二重層の生成は容易であるが消失が早く保持も困難であるために、陽通電開放刺激に対しては大きな反応を示すが陰通電閉鎖刺激に対しては反応が小さいと考えられる。

最後に第3群の Ether, Chloroform 等の場合は二重層の成生, 保持共に困難で消失も早いので, 何れの刺激に対してもすべて反応が小さい。即ち膜の透過性が無撰択的に増大するのではないかと考えられる。

以上のべたことを綜括すれば, 麻酔薬の作用機序は麻酔薬の種類によつて異なり, Ether, Chloroform の第3群の麻酔薬については一般的な透過性の増大として説明し得るが, その他のものについては簡単な透過性の変化でなく或る種の Ion に対して撰択的な透過性の変化が起るものとしなければならない様である。更に詳細については今後の研究を必要とする様に思われる。

本論文の要旨は第77回生理学東京談話会に於て講演した²⁷⁾。

文 献

- 1) Osterhout, W. J. V. (1912) Reversible changes in permeability produced by eletorolytes. *Science*, 35, 112
- 2) Joel*, A. (1915) *Arch. f. d. ges. Physiol.* 161, 5
- 3) Löwe, S. (1912) Zur physikalische Chemie der Lipide. *Biochem. Zeitschr.* 42, 150
- 4) Warburg, O. (1914) Beiträge zur Physiologie der Zelle insbesondere über die Oxydationsgeschwindigkeit in Zellen. *Ergeb. Physiol.* 14, 253
- 5) Lepeschkin, W. W. (1911) Zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Plasmamembran. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 29, 247
- 6) Kochmann, M. (1923) Theorie der Wirkung der Narkotica der Alkoholreihe. *Hundbuch d. experimentellen Phlrmakologie*, 1, 460
- 7) Lillie, R. S. (1923) *Protoplasmatic and nervous action*. Univ. of Chicago Press.
- 8) Quastel, J. H. (1939) Respiration in the central nervous system. *Physiol. Rev.* 19, 135
- 9) Meyer, K. H. and H. Hemmi, (1935) Beiträge zur Theorie der Narkose. III. *Biochem. Zeitschr.* 277, 39
- 10) Winterstein, H. (1926) *Die Narkose*. (2nd ed.) Springer, Berlin.
- 11) Loed, j. (1923) *The mechanistic conception of life*. Univ. of Chicago Press.
- 12) Thomus, C. B. (1950) Theories of general anesthesia. *Pharmacological Rev.* 2, 121
- 13) Matsumoto, M. und Y. Satake, (1945) Über die Längenänderung einer ausgeschnittenen quergestreiften Muskelfaser, infolge der Einwirkung des elektrischen Stromes. *Jap. J. med. Sci.* III *Biophysics* 10, 307
- 14) Heilbrunn, L. V. (1937) *An Outline of Gen. Physiol.* Philadelphia and London: W. B. Saunders Comp.
- 15) Cole, K. S. (1936) Electric impedance of Asterias eggs. *Journ. Gen. Physiol.* 19, 609
- 16) Bozler*, E. (1935) *J. Cell. Comp. Physiol.*
- 17) Fenn, W. O. (1938) The mechanics of muscular contraction in man. *J. appl. Physiol.* 9, 165
- 18) Kamata*, T. (1941) *Proc. Imp. Acad.* 17, 142
- 19) Sugi*, Y. (1938) *Jap. J. of Med. Sci.* III *Biophysics* 5, 63
- 20) 杉 靖三郎 (1937) 筋の分極性と電気緊張 日本生理誌 1, 学32
- 21) 佐竹結実 (1943) 単一骨格筋線維に於ける攣縮の加重並に持続性短縮に関する研究 日本生理誌 8, 103
- 22) 木村一雄 (1950) 通電による筋線維の短縮性の持続及び回復並に短縮の大きさの変化に関する研究 日本生理誌 12, 91
- 23) 沢野正晴 (1951) 骨格筋の攣縮と電位の関係について 日本生理誌 13, 348
- 24) 後藤鹿島 (1951) 骨格筋線維の短縮状態と各種イオンの関係について (第1報) 日本生理誌 13, 309
- 25) 後藤鹿島 (1951) 骨格筋線維の短縮状態と各種イオンの関係について (第2報) 日本生理誌 13, 526
- 26) 佐藤進一 (1951) 骨格筋の状態の変化とインピーダンスの関係について 日本生理誌 13, 49
- 27) 後藤鹿島・佐藤進一 (1952) 単一筋線維に対する麻酔薬と電流の作用 (第77回東京談話会) 日本生理誌 14, 364

(*は他より引用せるもの)

Summary

Since Lepeschkin much research has been performed to inquire into the mechanism of the effect of anaesthesia, in which most of the investigators pointed out that the anaesthetics induced permeability-change, increase or solidifying of the cell membrane. On the other hand, it is well known that the response of muscle fibers to electric stimulation has intimate interrelation to the permeability of the muscle membrane, and it seemed probable that in the varied state of permeability the response of muscle fibers for different kind of electric current would vary in different way.

Therefore, the authors intended in the present work to inquire into the mechanism of anaesthesia through the change of responding feature to different kinds of current.

The muscle fibers separated from the lower leg of a toad were fixed through the separating wall of a isolating vessel after Sugi. The response (shortening) of the fibers half-anaesthetized with various anaesthetics was recorded photographically. So the magnitude of the shortenings by break of anodic current and make of cathodic one were compared with each other and also with that of normal responses.

When as anaesthetics, urethan (1%), procain (0.1%), alcohol (3%) or $MgCl_2$ (0.2%) was used, the response to the break of anodic current was smaller than to the make of cathodic current. However the response in both cases were more or less smaller than in normal state. When the fibers were anaesthetized with NaCl (0.7%) or Ca-free Ringer's solution, response to the break of anodic current was larger than the make of cathodic current. Under anaesthesia with chloroform (0.1%), ether (1%), H_2SO_4 (1/1000 N) or NaOH (1/100 N) the responses to both kinds of stimulation became small at same ratio and in the last two cases (H_2SO_4 , NaOH) did not recover from anaesthetic state after the fluid was replaced with Ringer's solution.

It is assumed from these results that (1) urethan, procain, and alcohol cause increase of permeability of the cell membrane for special kinds of ion, (2) NaCl, Ca-free Ringer's solution cause decrease of it also for special kinds of ions and (3) chloroform and ether, cause increase of it for all kinds of ions.

(Physiological Inst. of Medical Faculty, Gumma Univ)

光 感 覚 の 漸 増 及 び 漸 減 の 経 過 に 就 いて 612.843

Studies on the Waxing and Waning of the Brightness Sensation.

附 田 惠 (Tsukeda-Kei) *

緒 言

光刺激による光感覚に関する研究は数多くおこなわれているが、一定の光刺激による視覚の時間的経過を測定した研究は極めて稀である。Frglich, F. W.¹⁾は刺激光に対する潜伏時及び漸増時間の関係を求めているが、時間的経過の測定は行わなかつた。Zolina, Z. M.²⁾は光の強さと漸減時間との関係只求めただけである。また、Pannevis, M.⁶⁾は陽性残像の明るさの経過に就て研究し、それが比較的簡単な式で表わされるという結果を得た。

然し、漸増の経過と漸減の経過の間にある関係を追求した業績は皆無であるから、本研究に於ては主としてこの問題を取扱つた。また同時に、それに関係した 2, 3 の実験を行つた。

1. 漸増の時間的経過

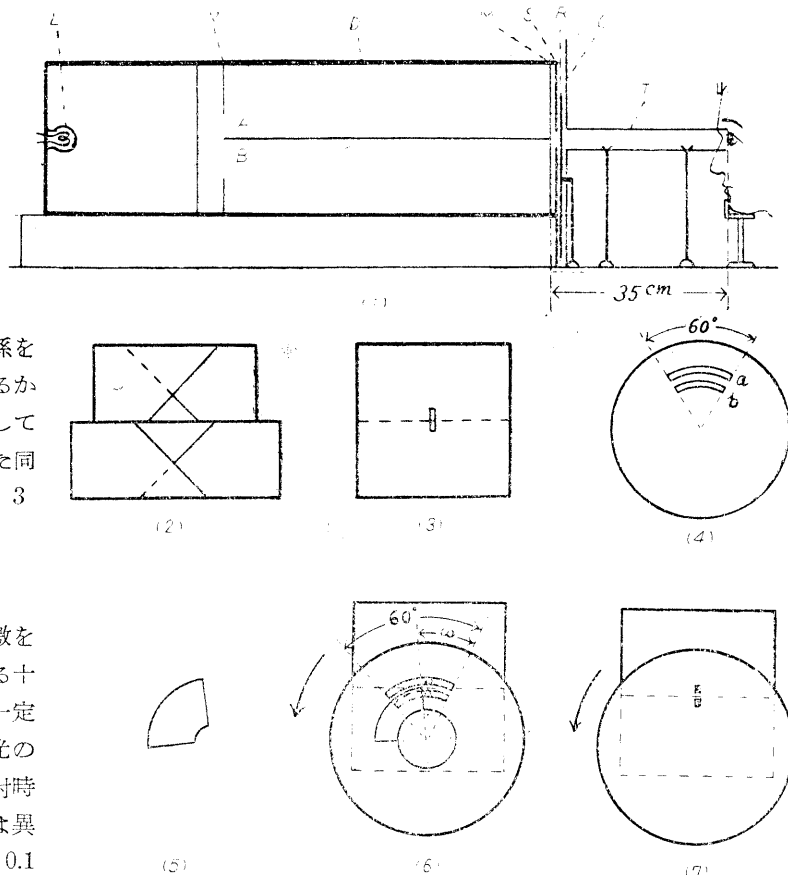
眼に一定の強さの光刺激を与える時、それに対応する十分な光感覚に達する迄に一定の時間を要する。即ち、光の強さは同じであつても照射時間の長短によつて光感覚は異なり、例えば、照射時間 0.1 秒と 0.01 秒の場合を比較すると明かに後者の場合に暗く感ずる。この事実を応用して、一定の光刺激に対する光感覚の時間的経過、即ち漸増

曲線を求めた。

(1) 実験方法

刺激光は回轉板を通つて眼に這入るが、回轉板にあげられた孔の角度を加減したり、又は回轉板の速度を加減することによつて照射時間を変え、この時眼に感じた明るさを既知の明るさと比較する方法によつた。

暗室内に、暗箱、回轉板、筒等を第1図(1)の



第1図 漸増の時間的経過測定方法

(1)装置 L:光源, V:光量可変板, D:暗箱, M:光散乱板, S:スリット板, R:回轉板, C:障立, T:筒, (2)光量可変板, (3)スリット板, (4)回轉板, (5)遮光紙, (6)及(7)本文参照

* 東京大学医学部生理学教室

如く装置した。暗箱は散乱光を完全に仕切つて 2 光源とし、A, B に夫々図(2)の如き光量可変板 V を設置した。V より光散乱板 M 迄の距離を、M の使用面積が出来る限り一様の明さになる範囲内で光度をも最大限に利用し得る様にした。暗箱の最前端には M に接して図(3)の如きスリット板を置いた。スリットの孔の幅は出来るだけ一様に、約 0.8mm にした。

回轉板には図(4)の如く同じ幅の 60° の角度を持つた孔 a, b をあけ、適当に目盛をつけておいた。片方の孔例えば b には角度を自由に變更得る様、扇形の遮光紙にて図(6)の如く蔽い、遮蔽した部分から光が漏れぬ様に工夫した。暗箱と回轉板との間は運動に差支えなき限り密着させ、回轉板の前には更に障立を置いて漏れた光が眼に這入らない様にした。光散乱板と眼の瞳孔迄の距離は常に 35cm にした。光源は直流電源による 100~200W の白色電球。被検者は自分の他に 1 名で左片眼中心部のみを使用し、測定は常に十分なる暗順応状態にて行つた。

図(6)の如く準備された回轉板を、a は A 光源

より、b は B 光源より光が導かれる様にして、矢の方向に一定の速度で回轉すると、スリットを通して刺激時間の長短による明るさの異が見られた(図(7))。回轉速度は 1 回轉 2 秒内外が適当であつたが、かゝる場合に a の方の明るさは十分な光覚に達した明るさであり、b の方は或る刺激時間に対する光覚の明るさである。依つて、A 光源の可変板を用いて a の明るさを b に等しく感ずる明るさにし、その時の M 面上に於ける A, B 両光源よりの照度を照度計で計ると、B よりの照度は与えられた光の強さ l を、A よりの照度は刺激時間 t に於ける眼に感じた明るさ S を表わす。刺激時間は b の角度を ω , 1 回轉の時間を T とすれば、 $t = \frac{\omega T}{360}$ にて算出される。T は毎回ストップウォッチにて測定した。照度計にて測定困難な微少な明るさは、透過率の測定されたフィルムを用いて定めた。

(2) 実験成績

測定結果は第 1 表の如くである。 l を一定に保つことが出来なかつたから S の代りに S/l を求めて縦軸に、 t を横軸にとると、第 2 図(1)の如

第 1 表 漸増の時間的経過

l (lux)	S (lux)	ω ($^\circ$)	T (sec)	t (sec)	S/l	$\log(1-S/l)$	K
320	36	1	25.5/10	0.0071	0.122	- 0.130	18.3
310	40	"	"	"	0.129	- 0.138	19.4
270	40	"	26/10	0.0072	0.148	- 0.160	22.2
250	35	"	"	"	0.140	- 0.150	20.8
240	85	3	"	0.0216	0.355	- 0.438	20.3
235	85	"	"	"	0.362	- 0.449	20.8
240	88	"	"	"	0.367	- 0.457	21.2
235	77	"	"	"	0.328	- 0.397	18.4
230	130	5	"	0.0361	0.565	- 0.832	23.2
270	135	"	"	"	0.500	- 0.693	19.3
270	138	"	"	"	0.511	- 0.715	19.9
250	130	"	"	"	0.520	- 0.733	20.4
260	210	10	"	0.0722	0.808	- 1.650	21.6
255	190	"	25/10	0.0695	0.745	- 1.366	19.6
260	205	"	"	"	0.790	- 1.560	22.4
250	210	"	"	"	0.760	- 1.427	20.6
280	265	20	"	0.1388	0.945	- 2.900	21.0
315	300	"	"	"	0.952	- 3.036	22.0
275	255	"	"	"	0.928	- 2.631	19.1
275	260	"	"	"	0.935	- 2.733	19.8
265	235	"	"	"	0.890	- 2.207	15.9

第 2 表 漸増の時間的経過 (数値計算)

n	ω ($^\circ$)	t_n (sec)	$1-S_n/l_n$	$\log(1-S_n/l_n)$	$\frac{\log(1-S_n/l_n)}{-\log(1-S_1/l_1)}$	$t_n - t_1$ (sec)	K	$e-Kt_n$
1	1	0.0072	0.860	-0.150				0.865
2	3	0.0216	0.647	-0.435	-0.285	0.0144	19.8	0.650
3	5	0.0360	0.476	-0.742	-0.592	0.0288	20.5	0.486
4	10	0.0695	0.235	-1.448	-1.298	0.0623	20.8	0.249
5	20	0.1380	0.060	-2.813	-2.663	0.1308	20.3	0.063

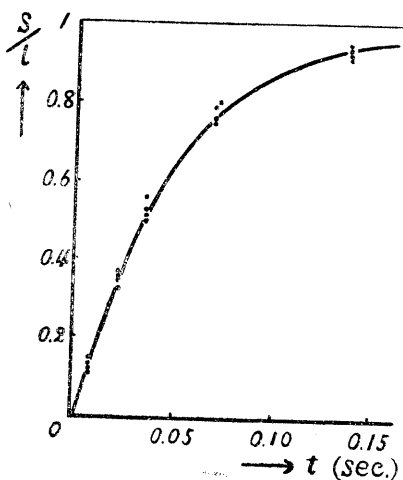
き指数函数的曲線が得られた。即ち $\log(1 - S/l)$

— t 関係は図(2)の如く直線となる。依つて

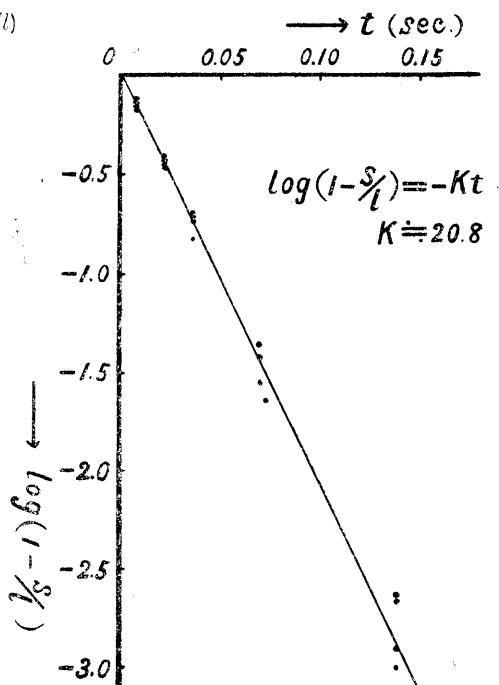
$$\log(1 - S/l) = -Kt \quad (K = \text{定数})$$

の式が得られ、 K の値は大体20~21である。

従つて



第2図 (1) 漸増の時間的経過



(2) $\log(1 - S/l)$ — t 関係

$$1 - S/l = e^{-kt}$$

故に $l(1 - e^{-kt}) = S$

この式は数値計算からも求められ (第2表),

$$\log(1 - S_2/l_2) - \log(1 - S_1/l_1) = -K(t_2 - t_1)$$

これ等の式からの K を平均すると 20.7 となる。

上式から

$$(1 - S_2/l_2) / (1 - S_1/l_1) = e^{-kt_2} / e^{-kt_1}$$

第2表に示した様に

$$1 - S_1/l_1 = e^{-kt_1}, \quad 1 - S_2/l_2 = e^{-kt_2}$$

故に $l(1 - e^{-kt}) = S$

この実験式は l なる刺激光が照射された時、眼の光感覚 S は時間 t と共に自然対数的に上昇することを示すもので、数 lux 乃至数千 lux の範囲の白色光に対し適用される。範囲外のところは未だ測定していない。

有色光に就いては Wratten filter を使用したが、曲線が急峻な順に述べると黄、赤、緑、青の順である。

II. 漸減の時間的経過

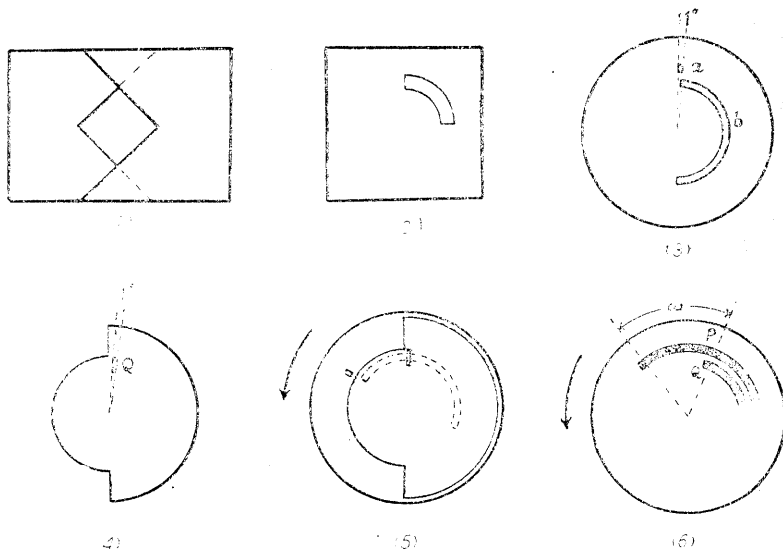
眼に与えていた光刺激を断つても眼の光感覚は急には無くならず、光感覚が消失する迄に一定の時間を要する。例えば一定の強さの光点を一定速度で動かす時、視線を固定しておけば光の進行と逆方向に時間と共に減衰する慧星の如き像を認める。此像は網膜の隣接箇所を次々に刺激する事によつて生じたもので、それ自体刺激光に対する光感覚の時間的経過を示して居る故、これを用いて漸減曲線、即ち一定の光刺激を断つて後光感覚の減衰して行く経過を求めた。

(1) 実験方法

回轉板上に認められた漸減像の定位置の明るさを、既知の明るさと比較する方法によつて減衰せる光感覚の明るさを求め、光点から漸減像の定位置までの角度及び回轉速度より遮光後の時間を求めた。

漸増の装置と異なる点だけを述べる (第1図(1)参照)。暗箱は中央の仕切りを取つて一光源とし、光量可変板及びスリット板は第3図(1), (2)の如きものを用う。回轉板には図(3)の如く、1°の弧形の孔 a 、及びこれと同じ幅を有する凡そ

180°の弧形の孔bを穿ける。後者には任意の箇処に於て1°の孔が出せる様に、図(4)の如きスリットQを持つた遮光紙を図(5)の如く重ね合せるのであるが、(3)と(4)は適当に工夫して密着させ、不必要の光の漏れぬ様にする。その他の装置並びに被検者の條件は実験Iと同様である。



第3図 漸減の時間的経過測定方法

(1)光量可変板, (2)スリット板, (3)回轉板, (4)遮光紙, (5)及(6)本文参照

図(5)の如き回轉板を矢の方向に一定の速度 (1回轉時間 1.5

秒程度)で回轉すると、眼を動かさなければ、孔の後方に図(6)の如き漸減の像が見られる。この場合2つの漸減像を眼の中心部で見得る位置に視線を固定する。aの漸減像のPの位置に於て見られる明るさを測定するには、Qの孔にフィルムを挿入してPと同じ明るさに感ずる様にしそのフィルムを光散乱板Mの面に当て、照度計

で測る。この漸減像の明るさ S' は、与えられた光の強さ I を断つて後、時間 t 後に眼に残つてゐる明るさである。 t は前同様の $\frac{\omega T}{360}$ であるが但しこの場合の ω は、図(6)に示す如く a の孔の終りから Q の孔の終りまでの角度である。

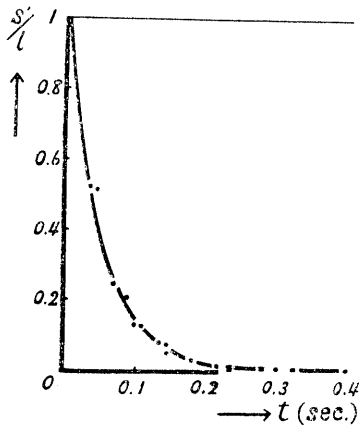
(2) 実験成績

測定結果は第3表の如くである。 S'/I を縦軸

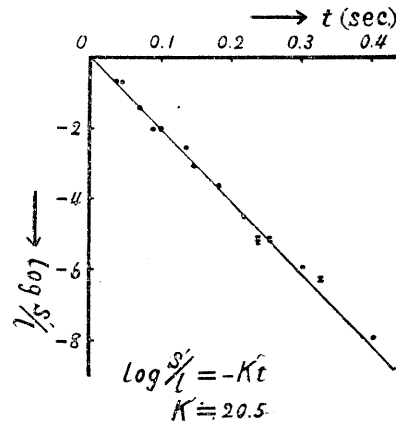
第3表 漸減の時間的経過

I (lux)	S' (lux)	ω (°)	T (sec)	t (sec)	S'/I	$\log S'/I$	K'
113.5	59.5	7	18/10	0.035	0.524	-0.646	18.4
86	21.0	13.5	"	0.067	0.245	-1.406	20.8
295	37.0	25	13/10	0.0975	0.126	-2.071	21.2
300	13.5	40	"	0.144	0.069	-2.673	18.6
290	20.0	40	"	0.144	0.045	-3.101	21.5
290	3.0	60	"	0.216	0.0107	-4.538	21.0
300	1.8	65	"	0.235	0.0060	-5.116	21.7
280	1.5	70	"	0.235	0.0055	-5.200	20.5
270	1.4	70	"	0.235	0.0052	-5.261	20.8
315	0.6	90	"	0.325	0.00194	-6.248	19.2
320	0.5	90	"	0.325	0.00156	-6.291	19.4
300	155	14	12/10	0.046	0.517	-0.659	14.4
288	60	26	"	0.087	0.208	-1.570	18.1
340	42	30	13/10	0.108	0.124	-2.087	19.3
290	22	40	12/10	0.134	0.076	-2.577	19.2
310	8	50	13/10	0.181	0.0258	-3.657	20.16
240	1.3	70	"	0.253	0.0054	-5.221	20.7
240	1.4	70	"	0.253	0.0058	-5.144	20.4
315	0.8	90	12/10	0.300	0.00254	-5.974	19.9
290	0.1	120	"	0.400	0.00034	-7.971	19.9

に、 t を横軸にとると、第4図(1)の如き指数函数的曲線となる。即ち $\log s'/l-t$ 関係は図(2)の



第4図 (1) 漸減の時間的経過



(2) $\log S'/l-t$ 関係

第4表 漸減の時間的経過 (数値計算)

n	$\omega (^{\circ})$	$t_n (\text{sec})$	S'_n/l_n	$\log S'_n/l_n$	$\log S'_n/l_n - \log S'_1/l_1$	$t_n - t_1 (\text{sec})$	K'	$e^{-K't_n}$
1	13.5	0.0675	0.245	-1.406				0.259
2	25	0.0902	0.125	-2.079	-0.665	0.0300	22.1	0.165
3	40	0.144	0.057	-2.864	-1.458	0.0765	19.07	0.056
4	60	0.216	0.0107	-4.538	-3.132	0.1485	21.09	0.132
5	90	0.300	0.00254	-5.974	-4.568	0.2325	19.74	0.0024
6	120	0.400	0.000345	-7.972	-6.566	0.3325	19.74	0.00033

如き直線となり、

$$\log S'/l = K't \quad (K' = \text{定数})$$

なる式が得られる。 K' は大約 20.5 である。

従つて $S'/l = e^{-K't}$

故に $le^{-K't} = S'$

この式を数値計算から導くと (第4表)、

$$\log S'_2/l_2 - \log S'_1/l_1 = -K'(t_2 - t_1)$$

K' はこれ等の式より平均 20.8 と算出される。
上式から

$$S'_2/l_2 \cdot S'_1/l_1 = e^{-K't_2} / e^{-K't_1}$$

第4表に示した様に

$$S'_2/l_2 = e^{-K't_2}, \quad S'_1/l_1 = e^{-K't_1}$$

依つて $le^{-K't} = S'$

この実験式は、強さ l の光刺激を断つとき、眼の光感覚 S' が時間 t と共に自然対数的に減少することを示すもので、定数 K' の値は漸増の K と略一致する。実験的に定めたこの式の適用範囲は漸増の場合と同様である。

も急なものより順に記せば、黄、赤、緑、青の順であつた。

有色光に就ても漸増の場合と同様、曲線の最

Ⅲ. 漸減の潜伏時と識別閾との関係

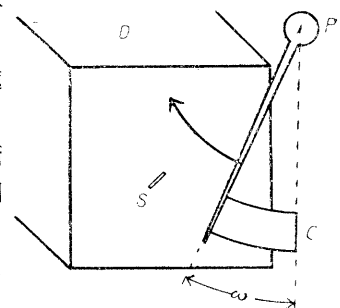
光刺激を断つて後、同じ強さの光感覚が持続する時間即ち潜伏時以内に、明るさの感覚は $4l$ 即ち識別閾だけ減少する訳である。この関係を実験的に確かめることが出来た。

(1) 実験方法

或る強さの光を短時間遮蔽して後、再び同じ強さの光を与え、遮光が眼に感じない最長遮光時間を求めることによつて漸減の潜伏時を測つた。

実験Ⅱに用いた暗箱の前端に

第5図の如き幅 0.1mm のスリッ



第5図 漸減の潜伏時測定装置
D: 暗箱, S: スリット,
P: Lucas 振子, C: 扇形の遮光紙

ト板を置き、スリットより出る光を、スリットに適する扇形の遮光紙を取付けた Lucas 振子により短時間遮断する。時間を変える爲には扇形紙の持つ角度を適当に加減すればよく、その角度を振子の目盛盤で読めば遮光時間即ち漸減の潜伏時 Δt が得られる。Lucas 振子の 1 目盛は 0.77msec に当る。光の強さ l の測定は前述の実験と同様にする。その他の条件は実験 I の場合と同様である。

Δl の測定は、別々の光源より導かれた直径 5mm の 2 円を暗箱の前端に設置し、左片眼にて明るさの識別閾を求めた。光源は交流の白色電球で、漸増の時間に比して非常に長い時間眺めることにした。他の条件は前述の実験と同様である。

(2) 実験成績

漸減の潜伏時は光の強さと共に短くなる (第 5 表(1), 第 6 図(1))。

漸減の潜伏時に当る遮光時間 Δt の後、強さ l の光が明るさ $S' - \Delta S'$ の感覚として眼に残っている時、
 $le^{-K'\Delta t} = S' - \Delta S'$, $\Delta S' = S' - (S' - \Delta S') = l - le^{-K'\Delta t}$
 この式に l 及び Δt の値を入れた $\Delta S'$ の計算値は大体に於て識別閾 Δl の実測値に等しい (第 5 表(2), 第 6 図(2))。即ち漸減潜伏時に於て Δl の漸減が起る。

IV. 測定法による漸減時間の相異

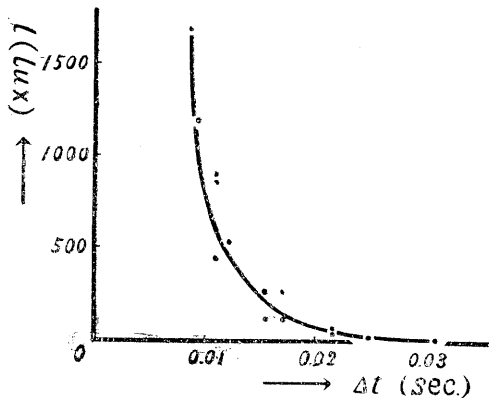
光刺激を断つてより光感覚が消失したと感知

第 5 表 (1) 漸減の潜伏時及び $\Delta S'$ の計算値

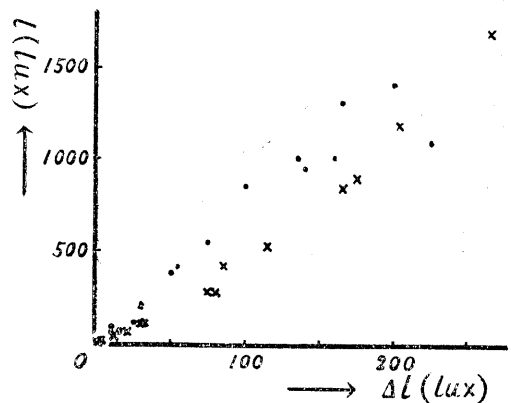
l (lux)	振子の目盛	Δt (sec)	$le^{-20\Delta t}$ (lux)	$l - le^{-20\Delta t} = \Delta S'$ (lux)
1190	12	0.00924	987	203
850	14	0.01078	635	165
435	14	0.01078	350	85
280	20	0.0154	205	75
280	22	0.0169	199	81
60	28	0.0215	40.2	19.8
4	32	0.0246	2.4	1.6
1700	11	0.00847	1435	265
900	14	0.01078	725	175
530	16	0.0123	414	116
110	20	0.0154	80.7	29.3
110	22	0.0169	78.4	31.6
32	28	0.0215	20.8	11.2
1.3	40	0.0303	0.69	0.59

(2) Δl の実測値

l (lux)	$l - \Delta l$ (lux)	Δl (lux)
1410	1210	200
1290	1125	165
1010	875	135
550	475	75
380	330	50
190	160	30
90	80	10
55	45	10
15	12	2
0.38	0.26	0.12
1100	900	200
1010	850	160
950	810	140
850	750	100
410	355	55
210	180	30
110	85	25
75	60	15
17	14	3
0.76	0.59	0.17
0.108	0.083	0.025



第 6 図 (1) 光の強さと漸減の潜伏時との関係



(2) 光の強さと識別閾との関係

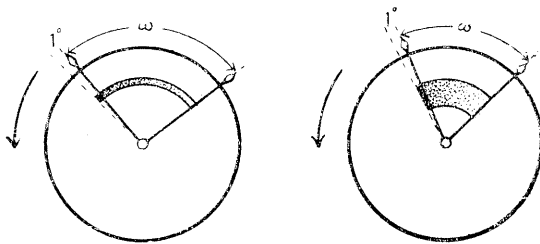
● 実測値, × 計算値: $l - le^{-K'\Delta t}$ [$K' = 20$]

される迄の時間、即ち漸減時間は、測定の方法によつて相異なる。

(1) 実験方法

漸減像が消失する迄の時間を回轉角度から求めたのであるが、光面の大小によつて漸減時間が異なる。

実験Ⅱの装置を用いる。回轉板に第7図に示す始く、(1)には1°の短扇形、(2)には1°の長扇形の孔を穿ける。回轉板の前には角度を測る爲の針を適當に設置する。又適當の位置に視線を固



第7図 漸減時間の相異を示す測定方法

(1) 1°の短扇形

(2) 1°の長扇形

定する。

回轉板を矢の方向に一定の速度で回轉すると、眼を動かさなければ図の如き漸減像が見られる。この像の角度を針で捉え、後その角度 ω を測つて、 $t = \frac{\omega T}{360}$ の式から漸減時間 t を求める。

別法として針を用いる代りに、スリットを一定の角度にしておいて、漸減像が丁度その角度で消失する様に回轉速度を変えて測つてもよい。

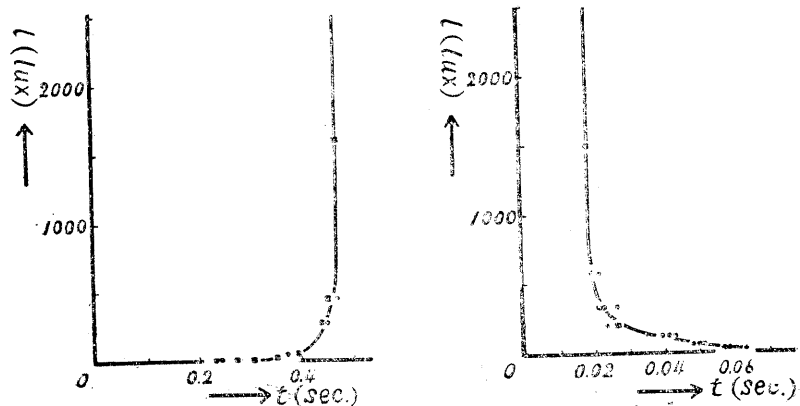
その他の條件は実験Ⅱの場合と同様である。

(2) 実験成績

第6表、第8図に見られる如く、1°の短扇形と1°の長扇形とでは、光の強さに対する漸減時間の関係は全く反対の結果となつた。即ち後者の場合には光が強く

第6表 測定方法による漸減時間の相異

1°の短扇形	I (lux)	ω (°)	T (sec)	t (sec)
	2800	90	18.8/10	0.470
	"	"	"	"
	1600	"	"	"
	"	"	"	"
	440	"	18.2/10	0.455
	"	"	18.8/10	0.470
	"	"	18.2/10	0.455
	270	"	"	"
	"	"	17.7/10	0.442
	"	"	"	"
	40	"	16.0/10	0.395
	"	"	"	"
	"	"	15.0/10	0.375
	17	"	14.3/10	0.356
	"	"	"	"
	"	"	13.9/10	0.348
	8	"	12.5/10	0.312
	"	"	"	"
	"	"	"	"
	2.6	"	11.1/10	0.277
	"	"	"	"
	"	"	10.7/10	0.268
	0.16	"	9.4/10	0.235
	"	"	"	"
	"	"	9.7/10	0.241
1°の長扇形	I (lux)	ω (°)	T (sec)	t (sec)
	6500	7	10/10	0.019
	"	6.5	"	0.018
	1500	"	"	0.018
	"	8	"	0.022
	"	6.5	"	0.018
	570	7	"	0.019
	"	"	"	"
	"	7.5	"	0.021
	330	8	"	0.022
	"	7.5	"	0.021
	"	9.5	"	0.026
	200	9.5	"	0.026
	"	"	"	"
	120	15	"	0.041
	"	14	"	0.039
	"	15.5	"	0.043
	50	18	"	0.050
	"	18.5	"	0.051
	"	17.5	"	0.048
	20	20.5	"	0.057
	"	"	10.2/10	0.053
	"	22.5	"	0.063



第8図 漸減時間-明るさ関係 (1) 1°の短扇形

(2) 1°の長扇形

なるほど漸減時間が短くなつたが、これは恐らく対比⁽⁹⁾乃至順応⁽³⁾に関係していると考えられる。

V. 漸増の潜伏時と識別閾

光刺激に対する光感覚の潜伏時については幾多の報告^{1) 4) 7) 8)}があるが、こゝでは漸増の潜伏時 Δt 、感覚閾 ΔS にたいして、前述の關係 $I(1 - e^{-K\Delta t}) = \Delta S$ が適合するかどうかを検べた。

(1) 実験方法

一定の強さの光を短時間露出して、露光が眼に感知される最短時間を測つて漸増の潜伏時とした。

暗箱及びスリットは実験Ⅲと同様である。暗箱の前面に接して第9図(1)の如き間隙R及び柄Hを有する遮光板を置く、Lucas 振子の先端に図(2)に示した如き角度 ω の扇形の孔を有する遮光紙を取付け、振子を運動させて遮光板を柄Hによつて動かすと、強さ I なる光は幅0.1mmのスリットを通つて角度 ω だけ露光される。即ち ω の大いさを加減して光感覚の起る時間 Δt を求めた。この Δt は漸増の潜伏時に相当し、 ω に対する振子の目盛に 0.77msec を乗じて算出される。尚、適當の位置に視線を固定しておく。

期間の長い場合は回轉板を使用した(図(3))。回轉板を一定の速度で回轉し強さ I なる光をスリットを通して角度 ω だけ露光した時の光感覚の起る期間 Δt を求めた。1回轉時間を T とすると $\Delta t = \frac{\omega T}{360}$ である。T及び I の測定方法は前述の実験と同様である。

暗黒との識別閾 ΔI の測定は、左片眼中心部に、閾値に近い一定の強さの光を漸増の時間に比して長時間眺め、暗黒と辛うじて識別し得る明るさを求めた。

他の條件は実験Ⅰと同様である。

(2) 実験成績

第7表(1)及び第10図

第7表 (1) 漸増の潜伏時及び ΔS の計算値

〔I〕 Lucas 振子による成績

I (lux)	振子の目盛	Δt (sec)	$I(1 - e^{-20\Delta t}) = \Delta S$ (lux)
1600	0.03	0.000023	0.736
810	0.05	0.0000385	0.648
380	0.1	0.000077	0.570
140	0.3	0.000231	0.530
73	0.6	0.000462	0.671
38	1.2	0.00092	0.684
13	2.4	0.00184	0.662
8	5.0	0.00385	0.592
2200	0.02	0.0000154	0.677
1470	0.03	0.000023	0.630
520	0.1	0.000077	0.780
170	0.3	0.000231	0.782
80	0.6	0.000462	0.732
40	1.2	0.00092	0.732
15	2.4	0.00184	0.544
7	5.0	0.00385	0.616

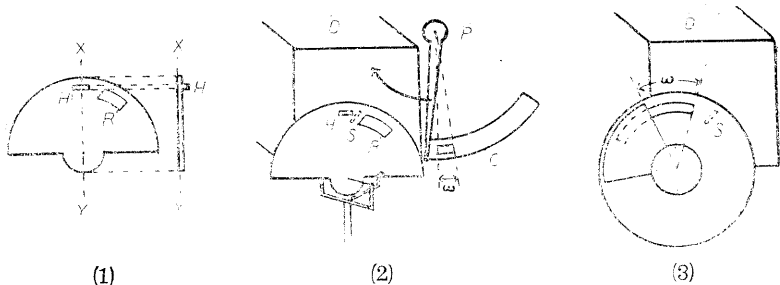
〔II〕 回轉板による成績

I (lux)	ω (°)	T (sec)	Δt (sec)	$I(1 - e^{-20\Delta t}) = \Delta S$ (lux)
0.686	10	22/5	0.122	0.620
1.113	5	23.5/5	0.065	0.810
2.913	1	27/5	0.015	0.777
8.275	0.5	17/5	0.0047	0.747
0.780	5	38.5/5	0.107	0.686
1.743	3	16.5/5	0.0275	0.761
4.766	0.5	34/5	0.00916	0.772
11.585	0.25	22/5	0.0030	0.672

第7表 (2)

暗黒との識別閾 ΔI (lux)

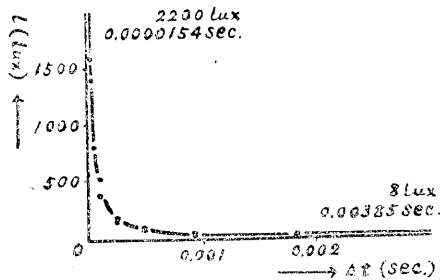
0.662
0.728
0.695
0.711
0.678



第9図 漸増の潜伏時測定装置

(1)遮光紙, (2)及(3)本文参照

H: 柄, R: 間隙, D: 暗箱, P: Lucas振子, S: スリット, C: 扇形の孔を有する遮光紙



第10図 強さ-期間関係

に見られる如く、光刺激を与えてから光感覚の起る迄の時間は、光の強さが強くなるほど短い。Lucas 振子を用いた場合の期間と回轉板を用いた場合の期間とは略重なる故一つの 強さ-期間曲線を描くことが出来る。測定した期間即ち潜伏時は非常に短く、1000 lux 程度では凡そ 0.04 sec, 数 lux 程度では凡そ $\frac{4}{1000}$ sec であつた。そして $K=20$ として $l(1-e^{-Kt})$ に l 及 dt の値を入れて dS を計算すると、 dS は大体に於て一定の値になつた。即ち潜伏時内に於て感覚過程の漸増が起り、 dS に相当する閾を越えて初めて光感覚が起る事を意味する。又 dS は $t=\infty$ の場合の暗黒との識別閾 dI に略一致する (第7表(2))。

尚、有色光の潜伏時は、黄、赤、緑、青の順に長くなつた。この事は西田⁸⁾ が刺激面の閾値を測つた実験結果と一致する。

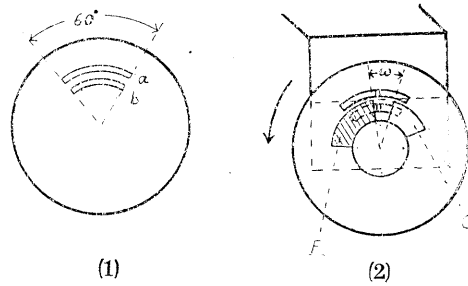
VI. 明るさのある場合の漸増の時間的経過

実験 I は暗黒状態に於ける漸増の経過を求めたのであつたが、更に明るさのある場合の漸増の経過を求めんとした。

(1) 実験方法

回轉板の回轉につれて最初一定の明るさで一定時間、次いで実験 I と全く同様の方法で眼を刺激して、明るさのある場合の漸増の経過を測つた。

実験 I の装置を用いる。回轉板に第11図(1)の如き同じ幅を有する 60° の弧形の孔 a, b を穿け、図(2)に示した様に 30° をフィルムで薄暗く覆い、遮光紙によつて残り 30° の角度を加減出来る様にする。この回轉板を暗箱の前面のスリット板に接せしめ、 a, b が別々の光源から照ら



第11図

明るさのある場合の漸増の経過測定方法 (本文参照)
F: フィルム, C: 遮光紙

される様にして、矢の方向に一定の速度 (T は凡そ $25/10$ sec が適當) で回轉すると、 b から最初フィルムを通つた光が $\frac{30T}{360}$ sec だけ照射され、次にフィルムを通らない光が $\frac{\omega T}{360}$ sec 照射される。そして b の最後の位置に於ける明るさに等しく a の明るさを調節する。

光散乱板 M 面に於ける、 B 光源より來たフィルムを通過せる光の強さ l' は最初から存在する明るさであつて、 M 面に於ける B 光源よりの光の強さ l は刺激光の強さであり、 M 面に於ける A 光源より來た光の強さ S_a は、強さ l' の光がある時、光の強さを l にして時間 t だけ刺激した場合に、 t の最後の瞬間に於て、眼に感ずる明るさである。即ち、 ω を変えることによつて前以て明るさ l' の光を与えた後、 l なる光で刺激した場合に於ける漸増の時間的経過を求めることが出来る。 l' を変えるにはフィルムを適當に選ばばよい。 l' による刺激時間を $\frac{30T}{360}$ sec にした理由は、実験 I の成績より、大凡 0.2 sec 経てば眼に感ずる明るさは与えた光の強さの98%に達するからである。その他の條件は実験 I の場合と同様である。

(2) 実験成績

第8表に見られる如く、明るさのある時に光刺激を与えた場合の光感覚は、暗黒状態に於ける光感覚よりも高くなつてゐる。換言すれば網膜の或る場所から光感覚が起つてゐる時、その同じ場所に更に光刺激を与えると、全然光感覚のない時に光刺激を与えた場合に比較して、より明るく感ずる。

第8表 明るさのある場合の漸増の時間的経過

	l (lux)	ω (°)	T (sec)	t (sec)	S_a (lux)	$l(1 - e^{-20t})$ (lux)	$l(1 - e^{-20t}) + l'$ (lux)
$l' = 35$ lux	255	1	26/10	0.0072	60	33	68
	"	3	"	0.0216	150	89	124
	"	5	25/10	0.0347	180	130	165
	"	10	26/10	0.072	210	193	228
	"	20	"	0.144	245	239	274
$l' = 45$ lux	122	1	23/10	0.0064	40	15	60
	"	3	25/10	0.0203	70	40	95
	"	5	24/10	0.034	90	59	104
	123	10	26/10	0.072	115	93	138
	"	20	"	0.144	162	115	160

後から与えた刺激光の強さ l 及びその刺激時間 t を、実験 I で求めた $l(1 - e^{-20t}) = S$ の式に入れたと、暗黒状態に於ける光感覚の明るさ S を求めることが出来るが、これに前以て与える刺激光の強さ l' を加えると、第8表に示した様にその値は、近似的に明るさのある場合の漸増の値 S_a に一致する。

VII. 明るさのある場合の漸減の時間的経過

(1) 実験方法

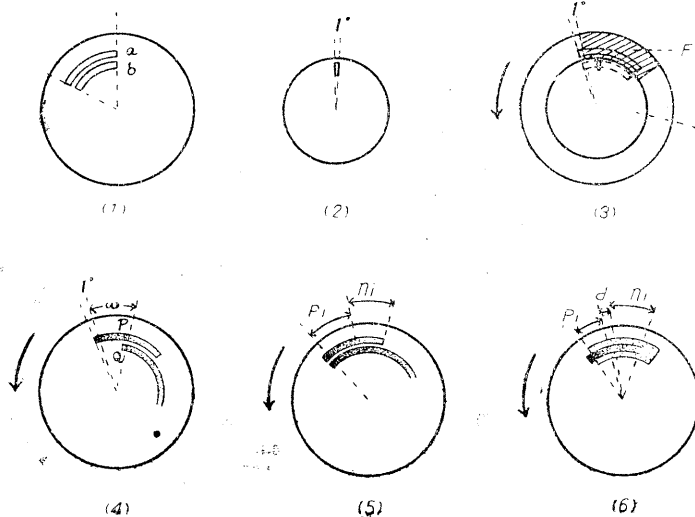
実験 II に於ける漸減像を、一定の明るさのあるところで認められる様にする事によつて、明るさのある場合の漸減の経過を求めんとした。

実験 II の装置を用いる。第12図(1)の如く、回転板に同じ幅を有する凡そ 60° の弧形の孔 a , b を穿ける。片方例へば a は、図(3)に示した様に角度 1° を残してフィルムで薄暗く覆う。又図(2)に示した様に、 b に対する幅 1° の孔を持つた遮光紙を用意し、これを回転板に重ねて図(3)の如くする。この時周囲から光の漏れぬ様に注意する。

回転板を一定の速度で矢の方向に回転すると、眼を動かさなければ、明るさのある場合の漸減の像を見ることが出来る(図(4))。即ち、 a の角度 1° の孔より出た刺激光は、フィルムで薄暗く覆われたところに漸減像を引くのである。

この漸減像の時間的経過を知るには、漸減像の任意の位置 P に対応する b の孔の位置 Q に、適当にフィルムを挿入して、 Q の明るさを P の明るさに等しくする。次いで P の位置を種々に変えて同じ所作を行う。与えられた刺激光の強さ l 、フィルムを経た明るさ l' 、漸減像の各位置に於ける明るさ S_a 、及び与えられた刺激光が断たれてより漸減像の夫々の位置までの時間 t は前述の実験 II 及び VI と同様な方法によつて求められる。その他の條件は実験 II の場合と同様である。

第9表及び第12図(5)に見られる如く、明るさのある場合の漸減時間は暗黒に於ける場合に比



第12図

明るさのある場合の漸減経過測定方法並びにその成績(本文参照)

F: フィルム, C: 遮光紙, P: 陽性残像, ni: 陰性残像, d: 暗黒部

第9表 明るさのある場合の漸減の時間的経過

	l (lux)	ω (°)	T (sec)	t (sec)	S'_a (lux)	le^{-20t} (lux)	$le^{-20t} - l'$ (lux)
$l' = 20 \text{ lux}$	955	5	9/5	0.025	501	575	555
	970	6	"	0.030	509	530	510
	880	9	10/5	0.050	216	322	302
	1000	10	11/5	0.067	246	261	241
	870	15	9/5	0.075	117	194	174
	860	15	11/5	0.091	116	139	119
	1025	25	"	0.152	60	49	29
	950	26	10/5	0.144...漸減時間	56	53	33
	740	6	9/5	0.030	388	405	385
	755	5.5	"	0.0275	395	435	415
	820	10	10/5	0.055	201	272	252
	835	11	"	0.061	204	246	226
	875	20	9/5	0.100	90	118	98
	910	19	"	0.095	121	136	116
	740	24	9.5/5	0.126...漸減時間	37	56	36

較して短かく、その後には陰性残像を引くのであるが、この陰性残像はフィルムを経た明るさのある間続く様である。この現象は有色光に於ても認められ、赤の後には緑、黄の後には青、緑の後には薄赤の陰性残像が現われる。又フィルムを経た明るさが大きい面積を占めると、図(6)に見られる様に、陽性残像及び陰性残像の時間が短くなつた。

明るさのある場合の漸減経過に於ても、暗黒の場合の式 $le^{-20t} = S'$ との連関があるかどうかを調べた。結果は第9表に見られる通りである。これ等のことに關しては目下引続き研究中である。

摘 要

1) 暗黒状態に於ける光感覚の漸増及び漸減の経過を追求した。強さ l なる光が時間 t だけ照射された場合の光感覚 S の漸増曲線は近似的に $l(1 - e^{-Kt}) = S$ なる式で表わされ、光刺激が断たれてより時間 t 後の光感覚 S' の漸減曲線も近似的に $le^{-K't} = S'$ の式で表わされる。 K 及び K' は略一致した値をとり、白色光では20に近い値となつた。

2) 刺激光 l を断つて後、同じ強さの光感覚が持続する時間即ち漸減の潜伏時 Δt 以内に、明るさの感覚は刺激光の識別閾 Δl に相当する値だけ減少し、その関係式は $l - le^{-K't} = \Delta l$ で

表わされる。

3) 刺激光 l を与えて後、明るさの感覚が生起する迄の期間即ち漸増の潜伏時 Δt 以内に、明るさの感覚は暗黒との識別閾 Δl に相当する値だけ増大し、その関係式は $l(1 - e^{-Kt}) = \Delta l$ で表わされる。

4) 暗黒状態に於ける有色光の漸増漸減の経過は、曲線の急なものより順に記せば、黄、赤、緑、青の順で、これは潜伏時の曲線の順序とも一致した。

5) 明るさのある場合の漸増及び漸減の経過は、共に暗黒の場合に於けるより曲線は急となつた。

稿を脱するに當り、御指導賜つた坂本嶋嶺教授並びに御助力を仰いだ山極一三教授、杉靖三郎博士に厚く感謝す。

文 献

- 1) Fröhlich, F. W. (1923) Über die Abhängigkeit der Empfindungszeit und des zeitlichen Verlaufes der Gesichtsempfindung der Intensität, Dauer, und Geschwindigkeit der Belichtung. *Zeitschr. f. Sinnesphysiol.* 55, 1-46
- 2) Hecht, S. (1935) A theory of visual intensity discrimination. *J. gen. Physiol.* 18, 767-789
- 3) Hecht, S., C. Haig, and A. M. Chase (1937) The influence of light adaptation on subsequent dark adaptation of the eye. *J. gen. Physiol.* 20, 831-850
- 4) Piéron, H. (1937) Recherches sur la latence de perception des accroissements de luminosité. *Anée*

- Psychol. 37, 1-16. (Berichte (1939) 109, 282による)
- 5) Zolina, Z. M. (1940) A study of the course of fading of afterimages. Fiziol. Z. 28, 307-312 u. engl. Zusammenfassung 312. (Berichte (1940) 121, 99による)
- 6) Pannevis, M. (1947) The brightness of positive afterimage. Ophthalmologica 113, 280. (Am. J. Ophth. (1948) 31, 362による)
- 7) 高 太郎 (1938) 視速度に関する研究 日本眼科誌 42, 4号
- 8) 西田 勇 (1942) 色光による網膜の刺激閾面積 岡山医誌 54年 3号
- 9) 池田弘之助 (1951) 継続対比による明度の変化について 日本眼科誌 49, 4号
- 10) 附田 恵 (1950) 光刺激による光覚の漸増及び漸減の測定 日本生理誌 12, 71
- 11) 附田 恵 (1951) 両眼視による同時性対比の測定 日本生理誌 13, 79

Summary

1. On the waxing

The source of the light for stimulation was a plate of milkwhite glass which was illuminated from one side by an electric lamp lit by D. C. Between the source and the observer, there was placed a disc provided with an arc-shaped slit. It was rotated with a constant speed, and the light coming through the slit was received by the observer's eye through a narrow (ca. 1 mm wide) vertical slit, the stimulation duration being controlled by changing the central angle of the arc-shaped slit. Naturally the stimulation occurred repeatedly in accordance with the rotation of the disc, but directly, so that the level of the brightness sensation attained in each stimulation duration could be easily measured out by adjusting another source of light so as to produce the same brightness sensation, and by measuring the intensity obtained photometrically. The brightness sensation was found, thus, to wax logarithmically, following the equation $S=l(1-e^{-Kt})$, where S denotes the sensation level, l the intensity of the light for stimulation, K a constant, and t the time.

2. On the waning

The rotating disc was, in this case, provided with a small hole instead of a slit, so that the stimulation duration was constant and that very short. The light coming through the hole stimulates the fovea and impresses a certain brightness sensation there when the hole just crosses the visual line, and leaves there behind an after-image decaying with time. As the hole moves on it stimulates the adjacent parts of the retina in succession, and produces the same brightness sensation anew, provided that the eye is kept immovable. The result is that the observer sees a comet-like picture, of which the varying brightness of the tail just expressing the time course of waning of the brightness sensation. Now, to measure the brightness of a certain part of the tail, there was put another hole of the same size just beside that part, and the light coming through this hole was made just to match the brightness of that part of the tail, by covering the hole with suitable materials. The brightness of the light thus adjusted was measured by a photometer, to be taken as the remaining level of the sensation at that part, that is, at a certain elapse of time after the Stimulation.

The waning thus measured follows well the equation $S'=le^{-K't}$, where S' represents the remaning level of the sensation. It is very interesting and note-worthy that K and K' are of one and the same numerical value.

(Department of Physiology, Med. School, Univ. of Tokyo)

血液蛋白の栄養学的意義に関する研究 612.398.2

(第3編) 血液蛋白と成人の蛋白必需量

Nutritional Role of the Blood Proteins.

Ⅲ Report : On the Protein Requirement of Human Adult estimated from
Concentration of the Blood Proteins.

山 本 正 道 (Yamamoto-Masamichi) *

I. 緒 言

人体構成成分の基幹たるべき蛋白質に就て其の必需量を定めようとする試みは、從來数多く行われた。古くは Voit 等が習慣食の調査により1日120gの必需量を提唱したが、其後窒素出納法により Chittenden¹⁾は40~50g, Hindhede²⁾は20gと言う低蛋白食でよく体力を維持し得るとした。此等多数の実験成績を比較統括する事によつて Sherman³⁾は体重1kg当り0.5gの蛋白攝取量が成人の蛋白必需量に当るとした。此の値は現今一般に容認せられたものであつて、近時の Hegsted⁴⁾の研究でも30~40g/70kgの穀物蛋白で成人の必需量を満し得ると言っている。

併し乍ら此の値は実際に一般大衆が食習慣として攝っている食蛋白量に比較すると可成り低い。例えば本邦に於ては厚生省の行つた国民栄養調査の成績によれば昭和22年60g前後⁵⁾、昭和23年61~65g⁶⁾となつており、大阪生活科学研究所の調査では所員(中等労働)の家庭では1人1日59~86g⁷⁾となつている。又暉峻、斎藤等⁸⁾は大多数の国民に就て尿窒素量を測定し、或は栄養調査により体重1kg当り1.0gが最低攝取基準量なりとしている。米国でも Peard⁹⁾は77gと言う成績を得ている。斯様に実際には前記必需量の約2倍を攝っている關係上、各国の国民栄養基準の設定に當つては此の必需量に100%又は夫以上の安全率を乗じて本邦では75g或は80~85g¹⁰⁾¹¹⁾、米国では70g¹²⁾の攝取量

が基準量として割出され実際の攝取量に略近い値となつている。併し乍ら此の安全率の意味に就ては現今未だ充分満足すべき説明が与えられていない。

翻つて從來実験的に蛋白必需量を求める際に採用されている方法を見るに、此は主として窒素出納法であつて、此によつては單に窒素平衡を維持するに要する生体の最低の窒素必需量のレベルは求められても、夫は決して健康を維持するに足る量を示すものでない事は既に第1編¹³⁾に於て述べた通りである。従つて蛋白必需量の決定に當つては從來の実験に欠如していた生理機能面での検討を加えるべきである。即既に前報に述べた如く、生体が健康を維持する爲には一定量の貯藏蛋白が必要であり、此によつて始めて変轉極りない食環境変化に適応して其の生理機能を健全に保ち得るのである。而して著者は第2編¹⁴⁾に於て血液蛋白量が貯藏蛋白の有力な指標となる事を述べたが、此の意味に於て血液蛋白量を正常に保つに足る食蛋白量は大体に於て健康を保つに足る蛋白必需量と考えてよいと思われる。

そこで著者は此の様な観点に立つて一般大衆に就て一方に於ては習慣食として攝取した食物蛋白量を調査し、他方此と同時にその個人各個の血液性状を検査し、両者を綜合比較する事により如何なる食蛋白量に於て始めて正常の血液性状が維持せられているかを検討せんとした。検査した血液性状としては血色素、血清蛋白量等の血液蛋白濃度を主眼としたのであるが、元來貯藏蛋白量の指標を求めるには循環血液量を

* 京都府立医科大学生理学教室 (吉村寿人教授)

測定して其総蛋白量を求める事が至当であるとされている。併しながら廣く一般大衆に就き此を実施する事は困難であるから單に濃度の測定に止める事にした。蓋し蛋白欠乏時に血液蛋白総量が減少しても必ずしも血液蛋白濃度の減少の起らぬ事もあるが、しかし又一方他に水分代謝を変化せしめる特殊な要因なき限り血液蛋白濃度の減少のある場合には夫が眞に血液蛋白の消耗によるか或は單なる血液水分の増加によるかは別として兎に角其の原因としては栄養状態が蛋白欠乏に傾いている場合が多いからである。此の事は間接的にてであるが黒田によつて唱導せられた事であつて、黒田によれば血液水分増加は栄養失調症の特異症状の一であつて、此によつて潜在性栄養失調症を看破し得ると言う¹⁵⁾。

猶蛋白必需量の決定に當つては当然攝取蛋白の質が問題となるのであるが、既に Sherman²⁾も述べた如く、市民が攝取する食品は各種の蛋白質を含み、嚴密に言えば食品によつて夫々蛋白の質に差異はあるけれども、習慣食として攝られる蛋白を問題にして需要量を論ずる場合は質による差は其程大きなものではない。従つてここには一応食蛋白質の問題は後廻しとして、取り敢えず蛋白の質は一般大衆の習慣として攝るものと言う事にし單に其量のみを問題として採り上げる事にする。

II. 実験方法

調査の対象は主として集團生活を爲しつつあるものとして学生寮、僧堂、公務員寮を撰び、此に農村に生活する者、教室員等を加えた。

調査時期は概ね冬季乃至は其の前後の期間を撰んだ。蓋し血液性狀は季節により大きな変化を示すからである^{16) 17)}。被検者の年齢は満18~47才に亘りその数は總計72名に及んだ。此等は何れも健康男子で大体として室内輕作業乃至は中等勞働に従事するものと考えられる。

栄養調査は可及的に季節其他の行事の介入しない、習慣食の持続されている時期を撰び、3~7日間其の攝取食品全部を計上し、食品栄養價

要覽¹⁸⁾によつて1日の攝取熱量、蛋白量、動物性蛋白量、脂肪量を算出した。猶此の期間中に体重を計測して此より体重1kg当り攝取蛋白量を求めた。

血液検査は栄養調査期の末日に実施し、早朝空腹時に採取した資料に就て白血球数、赤血球数、血色素濃度、血清蛋白濃度、血液竝血清比重、アルブミン-グロブリン比を第1編¹⁹⁾所載の方法により測定し、此等よりヘマトクリット値、色素係数、容積係数を算出した。

此等の成績によつて得た蛋白必需量を確める目的をもつて最後に著者自身に就て冬期に於て約3週間にわたる栄養試験を行い、蛋白攝取量の血液性狀に及ぼす影響を検討した。

III. 実験成績

a. 栄養調査の成績に就て

第1表には調査対象を集團別(總数8)に区分した栄養調査の成績を示した。最右欄には比較的爲に著者の教室で実施した栄養試験での低蛋白食竝高蛋白食例を加えた。

調査の時期は吾国の食糧事情が猶窮屈な時であり、調査に當つては、率直に言つて爲し得る限り蛋白攝取量が標準量以下と推測される集團を目標としたのであるが、結果としては豫想に反しその様な集團的にも個人的にも習慣的な低蛋白食例に遭遇する事は稀であつて、表に見る様に殆んどが熱量、蛋白量共に國民基準食(熱量2,400kcal, 蛋白80g)^{10) 11)}と言われるものに近い食餌をとり、唯辺境にある住民に於て若干低蛋白食の例を見出したに過ぎない。例えば從來粗食であると言われる僧堂に於ける成績を見ても、第1表に見る如く都會に於けるA群では動物性蛋白は宗教的な戒律により零ではあるが、攝取熱量にも蛋白量にも不足は見られないし、又攝取蛋白と總熱量の熱量比も略正常である。之に反し同じ僧侶の集團ではあるが、B群は京都近郊の某山中に位置しており蛋白及總熱量は8群の中の最低値を示している。即蛋白攝取量は体重1kg当り0.7gと言う低値を示し、熱量比に到つては8.2%にしか過ぎない。同様の

事は農村の調査成績にも見られ、農村Aは大阪 市近郊にあり、同Bは京都府下の都会に遠い農

調査項目			調査集団		学 生 寮		僧 堂		農 村		教 室 員 公 務 員		実 験 食	
			A		B		A		B		A		低 日 高 日	
			寮 食	総 計	寮 食	総 計	寮 食	総 計	寮 食	総 計	寮 食	総 計	寮 食	総 計
年 令	平 均	満 才	7	7	5	5	9	9	5	5	3	3	16	16
	最小～最大		19～24	19～24	19～20	19～20	19～30	19～30	18～47	20～25	20～28	21～42		
体 重	平 均	kg	54.7	54.7	54.8	54.8	53.7	53.7	51.5	51.5	57.4	57.4	51.7	51.7
	最小～最大		50.5～59.0	50.5～59.0	48.3～61.0	48.3～61.0	48.5～59.5	48.5～59.5	46.0～62.0	47.5～63.2	57.5～67.4	57.5～67.4	49.6～55.7	49.3～55.3
摂取熱量	平 均	Cal/日	1891	2119	1950	2636	2249	1800	2370	2253	2623	2403	2467	2478
	最小～最大		1277～2454	1277～2454	2439～2776	2439～2776	2190～2279	2190～2279	1984～2651	1717～3044	2317～2724	1765～2713	2476～2713	2478～2575
攝 取 量	全 量	g/日	74.2	79.5	61.4	74.2	79.5	61.4	36.0	80.9	63.1	82.8	75.0	31.1
	最小～最大		74.2～97.2	74.2～97.2	71.2～81.4	71.2～81.4	64.9～69.8	64.9～69.8	60.0～126.0	45.0～89.0	47.3～123.0	55.9～93.7	13.7～45.4	126.1～206.1
動物性蛋白質	平 均	g/日	1.36	1.47	1.12	1.40	1.25	0.70	1.48	1.02	1.34	1.49	0.59	2.90
	最小～最大		1.29～1.80	1.29～1.80	1.28～1.75	1.28～1.75	0.64～0.74	0.64～0.74	1.09～2.17	0.82～7.40	0.63～2.08	1.11～1.83	0.26～0.89	2.28～3.98
脂 肪 量	平 均	%	36.9	35.6	29.6	24.2	0	0	18.5	19.7	25.4	29.8	0	53.9
	最小～最大		34.2～38.9	34.2～38.9	22.4～25.6	22.4～25.6			3.8～42.5	8.1～26.2	0～49.5	24.7～46.2		22.9～77.4
熱 量 比	平 均	%	16.1	15.5	12.9	12.5	12.5	8.2	13.7	11.5	12.6	12.9	5.2	25.1
	最小～最大		13.4～16.8	13.4～16.8	10.8～14.9	10.8～14.9	12.2～12.6	12.2～12.6	11.3～20.1	10.5～12.2	8.5～18.2	8.4～14.9	2.3～7.6	20.6～35.0
備 考	全 量	g/日	17.1	18.7	20.1	22.7	16.5	5.4	15.8	10.8	20.6	18.8	19.1	24.5
	最小～最大		17.1～22.0	17.1～22.0	20.1～23.6	20.1～23.6	11.9～25.7	11.9～25.7	10.0～37.0	8.0～14.0	13.0～35.5	6.0～25.5	8.8～26.2	23.5～27.1

第1表

調査項目			学 生 寮		僧 堂		農 村		一 般 市 民	
			A	B	A	B	A	B	教室員	公務員
一日摂取量	熱 量	Cal	2119	2636	2249	1800	2370	2253	2314	2623
	蛋白質	g	78.5	75.4	68.2	36.0	80.9	63.1	78.1	82.8
	体重1kg当り蛋白質摂取量	g	1.47	1.38	1.25	0.70	1.48	1.02	1.53	1.34
血色素濃度			%	93.2	94.1	97.9	82.2	97.7	91.8	96.1
血清蛋白濃度			%	6.74	6.32	6.85	6.13	7.12	6.54	6.63
血液比重				1.0564	1.0557	1.0569	1.0528	1.0566	1.0556	1.0548
血清比重				1.0255	1.0240	1.0254	1.0240	1.0262	1.0246	1.0248
ヘマトクリット値			%	43.3	43.5	43.6	40.2	42.8	42.8	41.7
アルブミングロブリン比				1.97	1.36	1.61	1.66	1.58	1.26	2.07
赤血球数			$\times 10^4$	517	516	509	475	513	482	494
白血球数			$\times 10^4$	67	78	58	67	68	68	60
色素係数				0.97	0.97	0.97	0.87	0.96	0.95	0.98
容積係数				0.93	0.94	0.96	0.93	0.98	0.99	0.99
備 考										

第2表

村であるがAに於ては摂取熱量、蛋白質共にBよりも大であり、其の体重1kg当り摂取量もより大である。併しながら此のB群に於ても体重1kg当り摂取蛋白質は略基準に達している。斯様にしてみると特殊の集団以外では全般的に見て摂取熱

量、並に同蛋白質は大体基準量に近いものを攝っている事になる。

併しながら動物性蛋白質の摂取率では、都市に於ては多くは25%或は其以上であつて、昭和22年、同23年の厚生省国民栄養調査の大数調査の成績^{5) 6)}を相当上廻る値を示しているが、農村に於ては20%付近であつて都市と農村の差が明瞭に看取せられ、農村に於ける蛋白源並に熱量源は主として植物性食品殊に米穀である事が確められる。即習慣食として農民の米其他の穀物への依存が可成り根強い物である事が推測されるのである。

又脂肪の摂取量は20g前後であつて、従来日本人の習慣食の欠点として指摘されて^{5) 6)}来た所によ

く一致して少い事が分る。中でも農村に於ては他の何れの群よりも少い事は国民栄養調査の成績⁷⁾ 6) とよく一致する。

以上著者の実施した栄養調査は対象が局限されていた憾はあるけれどもその成績を総括して見ると、昭和23年未より昭和24年の初にかけての国民の摂取熱量並に蛋白量は共に概ね国民栄養の基準量に近いものであつて、唯全般的に脂肪の摂取量は不足しており、又農村に於ては動物性蛋白の不足が窺われるのである。

b. 血液検査成績に就て

前述の各集團に就て其の集團の血液検査の各項目の平均値に就き成績を表示すれば第2表の如くなる。即熱量、蛋白量共に他に比して遜色のあつた僧堂Bのみは貧血、低蛋白血の像が明であるが、地の集團では摂取量に多少の高低はあるけれども略正常値を示した。此の僧堂Bの成績では血液蛋白減少の原因が蛋白不足によつて起つたものか、或は熱量不足によるものか明でない爲に次に集團別の平均をとらずに各集團を通じて各個人の摂取蛋白量の大小によつて血液性狀を纏めて比較する事にした。

即体重1kg当りの摂取量を0.6g以下(第1群)、0.6~0.8g(第2群)、0.8~1.0g(第3群)、1.0~1.2g(第4群)、1.2~1.4g(第5群)、1.4g以上(第6群)の6群に分ち、その各群の血液性狀の平均値を求めると第3表の様になる。

表に見られる様に血色素並血清蛋白濃度、血液並血清比重、ヘマトクリット値では第1、2及3群と第4、5、6群の間には明瞭な境界が存し第4、5並6群では何れの値も正常値を示し、第3群以下には此等諸種の測定項目に於て血液蛋白(血色素、血清蛋白共に)減少の徴を認める。表中*印を附したものは第3群と第4群の

測定項目	摂取蛋白量/kg					
	0.6g以下 (1)	0.6~0.8g (2)	0.8~1.0g (3)	1.0~1.2g (4)	1.2~1.4g (5)	1.4g以上 (6)
摂取熱量 kcal	2425	1952	2236	2266	2454	2552
人数	5	6	5	13	16	27
血色素濃度 %	84.1	84.2	86.4	*85.9	96.4	94.6
	17.07	24.50	3.63	22.00	21.23	11.47
血清蛋白濃度 %	6.58	6.19	6.34	*7.03	6.55	6.76
	0.2075	0.2447	0.3216	0.1253	0.2272	0.3084
血液比重 $\times 10$	1.0548	1.0527	1.0528	*1.0558	1.0564	1.0560
	120	195	59	103	145	237
血清比重	1.0245	1.0239	1.0243	*1.0258	1.0248	1.0254
	211	154	109	52	135	174
ヘマトクリット値 %	40.8	40.2	39.2	*42.1	43.9	42.7
	1.09	3.85	1.85	1.93	1.54	2.82
アルブミン グロブリン比	1.44	1.67	1.18	1.53	1.68	1.68
	0.0820	0.4190	0.2887	0.1458	0.1404	0.1773
赤血球数 $\times 10^6$	448	471	464	505	518	492
	2072	1267	714	1783	747	1467
白血球数 $\times 10^6$	58	63	63	63	74	62
	205	195	200	149	148	92
色素係数	0.95	0.88	0.93	0.97	0.93	0.97
	0.0054	0.0026	0.0048	0.0062	0.0045	0.0056
容積係数	1.01	0.94	0.91	0.94	0.94	0.96
	0.0065	0.0030	0.0002	0.0064	0.0019	0.0073
備 考	1) オタ群の測定値の左側に*印を附けたのはオ3群の値との差が推計学的に有意であり、印が1個は5%の、印2個は1%の危険率で有意である事を示す。 2) 血色素濃度はオ3、タ群の比較不能のため、オ2、3群の平均値とオタ群との差を檢出した。 3) 各項目の測定値の下に欄にはこの推計学的意味の基礎と成つた不偏分散を示した。					

第3表

平均値の差が推計学的に有意(5%危険率)であつた事を示す。而して第4群以上では各項目に就ては大体として各群間に有意の差を認めないのであるが、唯赤血球数に於ては第3、4群間に有意の差を認めず、第5群に到つて始めて有意の差が現れている。併し總体的に見て蛋白摂取量1.0~1.2g/kg以上(第4群以上)では之等の値に変動のない事は明であつて、此の事は第1編¹³⁾に述べた高蛋白食実験の成績によく一致する。又各項目に就て第1、2及3群と第4、5及び6群の夫々の平均値を比較すると、アルブミン-グロブリン比及容積係数を除けば測定

せる血液性状の各項目共に前者に比し後者は推計学的に有意の高い値を示し特に血色素濃度と血液比重とは其の差異が推計学的に最も顯著であつた (第4表)。

測定項目	群	平均値	不偏分散	比較
血色素濃度 (%)	A	84.2	15.27	有意
	B	95.4	16.69	
血清蛋白濃度 (%)	A	6.36	0.2402	有意
	B	6.77	0.3254	
血液比重	A	1.0533	237×10^{-8}	有意
	B	1.0566	204×10^{-8}	
血清比重	A	1.0242	149×10^{-3}	有意
	B	1.0253	148×10^{-3}	
ヘマトクリット値 (%)	A	40.1	2.46	有意
	B	42.9	2.62	
アルブミン・ グロブリン比	A	1.47	0.2536	無意
	B	1.64	0.1575	
赤血球数 ($\times 10^6$)	A	462	1205.8	有意
	B	501	1490.0	
白血球数 ($\times 10^3$)	A	59	215.3	有意
	B	66	143.6	
色素係数	A	0.92	0.0039	有意
	B	0.96	0.0053	
容積係数	A	0.96	0.0051	無意
	B	0.94	0.0053	
備考	1) 第2列のAは第1, 2, 3群の, Bは第3, 4, 5群の平均値を示す。 2) 比較の標の有意とは推計学的に有意の差を示す事を意味する。			

第4表

以上を要するに血液性状から見て1日摂取蛋白量1.0~1.2g/kgの群と其以下の群との間に大体として正常値の限界線を画する事が出来、殊に血液性状の中でも血色素濃度、血液比重の差は著明であつて、その栄養判定の基準として最適當であるとの平出²⁰⁾の主張によく一致する。而して斯る血液性状の変化が主として蛋白摂取量の差に基因する事は第1群に於て其の摂取熱量が正常であるに拘らず血液性状に蛋白欠乏の像を認め得る事からも推論し得るのみならず、実験的にも此を証明し得る事は既に前編¹³⁾に述べた所である (ただ第2, 3群が其の蛋白攝

取量としては第1群よりは高いに拘らずその血液性状が第1群に劣る所以はその摂取熱量が若干不足している爲かも知れない)。

以上によつて血液性状を正常に保つに足る最小蛋白摂取量は体重1kg当り1.0~1.2g/日である事は明となつたが、更に此の事を実験的にも明かにする爲に著者自身に就て摂取量1日2400kcal, 同蛋白60g (植物性のみ) 即約1.2/kgの実験食を約3週間続けて、其の時の血液性状を検査した。その成績は第5表に見る様に血液諸

項目	単位	自由食期	60g期
白血球数	$\times 10^3$	60	54
赤血球数	$\times 10^6$	501	492
血色素濃度	%	91.3	92.4
血清蛋白濃度	%	6.34	6.44
血液比重		1.0538	1.0540
血清比重		1.0232	1.0228
ヘマトクリット値	%	41.3	41.7
アルブミン・グロブリン比		2.91	2.25
備考	肉食期共3回の平均値を示し、60g期は第17日~27日の間の測定値をとつた。		

項目	単位	自由食期	60g期		
			第6日	第17日	第27日
白血球總数	$\times 10^3$	274	283	184	278
赤血球總数	$\times 10^6$	216			215
血色素全量	g	561.3	574.7	588.1	588.6
血清蛋白	g	115.7	136.6	117.1	113.0
グロブリン全量	g	54.5	34.4	45.2	48.4
合計全量	g	170.2	170.8	162.3	161.4
循環血液量	ℓ	4.49	4.49	4.37	4.15
循環血清量	ℓ	2.66	2.59	2.53	2.33

第5表

成分濃度には実験前の自由食期 (約2,200CAL, 蛋白80g, 内動物性約40%) と殆んど変化が見られなかつた。唯血液成分全量に就ては循環血液量は若干減少したが、血色素量、白血球總数、赤血球總数には異常が無く、又血清蛋白量全量にはグロブリンの減少によつて若干減少した。併しながら蛋白不足による血清蛋白の減少はアルブミンの減少を來すものであつて、アルブミン

量には著変のない事により、此の血清蛋白量の減少は栄養性のものではなからうと考えられる。

以上要するに食蛋白が純植物性のものであつてもそれが1日1.2g/kgに達する場合には少くとも3週間の実験では血液蛋白には殆んど何等の変化を認める事が出来なかつた事が明であり、即之によつて第3表の成績の裏付けがなされるものであると言えよう。

(以上の諸研究にある血色素全量並に全血清蛋白量の計算に際してはSahli値100%は13.8g/dlのHB量に、血清蛋白の%はg/dlに相当するとして求めたものである)。

Ⅳ. 考 察

以上によつて血液性状を正常に保つに足る食蛋白必需量は1.0~1.2g/kg以上である事が判つた。今ここに求めた血液蛋白量を前報¹⁴⁾の如く貯蔵蛋白の指標と考えるならば、生体の貯蔵蛋白を保全する爲には少くとも此の程度の蛋白が必要であると言ひ得る。ただここに一応考えねばならぬ事は著者の測定したものは血液蛋白濃度であつて、その全量ではなかつた爲に、之を以て直ちに貯蔵蛋白の減少を意味するものと解して良いかどうかの問題である。前記の如く黒田は潜在性の蛋白欠乏に陥つている場合には血液水分の増加が認められると言ひ、又平出も蛋白欠乏の初期にはその血液蛋白全量には変化がなかつたが濃度のみが減少し、此は偽性貧血と考へべきである事を明にしている²¹⁾。従つて著者の認めた貧血や低蛋白血症を総て血液蛋白全量の減少と認める事は明に誤であらうと考えられる。併しながら夫はどうであつても少くも此等の所見が蛋白欠乏の初期に現われると言うのであるならば、斯る血液蛋白濃度の減少のない1.0~1.2g/kgの蛋白攝取の場合には貯蔵蛋白が正常値以上に充足されていると考え得る可能性が大であるのみならず、次に示す同位元素実験の成績よりして此の考は一層明確に根拠付けられるのである。即ちRittenberg²²⁾は同位元素を用いて健康成人に就て体蛋白の代謝率を研究し

体重1kg当り1日約0.20gのN従つて1.3gの蛋白が日々に合成又は更新せられると言う。此の値は勿論人体の各種臓器組織を総て包含した総蛋白に就ての平均代謝率である。従つて生理的な状態に於ては少くとも此位の蛋白を補給する必要がある。此の値は偶然に著者の推定した1.0~1.2g/kgの蛋白量と略一致しているのである。

以上要するに成人がその貯蔵蛋白を正常に保存して血液性状を正常値に保つに要する蛋白必需量は1日1.0~1.2g/kg以上であるべき事が明となつたが、此の値は従来求められた0.5g/kgの蛋白必需量の約2倍に當つている。斯様に従来の必需量が生理的な人体の蛋白代謝量とは異り著明に少い理由は既に述べた様に、低蛋白食を与える事によつて生体が此に適応して其の貯蔵蛋白を消耗し且体蛋白の代謝率を低下せしめて、僅かの蛋白でも窒素出納の平衡を保ち得る様に慣れを生ずるからである。従つて生体が1日0.5g/kgの程度の低蛋白食に適応し得るからとは言つても、夫は生体の固定蛋白の代謝を保全するに足るものであるかも知れないにしても、充分な貯蔵蛋白をもつて健康な生活を営み得る人体の蛋白必需量とは言へないのである。即従来斯の如くにして求めた蛋白必需量に100%以上の安全率を乗じて標準必需量を割出していたのは、実は斯様な貯蔵蛋白の代謝を保全する爲の蛋白量を加算していた事になる。又人類の習慣食が人種の如何を問はず、中等労働の者ではその攝取蛋白の熱量比が総熱量の13~14%²³⁾である事も、此が大體1日1.3g/kg前後の蛋白量である事より考へて、人類がその身体総蛋白の代謝を保全せんが爲の生理的要求によつて必然的に所謂習慣食として攝取しているものであらうと推察される。固より斯る合目的性は必ずしも機序論的な必然性を実証した事にはならないが、蛋白に関する限りにおいては人類が廣く且永く同様の食質を保つている事は何か其所に生物学的な必然性の存する事が暗示せられるのであつて、斯様な説明を下しても恐らく誤りはなからうと思われる。而して此以下の蛋白量で生

活せんとすれば夫は直ちに生命の危険を來すものではないにしても、貧血、低蛋白血症其他の貯藏蛋白の欠乏即所謂蛋白欠乏の症状を現わし生活環境の変化や外的刺激に対する抵抗力を減する事は前報¹³⁾¹⁴⁾ 竝に本報告の成績に明である。従つて斯る意味から 1.0~1.2g/kgの蛋白量こそは健康生活を営む爲の最低の蛋白必需量と言つて良いであらう。

猶以上の成績は攝取蛋白の質による區別をせず單に習慣食として攝取した蛋白の組成を基本として調査したものであつて、其の動物性蛋白の総攝取蛋白に対する比率は多くは 18.5~35.6%の間にあつた。而して動物性蛋白が此以下に減じて攝取量が上記の必需量を充している場合でも著者の自家実験に明かな如く概ね貯藏蛋白を正常域に保ち得るものであると考えられるが、併し一方動物性蛋白が此以上になつた場合には必需量は若干変るかも知れない。此に就ては現在何とも言えないが、前記 Sherman³⁾ の所説や著者の経験に徴して仮令此が変化しても其の差は左程大きくはないと考えられる。

V. 結 論

一般大衆に就て一方に於て其の習慣食の養價竝に蛋白攝取量の調査を行うと共に他方其の血液性狀を正常に保ち得る最小攝取蛋白量を検討して次の結論を得た。

1) 血液性狀殊に血液蛋白量は体重 1kg 当り 1.0~1.2g/日以上以上の攝取 (多くは動物性蛋白 18.5~35.6% の間) に於て正常値に保たれ、此以上蛋白量が増しても血液量には著明な変化がない。

2) 血液蛋白量が体内貯藏蛋白の尺度であり且健康生活を営む爲には一定量の貯藏蛋白が必要であるとの観点より、この値を以て一応生理

的な蛋白必需量と考へ得る。

3) 人類が習慣食として多くは熱量比 13% 前後の蛋白を攝つてゐる事は斯様な生理的必需量を満さんが爲の生理的要求に基いたものであらう。

本研究は、吉村教授に対する文部省科学研究費により行われた。研究の成果は一重に吉村教授の絶えざる御指導と、教室員諸氏の御協力の賜である。又栄養調査に當つては稻田祖賢師、河原宗雄師、浜村嘉幸氏、平忠臣氏、大槻都士寛氏の他、京都府立医科大学 Y. M. C. A. 学生会、京都師範学生会の学生諸氏多数の御協力を添うした。此所に謹んで感謝の辞を捧げる。

文 献

- 1) Chittenden, R. H. (1905) *Physiological Economy in Man*.
- 2) Hindhede, M. (1914) *Skand. Arch. f. Physiol.* 31, 259
- 3) Sherman, H. C. (1947) *Chemistry of Food and Nutrition*. 7th Edition
- 4) Hegsted, D. M. et al (1946) *J. tab. clin. Med* 31, 261
- 5) 有本邦太郎 (1948) 栄養食糧学会関西支部会報 1, 28
- 6) 厚生省 公衆衛生局 栄養課発表 国民栄養調査成績 (1949) 栄養と食糧 2, 129
- 7) 久保正徳・中島孝子・木村きぬ (1950) 大阪市立生活科学研究所研究報告 18, 24
- 8) 岡峻義等・齊藤 一 (1946) 勞働科学 22, 153
- 9) Beard, H. H. (1927) *Am. J. Physiol.* 82, 577
- 10) 大森憲太 (1949) 栄養と食糧 2, 1
- 11) 藤本薫喜・露木貞文 (1941) 栄養学雑誌 1, 22
- 12) 米国の栄養基準 (1948改正)(1949) 栄養と食糧 2, 28
- 13) 山本正道 (1951) 日本生理誌 13, 408
- 14) 山本正道 (1951) 日本生理誌 13, 462
- 15) 黒田嘉一郎 (1948) 日新医学 35, 197及240
- 16) 吉村奉人他10名 (1951) 日本生理誌 13, 29
- 17) 齊藤英一 (1950) 医学と生物学 17, 71
- 18) 国立栄養研究所国民栄養振興会編 (1943) 食品栄養概要
- 19) 飯田輝英 (1951) 栄養と食糧 3, 128
- 20) 平出順吉郎 (1948) 日新医学 35-1, 10
- 21) 平出順吉郎 (1950) 生体の科学 1, 225
- 22) Sprinson, D., D. Rittenberg (1949) *J. Biol. Chem.* 180, 715

Summary

As to the protein requirment of a human adult, the daily intake of 0.5 g protein per kg of the body weight has been generally accepted, since Sherman asserted it by summarizing numerous experimental results previously reported. Actually, however, the protein content

of a habitual diet of human being is generally twice or more than twice as much as the value, and thus, by multiplying it by a factor of safety of 100%, the standard allowance is calculated out which may be considered best to allow in the planning of dietaries of people. Strictly speaking, the "protein requirement" must be understood to be the minimum amount of protein intake which is necessary to maintain normal physiological function. From this point of view, the author pointed out the absurdity of the method of determining the protein requirement previously used, i. e. nitrogen balance method.

In the same report, the necessity of retaining the enough amount of reserve protein was maintained to ensure a normal living in this world, and, in another one, it was pointed out that the decrease of blood content of hemoglobin and serum protein may be regarded as a good index of declining of the reserve protein.

In the present study, the author investigated on people of various occupation of a middle grade who had no detectable diseases, to find the interrelations between blood properties and protein contents of habitual diets. And the blood properties, counts of red and white cells, the hemoglobin content the concentration of serum protein, the albumin-globulin ratio, the specific gravity of serum and whole blood, etc., were determined. The number of subjects were 72, and their habitual intake of diet protein varied from zero to about 2.5g/kg/day.

It was found that the concentration of blood protein was maintained on normal level, as far as the daily intake of diet protein was 1.0-1.2g/kg body weight or more, and the deficiency of blood protein, i. e. anemia and hypoproteinemia were frequently detected on the subjects of lower protein intake than 1.0g/kg. From these, the author concluded that minimum physiological requirement of diet protein of a human adult is 1.0-1.2g/kg.

(Institute of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College)

導電性媒質の場に於ける動作電位分布の理論的考察 612. 014: 422

On the Distribution of Action Potential in the Electro-conductine Field.

小 溝 協 三 (Komizo-Kyôzô)

I. ま え が き

筋肉や神経が導電性の媒質の中にあつて、どんな電流場をつくるかという問題は、これらの組織が生体内にあるままで撮られた活動電位の波形を解釈する場合の基本的な問題となるので、従来幾つかの研究が行われている^{1) 2) 9)}。これらは主として筋についての研究であつて、その目的とするところは心臓の活動電流の波形を解釈するための基本的研究としてであつた。最近わが国では一部の電心図学者によつて波形の問題が理論的に研究されて詳細な仮設が提示されているが、その重点は主として電源の問題に置かれている。しかし問題は、或る電源が導電性媒質の中でどのような空間的電流場をつくるかということであつて、そのためのモデル実験は数多く行われているが理論的研究は非常に少ない。

著者は前に導電性媒質の中に置かれた神経の活動電位の波形について実験的研究を発表したが、その理論的考察には余り立入つて触れなかつた⁵⁾。その後著者は神経や筋の線維の様な細長い構造を持つた被刺激性組織が導電性の立体的空間の中におかれた場合の電位分布について理論的考察を行つたので茲に発表する。この論文を書上げた後で読む機会を持つた著書⁸⁾で Lorente de No が異つた前提から同様の結論を導いているので比較検討されることを希望する。

II. 電 源 の 坐

神経、又は筋線維が活動する場合はその興奮部に内向けの電流が起ることは今日一般的事実として認められているが、このような電流を起す電源が何処に位しているかという問題につい

ては周知のように2つの意見が対立している。その1つは線維の全膜面に初めから存在している電位差がその電源であるという説 (Bernstein) と、現に活動している興奮部に或る化学的変化が起つてそれが活動電流の起電力となるという説 (Hermann) とであるが、生物電気の発生の詳しいメカニズムが解らない以上両説のどちらが正しいかを決定することは出来ない。著者は考察の便利のために第2の説をとるのであるがこれから述べようとする理論は決して第1の説によつて否定されるものではない。

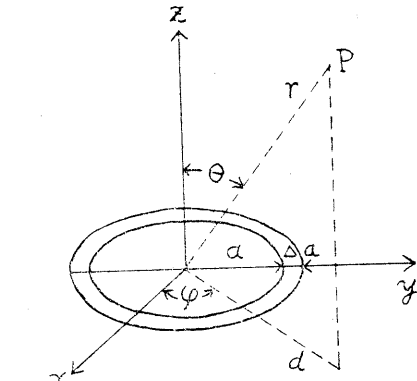
そこで、1つの細長い棒状の線維の或る部分に内向けの起電力があるときは、内側に正電荷、外側に負電荷を持つた円筒状の電気二重層があると見なすことが出来る。このような電気二重層が外界に与える電位分布を計算するために、この円筒を輪切りにして極く薄い切片に分割すると、その1つ1つの切片では電荷密度は均等と見なされ、又切片が十分に薄ければそれは厚さを持たない二重輪と見なされる。而して外輪は負、内輪は正の電荷を持つ、そこで先づこの様な電気二重輪による電位分布を調べてみる (因に前掲 Lorente de No の論文では円筒形の二重層を多くの segment に分けた後、その各々を近似法によつて、縦軸方向に並んだ点状電荷に置換えて計算をすゝめている)。

III. 二重円輪のポテンシャル

ある電源が導電性媒質の中にあるときの電流場の電位分布と、ある電荷が真空又は絶縁性媒質の中にあるときの静電場の電位分布とは同一の理論によつて取扱われる⁷⁾。又重力ポテンシャルと静電気ポテンシャルとは同様の理論によつて求められる。なぜなら静電気ポテンシャルは電荷と同じ形状の分布を持つた“仮想的の正

又は負の質量が適当に配列せられた場合に於けるポテンシャルに等しい¹⁰⁾からである。そこで先づ円輪の重力ポテンシャルを求める。

半径 a 、質量 M の円輪のポテンシャル (第1図) は¹²⁾



第1図 二重円輪と任意の力点Pとの座標関係

$$V' = \frac{M}{r} \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a}{r} \right)^2 P_2(\cos \theta) + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \left(\frac{a}{r} \right)^4 P_4(\cos \theta) \right\} \dots \dots \dots (A)$$

又半径 $a + \Delta a$ 、質量 $-M$ の円輪のそれは

$$V'' = -\frac{M}{r} \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a + \Delta a}{r} \right)^2 P_2(\cos \theta) + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \left(\frac{a + \Delta a}{r} \right)^4 P_4(\cos \theta) \right\} \dots \dots \dots (B)$$

今 $\frac{a}{r}$ が十分に小さければ各式の第3項は無視されて、この2つの輪によるところの合成されたポテンシャルは

$$V = \frac{M}{r} \left(\frac{a \Delta a}{r^2} + \frac{\Delta a^2}{r^2} \right) P_2(\cos \theta)$$

Δa が充分小さければ上式の第2項は消失するから、求める二重輪のポテンシャルは

$$V = Ma \Delta a \frac{P_2(\cos \theta)}{r^3} \dots \dots \dots (C)$$

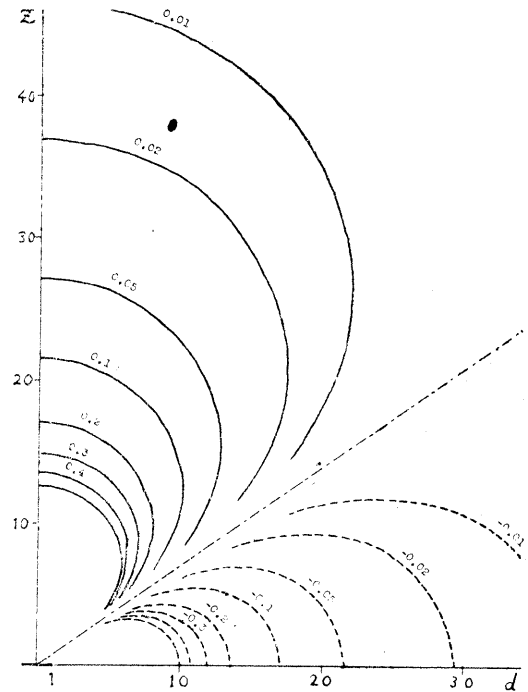
ここに $Ma \Delta a$ は問題の条件によつて定まる常数であるから今後は函数 $\frac{1}{r^3} P_2(\cos \theta)$ の変動状態をしらべる。便宜上この函数を V_0 で表わすと、

$$V_0 = \frac{P_2(\cos \theta)}{r^3} \dots \dots \dots (D)$$

上式の右辺の分子 $P_2(\cos \theta)$ は Jahnke-Emde¹⁾ 又は林³⁾ の函数表によつて求められるから

$$r^3 = \frac{P_2(\cos \theta)}{V_0}$$

によつて任意の V_0 の値に対する $r(\theta)$ を求めることによつて等位線を描くと第2図のようになる。



第2図 二重輪状電源による電分布

坐標軸上の数字は円輪の半径を単位とした長さ、等位線に label した数字は実際の数値の1000倍を表す。実線は正、破線は負、鎖線は中立線を示す

同図は手数を省くために右上の1つの象限だけを示している。図中の $\theta = 54^\circ 45'$ では r の値にかゝらず $V_0 = 0$ であるから、この方向を走る線は中立線である。又 V_0 は第1図の ϕ の値に無関係であるから、 Z 軸を回轉軸として第2図を回轉すれば、立体的な等電位面が容易に把握される。

IV. 興奮部の素片による電位分布

興奮部は一定の速度で線維の表面を移動してゆくが、ある瞬間を捉えたと興奮部は或る幅を持つている (その凡その値は偽作電位の波形の幅と傳播速度から想像される) から、それを前節 II でのべた様に無数の横断面によつて極めて薄い円板に分割すると、その各の周辺部の円輪状の二重電源は興奮部の微分又は素片とみることが出来る。この素片の唯1個だけがどの様な

電流場を生ずるか云うことを前節Ⅲで求めたのであるが、この素片が一定の傳播速度で走つてゆく場合、媒質内のある点に置かれた誘導極にどんな電位変化（波形）を与えるかを今考えてみよう。

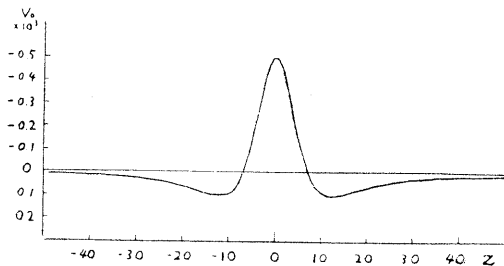
簡単のために媒質空間の拡がりを十分に広いものと仮定すれば興奮部素片の走行に伴つて第2図に示すような電位分布が変形なしに移動して行く。それで或る誘導点(P)の電位変化は、その点が第2図の上で興奮の走行と逆方向に移動して行くと仮定した場合と同一である。それを求めるには同図の上にP点を通過してz軸と平行の線を引きその線上の電位分布を求め、その横坐標を時間軸に置きかえればよい。

今P点とz軸との距離をdとおけば(第1図)

$$d = r \sin \theta = \text{const} \quad \dots\dots\dots (E)$$

$$\cos \theta = z/r \quad \dots\dots\dots (E')$$

であるから、この関係と式(D)とからP線上の電位 V_0 をrの函数として求めることが出来る。第3図はz軸から $d=10$ (線維の半径の10



第3図 輪狀の興奮部素片による電位曲線

倍)の距離にある並行線上の電位分布を数値計算によつて求めたものである。電気生理学の習慣に従つて縦坐標は負電位を上向として現してある。そこで横坐標を適当な時間軸に置換えるとそのまま興奮部素片の偽作電位曲線となる。この曲線の特徴は波形が三相性であることと、前後が対称的であることである。つまり陰性のpeakの前後に軽い陽性の波があることで、著

者は是等を便宜上“陽性の前波と後波”となづける。

V. 或る幅と、強さの gradient とを 持った興奮部による電位分布

最近の研究によれば筋はもちろん、神経の單相性偽作流は“直角三角形に近い長い経過を示す¹¹⁾”この事実と、興奮部がほぼ等速度で進行することとを結びつけば、興奮部の電源分布密度が一定の gradient を持つとみても差支えないであろう。

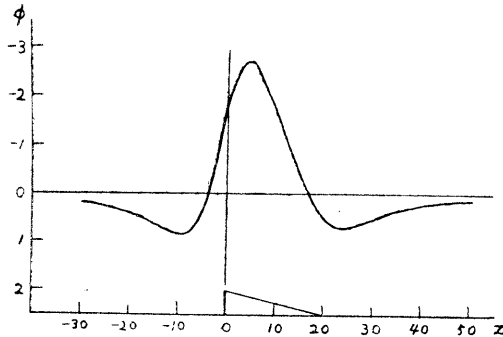
そこで興奮部の頭端から尾端までを長さの素片 $4z$ に分割すれば、各素片内では電気二重層は輪狀となる。但し頭端のそれは最も強く、尾部へゆく程弱くなつてゐる。それであるから今かりに $z=0$ に頭端、 $z=20$ に尾端があるとし、 $4z=1$ とすれば興奮部は20個の小円板に分割され、この小円板の周辺に分布している二重電源は夫々異つた起電力を持つ。強さの gradient を一定と仮定したから頭端のそれを1とすれば次のそれは0.95、その又次は0.90…となる。そして各々は二重輪狀電源であるから前節で求めた様な電位分布を空間に与える。その各々を計算して重合せれば求める電位分布が得られるわけである。

茲では簡単のために、z軸から $d=10$ の距離にある並行線上の合成電位を数値計算で求める。先づ頭端部素片による電位分布を V_0 とおけば其は前節の終(第3図)の方法で求められる。そこでzの整数値(−50から+50位で充分)に対応する V_0 の数値を第1行に書き並べる(第1表)。次に第2の素片電源による電位分布を V_1 とおけば其は第1行の数値に0.95を掛けることによつて得られる。但し第2の電源の位置は $4z=1$ だけ正の方向にずれているから1つ宛右方にずらして第2行に記入する。この様にして

第1表

.....	$V_0(-3)$	$V_0(-2)$	$V_0(-1)$	$V_0(0)$	$V_0(1)$	$V_0(2)$	$V_0(3)$	.....
.....	$V_1(-4)$	$V_1(-3)$	$V_1(-2)$	$V_1(-1)$	$V_1(0)$	$V_1(1)$	$V_1(2)$	.....
.....	$V_2(-5)$	$V_2(-4)$	$V_2(-3)$	$V_2(-2)$	$V_2(1)$	$V_2(0)$	$V_2(1)$	.....
.....	$V_{19}(-22)$	$V_{19}(-21)$	$V_{19}(-20)$	$V_{19}(-19)$	$V_{19}(-18)$	$V_{19}(-17)$	$V_{19}(-16)$	.....
.....	$\phi(-3)$	$\phi(-2)$	$\phi(-1)$	$\phi(0)$	$\phi(1)$	$\phi(2)$	$\phi(3)$	.....

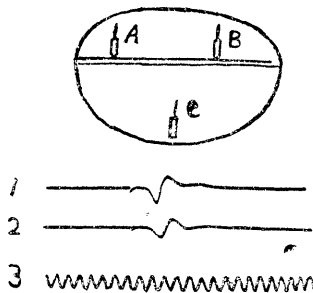
順次 $V_2, V_3, \dots, V_{19}$ の値を記入して、最後に各列の値を縦に加算すれば合成された電位分布 ϕ が求められる。この結果を図示すれば第4図のようになる。この形の特徴は陰性波のpeakが



第4図

一定の幅と、強さの gradient とを持つた興奮部による電位曲線、横座標軸上の三角形は興奮部の強さを示す

波頭から右側にずれ、波頭側の陽性波は著明にその幅を増し、尾端側のそれは平滑化されていることである。この様な形状は導電性媒質の中に置かれた神経の偽作電位の波形、たとえば第5図に大変似ている（この場合は平板上の導体の上に神経が置かれているから、いわば半空間



第5図

湿った濾紙上に置いた神経の活動電位、上半図は電極の位置の略図、曲線1はAC間、2はBC間の誘導による。3は1000～

の媒質の場合になるが。この様な特徴は needle

electrode で in situ の神経から誘導された偽作電位の波形にも認められる。

筋に就ても、毛細管電極で筋線維を刺戟した際筋表面から誘導した偽作流に、同様の波形が認められるのであるが多くは尾側の陽性波が甚しく不明瞭であることが多い（若林：未発表）。それには次の様な理由が考えられる。筋の場合は、その単相誘導波形からも分る様に、興奮の持続時間が大変長い。このことは興奮部の幅、つまり頭端から尾端までの距離が非常に長いことを意味する。この様な場合は前掲の計算の方式からも推理される様に尾端側の陽性因子は益々弱められるのである。その極限の場合を次に取りあげよう。

VI. 半側無限長の興奮波の場合

前節に取扱つたのは余り長くない幅を持つた興奮波の場合であつたが、ここでは興奮波が長く尾を引いおる場合の極限、つまり電気二重層が $z=0$ から $z=+\infty$ まで一様に分布している場合を考えてみる。

前節の方法に準じて、波頭の円輪状電源素片による電位分布を V_0 とすれば、それに続く素片による分布 $V_1, V_2, V_3 \dots$ はすべて V_0 と同形、同値であるが、唯だ位置が z 軸の正の方向に順次ずれている。このようなポテンシャル合成 ϕ を調べてみる。

今茲では簡単のために z 軸から $d=10$ の距離にある並行線上の合成ポテンシャルを求めよう。IV節の方法に従つて z の負の整数から正の整数に應ずる V_0 の値を第1行に書並べ、これと同じ値を右へ1つづつずらして第2行に書並べ、同様にして第3、第4行と限りなく書並べたと仮定する（第2表）。

そこで縦の各列に沿つて加算を行うと合成ポ

第2表

$V_0(-\infty)$	.....	$V_0(-2)$	$V_0(-1)$	$V_0(0)$	$V_0(1)$	$V_0(2)$	.....	$V_0(+\infty)$
	.....	$V_0(-3)$	$V_0(-2)$	$V_0(-1)$	$V_0(0)$	$V_0(1)$	.....	
	.....	$V_0(-4)$	$V_0(-3)$	$V_0(-2)$	$V_0(-1)$	$V_0(0)$	.....	
								
	.....	$V_0(-\infty)$	$V_0(-\infty)$	$V_0(-\infty)$	$V_0(-\infty)$	$V_0(-\infty)$	.....	
$\phi(-\infty)$	.....	$\phi(-2)$	$\phi(-1)$	$\phi(0)$	$\phi(1)$	$\phi(2)$	.....	$\phi(+\infty)$

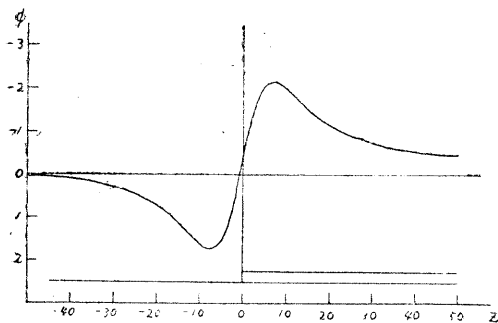
テンシヤル ϕ の値が得られる筈である。今或る列の数値を上から下にたどつてみると、それは第1行の数値をその列から出発して左方へたどつた場合と同じである。故に z のある値に対する合成ポテンシヤル $\phi(z)$ は

$$\phi(z) = \sum_{-\infty}^z V_0$$

となる。しかし実際にあたつては $z = \pm 50$ の範囲の V_0 しか求めてないので、この範囲内で求めた近似値がどれだけ上式の値と違うかを検討する必要がある。そこで上式の右辺を次の様に分解する。

$$\phi(z) = \sum_{-\infty}^{-50} V_0 + \sum_{-50}^z V_0$$

右辺の第1項は収斂性で、而も極めて小さい値をとることが分るから実際には第2項だけを求めればよい。この方法で求めた結果を図示すると第6図のようになる。



第6図

半側が無限長の興奮部による電位曲線、横坐標軸上の矩形は興奮部を示す

この曲線の左端は基線と交るが、それは上式の第1項が省略されたためで、眞の基線はこれより上にあるわけで、おそらくは曲線の左右両側への延長の漸近線であろう。この曲線から引出される結論は、興奮波頭端 ($z=0$) を挟んで山と谷を持つた二相波形を示すことである。

このような電位分布は収縮期の非常に長い平滑筋や心筋の場合にあてはまると思う。例えば心筋の場合、その単相性誘導の波形は初め急激に上昇し(波頭部に peak はあるが) ほぼ一定の値 (plateau) を持続する。これを空間坐標に置換えて考えると、ある瞬間には同じような形

の興奮部が筋線維に沿つて在ると考えてよい。つまり心筋線維の興奮している側は非常に長い円筒状の電氣的二重層とみなすことが出来る。故に心臓をとりまく媒質、例えば胸壁から電位を誘導すれば第6図の様な波形が求められる筈である。著者は曾つて胸部誘導心電図の研究⁶⁾で之を裏書する結果を得ている。

Ⅶ. 摘 要

著者は活偽電位の電源が線維の興奮部の表面に分布した二重電源であるとみなして、或る導電性媒質の中に置かれた線維の活動によつて惹起される電位分布を計算した。若し線維の活動部を無数に横断して、極めて薄い円板に分割するなら、この円板の周辺に分布した電源は一对の共心円輪とみなされ、内部のそれは正、外部のそれは負の電源とみなされる。著者はこれを“二重輪電源素片 (electrical ring doublets)” と呼ぶ。この素片によつて惹起される電位分布は理論的にも数値的にも計算可能である。それを基にして興奮部を構成する全素片によつて生ずる合成電位分布を求めた。その結果は線維の置かれた媒質の任意の点から單極性に誘導した活偽電位曲線の実験的データと非常によく似ている。

本論文の要旨は昭和24年1月22日、生理学東京談話会で発表した。

終りにあたつて、本論文の数字的取扱ひに対して御助力を下さつた東大理学部佐藤泰夫助教授と、種々の御批判を与えられた同医学部若林勳教授に、感謝の意を表する。

文 献

- 1) Craib, W. H. (1927) A study of the electrical field surrounding active heart muscle. *Heart* 14, 71
- 2) — (1930) *The Electrocardiogram*. London
- 3) 林 桂一 (1941) 高等函数表 東京
- 4) Jahnke, E. und F. Emde (1933) *Funktionentafeln mit Formeln und Kurven*. 187
- 5) 小溝協三 (1941) 導電性媒質の場に於ける神経活動電位の波形 日本生理誌 6, 92
- 6) 小溝協三・円谷 豊 (1946) 胸部誘導電気心図の電位分布より観たる分析 日本生理誌 10, 33
- 7) Küpfmüller, K. (1939) *Einführung in die Theoretische Elektrotechnik*, 太原彦一訳 東京

- 8) Lorente de N6, R. (1947) A Study of Nerve Physiology. New York (Vols. 131 and 132 of Studies from the Rockefeller Institute for Medical Research. 132, 394-410
- 9) Momm, E. (1933) Modellversuche über den Einfluß des elektrischen Feldes auf die Ableitung von Potentialdifferenzen. Z. Biol. 93, 241
- 10) Planck, M. (1922) Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. 寺沢・酒井訳 東京
- 11) 田崎一二 (1944) 神経繊維の生理 東京
- 12) 寺沢寛一 (1931) 数学概論 東京

Summary

Assuming the source of the action potential as a electrical double layer distributed over the active part of a fibre, the author calculated the potential distribution produced by an active fibre immersed in the conductive medium. If we cut by cross setion the active part of a fibre into infinite numbers of infinitesimally thin discs, the source charged on the margin of every disc consists a pair of concentrical rings, the inner of which is positive, the outer negative. The author calls this source as "elemental ring doublets". The potential distribution produced by this element is obtainable theoretically and numerically. The resultant potential distribution produced by all elemental sources, which consist the whole area of active part, will be calculated. The results are very similar to the experimental data of monopolar lead of action potential, obtained from any point of the medium, which surrounds the active fibre.

(Koganei, Kitotama, Tokyo)

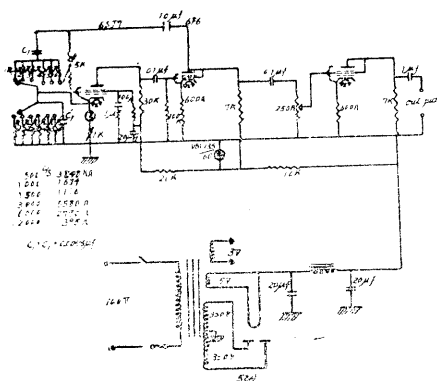
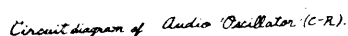
Studies on Electronarcosis.

(本論文の要旨は第3回近畿生理学談話会に於て発表した)

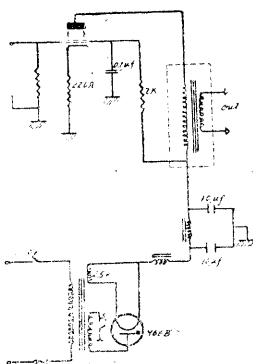
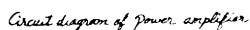
堀 口 隆 (Horiguchi-Takashi) *

Leduc の報告以來諸家¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾の研究は通流方向、波型及び電極位置の特異性が電気麻酔を誘発せしめる要因と考へて、専ら電気学的分析に重点を置いて、研究された。然し從來の文献に現れてゐる電気麻酔には、無痙攣電気麻酔法と痙攣後の昏睡の持続法が混同して使用されている現況である。例えば吾國に於ても富永⁸⁾は無痙攣電撃を提唱しているが、此の方法は通電中の強直性痙攣を無視しているのである。

著者は家兎を用いて、電気衝撃療法と同様に



第 2 图



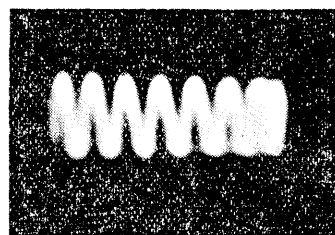
第 3 图

側頭部の硬脳膜上より漸増的に種々なる可聴周波数の正弦波を通流し、外見的には全然無痙攣にて、電気麻酔と呼ばれている無反射状態を誘発せしめる事に成功した。そこで此の状態を惹起せしめるに要する電圧、電流量及び電氣的エネルギーを算出し、脳インピーダンスの変化を追求したので、茲に報告する。

I. 実験材料及び方法

実験動物は全て2500g内外の家兎を用いた。正弦波可聴周波は第1及び2図に示す発振装置より得た。出力約10Wattsで、発振波型は陰極線オツシログラフで観察したが、全くサイン波型である。第3図は3000c/sec時の発振波型を示す。電流値及び電圧値は、各々熱電対型高周波電流計及び真空管電圧計を用いて測定した。60c/sec交流刺戟の際は可及的に電圧を漸増せしめる爲に可変変圧器の二次側にトランスを入れ、一次電圧の $1/10$ の出力を利用した。

電極は、鋼鉄性の鉤型電極を用い、先端以外は絶縁した。電極位置は眼窩後縁の後方で頭蓋骨を刺通し、側頭部硬脳膜上に



* 大阪大学医学部第2生理学教室 (吉井直三郎教授)

密着せしめた。家兎は電極挿入後暫時放置し、静かに床上に置き実験を初めた。

特に電気麻酔と電気痙攣との関係を見るため、その各々の閾値を求めたが、その閾値の決定には、著者が既に経験した所の通流に依る脳の興奮性の変動を顧慮し、未実験又は長く休養した家兎を用いた。

II. 実験成績

(1) 電気麻酔の通電方法及び症状経過

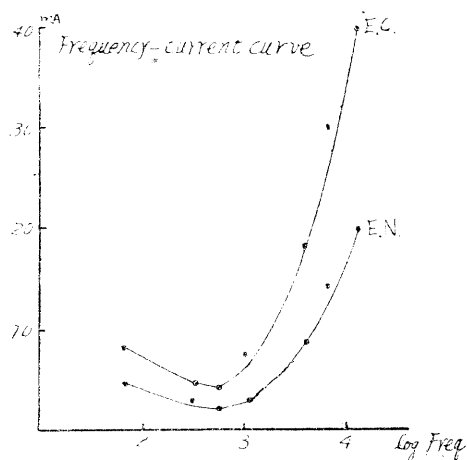
電気麻酔を誘発せしめるには、微小電流より初めて、極めて徐々に電圧を上昇する事が必要である。その際の外見的に現れたる症状経過を示すと、家兎は先ず頭を引込め、それ故後頭部の皮膚皺襞が著明となり、軽く眼瞼を閉鎖し、2~3分後には姿勢反射が消失し、角膜反射は極めて鈍くなるか又は消失する。四肢は正常位又は少しく屈曲し、時に稍々緊張せる如き抵抗を示す。呼吸は静に深くなる。その後約1分の間隔を以つて、動物を観察しつゝ、電圧を上昇する。此の間に時々動物は興奮状態を示したり、或いは時に2~3回の間代性運動をする場合があるが、痙攣と称する程度ではない。後述する如く、此の場合は必ずその直前に脳インピーダンスが急速に低下した時である。即ち電流計の指針が安定せず、電流が突発的に増加するのである。その際は電圧を少し上昇せしめると、脳インピーダンスが上昇し、それ故先の場合と反対に通流電圧は上昇しているにも拘らず、電流量が増加しない。其の点で通流し続けると、動物は逐時深麻酔へと導かれ、角膜反射は全く消失する。即ち通流し初めて約5~10分後には流涙し、唾液分泌が旺盛となり、防禦反射は極めて鈍くなるか全く消失する。更に膝蓋腱反射も完全に消失することを筋電図から証明された。然してこの状態は数10分間以上持続する事が出来る。

瞳孔の大きさはいろいろであり、正常又は散瞳、縮瞳の時が見られ、深麻酔状態と雖も瞳孔反射は微かに残つていた。此等の症状は麻酔の深さと関係するものと思われる。電気麻酔状態

にするには、最初から可及的に刺戟する事を避ける事が必要である。そのためには前述の如く刺戟電圧を急速に上昇せしめることなく、極めて徐々に電氣量を増加して、その電圧勾配に依る刺戟を避けるならば、痙攣を誘発せしめずに電気麻酔を惹起せしめる事が出来るのである。然して電流を遮断すれば直ちに全ての反射が恢復し、動物は平常と全く違わぬ覚醒状態になる。若し電気麻酔中急に電氣量を増加すれば、直ちに強直性間代性痙攣に移行し、その後通電を断つても動物は痙攣後昏睡に入り、その後徐々に恢復する。又強直状になつた際に直ちに電圧を下げて通じる電氣量を麻酔量にまで減するならば、麻酔を持続し得る。

(2) 電気麻酔及び電気痙攣に要する電流閾量

電気麻酔閾量としては姿勢反射の消失に要する電流値を求め、電気痙攣閾量としては電気麻酔の最後の8秒間に電圧を急に上昇して、痙攣をおこす直前の電流値を用いた。即ちその後後肢の強直性屈曲が現れる直前に外見上一瞬静止する時があるので、それを目標とした。其の時の両電流量を各周波数について求めて第4図に示した。即ち本実験に用いた周波数の中では500 c/sec の場合を最低とする Pararesonance 曲線



第4図

E. C.: Electroconvulsion threshold

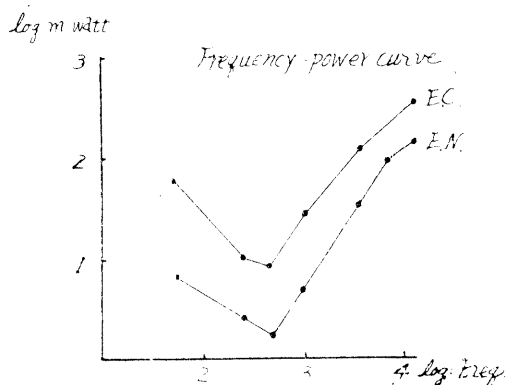
E. N.: Electronarcosis threshold

を得た。著者の方法に依れば電気麻酔の深さは何れの周波数でも同様に得られるのであるが、

3000c/sec 以上を用いた時が動物の亢奮状態を惹起せしめる事が少なかった。

(3) 電気麻酔及び同痙攣時の電気的エネルギーと脳インピーダンスの計算

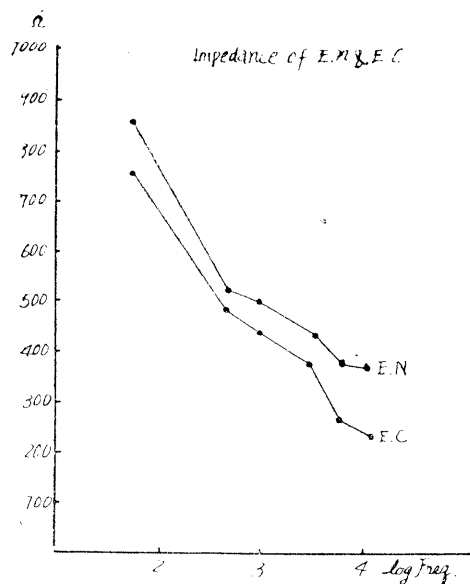
電気麻酔及び同痙攣時の電気的エネルギーと各周波数に於ける脳インピーダンス ($R = \frac{E}{I}$ の式によつて) を求め第 5, 6 図に示した。



第 5 図

E. C: Electroconvulsion threshold

E. N: Electronarcosis threshold



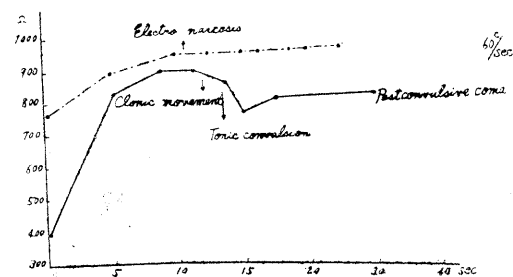
第 6 図

E. C: Electroconvulsion threshold

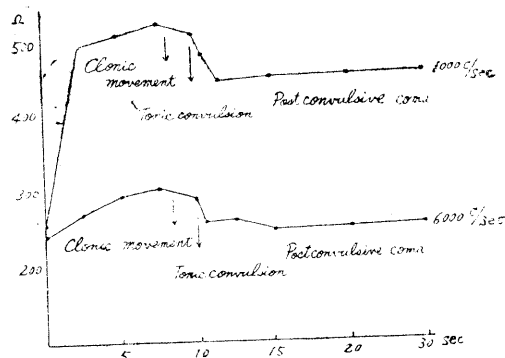
E. N: Electronarcosis threshold

(4) 電気麻酔及び同痙攣時のインピーダンスの変化
電気麻酔中に動物が亢奮する場合、及び電圧を増して痙攣を誘発した時に脳インピーダンス

が急速に下降する事は上述の通りであるが、動物が麻酔に入る時は如何なる周波数に於ても、通電中に必ずインピーダンスが上昇し、ある値に於て安定する。即ちかくの如き場合に於て電気麻酔状態が維持される事は興味深い事実である。第 7 及び 8 図には 60, 1000, 6000 c/sec の各周波数の場合の脳インピーダンスを比較した。



第 7 図



第 8 図

考 察

1) 著者の電気麻酔法は従來の文献と如何なる事が異なるか? 電流を生体に通ずる事によつて麻酔状態を得る方法を 2 つに大別出来る。

1 つは通電に依つて全身強直性痙攣をおこしその後通電量を減じて痙攣後の昏酔状態を持続する方法であり、もう一つは麻酔状態を直接誘導する方法である。前者については、現在麻酔そのものよりも電気ショック療法と同様の意味に於て臨床的应用にまで進んでいるが、此の点に関しては別に論ぜられる豫定である。さて電気麻酔と称せられたる内外の報告を考察すると Leduc (1902) が頭部と仙髄との間に上行性矩形波を用いて電気麻酔法を提唱し、学界の注目を

集めたが、Sammsnow (1933)¹²⁾ は此れを追試して興奮を取り除く事が出来なかつたと述べている。又 Scheminzky (1936)¹³⁾ は蛙を用い、漸増性直流を頭部と仙骨部に通じて、Leduc とは反対に下行性電流の場合に電気麻酔状態を得たと報告しているが、これに対しても Hoyos (1938)¹⁴⁾ は否定的な成績を出している。Harreveld^{6, 7)} は Leduc と同様の麻酔状態を交流頭部通電法に依り惹起出来る事を報告した。即ち犬を用い、電極位置を電撃療法と同様側頭部に置き、各周波数の矩形波或は正弦波を用いて電気麻酔実験を行つたのであるが、彼の方法は痙攣後の昏睡状態を持続せしめる方法であつて、Leduc の云う電気麻酔状態と異なる状態と云うべきである。其他一過性昏迷状態⁹⁾ 乃至は脳波的静止状態¹⁰⁾ を電気麻酔と呼び研究されているが、上述の電気麻酔と異なるものであらう。吾国に於ては土谷・長谷川¹¹⁾ に依れば、漸増性直流を下行性に乃至は頭部にのみ通流して、四肢は強直性となり、脱糞排尿を伴う興奮後の麻酔状態を得ている。過去に於ける此れ等の電気麻酔実験を考えるに、無痙攣麻酔（狭義の電気麻酔）と痙攣後の昏睡持続とを混合している点は本論文の初めに指摘した。此の2つの状態が生理学的に如何に相違するかに関しては別に論ずる豫定であるが、何れも電気麻酔と呼ばれたる如く類似した所が多々ある。しかも何れの状態を惹起するにも電気学的に多くの要素が含まれている点に注目すべきである。即ち通流方向、電流量、通電時間、電気的エネルギー、電流波型、周波数等が各研究者に依つて異り、しかも類似した麻酔状態を得ている。この事実は電気麻酔が若し適当ならば、これ等の諸点にわすらわされる事はないであろうと信じさせるのであつて、著者の研究の出発点も亦そこにあつたのである。然して実験成績の項で明にした如く、脳、仙髄通電法を用いなくても、正弦波の持続通電に依り充分その目的を達する事が出来るのである。問題は通流によつて特に知覚刺激を与えない様留意することと、適当な電流量を決定して、脳インピーダンスを上昇し、更に安定にすることにあ

ると考えられ、本法を実用化するためにはこの点に留意すべきである。

著者が得たる脳インピーダンスの各周波数による変化は本川¹²⁾ の求めたそれと極めてよく近似する。安河内¹³⁾ 及び Russel¹⁴⁾ は痙攣時脳インピーダンスが下降することを明にしたが、一般に神経興奮時にはインピーダンスが下降し、細胞膜の透過性を増し¹⁴⁾、Kイオンが細胞外に遊離する。これに反して著者が得たる如く弱電流通電による電気麻酔時には脳インピーダンスが上昇する事は、細胞膜透過性を減じ、興奮性を低下する事実と密接に関連するものである。

2) 然らば側頭部通電に依つて如何なる機構で麻酔状態が生起されるのであるか？ 著者が得たる無痙攣電気麻酔に類似した実験は文献的には、その原著を見るを得ないのであるが、Hess¹⁶⁾ が lateral 及び caudal hypothalamus の弱刺激に依つて得たる所の“adynamia”状態即ち睡眠に似たる活動性の低下及び筋無力状態であり、睡眠とは自然の睡眠姿勢をとらない点が異るとの記載と相似ていると思われる。

然して此の部の強刺激は反対に活動性が増強せられたと云う点も同様である。然し Hess のこの“adynamia”状態は彼が従来報告して來た“睡眠状態”即ち全脳活動を調節し、休息と恢復とをもたらす所の副交感神経中枢の活動に依つてもたらされる睡眠とは如何なる相違があるかは原著を見なければ想像を許さないのである（彼の睡眠中枢は Vieq d'Azyr の附近に於て、視床と視床下核 subthalamic nuclei との間に存在する）。但し著者の得たる電気麻酔は電気刺激を中断すれば直ちに覚醒する点に於ては、従来報告せられたる睡眠状態とは異なるものである¹⁷⁾。又電気麻酔中の血圧を測定したる近藤の実験に依れば明に交感副交感両神経中枢が刺激されており、動物の性格によつて電気麻酔中の血圧は下降又は下降後上昇する事がある。それ故電気麻酔は Hess の云う副交感神経緊張を伴う睡眠とも異なるものである。“adynamia”状態では刺激中断後の経過及び自律神経緊張の変化は果して如何なるものであらうか？ 著者

が得たる電気麻酔は著者の実験(未発表)に依れば明かに皮質クロナキシーの増大を認める。即ち皮質運動領の興奮閾は上昇している状態である。皮質興奮性に関係ある皮質下諸核の機能に関しては最近多くの報告が出されており、視床及び視床下部の此の方面に於ける機能殊に皮質の自発性脳波活動を抑制する視床の diffuse system が学界から特に注目されつつある。此の事実から見ても電気麻酔は視床及び視床下部の機能に由来するものであらうと想像される。電気麻酔の原因に関しては、従来の睡眠学説⁽⁹⁾の中特に注目すべきは脳局所貧血説と脱求心性衝撃 deafferentiation 説である。殊に頭部通電に依り脳血管の収縮は想像されるのであるが、局所貧血説は睡眠学説としては多くの反対がある。又側頭部通電に依り deafferentiation が起こるとすれば、先の視床下部睡眠中枢刺激説に対抗する覚醒中枢 (Ranson & Harrison によれば lateral hypothalamus の caudal part にある) の皮質への衝撃を遮断し得る筈であり、deafferentiation 説は有力視される可きである。然し如何にして deafferentiation が生ずるかは明らかでなく、液体説を加味しなければならぬかもしれないのである。要するに電気麻酔の本態は未だ不明であるが、視床及び視床下部の刺激即ち睡眠中枢の刺激に依るか、覚醒中枢からの脱衝撃に依るか、更に著者が見た如く電気麻酔中は膝蓋腱反射も亦消失するのであるから、脳機能のみならず脊髓の前根の運動中枢迄も影響を受けて無反射状態となるのであらう。

結 論

1) 各種の可聴周波数の正弦波電流を漸増的に家兎の側頭部硬脳膜上より通流し、無痙攣にて電気麻酔とよばれている無反射状態を誘発し得た。この通流装置及び波形は第 1, 2, 3 図に示した。

2) 上記状態を誘発せしむるに要する電圧、電流値及び電氣的エネルギーを求め、同刺激電流の痙攣誘発時のそれ等と比較した (第 4, 5, 6 図)。

3) 電気麻酔は何れの周波数に於ても、脳インピーダンスが上昇し、ある水準に於て安定した場合に誘発せられる事を明にした (第 7, 8 図)。

4) 著者の電気麻酔と内外諸家のそれを比較考察し、更に麻酔機序について考察を加えた。

文 献

- 1) Leduc, S. (1902) Production an sonsmeil et de l'anesthésie générale et locale par les courants électriques. *Acad. Sci. Paris*, 135, 199
- 2) Tschagowetz, W. (1912) Über die Veränderung reflektorischen Erregbarkeit bei Einwirkung des intermittierenden galvanischen Strom auf das Zentralnervensystem. *Pfüllig Arch. f. d. ges. Physiol.* 146, 567
- 3) Samsonow, N. (1933) Beiträge zum Stadium Elektronarkose. *Pfüllig Arch. f. d. ges. Physiol.* 232, 554
- 4) Scheminzy, E. (1936) Über das Wesen der Galvanonarkose beim Frosch. *Pfüllig Arch. f. d. ges. Physiol.* 237, 284
- 5) Hoyos, G. (1938) Frosch Versuch zur Frage der sog "Wechselstromarkose" mit technischem Wechselstrom. *Ztschr. f. Biol.* 98, 338
- 6) Harrevel, A. V. and M. S. Plesset (1942) The relation between the physical properties of electric currents and their electronarcotic action. *Am. J. Physiol.* 137, 34
- 7) Tietz, E. B. (1949) Further experience with electronarcosis. *J. nerv. & ment. Dis.* 106, 150
- 8) 富永 一 (1943) 耳孔通電に依る無痙攣衝撃 精神神経学誌 47, 473
- 9) Holt, M. L. (1950) Modern psychiatric treatment. *Med. clin. northamerica* 3, 1499
- 10) Gualtierotti, T., E. Martini, A. Marorati (1950) Electronarcosis. V.: Faradic stimulation of motor area following diencephalic diathermy. *J. Neurophysiol.* 13, 117
- 11) 土谷重朗・長谷川 実 (1946) 動物に於ける電気麻酔 精神神経学誌 49, 32
- 12) 本川弘一 (1950) 生物学医学電氣の実験法 南山堂 東京 273
- 13) 安河内五郎・寺島正吾 (1951) 電気衝撃に於ける頭の抵抗に関する研究 精神神経学誌 53, 327
- 14) Russel, R. W. and J. F. Pierce (1949) Characteristic tissue impedance in the rat under condition of electroconvulsive stimulation. *Am. J. Physiol.* 156, 317
- 15) 鎌田武雄 (1950) 原形質の生理学的研究 岩波書店 東京 103
- 16) Hess, W. R. (1951) Stimulation of hypothalamus. *Human Physiology*. H. S. G. Haw-Hill, Co., New York, 1950

- 17) 黒津敏行 (1949) 睡眠中位に関する見解の整理 脳研究 3, 57
18) 近藤龍輔 (1952) 電気麻酔と血圧変化 第44回近畿
19) Hussay (1951) Sleep, Human Physiology. Hussay, Mc. Gaw-Hill, Co., New York, 1961

Summary

The narcotic state without convulsion was successfully induced. Rabbits were used and electrodes were placed on the dura of the temporal lobe. Electric current of various frequencies of sinusoidal wave form was passed with increasing strength. The diagrams of the circuit are shown in Fig. (1), (2).

The voltage, current and electrical energies which are necessary to induce the narcotic state were measured and the change of impedance of the brain was calculated (Fig. 4, 5, 6).

Within two or three minutes after passing the current, the rabbit lost the corneal, posture, and defense reflexes, and saliva and tear were secreted.

The pupillary reflex against light was markedly weakened but did not disappear.

The brain impedance gradually increased when the current was being passed regardless of its frequency, and the electronarcosis could be induced only when the impedance was stabilized at a high level (Fig. 7, 8).

(Second Department of Physiology, Medical School Osaka University)

電 氣 麻 酔 に 関 する 研 究 612.014.424.5

(2) 特 に 其 の 筋 電 図 に つ い て

Studies on Electroneurosis.

(2) Electromyographic Changes.

堀 口 隆 (Horiguchi-Takashi) *

I. 緒 言

本研究の(1)に於ては、著者は独自の無痙攣電気麻酔法を考案して、其の電気学的性質を検べ、これを従来唱えられている電気麻酔即ち痙攣後昏睡持続法、其の他の類似状態と文献的に比較検討した。又著者は服部と共に麻酔時の皮質及び筋クロナキシーを測定して、痙攣後刺激電流を断つた時の昏睡と著者の云う無痙攣電気麻酔とは、全く異なる大脳状態であるが痙攣後も引続き低電圧通電を行つて、昏睡状態を維持する時は、著者の云う無痙攣電気麻酔の大脳機能状態と類似する事を知つた。

別に当教室の近藤¹⁾は電気麻酔時の血圧変化を分析して、交感副交感両中枢が共に刺激されていることを明にした。それ故著者²⁾が先きに得たる痙攣後の自律神経緊張の変化を考慮すれば電気麻酔と痙攣後麻酔状態とは相類似する自律神経症状を呈する事も理解される所である。茲に於て無痙攣電気麻酔は如何なる骨格筋緊張状態であるか、又その際の脊髓運動中枢の機能状態は痙攣後のそれと如何に相違するかを比較する必要がある。此の目的のために著者は電気麻酔家兎後肢の筋電図を記録して教室の橋野³⁾が先きに得たる痙攣時の筋電図と比較検討した。

II. 実 験 方 法

試験及び筋電図の記録は橋野の方法に従い、誘導電極は同心型針電極を用いるか又は鋼金針を2本筋中に挿入して電極とした。記録筋は

* 大阪大学医学部第2生理学教室(吉井直三郎教授)

M. gastrocnemiusと定めた。電気麻酔法は前論文と同方法であるが60c/sec交流を使用した。

III. 実 験 成 績

電気麻酔中の筋電図を動物の外見上の運動と対照して記載する。

(A) 通電直後の筋電図

1) 極めて低い電圧を以て通電し初める際、骨格筋に現れる筋電図は第1図・1に示す如く干渉電位としては現れない事から考えて、極く少数の motor units (多分 tonic elements と共に kinetic elements) の活動する時期がある。此の際動物は外見的には、やゝ硬ばらす如くであるが、肢運動を示さない。2) 次で干渉電位を認める時期があり(第1図・2)、この事は1)に比して多数の motor units が同時に活動する事を意味する。但し動物はなお不動緊張状態にある。

(B) 電気麻酔初期

3) 引続き通電中に拘らず、筋電図に於ては kinetic elements の活動は消滅し、tonic elements のみの活動を認めるか、又は後者の活動を認めず electric silent の時期が現れる(第1図・3, 4)。動物の筋緊張は低下し、不動である。

4) electric silent の時期と雖も、時々放電群(electrical burst) の出現がある。その頻度は不規則で、大体0.5~1/secである。此の際動物は強制的に運動された如く見え、その運動はゴゴチない。この筋電図は橋野が低電圧通電法及び蓄電器放電法に依つて得たる前痙攣型(P型)に類似する(第1図・5)。

(C) 電気麻酔期

5) そのあと暫時 electric silent の時期を示

す事もP型筋電図のそれと類似する。即ち此の時期は完全に筋弛緩状態であり、防禦反射膝蓋腕反射其の他にも現れず、それ故無痙攣完全電気麻酔状態と云える。電気麻酔の儘脳インピーダンスに注意して、通電すれば、永くその状態を維持出来るが、更に痙攣後のそれと比較するため、電圧を高めて、痙攣量の電流を通じた時は次の経過を示す。

(D) 痙攣期

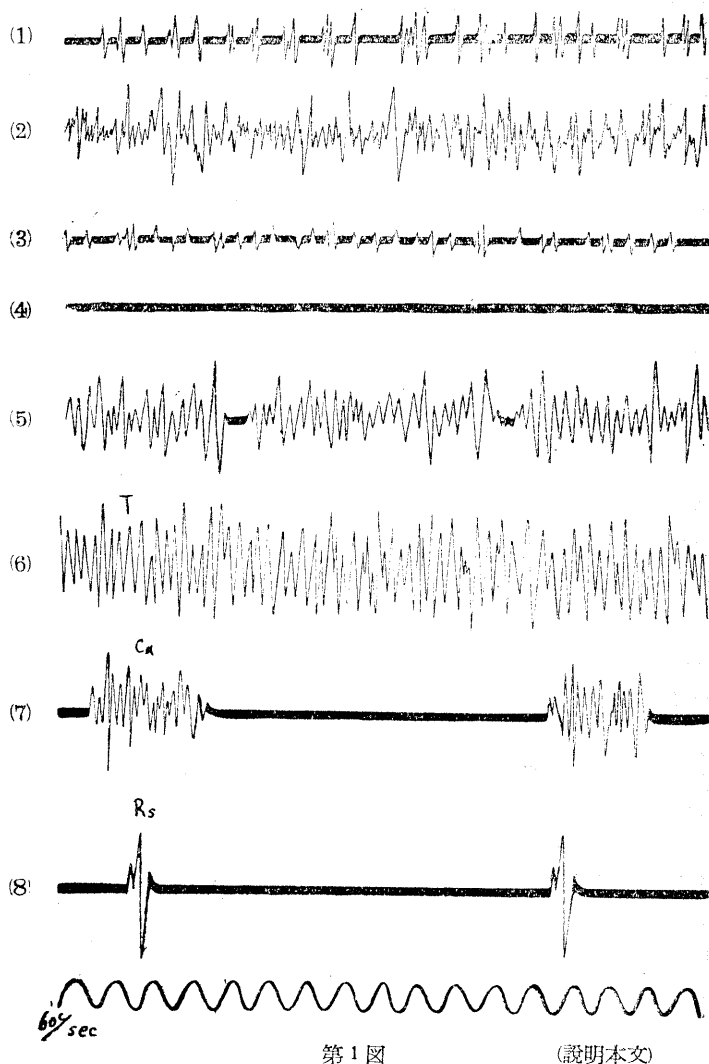
6) 強直性痙攣時は橋野のT型筋電図を示す(第1図・6, 第2図・1)。

7) 間代性痙攣時は橋野のCa型筋電図を示す(第1図・7, 第2図・2)。

この間代性運動は4)に示した強性運動と次の如き相違がある。即ち此の場合は4)に比較してburstsの出現は規則的であり(3~6/sec), 各burstの形及び持続時間も一定している。それ故この間代性運動は、4)に比し円滑に見える。

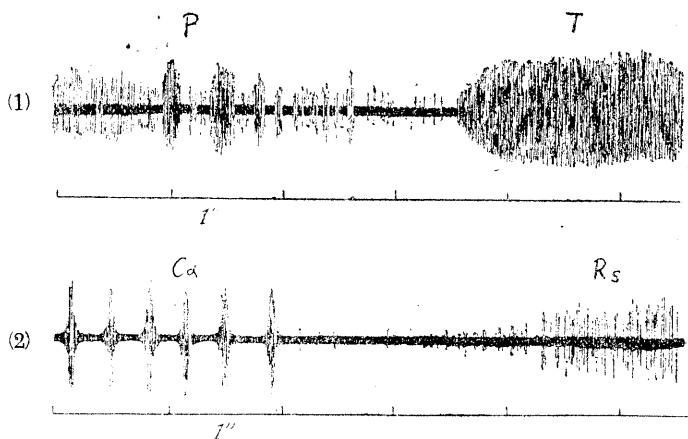
(E) 後痙攣期

8) 痙攣後引き続き麻酔量の電流を通じている時は興味ある筋電図を得た。即ち此の時期に於ては、Motor unitsがsynchronizationを示す傾向がある。勿論橋野が称する如くR型筋電図は種々なる亜型に分けらるべきであるが、橋野のR₂はgroupingであつて、それと異なる型であるから、特にR_S型と称する事とした(第1図・8)。但しR_S型は必ずしも痙攣後に現れるとは限らず、外見上無痙攣のまゝ経過したる電気麻酔期においても



第1図

(説明本文)



第2図

(説明本文)

即ち先きの5)に引続いて、このsynchronizationを認めることもある。

IV. 考 察

橋野は痙攣前後の筋電図を詳細に研究しているが、彼の成績の中でも特に低電圧持続通電による筋電図の記載は著者の研究に多大の参考になつた。そこで著者の漸増法に依る電気麻酔時の筋電図と彼の低電圧持続法による痙攣時の筋電図とを比較考察する。先づ橋野は直接刺激効果を示す所のD型筋電図を提出しているが、著者の筋電図(1)及び(2)は彼のD型の最初に現れる不規則な筋電図に相当すると思われる。その理由は著者の場合は最も閾値の低い motor units の単純な活動であるが、彼の場合は著者の場合よりも高い電圧通電であるから、そのD型は相当閾値の高い motor units をも含めた運動系の活動に由来していると想像されるからである。それ故彼の場合では、著者の(3)の時期は痙攣に発達しない程度の低電圧通電でなければ認められない。(4)(5)に関しては実験成績の所で述べた如く、彼のP型及び其の後の electric silent に一致する。著者の電気麻酔は、外見的には無痙攣であるが、P型筋電図は正確には極めて短時間の痙攣活動と云えぬこともない。併しそれは常識的な痙攣活動では勿論ない。痙攣期の筋電図は橋野のそれと一致しているから、その考察は全く彼の説に賛意を表する事とする。後痙攣期の筋電図では、著者は橋野の称する如き P_1 を認めなかつたが、それに代るに R_s を認めた。 R_1 は彼の想像する如く交感神経緊張に関係するものであれば、著者の電気麻酔期殊に動物が流涎、流涙及び気管支分泌の高まつた時期に於て認め難いことは豫想し得る所である。問題は彼の発見した特徴的な R_2 型と著者の発見した R_s 型との異同にある。現象的には R_2 は grouping であり、 R_s は synchronization であるから、問題はないのであるが、その中枢機

構に於て、grouping に比べて synchronization は更に下位の中枢機構によるのか、換言すれば synchronization は脳機能が一時的に廢絶した時の脊髓活動によつて生ずるものなのか、更に前論に述べた如く脊髓機能さえ廢絶される時期があるから、この事とに関連するのであろうか？この究明は更に將來の研究に俟たねばならない。

V. 結 論

電気麻酔中の家兎の筋電図を記録して、次の成績を得た。

1) 通電直後は極めて少数の motor units の活動による筋緊張がある。その後中枢制止状態の発達による抑制が現れて麻酔状態に入る。

2) 完全な electric silent の時期に入る前に橋野が前痙攣型 (P型E. M. G.) と名付けた状態が認められるがその活動は不規則な周期活動として現れる。其の後完全麻酔期に入る。

3) 通電量を増加すれば痙攣に入り、その時の筋電図は橋野の T , C_a 型に相当する。

4) 後痙攣期、時には無痙攣電気麻酔の後期に筋電図に於て synchronization の傾向が増加する。その型は橋野の R 型に入るべきであるから R_s 型とした。

5) 痙攣後に現れる所の橋野の所謂 R_2 型は grouping であり、著者の R_s は synchronization である。synchronization が電気麻酔中に現れることは注目すべきであるがその機構は明かでない。

文 献

- 1) 近藤龍輔 (昭和27年) 電気麻酔と血圧変化 第44回近畿精神神経学会
- 2) 堀口 隆 (昭和25年) 頭部電撃に関する研究 第39回近畿精神神経学会
- 3) 橋野昇一・小沢泰郎・吉井直三郎 (昭和26年) 痙攣に於ける筋偽作電流 日本生理誌 13, 46 (第28回日本生理学会)
- 4) 橋野昇一 (昭和27年) 筋電図より見たる痙攣機構 第8回脳神経外科学会

Summary

- 1) Shortly after passing an A. C. current (60/sec) through the temporal lobes, an increase

in muscle tension caused by the activity of small numbers of motor units appeared, and then an inhibition caused by the development of the central inhibitory state occurred and the animal fell into the narcotic state.

2) In some cases the irregular activity of the electromyogram which Hashino has named "preconvulsive form (P. form E. M. G.)" was observed prior to the electric silent period (electronarcosis), after that the animal entered into the complete electronarcosis.

3) When the convulsion was induced by increasing the current, the electromyogram showed the T and C_a type of E. M. G. which are very similar to that of Hashino.

4) In the post convulsive period or sometimes in the period of non-convulsive electronarcosis, the synchronization of electromyogram was observed.

Following Hashino's suggestion the author includes this type of E. M. G. in the R-type, and named this form R_s.

Hashino's R₂ type of E. M. G. or rigidity type which appears after the convulsion points to the grouping and the R_s type of E. M. G. is the synchronization.

(Second Department of Physiology, Medical School Osaka University)

労 働 時 の 塩 分 代 謝 と 自 律 神 經 機 能 612.463.8

The Tonus of Autonomic Nervous System and Salt Metabolism in Muscular Exercises.

大 原 重 信 (Ohard-Shigenobu)*

I. 緒 論

著者は先に労働訓練時の塩分代謝に関する研究¹⁾を行い、K, P等の細胞内塩分とNa, Cl, Ca等の細胞外塩分とで労働時の代謝の変化の様相を異にする事、又此等の代謝の変化は労働訓練により一定の訓練効果を受ける事を明らかにした。即ちK, P等の細胞内塩分は労働中は細胞内よりの透過放出が盛んとなり細胞外液中に増し従つて尿、汗への体外排泄が増加し、休息時には逆に体内への同化吸収機轉が旺盛となり其の結果尿への排泄は減少する。Cl, Na, Ca等の細胞外塩分は労働時の水分代謝と密接な関係を有し労働中は発汗の増大に伴つて体外排泄は増加するが、Caは其の他に労働acidosisの影響を強く受け其の爲に休息時の尿排泄が著明に増加する。而して之等の変化は概ね訓練による労働能率の向上と共に軽度となり安静時の代謝の状態に近づくのである。

此の様な労働の塩分代謝に及ぼす影響竝に塩分代謝の訓練効果が如何なる機序により起るものであるかに就いては既に一応の見解を明らかにしたが、然し一部の学者の中には此の変化が自律神経機能と関連せる事を強調する者²⁾もある。

労働と自律神経機能との関係に就いては古くより幾多の研究がなされ、労働時の身体的諸症状(心搏動増加、血圧上昇、呼吸促進等)が交感神経緊張時の症状と酷似する事より労働時には交感神経緊張が高まると考えられ、Cannon³⁾は労働時アドレナリンの分泌が高まる事を証明し、Camyon, Saaman, Meythaler, 和田等⁴⁾は労働時血中にアドレナリンの増加を認めた。

又労働訓練により自律神経機能の変調が起る

事も知られて居り、訓練したスポーツマンは副交感神経緊張型への偏倚の傾向が大であり⁵⁾、又一般に鍛練者はアドレナリンに対して不敏感になると云われる⁶⁾。

此の様に労働竝に其の訓練と自律神経機能とは密接な関係ある事が知られて居るが、又一方自律神経機能と塩分代謝との関係に就いてもZondek⁷⁾以来多数の報告があり、殊にCaとKの自律神経機能に対する拮抗作用は多くの学者により認められた所であり、一般にCaは交感神経と共同的に作用し、Kは副交感神経と共同的に作用すると考えられて居る。

以上の如き従來の諸報告よりすれば労働時の塩分代謝は自律神経機能と密接な関係を保つ事が想像され、従つて訓練による著者の所謂塩分代謝に於ける訓練効果の現象が訓練による自律神経機能の変調と関係するであろう事も大いに考え得る所である。

よつて此に関して2, 3の実験を行つたのでここに報告する次第である。

II. 実 験 方 法

A. 第1実験

2名の健康な男子学生(T. I. K. K)を被験者として昭和24年夏2例、25年春1例、計3例に就き次の如き実験を行つた(実験方法の詳細は拙著：労働時の塩分代謝に関する研究第1報¹⁾記載)。

3例の被験者共に実験の全期間略一定の食量の食事(1日攝取カロリー2400 kcal)攝取蛋白量は50g, 125g, 100gの3種とす)を与え、10~20日間の豫備期間(安静期)の後約15日間毎日自転車エルゴメータにより一定強度の労働を一定時間負荷し(第I期労働)、其の後約1週間休養し再び15日間同様の労働(第II期労働)を行

* 京都府立医科大学大学生理学教室(吉村寿人教授)

い都合約1ヶ月間の労働訓練を行つた。而して労働期の需要エネルギーの増加(1日1000 kcal)に対しては砂糖及び澱粉の添加により之を補つた。かくして日々の尿塩分排泄量並に出納の変化をK, P, Ca, Na, Clの5種に就き測定し労働訓練による夫等の変化を観察すると共に、実験期間中の時期を追つてアドレナリン試験を行いアドレナリン感受性が労働前と訓練後とで如何に変化するかを検討した。

アドレナリン試験は試験前1時間床上に安臥せしめた後1000倍アドレナリン液 0.5cc を上膊皮下に注射し、その後60分間の血圧、脈搏、呼吸数の変化を最初30分間は5分間隔、其の後は10分間隔で記録した。又其の際同時に瞳孔散大、四肢震顫、心悸亢進、苦悶、不安感、顔面蒼白の有無をも検査した。

B. 第2実験

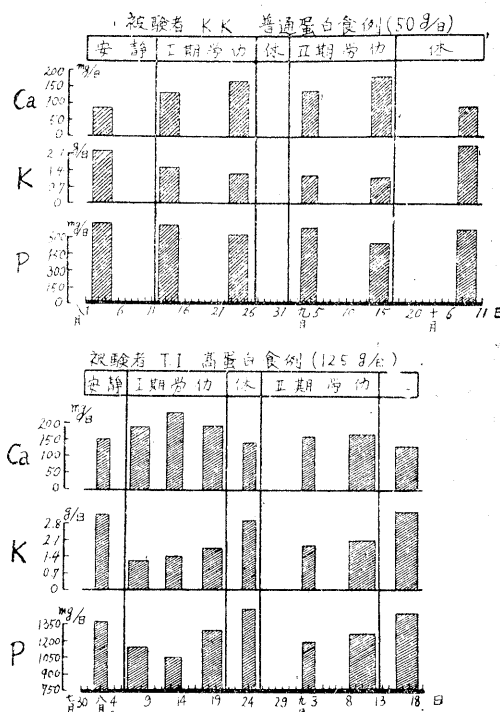
本実験ではアドレナリン注射時の尿塩分排泄量の変化及び血清濃度の変化を検査した。即ち8例の被験者に就いて攝取食餌は自由とし注射前1時間より臥床せしめ、1000倍アドレナリン 0.5cc を皮下に注射し、注射前30分又は60分より注射後180分の間の尿を30分間隔にて分割採取した。そしてこれに就いてK, P, Caの3塩分に就いて其の排泄量を測定し、アドレナリンによる単位時間当り尿排泄量の変化を検討した。其他此の内の5例に就いては同時に尿塩分排泄変化の意味付けの補助的手段として血清塩分濃度の変化を注射前、注射後30分、60分、其の後は60分間隔で注射後3乃至4時間目まで測定した。

尿及血清塩分の定量法としてはCaはClark-Kollip法⁸⁾、KはKvamer-Tisdall法⁸⁾、無機PはBell-Dolsy法⁸⁾を用いた。

Ⅲ. 実験成績並に考察

A. 第1実験

労働時の1日尿塩分排泄量の変化並に其の訓練効果に就いては其の詳細は既に発表した⁷⁾が、其の中24年夏期実験の2例のK, P, Caの成績をヒストグラフにて図示すれば第1図の如く

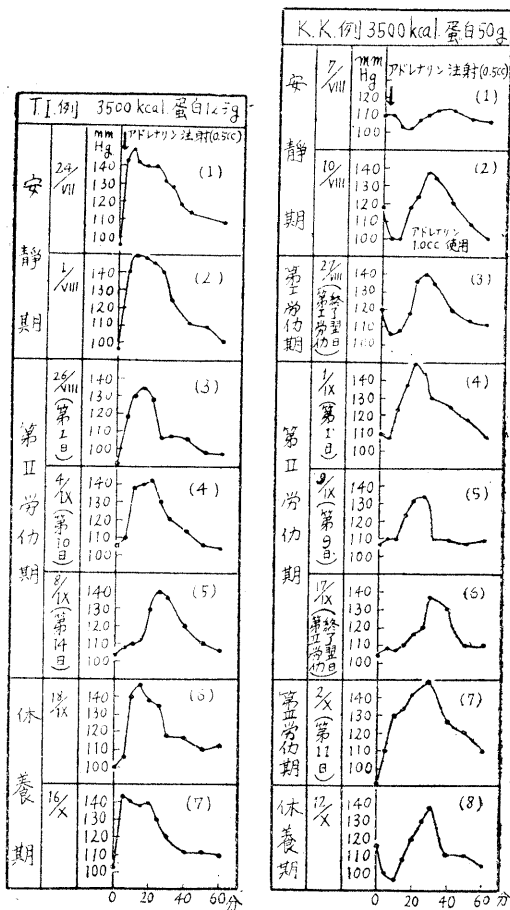


第1図 訓練効果と尿塩分排泄量

なる。

ヒストグラフの高さは塩分の1日平均排泄量を示し、横巾は其の平均値を算出した測定日の期間の長さ及び位置を示す。例えば被験者K.K.のCaの尿排泄量は8月2日より5日までの4日間測定しその1日平均量は90mgである。図に明かな様に2例共Caは労働初期1日平均排泄量は安静期に比して増加し、K及Pは逆に減少する。然るに労働訓練を重ねるとK.K. (攝取蛋白50g/日) では此の様な労働による変化は益々著明となる傾向があるのに対し、T.K. (攝取蛋白120g/日) では次第に其の変化が軽度となり安静時の代謝の状態に近づいた。此の様な両被験者の相違が訓練による労働能率の向上と一定の関係ある事は既に報告した所である。即ちK.K.例では訓練効果の現れが著明でなく寧ろ訓練に対する失調傾向を示し、T.I.例では著明な訓練効果の上昇を示した。即ち労働による塩分代謝の変化は訓練による作業能の向上する場合には漸次平靜化、即ち安静状態へ復帰する傾向が認められる。

次にアドレナリン試験による血圧曲線の変化は第2図に示す通りである。



第2図 労働訓練とアドレナリン試験

図の縦軸は何れも血圧の高さを示し横軸はアドレナリン注射後の時間を示す。此の様な血圧曲線の変化を労働の時期的推移に従つて検討するに、

1. T. I 例 (攝取蛋白125 g/日)

安静時の血圧曲線は Dresel の所謂交感神経緊張型に属し、アドレナリン注射後10分以内に血圧の上昇は最高となり注射前値と最高血圧との差は 50mm/Hg に達する。然るに労働訓練を積んだ第Ⅱ期労働期の血圧曲線は (3) (4) (5) に見る如く、注射前後の血圧差は安静期の夫に比し軽度となり、又最高血圧に達するまでの時間が延長する。即ち本例に於ては労働訓練によりアドレナリンに対する血圧上昇反応が不鋭敏になつ

て来る。

2. K. K 例 (攝取蛋白50g/日)

安静期の血圧曲線 (1) は Dresel の所謂副交感神経緊張型に属し、アドレナリン注射後一時血圧はかえつて低下し其の後上昇するが其の程度は軽度である。労働訓練を行つた場合第Ⅰ期労働後に於ては (3) に示す様に未だ注射後の一時的な血圧下降は認められるが、其の後の血圧上昇の程度は安静期に比し著明となつた。又第Ⅱ期労働期に入ると (5), (6) に示す様にアドレナリン注射後の血圧下降は最早認められず直ちに血圧は上昇する傾向を示す。かくして第Ⅲ期に到れば (7) の曲線に示す様に注射後の下降は全く認められず血圧の上昇が比較的急速且つ著明である。労働実験終了後1週間目の血圧曲線は(8)に示す如く再びアドレナリン注射後の血圧下降が認められる様になつた。即ち本例に於ては始め Dresel の所謂副交感神経緊張型であつたものが、労働訓練を行う事により次第にアドレナリンに敏感な型に変化して來た事が示された。

以上を要するに Dresel の判定法⁹⁾に従へば労働前の被験者の状態は T. I は交感神経緊張度の高い体質であり、K. K は交感神経緊張度の弱いむしろ副交感神経緊張型の体質の者であつたのであるが、労働訓練を重ねると T. I では交感神経緊張度が低下し K. K は逆に交感神経緊張度が高まつて來たのである。

此の様な訓練によるアドレナリン試験成績の変化が両被験者に於て全く相違する理由に就き考えるに、第1にこゝに思い合される事實は、此等の両被験者に就いて林¹⁰⁾が測定した労働効率、Skill-Index、労働前後の脈搏の差等の成績である。それによれば T. I は訓練による労働効率の上昇が著明であつて、顯著な訓練効果の発現を物語つて居るのに対し、K. K は労働効率は終始変化せず自覺的にも疲労感が強く運動に対する失調性を示して居たのである。而して林は此の様な両者の訓練効果の差異は主として攝取蛋白量の差に起因する事を明らかにした。

此の様な事実とスポーツマンに副交感神経緊張型が多く、又鍛練者は一般にアドレナリン感

受性が低下せる事実を合せ考えるならば、T. I, T. K 両被験者に見られたアドレナリン感受性の労働訓練による変化の原因を次の如く説明するのが妥当であると考えられる。

即ち T. I は労働訓練により次第に其の耐労性を獲得し労働に適合した順応態勢を獲得したのであるが、其の一部として自律神経機能にも耐労態勢に適合した副交感神経緊張状態を招来したのであろう。反之 K. K では訓練効果の発現が不良であつてかえつて耐労態勢が損われる状態となり其の結果交感神経緊張度が強くなったのであろう。

B. 第2実験

以上の第1実験に見られた労働訓練による自律神経緊張の変化は其の塩分代謝に如何なる影響を与えるか、此の間の消息を明かにせんとして行つたのが此の第2実験であつて、実験的にアドレナリンを注射した場合の塩分代謝の変化に就いて検討した。

アドレナリン注射後の尿 K, P, Ca 及水分の排泄量並に血清塩分濃度の時間的変化の成績は第3及4図に示されて居る。第3図の尿の成績は8例に就き行つたもので其の平均値を太線にて示してある。第4図の血清濃度の成績は其の中の5例に就き行つたものであり同様に其の平均値を太線で示す事とした。

図の横軸は何れもアドレナリン注射後の時間、縦軸は30分当り尿量及び塩分排泄量又は血清 100cc 当り塩分濃度を示す。図に明かな様に尿 Ca は一般に注射後直ちに上昇し始め、1時間半後略最高に達し、3時間後には大体旧値に戻る。K は Ca と略逆の変化を示し、1時間半後最低となり3時間後略旧値に復する。無機Pは一定の変化を示さない。尿量は被験者により変動が大きいが注射後一時増加する場合が多い。然しながら尿量の変化の個人差と尿塩分排泄の変化の夫との間には密接な関係は認められない。

此の様なアドレナリン注射後の尿塩分排泄量の変化で先づ Ca に就いて考察するに、従来の報告に於ても北山¹¹⁾、坂本¹²⁾、茂在¹³⁾等は著者

と同様にアドレナリン注射後尿 Ca の増加を認めて居る。曾つて斎藤²⁾は労働時の尿 Ca 排泄量の変化は労働によつて分泌の増したアドレナリンによるものであつて、アドレナリンにより交感神経緊張が高まつた時には軟部組織に Ca が移動し一時 Ca 排泄量が減するが、労働後交感神経緊張が解消すると此の Ca が再び遊離されて尿中に増加するのであると説明した。然し著者の成績によればアドレナリン注射により交感神経緊張が増し血圧上昇の起つて居る時間内に既に尿 Ca 排泄が増加して居る事実は斎藤の述べる如き説明では満足されない。亦著者の血清濃度の変化の成績に於ても図に示す様に、注射後30分には軽度の減少の傾向は認められるが然しそれは極めて僅かであつて、然も血清 Ca と尿 Ca 排泄量との間には何等の関係も認められない。坂本¹²⁾も血液 Ca と尿 Ca 排泄量の変化は無関係であると述べて居る。此の様な Ca の排泄を論ずるに当つて第一に考えねばならぬ事は、Ca は細胞外塩分であつて尿量の変化に左右される事と、その体外排泄の過去は大腸にて行われ、体内酸塩基平衡の如何により尿と尿への排泄の比率が異つて來ること¹⁴⁾である。Adrenalin 注射によつて Acidosis の傾向を生ずる事は小出等¹⁵⁾が硝子電極による尿 pH の測定によつて推論した所であり、又一方アドレナリン注射によつて尿量の増す事も第3図に明らかである。従つて此等の原因が重つてアドレナリン尿の Ca 排泄が増したものと思われる。茂在等¹³⁾も尿 Ca の変化はアドレナリン注射による Acidosis に起因すると説明して居る。

尿 K に就いては小林¹⁶⁾、茂在¹³⁾、大石¹⁷⁾等はアドレナリン注射後減少する事を認めて居るが之も著者の成績と一致する。血清濃度の変化は図の如く注射後30分に最低となり、2時間後にも尙減少の傾向が認められる。此の様な血清 K の減少は Brewer, Houssay, Zamorani 等¹⁸⁾により認められ、Brewer は之は筋が K を吸収する爲であると説明して居る。以上の様な成績によれば尿の K 排泄量の減少は恐らく此の血清 K 濃度の低下に基因すると思われる。然るに一方

小林¹⁶⁾はK排泄量の低下はアドレナリン注射によつて起る Acidosis に関係すると云う説明を下して居る。即ち其の意味を推察するに、Acidosis

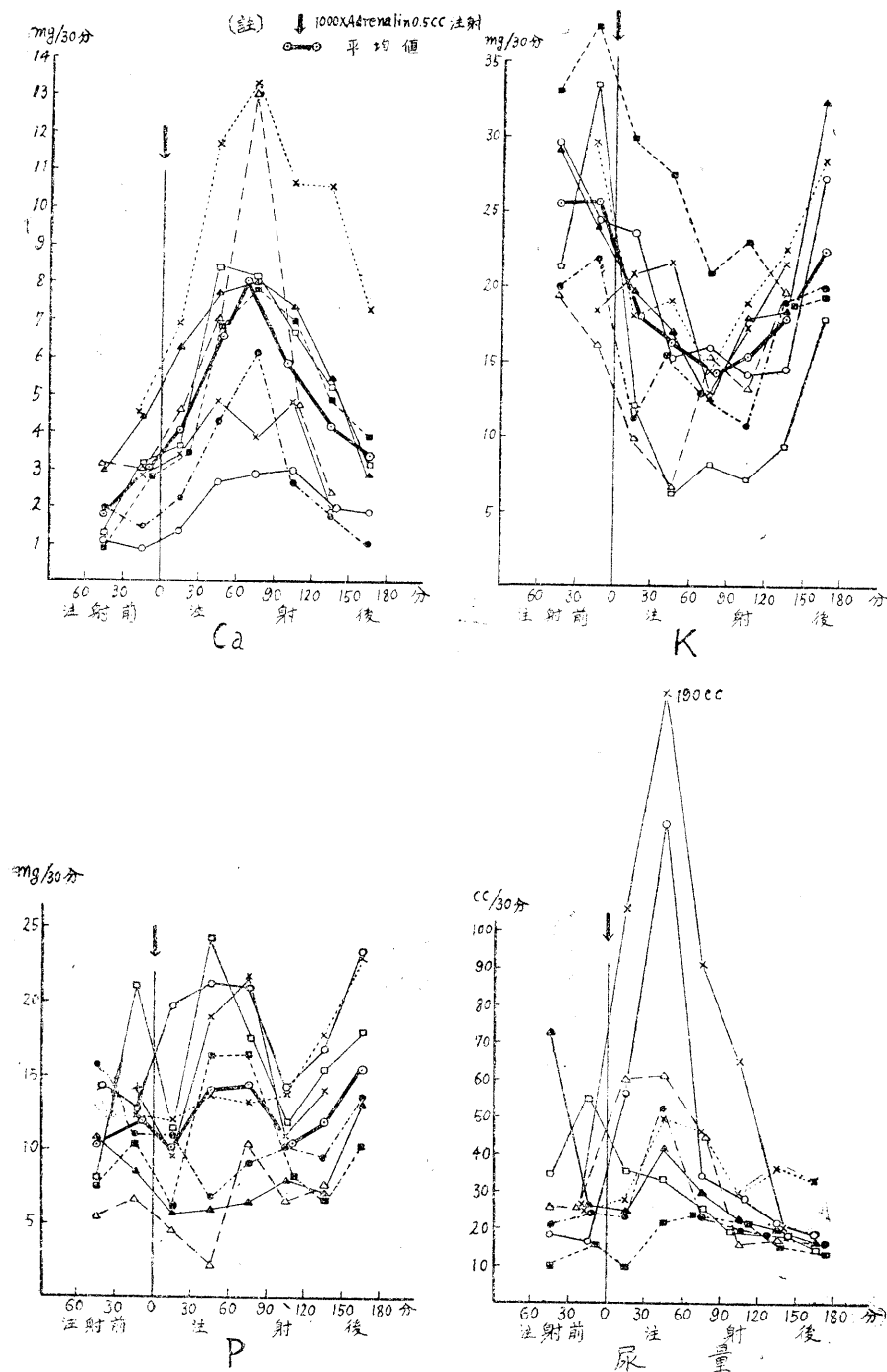
による尿アルカリの回収の増加が起ると考えるのであるらしい。然し著者の成績に於ては果して此の場合にKの逆吸収の増加があつたかどう

かは明らかではなく、又たとえあつたとしても血清Kが減少して居る事より、これが Acidosis 中和に仿いて居るとは考えられぬ。

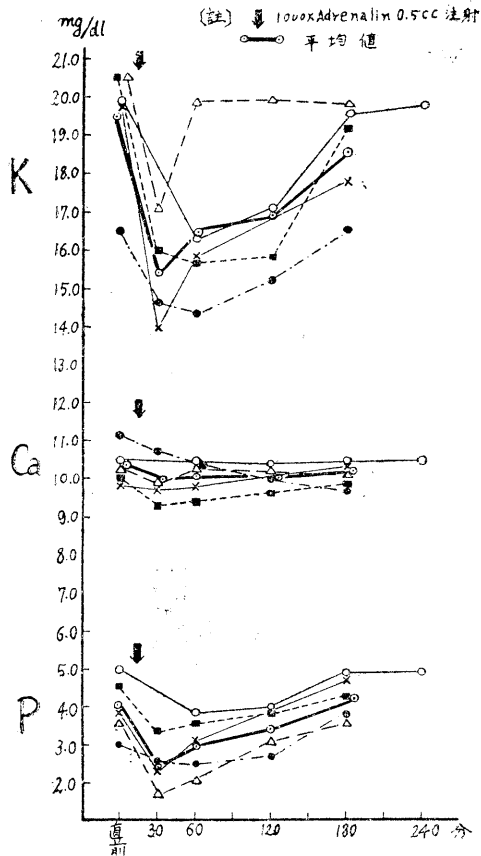
無機Pの尿排泄及血清濃度の変化に関しては報告が少いしまた其の成績も一定しないが、McVicar¹⁹⁾は注

射後血清無機Pの減少を認め、筋の Hexose-phosphateの形式に関係があると云つて居る。著者の成績に於ても血清無機Pの減少を認めた。

恐らくKと同様Pの組織内移動によるものである。ただ此の場合に尿Pの減少が起るべき筈であるに拘らず、事實は殆んど一定方向の変化を見ない。これは恐らくアドレナリンによる Acidosis の爲に



第3図 Adrenalin 注射時の尿塩分排泄量の変化



第4図 アドレナリン注射時の血清塩分濃度の変化

尿Pの排泄増加¹⁴⁾が起り、此によつて血清無機P減少の影響が相殺される爲と考えられる。

さて前述の如く労働により1日尿K及Pの排泄量は減少し、Caは逆に増加するのであるが此の様な1日尿の変化は其の後の研究により主として労働後の休息時に於ける尿K、Pの排泄減少、Caの増加によるものであつて、労働中はK、Pの排泄量は反つて増加しCaは減少して居る事が明らかとなつた¹⁾。従つて労働中の尿塩分排泄量はアドレナリン注射の影響とは反対であり、かえつて労働後の夫がアドレナリンの影響に酷似して居る。Keys²⁰⁾も又労働終了後の休息時の血清K濃度の変化がアドレナリン注射後の変化と甚だ良く似て居る事を指摘して居る。

労働時にアドレナリン分泌の起ることはCannon 始め多くの学者により認められ、これ

は精神緊張や、強い労働の刺激による非常反応 (Emergency reaction) によるものと考えられる。従つて労働中の塩分代謝に此のアドレナリンの影響が現われても良い訳であるが、既報の如く労働中は筋収縮に基く組織のK、Pの遊離が盛んとなる爲に覆われて明瞭に現われぬものと思われる。然し労働中のアドレナリンの効果は労働後にも若干残る事が考えられる。又労働時所謂労作 Acidosis が発現し、これは労働後に於ても長く続く事が認められるのであるが²¹⁾、一方河野²²⁾によれば労作 Acidosis の発生はアドレナリン分泌を招来し作業能力乃至疲労回復に役立つと云つて居る。従つて此の様な労作 Acidosis により労働後も尚引続きアドレナリン分泌が持続して居るものとすれば、これによつてK竝に恐らくPの組織への同化吸収を促し筋の疲労回復に役立つと考へられる。之が労働後の塩分代謝の変化がアドレナリン注射時の夫に酷似する一因となるのであろう。但し労働後のKやPの回収は單なるアドレナリンの効果のみでなく、筋や肝自身の機能変化をも考えねばならぬ事は云うまでもない。

前記の如く T. I 例は訓練により労働時の塩分代謝の変化が漸次減少するのに対し、K. K は此の様な訓練効果の発現が不良であつたが、以上の様な観点よりすればこれも前記の如く T. I 例が訓練によつて交感神経緊張が減退するのに対し、K. K 例は反つてその緊張が増加する事実と一定の関係があるであろう事が上記諸事実により想像される。

Ⅲ. 摘 要

3名の被験者に就いて一定強度の労働を毎日連続して負荷し、労働訓練を行つた時の1日尿塩分 (Ca, K, P) の排泄量の変化及自律神経緊張状態の時期的変化を検討し、又数名の被験者に就いてアドレナリン注射後の尿塩分排泄量の変化を測定し次の結果を得た。

1) Ca の1日尿排泄量の変化は労働により増加しK及Pは逆に減少し、且つ之等の変化は訓練効果の上昇と共に軽度となり安静時の代謝

の状態に近付く（此の様な1日尿排泄塩分の変化は主として労働時間後の尿塩分排泄量の変化に基くものである事が他の実験により明かにせられて居る）。

2) 労働訓練により自律神経緊張状態は、訓練効果の著明な時は Vagotomie への偏向が見られアドレナリン感受性が減退するが、訓練効果の不良な時は逆に Sympatricotomie に傾むく。而して労働訓練によりアドレナリン感受性の減退の著明なものには上記の塩分代謝に対する訓練の影響が一層顯著である。

3) 以上の労働時の塩分代謝の変化と自律神経緊張との間の関係を説明せんとして、アドレナリンを注射した場合の塩分代謝の変化に就いて精査した結果、アドレナリン注射後尿 Ca は著明に増加し血清 Ca 濃度は著変を認めない。K 及び P の血清濃度は注射後減少し尿 K も減少するが、尿 P 排泄は一定の変化を認めない。

4) 斯くの如き尿 Ca, K, P のアドレナリン注射による変化は労働後の休息時間中の塩分代謝の変化と酷似し、此の点に於て労働時の塩分代謝は自律神経の緊張状態と密接な関係のある事が推察せられる。

5) 以上より塩分代謝に対する訓練効果の発現に対しても労働訓練による交感神経感受性の減退が有力な一因をなすものと考えられる。

欄筆するに当り、終始変らぬ御指導と御校閲の労を賜つた恩師吉村教授竝に、被験者として御協力下さつた教室員諸氏に深甚なる感謝の意を表する。

文 献

- 1) 大原重信 未発表 (生化学に掲載の予定)
- 2) 齊藤 一 (1939) 労働化学 16, 872
- 3) Cannon, W. B. & S. B. Britton (1927) Am. J. Physiol. 79, 433
- 4) 勝沼精蔵・朝比奈一男 (1948) 厚生科学叢第10輯 疲労 27頁 創元社
- 5) Herxheimer, H. (1933) Grundriss d. Sportmedizin, Leipzig, S. III
- 6) 井上 章 (1948) 労働生理学序説 261頁 日本科学社
- 7) Zondek, S. G. (1921) Dtsch. Med. Wochr. 50, 1520
- 8) 藤井暢三 (1947) 生化学実験法 (定量編) 南山堂
須藤憲三 (1934) 医化学的微量測定法 南江堂
- 9) 沖中重雄 (1947) 自律神経機能の検査法 21頁 学術書院
- 10) 林 勝 (1952) 体力科学 原著 1, 197
- 11) 北山加一郎 (1927) 岡山医誌 444, 1
- 12) 坂本貞雄 (1935) 実験薬物誌 9, 1
- 13) 茂在 照・秋谷 実・稻田 淳・川島震一 (1927) 医学中央誌 24, 1601
- 14) 吉川春寿 (1949) 臨床医化学 (臨床編) 協同医書出版社
- 15) 小出正視 (1940) 日本循環器病学 6, 163
- 16) 小林 丘 (1950) 日本生理誌 12, 343
- 17) 大石 巖 (1935) 実験薬物誌 9, 349
- 18) Fenn, W. O. (1940) Physiol. Rev. 20, 377
- 19) McVicar, R. and V. G. Heller (1941) J. Biol. Chem. 137, 643
- 20) Keys, A. (1937) Science 85, 317
- 21) 林 勝 (1952) 体力科学 原著 2, 1
- 22) 河野一郎 (1948) 日本医学 3423, 166

Summary

1) When a heavy muscular work with bicycle ergometer (of about 1000 kcals. energy requirement) was imposed daily on the subject, the excretion of Ca in urine was increased, while K and P excretion were decreased, these changes of urinary salt metabolism was mainly due to changes of urinary salts during rest after labouring.

2) The changes of salt metabolism inclined to subside when the subject was trained to the exercise. The further the training advanced, its effect on salt metabolism came to be the more marked.

3) An effect of training was appreciated also on the tonus of autonomic nerve. The subject became less susceptible to adrenalin injected, i. e. vagotonic, when the physical ability to muscular exercise was increased.

4) Effects of adrenaline injection on salt metabolism were studied on several resting subjects, and it was ascertained that Ca excretion in urine was increased, while the excretion of K decreased, and the change of P excretion was multifarious. Concentrations of K and P in serum were decreased, while that of Ca remained unchanged. These changes of salt excretion and of serum concentration resembled to those found immediately after severe exercise which fact suggests a rôle of adrenaline secreted by exercise as a cause of metabolic change of salts.

5) From these it was presumed that the change of adrenaline susceptibility or tone of autonomic nervous system brought about by the training may play an important rôle for the training effect of salt metabolism in muscular exercise.

(Institute of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College)

地方小学会報

日本生理学会第4回近畿生理学談話会

時 1952年4月13日(日)午前9時より

所と当番 神戸市 神戸医科大学 正路倫之助

1. 正路倫之助(神戸医大)

生理学談話会の運用についての希望

(要旨省略)

2. 小林 隆(阪大第1生理)

発癌物質の結合について(第2報)

第1報に於いて発癌物質はその作用機轉と蛋白との結合との間に密接な関係があるらしいことを報告した。本報に於てはその結合様式について報告する。

1. 種々の蛋白と butter yellow との結合量は、蛋白中のチロジン含有量と関係があり、他のアミノ酸含有量とは関係がない。

2. butter yellow と蛋白との結合量は pH10.5 以上で著しく減少するが、これは蛋白中のチロジンの < >-OH 基の解離に基く。

3. 酸性側でも pH3 以下で同様の減少が見られるが、これは butter yellow のイオン化による。

4. これらの事実から結合様式は蛋白の < >-OH と butter yellow のアゾ結合の N との間の $\text{O-H}\cdots\text{N}$ の水素結合であることがうかがわれる。結合エネルギーを測定した結果 7kcal であることはこれとよく一致する。

5. 他のアミノ酸残基が補助的な意味を有するかも知れないから次の実験を行った。

a) アンペロメトリー及び PCMB の添加によつて、SH と結合との関係はない。

b) PVA, PVCK, キトザン(夫々アルコール OH, カルボキシル, アミノ基を有する)は結合しない。

c) Polyvinyl benzale は < >-OH の場合の 1/5 より小さい値で結合する。

これらの事実から、SH, NH_2 , COOH, OH は結合に関与しないが、Phenyl基は少し結合する。

3. 山辺 茂(阪大第1生理)

葉酸の生物物理化学的研究(第1報)

葉酸の紫外外部吸収スペクトル及び電気泳動速度

の解析から、次の事実を認めることが出来る。葉酸はアルカリ水溶液で 256m μ , 284m μ , 365m μ に吸収極大を示すがそのうち 256m μ と 365m μ はプテリジン核によることが 2-アミノ-4-オキシ-6-メチルプテリジン のスペクトルとの比較から考えられ、更にメザウムを酸性にすると 256m μ の吸収帯が消失することからこの吸収帯がプテリジンの 2 位のアミノ基によるものと推論される。而して各種蛋白質を適当量共存せしめると葉酸の 3 つの吸収帯のうち 256m μ が最も強く影響を受ける ($\Delta\lambda = +4\text{m}\mu$, $\Delta\epsilon = -2030$) ことから蛋白質との結合部位は 2 位のアミノ基と結論した。

更に、葉酸のアルカリ水溶液中の電気泳動速度 ($u = -3.7 \times 10^{-4} \text{cm}^2 \text{sec}^{-1} \text{volt}^{-1}$) は蛋白質の添加により増加するが、その増加率は一次的でなく 0.5 % 葉酸に対して約 0.05% で極大 ($u = -8 \times 10^{-4} \text{cm}^2 \text{sec}^{-1} \text{volt}^{-1}$) を示す。これが妥当なる理論的支持は未だ得られていない。

4. 舟木 廣(京府大生物物理)

反応速度の熱解析的研究

生体に密接な関係のある物質系の熱解析を行っている。

1. 血液カタラーゼによる過酸化水素の分解反応は 2 つの段階からなり、初期反応の次数は決定出来なかつたが、主反応は明らかに一次反応である。この初期反応は活性炭、白金、パラジウム等のゾルによる H_2O_2 分解反応に於ても見られるがその継続時間が異なる。

2. 血液カタラーゼの量が一定であると反応系の温度上昇は過酸化水素の量に比例し而も略同一時間後に最高温度を示す。又反応の終結時間も略同一である。

3. 過酸化水素の量を一定にしておく血液カタラーゼの量の大なるほど温度は上昇し、反応は短時間に終結するし、速度恒数と濃度の自乗との間に直線関係がある。然し血液を 10000 倍に稀薄したものを用いた場合には 8000 倍に稀薄したもの

を用いた場合より却つて速度恒数が大になる。

3. フィブリン, ガゼイン, 高野豆腐等の各種の溶液中での膨潤溶解熱を求めたが, 液の種類によつてその膨潤溶解熱を異にするが大体数カロリー乃至40kcal/gを得た。

5. 笹川久吾 (京大生理)・廣田猛夫・東 冷・高 良 満 (京大動物)

流動クロマトグラフによる P^{32} の contamination の問題

生体構成物質の中主として高分子物質は形態に関係し, 小さい部分の仿きが物質代謝に関係している。而してこの物質の仿きは物性論的に見るとその物質身体の物理化学的性質と medium の物理条件, (温度, pH, 塩類濃度, D.E.K) に大きく左右されており, 従つて物質代謝の研究にはこれ等の点の解析が絶対必要である。

近年生体構成物質として核酸が重視されて以來その成分の磷酸の仿きに注目されたが, 放射性同位元素 (P^{32}) が用いられる様になつて以來, 盛に磷酸代謝に関する研究が行われて來た。而し磷酸自体の物性論的検討が全く無く, 又その爲実験結果にも多くの無盾くい違いが生じている。そこで高浪の行つた濾紙 Chromatography による低分子質の物性的性質の解析法に従つて, 磷酸の核酸及びリポイド (Lecithine) 等の高分子物質及 medium 間に於ける仿きの物性論的検討を行つた。その中今回は medium の D.E.K (透電恒数) との関係について報告する。 P^{32} 酸と核酸又はリポイドとの混合液を濾紙片上につけ, 溶媒に水を用い, その D.E.K を種々に変えて流動させる。この際 P^{32} 酸は P 酸と核酸濾紙, P 酸と溶媒の間の引力の相互作用の結果, 仿く事になり, この時の ionization は medium の D.E.K と比例的関係にある。従つてその仿きは理論的にも計算出来るが (定性的に) 実験による結果とよく一致している。その結果は medium の D.E.K を Ether, alcohol 等で下げると例えば核酸と磷酸の結合量 (2次的) は非常に多くなり, 又同じ事が urea, amino 酸で下げた場合にも云える。この事は, ある物質の P 酸との結合量は medium の D.E.K 条件により変化する事を示しており従つて例えば P^{32} 酸の動きをしらべる爲ある物質の抽出, 沈澱を行う際この事を考慮しなければ, 実験結果は無意味となる危険性がある。

6. 廣田猛夫 (京大動物)

Chromosome movement in the anaphase の物理解析と従来の hypothesis について

従來細胞学では分裂機構については假説の域を出ていない。その主なるものは, Traction fiber theory, Semtkörper theory, Autonomy theory 等であろうが自然科学的証明を経たものでなく満足出来ない。廣田の今迄の統一的な分裂機構の解析によると次の経過を確認出来る。

第 1. 体積減少の過程に起る現象で, 第 2. 表面自由エネルギー減少, 第 3. 表面変形の誘起, 第 4. 細胞内部要素の移動を起し, 第 5. 順次移動に流動式が適用計算より一致を得ることをたしかめた。その内最も著明な Anaphase について報告する。

対象細胞は生きたもの。位相差顕微鏡, 連続写真による測定を施した。Anaphase の phase は更に 2 相となり, 前期は染色体移動速度漸増分布域縮少期, 後期は同様速度漸減傘型拡大期, 終期がこれにつづく。この中間に並行染色体速度最大期があるわけである。

理論, 表面の形は円形から楕円形に変る。長短軸を測定する事により与えられる表面曲率中心から染色体動原体内距離を r' 曲率半径 r とすると, 染色体の動きは $dv r^2 = dv' r'^2$ $dv' = dv r^2 / r'^2$ 但 dv' は染色体の移動距離, dv は表面変位量, r で与えられる。

染色体分布域は, 拡がりの面積 A , 移動量 dv とすると, $Adv = k$ [即流量一定と取ると, 前記観測値を非常によく説明出来る値を与えることが解つた。 A は πr^2 に比例する。管 $\pi r^2 dv' = \text{const.}$ $r = \sqrt{K / \pi dv'}$ で分布域を与える。但し此等には 3 型がある。1 つは曲率中心と染体位置の重疊した (中心型) 染色体が曲率中心より表面に近き型 (前進型) 曲率中心より遅れているもの (遅滞型) が此の型の解析にかかる。中心型はよき一致を与える。遅滞型は特殊な考慮が必要。前進型では, 中心流動が先に進みその周に位置する染色体は Viscosity の爲ずれを起す事がよく事実合う。斯くて細胞分裂は完全な物理現象の 1 つで後期の著名な動きでさえ計算出来るものであることを示した。但し此等の観測法は $100,000\text{\AA}$ の光学的な像から与えられるものであるので $50 \sim 100\text{\AA}$ 又は $300\text{\AA}$ の Colloid 粒子の世界でもなく, $1\text{\AA}$ の化学結合分解

の次元でもない。終期等は Colloid 粒子其者の性質によるので、廣田の Coacervation theory に依らねば理解出来ない事を注意しておく。

7. 渡辺 格 (東大理工学研究)・松下 宏 (和歌山医大生理)

細菌バイラスの増殖に関する研究

I. 細菌バイラスの増殖に対する H_2O_2 の影響

最近紫外線、X線等の放射線の生物に及ぼす影響及び、その reactivation の研究が核蛋白代謝の研究との密接な関係に於て非常に活潑である。

之等のアナロジーとして、化学的に簡単な物質でもつて同様な実験を進めることが可能であれば放射線の生物学的作用と共に核蛋白代謝の本態を研究する上に甚だ望ましいことである。放射線の作用はそのエネルギー吸収による遺伝因子の直接の変化によるのではなくその環境に生じた二次的な間接作用も亦重要な因子である。殊に後者に関しては、 H_2O_2 、 HO_2 、 OH ラジカル等の水の放射分解産物が大きな役割を果しているであろう事が略々相像されている。

著者等は細菌バイラスの増殖に及ぼす H_2O_2 の影響を検討し以下に述べる結果を得た。

1. フアージ T4 は H_2O_2 により時間と共に対数的に不活性化されるが宿主菌 (*Escherichia Coli*, Strain B) に比べ遙かに安定である。

2. 終末濃度 0.006% の H_2O_2 によつて *E. Coli*, Strain B. のコロニー数は約 5% 以下は抑制される。

3. H_2O_2 によつて不活性化され、コロニーを形成しない菌でもフアージ (T4) の増殖は可成り著明に存在する。

4. 不活性菌の T4 増殖の Burst Size, Latent Period は H_2O_2 濃度増大と共に減少及び延長する。

5. 酸素消費量、磷酸取量及びブラック形成能による菌数測定法によれば、Hydrogen Peroxide により不活性化された菌はコロニーをつくらないが、短時間内は増殖する。菌細胞の肥大とは考えがたい。このような意味で W. H. Price, T. H. Anderson 等のいう “bacteriophage formation without bacterial growth” は嚴密な意味で誤りである。

6. 放射線の生物作用の機作は寧ろ J. A. V.

Butler, K. A. Smith 及び L. A. Gilbert 等の提唱する所謂 nucleotoxic substance としての有機フリーラジカルによる二次化学作用を考えるのが妥当であるように考察する。

8. 松下 宏 (和歌山医大生理)

細菌バイラスの増殖に関する研究

II. HO 処理菌の recovery について

先に述べたように Hydrogen Peroxide の少量による菌 (*Escherichia Coli*, Strain B) の影響は非常に微妙なものである。即ち混濁度の測定や酸素消費、磷酸取等の観察によつて示されるように菌の成長 (cell growth) に関連する過程は殆んど変化を受けず、その結果該細菌のバイラス増殖は可能である。然しながら菌の増殖分裂 (cell division) は短時間内は見られるけれどもコロニーを形成する迄には到らない。

高濃度の過酸化水素では勿論このような微妙な関係を生ずることなく菌は成長増殖共に抑制されてしまうのであるが、過酸化水素処理菌の survivor はこの他に種々の因子により影響される。作用温度 37℃、 H_2O_2 濃度 0.06% では菌の保有するカタラーゼ作用により H_2O_2 は 10 分以内に殆んど分解されると共に、菌の残存率曲線も 10 分以後は定常状態に落ち着くことが観察される。このようなカタラーゼ作用の結果菌の濃度及びその老若等の條件により、その作用程度に差異を示す。

過酸化水素処理菌のコロニー形成に及ぼす尙未知の因子があるが、作用後の処理条件及コロニーの形成条件を見逃すことは出来ない。著者は過酸化水素処理菌を生理的食塩水等の liquid media に浮游放置することにより 10 倍以上の菌の survivor を得た。survivor の増加は温度により左右され、低温では著明な増加は認めない。此のような事実は紫外線照射菌に於ても Richard B. Roberts により最近観察されており、著者も之を追試して確認した。

紫外線の生物作用は一部培地に発生する過酸化物の二次作用に基く事は著者並びに Orville Wyss 等により強調されて来たところであるが recovery に関しても同様な結果を得たことは之を更に実証するものである。然しながら紫外線作用の機作の更に詳細に立ち到つては未知の点が多い。Dale の指摘する酵素の不活性化説は此処では否定され

る。何となれば recovery は生理的食塩水の如きエネルギーを供給しない media に於て著明に見られるのであるから、適応酵素の産生がエネルギー源や N.P 等の供給に待たなければならないことと併せて、不活性酵素の補充を果し得るものとは思えない。照射による菌体内の破壊有毒物質例えば過酸化物の生成によるとする假説は現在迄の観察では批判出来ないが有望であろう。

Roger M. Herriott によるマスタードガス処理菌に於ける核酸合成に関する知見からみても、適当に阻害された菌は非常に不安定な状態に置かれているのであり、之が新陳代謝をとまなわぬ media に於ては該細胞内のある化学反応の進行により division と growth との平衡がとり戻されて recovery を示すものと考え得る。紫外線照射或いは他の有毒物質による菌の処理は密接に細胞分裂と関連しており、recovery の実験を更に押し進めることにより、之らの問題が明るみに出てくるのではないかと考える。

9. 荒木辰之助 (京大第1生理)

根電位の空間的減衰について

墓の剔出脊髄につき、前根電位及び後根電位の夫々の根に沿つての減衰度を純 O_2 内及び 5% CO_2 を含む O_2 内に於て測定した。緩徐電位の減衰は指数函数的であり、その特性的長さ (l) は次の如き値をとる (平均値 3 σ)。

O_2 内

前根 3.0(±0.3)mm 後根 2.8(±0.4)mm

$O_2 + 5\%CO_2$ 内

前根 5.0(±3.7)mm 後根 4.8(±3)mm

即ち純 O_2 内では CO_2 混入の場合に比し l が小であり、同時に前根への放電が盛であつて、緩徐電位の形状も大谷・岩田・古河¹⁾の CET 型に当る。従つて l の小なる原因は細胞膜を横切る抵抗 ρ の減少に基づくと考えられる。

反之、 CO_2 混入時では放電少く、緩徐電位は AET 型を示す。即ち l の大なる原因は ρ の大なるによると考えられる。

緩徐電位に先出つて出現する初期変動に、(A): 岩田²⁾の所謂シナプス前現象と名づけた陰性-陽性の変動に続いて第二次ノイロンのシナプス電位が陰性変動として出現する場合と、(B): 之とは丁度鏡像をなして陽性-陰性の変動に続いて更

に陽性変動が出現する場合とがある。A は純 O_2 内に於てのみ認められ緩徐波の減衰度の著しい標本に現われる。初期変動の減衰も指數的であり、 l は緩徐波の l と等しく少である。即ち之等は前根繊維を電気緊張性に拡つて来たものと考えてよい。反之、B に於ては初期変動は指數函数的に減衰するものの、その l は著しく大であり、同一標本の緩徐波について測定した l と一致しない。また脊骨前面上の l 点と前根末梢とで誘導する場合にも B の如き初期変動を更に明瞭に伴う点から考えると、B の初期変動は脊髄表面から前根表面への電気漏洩によつて生じたものと云える。

1) Otani, T., S. Iwata, and T. Furukawa (1951)

Jap. J. Physiol. 2, 154

2) Iwata, S. (1952) Jap. J. Physiol. 2, 213

10. 千葉康則・高木孝敬 (京大第1生理)

墓の膀胱を支配する神経の諸性質

1) 墓の K, X, 或は X₁ の脊髄神経を単一開放電撃で刺激すると同側膀胱の収縮を認める。収縮高は刺激強度の増大と共に漸増し、一定の最大値に達する。

2) 膀胱の運動を目標とし、上記神経を平流にて刺激し電圧期間曲線を求めた。曲線は嚴密には Weiss の式には従わない。恐らく多種の運動繊維が混在するものと考えられるが、そのうち時値の最大なるものは約 100m/sec に達する。

3) 坐骨神経に膀胱枝を附けて剔出し、坐骨神経の中根端に近い部に単一刺激を加え、膀胱枝の活動電位を誘導した。電位が小なるため未だ判然とした結果を得ていないが、伝導速度約 7m/sec のものと、0.2m/sec のものが得られた。前者は B 繊維、後者は C 繊維に属するものと考えられる。

11. 幸塚嘉一・石川繁子・大島保子・大城和子・外6名 (大阪女子医大生理)

一方向きの興奮傳導に関する研究

1. 神経筋肉接続部に於ける興奮傳導について (その6) 2. H.H. Dale 氏化学傳達説批判. 神経筋肉接続部に於ける興奮傳導に関する新研究用假説の立場より (その6) 附, 小児麻痺症の生理学原論的考察 (その1)

12. 幸塚嘉一・石川繁子・大島保子・大城和子・

外3名(大阪女子医大生理)

交感神経の生理学原論的研究

1. 運動神経骨格筋接続部に於ける興奮傳導になす交感神経(遠心性)作用について(その2). 2. 骨格筋及び neuro-muscular conductionになす作用を示す新供實験方法(その1)

13. 井上 敏(阪大第2生理)

脳温度に関する研究(第1報)

家兎脳温度につき、次の如き基礎的実験を行った。

1) 脳手術の脳温度に及ぼす影響: 脳温度は開頭手術により異常の低温を示し手術創閉鎖保温により急速に上昇して直腸温よりも高温となる。

2) 脳温度分布: 大脳の前頭部、中央部、後頭部並に側頭部については中央部及び後頭部が最も高く、皮質、深部、中間部については皮質が(通常室温に於て)最も低く、深部と中間部温との関係は不定である。

3) 頭部保温の影響: 脳温度は頭部保温により著明に上昇し、寒冷時脳温度が直腸温以下である時でも、保温すれば必ず直腸温よりも高くすることが出来る。即ち脳温は外部への傳導による影響が大である。

4) 頸動脈血温と直腸温との関係: 頸動脈血温は直腸温よりも平均 0.2°C 低い。

5) 頸動脈血加温の影響: 頸動脈血を加温すると直接脳温度は上昇する。

6) 頸動脈結紮の影響: 頸動脈結紮による脳温度の変化は軽微で、一時的上昇の後少しく低下する。

7) 青酸の影響: 青酸カリを靜注することにより脳温度は著明に低下する。

14. 橋野昇一・子安義彦・吉井直三郎(阪大第2生理)

痙攣時の筋電図

家兎に交流 $35\sim 50\text{V}$ $1/5\sim 1$ 秒頭部通電して痙攣を起した時の筋電図は既に発表したが、今回は蓄電器放電法(頭部に $400\sim 1000\text{V}$, $20\sim 60\mu\text{F}$ の放電を行う)及び弱電流通電法($4\sim 7\text{V}$ 交流を持続的に流す)により起した痙攣について主に m. gastrocnemius で検べた結果を前回の報告と比較して述べる。

1) 蓄電器放電法では刺激直後より強大な振巾で不規則な Spike 群の密集が $2\sim 6$ 秒現われた(P型—Pre-seizure Type)。次で $3\sim 7$ 秒の electrical silence の後にT型又は C_{α} 型、又は C_{β} 型(前回報告)が現われる。

2) 弱電流通電法では先ず刺激の交流の波に一致したリズムで配列せる多相性の波が現われ(D型—Direct Response)。之に次でP型が現われ、次で electrical silence に続き T, C, R の諸型が逐次出現する。D型及びP型は全身性の大発作様痙攣が現われる以前に見られるものである。

3) 各方法に於てT型には(イ)急に振巾を増し徐々に減弱する型、(ロ)徐々に増大し徐々に減弱する型、(ハ)徐々に増大して急に減弱する型、(ニ)一旦減弱して再び増大する型等がある。

4) C型の各 Burst の間隔の変化をしらべると次第に間隔が増してゆくが $0.1\sim 0.2$ 秒(C_{α} 型)と $0.4\sim 0.6$ (C_{β} 型)の所が最も多い。

5) 後肢各筋につきC型の位相を比較すると上腿各筋は同期し、下腿各筋も同期するが前者と後者にはずれがあり、そのずれと Burst の間隔の比は常に一定である。

6) R型の発現をみるにC型の各 Burst が次第に temporal dispersion をなしてR型に移行する様な形を示す場合(則ちC型より移行する場合)とC型が減弱して新しくR型が現れる場合及びC型とR型が混合して現われる場合がある。

7) R型には連続的なもの(R_1 型)と不連続で、 $12/\text{sec}$ 又は $24/\text{sec}$ のリズムを以て各 Burst が現われるもの(R_2 型)がある。 R_1 型は約15秒 $\sim$ 3分続く。

以上痙攣の発現には、D, P, T, C_{α} , C_{β} , R_1 , R_2 の特徴的な筋電図を観察した。

15. 海城 濟(奈良医大生理)

頸動脈迷離白鼠の低位呼吸について

白鼠の低圧(145mmHg)下呼吸に対して、尿素系麻酔剤、特にウレタンが甚だ有効である事は、昨年度発表したか、その後、ウレタン効果の機序に関し、化学反射との関係を追求しつつあり。今回は主に頸動脈迷離反射との関係を報告す。綜括する所、下記の如し。

1) 白鼠の頸動脈迷離(Carotid denervation)手技及び大動脈神経切除手技に就て、その解剖学的関係と共に、之を詳述した。

2) KCN-呼吸促進と化学反射 白鼠に於ける KCN-呼吸促進に対して、大動脈反射の果たす役割は、頸動脈反射に比して小さい。

3) 低圧下呼吸を40分以上延長する場合をウレタン有効とすれば、頸動脈反射除去によつて、この有効率は非手術例の場合に比して約30%低下するが、尙60%の有効率を保持する。

之らの成績から考へて、低圧下呼吸に対するウレタン効果機序に関して化学反射が主役を演ずるとは云い難い。此の点に就ては、尙今後実験を重ねて報告したいと思う。

16. 岡 芳包・橘 茂雄・野田理人 (徳島医大生理)

意識的呼吸停止中に於ける心搏数変動経過の型について

1951年夏徳島縣海部郡阿部村に於けるあまの体力生理学的調査研究を試みた。あま部落としての阿部の特徴は部落の人口構成に於て男が女より僅に少い程度で、而もあまは男の方が多く10才以上の男の55%があま作業に従事するに反して、同じ女の37%があまであるに過ぎないので、現地に於てあま作業に関する体力生理学的な男と女或はあまと非あまの比較研究に極めて好適である点である。かくして男女の各年齢層及びあま群と非あま群から比較的偏らない任意標本(被検者)を抽出して種々の体力生理学的な調査研究を行つた1つとして、いきこらえの時間中毎15秒間の心搏数を測つた結果を整理して、止息時間中心搏数が変動しないものを α 型、止息時間中次第に心搏数が減少するものを β 型、次第に増加するものを γ 型と假に名づけると、これら3つの基本型の外に最初減少して後不変となる $\beta\alpha$ 型、最初不変であるが後次第に減少する $\alpha\beta$ 型など種々の複合型も見られる。そこでこれらの複合型を3つの型にまとめて假に止息時間の最後に心搏数の一定しているものを準 α 型、同様に最後に心搏数が次第に減少するものを準 β 型、逆に最後に次第に増加するものを準 γ 型とし、これらを夫々基本型 α 、 β 、 γ の3型に加えることにした。男女別にあまと非あまに就いてこれら3型の比率の差異を R. A. Fisher の直接確率計算法で検定すると、男でも女でもあま群は非あま群より β 型の比率が多く γ 型の比率が少く、 α 型の比率は両群に差がないことが認められた。

あま作業は極めて特異な体力作業であるが、以上の事実が他の類似の体力作業にも認められるかどうか、又このような型の分布は体力生理学的な生活態様によつてきめられているか等については目下検討中である。

17. 八田博英・飯塚恒治 (広島医大生理)

腎臓から腎臓への血管反射

18. 井上五郎・小石秀夫 (大阪市大家政部)

Folin 氏法による尿クレアチン測定法の批判

先に Jaffé 呈色反応に基く尿クレアチン定量法では温度によつて発色度が変化し、絶対比色法によると同一試料で夏高冬低の値が得られると報告したが(昭和25年度、日本生理学会)、福山氏は之を否定し(医学と生物学 第18巻 4号) 又一般に同法は無批判に廣く使用されている現状である。ここで筆者等は Folin 氏法を再び詳細に検討して次の成績を得た。

1) 原反応液(試料 1.0cc〔クレアチニン溶液濃度は 1.0mg/cc の他 4種使用〕に飽和ピクリン酸溶液 20cc 及 2.5N, NaOH 1.5cc を注加したままのもの)は温度により発色度が著しく変化し高温ほど値が高い(発色10分後では14°Cでの値は33°Cでの値よりも約50%低い)が、時間経過に伴う発色度の保持は低温ほど宣しい。

2) 水稀釈(一定時間後原反応液を蒸留水で100cc とする)後の呈色度にも直後値では温度差による高低が認められるが、更に著明なのは僅かの時間経過につれ(同一温度条件下で)色調が甚だ不安定な事であり、この操作により反応の恒定性が著しく阻害される。

以上から結論される事はクレアチニンの Jaffé 氏呈色反応は Folin 氏発色条件によつた場合甚だ不安定であり測定時の温度のみならず測定時間その他の条件によつて著しい色調変化を來すものであり、絶対比色法では勿論相対比色法でも正確な測定値は得られ難いのであるから、この様な Folin 氏条件を定量法に用うる事は不適当であると考えられる。

尙測定器械は島津製 Pulfrich 光度計を使用し、呈色度は S50, S53 及 S55 の3種の Filter を用いて吸光度として測定した。又予め反応橙赤色の吸収曲線を決定し(480m μ で最高吸収、長波長測

端は590m μ), 且つ上記呈色変化が該橙赤色部の変化である事も確めた。

19. 勝田 稷・村上長雄・丹羽得三・平岡 肇・大槻弘右 (三重大生理)

ラグビー合宿練習に於ける体力医学的調査

三重大学ラグビー部夏季合宿練習に就き過去3年間に互つて実施した体力医学的調査成績総括検討を行つた。調査項目は自覚的疲労徴候、背筋力、握力、視力、近点距離、肺活量、脈搏数、血圧、膝関節、皮膚空間隙、体重、ドナジオ反応その他であるが年度によつて2~3の選択的取捨を行つた。背筋力は各年度を通じて練習開始後5~8日目にかけて急峻な低下を認める。此の消長は自覚的疲労徴候の筋関節痛の動きとよく一致している。視力は漸減一路を示したが、近点距離は6日目から急に延長を來した。6日目位の所に1つの疲労の山がある様である。

体重は各年度共当初2~3日は減少の傾向を示すが以後は漸増を來している。エステジオメトリーは期日を逐つて値減少し延長をみなかつた。予期した程高度の疲労は招來しなかつた。

脈搏数は合宿開始以後練習終了後の脈搏数が日を逐つて漸減し5日目辺りに谷をなし後再び漸増を來し波動しながら経過する傾向を認めた。各年度を通じて同一日数で谷を描く点は注目される。ドナジオ反応は練習直値後には逐日的に漸増の傾向が窺われるが運動前及安静時の値には漸減の傾向が窺われた。ドナジオ値の漸減に一致して尿量及尿 pH は漸増し比重は漸減している。

逐日的な脈搏数の消長並に尿ドナジオ値の推移より考察して疲労は練習開始当初身体の慣れとでも云うかその恢復過程の漸増的迅速化を招來し次いで此のものが漸次鈍つて行き遂には逆方向遅延に傾いて行く経過を示すものと思われる。

何れにしても実施調査成績を総括して8月下旬9日間のラグビー練習(1日6時間)による疲労は晴雨を問わずせいぜい入つても第一次疲労困憊止りで特に体力的に弱い者は別として一般に練習そのものにより発病を招く様な危険線からはほど遠いものと考えられる。

20. 村上長雄 (三重大生理)

Donaggio 陽性物質と尿中 Methanol 易溶成分

I. Donaggio 反応成立機轉

Donaggio 反応は次の2つの機構より成立すると考えられる。a) 膠質性の Donaggio 陽性物質にメチレン青色素が收着される事、b) モリブデン酸アンモンとメチレン青が結合凝集沈澱する事、而してa)の結合が行われたメチレン青色素はモリブデン酸アンモンと結合していない事を種々の事実より証明した。又メチレン青濃度が高い時はa)の結合をしたものもb)の結合凝集沈澱が行われる際ある程度ともに沈澱する。この様な現象と比色に際しての誤差関係を考慮してメチレン青濃度としては10,000倍前後が最適であらう。

II. Donaggio 反応陽性物質の性質

a) 蛋白又はその誘導体で就中Proteosesが主たるものではないかと思われる。この事は蛋白呈色反応及び硫酸アンモン飽和で沈澱する事より考えられる。b) 電気泳動的に2つのPatternに分離される。

III. Donaggio 陽性物質の体内に於ける意義

a) 体内では特異強力な作用を態しないと思われる。i) 墓心灌流実験に於て有害作用は認められない。ii) 赤沈にも殆んど影響を示さない。

b) 体内発生は特異的起源をもたないように想われる。i) 健常、結核、妊娠等で各排泄される陽性物質の電気泳動的性質に変化は認められない。ii) 家兎に gelatin 溶液を靜注した場合15分位でその排泄は最高になるが、陽性物質の排泄も時間的によくこれと合致し、運動食事の後15~20分で最高である。以上より特異的な起源をもたず血管又は血管中に産生起源のある公算が大である。

IV. 尿中 Methanol 易溶性成分

Methanol 易溶性成分(飽和昇汞にて沈澱せざる部分)は少量では墓心に対し促進的影響を及ぼす傾向が窺われ、大量では明らかに抑制的作用を及ぼす。家兎に対しては一定量で血圧昂進的に仿く。電気泳動的には3つのPatternに分離し Ninhydrin, R. Biuret R. 陽性である。この項は尙検討中である。

21. 阿知波繁一 (滋賀縣立短大工業部化学系染料) 疲労の電気化学的研究 (第15~16報)

実例並に陽性反応物質よりみた小川膠質法、Donaggio-佐藤-吉川法、阿知波法間の相関性に就いて

要旨; 第15報: 自分は先ず電位差滴定により疲労係数を求めることを発表した。今回は小川膠質法(以下O.Rと略称, Donaggio-佐藤-吉川法(D.R), 阿知波法(A.R)を用い健康者(農耕, 工員, 運動選手)結核患者の試料尿につき調査し大略次の結果を得た。

健康者の一定労作後の各係数は比較的低値を示したが, 労作により増加の傾向があつた。O.R 40点, D.R 20点以上が一般に疲労といわれる点からみると各試料は疲労度が小さい。

結核患者試料の場合病気の経過と各反応は局部的には若干の変動はあるが大略平行的であつた。特に人工気胸実施者は極めてよく平行的關係があつた。実施後何れも上昇した。死亡者例は各係数は極めて高値が続いた。

第16報: 小川法は眞の膠質の保護作用に基づくものであり, Donaggio-佐藤-吉川法もこれに類するといわれている。他方著者の方法は反応機構上多少趣を異にすると考えられる故次の各々につき検討を試みた。

1) 親水膠質及び品質のモデル試験

親水膠質に於てはO.R, A.Rは陽性範囲が廣く類似の作用範囲をもっている。これに反しD.Rは一部陰陽相反する反応性を示した。品質のモデル試験に於ては各陰性であつた。

2) 尿分調試験

O.R, A.Rは尿分調試験に於ても類似の陽性反応物質を捕捉して眞の膠質は勿論, 所謂半膠質部にも陽性部があつた。しかし細部に於いてはA.Rの方が作用範囲は大であつた。これに反しD.Rは半膠質以下は陰性となつた。

3) 蛋白の加水分解試験: 塩酸又は硫酸によるアルブミンの分解試料に就てみるとO.R, A.Rの反応係数曲線は急激な変化を示し, 酵素による場合はその変化が徐々であつた。又分解産物のペーパークロマトグラフに依る結果をみるとA.R, O.Rの最高値を示す附近にR_f不明物質が最も多く, これ以後はアミノ酸数が増加した。

アミノ酸のモデル試験の結果は各反応の何れも陰性であつた。

分解産物の透析試験の結果によるとA.R, O.R反応物質は透析性を示しD.Rは非透析性であつた。但し蛋白の分解過程の詳細に就ては次報に発表する予定である。

以上の各結果を総合して各反応の陽性物質を推論する。

22. 坂本 弘 (三重大衛生)

自律神経緊張状態と発汗性

自律神経緊張状態検査法には古來数々の方法が上げられているが, 各々一長一短がある。

私達は從來の方法より便利であり容易な新法, 即ち脈圧指数 Pulse pressure index (P.P.I)を提唱する。Heringの云う頸部圧迫Ⅰ点とⅡ点との移行部を100mmHg前後の圧で前面より脊柱に向つて圧迫すると最大血圧はほとんど変化せず最低血圧のみ上昇する(人によつては下降する場合もある)。この圧迫前の脈圧と圧迫中の脈圧の比をもつてP.P.Iとする。即ち

$$P.P.I = \frac{\text{圧迫中の脈圧}}{\text{圧迫前の脈圧}} \times 100 \text{ で表す}$$

P.P.Iは自律神経緊張状態をよく現す事がわかつた。

P.P.Iと発汗反射の現われる迄の潜伏時間との相関をとるとP.P.I大なるものは潜伏時間は短く発汗性は大であり, P.P.I小なるものは潜伏時間長く発汗性は小である。

從來疑問とされていた発汗性の個人差は自律神経緊張状態により説明は充分つく。

23. 川田輝夫 (京府大生理)

汗の酸塩基平衡

從來の汗の酸塩基平衡研究の欠点である処の採汗方法に特に留意し, CO₂の逸出を可及的防止して汗の酸塩基平衡のあり方を再検討した。

先ず研究の基礎として汗のCO₂にHenderson-Hasselbalch式が適用し得る事を立証しそのpK'の値はCl⁻濃度の正常変動範囲(100~300mg/dl)に於ては6.15となる事を見た。

次に汗の酸塩基平衡をその分泌速度との関聯に於て追求し, 汗のpH型に總CO₂濃度は分泌速度に平行して増大する事, 又汗のpHはその總CO₂濃度と密接な関係(相関係数0.706±0.0c5)ある事を確めた。そこで更に汗pHと[HCO₃⁻]又は[CO₂]との關係を検討した結果, 兩者共にpHと密接な關係ある事従つて汗のpHはその重碳酸塩濃度のみならず炭酸分圧によつても左右せられるものである事を知つた。

次に分泌速度と[HCO₃⁻]との關係を検討するに

両者の間には有意義なる相関があるが遊離 CO_2 濃度は分泌速度が増加すると共に反つて減少する。而して重曹を内服せしめて血液の重碳酸塩濃度を高めても汗には大した影響なき事又汗の $[\text{HCO}_3^-]$ は $[\text{Cl}^-]$ とは異り最高発汗後は分泌速度の減退に伴つて減少する事よりこれは汗の Cl の如く組織液の成分がそのまま濾過せられたものでない事は明かである。併し CO_2 吸入を行つた場合には最高発汗時の汗の CO_2 分圧は高まりその pH も異常に低下する事より遊離炭酸は汗腺の濾過性の増加した場合に幾分か組織液より汗の方へ移行するものと思われる。

而して一方汗の pH はその最高発汗時に於ては屢々血液の pH を遙かに凌駕して $\text{pH}8$ 附近になり得るものであり且これは汗の $[\text{HCO}_3^-]$ が $[\text{CO}_2]$ よりも遙かに大なる事に基因するものであるから此等汗の炭酸は血液や組織液に基因するものではなくむしろ汗腺の中で作られたものと考えた方がより合理的である。而して汗の $[\text{HCO}_3^-]$ 又は総 CO_2 濃度は汗の分泌速度に平行して変化するものであるから此等の炭酸は恐らく汗腺興奮時の酸化現象に伴つて発生したものと思う可きであろう。

24. 田中光雄 (京府大生理)

人体蛋白蓄積能 (食いだめ) に関する研究

生体の蓄積能を左右する要因、就中その食前歴との関係につき人体を対照として研究し次の如き成績を得た。

1) 予め1週間の低蛋白食 (1日蛋白25g) を与えた場合と、2週間の低蛋白食を与えた場合とでは、その後の回復食 (1日蛋白125g) の時の蓄積は後者の方が著明に大である。

2) 予め食蛋白を過剰に興えて蓄積の飽和限界に達せしめた者に、諸種の程度に低蛋白食を興えて、貯藏蛋白を消耗せしめ、その後再び高蛋白を与えて蛋白蓄積の限界を検査した。その結果成人に於ては、5例中3例まではこの飽和限界値はその前の蛋白欠乏の有無乃至はその程度に関せず略一定である。

3) 5例中他の2例は低蛋白食後の飽和限界の方が遙かに低蛋白食前の限界を上廻り、盛んに蛋白の蓄積が起る。此の様な例は年が若い又は肥満型の人であつて、何れも体の發育性に富んだ人であつた。

以上よりして人体の蛋白蓄積能力は、その体内に保有せる貯藏蛋白の充満 (又は欠乏) の程度と充満限界を増大して、發育を來し得る力に關係すると云えよう。

この様な蛋白欠乏後の蛋白蓄積能の増大は蛋白欠乏に対する人体の馴化機轉の一部を説明するものである。

25. 青木一郎 (大阪市立医大生理)

尿中強心性物質の研究

細谷教授、田伏研究員及筆者は、人尿中にある心臓作用物質として、抑制物質2種、促進物質3種 (I, II, III) をとり出し、昨年の總會に於て其の概略を報告した。之等の物質に関する化学的な研究及其の結果に就ては、他の機会に発表したと思う。此の度の研究は、其の延長と云うべきものであつて、瘀灌流心臓に対する上記促進物質 II 及 III の作用を観察し Glucose, H_2O_2 との關係より其の機作を考察した。尙促進物質 III は構造確定し、II は未定である。

実験としては下記の如きものがなされた。

1. 促進物質 II, III Glucose 及 H_2O_2 の單獨作用
2. 上記使用物質の相互作用
3. 瘀灌流心臓の搏動時間延長に関する実験
4. 停止せる瘀灌流心臓の恢復に関する実験

1. の実験に於て、單獨作用の著しく現われない量を求め、相互作用実験の補正を行つた。

2. の実験に於て、心臓作用の促進には、促進物質 II 及 III は、相互に補佐して仍く事及 Glucose, H_2O_2 は更に、其の作用を増進する事を見出した。

3. の実験に於ては、通常24時間にて全く弱まる筈の瘀灌流心臓を上記4種の物質を併用する事に依り、約90時間に亙り、正常に近い搏動を続けさせる事が出来た。

4. 実験に於ては全く停止せる瘀灌流心臓を、同じく4種の物質の併用に依り再び完全な搏動状態に戻す事が出来た。但し停止せる灌流心臓に於て使用物質が浸透し、効力を現わす爲には一定の時間 (5~10分) を要した。

5. 心臓神経標本に対する電流刺激の效果は、上記促進物質併用の前後に於て変らない。

促進物質 II の使用濃度は、灌流液 1cc に対し 2~20 γ 、促進物質 III は 1/6~2mg、Glucose 及 H_2O_2 は各 2/3~6mg 及 1/100~0.13mg であつた。

Energy 源たる Glucose 及酸素の供与物たる H_2O_2 の併用に依り、促進物質の作用が増強される事、促進物質Ⅲは比較的多量、Ⅱは少量で作用を有する事、且神経に作用が無いと思われること。促進物質Ⅲの化学構造及び他の data 等より促進物質Ⅱ及びⅢの作用機作は、前者は Energy 代謝に関与する酵素系の補酵素又は其酵素活性化剤として、後者は基質として用いられるものと思われる。本研究に対し細谷教授に厚く御礼申します。

26. 田辺市之丞 (大阪市大立医生理)

幼若鶏網膜内の感光物質に就いて

錐体内感光物質の研究を目的として錐体の多い幼若鶏網膜に就て次の実験を行つた。

孵化数時間後の雛を $38^\circ C$ に保温、粉米、野菜及水を与えて養い、20日後約20羽を3~4時間暗順応し、青紫色光 ($<470m\mu$) 下で網膜を剝離、2%胆汁酸曹達を用い $6^\circ C$ に於て15時間抽出し、遠沈して上澄に就き、 $410\sim 700m\mu$ の範囲にわたり分光吸収を光電的に測定した。測定後 200W の白色電灯で 30cm の距離から水を隔てて20分間照射し、再びその分光吸収を測定し、両吸光係数の差を求めた。

抽出液は短波長光をよく吸収し長波長光の吸収は少い、従つて吸収曲線は短波長端より長波長端に向う急峻な勾配を示す。その中 $480m\mu$ に著明な 540 , 580 及 $630m\mu$ にゆるやかな極大がある。白色光照射による吸収の変化は短長両波長端に近い領域では小さく、中間部に於て大きい。その中青緑 ($500\sim 520m\mu$) に最高の極大があり、その他青 ($460m\mu$)、緑 ($540m\mu$)、黄 ($570m\mu$) 及赤 ($630m\mu$) に極大がある。此等の中 $500\sim 520m\mu$ の極大は、実験動物を長期順応させると著明に抑制されて来る。又同様の実験を雛に就て行つた場合、 $510\sim 520m\mu$ に極大が見られる。従つて雛の場合にも此部分の極大は視紅によるものと考えられる。

白色光照射前の吸収曲線中の $480m\mu$ 附近の山は照射後の吸収曲線中にも見られ、従つて感光性には大して関与しないものと考えられる。又エーテルによつて胆汁酸曹達抽出液から 420 , 450 及 475

$m\mu$ に極大をもつ黄色物質が得られる。これは Wald が Xanthophyll と名づけたものに近似している。この物質は、雛、蛙及蟾の網膜色素上皮、蛙、蟾の明網膜及び此等諸動物の肝臓からも得られる。

要約。幼若鶏網膜の胆汁酸曹達抽出液は、 460 , $500\sim 520$, 540 , 570 及 $630m\mu$ に分光吸収極大を有し、その中 $500\sim 520m\mu$ の極大は視紅による。

上記胆汁酸曹達抽出液から黄色のエーテル可溶物質が得られその極大は 420 , 450 及 $475m\mu$ にある。この物質は雛の網膜色素上皮、肝臓、蛙、蟾の明網膜、網膜色素上皮及肝臓にも存在する。

27. 川上正澄・尾松芳男 (神戸医大生理)

靜的作業時のガス代謝及び塩代謝について

靜的作業として靜懸垂、並に動懸垂運動を選びその際の呼吸ガス代謝及び血中 CO_2 量、血中乳酸、Ca, Mg につき追求し次の結果を得た。

1) 恢復期に於ける R.Q は労作時の値 ($1.0\sim 1.2$ 程度) から急激に上昇し、恢復期 1 分30秒頃に $1.8\sim 2.3$ 程度まで増加し以後落下するが、一般動的作業に比して、恢復即ち正常なる R.Q の値にもどるまでに、より多くの時間 (60分以上も要する) を要し且つ、炭酸ガスの retention が起ることが少なかつた。

2) 血中乳酸は僅か 1 分30秒乃至 2 分間の懸垂運動にも拘らず最高 $80\sim 91.0mg/dl$ にも達し、爾後 30 分程度正常値よりも高い値にとどまつて居つた。

3) 血清中 Ca, Mg は個人により正常値よりも 0.7 倍程度増加するものもあるが多数に於て、R.Q の頂点より 1 分前後遅れて大体 0.5 倍乃至 0.3 倍程度減少した。

4) 血清中アドレナリンは生物学的方法により測定したが、僅かな懸垂運動にも拘らず増加の傾向を示した。

以上の結果より、靜的運動 (動、靜懸垂) は動的運動と比較すると恢復過程に於て相異し、特異な経過をとり、且つ僅か 1 分及至 2 分間の運動で 30 分以上の恢復時間を要することが明になつた。

会 報

新たに評議員を委嘱せられた方

第29回日本生理学評議員会で次の諸氏を新たに評議員に委嘱せられた(五十音順).

石 川 繁 子 (大阪女子医大)	西 村 静 一 (熊 本 体 研)
井 上 五 郎 (大阪市立大学)	八 田 博 英 (廣 島 医 大)
小 川 新 吉 (慈 恵 医 大)	萩 原 生 長 (東 京 医 歯 大)
川 上 正 澄 (神 戸 医 大)	古 河 太 郎 (大阪市立医大)
小 泉 芳 夫 (横 浜 医 大)	酒 井 敏 夫 (慈 恵 医 大)
瀬 瀬 敬 三 (九州大学医学部)	望 月 政 司 (北大応用電研)
増 田 光 (慈 恵 医 大)	八 木 舍 四 (東北大医学部)
仁 木 偉 瑳 夫 (昭 和 医 大)	山 岡 誠 一 (京都学芸大学)

日本生理学会昭和26年度決算報告

(自昭和26年1月1日～至同年12月31日)

収 入		支 出	
昭和25年度より繰越高	111,968.77	昭和26年度支出	849,519.00
昭和26年度収入	852,677.28	内訳 会誌発送料及通信費	88,871.00
内訳 会 費 収 入	358,100.00	事 務 用 雑 費	14,870.00
購 読 料	33,300.00	手 当 及 謝 礼	107,000.00
会 誌 分 冊 売	3,550.00	編 集 費	7,000.00
廣 告 掲 載 料	31,100.00	集 会 費	19,660.00
論 文 掲 載 料	375,015.00	交 通 費	18,056.00
預 金 利 子	1,612.28	印 刷 費	570,887.00
助成金(文部省)	50,000.00	寄贈文献保存費	23,175.00
		昭和27年度へ繰越高	115,127.05
合 計	964,646.05	合 計	964,646.05

正 誤 表

(14巻6, 7号)

頁	列	行	誤	正
353	第2図	2	右方より左方	右方より左方
"	"	4	横隔膜の背矢運動	横隔膜背矢の運動
356	左	下から 9	吸息位呼吸停止促進	吸息位呼吸停止は呼吸促進
"	右	1	実験は	実際は
357	文献4)		(1970)	(1870)
399	右	下から 3	負荷量は	負荷量に比例して増加し、この増加量は

第30回日本生理学会総会御通知 (第1報)

昭和27年9月24日

当番幹事 瀬尾 愛三郎

九州大学医学部生理学教室

- 1) 第30回日本生理学会総会は昭和28年4月1, 2, 3日の3日間九州大学医学部で開催することに決定致しました。
- 2) 業績発表は従来のように口演, 紙上報告及び実験供覧の形式によりたいと思います。
- 3) 演題 (紙上報告, 実験供覧を含む) の申込締切期日は昭和28年1月末日 (申込みと同時に800字以内の図表の附いていない和文抄録及びタイプライター紙1枚程度の欧文抄録をお送り願います)。
- 4) 演題申込み用紙は1月上旬に各教室又は研究所毎にとりまとめてお送り致します。



主要医薬品

ペニシリン 各種ペニシリン	バンチオニン 注射用 肝臓障碍剤 メチオニン製剤
ストレプトマイシン 結核治療抗生物質	デトキソール 重金金属並に 中毒一般解毒剤
注射用 ジュンパス 結核化学療法剤	ジューソニン 重曹注射液
内服用 バンジット 全上 イソニコチン 酸ヒドラジド	スチブナール 日本住血吸虫病デス トマアンテモン製剤
ネオI-ラミザル 砒素駆梅剤	コーチゾン 副腎皮質ホルモン製 剤・注射用 米ロ経性疾患、角膜炎
ミオI-ラミザル 全上	ギトーザン 注射用 ロイマチス、神経 痛、キノフエン製剤
マファルザル 全上	塩酸プロカイン 注射用 局所麻酔薬
オスバルサン 内服用駆梅剤	

東京・萬有製薬株式会社・日本橋

昭和二十七年十月二十日印刷

編集
集
行
人

東京都文京区本郷三丁目
東京大学医学部生理學教室
戸塚武彦

印刷
所

山形県鶴岡市馬場町甲三
中村作右衛門
鶴岡印刷株式会社

發行
所

東京都文京区本郷三丁目
東京大学医学部生理學教室
日本生理學會

振替東京八六四三〇
定額
價
百
円

Comp. Rutin

-KOWA-

本剤の特長

黄芩・黄連・大黃含有

- 1 血管脆弱の恢復作用が大
- 2 血圧降下作用や自覺症の改善が著明
- 3 高純度結晶を使用し、連用しても副作用は殆んど無い
- 4 量産化成功により価格は低廉 (文献贈呈)

高血圧・脳溢血・予防治療剤



一包の価格	
末 25g	830円
100g	1200円
錠 80錠	120円
100錠	850円

複合ルチン

コーワ

製造元 興服産業株式会社 販賣元 株式会社 中村瀧商店 東京・日本橋本町三