

Vol. 12, No. 4

April 1950

JOURNAL OF PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

日本生理學雜誌

第 12 卷 第 4 號

昭和 25 年 4 月 25 日 發行

編 集 幹 事

浦本政三郎・久保盛徳・坂本嶋嶺・鈴木正夫

戸塚武彦・林 諒・福田邦三

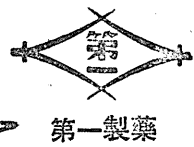
原 著

市 河 三 太：膀胱の電気生理学的研究（第1報）電導性及分極性に就て.....	49
市 河 三 太：膀胱の電気生理学的研究（第2報）膜電位に就て.....	56
柿 沼 美 清：動物膜の水透過に関する研究（2） γ 皮膚の水透過に及ぼす無機塩類 の影響.....	62
後 藤 昌 美：鶏のエンブリオならびにヒナの網膜活動電圧について.....	67
坂 部 弘 之：電気閃光に関する研究（第1報）電気閃光閾値と照度との關係.....	72
三 村 信 之：疲労に基く甘味閾値の変動に就て.....	76
鈴 木 陽 之 助：蛙の食塩代謝に於ける脳下垂体前葉の意義.....	79
渡 辺 澄 男：静脈の伸展性に就て.....	84

日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌 Nihon Seiri. Z. J. Physiol. Soc. Jap.

サルファ剤の白眉



サルファ剤は選擇の時代が來た。

- 即 1. 治療効果の高いこと
2. 副作用の少ないこと
3. 治療費の軽いこと
4. 入手の容易なこと

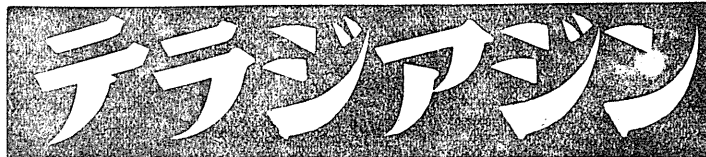
これ等の總てを具備したもののこそ
第一のダイアジンである。

副作用發現率比較

スルファチアゾール	18%
スルファピリジン	16%
スルファミン	12%
スルファメラジン	7%
サルファダイアジン	6%

—米國醫藥調査審議會發表—

肺炎・淋疾・産褥熱・細菌性下痢・化膿性疾患



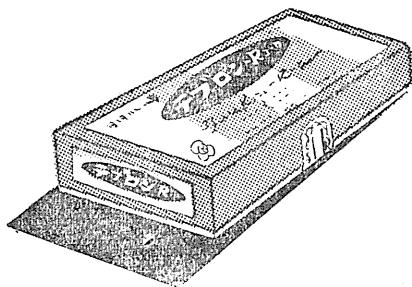
錠…10T 20T 500T
注…10%5×10.10×5
末…25g 100g 500g
偽品が横行中です
品名御指定下さい

東京都 第一製薬株式会社 日本橋

自律神経遮断剤



其他…自律神経の異状興奮に基く諸疾患の治療に…



本劑は、自律神経のシナプス遮断に有効な
T.E.A.B. (テトラエチルアンモニウム
ブロミッド)に抗ヒスタミン劑レスタミン
コフを配したる新製剤にしてT.E.A.B.
の大量投與に勝る幾多の優れた特長がある。
… (T.E.A.B.)の大量投與は危険です…

【適應症】

リウマチ・神経痛・腰痛症・下背
痛症・レイノー氏病・特發性脱肛
帶狀疱疹・神經性腹痛・其他の痛み

T.E.A.B.と抗ヒスタミン劑との相乗効果に基く

テブロンR-1

興和化学製造 販賣元 中村瀧商店 東京日本橋 T.E.M.7

包 裝	
テブロンR-1錠	200×10A
(T.E.A.B. 100錠 レスタミン 20錠)	
テブロンR-2錠	200×5A・10A
(T.E.A.B. 200錠 レスタミン 30錠)	

文献贈呈

膀胱の電気生理学的研究 (第1報)

電導性及び分極性に就て 612.457.1 : 014.422

Electrophysiological Studies on the Urinary Bladder (1)
Change of Apparent Resistance and Polarizability.

市河三太 (Ichikawa-Santa)*

I. 緒言

電気生理学の見地から蒸膀胱の透過性を追究し、併せて電導性及び分極性に就て検討した。

一般上皮形態の内、表皮に就ては此の種の実験が多く爲され、A. Belouss (1) は人体皮膚の電導性を測定して、通電電流の変化は皮膚の分極性に依るとしている。本間 (9) は蛙皮膚に就て通電電流の変化は分極性のみでなく ion の移動も関係している事を見ている。久米 (13) はやはり蛙の皮膚を用い、その微小直流に対する電導性を其れを浸す溶液の種類、通電電流の強度、通電時間並びに方向によつて大体3つの基本形に分析し、斯かる変化は皮膚の ohm 抵抗の変化によるのではなく、通電に依つて生ずる皮膚の上皮電位の変化が此に關與している事を明かにし、江上 (4) は数学的解析を此に興えている。然し皮膚以外の上皮では、蛙の胃壁に就て其の電導性を検討し胃液の分泌機轉に論及している福島 (6) の報告があるのみである。

膀胱は上皮に於ける皮脂腺、粘液腺、胃壁に於ける胃腺の様な分泌腺を有しない膜であり、又兩棲類に於ては腹腔が1つの大きな淋巴嚢を爲している關係上、膀胱内部と淋巴との間に体液物質の交換さえも考え得る点、其他の分類学的の差異に基づいて特殊な機能を有するものと考えられる事が出来、動物性膜としては種々の特異な性質を有する点に着目して此の実験を企てた。

II. 実験方法

実験は1948年11月から翌年3月迄に行つた。蒸 (Bufo vulgaris) の膀胱を摘出して第1図に示す様な直徑 1cm のガラス管に膀胱片 (M) を絹糸を以て縛り付け、膜の両面には Ringer-Takano

* 横濱医科大学生理学教室, 昭和医科大学生理学教室

Fig. 1. Glass chamber used in the experiment.
E. Zn-ZnSO₄-Gelatin electrodes.
M. Membrane of bladder.

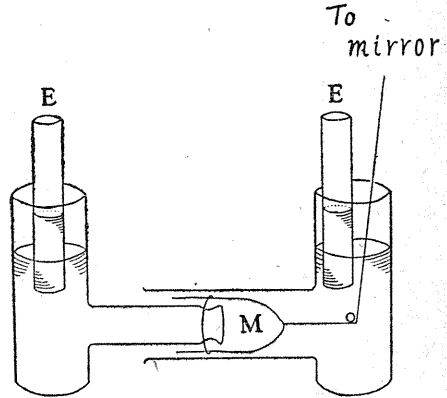
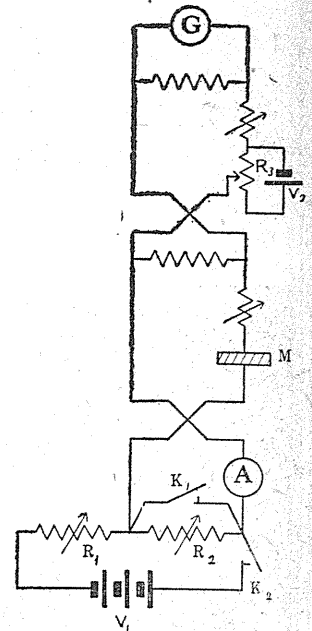


Fig. 2. Arrangement for the experiment.
A. Microammeter. G. Galvanometer or oscillograph.
K₁, K₂. Lucas's pendel. M. Bladder.
R₁, R₂. Resistance for regulating the current.
V₁, Battery. 6 Volt.
V₂, R₃. Compensation circuit.

氏液を 20cc 宛入れて、亜鉛-塩化亜鉛-Gelatin-Ringer の不分極電導子 (E) を経て膜に通電した。通電回路は第2図に示した。通電電流の強さは可変抵抗 (R₂) によつて変化させ膀胱と直列に置いた電流計 (A) でその値を読んだ。検流計 (G) は島津製の R-A 型 (1.8 × 10⁻¹⁰A) を使用した検流計の鏡の反射光を



10⁻¹⁰A) を使用した検流計の鏡の反射光を

Scale の目盛で読み電流の変化を測定した。又分極を観察するには検流計の位置に横河製の電磁 Oscillograph を置き、H型時にはF型振動子を使用した。此の爲に膀胱片に入れる矩形流を得るには型の如く Lucas の Pendel を用いた。又通電後の膜電位を測定するには飽和塩化加里甘汞電極を以て電位差計に連結し、其の測定回路の他に第2図の抵抗 R_1 及び R_2 よりなる通電回路をおき、不分極電導子を経て通電、鍵を開いて通電を断つと同時に電位差計を以て膜電位を測定した。

III. 実験結果

Fig. 3. Variation of Electricity.

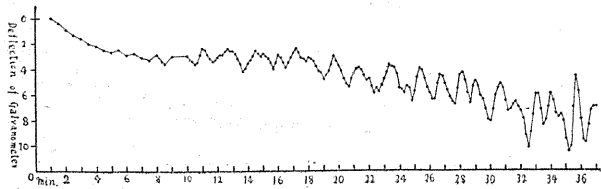
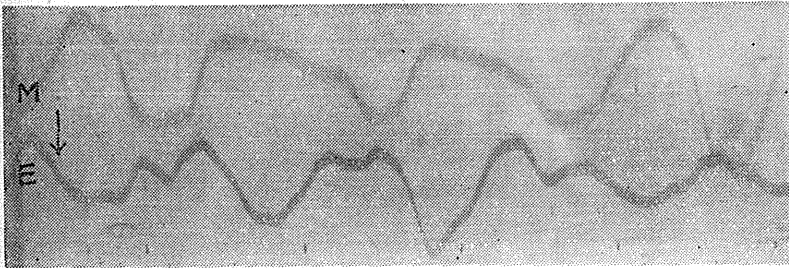


Fig. 4

A. The variation of electricity (E, the deflection of galvanometer) and the mechanogram of contraction of bladder (M.) time shows 1 min An arrow shows the decrease.



B. The mechanogram of contraction of bladder in situ. time 1 min.



1. 電導性の変化

$5\mu A$ 乃至は $50\mu A$ の微小直流を膀胱に通じて其の電導性の変化を検した。先づ膜の張り方を緩にする。即ち1側の膀胱を切り取り袋状となつてゐるものをガラス管に張つた場合には其の通電方向が、膜の外側から内側に向つてであつても亦、内から外に向つた場合であつても通電後10乃至30分経てから第3図に示す様に周期的の抵抗変動が現われて来る。此の周期は約60秒である。第4図Aは第1図の様な装置を用い、膀胱の先端を絹糸にて縛り此を光楯杆に結んで収縮運動と検流計の振れ(E)とを同時に画いたものである。此の事実から我々は電流が刺戟となつて膀胱壁が周期的に収縮を起し、其の結果電導性が変化する事を知る。膀胱の収縮時には電導度は低下し弛緩する時は逆になる。此の場合の見掛けの抵抗変化は膀胱の代りに可変抵抗器を挿入して検流計が同一の振れを示す場合の値から推定した所、約50乃至 150Ω であつた。又其の変化の振幅は通電電流の強さが大きければ大きく、又出現迄の時間も短い。而して通電後の時間が経過するにつれて漸次振幅も大きくなり且、規則正しく現われて来るが、2乃至3時間程経過すると漸次振幅は小さく又周期も乱れて来る。勿論、膀胱をガラス管に張つただけでは此の様な収縮運動は起らない。通電が刺戟になつたのであ

なつて膀胱壁が周期的に収縮を起し、其の結果電導性が変化する事を知る。膀胱の収縮時には電導度は低下し弛緩する時は逆になる。此の場合の見掛けの抵抗変化は膀胱の代りに可変抵抗器を挿入して検流計が同一の振れを示す場合の値から推定した所、約50乃至 150Ω であつた。又其の変化の振幅は通電電流の強さが大きければ大きく、又出現迄の時間も短い。而して通電後の時間が経過するにつれて漸次振幅も大きくなり且、規則正しく現われて来るが、2乃至3時間程経過すると漸次振幅は小さく又周期も乱れて来る。勿論、膀胱をガラス管に張つただけでは此の様な収縮運動は起らない。通電が刺戟になつたのであ

る。然し生体内では膀胱は自動運動をなしている。此は原位置で Engelmann の方法に従い懸垂して見ると分る。第4図Bが此の収縮機械曲線である。此の周期も大体60秒で大体ガラス管に張つた場合の周期的収縮と同一である。次に膀胱の張り方を強くすると今迄現われていた周期的変動は消失する。又初めから強く張つた場合には斯様な変動を認める事は出来ない。

最初から張力を強くして此の実験を行つた場合の電流と時間との関係は久米の蛙上皮に於ける観察とは異なり何の規則性も見出せず、通電電流の強さ及び其の方向、通電の履歴等を考慮に入れても不規則な経過を取り、(1)或時は初め急激に抵抗の増加又は減少を示した後に約10分程経てから其の逆の方向を辿る場合、(2)初め一過性に増加或は減少を示した後漸次逆の方向に移行するもの、(3) exponential に増加の一途を辿り其の後変化しないもの、(4)正弦半波に近い曲線を以て増加又は減少する場合、(5)初め増加の傾向にあつたものが数分後に減少の方向に進み其の後再び増加の途を辿る場合等、種々雑多の経過を取つた。

2. 偏電導性

50乃至30 μ A の電流を通じた時には多くの場合に内から外に通電した時の電導度が、外から内に通じた時の其れより良い (第5図)。例えば50 μ A を内から外に向つて通ずるには338mV の外部電圧をかければ良いが外から内に向つて通電する場合には441mV の外部電圧を必要とする。又100 μ A を通ずるに434mV でよいのが外から内に向つて流す時には509.6mV を必要とする。

斯かる偏電導性は電流強度が弱く、10 μ A程度になると膜の外側から内側に向つて通電する場合の方が電導性の良い場合が多く見られる様になる。又此の偏電導性は通電の履歴と関係があり外から内に、又内から外に通電を重ねると、其れに伴つて電導性が増加する。例えば最初内に向つて300 μ A の通電をする場合、1.23V の外部電圧を要したのが、3分間通電を行つた後に今度は内から外にその通電方向を変えると1.22V

の外部電圧を要する。更に3分間通電を行つた後に内に向つて通電すると其の時は1.207V、次で外に向つて通電すると1.198V で済む様になる。第1表の例でも通電の履歴によつて漸次抵抗が減少している事が分る。又、一方向に通電

第1表 電流 100 μ A

通電間隔	通電方向	外部電壓	通電時間 (分)
	外→内	392.28	3
30秒後	内→外	397.80	3
30 "	外→内	399.89	3
45分後	外→内	512.40	3
20秒後	内→外	422.00	1
10 "	外→内	452.06	1
5 "	内→外	445.41	1
5 "	外→内	461.55	1
5 "	内→外	449.95	1

した後、長時間電流を切つた儘にしておくと、前回迄の通電履歴によつて電導度が高くなつていたのが回復して電導度の低下が見られる。

更に通電時間を長くした場合には例えば内部に向つて100 μ A の電流を通ずるのには、外部電圧で363.4mV 與えればよいのが、此の電圧で15分間通電した後、直ちに通電方向を変えると370.9mV の外部電圧を要する事となり偏電性が強く現われるのが分る。此等の関係は第2表に示した。要するに偏電導性は膀胱膜に於て

第2表 電流 100 μ A

通電間隔	通電方向	外部電壓	通電時間 (分)
	外→内	359.48	3
5秒後	内→外	362.45	1
5 "	外→内	363.39	15
5 "	内→外	370.90	1
5 "	外→内	372.92	1
5 "	内→外	371.44	1

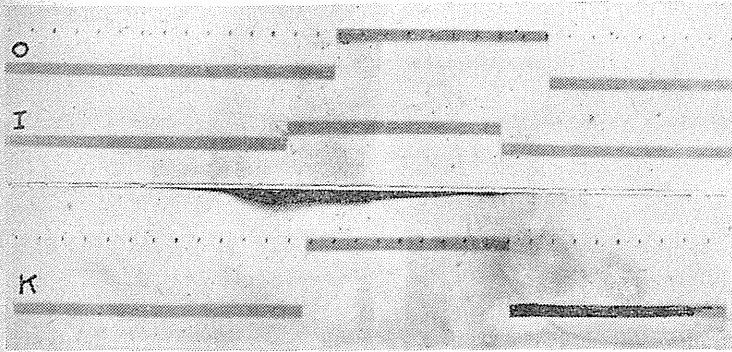
常に見られる現象であつて、通電電流の強弱、通電の履歴等により、其の方向や大きさを変ずるものである事を知る。此の事は本川(15)も観察している。即ち蛙上皮に就て、其の直流抵抗に対し電流密度が大である時は皮膚外側に向つて通ずる時の電導度が内側に向つて流す時の其れより大となる。即ち偏電導性が現われると云う。

3. 通電直後の電流強度の変化 (分極性)

膀胱膜に3乃至5mA の強電流を1/10乃至3秒間通電すると漸次その電導性が高まつてくる。第5図に此の関係を示した。此によつても外に

Fig. 5. The apparent resistance of bladder (oscillogram.)

O : out-going current.
I : in-going current.
K : right angle current. time shows 1/100 sec.



向つて通電する時の方が電導度のよい事を知る。此の場合にはその電導度は大体時間と共に変化しないが、内面に向つて通電する時には、初め電流は通り難いが漸次通り易くなる。即ち内面に向つて流す時には初期に見掛けの抵抗が大である (第5図B)。

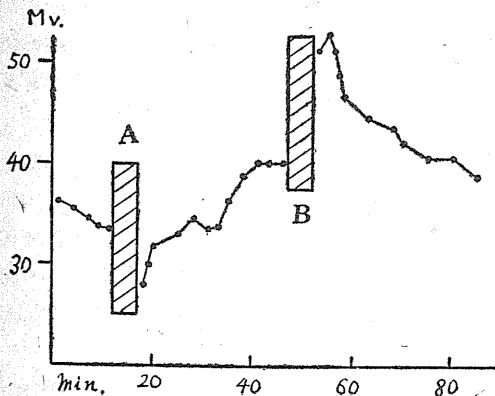
次に交流に対する Impedance を、横河製の RC 型発振器及び Kohrauseh 橋を用いて受話器で測定した所、500cycle で 210Ω 、1000cycle で 190Ω 、2000cycle で 135Ω と云う平均値が得られた。即ち周波数の増加に伴つて Impedance が減少する。

4. 通電後の電位の変化

$50\mu\text{A}$ を一定時間外から内に向つて、又は内から外に向つて通じた後に其の膜電位を電位差

Fig. 6. The potential of bladder after crossed the current ($50\mu\text{A}$).

A. in-going current.
B. out-going current.



計を以て測定した所、第6図に示す様な経過を以て電位は回復して來た。即ち $50\mu\text{A}$ を外から内に向つて5分乃至10分間通電した後は電位は著明に下降しているが約10分程経つと漸次回復して平衡状態に達する。内から外に向つて通電した時は此と反対の経過を取る。然し電位の下降度と上昇度とを比較すると常に外に向つて通電した場合の上昇度

の方が大であつた。

今1例を挙げれば、 $50\mu\text{A}$ を外に向つて通電する場合は外部電圧として 174.6mV を要し此の電流を5分間通電した所、通電位が 42.0mV であつたのが通電を断つて後30秒で 51.2mV に上昇し3分で 55.0mV となつた。然し内部に向つて通電すると外部電圧は 211.2mV を要し、通電前の電位 33.7mV に対し通電を止めてから1分後に 28.7mV に下降、3分で 32.1mV と回復して來た。此の様に内面に向つて通電した時の方が通電電流の大きさが大なる場合は電導性が低い。即ち膜の外から内に向つて行われる ion の透過が困難な事は前述の通りで実験から明らかである。又此の電位の変化は通電電流の強さ及通電時間に比例しその大きい程、電位の変化も大きい。兩側の液を NaCl 、 NaNO_3 、 KNO_3 溶液等に変えると電導性や電位の変化の差等も亦変化を受けるが根本的には同一の経過を取つて回復して行く。

IV. 考 察

組織の電導性の変化を考察するに當つては膜電位と見掛けの抵抗の2要因が関係する。従つて此を起電力を有する抵抗系に置換して考える事が出来る。膜電位は通電による Polarisation, Depolarisation に依り変化するから時間(t)及び通電電流の強度(i)によつて変化する。即ち $E = f(t, i)$ で表わし得る。又見掛けの抵抗も一定の

固定した値を持ち続ける事はないから時間(t)と電流(i')との函数 $R = \phi(t, i')$ で表わさなければならない。其處で組織に通電した場合の電導性は $F = E \cdot R$ と云う函数に就て考慮する必要がある。

又矩形流を組織に通電した場合には通電開始後 1/1000 秒の部、秒の部、分の部の3つの時間相に涉つてその抵抗変化を考えて行くのが便宜である。

先ず σ の次序の部であるが此は測定に用いた器具の關係上論ずる事は不可能である。そこで秒の次序の部から考察を進めて行く事にする。先ず膜の外側から内側に向つて通電した場合には第5図に示した様に通電後漸次抵抗が少なくなつて行く。此は陽 ion の外側から内側の透過が阻止されていたのが膜内外の電位差が大きい爲に阻止し切れず透過を許す様になつたと考える事が出来る。而して陽 ion が内部に侵入し膜の内側にも蓄積したのであると云う事は第6図に示した様に外側から内側に向けて通電した場合に通電後の電位が下降している事によつても理解し得る。第5図の實驗と第6図のそれとは通電電流の大きさが非常に異つてゐるが、此は通電時間によつて補ひ得る。内側に附着した ion は其の後再び外部に透過して行く爲、膜電位は漸次回復して行く。多くの場合膜外面は内側に対して正に荷電している事が膜電位差の測定より知り得るから、實驗系列は電池を逆に2ヶ連結した模型として考える事が出来る。斯の様な等價回路を考える事によつて、外面から内側に通電する場合にはその抵抗が大きい事を知る。前に述べた陽 ion の透過を阻止していた力の一部は膜電池の内部を内側から外面に向つて流れる電流、即ち分極流であると思われ又1つは膜自身の性質と考える事も出来る。

次に膜の内側から外面に向つて通電した場合にはその電導性が外側から内側にした時より高く、其の抵抗は漸次減少する事なく初めから同じ値を有している(第5図O)。此は陽 ion が内側から外側に向つて透過する事の容易い事を思ひしめる。實際に通電後の膜電位を測つて見ると通

電前より電位が上昇している。しかもその上昇度が外側から内側に向つて通電した場合の下降度よりも大きい。此は又電池を2ヶ直列に連結した模型と考えられるから外側から来る電流は膜内部の電流と同じ方向に流れる事になり内側から外面に流す時の抵抗の少い一端を知る事が出来る。即ち膜表面の性質の他に膜内部にも電流を通し易い様な機構が働いてるのである。

今述べて来たのは電流が比較的強い場合の事であるが此が弱くなると、上の考察からすれば偏電導性が一層強くなり外面から内側に電流を通するのがより困難になる筈であるが實際は此と反対に、かえつて外側から内側に向つて流す場合に抵抗が少くなる場合が現われて来る。斯かる偏電導性に就ては本川(14)も蛙皮膚で見ている。即ち外部電圧が大きい時は内側から外側に通電する電流の大きさは外側から内側に向つて流す時のそれより大きい、外部電圧が小さくなると此の關係は不明瞭になり遂には逆の關係になる。然し皮膚流を差引くと弱い外部電圧の時は内側から外側に向つても外側から内側に向つても電流の大きさには差がないと云う。然し膀胱は皮膚と膜電位の關係が逆であり其の値も數 mV を出でず、又時には内側が外面に対し正の荷電を持つ事もあり、且つ上皮と膀胱との間の組織学的差異を考えれば ion の集積や久米の様に膜電位のみで組織の電導性変化の原因を求めるとは、膀胱の場合には不適當と思われる。更に通電の履歴によつても漸次電導性が高くなると云う事を考えに入れれば簡単に膜を通しての ion の透過と云う事のみでは説明する事が一層困難となり、膀胱の様な腺組織の無い薄い膜に於ても尙通電により膜内部の機構や、膜表面の機構に相當の変化を來す事を思ひしめる。

又交流に対する Impedance は其の周波による変化の度合が、朴澤(10)の蛙上皮に於る實驗其の他と比較して見て非常に小さい事から分極容量が小さい事を知り得るがそれでも相當の容量が存する事は明らかである。その定性的な事に就ては何れ機を見て實驗しようと思ふ。

次に分の次序の部であるが、此處ではその電

導性に何の規則性も求める事が出来ず、従つて其の原理を探究する事が出来ないが恐らく膜自身が非常に透過性が高いため、又膜電位差が少く、其の方向も多くの時は外面が正に荷電しているが時間の経つた標本では負に荷電する様になる事もあり、結局此等の多くの因子が重なり合つて斯かる結果を來しているのであろう。

膜の張り方を非常に緩くした場合には、此の膀胱片は外來神経が切られているにも係わらず直流通電が刺戟となつて反復興奮を起す様になる。即ち摘出膀胱も自働性を有している事を知る。此の時の電導性は収縮の強さと比例的の關係にある。収縮時に抵抗が減少する事は骨格筋に於て井上(12)其の他が見ている事であり、その収縮と直流抵抗乃至は Impedance の変化に就て多くの研究が爲されている(8)。此が單に機械的に ion の透過性を左右する許りでなく膜自身の電位変化乃至は膜の働作流も關與しているのであろう事は、通電電流を切つた後に膜電位差を測定するとやはり周期的に変化している事によつても知り得る。

電流を切つた後に見られる現象に就ては通電中の抵抗変化がまちまちの経過を取るのに対し大体 exponential に電位の回復を見るが、此は通電中に働いていた種々の因子が消失する爲と考へざるを得ない。此等の実験から膀胱は電池、抵抗、容量の三者が互に混同し合つたものとする事が出来る。

扱、膀胱壁の透過性に就てであるが、此に就ては Cl. Bernald(2), Cohnheim(3)等は其の透過性を否認し、R. Shoji(16), Hou(11)は正常家兎で膀胱壁中の血管又は淋巴管と膀胱内部との間に NaCl、水、尿素等の物質交換が行われる事を見ている。藤原(5)は萎膀胱の内外両面に接する NaCl 液の濃度が異なる場合には NaCl は高濃度の側から低濃度の側に向つて滲透して行く事を認め、花岡(7)も亦萎膀胱に就て NaCl の透過を、透過物質の電気傳導度の方面から追究し、摘出膀胱は少量であるが、外部に向つて又膀胱内部に向つて共に NaCl を透過させ、春秋では前者が、初夏では後者が盛である事を明

らかにし、且つ膀胱の伸展度を大きくすると透過が亢進され、Cocain等で麻醉せしめたり膀胱を乾燥死滅せしめると其の透過性が非常に高くなる事を認めている。私の実験に於ても塩類の透過は外から内にも、内から外にも共に著明である事が分る。要するに膀胱膜に於ては膜電位差が僅か數 mV にしか過ぎない事、分極形成が殆ど見られない事、偏電導性の大きさも小さい事、直流抵抗や Impedance の値も小さい事等からその ion の透過度が高い事が分る。又膀胱内より外部に向つてする透過の方が内に向う其れよりも強い事は萎の膀胱では或る種の必須 ion 乃至は水分が此處で逆吸収され腹部の淋巴囊と膀胱内部との間で交換が行われるのではないかと云う事を考えさせる。

V. 結 語

1. 摘出萎膀胱は其の張力を弱くすると電氣的の刺戟に應じて収縮運動を起し、それに伴い直流抵抗の値を變じ収縮期には抵抗が増大し擴張期には減少する。その値は 100Ω 内外である。張力を強くすると斯かる変化は消失する。

2. 微小直流に対する電導性の変化は通電方向、時間、強度、通電の履歴を考慮に入れても一定の規則性は見出せない。

3. 偏電導性を有し通電電流の強度、通電の履歴によつて其の値を異にする。通電電流の強い時は外部に向う電導度が強いが $5\mu A$ 程に弱めると必ずしもそうでなくなる。而して内部に向けて通電を行う場合はその抵抗が漸次減少して來る。

4. Impedance は周波數によつて僅かではあるが變化し、高周波になるに従い減少する。

5. 萎膀胱は其の透過性が強く、概して膀胱内より外に向う塩類透過が内に入るものより強いと思われる。

文 献

- 1) Belouss, A. (1915) Pflüger's Arch. 162
- 2) Bernald, Cl. (1857) Paris Bailliesse. (花岡の論文より引用)
- 3) Cohnheim (1901) Zeitschr. f. Biol. 41, 331 (花岡

- の論文より引用)
- 4) 江上義之 (1944) 日本生理誌 9, 726
 - 5) 藤原角一 (1935) 岡山医学会誌 46, 2841
 - 6) 福島敏夫 (1941) 日本生理誌 6, 155
 - 7) 花岡虎男 (1936) 日本生理誌 1, 86, 152
 - 8) Heilbrunn, L. V. (1933) An outline of General Physiology. W. B. Saunders company. Philadelphia. p. 290
 - 9) 本間 俊 (1929) 東京医学会誌 43
 - 10) Hozawa, S. (1925) J. Biophysics. 1, 185
 - 11) Hou (1925) *ibid* 1, 177
 - 12) 井上清恒 (1944) Jap. J. Med. Sci. III. Biophysics. 10, 193
 - 13) 久米幸夫 (1941) 日本生理誌 6, 423
 - 14) 本川弘一 (1938) Jap. J. Med. Sci. III. Biophysics. 5, 197
 - 15) 本川弘一 (1933) 日本生理誌 3, 82
 - 16) Shoji, R. (1920) J. Physiol. 54, 239

Summary

Present researches were undertaken to elucidate the change of the apparent resistance and polarizability of the isolated urinary bladder of a Japanese toad (*Bufo vulgaris formosus*), caused by making a current through it. The bladder was stretched on one end of the glass-tube as shown in Fig. 1. The glass-tubes were filled with Ringer's solution, and a direct current was led through the membrane by utilizing a pair of non-polarizable electrodes. The intensity of the current through the bladder was read directly by the microammeter, in the circuit (Fig. 2). And as shown in the figure, the change of resistance of the bladder caused by making the current was detected by a galvanometer (Sensibility of 1.8×10^{-10} A).

The galvanometer circuit was at first compensated for by the battery, and if there occurs any change of resistance in the bladder, the equilibrium of the galvanometer circuit was disturbed, and this disturbance could be read by the deflection of the galvanometer. To examine the relative rapid change of the polarization caused by making current through the bladder, the oscillograph devised by Yokogawa works was used, instead of the galvanometer.

Result: 1) The isolated bladder begins to contract rhythmically, 10-30 minutes after, making the weak current (about $50 \mu\text{A}$), and the contractions accompanied with rhythmical changes of apparent resistance. When the bladder contracted, the resistance increased, and the former relaxed, the latter decreased. These relations are shown in Fig. 4 A, where E shows the deflection of galvanometer and M the contractions. The mean value of the resistance variation of the bladder was about 100 ohms in our experimental conditions. If we stretched the bladder too hard, the rhythmical contraction and change of the resistance vanished.

2) The resistance of the bladder, under constant duration of the weak current, varies slowly. But the courses of the change of resistance according to the lapse of time are in various ways and we could not find any regularity in these phenomena.

3) The apparent resistance changed according to the direction of current, namely out-going current was passed easily, but in-going current was difficult. And the resistance decreased gradually, in the case of in-going current (Fig. 5. 1).

4) The impedance changed in accordance with the frequency of the alternating current. It decreased as the frequency increased.

5) Inorganic ions are permeable through the toad's bladder, and especially in the case of out-going direction.

(Department of Physiology, Yokohama Medical College and Showa Medical College)

膀胱の電気生理学的研究 (第2報)

膜電位に就て 612.467.1: 014.423.4

Electrophysiological Studies on the Urinary Bladder (2)
On the Membrane Potential.

市河三太 (Ichikawa - Santa) *

I. 緒言

植物性膜の膜電位差に就ては Loeb, Beutner (9) 等が林檎, トマトの皮に就て研究を爲し, 動物性膜に就ては蛙の上皮に就て橋田 (4), 竹中 (15) 等の研究があり, 又最近では生体蛙膜電位差が大木 (12) に依つて, 人体指頭の膜電位差が十藏寺 (7) に依つて爲され, 更に勝等 (8) により, 人体各部の膜電位の研究が應用生理学の領域に就て爲されている. 一方人工膜としては Colloidium 膜が Michaelis, 藤田 (10) を経て, 中川 (11) 等の実験により精細且つ理論的に研究され, 斯かる膜電位差によつてその膜の物理化学的性質乃至は透過性を窺い得る事が明らかにされている.

私は墓の膀胱に就て其の透過性を膜電位差の方面から追究する爲に, 且つ前報 (5) に続いて上皮形態の内腺組織のない膜に就ての電気生理学的研究の一環として此の実験を行つたので報告しようと思う.

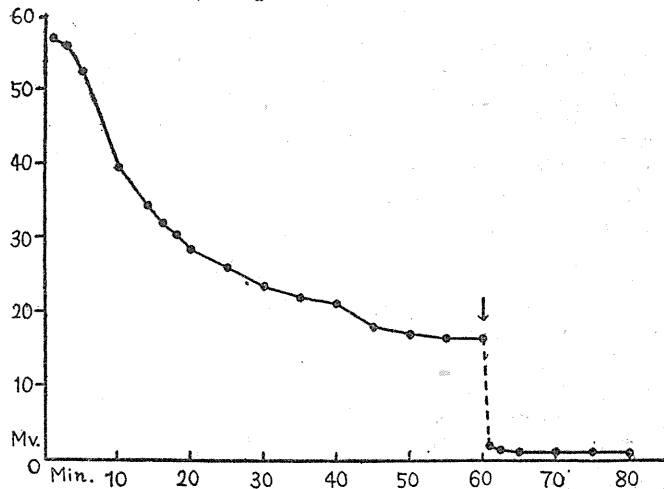
II. 実験方法

実験は1949年1~3月に行つた. 前報 (5) に示した様な直径1cmのガラス管に膀胱を張り, 其の内外両面から Ringer-Takano 氏液或は所要の濃度の塩類溶液を経て飽和塩化加里寒天橋より, 飽和塩化加里甘汞電極を経て横河製精密級電位差計に導き, D-3D型 ($1.96 \times 10^{-8} A$) の参照検流計を示零器として, 補償法により膜電位差を測定した.

*横濱医科大学生理学教室, 昭和医科大学生理学教室

Fig. 1. The variation of potential of bladder.

↓ : high tension.



III. 実験結果及び考察

1. 静止流の時間的变化

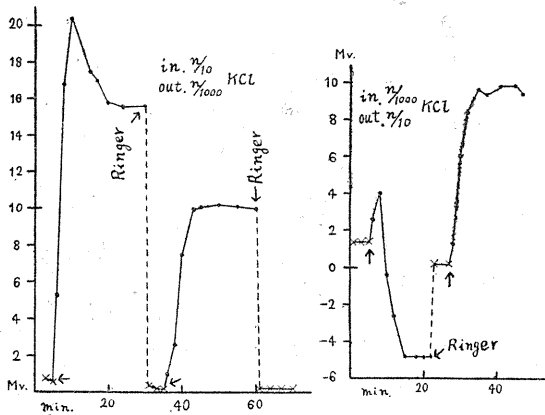
内液外液共に Ringer-Takano 氏液を用いて測定すると静止流は第1図に示した様に初めの10乃至20分間に相當急激に減少し, 約60分後に平衡状態に達する. 而して此の値は膜の張り方によつて大きく左右され非常に緩かに張れば起電力は平衡状態に達した時でも 20mV 以上あるが張力を大にすると急激に減少し数mV 乃至は膜電位差が現われなくなる. 然し此は或程度可逆的に回復する. 此の事は変形流の1種とも考え得るが其の本質は花岡 (3) も墓膀胱に於て張力を強くすると食塩の透過性が高まると云つてゐる事より結局膀胱の透過性が張力によつて変化する事を意味するのであろう. 然し完全に可逆的でない事はその塩類透過に対し, 又伸展に対する反應等に尙研究の余地がある事を思ひしめる. 膜の荷電状態は多くの場合, 膜外面に対

し正の荷電を有しているが、時に逆の関係にある事もあつた。然し此は剔出後長時間を経たものによく見られる現象であつた。

2. 各種塩類溶液を作用させた場合の時間的変動

膜の内側液の濃度を 1/10mol に保ち外側液を 1/10~1/1000mol に変化させた場合に見られる膜電位差を測定すると塩類の種類によつてその経過を異にする。即ち塩化加里の場合、時によると一過性に15秒以内に僅かな電位下降を示した後初め急激に電位の上昇を見て、5~8分で最高値に達するが其の後は漸次減少して20分程経過してから平衡状態に達する (第2図)。濃度

Fig. 2. Effect of KCl on the potential of bladder.

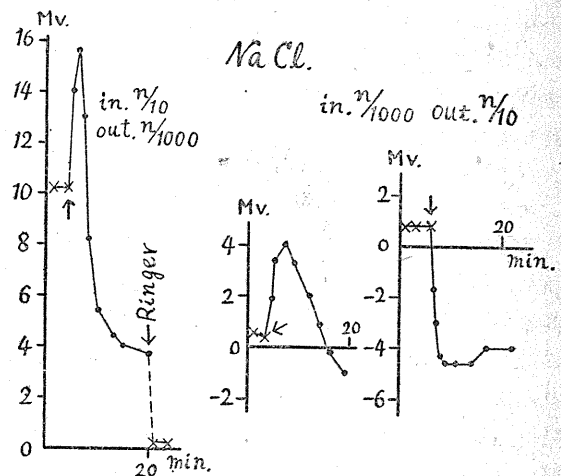


と電位差との関係は不可逆的の関係にあり、濃度の高いものを作用させた後に稀い液を作用させても常に電位は低く又時間的の経過も初期の尖りを認める事が出来なくなる。此は塩類により膜が変性を起した爲と考え得る。橋田 (4) も種々の濃度の塩類溶液のもとに測定した蛙皮膚流が時間的に複雑な経過を取り、それに2つの型を認める事が出来ると云つている。即ちI型は指数函数的に経過するもので、II型は2つの彎曲点を有する波型的の経過である。此の内I型は濃度の低いもの、II型は濃度の高いものに見られる現象であり、塩類の膜に対する死滅作用乃至は膜の死滅もその原因の1つとして働いているのではなからうかと云う。又内外の濃度差が少いもの程早く平衡状態に達する。次に外側液

を 1/10mol に保ち内側液の濃度を変えると前と逆の関係になく第2図に示す様に初期には電位の上昇を見るが3分程経てから急激に減少の方向に進み電位が負になる。而して5~8分後に平衡状態に達するか又は漸次上昇の途を辿る。此の初期に見られる電位上昇は膜が一時 Kalium ion の内側への透過を阻止していたためであり其の後の減少は Kalium ion の拡散によると考えられる。此の時の電位は前の場合、即ち内側液が外側液の濃度よりも高い時より常に低い。此の様に内外の溶液濃度を逆にした時と反対の関係にないと言う事は林檎の膜電位に就ても見られる。膜電位が此の様に複雑な経過を取つて経過する内、極く初期に見られる変動は物理化学的に拡散現象と考えられ、二段目の変動が膜自身の性質と考え最後の変動は膜の死滅による物理化学的な現象と分析考察され得るであろう。

次に NaCl に就て同じ系列の試験を行つた所内側を高濃度にした場合も外側を高濃度にした場合も第3図に示した様に大体同様の経過を取る。即ち初め 1~2 分は電位の上昇を見るが5分程の後には電位は急激に下降し平衡状態に達する。時によると外側が高濃度の場合に電位は減少の一途を辿り5分程後に平

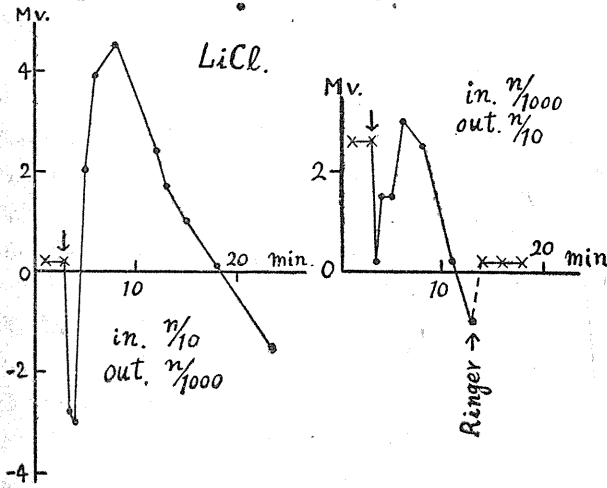
F. 3. Effect of NaCl on the potential of bladder



衡に達する事もあるが此は Natrium ion が他のものと異り比較的膜に対して影響を及ぼさずそ

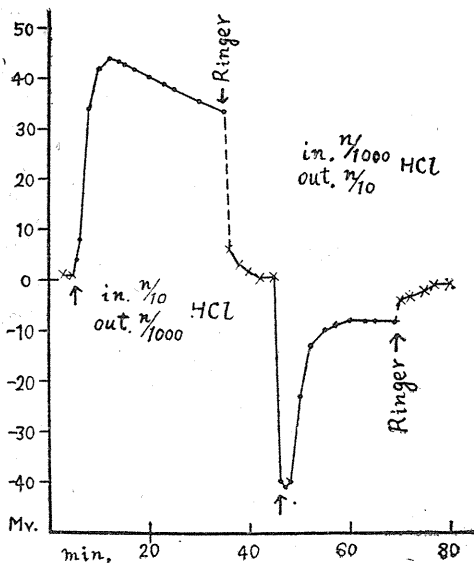
ここでは物理化学的問題が大部分を占めているのであろう事を思わしめる。此の場合も2回目に作用させた時には第1回目とは異つた経過をとる。即ち膜の変性である。LiCl の場合は常に初め15秒以内に急激な電位降下を示した後に上昇して5分程で最高に達した後漸次減少して行く。而して此の経過は内側を濃くした場合でも外側を濃くした場合でも同様で、只後者の方が電位の下降する迄の時間が早い(第4図)。

Fig. 4. Effect of LiCl on the potential of bladder.



次に膜の電氣的性質の一端を知る爲に HCl と NaOH の作用を調べた。先づ HCl の場合には

Fig. 5. Effect of HCl.



内側が高濃度の場合は第5図に示した様に最初急激な電位上昇を見た後10分程で最高に達した後漸次減少して来る。外側が高濃度の場合には大体此と逆の方向を示すが初めの3分程電位下降を見た後漸次上昇する。即ち死電位に近づいて行く。云いかえれば膜の侵襲度が甚しい。

次に NaOH の場合には今迄見られた関係と全く反対の経過を取る。即ち内側が濃い場合には電位は減少の方向に進み5分程にして平衡状態に達するが外側を高濃度にするると電位は上昇してやはり數分後に平衡に達する。然し電位変動の絶対値は前者の方が大きい(第6図)。此は膀胱膜は塩基性の溶液中では陽性の膜となり陰ionの通過を促進し酸性溶液中では陰性膜になり陽ionの通過を促進させるものと思われる。此の様に苛性ソーダの溶液中では膜がその電氣的性質を變ずる事は杉山(14)も鰻(はも)の鰓で見ている。

次に陰ionの影響を見る爲に KNO₃ と KSCN とを用いた所、第7図に示した様に、今迄とは異り内側を濃くした場合は外側を濃くした場合と大体反対の経過を取るが、電位差は内側を濃くした場合の方が

Fig. 6. Effect of NaOH.

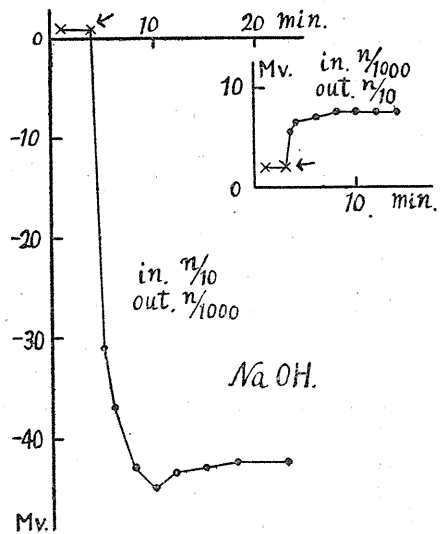
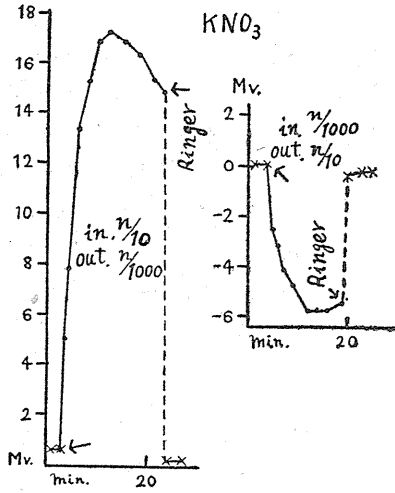


Fig. 7. Effect of KNO_3 on the potential of bladder.



大きい。此の事は膜電位には陰ionよりも陽ionが強く作用している事を知る。

塩類による膜の破壊乃至は滲透圧の影響を除く爲に一方を Ringer 氏液に他方を此と等張なる 3.7% 葡萄糖液にして膜電位を測ると内側が葡萄糖液の場合には30秒以内に軽度で下降した後、漸次増加の途を辿るが外側を葡萄糖にした場合は一過性の下降を示さずに増加する。即ちその電位経過が簡單である。此によつて、先に見られた複雑な電位経過の後の部分が膜変性によるのであろう事を知る。

3. 濃度効果

膀胱膜は上述の様に高濃度の塩類溶液を作用させると膜が著しい変化を蒙るので同一標本を

Fig. 8. Relationship between the potential and the salt concentration.

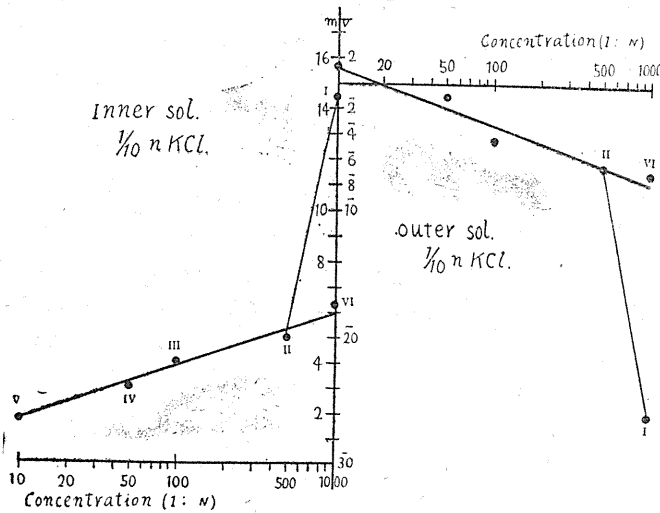
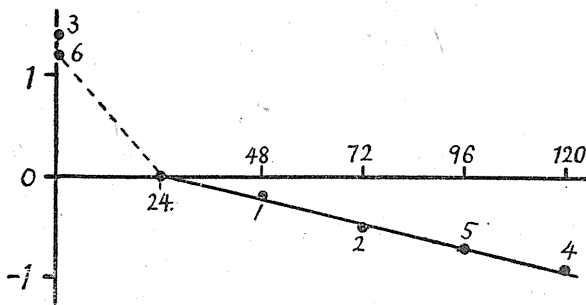


Fig. 9. Concentration effect

Abscissa shows the quantity of KCl (cc) which was mixed with Ringer's solution 1000 cc ordinate shows the potential of bladder. The number of line is the order of measurement.



用いて濃度効果を調べ塩類濃度 C と起電力 π との関係を定量的に調べる事は困難である。然し大体の傾向を知る爲に今内側又は外側を 1/10mol KCl に、外側又は内側を 1/10mol 乃至 1/1000mol KCl に変化させてその間の関係を見ると第 8 図に示した様に大体直線的関係になる。実験は凡て低濃度の所から始め、起電力は液を作用させてから 5 分後の値を読んだ。即ち图中 I は一方が 1/1000mol 他方が 1/10mol の時の起電力であり II, III と漸次高濃度の所の電位差を測定し、最後に再び元の 1/1000mol に戻したが (VI) 1/1000mol の時の値を最後の実験値にとると C と π の関係は直線的になる。即ち己に膜が変性してしまつた後では直線的関係になる。次に膜の変性を除くために、一方を Ringer-Takano 氏液とし、他方を Ringer-Takano 氏液中の KCl の濃度を種々に変化させた。即ち該液は 0.65% NaCl 1000cc, 0.827% KCl 24.38cc, 0.877% CaCl₂ 22.52cc, 0.882% NaHCO₃ 21.69cc より成立しているが、此の混合する KCl の量を 48cc, 72cc と云う様に変化させて、滲透圧

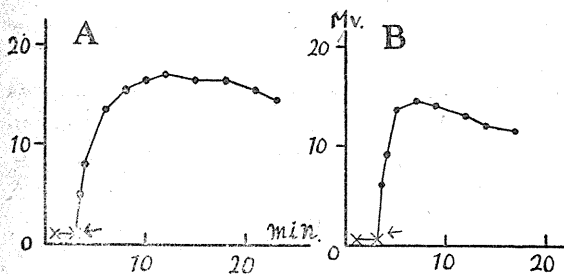
を同一に保たせつつ KCl の濃度を变化させて見ると膜電位は可逆的に回復し、第9図に示す様に低濃度の所では直線的の関係になる。此の実験では KCl の濃度は大体 0.02% から 0.1% 迄变化している事になる。此の様に膜が変化したと思われる時でも、又健全と思われる時でも或る範囲内では濃淡電池的に C と π との関係が直線を爲す。然し後者の場合は其の範囲が非常に狭いのであるから此の実験から膜の性質を断定する事は出来ない。

4. Saponin の影響

蛙皮に於て其の起電力が呼吸毒 Saponin の影響によつて著しく低下せしめる事は Ponder, Macleod (13) 等により明らかにされ、且つ遠藤 (2) により静止電位も酸素消費も共に Saponin によつて抑制されるが、其の抑制度は前者の方が強い事から蛙皮電源は表皮層にある事を明かにした。そこで私は 0.05~1.0% の Saponin-Ringer 氏液を作用させた所 0.05% では電位の下降は大して著明でなく、且つ其の後に於て 1/10 mol と 1/1000 mol KCl を作用させた時の膜電位を測定した所、其の電位経過も作用前と同様で起電力も大して変化を蒙っていない (第10図)。然し 1.0% の Saponin 液を作用させた

Fig. 10.

- A. Effect of KNO_3 (inner solution n/10, outer solution n/1000 KNO_3)
 B. Effect of KNO_3 on the potential of bladder which was affected by 0.05% saponin-Ringer's solution.



後、Ringer 液で誘導すると作用前 17mV あつた電位差は 1 分後に 18.6mV と軽度の上昇を示した後に急激に下降して零電位となる。此の变化は非可逆的である。此の時に KCl を作用させると電位の時間的変動は作用前と大体同様で

あるが電位変化は非常に少く僅かに 2mV 以内の変化しか現われない。此によつて Saponin は膜自身の構造に対しては変化を興え難いが発電機構に対して或る種の影響を興えるのではなからうかと云う事を知る。又已に述べた様に、各 ion に依る静止電位の変化の機構には物理化学的な因子が大きく働いているのではなからうか。而して Kalium 等の塩類と Saponin とは其の作用する場所が異なるらしい事を知る。

5. ion の独立作用

Beutner (1) が油電池に於て、橋田 (4) が蛙上皮に於て見た興味ある 1 つの事実に ion の独立作用がある。井上・木村 (6) も林檎の皮に於て此の事実を認めている。私は 1/100mol と 1/1000 mol の 2 系列の実験を NaCl と KCl, $NaNO_3$ と KNO_3 , NaSCN と KSCN の 3 つに就て、其れを内液を KCl 液、外液を NaCl 液にした場合及び其の逆の場合の 2 系統の実験を試みたが、1 つの膀胱膜に就て、順次実験を進めると前述の様に膜の変性が著しく、電位差は全く無関係の値を取る。1 つの実験を 1 つの膜に就て行つて見ても此の関係には規則性がない。其の電位変動の経過は規則的であるが、電位差は濃度効果の場合と異り全く関係がなく、ion の独立作用を認める事は出来なかつた。此によつて膀胱と上皮の間には何等か差異がある事を知る。

IV. 結 語

1. 膀胱の静止流は摘出後漸次減少し約 60 分後に平衡状態に達する。其の膜電位差は張力に大きく左右され、強く張つた場合には僅か數 mV の値である。
2. 各種の塩類溶液を膜の両面に作用させるとそれぞれ異つた電位の経過を取る。而して両面の濃度差が小さいもの程早く平衡状態に達する。濃度と電位差との関係は非可逆的である。
3. 膀胱は塩基性溶液では膜が陽性に荷電し酸性溶液では陰性に荷電する。
4. 塩類濃度 C と膜電位差 π との間には狭い

範囲内では直線的の関係がある。然し塩類に依つて蒙る変化は非常に大きい。

5. Saponin の膜電位に及ぼす作用機轉と塩類作用機轉とは相異なる。

6. ion の独立作用は認められない。

7. 膀胱の塩類に対する透過性は非常に大きく、且つ内から外にする透過の方が容易である。

文 献

- 1) Beutner, R. and A. Menitoff (1929) Proc. soc. exp. Biol. a. Med. 24, 452
- 2) 遠藤尚義 (1943) 日本生理誌 8, 303
- 3) 花岡虎男 (1936) *ibid* 1, 86, 125
- 4) Hashida, K. (1922) J. of Biochemistry 1, 21
- 5) 市河三太 (1949) 日本生理誌 12, 49
- 6) 井上清恒・木村和子 (1949) (日本生理誌に發表豫定)
- 7) 十藏寺秀郎 (1948) 日本生理誌 11, 241
- 8) 勝 義孝 (1949) 日本生理誌 11, 学27
- 9) Loeb and Beutner (1912) Bich. Zeit. 41, 1, 44, 503, 51, 288
- 10) Michaelis, L. and A. Fujita (1925) Bichem. Z. 161, 47, 164, 23
- 11) Nakagawa, J. (1937) Jap. J. of Med. Sci. III Biophysics 4, 297
- 12) 大木誠止 (1945) 日本生理誌 10, 9
- 13) Ponder, E. and J. Macleod (1937) J. of Gen. Physiol. 20, 433
- 14) 杉山金吾 (1931) 京都府立醫大誌 5, 595
- 15) Takenaka, S. (1937) Jap. J. of Med. Sci. III. Biophysics 4, 283

Summary

The apparatus for supporting a membrane for the potentiometric determination was illustrated in the first report. The measurement of the electric potential difference was performed by the usual compensation method, using the potentiometer of Yokogawa's and a galvanometer (Sensibility of 1.96×10^{-8} A). The desiring system was as follows.

sat. Calomel electrode	sat. KCl agar bridge	inside solution	membrane of bladder	outside solution	sat. KCl agar bridge	sat. Calomel electrode
------------------------------	-------------------------	--------------------	---------------------------	---------------------	-------------------------	------------------------------

1) The rest potential of the urinary bladder was decreased according to the lapse of time, and about 60 minutes after it made the constant values, about 20mV. The rest-potential stands in intimate relation to the tension of the membrane, namely when the tension is high, the potential is about a few millivolts.

2) The course of potential variation under the action of various salt solutions shows various ways. These are shown in the figures.

3) Under the alkaline solution, the membrane shows the so-called "cation-membrane" and permits the anion to permeate, but under the salt-solution, it shows the "anion-membrane" and permits the cation to permeate.

4) The concentration C is in direct propotion to the membrane potential in the narrow range of concentration, viz. from 1/1000 mol to 1/10 mol KCl (Fig. 8 and 9).

5) When we applied 1% saponin-Ringer's solution on the membrane, the potential dropped suddenly. But the course of potential variation was constant (Fig. 10). So, the effect of saponin on the membrane potential is different from that of ions.

6) The independent action of ions, which was mentioned by prof. Hashida could not be proved in my experiment on the urinary bladder.

(Department of Physiology, of Yokohama Medical College and Showa Medical College)

動物膜の水透過に関する研究 (2) 612.791.3

ガマ皮膚の水透過に及ぼす無機塩類の影響

Effects of Inorganic Salts on the Permeation of Water through the Skin of the Living Toad.

柿 沼 美 清 (Kakinuma - Yoshikiyo) *

I. 緒 言

ガマ皮膚の水透過については Bert(4), Overton (3) 以来多くの研究を見るが、無機塩類の広い濃度範囲に互つてその水透過に及ぼす影響を見た報告は見當らない。

先に當教室の山本・海老原(8)はガマ皮膚を透過する水量の測定法として、汚洞結紮法を提案し、山本(9)は同法によつて動物膜水透過の問題を、滲透圧現象及び親媒現象の面から観察し得ることを豫想した。

私は無機塩類 (NaCl, KCl, CaCl₂) の影響について系統的に検索し、主として親媒現象の面から考察したのでこゝに報告する。実験は昭和23年6月より、昭和24年3月の間に行い、その要旨は第59回生理学東京談話會に於て発表した。

II. 実験方法

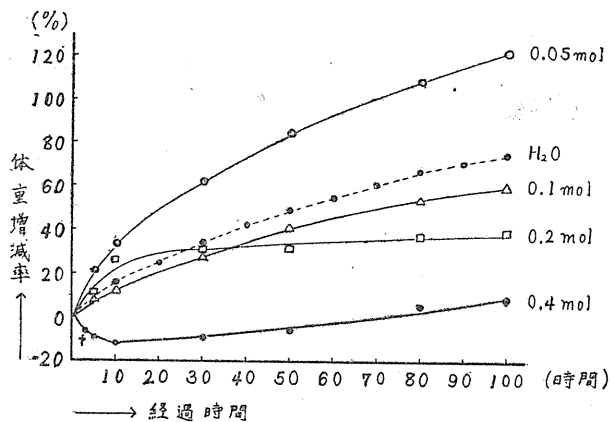
山本・海老原(8)の方法により、ガマの汚洞を結紮した後、塩類溶液 500~1000cc にこれを漬け、その後50時間乃至100時間迄体重を測り、水透過の経過を追求した。最後に解剖して、体内に於ける水の分布状態を調べた。尿中 Ca の定量は須藤(6)の著書記載の方法に依つた。

尙ガマ血液の氷点降下度は -0.488°C 、血清のそれは -0.497°C である(5)から、Landolt-Börnstein(2)の表より計算すると、ガマ血液と略々等張の液は 0.145mol NaCl, 0.146mol KCl, 0.1mol CaCl₂ である。

III. 実験成績

1) NaCl の影響

0.05乃至0.4molの濃度について、系統的に実験した。第1図から明らかなように、0.05mol 第1圖 NaCl 水温 9.5~11°C (12月)



溶液では蒸留水の場合よりも却つて水透過量が多かつたことは特に注目すべき所見と思われる。

0.1mol以上の溶液では、いづれも蒸留水の場合よりも低く位置し、濃度が高くなる程水透過量は少かつた。しかし等張以上の0.2mol液でも相當の水の内向き透過が見られた。0.4mol液で初めて水の外向き透過が起り、体重は減少したが、この場合にも滲透圧から豫想されるような減少度は見られず、一定時間後に却つて内向き透過に轉じた。この場合ガマは実験開始2時間後に死亡した。その他実験開始後10時間頃までは水の透過が急激で、その後略々定常の透過量を示すこと、0.2mol液では初期の水透過量が蒸留水の場合よりも多いことなどが見られた。

体内の液体の分布状況は第1表のようで、体内に進入した水分は主として膀胱内及び皮下リンパ腔内にあつた。

* 東京慈恵會醫科大学生理学教室 (名取教授)

第1表 NaCl

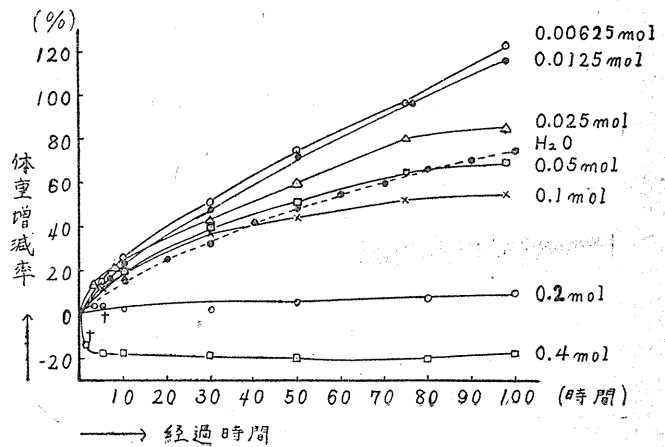
外液濃度 (mol)	ガマ初体重 (g)	100時間後体重 (g)	増加体重 (g)	増加率 (%)	外液量 (cc)	外液残量 (cc)	膀胱内液量 (cc)	直腸内液量 (cc)	腹腔内液量	皮下リンパ腔水腫
0.05	118.1	262.5	144.4	122.3	500	325	99	11	僅少	高度
0.1	121.9	195.0	73.1	60.0	530	405	—	僅少	—	高度
0.2	136.9	191.3	54.4	39.7	500	375	16	6	僅少	稍高度
0.4	120.0	131.3	11.3	9.4	500	440	僅少	僅少	少量	稍高度

2) KClの影響

第2図に見るように、傾向としてはNaCl液の場合と全く一致していた。たゞ0.05molの濃度で、NaClでは蒸溜水の場合に比して著しい透過促進を示すに反し、KClでは促進作用が見られぬこと、0.2mol液で、NaClでは相當に水透過を許してガマは死なかつたのに反し、KClでは殆んど水は透過せず、3時間後に死亡したことなどがNaClの場合と異つていた。

実験終了後の体内液体分布状況は第2表のようでNaClの場合と大差なかつた。

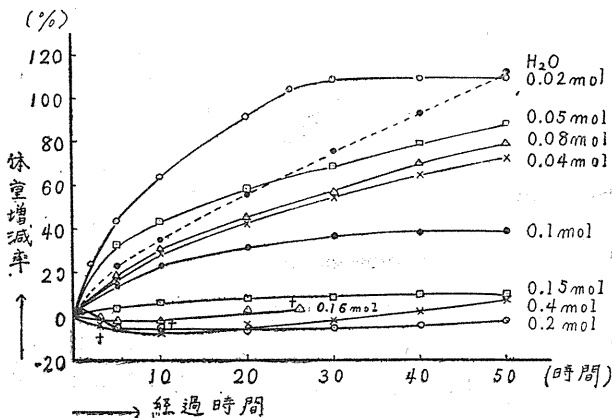
第2図 KCl 水温 9.5~17°C (11月~12月)



第2表 KCl

外液濃度 (mol)	ガマ初体重 (g)	100時間後体重 (g)	増加体重 (g)	増加率 (%)	外液量 (cc)	外液残量 (cc)	膀胱内液量 (cc)	直腸内液量 (cc)	腹腔内液量	皮下リンパ腔水腫
0.00625	145.3	326.3	180.0	123.0	500	270	150	12	少量	高度
0.0125	153.8	333.8	180.0	117.0	500	270	172	2.5	少量	高度
0.025	138.8	255.0	116.2	83.0	500	310	77	12	少量	高度
0.05	157.5	273.8	116.3	73.8	500	345	112	2	少量	殆んど認めず
0.1	150.0	232.5	82.5	55.0	500	375	80	僅少	僅少	殆んど認めず
0.2	195.0	225.0	30.0	9.6	500	425	僅少	殆んどなし	僅少	なし
0.4	225.0	187.5	-37.5	-16.7	500	460	殆んどなし	なし	僅少	なし

第3図 CaCl₂ 水温 24~28° (6月~9月)



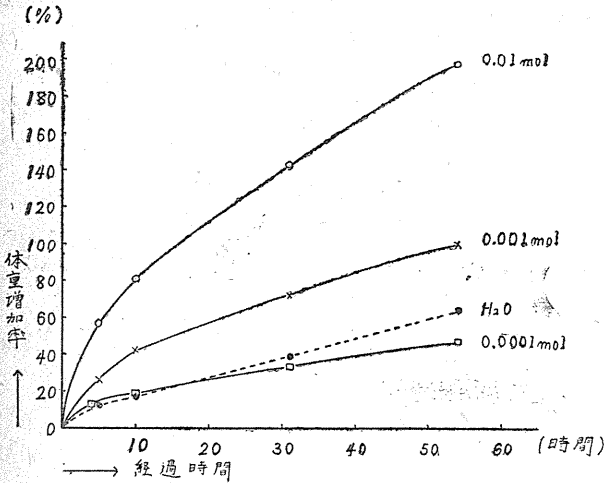
3) CaCl₂ の影響

第3図に見るように、NaCl, KClの場合と同じ傾向を示した。但し0.16molでは26時間で、0.2molでは10時間で、0.4molでは3時間でガマは死亡した。

更に低濃度では第4図のように、0.01mol液で最も水透過量が多く、それ以下の濃度になると水透過は少くなり、0.001mol液では水と殆んど同じであつた。

又第3表は外液並びにガマ尿量及び尿中Ca含量を示すものであるが、尿中Ca含量は大体に於て外液のそれに

第4圖 CaCl₂ 水温 10~12°C (3月)



平行して増加するのを認めた。

IV. 考 察

ガマ皮膚の水透過は Overton (3) 以来渗透压差によると言われているが、以上の成績から、ガマ皮膚水透過量は一般に体液と外液との渗透压差に一致しない。そこで、私の得た成績と渗透压との関係を明らかにする爲に第5図を画いた。この図に用いた成績は第3図の CaCl₂ についてのもので、その10時間目の体重増加率を縦軸に、mol 濃度を横軸にとつたものである。実線は各濃度溶液での体重増加率を結んだ曲線であり、点線は渗透压から豫期され

第3表 CaCl₂

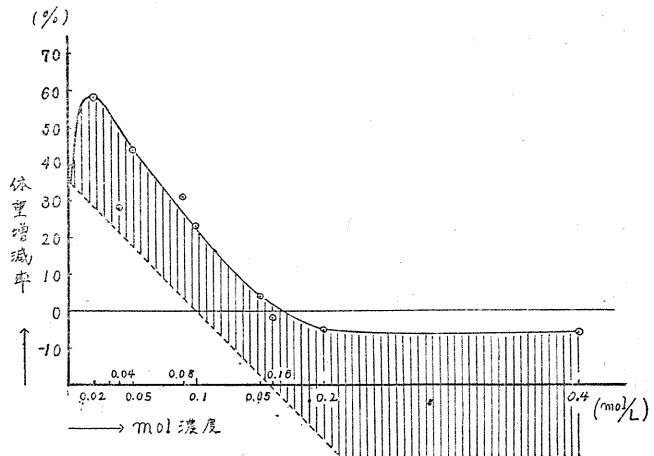
外液濃度 (mol)	ガマ初体重 (g)	最終体重 (g)	増加体重 (g)	増加率 (%)	外液量 (cc)	外液Ca量 (mg/dl)	外液残量 (cc)	残外液中Ca量 (mg/dl)	膀胱内尿量 (cc)	尿中Ca量 (mg/dl)
0.02	168.8	356.3	187.5	111.0	500	82	235	79	145	8.0
0.02	82.5	172.5	90.0	109.0	500	82	365	58	61	6.9
0.04	176.3	281.3	105.0	59.6	500	179	325	135	86	8.8
0.04	108.8	202.5	93.7	86.1	500	161	360	151	70	10.0
0.08	202.5	356.3	153.8	75.9	500	320	255	282	143	10.0
0.08	221.3	416.3	165.0	88.6	500	322	250	266	163	9.6
0.1	181.9	262.5	80.6	44.3	500	402	400	341	1	19.6
0.15	138.8	157.5	18.7	13.5	500	600	475	505	5	21.7
0.16	118.1	121.9	3.8	3.2	500	638	435	514	2	22.3

正常ガマ尿中 Ca 量 5.0~9.4mg/dl 平均 7.2mg/dl

る体重増加直線である。従つてこの2線間の差は渗透压以外の何らかの因子によるものと考えねばならぬ。しかし水の透過量は或る濃度範囲(0.05~0.15mol)で点線に平行するから、渗透压がガマ皮膚の水透過に大いに関係することは明らかである。

Na⁺, K⁺, Cl⁻ が蛙皮膚を透過することは一般に認められ、Ca⁺⁺ については透過しないと言われていたが(1)第3表の成績から Ca⁺⁺ が透過することは確実と思われる。従つてガマ皮膚がこれらイオンに対して透過膜であることは明らかで、丹野 (7) の透過圧の理論を適用すれば、以上の結果(第5図)の一部は説明可能と思われる。

第5圖 渗透压との関係 (CaCl₂, 10時間後)



しかし次の事実は渗透压現象としては理解できない。

1) 無機塩類の低濃度では蒸溜水の場合よりも水の透過が多いこと。

2) 中等濃度でも初期には同様の現象を示すことが多いこと。

これらの事実を説明するためには溶液の示す滲透圧現象以外の今1つの重要な現象、即ち親媒現象の面からの考察が必要と思われる。親媒現象とガンマ皮膚水透過との関係については、山本 (9) が既に発表しているから詳細な説明は避けるが、皮膚を構成する物質えのイオンの吸着が水透過に影響すると考えれば、私の実験成績は一應説明できる。即ち NaCl では 0.05mol, KCl では 0.0125mol, 0.00625mol, CaCl₂ では 0.02mol, 0.01mol, 0.001mol の濃度での皮膚物質えの各イオンの吸着が水の透過に最も好都合となるとすれば、上記 1) の事実と一致する。2) の事実は初期に於て吸着量が前記の好適な量に達する時期に特に水透過が多くなると考えれば説明可能である。

第4表に示した同濃度での NaCl と KCl で

第4表 NaCl 及び KCl の水透過率

時間(時)	5	10	30	50	水温(度, C)
濃度(mol)	0.4	0.2	0.1	0.05	
NaCl (%)	- 9.4	26.0	29.2	84.2	9.5~11
KCl (%)	-16.7	1.9	18.8	51.2	9.5~17

差があることも、親媒現象からは容易に説明できる。Hofmeister 順列から見て、K⁺ は Na⁺ よりも皮膚物質に吸着されることが多いからである。

又蒸溜水の場合でも水温が違えば第5表のように水透過量が違う。この事実が低温では水分

第5表 夏ガンマ及び冬ガンマの水透過率

時間(時)	5	10	30	50	水温(度, C)
水夏(平均)(%)	23	35	75	112	24~28
水冬(平均)(%)	10	16	34	49	9.5~17

子自身が膜に吸着して透過を抑制しているが、高温になれば放熱反応である吸着が減少し、抑制が減ると考えればよい。勿論この場合水分子の熱運動が盛んになることも関係すると考えられる。

何れにしてもガンマ皮膚の透過性を考える場合には、吸着のような物理化学的因子を無視する

ことは出来ないと思われる。但し附言するまでもなく、膜の水透過に対しては透過圧が最も重要な役割を演ずることは明らかであり (7), 又血液の循環, 尿分泌等も関係し、物理化学的にも吸着の他、膜の膨潤, イオンの水和, イオン及び水の拡散等多くの因子が関係する甚だ複雑な現象である。従つて差當つては吸着がその1つの因子であることを指摘するに止めたい。

V. 摘 要

1) 汚濁結紮法を利用し、ガンマ皮膚の水透過に及ぼす無機塩類の影響を観察した。

2) ガンマ皮膚に対し NaCl, KCl 及び CaCl₂ 水溶液は低濃度で水の内向き透過を促進し、中等濃度では初め促進し、後抑制する。

3) 従來の所説に反し Ca²⁺ はガンマ皮膚を透過する。

4) 以上の事実は皮膚物質に対するイオンの吸着という親媒現象の面から、物理化学的に一應説明できる。

5) 又同じ考えから KCl と NaCl で差があること及び水温により水透過量が違うことも説明出来る。

6) 従つて膜の水透過に関しては、従來の諸説以外に親媒現象の面からの考慮が必要であろう。

拙筆に當り、名取教授の御鞭撻と山本講師の實驗指導とを感謝する。

文 献

- 1) Krogh (1937) Skand. Arch. physiol 76, 60
- 2) Landolt-Börnstein (1923) Physikalisch-chemische Tabellen 1438
- 3) Overton, E. (1904) Verh. physik-med. Ges. Wurzburg 26, 277
- 4) Paul Bert (1883) Comt. rend. Acad. Sci. 花岡虎男 (1935) の綜説より引用, 日本醫事週報 2028-2029. 1
- 5) 鈴木篤眞 (1932) 慈大浦本教室生理学論文集 1, 660
- 6) 須藤憲三 (1941) 醫化学的微量測定法 4版 59
- 7) 丹野楯彦 (1940) 日本生理誌 5, 208
- 8) 山本 清・海老原千春 (1949) 日本生理誌 11, 243
- 9) 山本 清 (1949) 第60回生理学東京談話會にて發表 (生体の科学に投稿中)

Summary

Some effects of inorganic salts on the permeation of water through the skin of the living toad were investigated by a means "Cloaca Ligation" reported by Yamamoto. K. & C. Ebihara in the previous paper.

The inorganic salts used for this experiment were NaCl, KCl, and CaCl₂.

From the results obtained in this experiment the following facts were proved.

1) The permeation of water through the skin of the living toad was accelerated in hypotonic salt solutions, that is, the volume of water passed into toad's body through the skin in hypotonic solutions of inorganic salts was greater throughout the observation than in distilled water.

2) In the solutions of higher concentrations the acceleration in the permeation of water was observed for just several hours after the toad was placed in solutions and then the permeation of water was decreased, so the curves of per cent. increase of body weight in these salt solutions intersects the control curve obtained in distilled water, but after this no intersection took place.

It is impossible to account for these facts only with the concept of the osmotic phenomenon. A theoretical consideration based on the lyotropic phenomenon has been presented recently by K. Yamamoto to facilitate the interpretation of these results. On the standpoint of the lyotropic phenomenon it is considered that water molecules and ions could be adsorbed on their passing through the skin to the polar groups of high molecules, e. g. keratin, consisting a part of the skin.

And it seems likely, though debatable, that the layer of adsorbed water molecules would act as an obstacle to the permeation of water and if a small amount of ions is adsorbed, this obstructive action of water molecules would be decreased, though its exact mechanism is not clear, and consequently the permeation of water would be increased, however ions are adsorbed over a certain amount, these adsorbed ions would begin to obstruct the permeation of water through the skin.

3) Na⁺ has a greater accelerating effect on the permeation of water than K⁺. The permeation of water in solutions of higher temperature was greater than in solutions of lower temperature.

These facts also could be explained more easily on the basis of the lyotropic phenomenon.

(Department of physiology, Tokyo Jikei-Kai Medical College)

鶏のエンブリオならびにヒナの網膜活動電圧について 612.843.16

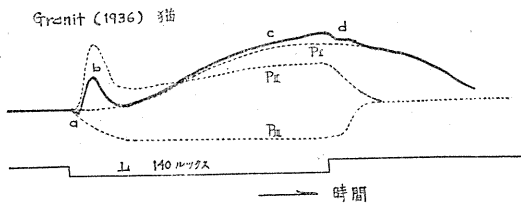
The Ontogenetic Study on Electroretinogram of Chick Embryo

後藤昌義 (Gotoo-Masayosi) *

I. 緒言

網膜に光をあてると第1図の太い実線で示すような活動電圧が得られる。この活動電圧は多くの学者(5)の研究により網膜内の互いに無関係ないくつかの電圧過程が重つて出来たものであることが次第に明らかになつてきた。Granit(3)(1936)は網膜活動電圧は第1図の点線で示した第I(P_I), 第II(P_{II}), 第III過程(P_{III})の代数和であるという。

第1図 網膜の活動電圧の各部の名前と Granit (1936) の分析



では一体これ等の要素電圧は網膜のどの部分から発生するのであろうか。Bartley(1), Granit(2)等多くの学者(2), (6)の努力により現在 P_{II} は双極細胞層の附近から, P_{III} は感覚細胞層から発生するものだろうと考えられるに至つたがまだ確定的なものでなく, ことに P_I についてはほとんど手がつけられていない。しかしこの問題の解決は視覚のメカニズムを明らかにし, 順應そのほか視覚に関する色々の現象を解きほぐす有力な手がかりになるものと思われる。

そこで私は網膜の活動電圧のそれぞれの成分の起源が網膜の各組織にあるとすれば, 発生学的にこれらの各組織が機能を発揮する時期にはそれぞれ多少のずれがある筈であるか

*九州大学医学部生理学教室(問田教授)

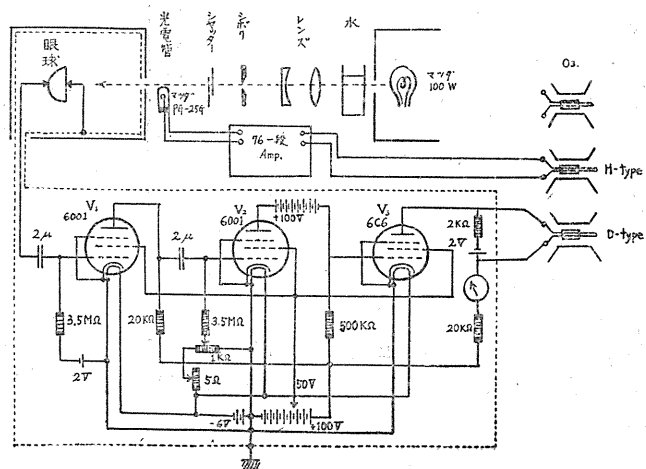
ら, その各々の時期における網膜の活動電圧を追求することによつて, この問題の解決に1歩を近づけることが出来るのではないかと思ひこの実験にとりかゝつたのである。

II. 実験方法及び装置

材料は鶏(白色レグホン種)のエンブリオ及びヒナである。眼球を摘出し切半してその後半を使用した。この方法による乾燥しにくいので長もちし, 網膜の機械的損傷も少く, 光のあたる面積を大きくすることが出来るから最も大きな活動電圧が得られる。

実験装置は第2図に示す通りで, 活動電圧は増幅三段の後に横河製電磁オツシログラフ(D型振動子)に導かれる。増幅感度は最大12cm/0.1mVである。刺戟の光源には100Wのマツダ電球を用い, これをレンズと絞りによつて網膜表面の照度が大体800luxになるよう調節した。光刺戟はシャッターで行ひ刺戟時間は約9秒, 15分毎に撮影した。摘出された眼球は

第2図 実験装置



暗箱を兼ねた自動調節式の恒温槽におさめ槽内の温度を常に 39°C に保ち、又槽内には水を入れた水盤を置いてこれにガーゼを浸し乾燥を防いだ。刺戟光線としては熱の影響を除くため水の層を通したものをを用いた。

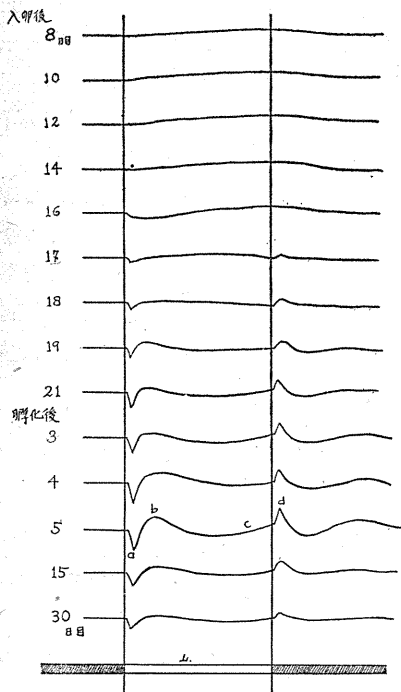
Ⅲ. 実験結果及び考察

A. 眼の発生とその活動電圧

1) 発生にともなう活動電圧の形の変化

第3図に示すようにエンブリオ第8日目ものに既にゆるやかな陽性変動がある。これは最大 $5\mu\text{V}$ 程度のもので、光をあてると徐々に現われ光を遮断した後比較的ゆるやかに下る点から P_{I} に相当するものではないと思われる。そしてその後発育が進んでもエンブリオ第14日目までは新しい変化は認められない。16日目に

第3図 発生と活動電圧の形



なると光刺戟の直後に僅かな陰性変動を認め得たが、これは a 波即ち P_{II} 要素が現われて来たと思われる。17日目になると光遮断の効果 d が確かに見られる。この頃までなお初期陽性変動 b の存在は明らかでないが、標本の変性が

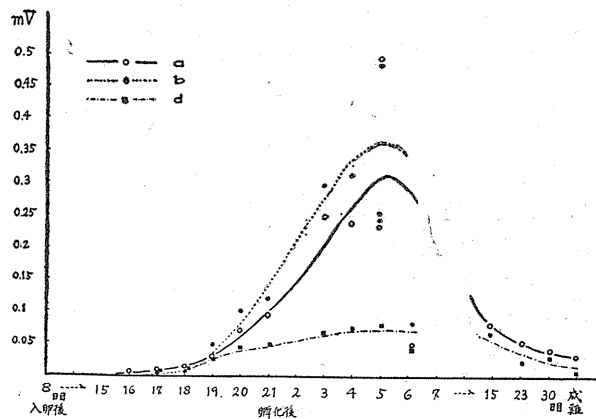
進むと共に陰性変動が深く大きくなることから間接に陽性変動 P_{II} すなわち b 波が存在していたことを知り得る。エンブリオ第17日目頃から網膜の活動電圧は急に大きくなり、19日目にはヒナになつてからと全く同じ形のものになる。すなわち卵がかえる以前において既に網膜の活動電圧は完成し、従つてヒナになつた後の変化は著明でない

以上要するに P_{I} と思われるものが最も早期に現われ、次に P_{II} が16日目頃現われる。そして P_{II} も僅かに遅れて17日目頃には存在を認め得たが、その大きさは P_{I} に対し比較的小さいようである。 P_{II} 及び P_{III} については Keeler (4) 等 (1928) がマウスで得た結果と一致しているが、しかし P_{I} は彼の場合には最も遅れてあらわれている。

2) エンブリオの生長と活動電圧の大きさ

鶏の網膜の活動電圧はエンブリオ第17日目頃から急に大きくなりはじめ、卵からかえつた後4~5日頃にその最大 0.6mV 位に達する。この変化を a, b, d 各波についてグラフにしたものが第4図である。

第4図 発生の時期と活動電圧の大きさ



図で明らかなように、卵からかえつて約1週間たつとかえつて網膜の活動電圧が減少して来るといふ結果になつている。これは恐らく日がたつにつれて眼窩の骨がかたくなるため、眼球を摘出する時網膜に機械的な損傷が加わりやす

いということによとも思われるが、しかし手術に慎重を期し又何度やつてもやはり活動電圧が余りに小さすぎるのは何かほかに原因があるのかも知れない。

3) 網膜の組織的所見と活動電圧との関連
鶏における網膜の発生については Weyssse (7) (1906) 等の詳細な研究がある。しかし彼も述べているように、網膜各組織の発育にはかなりの個体差があるので、私は念のため実験に供したものを組織標本とし、それと活動電圧との相互関係を調べてみた。

その結論として活動電圧が急に大きくなり始めるエンブリオ第17, 18日目頃においては、外顆粒層から内側の組織は著明の変化を行わず僅かに整頓され成熟するにとどまる。これに対し色素層からの原形質突起を含めた杆錐体層は急速に厚さを増大し成熟する。そして特にエンブリオ第16日目頃から杆状体外節に染色しない空胞のようなものが現われて来るのが見られる。以上の所見は網膜の組織のうちこの部分が最もおそく発生する事実からも推測される。しかし面白いのは陽性電圧がエンブリオ第8日目に既に見られるにもかゝらず、この時期にはまだ杆状体や錐状体が発生しておらず、又外顆粒層もやつと分裂を終つたに過ぎないということである。従つてこの P_I に相当すると思われる陽性電圧は杆状体、錐状体以外から発生するものだと考えねばなるまい。

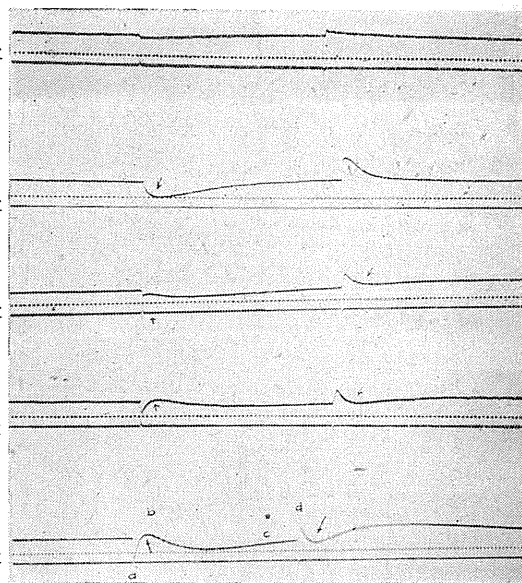
B. 回復時期および変性時期の網膜活動電圧
摘出した眼球の活動電圧は時間の経過と共に次第に形が変化して来る。そこで発生生理学的にその変化を追求する場合には、出来るだけ生理的な状態に近い標準形を選ばねばならない。この標準形を定めるため摘出後の活動電圧の形並に大きさの時間的変化を詳細に調べた所、意

外に面白い結果を得ることが出来た。

1) 温度上昇による回復時期における変化
鶏は温血動物であるから、眼球を摘出するとその温度が低下し、機械的損傷等のために網膜は正常な機能を一時失つている。しかし恒温槽の中に静かにおさめて、体温にあたゝめると再び活力をとりもどし、ある程度機能を回復するものと考えられる。この回復期における活動電圧の形は第5図A(エンブリオ第19日目の例)のように一定の順序に従つて変化する。

第5図(A) 回復時の変化(エンブリオ第19日目)
時間標記5秒、増幅度はすべて同じ
一番下の曲線は光刺激の開始、終了を示す

- 1) 摘出20分後
- 2) 50分後
- 3) 65分後
- 4) 80分後
- 5) 100分後



摘出直後のものは主として陰性変動のみであり、 P_{III} が活動電圧の主体をなしているが、その後標本の温度の上昇と共に光刺激の効果では先づ初期陰性変動aが深くなり、遅れて陽性変動bが現われて来る。従つて一見奇妙なことには温度の上昇にもかゝらず活動電圧が小さくなるという時期を経過する。光遮断の効果についても全く同じことがいえる。しかし正負の方向は反対である。すなわち光遮断による陽性変動dは初め急速に大きくなるが後にかえつて小さくなつて来る。

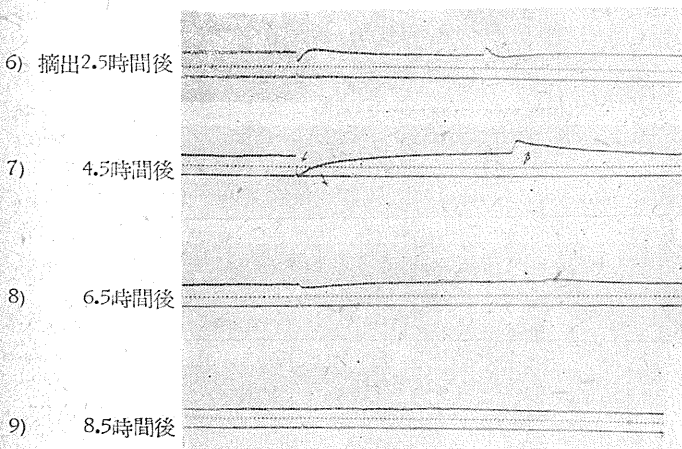
何れにしても眼球を摘出して恒温槽におさめておけば一定時間の後には、カエルそのほかの

脊椎動物の場合と同様に、すべての波をそなえた活動電圧を示す。但し鶏の摘出した眼球においては、陰性変動 a 並に光遮断後の陽性変動 d は比較的大きく、初期陽性変動 b がはなはだ小さい。

2) 変性から死に至る間の変化

一旦回復した活動電圧も時間と共に変性が進むため、再びその形がくづれて来る。そしてお

第5圖 (B) 変性時の変化 (エンブリオ第19日目)



よそ10時間位たつと数 μV 以下になる。この時温度は一定であるから考慮する必要はない。この変性過程において活動電圧は回復の時と全く逆の順序に変化する。即ち光刺戟の効果では b が先づ小さくなりそのため一時的に a が深く廣くなる。そして a は最後に消失する。光遮断の効果 d は一時大きくなり後次第に小さくなる。a と d とを比べると a がいくらか後まで残るようである。

以上の回復時期並に変性時期の所見の何れの場合においても、初期陰性変動 a の大きさが光遮断の効果 d と平行して消長するということが、又初期陽性変動 b は d 波に続く凹みと相伴つて消長することは一應注意されねばならない。

IV. 總 括

成長のいろいろな時期において鶏の眼球を摘出し、その網膜の活動電圧並びに組織的変化を

しらべた。又同時に眼球を摘出した後長い時間にわたる活動電圧の変化を分析した。その結果

1) エンブリオ第8日目のものに既に数 μV のゆるやかな陽性変動を見た。これは P_I に相当するものと思われる。

2) P_{II} , P_{III} 要素はエンブリオ第16日目頃から見られるが、その頃は P_{III} の方が P_{II} より比較的著明のようである。

3) エンブリオ第19日目ではヒナ及び成熟した鶏の網膜の活動電圧と形が全く同じである。即ち鶏では網膜活動電圧の要素は卵からかえる前に完成する。しかしその電圧は無論小さい。

4) 卵からかえつた後その網膜活動電圧の形には著明な変化がない。たゞ日がたつにつれ摘出後に陰性変動が強くなりあらわれ、標準形に回復するまでの時間がはなはだ長くなるようになる。

5) 活動電圧はエンブリオ第17日目頃から急速に大きくなり、卵からかえつた後 4~5 日目頃に最大約 0.6mV 程度に達する。その後は減少した。

6) この活動電圧の増大期は組織発生的に杆状体や錐状体の成長期特に杆状体外節の空胞発生の時期と一致する。

7) 室温 (15~20°C) で眼球を摘出した直後は陰性変動だけを示す。恒温槽に入れ温度を上げると共に活動電圧は急に大きくなるが、陰性変動 P_{III} が先づ大きくなり、遅れて陽性変動 P_{II} が大きくなる。その後時間の経過と共に変性が起れば活動電圧は次第に小さくなるが、先づ P_{II} が小さくなり陰性変動 P_{III} は後まで残る。

8) 初期陰性変動 a の大きさは光遮断の効果 d の消長と関係が深い。又初期陽性変動 b は d 波に続く凹みに一致して消長する。

終りにのぞみ、御指導と御校閲を賜つた緒方名譽教授ならびに問田教授に心から感謝をささげると共に、又種々御教示下さつた末永講師に厚く御禮申上げる。

文 献

- 1) Bartley, S. H. (1939) Psychol. Rev. 46, 337
- 2) Granit, R. (1947) Sensory Mechanisms of the Retina, Oxford
- 3) Granit, R. (1936) Acta ophthalmologica, Supplementum, VIII-X
- 4) Keeler, E. C. etc. (1928) Proceed. National Academy Sciences, 14, 811 and 477
- 5) Kohlrausch, v. A. (1931) Bethe. Hand. norm. path. Physiol., XII/2, 1411
- 6) Studnitz, v. G. (1940) Physiol. d. Sehens, Leipzig
- 7) Weyssse, W. and S. W. Burgess (1906) American Naturalist, XI, 611

Summary

The ontogenetic investigation of the action currents in the retina has been carried out on the enucleated eye of the chick embryo. The results obtained were as follows.

1) A slow positive potential was produced by illumination already on the 8th day of incubation, when neither rod nor cone makes its appearance.

2) In the course of development of the embryo the reaction gradually takes on the adult form. The P_{II} component appears on the 16th day of incubation and is predominant than P_{III} . The form of the electroretinogram completes itself on about the 19th day of incubation before the hatching.

3) The action currents increase in size remarkably from the 16th to the 21st day and in these days the rods and cones, especially the outer sections of the latter develop. On the 4th or 5th day after the hatching the size of responses reaches its maximum, but thereafter it becomes smaller again.

4) When the enucleated eye is being warmed again to the body temperature, the electrical responses increase in size. In detail the component P_{III} grows larger first and then the component P_{II} .

On the way of the degeneration which appears usually in few hours after the enucleation, P_{II} diminishes earlier than P_{III} .

5) The size of the d-wave is related more intimately to the prosperity and decay of the a-deflection than to that of the b-wave. And the similar relation is observed between the size of b-wave and the steepness of down slope after the d-deflection.

(Department of physiology, Med. Faculty, of Kyusyu)

電気閃光に関する研究 612.843.53

(第1報) 電気閃光閾値と照度との関係

Studies on the Electrical Phosphene (I) Effect of illumination

坂部 弘之 (Sakabe-Hiroyuki)*

I. 緒 言

眼又は其の近傍を電氣的に刺戟すると、光覚を生ずる事は古くから知られており、此の現象については、電気刺戟の作用点について、又電気刺戟の性質との関連に於て研究(1)せられて來たが、本川(2)は電気刺戟による光覚發生の現象を疲労測定に利用し、光覚の出現閾値電圧 S_1 と消失閾値電圧 S_2 との差 ΔS が疲労を表わすものとした。其の根據は ΔS が低酸素圧條件に鋭敏に反應して増大することより、もし疲労の最大の要因を組織の酸素需給状態に求めるならば、 ΔS が疲労度測定のため利用され得るといふ点にある。

そこで S_1 , S_2 及び ΔS に影響を與える諸因子を一應分析する必要があると考え、先づ第1に照度を取上げ、 ΔS のみならず、 S_1 , S_2 が照度の変化によりどのような影響を受けるか調べてみた。

II. 電気刺戟装置

本川の刺戟装置を用いた。同期電動機により廻轉數を一定にし、毎秒20サイクルの短形電流で兩こめかみの部を刺戟した。

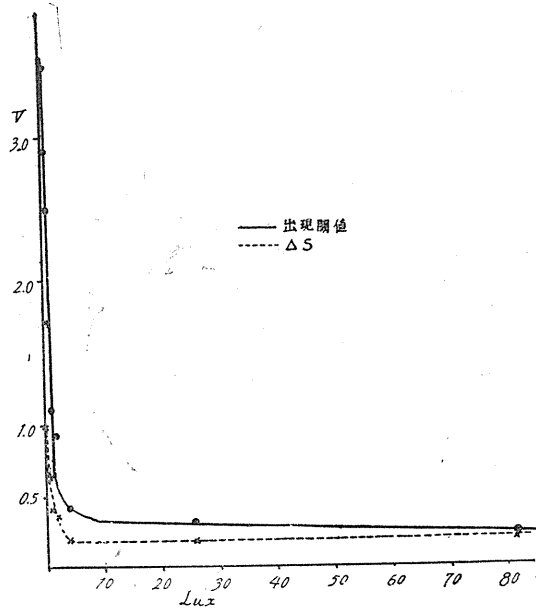
III. 實 験 (1)

普通電球の夫々の照度に於ける出現閾値並びに ΔS は第1図の如くで、8時間の暗室内睡眠により完全に暗調應したまゝの閉眼につき逐次照度を高め乍ら測定した。出現閾値並びに ΔS は暗黒中に於て最も高く、照度を高めると共に急激に低下し、10lux 以上では大体一定となる。即ち閉眼においても眼瞼を透して入射する

光量に應じて閾値並びに ΔS は変化する。

第1圖 出現閾値並びに ΔS に及ぼす照度の影響 (閉眼)

(被檢者K: 色盲のない24才の健康男子, 暗室内で8時間睡眠し直後測定)



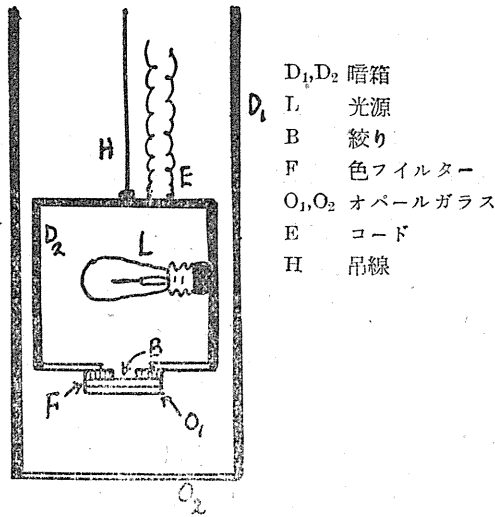
IV. 實 験 (2)

兩閉眼について、閾値変化の大きい低照度の部を調べるために第2図の如き装置を作つた。暗箱 D_1 内に暗箱 D_2 を上下せしめ、 D_2 内に光源 L を收める。 L より光は絞り B 、色フィルター F 、オパールガラス O_1 を通過し、更にオパールガラス O_2 により大体完全擴散される。

被檢者は此のオパールガラス O_2 の下に仰臥してガラスの中央部を視る。ガラスから角膜迄の距離は 17cm とした。此のようにして暗箱 D_2 即ち光源の位置を上下せしめる事により、網膜

* 公衆衛生院労働衛生学部

第2圖



- D_1, D_2 暗箱
- L 光源
- B 絞り
- F 色フィルター
- O_1, O_2 オパールガラス
- E コード
- H 吊線

を照射する光量を変化せしめた。又測定中の姿勢よりする疲労の影響を除く意味で静かに仰臥せしめたのである。

照度の測定は、実際に使用した小光度光源と色温度(2360°K)の等しい大光度光源を小光度光源の位置において、大光度光源による照度を測定し、両光源の光度比から小光度光源による照度を求めた。測定はセレン光電池面を兩角膜を結ぶ線の中央におき、光電流をマイクロアンペアで読み、2360°K に対する照度として求めた。故に色フィルターの場合もセレン感度曲線の値であるが、一定の色光のみについて論ずるときはこれで差支えない筈である。色フィルターとしては、600~755 μm の赤フィルターと476~638 μm の緑フィルターの2種を使用した。

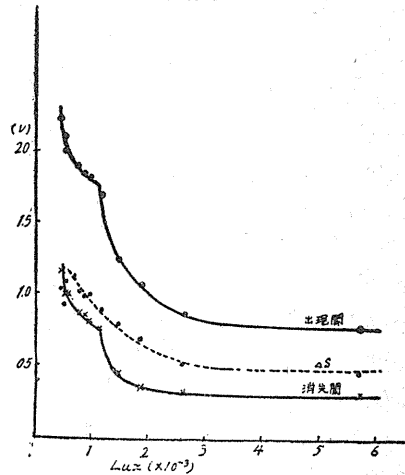
被検者は色盲のない健康男子2名 (S. 35才, K. 24才) 女子1名 (Y. 23才) につき、夜間6~8時間の暗室内睡眠又は晝間2~4時間の暗室内休息又は假眠後測定した。暗黒より逐次照度を高め、各照度において10分間の順應後測定し、5回の測定値の平均をとつた。

定温は一定(23°C)とし、実験装置はすべて室外におき、測定中照度以外の環境諸条件を一定とした。

V. 実験成績並びに考按

第3図は綠色光の場合で、出現閾値 S_1 , 消失閾値 S_2 は何れも 1m lux あたりで不連続点を有する2つの曲線に分離する。3m lux 以上では閾値はほとんど変化しない。 ΔS の値は照

第3圖 出現閾値, 消失閾値並びに ΔS に及ぼす照度の影響 (綠色光) (開眼) (被検者 K)

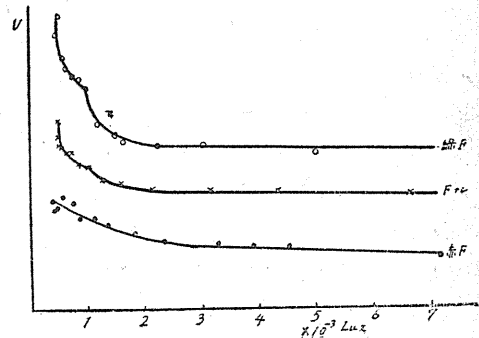


度の増加と共に低下し、3m lux あたりから一定となる。この現象は白色光の場合(フィルター無し)も同様にみられるが、赤色光の場合はみられない。極低照度の部では ΔS の変動が大きい。

第4図は各種色光の S_1 であるが、綠色光及びフィルター無しの場合、それぞれ曲線は2つ

第4圖 出現閾値に及ぼす照度の響影 (緑フィルター, 赤フィルター, フィルター無し) (被検者 S)

閾値電圧は任意にづらして描いてある



に分離するが赤フィルターの場合は分離しない。これは S_2 の場合も同様である。

なお赤フィルターの場合は閾値の判定が困難であり、測定値の変動の幅が広い。

さてこれらの曲線が2つに分離する事は、暗調應曲線及び光のチラツキの融合の場合に類似し、色光の場合、この不連続の点のあたりから色覚の生ずることよりしても、この曲線の2つの部分はそれぞれ小桿並びに錐体の機能に関連するものと考えられる。赤フィルターの場合、此の分離の見られないのは光のチラツキの場合も同様に観察されたことであり、薄明視における長波長部の低視感度によるものと思われる。

次に 閾値-照度曲線のもつ意義である、がまづ電氣的刺戟の作用点が現在のところ判然としない。一般に連結ノイロンであろうと言われているが、若し其の根拠が、電氣閃光が明順應により変化しないとか、或いは電氣閃光の消失と、光によるチラツキの融合の夫々の限界振動数の相違から論ぜられているとすれば、Granit (3) 等のいう如く、網膜の感光物質の分解と光刺戟の発生との間に中間過程を興えるならば、限界振動数のみから作用点を論ずる事は危険であろう。

然し、だからと言って網膜を主張する根拠もない。そこで一應その何れであるにせよ、光により電氣刺戟の作用部位に生ずる変化に対し次のような式で表わされる假説を立てた。

$$\frac{dZ}{dx} = r(L-Z) \dots \dots \dots (1)$$

但し、 L : 完全な暗調應状態において存在した対光反應物質の總量 (錐体と小桿とは L が異ると考える)。

dx : 光量の変化。

Z : L のうち dx の変化のある迄に反應し終つた量。

dZ/dx : dx に対応する対光反應物質の量。

r : 常數。

$Z=0$ のとき $x=a$ として (1) を解くと、

$$Z = L(1 - e^{-r(x-a)})$$

それから閾値電圧 (y) が既反應対光反應物質の量 (Z) に逆比例すると假定すれば、

$$Z = \frac{A}{y}$$

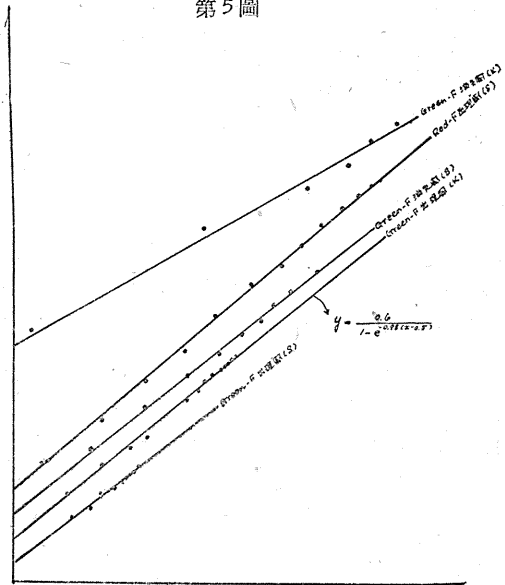
$$y = \frac{L^1}{1 - e^{-r(x-a)}}, \quad (L^1 = \frac{A}{L}) \dots \dots (2)$$

$$\frac{1}{y_k} = B(1 - e^{-r(x-a)})$$

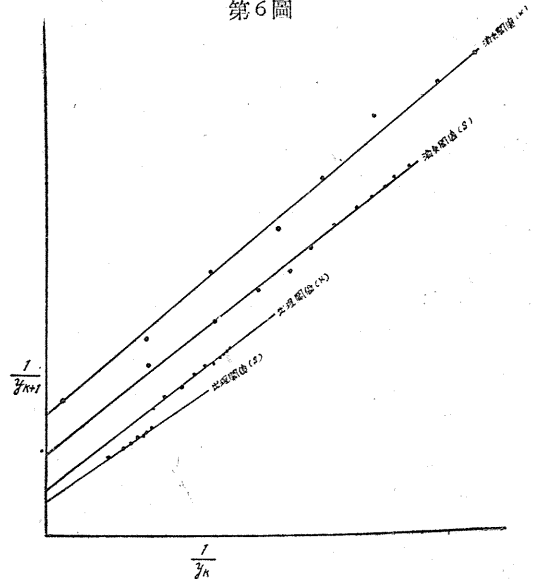
$$\frac{1}{y_{k+1}} = B(1 - e^{-r(x+h-a)})$$

$$\frac{1}{y_{k+1}} = \frac{e^{-rh}}{y_k} + B(1 - e^{-rh})$$

第5圖



第6圖



第5図は赤フィルター及び緑フィルターを用いた時の、第6図はフィルター無しの際の錐体部(小桿部は変動大なるため除いた)の閾電圧につき $\frac{1}{y_k}$, $\frac{1}{y_{k+1}}$ を夫々プロットしたものである(図中のローマ字は被験者記号)。

図にみるように夫々の直線は(2)式を満足する事を示す。併し此の兩図の点は推定曲線から求めたもので測定値から直接求めたものではない。測定値から(2)式のパラメーターを求め、且つ適合度を検定するため、綠色光に於ける出現閾値(K)に就き Deming の最小自乗法(4)により計算すると

$$y = \frac{0.6}{1 - e^{-0.98(x-0.5)}}, \quad a < 0.01$$

となりよく(2)式を満足する。

(2)式のパラメーターが ΔS を規定する因子であるが、 ΔS の本質の究明には更に別の糸口を見つけなければなるまい。

要 約

1) 開眼でも閉眼でも電氣閃光による出現、消失兩閾値は照度の増加と共に低下するが、一定照度以上では凡んど変化しない。

2) ΔS の照度による変化も之と同様である。

3) 閾電圧-照度曲線は綠色光及び 2360°K の光に対しては不連続点をもつて2つの曲線に分離するが、之は夫々小桿並びに錐体の機能に對應するものと考えられる。

4) 赤色光の場合は此の分離は認められない。

5) 錐体部における綠色光並びに 2360°K の光に対する閾電圧(出現、消失)-照度曲線は

$$y = \frac{L}{1 - e^{-r(x-a)}}$$

で表わされる。

御指導を賜つた石川教授、松岡部長、電氣試験所岡松技官並に協力下さつた興重治君に深謝す。

文 献

- 1) Polleck, L. J. and L. L. Mayer (1938) Am. J. Physiol. 122, 57
- 2) Motokawa, K. and K. Suzuki (1948) Jap. med. J. 1, 200
- 3) Granit, R., A. Hünsterhjelm and M. Zewi (1939) J. physiol. 96, 31
- 4) 森口繁一(昭和23年)科学18, 478

Summary

It has been found that the threshold voltage producing electrical phosphene is affected by the level of illumination.

When illumination is gradually increased starting from absolute darkness, while the eyes being kept opened, both the threshold for appearance of phosphene (S_1) and the liminal voltage (threshold) at its disappearance (S_2) drop with increased illumination, although beyond 3 millilux both thresholds and their difference (ΔS) remain almost unchanged. In cases of green and white lights, the illumination-threshold curve appears to be composed of two components, the transition point between them being at 1 millilux, while the curve with red light illumination does not show any such point, therefore suggesting its single nature. In the former case the function of rods and cones seems to be appearing as separated through the level of illumination.

The component curve can be expressed by the equation $y = \frac{L}{1 - e^{-r(x-a)}}$, where y is the threshold (voltage), x is intensity of illumination and L , r , and a are constants.

(Institute of Public Health Department of Industrial Hygiene)

疲労に基く甘味閾値の變動に就て 612, 87:612, 014. 32

On the Displacement of Sweetness Threshold as Influenced by Fatigue.

三 村 信 之 (Mimura - Nobuyuki)*

精神的及身体的作業の結果として起つて来る疲労は、多かれ少かれ全身体的に檢證されるにしても精神活動の諸分野に於ても攻められるべきである。その様な場合精神活動の機能低下は種々の面に於て攻められなければならないが、著者は通常の日常の学校生活の結果、感覚の敏さが如何に影響されるかを探らうとして此の研究を企てた。

甘蔗から由來する蔗糖を用い、10cc 全口腔法により採点積分法で處理し(三村1949)(1)、知覚閾及判断閾を求めた。

被檢者は東京薬専女子部38名(年令満17~19才)に登校後30分休息した後、第1回の検査を行い、それを正常値とした。その後約3時間英語、数学の授業を受けしめ、晝食後4時間植物の顯微鏡検査及レポート作製を行わしめた後測定を実施し、これを作業後の値とした。尚参考の爲各人に自覚せる肉体的な疲労及精神的な疲労を符号を以て表現せしめた。即ち全く疲労を感じない場合は(一)、殆んど疲労を感じない場合は(±)、軽い疲労を感じる場合は(+)、やゝ疲労を覚える場合は(≡)、相當強く疲労している場合には(≡≡)とした。

結 果

この調査に於ては被檢者の時間の余裕が充分でなかつたため、落付いて感覚内容を検討し、秤量して申告するということが多少困難であつた様に見える。糖液の濃度が増すに拘らず、感覚は明かな甘味から感じて無味に到る様な申告も見受けられた。また糖液の濃度段階の準備が充分でなく、更に高い濃度に閾値を持つ者もあつて、個人々々の閾値が求められなかつた例も數例あつた。そこで各人の閾値を求めてその値

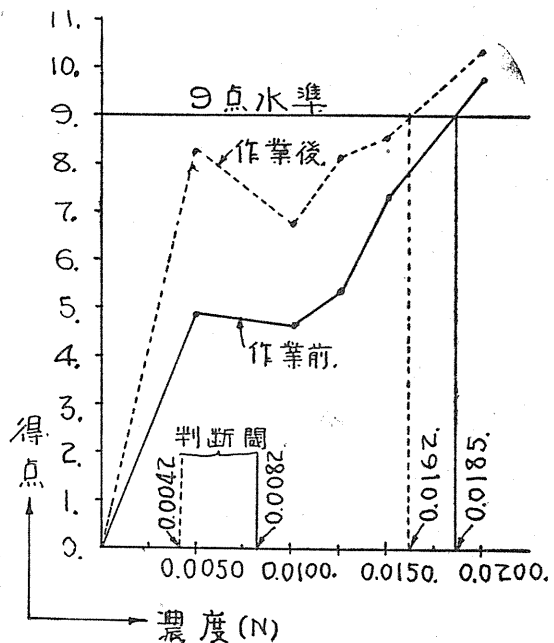
を作業の前後で比べる代りに、(a)各人の検査全試行を通じての總得点を課業の前後で比べること及び、(b)總員38名を集約的に取扱い平均人の閾値及閾値附近の感覚増強の有様を檢することにした。

即ちこの表に示す様に大多數の例に於て、1日の課業によつて總得点が増加している。このことは課業の結果であると思ふことが出来る。總得点の増加の程度と疲労の自覚症状の増強しているか否かとの關係が必ずしも一致してないけれども、疲労の自覚症状というものは余り當てになるものではないから、その点は敢て氣にする必要はないと考える。

被檢者全員を集約的に取扱い、平均得点と濃度との關係を图示すると(第1圖)、各濃度に対

第1圖

女子38例に於ける作業前及作業後の平均得点と濃度との關係(濃度はN濃度を以て示す)



* 東京大学醫學部生理学教室

第1表 作業前及作業後の各例の得点

「すこしあまい」「ややあまい」「はつきりあまい」「もつとはつきりあまい」にそれぞれ 3, 4, 5, 6 なる得点を與え作業前と作業後の各濃度別得点及總得点を比較した。

被検者 No.	作業前					前の 總得 点	疲労の自 覚症候		作業後					後の 總得 点	作業後 の總得 点の増 加
	蔗糖の濃度 (N)						(前) 心体	(後) 心体	蔗糖の濃度 (N)						
	0.0050	0.0100	0.0125	0.0150	0.0200				0.0050	0.0100	0.0125	0.0150	0.0200		
1	3	7	8	4	4	26	—	+士	10	6	4	7	11	38	12
2	10	4	5	0	0	19	卅卅	卅卅	11	0	10	12	14	47	28
3	6	9	6	6	9	36	+卅	+卅	9	6	9	3	9	36	0
4	0	6	6	10	10	32	士+	++	3	11	13	10	11	48	16
5	9	6	8	10	14	47	—士	卅+	13	3	8	14	15	53	6
6	3	7	11	11	16	48	卅—	卅+	12	13	13	13	16	67	19
7	6	6	9	11	17	49	卅+	卅+	8	10	14	10	18	60	11
8	4	6	7	11	11	39	—	士卅	6	7	3	9	9	34	— 5
9	4	6	7	11	13	41	—	士士	6	6	6	6	13	37	— 4
10	4	3	6	10	12	35	卅—	卅卅	4	7	8	15	15	49	14
11	6	4	0	0	12	22	+卅	卅卅	13	3	9	0	0	25	3
12	3	4	4	0	7	18	卅+	卅+	13	8	7	11	7	46	28
13	6	0	3	7	8	24	++	++	9	3	3	6	6	27	3
14	6	3	3	12	13	37	卅+	卅+	10	11	7	9	6	43	— 6
15	3	4	3	6	8	24	士+	士+	11	7	3	3	11	35	11
16	6	6	3	9	9	33	士士	卅卅	9	9	9	6	3	36	3
17	6	0	3	3	6	18	++	+卅	6	6	6	8	6	32	14
18	10	12	12	13	13	60	++	+卅	13	12	12	13	14	64	4
19	3	10	6	6	10	35	—+	—+	7	10	4	6	7	34	— 1
20	3	6	3	3	10	25	++	+卅	3	3	6	10	11	33	8
21	0	6	3	4	3	16	++	卅卅	3	7	5	9	6	30	14
22	6	0	0	3	3	12	+士	卅+	3	3	6	6	10	28	16
23	3	4	10	6	17	40	+卅	卅卅	9	11	6	6	12	44	4
24	3	0	0	9	10	22	士+	卅+	9	6	12	11	12	50	28
25	6	3	0	7	9	25	++	++	3	3	7	7	6	26	1
26	6	3	3	8	11	31	+卅	卅卅	3	3	4	7	3	20	—11
27	6	3	0	10	11	30	士+	卅+	11	7	11	4	14	47	17
28	0	9	0	10	11	30	士士	++	6	9	6	6	9	36	6
29	6	0	3	9	5	23	士士	卅卅	3	6	3	3	9	24	1
30	3	0	9	6	12	30	+士	+士	8	0	16	18	18	50	20
31	0	0	6	3	0	9	—士	士+	11	9	13	11	11	55	46
32	6	0	3	3	10	22	+卅	+卅	9	9	3	6	10	37	15
33	6	13	8	7	12	46	士士	+卅	11	9	15	18	18	71	25
34	9	3	7	9	9	37	士士	++	10	6	6	9	9	50	13
35	7	10	14	12	13	55	+—	卅卅	9	7	7	6	13	42	—14
36	3	3	0	6	3	15	+士	卅卅	9	3	12	12	10	46	31
37	6	7	13	11	16	53	+士	卅卅	10	8	6	6	10	47	—13
78	9	3	9	11	12	44	+卅	卅卅	11	8	12	11	11	53	9
總計	186	176	201	277	369	1209			314	255	304	327	393	1593	
平均	4.9	4.5	5.3	7.3	9.7	31.9			8.3	6.7	8.0	8.5	10.3	41.9	

して作業後の得点が多い。集約的の知覚閾及判断閾を之から求めると、

作業前 判断閾 0.0082N(0.281%) 知覚閾 0.0185N(0.633%) (甘蔗糖)

作業後 0.0042N(0.144%) 0.0162N(0.554%) (甘蔗糖)
さきに著者が甜茶糖を用いて見出した多數例の正常閾値の平均は、

判断閾 知覚閾
男子(60例): 0.0089N(0.305%) 0.0145N(0.496%)
女子(50例): 0.0056N(0.192%) 0.0122N(0.418%)

集約的な閾値は、

判断閾 知覚閾
男子(60例): 0.0070N(0.239%) 0.0157N(0.537%)
女子(50例): 0.0044N(0.151%) 0.0114N(0.390%)

であつたが、今回の検査は材料入手の関係で甘蔗糖を用いたから数値の比較は作業の前と後で行う事にした。上述の様に作業後に平均閾値が高まつていることは疲労が一般に甘味閾値を高めるものであることを暗示している。

なおこの図で注目に値することは、判断閾の附近以下の濃度に対して得点が案外に高いこと

である。このことは被検液を味させたときに正常なら固有ならざる味又は不明確な味を感じて異味又は異様な味として申告する様な場合に、「甘い」という判断及申告が行われることを暗示している。そのことは不明確な感覚内容に対して吟味的態度が充分嚴格でないこと又は、「甘い」と断定する主観的傾向が高まつているという様な事情によるのかも知れない。知覚閾が割合にづれていないこと、知覚閾より上の濃度 0.02N に対する得点が作業前後互に比較的接近していることを思い合わせると、作業後によつて甘味に対する感受性が高まるということの最も主要な要因は、心理的には思考判断が行われる際の甘味に対する自我の構え方がその様な方向にづれるという点にあるらしく思われる。

尙、この調査の被検者には身体的作業と精神的作業とが課せられていたのであるが、そのどちらが上述の様な感覚性のづれを引き起すに與つて力があつたかは今後の研究にまたなければならぬ。作業負荷が如何にして甘味値閾に影響を與えるかという問題に就ては著者は推測を提出する心算はない。たゞ上述の事実を報告して学界の注意を喚起したいと思うだけである。

要 約

1) 38人の女子学生(年令満17~19才の蔗糖に対する甘味感受性を検査した。午前3時間、午後4時間の授業を受けていた彼女等が、朝授業前と午後授業後との変動と3-4-5-6の方式による採点積分法で調べた。

2) 甘味に対する總得点が作業後は大多数の例で増している。

3) 總員を集約的に取扱つて平均的被検者の甘味感覚を代表する曲線(第1図)を作つて見ると、作業後には明かに甘味の感受性が増している。それは検査した濃度範囲の全域に互り知覚閾、判断閾の低下としても認められるが、殊に不明確な味に基づく申告の多い筈の低濃度に対して甘味の申告がなされる傾向が著しく見受けられる。

稿を終るに臨み、恩師福田教授の御懇篤なる指導及校閲を賜つたことを深謝す。

文 献

- 1) 三村信之(1949)味覺閾値の測定法に就いて 民族衛生 16, 4

Summary

1. A manifestation of fatigue due to mental and bodily exercise was found in fluctuation of the sensitivity of sweetness. School girls 38 in number and 17-19 in age were tested on saccharose solution before and after the school hours, which consisted of lectures and practical courses in botany, chemistry and languages, extending over 3 hours in the morning and 4 hours in the afternoon. The intensity of sweetness experienced in each trial was expressed by point-score, 3, 4, 5, or 6 according to the degree of intensity (See the *Race Hygiene* Vol. 16 (1949), No. 4, p. A11)

2. In most of the cases tested, the total sum of the marks was found increased after the work compared to the value before the work.

3. In Fig. 1 (p. 76), all cases were treated collectively and the averages of the scores for each concentration were plotted against concentrations. Both the threshold of judgement (C_j) and the threshold of perception (C_p) were found displaced to lower concentrations. The curve for the tests after the school work runs along a course situated higher in the diagram than the curve for those before the work. The gap between the two curves of sweetness sensation is especially obvious for lower concentration in the neighbourhood of or just above the threshold of judgement.

4. Thus the persons seem after the work more predisposed to detect sweetness.

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

蛙の食鹽代謝に於ける腦下垂体前葉の意義 612.492

The Role of Anterior Hypophysis upon the Salt Metabolism of Frogs

鈴木陽之助 (Suzuki - Yōnosuke) *

I. 緒言

著者は前報 (9) に於て食鹽代謝に於ける副腎皮質の意義を研索し、食鹽負荷による蛙の食鹽液排泄能の増強は副腎皮質の賦活 (夏期細胞の増殖・利尿因子の生産増加) によるものと推定を下した。こゝに問題となるのはこの順應現象が食鹽負荷の副腎に対する直接作用によるものか、或は腦下垂体前葉を介しての間接作用の結果かの点である。前葉より Adrenocorticotropic Hormone (A. C. T. H.) が分泌され副腎皮質を刺戟する事実が Collip 等 (1) により見出されて以來 A. C. T. H. に関して皮質機能との関係が追求され、外的刺戟 (Stress) を受けた動物の副腎肥大の現象も腦下垂体別出動物では遙かに軽度である (6) 等副腎皮質の変化は前葉を介しての結果であろうと推論され來つたのであるが、未だ食鹽代謝 (或は電解質体内分布) に関する副腎皮質機能と前葉との関係については明かにされていない (考察の項参照)。この意味に於ても明かに副腎皮質ホルモンの関係する蛙の食鹽代謝に於ける前葉の意義を決定することは重要な問題である。依つて著者はこの点を明かにすべく以下の実験を試みた次第である。

II. 實驗方法

実験にはトノサマガエル (*Rana nigromaculata*) を使用し体重測定その他實驗方法は前報 (9) の如くである。

蛙の前葉別出は脊位固定に於て兩顎を可及的に擴大し、上顎粘膜中央に縦切開を加え前葉の透影する部位で上顎骨に小口を穿ち、直下に出現する前葉を摘出する簡單且つ容易な方法による。蛙は術後正常蛙と同様に活潑な運動を呈し、

後葉障得による体色変化は見られない。

尙實驗に使用した前葉抽出物は塩野義製品の粗製エツキス (プレホルモン) で、副腎皮質ホルモンは當研究室に於て抽出した水溶性分割利尿 (因子 2, 3) である。

本實驗に於ては前葉は、解剖書によれば Pars posterior と、又後葉は Pars anterior と記載されて居る部分を指している。何となれば Pars posterior は腺構造を呈し哺乳動物の前葉に相當するものと考えられ、Pars anterior は神経細胞部で哺乳動物の後葉に相當するものと考えられるからである。

III. 實驗成績

1. 前葉別出蛙の食鹽液排泄能

こゝに食鹽液排泄能とは既報 (5, 9) の如く皮下淋巴腔に等張食鹽液 (体重の 1/10 量) を注射したる後温室中にて主として腎臓を介しての塩・水分の排泄により原体重に復歸する迄の時間を以て判定するのである。食鹽液排泄能實驗は豫め蛙を 2~3 日間温室中に放置し余剰水分の排泄を待つて行う (測定法の詳細は福田・鈴木 3 参照)。結果は第 1 表に見る如く対照蛙の排

第 1 表 蛙の等張食鹽液排泄能に對する腦下垂体前葉その他の影響 (説明本文; 5 匹平均値)

	排泄時間	
	被檢蛙	對照蛙
前葉別出蛙	術後 3 日目	13 40
	〃 4 〃	18 49
	〃 7 〃	13 40
	〃 9 〃	12 33
	〃 15 〃	15 39
	前葉エツキス連日投與	〃 3 〃 33 40
	〃 4 〃 33 49	
前葉エツキス連日投與	{ 3 日間 31 39	
	{ 4 〃 33 39	
利尿因子 1 蛙單位投與蛙	13 39	
同上 + 前葉エツキス投與蛙	14 39	
連日食鹽液投與蛙 (6 日間)	5.5 15*	
同上 + 連日前葉エツキス投與蛙	14 15*	
後葉別出蛙	42 39	

* 千葉醫科大学生理学教室労働生理研究室

* 1 日間のみ温室内放置後試験

泄時間は約40時間で殆んど短時間内では排泄不能の状態にあるが、前葉別出蛙に於ては著しく排泄時間が短縮され約14時間前後となる。尙尿中Cl排泄も著しく増加する(第2表)。この様

第2表 尿Cl排泄(5時間値)19°C

症例	前葉別出蛙		対照蛙	
	排泄時間	尿Cl量(mg)	排泄時間	尿Cl量(mg)
1	5.9	0.48	33	0.02
2	6.3	0.45	20	0.04
3	5.3	0.54	13	0.05
4	7.2	0.50	13	0.06
5	6.3	0.45	20	0.04
6	6.7	0.43	20	0.04
7	7.2	0.40	16	0.05
8	6.3	0.40	27	0.02
平均	6.4	0.46	20	0.04

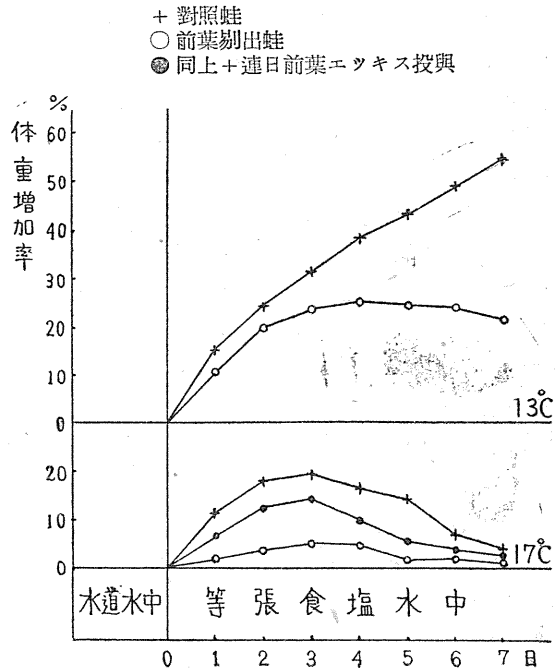
な前葉別出効果は術後早期より見られ経過日數に無關係に殆んど一定である。尙前葉別出に代えるに前葉のパクレン焼灼を行つても同様な排泄能増強が見られるが、後葉別出は排泄能増強に關係がない。

次に前葉別出と同時に前葉抽出物の投與(術後連日プレホルモン1筒500ラツテ單位と稱する製品を皮下投與)を試みるに第1表に見る如く術後3日及び4日目の測定に於て排泄時間は対照蛙のそれと略々同様な値を示す事を知つた。

かくして前葉別出に依る食塩液排泄能増強は前葉ホルモン缺乏に直接起因すると考えることが出来る。尙正常蛙に前葉抽出物を同様連日投與するも排泄時間に影響はみられない。即ち前葉ホルモンの塩・水分代謝に關する影響はそれが缺乏した時に顯著に現われるのである。

既報(5, 9)の如く蛙を等張食塩液中に飼育する際の浮腫発生並びにその経過は蛙の食塩液排泄能及びそれが食塩負荷による順應的増強機轉により支配され、環境温度によつても著しく影響されるものである。しかしこゝに見る食塩液排泄能増強機轉に關して副腎皮質が重要な因子であることは當研究室に於て反復證明されたことである(2, 5, 9)。こゝに於て上記の如く蛙食塩液排泄能を支配する他因子である前葉が如何なる影響をこの浮腫経過に及ぼすか検討を試みる次第である。結果は第1図に示す如く

第1圖 等張食塩液飼育時の蛙浮腫経過に對する脳下垂体前葉別出の影響(5匹平均値)



持続的浮腫を呈する比較的低温(13°C)に於ては前葉別出蛙は対照蛙に比較して体重増加はより早く定常状態となり且つ浮腫程度も遙かに輕微である。尙前葉別出の影響は対照群が典型的な一過性浮腫経過を示す常温(17°C)に於てより明白となり同図にみる如く前葉別出蛙は殆んど浮腫を示さない。この際前葉別出蛙に連日プレホルモン1筒を皮下に投與するならば対照蛙と殆んど同様な浮腫経過を示すこと第1図に見る如くである。

以上の実験より蛙の等張食塩液中飼育の際に見る浮腫経過就中常温に於ける浮腫の自然消退を支配する食塩液排泄能増強機序には、既報(5, 9)の副腎皮質の外脳下垂体前葉も密接な關係を有するものと考えられる。

2. 脳下垂体前葉と副腎皮質の關係

上記の如き前葉別出効果は如何にして招來されるのであろうか。第1表に見る如く前葉別出に依り副腎皮質ホルモン(利尿因子)投與時と同様な食塩液排泄能増強が見られることから、こゝに利尿因子分泌に關係ありと考えられる副

らく利尿因子生産増加を招き食塩液排泄能増強が行われるものと解せられるに到つた。

最近 Joseph 等 (4) は前葉機能障碍時に経口的水分並びに食塩液排泄能減弱を報告したが、ラツテ脳下垂体別出による排泄能減弱が前葉ホルモン投與によつて回復されない事は不合理の如く考えられる。尙 Selye 等 (7) はラツテに於て食塩負荷時の前葉の組織的变化を追求し後葉の特有な変化の外前葉の塩基好性細胞にも変性をみると云つて居り、食塩負荷が前葉に影響する可能性は一般的現象と思われる。

この点に関し特記すべきは食塩負荷蛙は何れもメラニン細胞の収縮によつて体色が明色を呈し恐らく脳下垂体後葉の分泌機能の低下を來すものと考えられることである。後葉ホルモン (pitressin) は蛙食塩液排泄能を副腎皮質エツキスと同様増強せしめる (8) のであるから、この点から見て食塩液排泄能の食塩負荷による増強は後葉の機能変化では説明出來ない。

尙エピネフリン注射後も蛙食塩液排泄能は増強するのであるが、これはエルゴタミン同時注射によつて完全に抑制され得る (3) のであり、前葉別出蛙ではエルゴタミン處置に於ても何等排泄能減弱は起らない。故に前葉別出蛙の排泄能増強はエピネフリン過分泌によるものと考えられない。この点からみても前葉変化に起因して食塩液排泄能を増強する内分泌的因子としては現在のところ副腎皮質の利尿因子以外には考えられない。

最後に Collip 等 (1) が観察する前葉別出ラツテに於ける副腎皮質の変化であるが、所謂萎縮現象は束状層に限られて居り、網状層にはみられない。この束状層萎縮が果して皮質機能不全を意味するか否かは問題であり、ともかくも蛙の副腎に於ては前葉別出はエオゲン好性の夏期

細胞の増殖を來し同時にリポイド細胞の減少をみるのであり副腎皮質機能はすくなくとも塩・水分代謝に關する点では充進しているのである。この点の比較解剖的關係については目下當研究室で檢索中である。

V. 總 括

1. 脳下垂体前葉別出により蛙食塩液排泄能は増強し、且つ副腎に於ては夏期細胞の著明な増殖をみる。
2. 脳下垂体前葉別出蛙に前葉エツキスを投與すると食塩液排泄能の増強は抑制され、且つ副腎夏期細胞の増殖も抑制される。
3. 食塩負荷による蛙の食塩液排泄能の増強並びに副腎夏期細胞の増殖も同様前葉エツキス投與によつて抑制され得る。
4. かくして食塩負荷による順應的食塩液排泄能増強は前葉を介して副腎皮質に働きその機能充進を來すためと考えられる。

筆を置くに當り、いつも変りない愛情と強い研究心を與へて、お導き戴いた恩師福田篤郎助教授に心からお禮を申し上げます。

文 献

- 1) Collip, J. B., E. M. Anderson and D. L. Thomson (1933) *Lancet* 225, 347
- 2) 福田篤郎 (1949) (*Endocrinology* に掲載豫定)
- 3) 福田篤郎・鈴木陽之助 (1949) (*日本生理誌* 掲載豫定)
- 4) Joseph, S., M. Schweizer, N. Z. Ulmer, and R. Gaunt (1944) *Endocrinology* 35, 338
- 5) 河村謙二 (1947) *日本生理誌* 10, 165
- 6) Selye, H. (1936) *Brit. J. exp. path.* 17, 234
- 7) Selye, H. and C. E. Hall (1943) *Anat. Rec.* 86, 579
- 8) 椎名房男 (未發表)
- 9) 鈴木陽之助 (1949) *日本生理誌* 11, 86

Summary

In the anterior hypophysectomized frog it has been demonstrated that the power of urinary excretion of saline solution given to the frog can be enhanced enormously and that in the adrenal gland the so-called "Summer-cells" proliferate markedly.

These characteristic changes which are quite similar to that observed in salt-adapted frogs

(ref. previous communication) can be completely suppressed by the administration of sufficient amount of anterior hypophyseal extract both in anterior hypophysectomized and saltadapted frogs.

Moreover, frogs receiving anterior hypophyseal extract daily shows permanent edema in isotonic salt solution, and does not recover from it.

Thus it seems most likely that the adaptation process (spontaneous recovery from edema) observed in frogs which is mainly due to the activation of adrenal cortical cells (ref. previous communication), is through the action of anterior hypophysis.

(Department of Physiology, and the Institute for Labour Physiology, Chiba Medical College)

静脈の伸展性に就て 612.134.144

(日本学術會議補助による)

On the Extensibility of the Venous System

渡邊澄男 (Watanabe - Sumio)*

I. 緒言

血液循環は1つの血管系として、動脈系、毛細管、静脈系と區別され、其の中でも静脈は同一血管系に在り乍ら動脈に比してその構造、機能が著しく異なつており(6)、前2者に対しては比較的多くの研究がなされているが、静脈に於ては常に遅れ勝ちである。

FuchsはすでにV. cava, V. Jug. int. V. femoralisを摘出する際、此等の静脈は著明に短縮し、Trieipelはまた体の運動に依つて50%も静脈の伸展する事を記載している(3)。伸展性の研究には輪狀標本、短冊標本、オンコメーター等に依る方法が用いられ(2, 4, 5, 9)内圧と容積との關係に就ては1881年 Roy(5)が猫のV. cava caud.を用いて0mmHgから10mmHgまでの内圧の変化に於てその容積は著明に増大し、40mmHgに於ては殆んど極限に達し、約2倍の容積を示すと述べた。

其の後、堂野前(2)、木内(4)、入澤(1)、吉中(9)の報告があり、多くは切片標本に依る伸展性を見ており、静脈組織構造よりすれば、此等は輪走筋の組合せにより又弾力纖維等の配列、走向も異なるので輪狀、短冊切片標本により當然異なつて來るものと考えられる。又此等の方法では長さ或は口径の変化を主として記載しているに過ぎない。然るに入澤(1)はMareyの方法を改良し脈管の容積変化の実測をその時の圧と同時に測定し得る方法を考案し、之に依つて實際に必要な容積全体の変化を知る伸展性を動脈の各部に於て求めた。

そこで私は各部の静脈系に互つて此の方法に依る内圧及びアドレナクンと容積変化の關係を

求め動脈と比較し様と試みた。

II. 實驗方法

装置及び操作。装置は内圧と容積とを同時に測定し得るもので入澤の行つた方法と大体同様であるが静脈の場合は極めて僅かの圧、例えば1.5~2.5mmHgに於ても既に大なる容積増加を伴うので豫め水圧を加え置く様な事は避けた。即ち0.1cc毛細管ビベットの先きへゴム管をつけそこへ血管カヌーレを挿入する場合ビベットの先きから血管後端迄の長さが約3.5ccを超えない様にし、且カヌーレが成る可く水平に保たれる様に注意した。なお10mmHg以下の加圧に際しては水圧計を用い實驗後これをHg圧に換算した。又摘出血管は止むを得ざる場合の他は肉眼的形狀に大差なきものを用いた。

本實驗に於て得た容積の誤差の範圍は1/250cc以内であつた。

實驗材料 80~300gの藁

實驗時室溫 15~20°C

III. 實驗成績

(A) 内圧と容積変化及び伸展率

V. abdominalisに就ては第1表A, 第1図A曲線の如く0.1mmHgから1.5mmHgまでの加圧では殆んど容積増加を認めないが2.5mmHgまで加圧すると急に容積を増す。而して10mmHgの内圧に於ける容積は5mmHgの内圧に於ける容積の2倍強、内圧40mmHgの場合の容積もまた10mmHgの場合の容積の約2倍である。然し10mmHgの場合の容積の3倍の容積に達するには約300mmHgの内圧を要する。今此の事実を一層明確に把握するために伸展率 $(\frac{dv}{dp})$ 、即ち夫々の内圧に於ける増加容積(dv)と單位圧

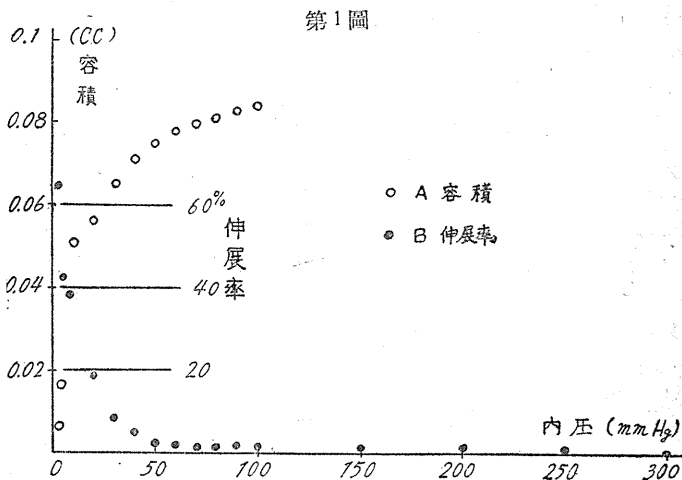
* 廣島医科大学脈管学研究所

(dp) との比を求めれば第1表 B 第1図 B曲線の如くである。即ち0mmHg から2.5mmHg までの間の伸展率が最も大で、2.5mmHgから5mmHgまでの伸展率はそれよりも稍小であり次いで内圧の高まるに拘らず伸展率は却つて減少し、70mmHg 以上になると殆んど伸展しなくなつて来る。

次に静脈系の各部位即ち V. cava; V. portae; V. ilica communis; V. pulmonalis; V. hep-

atica; V. femoralis; V. brachialis に就て実験した。その成績は第2表の如くであつて V. ab-

dominalis に準じた値を示し各静脈系の間に於て意義ある変化を認める事は出来なかつたが、



第1表 内圧と容積及び伸展率の変化 (V. abdominalis)

内圧 (mm.Hg)	1.5	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300
A 容積1/10000cc	0	65	163	353	553	650	715	748	780	800	813	832	845	910	943	975	1007
B 伸展率dv/dp	/	65	42.4	39.1	19.5	9.7	6.5	3.2	3.2	2.0	1.3	1.9	1.3	1.3	0.7	0.6	0.6

第2表 各部位静脈系の内圧と容積

部位 内圧	V. cava		V. hepatica		V. portae hepatica		V. ilica com.		V. femoralis	
	容積 (10 ⁻⁵ cc)	伸展率 (dv/dp)	容積 (10 ⁻⁵ cc)	伸展率 (dv/dp)	容積 (10 ⁻⁵ cc)	伸展率 (dv/dp)	容積 (10 ⁻⁵ cc)	伸展率 (dv/dp)	容積 (10 ⁻⁵ cc)	伸展率 (dv/dp)
0	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—
1.5	殆んど0	—	殆んど0	—	殆んど0	—	殆んど0	—	殆んど0	—
2.5	65	65	65	65	—	—	65	65	—	—
5	228	65	171	42.4	130	—	165	40	123	—
10	488	52.1	342	34.2	260	26	360	39	244	24.5
20	650	16.2	504	16.5	390	13	554	19.4	342	9.8
30	743	9.8	602	9.8	455	6.5	650	9.6	407	6.5
40	810	6.5	667	6.5	438	3.3	715	6.5	439	3.3
50	845	3.2	699	3.3	520	3.2	748	3.3	472	3.3
60	884	3.9	732	3.3	543	3.2	780	3.2	504	3.3
70	917	3.3	758	2.6	562	1.9	815	3.5	533	2.9
80	962	4.5	774	1.7	579	1.7	820	0.5	546	1.3
90	1008	4.6	793	1.9	595	1.7	828	0.8	569	2.3
100	1040	3.2	813	2.6	612	1.7	845	1.7	582	1.3
150	1183	2.8	894	1.6	657	1.1	910	1.3	654	1.4
200	1313	2.6	920	0.5	722	1.1	945	0.7	706	1.0
250	1398	1.7	959	0.7	774	1.0	970	0.5	748	0.8
300	1463	1.3	991	0.6	810	0.7	1000	0.6	771	0.5

第3表 アドレナリンの容積に及ぼす影響

溶液	V. cava tau.		V. abdominalis		V. ilica com.	
	容積 (10 ⁻⁵ cc)	収縮度 (%)	容積 (10 ⁻⁵ cc)	収縮度 (%)	容積 (10 ⁻⁵ cc)	収縮度 (%)
Ringer氏液	227	—	975	—	650	—
Adrenalin 10 ⁻⁶	—	—	1690	—	520	20.0
			618	36.6		
" 10 ⁻⁵	—	—	585	40.0	390	40.0
			975	42.3		
" 10 ⁻⁴	97	57.1	390	60.0	293	55.0
			780	53.8		

これに就ては更に実験が進められなければならない。

(B) アドレナリンと容積及び収縮率との関係
本実験では先づ Ringer 氏液中で10mmHgの内圧に於ける容積を求め、此を原容積とし、次いで Ringer 氏液を アドレナリン-Ringer氏液に代えた時同圧の下で容積が如何に変化するかを見た。その成績は第3表に見る如く、アドレナリン 10^{-4} の濃度では容積は原容積に対して約54~60%の収縮率、アドレナリン 10^{-5} では約40~45%、アドレナリン 10^{-6} では19.2~36.6%の収縮率を示した。

IV. 考察と總括

以上の実験に依り、静脈の伸展性は比較的低い圧に於て最も著明である。今此を入澤の動脈に於ける実験と比較するに動脈の伸展性は30~40mmHg に於て最も大であるとしたが、静脈に於ては2.5~10mmHg で既に最大の値を示し動脈伸展曲線がS字状とした(8)のに対して静脈に於ては寧ろf字状を呈している。Franklin(3)は過度に強い圧、或は長時間の加圧を用いない限り静脈はもとの形にかえらした。静脈内圧は動脈内圧に比較して極めて低く、静脈の伸展性も低圧に於て既に弾性の極限に達するものと考えられる。彼は又犬、猫の胸部に於けるV. cava caud. は膠様繊維が波状を呈せず、規則正しく十字に交るらせんの網をなしているといえ、此等の膠様繊維が弾性を有しないとすれば、その走向が長軸と55°の角をなす時に最も

血管の容積を大ならしめるとした。Benninghof(3)は膠様繊維はちみつならせん網をなし、収縮の状態では波状を呈しているが此の波状がのびる時は著しく口径が擴大するといっている。

入澤は動脈系の各部位に於る伸展性の差異を認めているが、静脈に於てはこれの著明な結果は得られなかつた。これに就ては更に他種の動物によつて実験がなされなければならない。静脈の壁構造は直角に交叉する輪走筋、縦走筋を主としているが、その他にも部位に依り斜走筋を有しており、又弾力繊維、膠産性繊維も種々な方向に走つていたので此の伸展性が筋及び他の繊維自身の伸展性に依るか、又は走向及び成型性に依るかは更に分析的な実験を必要とする。

文 献

- 1) 入澤 宏(1946) 動脈各部の受動的収縮性に就いて。日本生理誌 10, 45
- 2) 堂野前維摩郷・元村 馨(1936) 血管トーマスに關する研究。日新醫學 27, 1259
- 3) Franklin, K. J. (1937) "Monograph on veins" Charles C. Thomas, p. 39
- 4) 木内 茂(1938) 小血管壁の弾性に就いて。日本生理誌 3, 304
- 5) Roy, C. S. (1881) The elastic properties of the arterial wall. J. of Physiology, 3, 136
- 6) Scharfer, F. A. (1900) "Textbook of physiology," London, 2, 37
- 7) 渡辺俊男(1949) 静脈の構造と分類に就いて。廣島醫學 II, 7, 234
- 8) Wigers, C. J. (1938) The influence of vascular factors on mean pressure, pulse pressure and phasic peripheral flow. Am. J. of physiol., 123, 646
- 9) 吉中豊久(1949) 血管の受動的収縮性に就いて。廣島醫學 II, 41, 116

Summary

It is supposed that the venous extensibility are different from that of arteries, as we found the great difference between the histological structure of veins and arteries.

Earlier conception were made by many experiments on the longitudinal or horizontal strips of veins. Therefore, I carried out my experiments with the method which indicate the changes of venous volume and pressure simultaneously.

The results of our experiments, data in the abdominal vein of toads; at the low internal pressure, e. g. 0~1.5mmHg, volume of the vein shows no change. But when the pressure increases to 2.5 mmHg, the volume of the vein increases rapidly. The volume, in the case 10mmHg of internal pressure, is twice of it at 5mmHg. But we must give 300mmHg pressure in the vein to increase thrice the volume at 10mmHg. The extensibility (dv/dp) of the vein is largest at 2.5~5mmHg, and minimum extensibility of the vein is observed at 70~250mmHg.

In the solution of 10^{-4} adrenaline, the vein contracts 54~60%; in 10^{-5} adrenaline solution contracts 40~43%; and in 10^{-6} adrenaline solution contracts 19.2~3.6%

The changes of volume and extensibility of veins reach to the maximum at remarkable lower pressure than arteries.

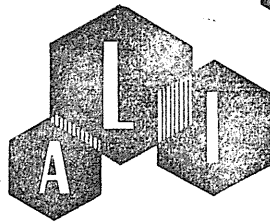
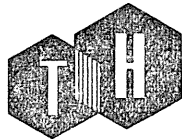
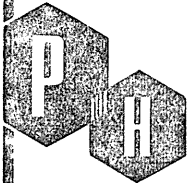
(Department of Angiology, Hiroshima Medical College)

腸内疾患に

サルファ剤の新しい分野

體液に移行しないサルファ剤として腸内に於ける大腸菌・赤痢菌等に對して大きな力を及ぼす本劑は化學療法に於ける新分野を拓くものとして注目を浴びて居ります。

大腸炎・細菌性下痢・赤痢・疫痢に



フタリヂン
カセイ

製法特許 175501

製造元 三菱化成工業株式会社化成本部

販賣元 株式会社 中瀧商店

急速に血中濃度を高める……

効果普遍のサルファ剤

肺炎・淋疾・疫痢・中耳炎・軟性下痢等に

☆本劑はサルファ劑中吸收及排泄最も速く短時間に最高血中濃度に達し、且つ尿中濃度サルファ劑中最高にして副作用微少なり
☆故に肺炎・淋疾・其他の化膿性疾患に對し極めて顯著に作用し又ペニシリン無効領域たる疫痢・軟性下痢に對しても亦奏功す

◇投薬には簡易な錠劑を！ ◇新發賣 醫家向新包裝 500瓦500錠

國民醫藥品集 スルファチアゾール



山之内製藥株式会社

ネオアルバジール

粉末・錠劑

昭和二十五年四月二十五日發行

編輯兼
發行人

東京部文京區本郷五丁目
東京大學醫學部生理學教室內
戸塚武彦

印刷者
印刷所

山形縣山形市馬場町甲三
三武次郎

鶴岡印刷株式會社

發行所

東京部文京區本郷五丁目
東京大學醫學部生理學教室內

日本生理學會

振替東京八六四三〇番
會費一ケ年金五百圓
(昭和廿五年度)

中外製藥の良心的医薬品

腦溢血の予防と治療に

ヒカルチン錠
—ルチン錠

肺炎・淋疾・其他一般化膿性疾患に

ネオヂセプタール
スルファメチルチアゾール 末・注・錠

バセドウ氏病の特効劑

メチオジール
メチルサイオユラシール劑 末・注・錠

ビベンジル系新合成卵胞ホルモン劑

ロバール
注(油溶・水溶)錠

嫌・好・氣性兩菌を併殺する

ホモスファルミン「中外」
(略名ホモズル) 末・注・錠

變質・強壯・解毒に

ヨードプロカノン
靜注

特にロイマチス・坐骨神經痛に

アロピラザルプロ
(略名強力アロプロ) 靜注

鎮痛・消炎・解熱に

ザルソプロカノン
(略名ザルプロ) 2.5% 靜注

製造元 中外製藥株式會社



帝國臓器のホルモン製劑

天然女性ホルモン

オパホルモン

注・錠・バスタ

強力男性ホルモン

エナルモン

注・錠

合成女性ホルモン スロクソン
腦製血圧下降劑 ズフトニン
副腎皮質ホルモン インテレニン
腦下垂体前葉製劑 ヒポホリン

肝臟製増血劑 ナルピン
心臓製強心劑 カルヂノン
脾臟製止血劑 オポスタチン
男性性腺ホルモン スペルマチン

製造發賣元 帝國臓器製藥株式會社 東京部港区芝南佐久間町2丁目1番地