

日本生理誌第15卷3号昭和28年3月1日発行 (毎月1日発行)
〔昭和27年5月6日第3種郵便物認可〕

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第15卷 第3号

Vol. 15 No. 3

昭和28年3月1日発行

March 1953

原 著

- 李 鍾 晩：静脈内注射された諸物質が血液の凝固に及ぼす影響……………107
- 李 鍾 晩：過敏症性ショックが血液凝固に及ぼす影響について……………116
- 正 井 章 一：平滑筋の被刺激性に及ぼす諸種イオンの影響……………120
- 正 井 章 一：平滑筋の負傷電位に及ぼすアルカリ金属並びにアルカリ土金属イオンの影響…129
- 吉 田 穰：ヒキガエルの網膜における静電位の本態及び静電位による順応の研究……………133
- 小 田 中 貞：知覚神経呼吸反射 (第1報) 脊髄後根刺激時に発現する呼吸過常 (Hyperpnoe) について……………143
- 福 田 正 弘：人体々温調節機能の季節変動に関する研究 (第2報) 体温調節機能の季節変動の性的差異……………150

地 方 小 学 会 報

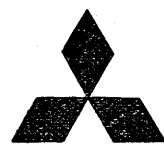
- 第5回近畿生理学談話会……………158

附：正誤表

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

三菱化成の



良純薬

★ ペ ニ シ リ ン
★ パ ス ン
★ フ タ リ チ ン
★ ス ル フ ア チ ア ソ ー ル
★ サ ル フ ア ダイ ヤ ジ ン
★ プ レ ソ ン



本社 東京都中央区銀座西6の6 工場 八幡市黒崎

ねむけのない レスタミン

抗ヒスタミン剤

ネオレスタミン

ねむけのない、注射しても
少しも痛くない、新しい
レスタミンが出来ました

① 催眠作用なし・・・ねむくない
臨牀的に発現するねむ気は僅か2パーセント

② 注射は無痛・・・小児にも注射容易
局所へのなじみは特に優れ、大量の皮下注射
も可能。運用によるシコリその他の心配
なく、注射時の疼痛は全くない

③ 特に医家の御試用を賜わり度し

詳細文献ハガキにて請求次第送致す。向一般
の方には十一月二十八日朝日新聞(東京)紙
上に説明されて居りますから御参照下さい。
交通従業員・炭鉱労務者 其他危険な作業
に従事中の使用には、なるべく本剤の御使用
をお奨め致します。向、今までのレスタミン
コーワは従来通り製造販売して居ります。

荨麻疹・瘙痒性皮膚疾患

気管支喘息・其他アレルギー疾患

注射(四〇錠 一〇管) 一三〇円
錠剤(一〇錠 三〇錠) 一五〇円

製造元 興和化学 東京・日本橋本町四ノ六
(興和産業薬品部) 名古屋市中区本町二ノ三
販賣元 中村瀧商店 東京・日本橋本町三ノ五

静脈内注射された諸物質が血液の凝固に及ぼす影響 612.115.3

Influence on Blood Clotting of Substances Intravenously Injected in Rabbits and Dogs.

李 鍾 晩 (Ri-Shoman)*

I. 食塩又は葡萄糖の高張性溶液の 静脈内注射

食塩の経口的投与又は高張性食塩溶液の静脈内注射が、血液凝固を促進すると云う実験報告(v. d. Velden, R., ²⁶⁾1947)の現われた以後、食塩を臨床止血の目的にしばしば使用されて来た。果して之が斯る目的に有効であるか否かを批判する実験はすでに阿部¹⁾(1936)によってもなされたが、さらにこの問題を再検討する目的を以て、高張性食塩溶液及び葡萄糖溶液を用いて次の様な実験を行った。

実験方法

実験動物としては兎を用い、凝固時間の測定方法は既に述べた(福田・大山¹⁵⁾1932, 李¹⁹⁾1951)と同様福田早瀬法によった。採血は頸静脈から行い、なるべく血管を露出する爲めの創口を小にし、且つ採血後に圧迫子を用いて失血を殆んど無くするように努めた。塩化ナトリウム及び葡萄糖の等張性溶液(食塩は0.9%, 葡萄糖は5.0%)溶液のほかに之よりも10割, 20割, 30割増しの高張性溶液を作って之を夫々家兎体重1kg当り8ccの割合に静脈内に注射した。

注射直後及び注射後15分, 30分, 60分, 90分, 120分 前後に採血して凝固時間を測定した。

実験成績

1. 食塩

A) 0.9% 食塩溶液の場合

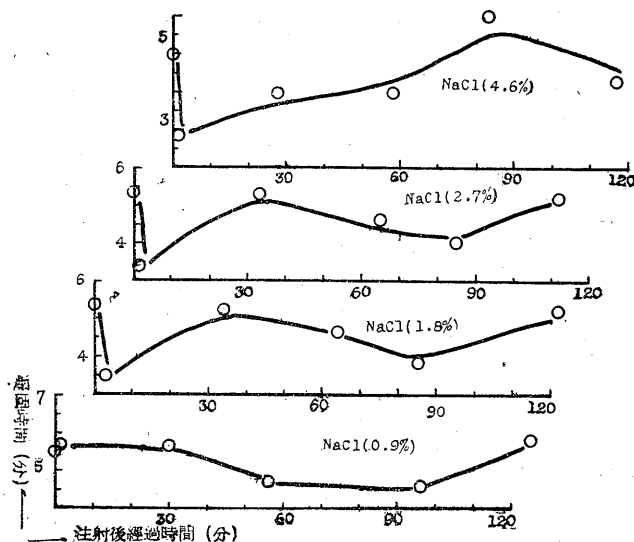
此の場合には血液凝固時間に格別な変化が表われなかった。即ち家兎に於て実験経過中(約

2時間)持続的に採血して測定した正常血液凝固時間の生理的動揺と何等異なる処がなく、凝固時間の動揺は1分以内にとどまった(第1図)。

B) 1.8% 食塩溶液の場合

之を家兎体重1kg当り8ccの割合に静脈内に注射すると、生体内に於て血液の滲透圧が約1割方高まる計算になる。この場合には各実験例に於て多くの場合注射後5分以内に凝固時間の短縮が表われたが、其の後に於ては一般に著明な動揺が現われる場合が多かった。

C) 2.7% 食塩溶液の場合



第1図 高張性食塩溶液静脈内注射が血液の凝固性に及ぼす影響

此の場合には生体内血液の滲透圧が2割方高まる計算になるが、各実験例に於て注射直後に血液凝固時間の短縮を來す場合が多く、正常血液凝固時間より約半減する場合もあった。其の後は B) 項に於けると同様に凝固時間の動揺が著しかった。

D) 3.6% 食塩溶液の場合

此の場合には体内血液の滲透圧が生理的單位

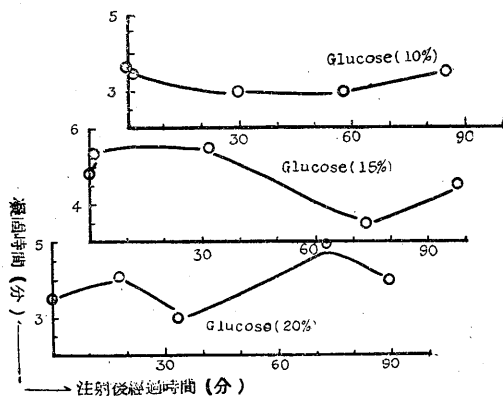
* 東京大学医学部生理学教室 旧姓名：大山英男

で約3割方高まる計算になるが、注射直後に於ける凝固時間の短縮がB), C) 項に於けるよりも長時間持続する場合が多く、其の後の経過には著しい動揺が表われた。

2) 葡萄糖

A) 10%葡萄糖溶液の場合

之を家兎体重1kg 当り 8cc の割合に靜脈内に注射すると、生体内血液の滲透圧が1割方高まる計算になる。此の場合には等張性葡萄糖溶液を注入した場合と同様に実験全経過中に凝固時間に格別な変動が表われなかった(第2図)。



第2図 高張性葡萄糖溶液靜脈内注射が血液の凝固性に及ぼす影響

B) 15%葡萄糖溶液の場合

此の場合は生体内血液の滲透圧が生理的單位で2割方高まった結果になる。而して各実験例に於て実験全経過中、血液凝固時間の動揺が著しく表われるが、格別の短縮現象は現われなかった。

C) 20%葡萄糖溶液の場合

此の場合には生体内血液の滲透圧が生理的單位で約3割高まった事になる。而して各実験例に於て B) 項の場合と同様に血液凝固時間の著しい動揺が表われた。

総括及び考按

高張性食塩溶液で生体内血液の滲透圧を1割, 2割, 3割方上昇せしめた場合に何れの例に於ても注射直後に血液凝固時間が短縮する場合が多く、或る実験例に於ては正常血液凝固時間が5分程度のものが3分合に短縮する場合もあっ

た。しかし此の初期作用としての凝固時間短縮が一時的で、注射後30分頃から著しく動揺を示す場合が多い。此の事実から考えると、高張性食塩溶液の靜脈内注射に依って血液の滲透圧の上昇を來し、其の結果水分が組織液から血液中に一時多量侵入するとともに組織液成分も入って、凝固時間の短縮を來すことが考えられるが、同時に肝臓等から凝固促進物質や阻止物質が動員されて調整が行われることも想定される。とにかく此の事実は v. d. Velden²⁶⁾ (1907), 沢田²⁰⁾ (1926) 等の報告と一致する。而して先ず血液の中に入って來た凝固促進物質が直接に之と拮抗作用を呈する或る物質を産する臓器に影響を及ぼして、其れが血流中への動員を促がして凝固時間の遅延が現われ、交替的変動として動揺が表われることが考えられる。高張性葡萄糖溶液を以て生体内の血液の滲透圧を高めた場合には、食塩を以てした場合の初期短縮作用は缺除するも、一般に著明な動揺が現われた。

摘 要

A) 高張性食塩溶液の靜脈内注射に依って家兎の血液の滲透圧を生理的單位で1割, 2割, 3割方上昇せしめた場合には、注射直後の血液凝固時間の短縮があり其の後の経過に於ては著明なる凝固時間の動揺があることを認めた。

B) 高張性葡萄糖溶液の靜脈内注射に依って家兎の血液の滲透圧を生理的單位で1割, 2割, 3割方高めた場合には、全経過中に著明なる動揺のみを認めた。

II. Adrenaline 及び Vitamin K の靜脈内注射

Adrenaline の血液凝固に及ぼす作用に就いては Vosburgh 及び Richards²⁸⁾ (1903) から始めて多数の学者によって検索されたが、其の中の Vosburgh 及び Richards²⁸⁾ (1903), Van den Velden²⁷⁾ (1911) 等は Adrenaline が血液凝固時間を短縮すると称し、Wiggers³⁰⁾ (1909), Dale und Laidlaw⁶⁾ (1911~1912) 等は Adrenaline の斯る作用を認めなかったと言う。

然るに Cannon and Gray⁵⁾ (1914), 平山¹²⁾

(1925) 等は Adrenaline を靜脈内に注入した場合、其の量の多少によって血液凝固に及ぼす作用が異なると云う。斯様に実験者に依って其の成績が一致していない。

著者は Adrenaline に於いて次の様な実験を行って其の作用を検べようと企てた。又 vitamin K に就いては Dam⁷⁾ (1934), Almquist³⁾ (1937) 以來、其の缺乏食に依ってニワトリ雛及び他動物を飼育するときに貧血する傾向のあるのを認められ、且つ綠色葉狀植物や微生物、其の他卵黄又は肝臓組織中にその原因物質 vitamin K が常在成分として存することが示され、此の物質が腸管内で胆汁又は胆汁酸塩の存在に依って腸粘膜から吸収されると考えられている。また vitamin K を合成して靜脈内に注射した場合に血液凝固に有効に作用すると云われ、 vitamin K が肝臓に於て prothrombin 形成を増強するであろうと云われる。著者は vitamin K を靜脈内に注射した場合にその作用の現われ方を検索する爲に次の様な実験を行った。

実験方法

実験動物及び血液凝固測定法は前編に於けると同様である。

A) Adrenaline の場合

三共製千倍塩化 adrenaline 液を原液として之を 0.85% 食塩溶液で稀釈し、家兎体重 1kg 当り 0.1mg, 0.003mg, 0.0005mg の割合に耳靜脈から注入し、注射直後、15分、30分、60分、90分、120分 前後に採血して血液凝固時間を測定した。

B) Vitamin K の場合

Abbott 会社製 vitamin synthetic の原液を家兎体重 1kg 当り 0.1cc, 0.3cc の割合に耳靜脈から注入し、注射後の血液凝固測定は上述したものと同様に行ったが、実施上唯異るのは注射後 2 乃至 5 時間後まで半～1 時間毎に採血して測定した事である。

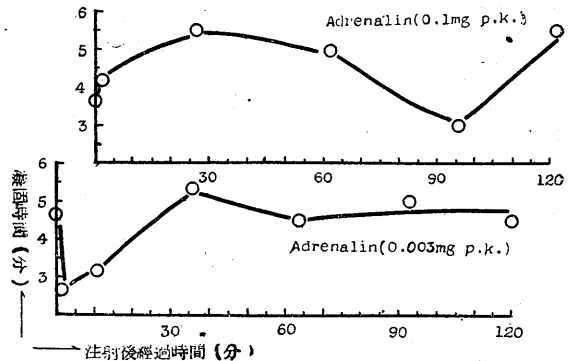
実験成績

A) Adrenaline の作用

家兎体重 1kg 当り 0.1mg を靜脈内に注射した

場合に、或る例に於ては短縮を起す場合もあるが、注射した後から約 1 時間の間に血液凝固時間が遅延する場合が多かった。

又 1kg 当り 0.003mg を靜脈内に注射した場合には短縮する場合が多い。然し、或る例に於て無影響の場合もあった。血液凝固の短縮は注射

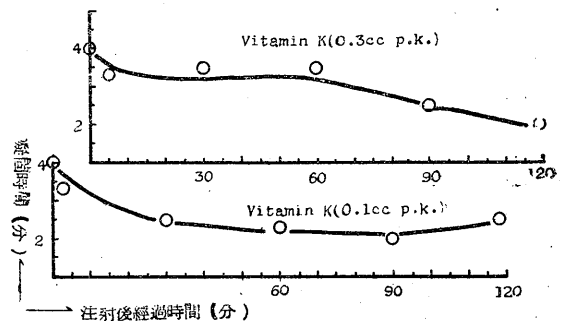


第3図 adrenaline 靜脈内注射の影響

した直後から 1 時間以内に起り、注射後 1 時間以後に於ては略正常の凝固時間にかえる場合が多い。1kg 当り 0.0005mg を靜脈内に注射する時には或る例に於ては血液凝固時間が短縮する場合もあり、或は遅延又は無影響の場合もあって不定であった (第3図)。

B) Vitamin K の作用

Vitamin K synthetic を家兎体重 1kg 当り 0.1cc, 0.3cc を靜脈内に注射する時には夫々家兎体重 1kg 当り 0.02mg, 0.06mg を注入した割合になるが、第4図に示している様に、其の何れの場合に於ても、血液凝固時間の短縮を示し、注



第4図 Vitamin K 靜脈内注射の影響

射してから約 1 時間経過したら顯著に短縮作用を表わし、各実験例に於て正常時間の約半減す

る場合が多い。此の短縮作用が家兎体重 1kg 当り 0.02mg, 0.06mg を注射した場合に注射直後から注射後 4 時間を経過する迄正常凝固時間に復旧しない場合が多かった。

総括及び考按

Adrenaline の生体内血液凝固機轉に及ぼす作用は上述の実験成績に依って明かな如く、量の多少に依って其の反応形式が異なる様である。即ち 0.1mg per kg を靜脈内に注射した場合には遅延的に反応する場合が多い。然し、0.003mg per kg の場合には一般に促進的に反応する場合が多い。又 0.0005mg per kg の場合には実験動物の状況如何に依って遅延的に又は促進的に又は無影響に反応する場合があつて不定である。かゝる事実から考えるに adrenaline は生体内注射に依って、其の量の大小にも関係するが、其の実験動物の其の場合の反応傾向に依って、或る場合には凝固促進物質を又は凝固遅延性物質を動員すると云ふ二元的要因が関係している様に思われる。

Vitamin K を靜脈内に直接注入した場合は上述の実験成績が示す様に其の量の大小に拘わらず、血液凝固時間の短縮を示すが、其の作用が注射後漸進的に増強せられる。之で vitamin K の注入に依って其の短縮作用を起す因となる凝固促進性物質の動員を促すにはある時間を要する様に思われる。著者の用いた用量では兎に於て注射後 1 時間半乃至 2 時間で凝固時間がほぼ半減するのを認めた。

摘 要

1) Adrenaline を家兎体重 1kg 当り 0.1mg の割合で靜脈内に注射した場合には血液凝固時間が遅延する場合が多いが必ずしもつねにそうではない。また 0.003mg の場合には短縮する場合が多く、0.0005mg の場合には血液凝固時間に及ぼす影響が不定であつた。

2) Vitamin K を家兎体重 1kg 当り夫々 0.02mg, 0.06mg を靜脈内に注射した場合には何れの場合に於ても血液凝固時間の短縮を示した。注射後 1 時間半乃至 2 時間で凝固時間が半減した。

Ⅲ. 家兎及び犬に於て Peptone 溶液の靜脈内注射

Peptone を溶液にして靜脈内に注入するとき、血液凝固性の遅延又は消失するを観たと云う報告は既に多くの学者に依って發表されている (Schmidt Mühlheim²¹ (1880), Albertoni²² (1880), Fano⁹ (1881) 等) し、其の本態に就いても種々の説があるが (Fuld u. Spiro¹⁰ (1904), Morawitz¹⁸ (1905), Howell¹⁴ (1911~1912), 渡辺²⁹ (1923) 等) 未だ充分詳かでない。著者はこれの再検討に資せんが爲めに次の様な実験を行った。

実験方法

実験動物は体重 10~12kg の犬と、2~3kg の家兎を使用した。凝固時間測定法は固形 paraffin を塗抹した口径 1cm の試験管を使用した。之は同一時間に多数の実験を同時に行わんが爲めに著者の工夫した方法である。測定前の操作としては福田早瀬型凝固計を使用する際に (福田大山¹⁵ (1932)) 洗滌液として Ringer 液を使用して凝固誘導剤としたが、此の方法では Ringer 液 1 滴を各試験管に注加する事に依って対処した。採血は頸靜脈から (家兎、犬) 行った。

実験材料は Witte-peptone を用い、之を生理的食塩溶液で 10% 溶液に作り、濾過して清澄な液を取り、90°C の水槽中で約 10 分間滅菌して冷却するを待って、38°C になったときに耳靜脈から注入した。家兎に於ては体重 1kg 当り 0.2g, 0.4g, 0.8g の割合に注射し、犬に於ては体重 1kg 当り 0.5g (peptone 量) の割合に頸靜脈から注入した。犬に於ても家兎に於ても注射液全量を約 1~2 分間で注入する様注意して行った。犬に於ては peptone-shock を起してから約 5 分経過して採血して次の様な実験を行った。温度は室温 (20°C) で行った。

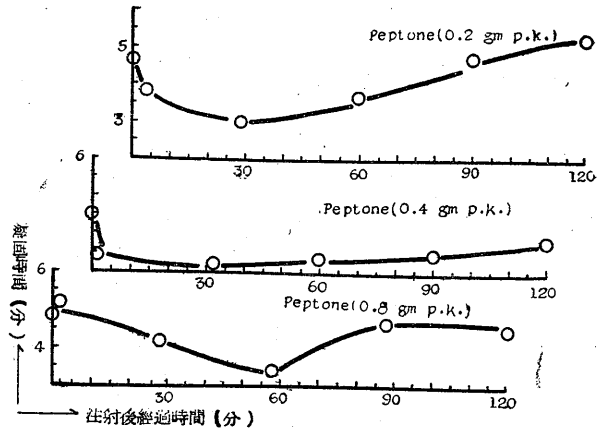
A) 生理的食塩溶液での稀釈実験

之が爲めに試験管 4 本を取って、1 本は対照実験として被檢血液 0.3cc に Ringer 液 2 滴を添加し、他 3 本は夫々生理的食塩溶液 0.3cc, 0.6cc, 0.9cc に被檢血液 3cc 宛を添加して凝固時間を測定した。

B) 脱纖維血漿の添加実験

1) 脱纖維血液を1分間1500回廻轉で7分間遠心沈澱して、其の上澄液を採り、之を1滴、2滴、3滴宛試験管3本に入れ、之等に被検血液 0.3cc 宛を添加して混和し、凝固時間を測定した。実験毎に新鮮なる脱纖維血漿を作って行った。

2) 上記の実験に於て脱纖維血漿を試験管3本に入れ、又之を同量の 37° 枸橼酸ナトリウム溶液を添加して其の各々に被検血液 0.3cc 宛注入して混合し、凝固時間を測定した。



第5図 Peptone 注射と血液凝固

C) 組織液添加実験

天竺鼠の新鮮な脳髓を採り、軟脳膜を剥ぎ取る事に依って血管を除外し、其の脳髓を emulsion 化する迄、硝子棒で臼搗き、次に生理的食塩溶液で 20% 溶液を作り、氷室で 24 時間乃至 48 時間抽出した滲出液を組織液として用いた。之を 1, 2, 3 滴宛添加して測定した。又此の上に 3% 枸橼酸ナトリウム溶液を同じ割合に (上の組織液と) 添加して測定した。

D) 1.16% CaCl_2 溶液の添加実験

1.16% CaCl_2 溶液を試験管 3 本に 1, 2, 3 滴宛入れて血液 0.3cc と混合し、凝固時間を測定した。

E) 水での稀釈実験

試験管 3 本に水を夫々 2 滴, 0.3cc, 0.6cc 入れ、其等に血液 0.3cc を注加して測定した。

F) $\frac{N}{10}$ HCl の添加実験

$\frac{N}{10}$ HCl 溶液を試験管 3 本に夫々 1 滴, 2 滴, 3 滴入れて測定した。

G) $\frac{N}{10}$ NaOH 溶液の添加実験

之を 1, 2, 3 滴宛入れて混合して測定した。

実験成績

家兎に於て Witte-peptone の生理的食塩溶液を家兎体重 1kg 当り peptone 量が 0.2mg, 0.4mg, 0.8mg の割合に靜脈内注射を行うときは第 5 図に示す様に一般に血液凝固時間が少々短縮する傾向を示した。其の短縮作用は血液凝固時間の生理的動搖の範囲内を少々凌駕している。此の

事實は次に述べる犬に於て同様な條件の下に著しい凝固阻止作用が現われるのとは対蹠的な対照をなすと云わなければならない。犬に於て体重 1kg 当り 0.5g の割合に Witte-peptone 液を靜脈内に注射してから 5 分時経過して採血して 24 時間室温中に放置しても凝固を起さなかった。

此の peptone 血の凝固性を検べた実験に於て其の成績は次の様である (第 1 表及び第 5 図)。

A) 生理的食塩溶液での稀釈実験

Peptone 血が之に依って 2, 3, 4 倍に稀釈されたことになるが、1 時間迄凝固を起さなかった。

B) 脱纖維血漿の添加実験

之に依っても 1 時間迄凝固を起さなかった。此の上に 3% 枸橼酸ソーダ溶液を添加して Ca イオンを沈澱させたときは尙更凝固が遅延する様である。

C) 組織液添加の実験

組織液を添加すると著明に凝固促進が現われた。犬に於ける正常血液凝固時間と (李¹⁹) (1951)) と略近似しているか又はより短縮を示した (表参照)。此の実験に於て豫めて 37% 枸橼酸ソーダ溶液で Ca イオンを沈澱させてから組織液を注加するときは 1 時間迄不凝固を示した。

D) $\frac{N}{10}$ HCl の添加実験 無影響であった。

E) $\frac{N}{10}$ NaOH の添加実験 無影響であった。

F) 水での稀釈実験 無影響の場合が多かつ

第1表 Peptone 血に就いての実験

				凝 固 時 間			
				実験 A	実験 B	実験 C	実験 D
A. 生理的食塩溶液での稀釈実験	血液	A 液	R 液	—(1h)	—(1h)	—(1h)	—(1h)
	0.3cc	+ 0.3cc	+ 2滴	—	—	—	—
	0.3 "	+ 0.5 "		—	—	—	—
	0.3 "	+ 0.9 "		—	—	—	—
B. 脱纖維血漿の添加実験	血液	B 液		—(1h)	—(1h)	—(1h)	—(1h)
	0.3cc	+ 1滴		—	—	—	—
	0.3 "	+ 2 "		—	—	—	—
	0.3 "	+ 3 "		—	—	—	—
	血液	B液	3%枸・曹・液	—	—	—	—
	0.3cc	+ 1滴	+ 1滴	—	—	—	—
C. 組織液添加実験	血液	C液		10'	9'	3'30"	7'
	0.3cc	+ 1滴		10'	8'	3'	6'
	0.3 "	+ 2 "		6'	8'	3'30"	6'
	血液	C液	3%枸・曹・液	—	—	—	—
	0.3cc	+ 1滴	+ 1滴	—	—	—	—
	0.3 "	+ 2 "	+ 2 "	—	—	—	—
D. $\frac{N}{10}$ HCl の添加実験	血液	D液		—	—	—	—
	0.3cc	+ 1滴		—	—	—	20"
	0.3 "	+ 2 "		—	—	—	—
	0.3 "	+ 3 "		—	—	—	—
E. $\frac{N}{10}$ NaOH の添加実験	血液	E液		—	—	—	—
	0.3cc	+ 1滴		—	—	—	—
	0.3 "	+ 2 "		—	—	—	—
	0.3 "	+ 3 "		—	—	—	—
F. 水での稀釈実験	血液	水		—	—	—	—
	0.3cc	+ 2滴		—	—	—	13'
	0.3 "	+ 0.3cc		—	—	—	—
	0.3 "	+ 0.6cc		—	—	—	—
G. 1.16%CaCl ₂ 添加	血液	G液		—	—	—	—
	0.3cc	+ 1滴		—	—	—	36'
	0.3 "	+ 2 "		—	—	—	—
	0.3 "	+ 3 "		—	—	—	—

た.

G) 1.16%CaCl₂ 添加実験 無影響の場合が多かった.

総括及び考按

上記の成績を通覧すると, peptone 溶液を家兎の靜脈内に注射するときには, 一般に凝固時間が短縮し, 動物が堪え得る最大量を用いても短縮が現われた. 家兎に於てはショック様症状を起すと即時に心搏が停止し, 且つショック様症状を起すに充分な peptone 量も大である様である. しかし犬に於ては家兎の実験で用いた中等量で既にショック様症状を起し, 其の時の血

液は24時間も凝固を起さなかった. 此の事實は Schmidt²¹⁾(1880), Albertoni²⁾(1880), Fano⁹⁾(1881) 等が夙に記す所と一致する. 次に犬に於ける peptone 血の凝固性に就いて観ると, 脱纖維血漿を添加しても無効であったが, 脱纖維血漿は廣村¹³⁾(1942) 等の云う様に血清と同様に血液凝固を促進させる作用があることが知られている. 脱纖維血漿中の thrombin の存在に就いては, 血清中の thrombin の存在を検べてみて之を推定し得ると思われる. 血清中の thrombin の存在に就いては, 血清中に thrombin が僅かの痕跡だけ存すると云う説 (Starling²²⁾(1933) 等) と

thrombin が inactive form として血清中に存すると云う説 (Schmidt²¹) (1880), Morawitz¹⁸) (1905) Mellanby¹⁶) (1908), Howell¹⁴) (1911~1912) 等) とある。此の inactive form の thrombin が酸, アルカリ, 強烈な機械的操作に依って thrombin に活性化すると云うのである。然るに脱纖維血漿に就いては未だ充分な研究報告がないが, 恐らく血清に於けるよりは活動性の thrombin 量が大になる事が推定される。と云うのは inactive form の thrombin が強い機械的操作に依って活性化し得る事が考えられるからである。斯く考えると此の脱纖維血漿の添加に依って peptone 血が凝固促進を起さないと云う事は thrombin に抗する antithrombin とも云うべきものが peptone 血中に存在すると考え得る。次に組織液を添加した場合には peptone 血の凝固時が著しく短縮し, 正常凝固時に迄到るが, 本実験に用いた組織液は, Quick 等の云う様に thromboplastin の含有せられた溶液であると云う事が考えられるのである。之に依って観ると peptone 血中には thromboplastin が減少又は非活動性の状態にあると思われる。其の理としては peptone 血に thromboplastin を添加すると, thromboplastin と prothrombin との作用が成し遂げられて fibrin 形成に迄到るであろうと思われるからである。しかるに枸橼酸ソーダ溶液で peptone 血中の Ca イオンを反応系から除外すると thromboplastin の添加に依っても凝固促進を示さない所から考えて, thromboplastin と prothrombin 間の作用に Ca イオンの役割が必要なことが考えられる。又 1.16% CaCl₂ 溶液を peptone 血に添加しても無影響である事から見て peptone 血中に Ca イオンの量の減少が不凝固性を表わすと云う説 (Pelkelharing, Dastre et Floresco⁸) (1896)) は否定されると思う。その他水, 酸, アルカリ, 及び生理的食塩溶液での稀釈に依っては悉く無影響を示したが, 之等の操作に依って血液の蛋白質が一種変性を起して血液凝固促進を起すと云うが, これは体外実験に於て廣村¹³) (1942) によって証明されたが, 本実験に於てはその因子は peptone 血に対して

は無効であった。

Peptone の靜脈内注射が肝臓に著しい影響を与えることは高柳の報告からも知られる。すなわち犬に peptone の靜脈内注射をすると胸管リンパの流量が著しく増す (Takayanagi²⁴) (1932)). そのリンパの振舞は第一類催リンパ物質のそれに相当しており, そして一般に第一類催リンパ物質のこのような場合の作用点が肝臓であることは Starling²²) (1894), Asher⁴) (1905) 以來, 確立されたことであるから, peptone の作用点もまた肝臓であると考えられる。この考えを支持する傍証として peptone 注射の場合に絶食していない犬では血液中に多量の糠が動員されてくる事が Takayanagi²⁵) (1933) によって認められた。

Peptone が犬に於て肝細胞の代謝を刺戟し, 及び/又は肝細胞, 肝毛細管の透過性を高めるとすれば, そのとき heparin のような凝固阻止性物質が血液に放出されることはあやしむに足りない。

最近 Monkhouse 等¹⁷) (1952) は兎及び犬に於て過敏症ショックの前後の heparin を測つて報告している。それによれば兎の場合にはショックの前には血液中の heparin がつねに定量限界 (0.01mg%) に足りないが, ショックの後には 0.01mg% の桁の heparin が証明されることがある。また犬の場合にはショック前には heparin がなく, 後には定量限界以下のこともあるが, しばしば 0.01mg% の桁または 0.1mg% の桁の数字を得ている。

これらの場合, 血液の凝固性に対しては犬では血液凝固性に著しい影響を及ぼし, 凝固が起りにくくなることを報告している。

Peptone によるショックは症状が過敏症のそれに似ている。のみならず著者の実験によっても明かなように peptone によって兎では血液の凝固性に変化が起らないが, 犬では著しい不凝固性が現われる。そして過敏症ショックの前後の凝固性の変化もこれと符節を合わせている。

これらを考え合わせると, 著者の実験で peptone が犬の血液の凝固性を 24 時間に亘って中絶

せしめたことの、全部ではないまでも1つの原因が肝臓からの heparin 放出にあることが推定される。

摘 要

1) 家兎に於て peptone 溶液の靜脈内注射で血液凝固時間の短縮が表われた。

2) 犬に於ては peptone 溶液の靜脈内注射に依って24時間も凝固しない血液を得、其の peptone 血の不凝固性に就ては thromoplastin の缺乏及び antithrombin の存在が推定せられた。

3) 後者としては肝臓から放出された heparin が重要な役割をしていることが推定される。

全 体 の 要 約

1) 著者は福田早瀬法を用いて、家兎に高張性溶液(食塩又は葡萄糖)を靜脈内注射したときに家兎の血液の凝固時間が如何に影響されるかを検し、著しい時間的動搖があることを認めた。

2) Adrenalin の靜脈内注射に対する反応に就いて古來報告が一致していなかったが、著者は家兎に於て追究の結果は用量のみならず動物の個体の条件により結果が種々に出ること及びそれが時間的動搖を示すことを明かにし、諸家の成績の不一致の所以を明かにした。

3) Vitamin K の靜脈内注射によって家兎血液の凝固時間が次第に短縮する事を確認した。

4) Peptone ショックの場合の犬及び兎の血液の凝固性を検し、犬に於て不凝固性が現われる所以を検討した。兎に於てはこの場合凝固性が生理的動搖範囲を少々凌駕して高まるのを認めた。

5) 上記に就いての摘要は少々詳しくそれぞれ各項の末尾に記した。

撰筆に臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲の勞を賜った恩師福田邦三教授に対して、満腔の謝意を表す

る。

文 献

- 1) Abe, S. (1936) Nagoya J. of Med. Sc. 10, 307
- 2) Albertoni (1880) Centralbl. f. med. Wissenschaft. Nr. 32
- 3) Almquist, H. J. (1937) Nature 140, 25
- 4) Asher, L. (1905) Biochem. Zentralbl. 4, 1
- 5) Cannon, W. B. and H. Gray (1914) Am. J. Physiol. 34, 232
- 6) Dale, H. H. and P. P. Laidlaw (1911-1912) Path. & Bact. 16, 360
- 7) Dam, H. (1934) Nature 133, 909
- 8) Dastre, A. et N. Floresco (1896) C. r. Soc. Biol. 48, 360
- 9) Fano (1881) Arch. f. Anat. Physiol. Physiol. Abt. 277
- 10) Fuld, E. u. K. Spiro (1904) Hofmeisters Beiträge 5, 171
- 11) Hardy, W. B. (1899) J. Physiol. 24, 288
- 12) 平山宗造 (1925) Tohoku J. exp. Med. 6, 160
- 13) 廣村嘉彦 (1942) 日本生理誌 7, 792
- 14) Howell, W. H. (1911-1912) Am. J. Physiol. 29, 187
- 15) 福田邦三・大山英男 (1932) 日本生理誌 7, 756
- 16) Mellanby, J. (1908) J. Physiol. 38, 28
- 17) Monkhouse, F. C., E. Fidler and J. C. D. Barlow (1952) Am. J. Physiol. 169, 312
- 18) Morawitz, P. (1905) Ergeb. d. Physiol. 395
- 19) 李鍾晚 (1951) 日本生理誌 13, 221
- 20) 沢田文治 (1926) 十全会誌 31, 657
- 21) Schmidt-Mühlheim, A. (1880) Arch. f. Anat. Physiol. Abt. 33
- 22) Starling, E. H. (1894) J. Physiol. 16, 224
- 23) Starling, E. H. (1933) Principles of Human Physiol. 6th Ed. 726
- 24) Takayanagi, Y. (1932) Nagoya J. med. Sc. 6, 113
- 25) Takayanagi, Y. (1933) Nagoya J. med. Sc. 7, 43
- 26) Van den Velden, R. (1907) Deutsch. med. Wochenschr. Jg. 35, 197
- 27) Van den Velden, R. (1911) München. med. Wochenschr. 58, 187
- 28) Vosburgh, C. H. and A. N. Richards (1903) Am. J. Physiol. 9, 35
- 29) 渡辺民夫 (1923) 東医会誌 37, 1062
- 30) Wiggers, C. J. (1909) Archives internat. Med. 3, 152

Summary

1) Hypertonic solutions of sodium chloride or glucose, when intravenously injected into rabbits, produced marked fluctuation of the clotting time of the blood.

2) Effect of intravenous injection of adrenaline, variously recorded in the literature,

was studied in rabbits. It was proved to depend not only on the dose but also individuality of the animal.

3) Effect of intravenous injection of vitamin K in gradually shortening the clotting time of the blood was confirmed in rabbits.

4) Coagulability of the blood as affected by shock doses of peptone was examined in rabbits and dogs, and the reason for the incoagulability of the blood in dogs after the shock was studied. The shock increased the coagulability slightly but definitely in rabbits. For this chapter of experiments the clotting time was measured with the author's own simple procedure, using paraffinated test-tubes of 1cm bore, the clotting being induced with a drop of physiological saline solution added after the previous rinsing.

(Department of Physiology, University of Tokyo Medical School)

過敏症性ショックが血液凝固に及ぼす影響について 612.115.3: 612.017.32

On the Influence of Anaphylactic Shock on Blood Clotting.

李 鍾 晩 (Ri-Shoman)*

前報(李¹⁵⁾1953)に於て著者は家兎又は犬に於て peptone 溶液を静脈内に注射した場合に、家兎に於ては無影響なるも、犬に於ては24時間も凝固しない血液を得、且つ其の血液の性状に就いて調べた。本編の目的とする処は peptone ショックと色々な点で相似た症候を呈する過敏症ショックの際の血液の凝固性乃至不凝固性を吟味しようとするにある。過敏症が血液凝固を遅延させるということは既に多くの学者の論ずる所である。即ち Briedle u. Kraus (1910) は犬に於て、Scott¹³⁾(1910), Friedberger³⁾(1910), Auer²⁾(1910) 等は家兎又は天竺鼠に於て調べたのであるが血液凝固が遅延すると述べている。また斎藤¹¹⁾(1932)によれば過敏症様ショックに於て先ず一過性の血液凝固促進作用を表わした後に遅延すると言う。

また最近 Monkhouse等⁹⁾(1952)は過敏症ショックの後では家兎では血中の heparin の放出が少く、凝固性はわずかしき変化せず、犬では heparin の放出が容易に起り血液の凝固性も著しく犯されることを報告している。

実験方法

実験動物としては8~13kgの犬を選び、感作原としては馬血清を用いた。感作処置は犬に於て3.0~5.0ccの馬血清を2日置きに3回皮下注射を行い、感作注射完了後3週間乃至1ヶ月以内に馬血清再注射を行った。再注射の馬血清の分量は注射当時の犬の様子如何を見て過敏症性ショックが現われれば即時に中止することにした。斯くすると、3.0cc から4.0ccの馬血清の量で目的を達する事が出来た。犬の過敏症性ショックの症状としては唸りを発し、意気沈滞し、呼吸深く且つ緩慢、時に嘔吐し、血圧が降下す

る等の症候が現われた。再注射完了後4~5分間にして頸静脈から採血して次の如き実験を行った。血液凝固測定は前報中 peptone 注射の影響を見たときと同様に固形 paraffin を塗抹した試験管を用い、凝固の誘導は豫めこれに入れた1滴の Ringer 溶液によった。温度は室温で(20°C)行った。

A) 生理的食塩溶液での稀釈実験

これがために試験管4本を取って、内1本は対照実験として被検血液0.3ccにRinger液2滴を添加し、他3本は夫々生理的食塩溶液0.3cc, 0.6cc, 0.9ccに被検血液3cc宛を添加して凝固時間を測定した。

B) 脱繊維血漿の添加実験

1) 脱繊維血液を1分間1500回廻轉で7分間遠心沈澱して、其の上澄液を採り、之を1滴、2滴、3滴宛試験管3本に入れ、これらに被検血液0.3cc宛を添加して混和し、凝固時間を測定した。実験毎に新鮮なる脱繊維血漿を作って行った。

2) 上記の実験に脱繊維血漿を試験管3本に注入し、且つ之と同量に3% 蔞酸ナトリウム溶液を添加して其の各々に被検血液0.3cc宛注入して混合し、凝固時間を測定した。

C) 組織液の添加実験

天竺鼠の新鮮な脳髓を採り軟脳膜を剥ぎ取る事に依って血管を除外し、其の脳髓を emulsion 化する迄、硝子棒で白搗き、次に生理的食塩溶液で20%に薄め、氷室に24時間乃至48時間置いて得た滲出液を組織液として用いた。

1) 此の組織液を試験管3本に夫々1滴、2滴、3滴宛入れ、其の各々に被検血液0.3cc宛添加して混合し、凝固時間を測定した。

2) 上記の割合に組織液を試験管3本に入れ、且つ3% 蔞酸ナトリウム溶液を組織液と同じ割

* 東京大学医学部生理学教室

合に注入し、其の各々に被検血液 0.3cc 宛、注加して混合し、凝固時間を測定した。

D) 1.16% CaCl_2 溶液の添加実験

1.16% CaCl_2 溶液を試験管 3 本に夫々 1 滴、2 滴、3 滴宛入れ、其の各々に被検血液 0.3cc 宛注加して混合し、血液凝固時間を測定した。

E) 水での稀釈実験

試験管 3 本に蒸留水を夫々 0.3cc, 0.6cc, 0.9cc 入れ、其の各々に被検血液 0.3cc を注加して混合し、其の凝固時間を測定した。

F) $\frac{N}{10}$ HCl 溶液の添加実験

$\frac{N}{10}$ HCl 溶液を試験管 3 本に夫々 1 滴、2 滴、3 滴入れ、其の各々に被検血液 0.3cc 宛を注加して混合し、凝固時間を測定した。

G) $\frac{N}{10}$ NaOH 溶液の添加実験

$\frac{N}{10}$ NaOH 溶液を試験管 3 本に夫々 1 滴、2 滴、3 滴宛入れて、その各々に被検血液 0.3cc 宛を注加して混合し、凝固時間を測定した。

実験成績

上記の方法に依って過敏症性ショックを誘発せしめ、採血して血液凝固時間を測定した所、24 時間迄室温に放置して凝固を起さなかった。其の血液の凝固性を見るために、次の種々な條件で各 1 時間の間凝固の起るや否やを検した。

A) 生理的食塩溶液で 2 倍、3 倍、4 倍に稀釈しても凝固を起さなかった。

B) 脱纖維血漿を添加した場合にも凝固を起さなかった。脱纖維血漿は廣村⁴⁾(1942)が論じた様に血清と同様に血液凝固を促進させることを証明しているが、其れの添加に依っても何等凝固促進効果を認めなかった。又枸橼酸曹達の添加に依って Ca イオンを固定して後脱纖維血漿を滴下しても同様に何等凝固促進を認めなかった。これに依って過敏症性ショック誘発後に得た血液の不凝固性に於て Ca イオンの過剰が其の一因をなしはしないかという疑問は除かれたと思う。又 D) 項の 1.0% CaCl_2 溶液を添加しても過敏症血の不凝固性を打消すことは出来な

かった。之に依って Ca イオンの不足が其の非凝固性に於ける 1 つの役割を演ずるかという疑問は除かれたと思う。それから C) 項に於て組織液を添加しても無影響であった。Quick 等の論ずる様に本実験に使用した組織液は thromboplastin を含有したと言えるが、過敏症血の非凝固性がこの thromboplastin の減少に其の一因をなすという疑問は除かれたと思う。又枸橼酸曹達溶液で Ca イオンを固定しても無影響であった。E) 項に於て蒸留水を以て 2 倍、3 倍、4 倍に稀釈しても無影響であった。これに依っては稀釈効果ばかりでなく、溶血に依って生ずる物質の出現に依っても何等促進効果が起らないということになる。F) 項、G) 項に於て $\frac{N}{10}$ HCl, $\frac{N}{10}$ NaOH の溶液を数滴宛添加して pH を変えても影響がなかった。

総括及び考按

上記の成績を通覧するに、過敏症血に就いて本実験に於て行った何れの方法に於ても、凝固促進の影響が現われなかつた。廣村⁴⁾(1942)によれば、血液を生理的食塩溶液又は水で稀釈することにより蛋白質に或る種の変性が起り、かように変性した真正 globulin 分割の或る物質が血液凝固促進作用を呈すると言うが、この様な操作は過敏症血に対しては無影響であった。脱纖維血漿の体内添加も過敏症血に凝固性を持たせるに至らなかつた。脱纖維血漿が血清と同様に血液凝固促進を呈すると言うことは、阿部¹⁾(1936)、廣村⁴⁾(1942)等が示した所であるが、かゝる物質が血液凝固促進効果を呈するのはその中に少量の thrombin が存在して、これが作用する事に依って現われる結果ではないかと言う疑問がある。これに就いては Schmidt¹¹⁾(1917)、Morawitz¹⁰⁾(1903)、Mellanby⁷⁾(1908)、Landsberg⁶⁾(1913)、Mills⁸⁾(1926)等は血液中には非活動性の thrombin が少量混在し、之が或る種の操作を施す事に依って始めて活動性になると言い、Starling¹⁴⁾(1933)は血清に少量の thrombin が残存し、数日後には非活動性になると言う。本実験に於て使用した脱纖維血漿は阿部の用いた方

第1表 Anaphylaxis 血に就いての実験 凝固能如何は1時間まで観察した

			凝 固 時 間			
			実験例Ⅰ	実験例Ⅱ	実験例Ⅲ	実験例Ⅳ
A. 生理的食塩溶液での稀釈実験	血液	A液	R液 + 2滴			
	I) 0.3cc					
	II) 0.3 "	+ 0.3cc				
	III) 0.3 "	+ 0.6 "				
B. 脱纖維血漿の添加実験	血液	B液				
	I) 0.3cc	+ 1滴				
	II) 0.3 "	+ 2 "				
	III) 0.3 "	+ 3 "				
	血液	B液	3%枸. 曹			
	I) 0.3cc	+ 1滴				
	II) 0.3 "	+ 2 "				
	III) 0.3 "	+ 3 "				
C. 組織液添加実験	血液	C液				
	I) 0.3cc	+ 1滴				
	II) 0.3 "	+ 2 "				
	III) 0.3 "	+ 3 "				
	血液	C液	3%枸. 曹			
	I) 0.3cc	+ 1滴				
	II) 0.3 "	+ 2 "				
	III) 0.3 "	+ 3 "				
F. $\frac{N}{10}$ HCl の添加実験	血液	D液				
	I) 0.3cc	+ 1滴				
	II) 0.3 "	+ 2 "				
	III) 0.3 "	+ 3 "				
G. $\frac{N}{10}$ NaOH の添加実験	血液	E液				
	I) 0.3cc	+ 1滴				
	II) 0.3 "	+ 2 "				
	III) 0.3 "	+ 3 "				
E. 水での稀釈実験	血液	水				
	I) 0.3cc	+ 2滴				
	II) 0.3 "	+ 0.9cc				
	III) 0.3 "	+ 0.6 "				
D. 1.16% CaCl ₂ 添加実験	血液	G液				
	I) 0.3cc	+ 1滴				
	II) 0.3 "	+ 2 "				
	III) 0.3 "	+ 3 "				

悉く陰性

法で分離したものであるが、之は 廣村⁴⁾ (1942) の論ずる所に依れば、血清と同様な血液凝固促進作用を呈すると言う。又脱纖維血漿及び血清には略々同一な物質が含まれていてかゝる作用を演ずると言う。抑々脱纖維血漿の分離操作に於て機械的操作に依って血液中の凝固促進能を有すると言われる血小板等の破壊せられる率も増す事が考えられるし、従って斯くして得た血漿中に於ては残存するthrombin等も血清蛋白質も機械的操作に依って或る程度の変性をなす事も考えられよう。斯く考えると、過敏症血に脱纖維血漿を添加しても、何等影響を蒙らないと言う事は、其の中にthrombin又は変性した血清蛋白質の凝固促進作用に抗する或る種の物質を含有しているのではあるまいか。即ちHowell⁵⁾ (1925) の言う antithrombin 及び廣村⁴⁾ (1942) の言う変性した euglobulin に抗する或る物質が存

在すると言うことが推定される。次に組織液の添加に依っても影響を蒙らなかった。本実験に於てなした方法で得た組織液の中には通説のように thromboplastin が分離されて含有せられるとすると、此の添加に依って何等促進効果を現わさないと言う事は血漿中に存する prothrombin と thromboplastin とが作用して thrombin (Mellanby⁷⁾ (1908) に従えば thrombase) を形成する機轉を阻害する或る種の物質が存在するのであろう。此処に Ca イオンの缺損が一因をなし得るのでないかと言う疑問は 1% CaCl₂ 溶液の添加が無影響であったことに依って除外されると思う。斯く考えるに過敏症血中には prothrombin に抗する antiprothrombin, 又は thromboplastin の作用に抗する或る物質が存在すると言うことが推定される。

上記の様な性質を持った物質として先ず考え

に浮ぶのはheparinであるが、これに就いては著者が上の実験を終つた後にMonkhouse等⁹⁾(1952)の報告が出た。それによれば犬の循環血液の中にはheparinが存在しないが過敏症性ショックの後にはしばしば著しく増量し、1/100乃至1/10 mg% の桁に達している。しかし中には証明限界(0.01mg%)以下にとどまっている例もある。

ショックの場合のheparinのこのような振舞と血液の凝固性の変化とを結びつけて考えれば、過敏症性ショックの場合に見られる血液の著しい不凝固性の原因の中にはheparinが有力な地歩を占めていると思われる。

要 約

1) 犬に過敏症性ショックを誘発した直後の血液は24時間以上に亘って不凝固性を現わした。

2) 過敏症血中には強力なantithrombin作用と、anti-euglobulin作用とを現わす或る種の物質が存在する。

3) 過敏症血中には強力なantiprothrombin作用を有する物質又はthromboplastinの作用に

抗する或る物質が存在する。

4) これらの凝固阻止性を現わす物質としてheparinの意義を論じた。

5) Fibrinolysin に関しても考察の必要があるが、今回は論議を保留する。

擧筆するに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師福田邦三教授に対して、深甚なる謝意を表す。

文 献

- 1) Abe, S. (1936) Nagoya J. med. Sci. 10, 307
- 2) Aner, J. and P. Lewis (1910) J. of exp. Med. 12, 151
- 3) Friedberger, E. (1910) Münch. med. Wochenschr. 50, 2828
- 4) 廣村嘉彦 (1942) 日本生理誌 7, 792
- 5) Howell, W. H. (1925) Am. J. Physiol. 71, 651
- 6) Landsberg, M. (1913) Biochem. Z. 50, 245
- 7) Mellanby, J. (1908) Am. J. Physiol. 38, 28
- 8) Mills, C. A. (1926) Am. J. Physiol. 76, 651
- 9) Monkhouse, F. C., E. Fidler and J. C. D. Barlow (1952) Am. J. Physiol. 169, 312
- 10) Morawitz, P. (1903) Hofmeister's Beitr. 4, 381
- 11) 斎藤 実 (1932) 京都医学雑誌 29(5), 415
- 12) Schmidt, A. (1917) Am. J. Physiol. 42, 378
- 13) Scott, W. M. (1910) J. of Path. and Bact. 14, 147
- 14) Starling, E. H. (1933) Principle of Human Physiology. 6Ed. 726
- 15) 李 鍾晚 (1953) 日本生理誌 15, 107

Summary

1) Dog's blood drawn directly after the anaphylactic shock retained fluidity for more than 24 hours.

2) Anaphylactic blood was proved to contain a certain substance or substances with antithrombin activity and anti-euglobulin activity.

3) Anaphylactic blood was proved to contain a certain substance or substances possessing a strong antiprothrombin activity or antagonizing thromboplastin action.

4) Significance of heparin as an anticoagulant agency responsible for the incoagulability of the anaphylactic blood was pointed out.

5) Consideration relative to the fibrinolysin is reserved for a future opportunity.

(Department of Physiology, University of Tokyo Medical School)

平滑筋の被刺激性に及ぼす諸種イオンの影響 612.731.62

Effects of Ions on the Excitability of Smooth Muscle.

正 井 章 一 (Masai-Shoichi) *

・I. 緒 言

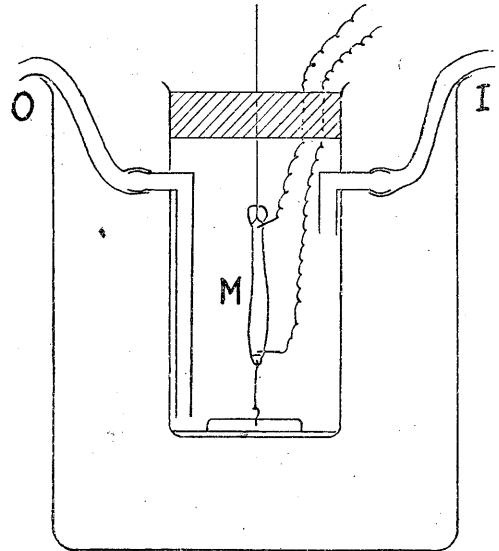
著者⁶⁾はさきに Singh⁹⁾, 川端⁵⁾等の研究に引き続き, マイマイの咽頭牽引筋について相性収縮 (phasic contraction) と緊張性収縮 (tonic contraction) の存在を認め, それらの生起条件を探究した. その際知り得た興味ある点は, 第1に平流刺激による筋の短縮に含まれている緊張性成分は結局電流の極効果に基くものなること, 第2に細胞膜の分極性に影響すると考えられる諸要因が極効果の発現に著しい影響を与えることである. そこで著者は細胞膜の分極性と極効果との関係, 極効果と相性収縮との関係を更に確めるため, 分極性と密接な関係を持つアルカリ金属イオン及びアルカリ土金属イオンの牽引筋の被刺激性に対する作用を検討することにした.

II. 実験方法

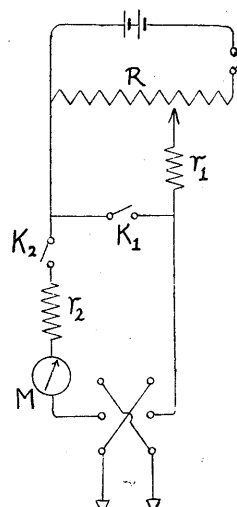
実験材料としてはミスジマイマイ (*Euhadra lubuana*) の咽頭牽引筋を用いた. 両端に咽頭及び殻軸の附着した咽頭牽引筋を体外に剔出し, 被検塩類溶液に5分間浸した後, 平流直接刺激により閉鎖時並びに開放時の強さ一期間曲線を求め, 之をマイマイ塩溶液 (NaCl 0.53%, KCl 0.016%, CaCl_2 0.016%, 以下標準塩溶液と記す) に浸した場合の値と比較した. 同時に溶液作用時の筋長の変化, 自動収縮の様子を等張力性筆杆を用いて描記した. 被検塩類は Ca, Sr, Mg, Ba, Li, Rb, K, NH_4 の各塩化物である.

実験装置は第1図の如く Magnus 氏実験用の glass beaker を湿室として使用し, その中に剔出筋を垂直に吊り軽い等張力性筆杆に連絡する. 注入口より被検溶液を入れ, 5分間筋を浸

漬して後排出口より液を除去し, 直ちに測定に着手した. 刺激電極としては塩化銀を鍍した銀針を用い, これを筋の両端に突きさした.



第1図 M:筋, I:注入口, O:排出口



第2図 刺激回路

刺激回路は第2図の如くRは長さ1mの単弦抵抗 (5Ω), $r_1:5k\Omega$, $r_2:200k\Omega$ の無誘導抵抗を用い, 電鍵 K_1, K_2 の開放は1sec以内の時間に対してはAchの振子により, 1sec以上の時間に対しては手で行った. 下記閾強度は単弦抵抗の示数と回路の抵抗から計算した値であるが, 時々 microammeter (第2図M) により直読し, その正しいことを確認した.

* 京都大学医学部生理学教室 (大谷教授)

Ⅲ. 実験成績

A. 咽頭牽引筋標本の一般的性状

夏期新鮮な動物より剔出した咽頭牽引筋標本は一般に多少とも活潑な自動収縮を行っている。自動収縮は2~5secを週期とする不規則な収縮であって、咽頭球部を除去した牽引筋のみの標本に於ても認められる。温室内の温度を漸次に低下させると、自動収縮は10°C以下では消失し、再び温度を上昇させると、同じく10°C附近から出現する。咽頭牽引筋の収縮性及び被刺激性は季節により著しい差を呈する。冬季の標本は一般に自動収縮を現わさず、又夏季に於ても数日間乾燥した場所に保存された動物から作つた標本は自動収縮を呈しない。その他の諸性質の季節差については著者の既報論文⁶⁾を参照されたい。

B. Ca イオンの作用

上記の標準塩溶液に対し等張の CaCl_2 (0.725%) 液を筋に作用させても、それだけでは収縮或は弛緩の現象は起らない。また自動収縮に対しても大した影響が認められない。高張液 (1.5%) の作用によりはじめて筋の伸展が認められる。

1) Ca イオン減少の影響

標準溶液内の Ca 量を半減した場合及び全量除去した場合には、閉鎖刺激、開放刺激共に閾値の上昇を認めるが、殊に閉鎖時の閾値上昇が著しい (第1表、第3図及び第2表)。

第1表

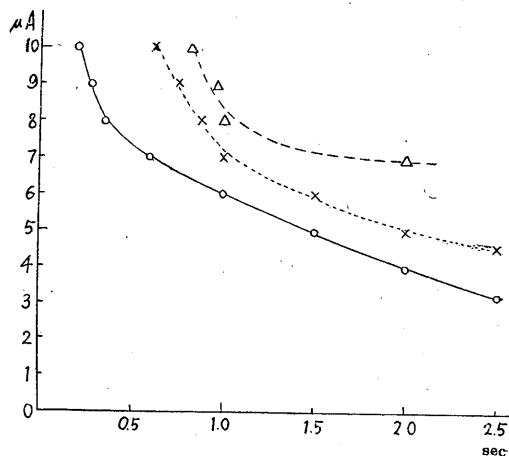
閉鎖刺激閾値に対するCaイオン減少の影響 (29°C)

標準塩溶液		CaCl ₂ 半減液		CaCl ₂ 全量除去液	
閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)
3.2	2.5				
4	2.0	4.6	2.5		
5	1.5	5	2.0		
6	1.0	6	1.5		
7	0.60	7	1.0	7	2.0
8	0.35	8	0.38	8	1.0
9	0.27	9	0.75	9	0.96
10	0.20	10	0.52	10	0.71

第2表

開放刺激閾値に対するCaイオン減少の影響 (29°C)

標準塩溶液		CaCl ₂ 半減液		CaCl ₂ 全量除去液	
閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)
9.8	180				
10	165	10.2	180	10.9	180
11	150	11	170	11	175
12	130	12	160	12	165



第3図 閉鎖刺激の強さ-期間曲線に対するCaイオン減少の影響

○: 標準塩溶液 ×: CaCl_2 半減液
△: CaCl_2 全量除去液

2) Ca イオン増加の影響

次に標準塩溶液と等張 CaCl_2 液とを適當の割合で混合することによって、 CaCl_2 を標準量以上に含有する種々の等張液を作り、その閾値に及ぼす影響を検した。第3表、第4表にその1例を示す如く、Ca 量の増加は閉鎖刺激の閾値を低下せしめ、開放刺激の閾値を上昇せしめる。この現象は濃度の増加と共に著しくなり、純 CaCl_2 等張液に於ても猶同様に認められるが (第5表)、1.5% CaCl_2 液 (高張, 135mM) に於て遂に閉鎖刺激閾値が標準塩溶液に比し上昇する。開放刺激閾値の上昇は CaCl_2 含有量を 0.0188% (1.7mM) に増すことによって既に認められた。

第3表

閉鎖刺激閾値に対するCaイオン増加の影響 (28°C)

標準塩溶液		0.4% CaCl_2 塩溶液	
閾強度(μA)	通電期間(sec)	閾強度(μA)	通電期間(sec)
3.2	2.5	2	2.0
		3	1.5

4	1.5	4	1.0
5	1.0	5	0.92
6	0.80	6	0.76
7	0.66	7	0.61
8	0.52	8	0.49
9	0.39	9	0.37
10	0.31	10	0.29

第4表

開放刺激閾値に対するCaイオン増加の影響 (28°C)

標準塩溶液		0.05%CaCl ₂ 塩溶液	
閾強度 (Aμ)	前通電期間 (sec)	閾強度 (Aμ)	前通電期間 (sec)
7	180		
8	170		
9	155		
10	130	10	180

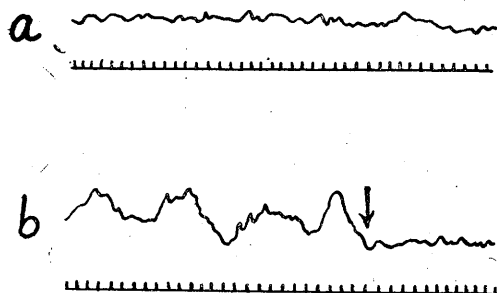
第5表

CaCl₂等張液(0.725%)の基電流に対する作用

実験番号	室温 (°C)	閉鎖刺激基電流		開放刺激閾値	
		標準塩溶液 (μA)	CaCl ₂ 等張液 (μA)	標準塩溶液 (μA)	CaCl ₂ 等張液
1	26	5	3.0	5	30
2	28	3	1.8	6	10
3	26	5	3.2	10	20
4	27	3	2.5	5	30
5	28	4	2.1	7	45

C. Sr イオンの作用

Sr イオンの作用によっても筋の短縮や伸長は認められない。しかし0.01%以上のSrCl₂ (6 H₂O) を含有せる液の作用によって自動収縮は著しく強くなる。この作用は可逆的である (第4図)。Sr の刺激閾値に対する作用はCa イオンの作用に類似し、一般に閉鎖刺激の閾値を低下せしめ、開放刺激の閾値を上昇させる。しかし1.4% (52.5mM) 以上の濃度では閉鎖刺激の閾値も亦正常時に比し上昇する。開放刺激の閾値上昇は0.0138% (0.518mM) 以上にて判然と認められた (第6表, 第7表)。



第4図 a: Srイオン作用前の自動収縮. b: 0.069% SrCl₂ 塩溶液作用時の自動収縮の増強. ↓印の時点にて標本を標準塩溶液にて洗う. 時間記号: 3sec

第6表

閉鎖刺激閾値に対するSrイオンの影響 (28.5°C)

標準塩溶液		0.10%SrCl ₂ 塩溶液		0.30%SrCl ₂ 塩溶液	
閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)
				2.4	3.0
				3	2.5
4.6	2.5	4	2.5	4	2.0
5	1.5	5	2.0	5	1.5
6	0.96	6	1.5	6	1.0
7	0.36	7	1.0	7	0.88
8	0.24	8	0.88	8	0.75
9	0.20	9	0.74	9	0.61
10	0.15	10	0.51	10	0.46

第6表の例ではSrイオンの作用によって基電流は減少するが短期間刺激電流に対する閾値は却って上昇している。但しかゝる例はむしろ稀であって、他の全例ではすべての期間に対する閾値の低下が認められた。

第7表

開放刺激閾値に対するSrイオンの影響 (28°C)

標準塩溶液		0.03%SrCl ₂ 塩溶液		0.10%SrCl ₂ 塩溶液	
閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)
6	10	6	30		
7	9	7	23		
8	7	8	20		
9	6	9	18		
10	5	10	16	10	30
11	3	11	11	11	26

D. Mgイオンの作用

MgCl₂ 含有塩溶液には筋を伸展させる作用がある。これはむしろMgイオンが所謂Ringer痙縮を防止する作用を持つことを意味する。また少量のMgイオン(2.0mM以下)は自動収縮の頻度を減すると共に振幅を増す作用があるが、大量では却って自動収縮を消失させる。閉鎖刺激に対しては、0.30%MgCl₂·6H₂O(14.7mM)までは閾値を低下せしめるが、それ以上では却って上昇させる (第8表)。開放刺激に対しては0.009% (0.4mM) 迄は著しい変化なく、之を越えると上昇させる (第9表)。

第8表

閉鎖刺激閾値に対するMgイオンの影響 (27°C)

標準塩溶液		0.15% MgCl ₂ 塩溶液		0.50% MgCl ₂ 塩溶液	
閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)
4	2.5	3.2	2.5		
		4	1.0		

5	2.0	5	0.86		
6	1.5	6	0.74		
7	0.86	7	0.60		
8	0.59	8	0.32	8	1.5
9	0.53	9	0.28	9	0.96
10	0.47	10	0.26	10	0.84

第9表

開放刺激閾値に対する Mg イオンの影響 (27.5°C)

標準塩溶液		0.07% MgCl ₂ 塩溶液		0.90% MgCl ₂ 塩溶液	
閾強度 (μA)	前通電 期間(sec)	閾強度 (μA)	前通電 期間(sec)	閾強度 (μA)	前通電 期間(sec)
6	180				
7	170				
8	155	8	180		
9	130	9	150		
10	115	10	120		

 50μA, 180sec
にて無効

E. Ba イオンの作用

周知の如く Ba イオンは筋に緊張性収縮を起させるが、その収縮速度は濃度の高い程大である。0.04% BaCl₂·2H₂O 以下の濃度では一旦収縮した筋はその後次第に弛緩するが、更に濃度が増すと共に収縮後の弛緩が不著明となり、0.20% 以上では筋は収縮したまゝに当まり弛緩が全く認められない。自動収縮は 0.05% 以下では振幅を増すが、それ以上の濃度では持続的短縮が顕著となり自動収縮は消失する。閉鎖刺激の閾値は 0.02% 以下では低下し、0.02~0.10% では最初低下し後には上昇する (第10表)。0.20% 以上では持続的短縮が著しくなると同時に最初から閾値の上昇が認められる。開放刺激の閾値は 0.10% (4.1mM) を限界とし、それ以下では著明な変化なく、それ以上では上昇する (第11表)。

第10表

閉鎖刺激閾値に対する Ba イオンの影響 (28°C)

標準塩溶液		0.02% BaCl ₂ 塩溶液		0.05% BaCl ₂ 塩溶液	
閾強度 (μA)	通電期 間(sec)	閾強度 (μA)	通電期 間(sec)	閾強度 (μA)	通電期 間(sec)
		1.6	2.5		
2.8	1.5	2	1.5		
3	0.96	3	0.46		
4	0.44	4	0.19	4	2.5
5	0.31	5	0.18	5	2.0
6	0.24	6	0.16	6	1.0
7	0.20	7	0.15	7	0.96
8	0.19	8	0.13	8	0.80
9	0.16	9	0.10	9	0.56
10	0.14	10	0.10	10	0.40

第11表

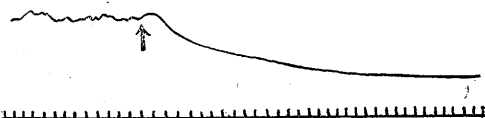
開放刺激閾値に対する Ba イオンの影響 (27°C)

標準塩溶液		0.02% BaCl ₂ 塩溶液		0.15% BaCl ₂ 塩溶液	
閾強度 (μA)	前通電 期間(sec)	閾強度 (μA)	前通電 期間(sec)	閾強度 (μA)	前通電 期間(sec)
4.7	30	4	30		
5	26	5	28		
6	20	6	26		
7	11	7	23		
8	3	8	17		
9	2	9	10		
10	1.5	10	4		

 10μA, 180sec
にて無効

F. Li イオンの作用

LiCl の作用により筋は最初軽度短縮し続いて伸展する。自動収縮は 0.03% LiCl 塩溶液以下では軽度増強されるが、それ以上の濃度では消失する (第5図)。



第5図 0.76% LiCl 塩溶液の作用 (図中矢印の時点より) による筋の伸展と自動収縮の消失。時間記号: 3sec

閉鎖刺激の閾値は 0.10% LiCl (23.5mM) 以下では低下するが、それ以上の濃度では標準液に比し上昇する (第12表)。開放刺激閾値は 0.053% (12.5mM) 以下では著しい変化なく、それ以上の濃度では上昇する (第13表)。

第12表

閉鎖刺激閾値に対する Li イオンの影響 (26.5°C)

標準塩溶液		0.02% LiCl 塩溶液		0.17% LiCl 塩溶液	
閾強度 (μA)	通電期 間(sec)	閾強度 (μA)	通電期 間(sec)	閾強度 (μA)	通電期 間(sec)
		3.2	2.5		
4.8	2.5	4	2.0		
5	1.5	5	1.08		
6	1.04	6	0.72		
7	0.96	7	0.61		
8	0.60	8	0.49		
9	0.25	9	0.33	9	1.5
10	0.21	10	0.21	10	0.84

第13表

開放刺激閾値に対する Li イオンの影響 (27°C)

標準塩溶液		0.02% LiCl 塩溶液	
閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)
5	30		
6	15		
7	13		
8	8	8	25
9	6	9	15
10	4	10	5

G. Rb イオンの作用

Rb イオンの作用は Li イオンの作用に類似し、その作用により筋は最初軽度収縮し後伸展する。自動収縮に対しては 0.10% 以下の濃度では比較的持続的に増強するが、それ以上の濃度では却って消失させる。

閉鎖刺激の閾値は 0.085% RbCl (7.0mM) 以下では低下するが、それ以上の濃度では上昇する (第14表)。開放刺激の閾値は 0.050 RbCl (4.1mM) までは著変なく、それ以上の濃度では上昇する (第15表)。

第14表

閉鎖刺激閾値に対する Rb イオンの影響 (24°C)

標準塩溶液		0.07% RbCl 塩溶液		0.25% RbCl 塩溶液	
閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)
		2.2	2.5		
3.8	2.5	3	1.5		
4	1.5	4	1.0		
5	1.2	5	0.82		
6	0.96	6	0.61		
7	0.56	7	0.42		
8	0.52	8	0.26		
9	0.44	9	0.19	9	2.5
10	0.36	10	0.12	10	1.5

第15表

開放刺激閾値に対する Rb イオンの影響 (26.5°C)

標準塩溶液		0.07% RbCl 塩溶液		0.25% RbCl 塩溶液	
閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)
5	20				
6	12	6	30		
7	9	7	23		
8	7	8	15		
9	5	9	12	9	30
10	3	10	9	10	25

H. K イオンの作用

周知の如く K イオンの増加によって筋は著しい短縮を来す。稀濃度では一度短縮した後再び弛緩するが、濃度が高まるにつれて収縮の速度も大となり且つ持続的となって後続の弛緩が認められなくなる。自動収縮は K イオンの増加によって消失する。標準塩溶液中の KCl 含有量 (0.016%) を増加させると、閉鎖刺激の閾値に対し 0.035% (4.7mM) までは著しい影響を認め得ないが、それ以上の濃度では閾値の上昇が判然

と認められる (第16表)。開放刺激の閾値に対しては 0.50% (67.1mM) KCl 塩溶液までは閾値の低下を認め (第17表)、それ以上の濃度では上昇が認められる。等張 KCl 溶液 (0.680%) 内では筋の持続的短縮著しく、20μA 以下の電流では開放時の収縮を認め得ない。

標準塩溶液中の KCl 量を半減した時或は全部除去したときには、いずれも閉鎖刺激、開放刺激の閾値が上昇する (第18表、第19表)。即ち K イオンに関しては標準塩溶液内の KCl 濃度が閉鎖刺激に対し至適濃度に近いと見ることが出来る。

第16表

閉鎖刺激閾値に対する K イオン増加の影響 (27°C)

標準塩溶液		0.02% KCl 塩溶液		0.10% KCl 塩溶液
閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	
3.8	2.5	3.6	2.5	10μA, 3sec にて無効
4	1.5	4	1.5	
5	0.76	5	0.91	
6	0.36	6	0.54	
7	0.24	7	0.31	
8	0.20	8	0.21	
9	0.18	9	0.18	
10	0.16	10	0.17	

第17表

開放刺激閾値に対する K イオン増加の影響 (27°C)

標準塩溶液		0.02% KCl 塩溶液		0.10% KCl 塩溶液	
閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	前通電期間 (sec)
				4	180
				5	155
				6	130
		6	180	7	121
		7	160	8	95
		8	150	9	63
9	180	9	135	10	42
10	120	10	125		

第18表

閉鎖刺激閾値に及ぼす K イオン減少の影響 (28°C)

標準塩溶液		KCl 半減液		KCl 全量除去液	
閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)	閾強度 (μA)	通電期間 (sec)
3	2.5				
4	2.0	4.6	2.5		
5	1.5	5	2.0		
6	1.0	6	1.1	6	2.0
7	0.82	7	0.91	7	0.96
8	0.78	8	0.80	8	0.34
9	0.69	9	0.66	9	0.30
10	0.54	10	0.55	10	0.26

第19表

開放刺激閾値に及ぼすKイオン減少の影響 (28°C)

標準塩溶液		KCl 半減液		KCl 全量除去液	
閾強度 (μ A)	前通電 期間(sec)	閾強度 (μ A)	前通電 期間(sec)	閾強度 (μ A)	前通電 期間(sec)
7	180				
8	170	8	180		
9	155	9	163	9	180
10	141	10	140	10	172

I. NH_4 イオンの作用

NH_4 イオンはアルカリ金属イオンではないが作用が類似する故にその影響を検した。 NH_4 イオンの作用によって筋は最初軽度の短縮を示し、続いて伸展する。自動収縮に対しては0.024%迄は増強するが、それ以上の濃度では消失する。閉鎖刺激の閾値に対しては0.017% NH_4Cl (3.2mM) 迄はこれを軽度に低下させるが(第20表)、それ以上の濃度では上昇させる。開放刺激の閾値に対しては0.0069% (1.3mM) までは著変なく、それ以上では上昇させる(第21表)。

第20表

閉鎖刺激閾値に対する NH_4 イオンの影響 (28°C)

標準塩溶液		0.0057% NH_4Cl 塩溶液	
閾強度 (μ A)	通電期間 (sec)	閾強度 (μ A)	通電期間 (sec)
3.8	1.5	2	1.5
4	1.25	3	0.96
5	1.08	4	0.40
6	0.80	5	0.24
7	0.64	6	0.16
8	0.43	7	0.13
9	0.23	8	0.12
10	0.15	9	0.11
		10	0.09

第21表

開放刺激閾値に対する NH_4 イオンの影響 (28°C)

標準塩溶液		0.0086% NH_4Cl 塩溶液	
閾強度 (μ A)	前通電期間 (sec)	閾強度 (μ A)	前通電期間 (sec)
4	30		
5	27		
6	25		
7	21		
8	18	8	25
9	10	9	20
10	7	10	18

IV. 考 察

A. 筋長並びに自動収縮に対する影響

Ca, Kを除く他の6種のイオン即ちSr, Mg,

Ba, Li, Rb, NH_4 はいずれも稀溶液に於ては自動収縮を増強し高濃度では之を消失させる。Srは特に自動収縮の週期並びに振幅を増大させる作用が強い。Fienga³⁾ は鶏の食道に対して2.05%の SrCl_2 を作用させると緊張の増強することを記載し、Mines⁷⁾ はホタテガイの心臓に就いてSrイオンによる緊張の増強を報じている。本実験では1.38% $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 以下の濃度を用いたのであったが、自動収縮の極めて盛となる以外に緊張に対する著しい変化を認め得なかった。

MgイオンについてはMines, Fienga等の成績とほぼ一致している。Liイオンについても筋の緊張を低下させる点ではHogben⁴⁾, Fienga, Buglia¹⁾等の成績と合致する。その他 NH_4 イオンについてはFienga, BaイオンについてはFienga, Mines, Evans²⁾ 等が他種の平滑筋について認めたところと大差がない。Caイオンが筋長並びに自動収縮に対し著しい影響を与えない点、また高濃度で却って伸展が認められる点はFienga, MinesがCaによる緊張の上昇を報じているのと相反している。

B. 被刺激性に対する影響

平滑筋の電氣的被刺激性に対するイオンの影響については未だ殆んど研究されておらず、たゞ海狸の尿管の漸増電流に対する興奮性に及ぼすCaイオン、Kイオンの影響を検した大谷⁸⁾ の報告を見るのみである。

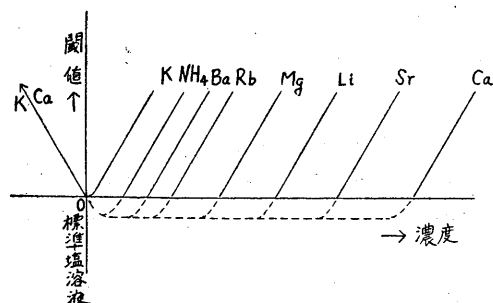
先ず閉鎖刺激の閾値について言えば、K以外の被検イオンはすべて低濃度に於ては多少とも判然と閾値の低下を來し、高濃度に於てはKを含むすべてのイオンが閾値の上昇を來す。この場合各種イオンが閾値を低下せしめる作用の強さを比較することが望ましいのであるが、本実験に於ては猶この点に就いて量的に結論をひき出し得るには至っていない。それ故こゝではたゞ標準塩溶液作用後の標本に比し判然と閾値の上昇を來す限界のモル濃度について考察したい。またK及びCaは既に標準塩溶液中に前者は2.1mM、後者は1.4mMの濃度に於て含まれているのであるから、他のイオンとの比較のため、

兩種イオンに就いては第2章記載の限界モル濃度から上記標準液中の既存濃度を差引いた値を採った。閉鎖刺激閾値上昇限界モル濃度を各種イオンについて比較すると、第22表の如く、多少の食い違いはあるが一般にアルカリ金属イオンは低くアルカリ土金属イオンは高い値を示している。

第22表 閉鎖刺激閾値上昇限界モル濃度

Ca	133.7mM
Sr	52.5mM
Li	23.5mM
Mg	14.7mM
Rb	7.0mM
Ba	4.1mM
NH ₄	3.2mM
K	2.6mM

なお標準塩溶液からK或はCaを半減或は全く除去した場合にも閉鎖刺激の閾値が上昇することを顧慮し、第22表の関係を模型的に図示すると第6図の如くなる。



第6図

各種イオンのモル濃度と閉鎖刺激閾値との関係 (0点の濃度はK及びCaについては標準塩溶液内の濃度、其の他のイオンについては零を示す)

第6図に於て横軸は各種イオンのモル濃度縦軸は閉鎖刺激の閾値を示す。0点はK及びCaについては標準塩溶液内の濃度、其の他のイオンについては0mMに当る。従って閾値については横軸上の諸点はすべて標準塩溶液内の閾値に等しいことを示している。各曲線の横軸との交点は即ち第22表の閉鎖刺激閾値上昇限界モル濃度に当る。

第6図を見ると、いずれのイオンについても閉鎖刺激閾値を最低ならしめる至適濃度が存在し、且つ、Kについては標準塩溶液内の濃度がほぼそれに一致することが判明する。大谷⁸⁾に

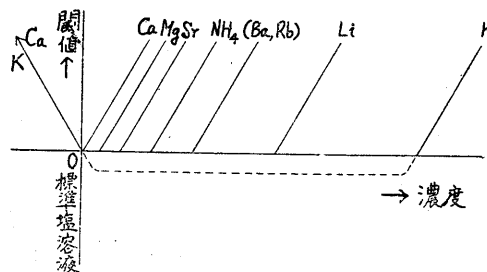
よれば海狸尿管では0.10% KCl Locke液内でも猶基電圧の著しい低下が認められるというが、本実験成績との不一致は専ら実験材料の差に基くと考えられる。

開放刺激の閾値については、イオンの添加或は標準液中既存のイオンの増加によって判然とした閾値の低下を起すものはKのみである。他のイオンも少量の添加によって閾値の低下を來すものらしく見えるが、その程度は極めて輕微であって判然としない。しかしいずれのイオンも大量に添加すればすべて閾値の上昇を起して來る。この閾値上昇の限界モル濃度を示すと第23表の如くなる。

第23表 開放刺激閾値上昇限界モル濃度

K	64.9mM
Li	12.5mM
Rb	4.1mM
Ba	4.1mM
NH ₄	1.3mM
Sr	0.5mM
Mg	0.4mM
Ca	0.3mM

なお標準塩溶液中のKCl或はCaCl₂を半減或は全部除去した場合にも開放刺激の閾値は上昇するのであるから、第23表は第7図の如く模型的にあらわすことが出来る。



第7図

各種イオンモル濃度と開放刺激閾値との関係

図に示されたように概してアルカリ土金属イオンは低濃度で既に開放刺激の閾値を上昇させ、アルカリ金属イオンは比較的高濃度ではじめて閾値の上昇を來す。殊にKイオンは可成りの濃度に達するまで却って開放刺激の閾値を低下させる。

第22表と第23表、第6図と第7図とを対照すると若干の興味ある事実が見出される。

1) 閉鎖刺激の閾値については標準塩溶液中の KCl 濃度 (2.14mM) がほぼ K イオンの至適濃度であるが、開放刺激の閾値に対してはその CaCl₂ 濃度 (1.44mM) がほぼ Ca イオンの至適濃度であること。

2) 開放刺激の閾値上昇限界モル濃度のイオン系列は閉鎖刺激のそれとは逆の順序に並ぶこと、殊に Ca と K との対蹠的な関係。

3) アルカリ土金属イオン (Ba を除く) はそれぞれ一定の濃度範囲に於て閉鎖刺激の閾値を低下せしめると同時に開放刺激の閾値を上昇せしめる。しかしアルカリ金属イオンに関しては K のみは一定の濃度範囲に於て開放刺激の閾値を低下せしめると同時に閉鎖刺激の閾値を上昇させるが、Li, Rb, NH₄ にはかかる濃度範囲は存在しない。

上記の諸事実に対し今直ちに十分な説明を与えることは不可能である。アルカリ金属イオンとアルカリ土金属イオンとの間に拮抗的な作用面が見られたことは恐らく兩種イオンが細胞膜の分極性に及ぼす影響が相反することから説明され得るであろう。たゞ閉鎖刺激の閾値を規定する要因は複雑であるから同種イオン相互間のイオン系列が従来知られているリオトロープ系列其他と充分な一致を見ないのもむしろ当然と思われる。この間の事情を考察することは更に後に譲らねばならない。

C. 相性成分と緊張性成分の問題

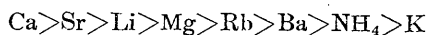
上記の強さ-期間曲線を求めるに当っては、各刺激通電期間に於ける最小の収縮を目標として閾値が決定された。さて平滑筋の短縮相性成分と緊張性成分との存在することを主張する著者等の立場からは、諸種イオンの作用下に於て、閉鎖刺激及び開放刺激の結果として生ずるこれらの最小収縮が果して相性収縮であるか、或はまた緊張性収縮であるかと先ず問題となる。本実験に於ては咽頭牽引筋全体としての収縮を目標としており、平流の極効果については直接の観察によって確かめられていないが、使用された筋は夏期新鮮な動物から剔出されたものであるから、標準塩溶液内に於ける平流に対する反応

は著者の前報告⁶⁾に記載された A 型に所属するものなることは明かである。従ってその最小収縮が丘陵型の小収縮 (前報告⁶⁾ Fig. 3, a) であるとはいえ相性収縮と見做さるべきこと、これに反して開放刺激の閾値に於ける反応はむしろ緊張性収縮と考えられることも前報告の結果より見て明かである。また Ca イオン増加時の閉鎖時収縮も同様に相性収縮と考えねばならない。他方、K イオン増加時の反応は前報告に於ける B 型に属すべく、従って閉鎖時に於ける反応は緊張性であり、開放時に於ける反応は相性を主とするであろう。その他のイオン作用時に於ける最小収縮が果して相性であるか緊張性であるかは目下のところ確定できない。しかし兩種の収縮の生起条件の間には、未だ判明でないにせよ何らかの平行的關係が存在することが推測されるので、これらのイオンの影響を上述の如く同列に取扱うこともあながち無益ではないと思われる。

V. 摘 要

1) 夏季の新鮮なマイマイから咽頭牽引筋を剔出し、種々の期間の平流の閉鎖並びに開放刺激の閾値を測定し、且つこれに対する Ca, Sr, Mg, Ba, K, Li, Rb, NH₄ 等諸種のイオンの及ぼす影響を検した。

2) 閉鎖刺激に関しては K 及び Ca イオンには基電流を最小ならしめる至適濃度がある。其の他のイオンに就いては夫々一定の濃度の範囲では之を低下せしめるが、それ以上の濃度では標準塩溶液内に比し之を上昇させる。閉鎖刺激閾値上昇の限界モル濃度を各イオンにつき比較すると下記の如くなる。



3) 開放刺激に就いても K 及び Ca イオンには夫々閾値を最小ならしめる至適濃度がある。その他のイオンに就いては夫々一定のモル濃度以上に於て之を上昇せしめ、その上昇限界モル濃度を比較すると下記の如くなる。



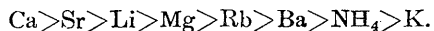
文 献

- 1) Buglia, G. (1910) Neue Untersuchungen über die glatten Muskeln. III. Z. Biol. 54, 249
- 2) Evans, C. L. (1913) Toxikologische Untersuchungen an bioelektrischen Strömen. III. Z. Biol. 59, 397
- 3) Fienga, G. (1910) Neue Untersuchungen über die glatten Muskeln. II. Z. Biol. 54, 230
- 4) Hogben, L. T. (1925) Studies on the comparative physiology of contractile tissues. Quart. J. Exper. Physiol. 15, 263
- 5) Kawabata, G. (1951) Mechanical responses of smooth muscle to electric stimuli. Jap. J. Physiol. 1, 277
- 6) Masai, S. (1951) Tonic and phasic contractions of the retractor pharyngis of snail (*Euhadra lubuana*). Jap. J. Physiol. 2, 60
- 7) Mines, G. R. (1912) On the relations to electrolytes of the hearts of different species of animals. I. Elasmobranchs and pecten. J. Physiol. 43, 467
- 8) 大谷卓造 (1944) 輸尿管に於ける忍込現象の研究 日本生理誌 9, 241
- 9) Singh, I. (1938) The effect of adaptation to electrical and chemical stimulation on the excitability of the anterior retractor of the byssus of *Mytilus edulis*. J. Physiol. 92, 241

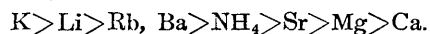
Summary

On the pharyngeal retractor muscle excised from snail the threshold current intensities for closing and opening excitations were measured by applying constant currents with various duration. The effects of alkali metal ions and alkaline earth metal ions upon the threshold value were investigated.

1) As to the closing excitation, there can be found an optimal concentration which makes the rheobase lowest, in regard to K^+ and Ca^{++} respectively. Other ions have their own critical molar concentrations, below which the rheobase becomes lower, and above which higher, than the value measured in normal snail saline. These critical molar concentrations can be arranged in following order:



2) As to the opening excitation, an optimal concentration which makes the threshold value minimum can be determined in regard to K^+ and Ca^{++} respectively. The ions other than these raise the threshold value when contained in the bathing saline above certain critical molar concentrations. These critical molar concentrations can be arranged in following order:



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

平滑筋の負傷電位に及ぼすアルカリ金属イオン並びに

アルカリ土金属イオンの影響 612.733

The Action of Alkali Metal and Alkaline Earth Metal Ions on the Injury Potential in Smooth Muscle.

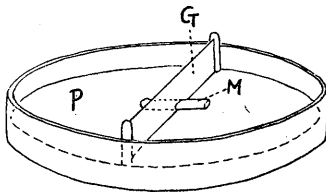
正井章一 (Masai-Shoichi) *

I. 緒言

著者⁶⁾は曩きに蝸牛の咽頭牽引筋についてアルカリ金属イオン及びアルカリ土金属イオンがその筋長及び閉鎖開放刺激の閾値に如何なる影響を及ぼすかを追求した。刺激閾値の変化はこれらイオンが静止状態にある筋の膜電位に対する影響と密接な関係があると考えられるから、次にこれらイオンの筋の負傷流に及ぼす影響を検索した。

II. 実験方法

冬期に捕獲した、ミスジマイマイ (*Euhadra lubuana*) の咽頭牽引筋をその両端に咽頭及び殻軸の附着したまま無傷に剔出し、之を生理的塩溶液 (NaCl 0.53%, CaCl_2 0.016%, KCl 0.016%) に10分間浸漬した後、第1図の如き容器に装置した。図の如くシャーレの中央に薄いゴム膜を張り、その下端をシャーレの底に厚く敷き



第1図 標本容器

M: 筋, G: ゴム膜, P: パラフィン層

流したパラフィン層によって固定する。ゴム膜の中央にてパラフィンに密接して小孔をあけ、標本を貫通せしめた後、この部分 (標本の中央部) にワセリンを塗布して隔絶した。電極としては N/10 KCl 甘汞電極を使用し、その尖端には豫め上記生理的塩溶液に浸漬してあった筆先

* 京都大学医学部生理学教室 (大谷教授)

形の素焼を附し、之を筋に接触させた。電位差測定は Leeds & Northrup 製電位差計及び島津 R-型 C 級電流計を用いた。イオンの影響を検する当っては各種イオンの塩化物の等張液 (CaCl_2 0.725%, $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 1.726%, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 1.282%, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.65%, LiCl 0.305%, KCl 0.6805%, RbCl 1.099%, NH_4Cl 0.499%) を健常部或は負傷部電極下の筋の表面に塗布した。筋に負傷面を作るにはシャーレに標本を装置し終つて後、標本の殻軸附着部より 1~2mm の部を清浄な安全剃刀の刃で切断した。

III. 実験成績

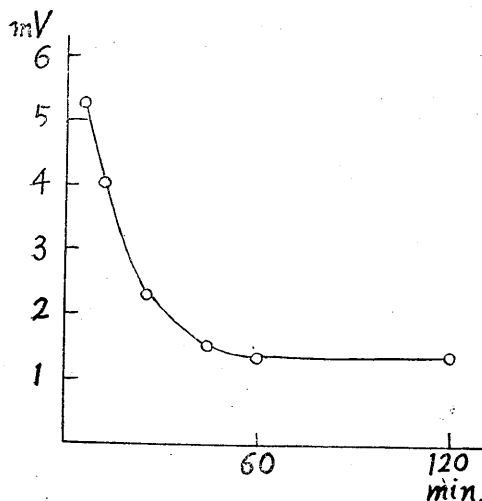
A. 負傷電位の時間的变化

先ず豫備実験として、生理的塩溶液に浸漬した後、被検イオンを作用せしめない場合の負傷電位の時間的变化を追求した。筋の一端を切断した後5分より始め2時間後に及んだが、切断5分後では負傷電位は -4~-8mV、その後時間の経過と共に急激に減少し、切断後約1時間で -1.5~-3.5mV にて安定する (室温 10~15°C)。

1例を示せば第2図の如くである。それ故、以後イオンの影響を追求する場合には、各実験例に於て常に切断後1時間の値を生理的塩溶液作用時の規準とした。

B. 負傷電位に対するイオンの影響

筋の一端を切断してから1時間を経過して後、健常部の電極下或は負傷部の電極下の筋の表面に毛筆によって被検塩溶液を塗布し、その後5分を経過して後電位差の測定を行った。実験成績を一括すると第1表の如くなる。表の第1列 (最左列) は被検イオンを示し、その順序は健常部に被検液を塗布した際に負傷電位を増強さ



第2図 負傷電位の時間的变化(標準塩溶液)

せる作用の最も強い Ca からはじまり、逆に負傷電位を最も著しく低下させる NH_4 に終る順(第5列参照)に排列した。第2列乃至第4列並びに第6列乃至第8列の数値は各種イオンにつき代表的な1例を掲げたのであるが、第5列及び第9列はイオン作用の影響を各種イオンに就き夫々6~10例の実験結果を平均した数値によって示した。同種イオンに就いては総例いずれも負傷電位を増加するか或は之を減少せしめるかのいずれかであって、質的には一定した結果が得られているが、量的には各実験例につきかなりの差が認められる。従って第5列及び第9列の数値に於ける少許の差異には余り大きな意義を認めることは出来ず、唯大体の傾向及び変化の程度を窺うに役立つのみである。表によると、Ba を除く他のアルカリ土金属イオンは之を健常部に作用せしめた場合にも負傷部に作用せしめた場合にも共に作用表面の電位を高める方向に作用している。反対に Ba, NH_4 及びすべての被検アルカリ金属イオンはいずれも塗布部の電位を低下せしめる如く作用する。表の第10列、第11列、第12列は著者の既報論文⁶⁾の結果からイオン作用による筋の伸展或は短縮、閉鎖刺戟及び開放刺戟の閾値上昇限界モル濃度を記入した。これらの順序と電位に対する影響の順序とは完全には一致しないが、大体に於ては閉

鎖刺戟閾値上昇モル濃度の順序は電位上昇の順序と一致し、開放刺戟のそれは之と相反する。

第1表

イオンの種類	負傷部を0とした健常部の電位 (健常部に被検液を塗布した場合)				健常部を0とした負傷部の電位 (負傷部に被検液を塗布した場合)				緊張性収縮	閉鎖刺戟 閾値上昇 モル濃度の 順序	開放刺戟 閾値上昇 モル濃度の 順序
	標準 塩溶液 (a mV)	被検液 塗布後 (b mV)	イオン作用による 電位変化 (b-a) mV	$\frac{b-a}{a}$ 総例平均	標準 塩溶液 (a mV)	被検液 塗布後 (b mV)	イオン作用による 電位変化 (b-a) mV	$\frac{b-a}{a}$ 総例平均			
Ca	2.9	5.6	+2.7	+96%	-3.9	-3.1	+0.8	-15%	変化なし	1	8
Mg	3.5	6.5	+3.0	+67%	-3.0	-1.7	+1.3	-45%	伸長	4	7
Sr	3.5	4.4	+0.9	+26%	-3.9	-1.7	+2.2	-49%	変化なし	2	6
Ba	2.8	2.2	-0.6	-15%	-1.9	-2.9	-1.0	+40%	著明に収縮	6	3
Rb	2.4	1.8	-0.6	-31%	-2.4	-2.6	-0.2	+15%	軽度収縮後伸長	5	3
K	2.2	1.8	-0.4	-32%	-2.4	-3.6	-1.4	+37%	著明に収縮	8	1
Li	2.0	1.1	-0.9	-38%	-2.0	-2.6	-0.6	+16%	軽度収縮後伸長	3	2
NH_4	1.5	0.6	-0.9	-41%	-2.8	-3.5	-0.7	+43%	軽度収縮後伸長	7	5

IV. 考 察

平滑筋器官の負傷電位は既に Brücke²⁾, Bacq et Monnier¹⁾ によって諸種の器官につき測定されているが、これに対するイオンの影響につい

ては、Kイオンの脱分極作用に関するもの以外には未だ報告を見ない。然し骨格筋や神経については既に数多くの研究があるから之と比較することも意義なしとしない。Höber⁴⁾, Netter⁷⁾, Höber u. Strohe⁵⁾, Cowan³⁾ 等によればアルカリ金属イオンの神経或は骨格筋に対する塩電位は $K > Rb > Cs > Na > Li$ の順であって、本研究の結果と比較すると Li が Na に対して陽性変化をもたらす点が異っている。Höber⁴⁾ によればアルカリ土金属イオンの骨格筋の静止電位に対する影響は著しくないが、Kイオンによる陰性電位の発生を防止する作用は一般に認められている。この点に於ても Ba が平滑筋に於ては電位低下を来すことは注目に値する。

さて翻って平滑筋の緊張と負傷電位との関係について考えると、Bacq et Monnier¹⁾ は如何なる原因による緊張の増加もすべて負傷電位の低下を来すことを認め、且つ一般に後者が時間的に前者に先立って起る故に、電位低下が緊張増加の原因であると考えている。したがって Ba イオンが平滑筋の著しい短縮を惹起することを考えると、それが負傷電位の低下を招くことも当然と思われる。たゞ之等イオンによる電位変化と緊張の変化との間に明瞭な量的関係の存在は認められない。例えば Ca, Sr 等は分極を増大せしめる作用は著しいが、筋を伸展させる作用は弱い。また電位低下と緊張の増加とのいずれが原因であり、いずれが結果であるかに関しては、今直ちに Bacq et Monnier¹⁾ の意見に従うことは出来ない。彼等自身も亦猫の除神経瞬膜に Acetylcholine を作用せしめた際には収縮が電位低下に僅かに先行することを認めている。これらの事柄を考え合せると、諸種イオンの閾値に対する作用も緊張に対する作用も大体に於ては筋表面の電位に対する作用と関連させるものと考えられるが、3者の間に厳密な量的関連は認められず、従ってそのいずれか1

のみが原因となって他を惹起するものとは考え難い。

V. 摘 要

1) マイマイの咽頭牽引筋の一端に切断を加え負傷電位を測定すると、切断後5分に於ては -4乃至 -8mV の値を得るが、時間の経過と共に負傷電位は減少し、約1時間で -1.0乃至 -3.5mV にてほぼ一定する。

2) アルカリ金属及びアルカリ土金属の塩化物の等張液を筋の健常部或は負傷部に塗布すると、Ca, Mg, Sr イオンは塗布部の電位を高め、Ba, Rb, K, Li, NH_4 イオンは塗布部の電位を低下させる。

3) 上記各種のイオンの筋の閾値、緊張に対する作用と、負傷電位に対する作用とを比較すると、大体に於て3者に関連するところのあることが認められる。

文 献

- 1) Bacq, Z. M. et A. M. Monnier (1935) Recherches sur la physiologie et la pharmacologie du système nerveux autonome. XV. Arch. Internat. Physiol. 40, 467
- 2) Brücke, E. T. (1910) Beiträge zur Physiologie der autonom innervierten Muskulatur. I. Pflüger's Arch. 133, 313
- 3) Cowan, S. L. (1934) The action of potassium and other ions on the injury potential and action current in maia nerve. Proc. Roy. Soc. London, B. 115, 216
- 4) Höber, R. (1905) Über den Einfluss der Salze auf den Ruhestrom des Froschmuskels. Pflüger's Arch. 106, 599
- 5) Höber, R. und H. Strohe (1929) Über den Einfluss von Salzen auf die elektrotonischen Ströme, die Erregbarkeit und das Ruhepotential des Nerven. Pflüger's Arch. 222, 71
- 6) 正井章一 (1953) 平滑筋の被刺激性に及ぼす諸種イオンの影響 日本生理誌 15, 120
- 7) Netter, H. (1928) Über den Ruhestrom des Nerven und die Ionenpermeabilität seiner Hüllen. Pflüger's Arch. 218, 310

Summary

1) On the pharyngeal retractor muscle of snail the injury potential was measured by means of a potentiometer and a galvanometer. At the moment 5 minutes after giving a

mechanical injury to one end of the muscle, injury potentials ranging from -4 mV to -8 mV were observed, which decreased progressively and reached the lowest constant levels ranging from -1.0 mV to -3.5 mV within about one hour.

2) In order to see the effect of ions upon the injury potential, isotonic solutions of chlorides of alkali metals and alkaline earth metals were applied to either injured or uninjured surface of the muscle. Calcium, magnesium and strontium ions acted to augment the potential of the surface to which they were applied, while barium, rubidium, potassium, lithium and ammonium ions acted to lower it.

3) There could be found some relationship between the above mentioned actions of these ions and their actions on the excitability as well as on the tonus of the muscle.

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

ヒキガエルの網膜における静電位の本態及び

静電位による順応の研究 612.84

On the Nature of Steady Potential of Toad's Eye and Adaptation.

吉 田 穰 (Yosida-Yutaka)*

I. い と ぐ ち

眼の静電位については Du Bois Raymond²⁾ (1849) が脊椎動物において眼球の角膜側がその後極よりもプラスである事を発見して以来、沢山の人達がその研究に従事し、立派な業績をあげている事は、Kohlrusch¹¹⁾ (1931) の総説や Granit⁵⁾ (1947) の単行本など¹⁰⁾¹⁵⁾によくまとめられてある通りであるが、その中で特に Himsted と Nagel⁸⁾ (1902) が始めて *in situ* において静電位を観察し、鳩や雞の眼についてアカルミ順応やクラヤミ順応との関係をしらべ、アカルミ順応により静電位が強まりクラヤミ順応によって弱まる事を見たのは意義あることであり、後に Kohlrusch¹¹⁾ (1918) もまたこの事実を認めているようである。次に Brossa と Kohlrusch¹⁾ (1913) はやはり *in situ* の蛙の眼について研究して、その静電位が摘出眼の場合のように急速に消失したり逆轉したりしないことを明らかにし、Riddell と Granit¹⁴⁾ (1934) は蛙の眼を光にさらすと眼の静電位が高まる事からアカルミ順応による網膜の光感受性の変化には静電位の変化が関係する事を考えている。更に最近 Wulff¹³⁾ (1948) は静電位と活動電位の関係をしらべ、その大きさの比はほぼ一定であると述べているようだが、原著がないので詳しい事が判らないのは残念である。

静電位が生理学的に重要な役割を果たしていることは、神経や筋肉において静電位の存在により電気緊張という現象が見られ、この現象により興奮性の変化が生ずるという事実からも容易に考えられるが、眼についても Gernandt³⁾ (1947) 及び Granit⁶⁾ (1948) 等は直流通電をこれに行

いそのとき眼の光に対する反応が特異的に変ることを網膜の活動電圧ならびに視神経のインパルスについて観察し、眼においても神経や筋肉の場合と同様な重要な関係がある事をみている。ところで眼における静電位は生理学的に存在する直流電圧と考えることが出来るから、静電位の存在は眼の光受容ことにその順応について重要な意義をもつであろうことは想像にかたくない。この意味で静電位と眼の順応との関係は重要問題であるということが出来る。しかしながら多くの人々の興味は静電位の発生メカニズムやあるいは発生部位の問題にそまがれていて、眼の順応との関係ことに順応の時間的な経過や光の強さとの関係については殆んど文献がみあたらないようである。

また眼の順応の研究には活動電流はじめ主観的な刺激閾を手掛りとするものなどその方法も多いけれども、格別のテストの刺激(光)を与える必要のない静電位の大きさによる順応の研究は眼の順応状態をこわす恐れがなく、また純客観的であると考えられる点からも新しいすぐれた方法であると考えてよいと思う。

そこで私は眼の静電位を手がかりとしてその時間的経過を調べ、更にアカルミ及びクラヤミ順応中の静電位の変化を追求め、これによって静電位の生理学的な意義ならびにその本態を探ろうと思いこの実験にとりかゝった。

II. 実験の方法

実験に当っては 10% Urethan-Ringer 液 10~15cc/kg⁹⁾ を皮下に注射して麻酔させたヒキガエルを固定台に腹位にとりつけ、上眼瞼並びに瞬膜を除去したいわゆる生きたヒキガエルの眼球又は完全に且つ出来るだけ速かに摘出したヒ

* 九州大学医学部生理学教室 (岡田直幹教授)

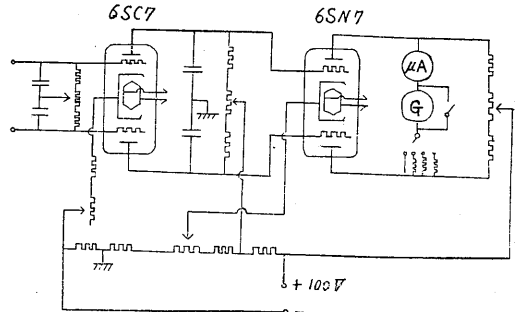
キガエルの眼球を用いた。生きたヒキガエルの場合には必要に応じ眼球の陥入を防ぐため眼球直下の口蓋粘膜を切開して大豆大の綿球を挿入する事もあつた。

光源には Edison Lamp を十分な容量の電池をもって使用し、その光を適当にレンズを組合わせて光線束を作り、更にこれを光源より 50cm の所に焦点を結ぶよう配置した。そしてその焦点が丁度眼球内で水晶体の直後に位置し、その射入方向が水晶体に対して直角であるようにヒキガエルを置いた。なお光を点じたさい焦点部における温度の上昇は 10 分間に殆んど 1°C 以内の変化であつたので、眼の網膜における静電位に及ぼす温度の影響は一応これを無視する事にした。また摘出眼の場合には後述の如き形の電極を用い、適当な位置に反射鏡を用いて光の射入方向、照度等を出来るだけ上述の生体の場合と等しくするよう工夫した。照射光の明るさの加減にはレンズの間に適当な濃さに感光せしめた乾板で作ったフィルターを挿入した。

電極は生体の場合には、先端に綿糸をつけた Zn-ZnSO_4 不分極電導子を用いたが、摘出眼球の場合には片方の電極の下部を曲げその先端を上向きとなし更にその先端を径 5mm のサカヅキ型にし Ringer 液を満したものを用い、ともに角膜の前面と鞏膜の後上面からそれぞれ誘導した。この際角膜前面においた電極先端は必ず瞳孔すなわち黒眼の上に置く事が必要である。またその電極が光の射入を妨げる事のないよう注意した。

直流増幅器は第 1 図に示したようなもので、感度は μA 計では 1 目盛/mV、ランプスケールでは 80mm/mV とし、ガルバノメーターの振れを 30 秒毎に読みとった。但し光の照射、遮断直後 30 秒以内は 5 秒毎に読む事にした。なお使用したガルバノメーターの性能は感度 $1.55 \times 10^{-6} \text{ V}$ 、週期 0.3 秒であつた。また電池の消耗などに基因する動揺すなわち基線の変化、或はグリッド電流の防止には特に意を用い、基線の動揺は 5 分毎に、グリッド電流の防止は 60 分毎に補正した。

本実験は 1950 年 11 月上旬から 1951 年 1 月下旬まで、及び 1951 年 12 月上旬から 1952 年 3 月末までの 2 回にわたって行い、その間の室温は大体 $5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ であつた。



第 1 図 直流増幅器

III. 実験の結果

A. 静電位の方向と大きさ及び時間的变化について

1) 静電位の方向：脊椎動物の眼の角膜及び鞏膜に不分極電極を当て、これを鋭敏な電流計に導くと、外の回路を通して持続的に角膜から鞏膜に向って電流が流れる事は、既に古くから知られている事であり私も全く同様な現象を見る事が出来た。そしてこの電流は光の照射等には関係なく常に存在しているが、その値の大小はその与えられた条件によって異なり、また光照射の影響を大きく受ける事も判った。

2) 静電位の大きさ：従来静電位の大きさについては同じ動物についてもいろいろ異なる値が報告され未だ確定していないようである。私はこの点を追求している中に次のような事を見出した。即ち実験方法に於て述べた如く、上眼瞼及び瞬膜を除去した生きたヒキガエルの眼球の静電位を上述の処置後出来るだけ速かに測定する時は殆んど常に $1 \sim 3 \text{ mV}$ の値を示す。但しこの場合ヒキガエルは自然の状態に放置され、出来るだけ照度の変動の影響を受けないようにしておくことが必要である。もし実験準備のさい光の照射或は遮断を行ったり鞏膜面を傷つけたりすると 10 mV 或はそれ以上の電位を示すこともあつた。併したとえ 10 mV 近い電位を生ずることがあっても十数時間後その生体眼を再び測定してみるとその電位は 1 mV 程度であるの

が常であった。

次に生体に於て1~3mVの静電位しか示さなかった時に、その眼球を摘出して電位を測定してみると、新しい負傷部特に視神経切断面附近に当てると電位は急に高くなり普通10mV前後時には20mV以上の大きな電位を生ずる。しかもそのとき電極の位置を移動させると常に異なった値が得られる。また標本製作時に残した所の動眼筋の除去とか、或は視神経のあらたな切断とか、故意の眼球に対する機械的作用（眼球の圧迫、マッサージ等）により更に電位が高まることを知った。なおこの時さらに硝子体の除去を行って網膜の内面と鞏膜後上面とを直接結んでみたら、通常電位は少々減少し7~8mV程度の電位が得られた。

3) 静電位の時間的变化：脊椎動物の摘出眼に於ては活動電流は長時間にわたって殆んど変りなく発生するにもかかわらずその静電位は速かに消失するとか、或は消失はするが相当長時間にわたって持続するとか諸説あり一定しないが、私は次の如き現象即ち摘出後割合速かに下降し光等には関係しない電位差と、光の照射、遮断に応じて電位の上昇或は下降を示し活動電流と同様長時間にわたって現われる所の電位差の2つのものがあるのを見た。

即ち摘出した眼球に於てはその示す電位差は非常に大であるが、眼球摘出後何等操作を加えずして放置し、その際の電位の消長を観察すれば（第1表）の如くで、割合速かに電位が減少

第1表 眼球摘出直後の静電位の大きさと、それをそのまま放置した場合の静電位の時間的な変動

実験例	時刻	摘出直後(mV)	30分後(mV)	60分後(mV)	120分後(mV)	180分後(mV)
No. 1		8.5	5.5	3	2	-2
No. 2		4	-1	-2	-2	-3
No. 3		10	7.5	6	1	1
No. 4		4	2	1	1	0
No. 5		9	8	4	0	-2
No. 6		7	6	5	1	1
No. 7		11	10	8	4	2
No. 8		8	5.5	2	1	1

してゆき遂には逆轉してしまう。また摘出後直ちに光照射の実験を開始すると光の照射、遮断

に応じて電位の上昇、下降現象が現われるが、この電位の変動に重なって急速な電位の下降現象が現われるのを見ることが出来る。またかくの如き場合、この眼球を Ringer 液中に投入したり、Ringer 綿布で包んで放置したり、或は電極を接して放置しておく即ち健康面と負傷面を短絡してしまうような状態に置いておくと非常に速かな電位の消失が行われ（第2表）、前述

第2表 摘出眼球をRinger液中に投入、放置した場合の静電位の時間的な変動

実験例	時刻	投入直前(mV)	15分後(mV)	30分後(mV)	60分後(mV)
No. 1		5	1	-1	-7
No. 2		8	1	-4	-8
No. 3		5	2	1	-5
No. 4		7	1	-1	-6
No. 5		10	3	-1	-5

の如き光照射の際現われる電位上昇に重なって急速な電位下降現象が現われるというような事は殆んど見られなくなってしまう。

かような標本製作直後の急速な電位下降現象は私の場合生体眼に於てもある程度見られたが、充分注意して上眼瞼の剝離を行えば摘出眼に於ける程著明ではなく、更に生体であるので相当長時間を経た後に再びその眼を使用して実験を行ってみると殆んど最初からその様な電位下降現象を見る事がない。

かように標本製作後数時間放置するか、或は短絡等の手段により速かに電位が減少し且つ安定した後に光の照射、遮断効果を見ると、以下述べる如き現象が現われることを知った。

B. 静電位の光照射並びに遮断による変動について

先に述べたように眼をアカルミにさらすとその静電位が増大し、クラヤミに置くと逆に減少することは既に知られている所であるが、その静電位の経過を順応の完成に至る長い時間にわたって観察したものは少いようでことにアカルミまたはクラヤミ順応との関係を生きたヒキガエルについて詳細に調べたものはないようである。そこで、標本製作後前項に於て述べた如き急速な電位下降現象が一応落着いてから、即ち生体眼においては標本製作後1~2時間たってからアカルミ及びクラヤミ順応時の電位の経過

を調べてみた。

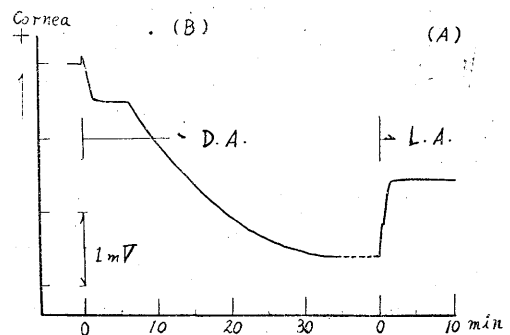
1) アカルミ順応時の電位の基本的な経過：やく10分間暗室に放置しそれに続いて行われたアカルミ順応の間の電位の経過を追えば(第2図. A) のようになる。即ちアカルミ順応開始後、直ちに急速な電位の上昇が現われるが、その上昇の停止後数秒にしてそれに引きつゞき更に著明な電位の上昇が見られる。これはアカルミ順応開始後30秒乃至1分位でその最大値に達し、その後は殆んど安定するようである。その場合の電位はヒキガエルの個体差が甚しい事と、おそらく電極の接着部位の一定していない事が原因であると思われるが非常に差があって一定せず断定は出来ないが、大体1mV前後のようである。また、時によってはアカルミ順応開始後30秒位で殆んど最大値に近い電位上昇を見たにもかかわらず尙安定せず、主として4～5分目頃から電位の僅かな上昇或は下降現象が現われたり、更に途中で折れの如き凹みが生じたりする事もある。

2) クラヤミ順応時の電位の基本的な経過：やく10分間のアカルミ順応の後40分間のクラヤミ順応を行い、その時の電位の経過を追ってみると(第2図. B) に示したように、消燈後直ちに急速な僅かな電位の上昇及び下降が見られるが、下降停止後直ちにその電位は再び急速に下り始め結局40分間に電位は2～3mV程度の変動を生ずる。このあとの方の経過を詳細に観察してみると、それは決して滑かなカーブを描いて下るのではなく、途中で1つの折れをもっていることが多い。即ち消燈後30秒乃至1分位の間に割に大きな電位の下降を示すが、その後5～10分位まで一旦安定する。その後再び緩徐に下降を始め、大体25～35分目頃にそれが目立たなくなり、次第に安定して来るようである。

この折れをもつ経過や、その安定までの所要時間は人のクラヤミ順応中の視感度の増加をしらべた有名なKohlrausch¹¹⁾(1931)の報告や、種々の研究報告に於て述べられているクラヤミ順応完成経過に似かよった点が多く面白い現象で

あるが、標本によっては逆に電位の上昇を見たり、折れを生じなかったりするような全く反対の現象を呈するものも時々あり、今直ちにこの事を意義づける事は困難である。しかしながら先に述べたような現象は、この静電位のアカルミ及びクラヤミ順応時の経過に於て最も多く見られる典型的な経過であるので、私はこれを基本型として今後の実験を進める事にした。

また私は順応の開始直後に必ずみられる速かな陽性変動は一般に活動電位と称されるものの中b, d波に相当するものによく似ていると思うが、ガルバの特性等の関係もあり断定出来ない。しかしながら、その大きさも経過も更にその変化の速度も先立つ順応の時間により種々なる変動を示す事が判ったので、全くこれを無視する事も出来ないと思う。そこでひとまずここでは光の点滅後30秒以後の変化を静電位の経過、それ以内の変化を活動電位らしきものと変化と一応区別して書き進み、その両者の関係については後述することにした。



第2図

(A) 充分なクラヤミ順応の後のアカルミ順応中の電位の基本的な経過

(B) 充分なアカルミ順応の後のクラヤミ順応中の電位の基本的な経過

C. 先だつクラヤミ順応の時間が続くアカルミ順応に及ぼす影響

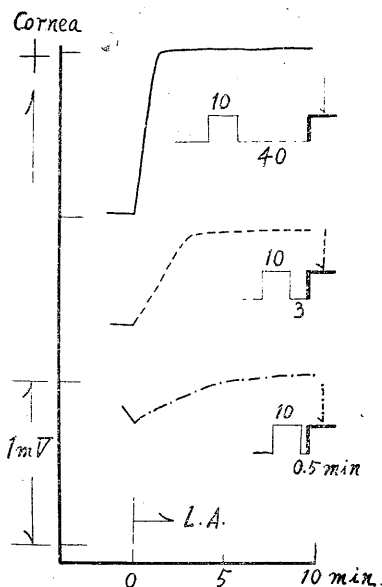
充分なクラヤミ順応の後のアカルミ順応、即ち典型的なアカルミ順応の時の静電位の基本的な経過は先に述べた通りであるが、先だつクラヤミ順応が不十分な場合にも果して同じような現象が見られるであろうか。そこで約10分アカルミにさらしておいた後にクラヤミ順応を行

い、そのクラヤミ順応の時間を種々に変え再びアカルミ順応に移ってこの時の静電位の経過をたどってみた (第3図)。

まず先だつクラヤミ順応の時間を 3~5 分即ち典型的なクラヤミ順応中の静電位の経過に於てみられた一時的な静電位の停滞期に再びアカルミ順応を開始してみると、その経過及び電位上昇の程度は基本型とはやゝ異なってくる。即ち静電位の上昇速度はのろくなり、2~3分で始めて最大値に達し安定して来る。

しかもその値は基本型に比して小さく、普通その $1/2 \sim 1/3$ 位しかない。

次に先だつクラヤミ順応の時間を30秒乃至1分即ちまだ静電位の急速な下降の行われている時期に再びアカルミ順応を開始すると、静電位の経過速度の遅延とその程度の減少は更に著明で、静電位の安定には 5~6 分或はそれ以上の時間を要し、その最大値は $1/4 \sim 1/6$ 位である。即ち先だつクラヤミ順応の時間が短い程続くアカルミ順応時の静電位の上昇度が小さく、且つ終局の安定に到達する時間は長くなる事が判った。



第3図

先だつクラヤミ順応の長さ (40, 3 及び 0.5min) が続くアカルミ順応中の静電位に及ぼす影響

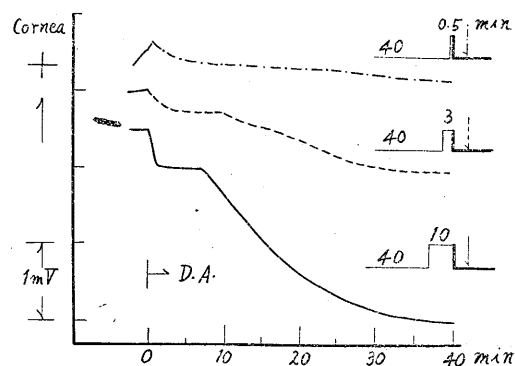
D. 先だつアカルミ順応の時間が続くクラヤミ順応

時の静電位に及ぼす影響

アカルミ順応に於ける場合と同様な目的で先だつアカルミ順応の時間を調節して、続くクラヤミ順応時の静電位の経過をたどってみた (第4図)。

まず充分なクラヤミ順応の後アカルミ順応を行い、その変化が大体安定になった時期、即ち点燈後 3~5 分に於て消燈し、その後のクラヤミ順応中の静電位の経過をみると次の如くであった。即ち静電位の下降する事は基本型同様であるが、その速度はのろく、10分以上のアカルミ順応後のクラヤミ順応では30秒乃至1分で静電位の下降が一時停滞するのに比較して、この場合は 2~3 分でやっと下降が一時やむ。しかもその下降の程度は基本型に比してその $1/2$ 位である。しかもその停滞している時間は基本型に比して 2~3 分位長いように思われる。その後再び電位の下降が現われるが、その速度、程度共に小で基本型の $1/2 \sim 1/3$ 程度に止まるようである。しかしやはり明らかに折れを生ずる事が多い。

ところが先立つアカルミ順応が僅か30秒の場合、即ちまだ静電位が上昇しつつある時期か若しくはやっと安定しかゝった時に消燈してクラヤミ順応を開始すると、消燈後30秒時には静電位は下降よりむしろ上昇した点にあるか、或は消燈直前のアカルミ順応中に見られた値と殆ん



第4図

先だつアカルミ順応の長さ (0.5, 3 及び 10min) が続くクラヤミ順応中の静電位に及ぼす影響

ど同じ位の値を示すようである。これは後に述

べるように光遮断後速かに現われた陽性変動が元に戻る速度が遅くなる故であろう。その後、電位の下降速度が著しくなり3~5分まで下降を続けそして安定する。勿論電位下降の度合は更に小となり基本型の1/4~1/5程度であるが特に著しい点は折れが明らかではない、即ち基本型に見られる如き電位の再下降が見られない事である。

E. 光の点滅後速かに現われる変動について

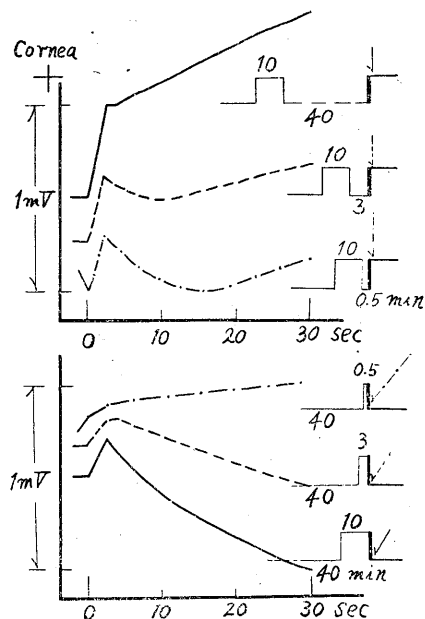
照射光を点滅するさい生ずる活動電圧についてはすでに多くの事が知られているが、それと静電位の間には如何なる関係があるかという事はあまり知られていない。私の実験でも光をつけた時、消した時に割合に速かな電位の変動が見られるが、これはガルバの性能の関係等で完全な活動電位そのものであるとは断言しかねるが、大体に於て速かな経過をとり、しかも先立つ順応の時間によって面白い現象を示すので、以下それについても簡単に述べておこうと思う。

1) アカルミ順応時の速かな電位変動：先ずクラヤミ順応40分以上の後にアカルミ順応を始めると(第5図. A)ごく僅かな陰性変動の後に速かな電位の上昇が見られる。その値は一定しないが、0.3~0.5mV程度の場合が多い。そして多くの場合殆んどそのままの位置から直ちに静電位の上昇が始まり、30秒後には大凡1mV程度の上昇を見て安定し始めるのは前述の通りである。しかるに先だつクラヤミ順応の時間を3~5分程度にするとその陽性変動はずっと小となり、しかも一旦停止後やゝ電位の下降を來たし5~10秒後に再び電位の上昇を始める。更に先だつクラヤミ順応の時間が30秒となると陽性変動は小となるのみではなく、電位は一応殆んど完全にアカルミ順応開始時の起始点と殆んど同じ値の電位まで下降した上で徐々に上昇し始める。その最下点に到達するには大体10~15秒を要する。なおこのさいの陽性変動は非常に速かな2つの山に分れて見える事がある。

これらの現象を先立つクラヤミ順応の時間又はその後の静電位の大きさと比較してみると、

先だつクラヤミ順応の時間が短い程始めの速かな陽性変動は小となり、反対にその後の下降は大となり、その所要時間も大となる。また静電位の値も小となりその安定にも時間が多くかかる。なお一番始めに現われるごく僅かな陰性変動は実験開始後速かに見られなくなるようであるが、次の陽性変動の方は生体眼では勿論、摘出眼でも相当長時間にわたり現われるようである。

2) クラヤミ順応時の速かな電位変動：次にアカルミ順応の後のクラヤミ順応開始後に現われる速かな電位の変化をみると(第5図. B), 10分以上のアカルミ順応の後では0.1~0.2mV程度の電位上昇が見られるが、その後は一旦起始点附近まで速かに下降し、ひきつゞき30秒乃至1分位まで急速な電位の下降を來たす事はすでに基本型に於て述べた通りである。ところが始めの陽性変動は先だつアカルミ順応の時間が短くなるにつれてその上昇度小となるだけであるが、その後の電位の下降現象は大変基本型



第5図 光の点滅後速かに現われる電位変動

A) 先だつクラヤミ順応の長さ(40, 3及び0.5min)と続くアカルミ順応初期の速かな電位変動との関係
B) 先だつアカルミ順応の長さ(0.5, 3及び10min)と続くクラヤミ順応初期の速かな電位変動との関係

と違って来る。即ち先立つアカルミ順応3~5分後では、一旦上昇した速かな電位はそのまゝ数秒間横ばいをし、先立つアカルミ順応30秒の場合には逆に僅かながら続けて電位の上昇を見る。そうして30秒乃至1分後にやっと電位下降現象の発するのを見る事が多い。この事は静電位の場合先だつアカルミ順応の時間が小となるに従って下降する電位の値が小となること及びその安定に時間を要する事と考え合わせて興味深いものがある。

F. アカルミ順応の光の強さと静電位の経過について

刺激光の強さがアカルミ順応及びクラヤミ順応時の静電位に如何なる影響を及ぼすかを見ようとしてこの実験にとりかゝったが、その結果は後にも述べる如くその値に変化が認められるけれどもその経過には著変なく、またその変化の程度の追求は技術上非常に困難で、殆んどこれと断ずる如き成績をあげ得なかった事は残念であるが、一応判った事だけでも述べておこうと思う。

先ず40分のクラヤミ順応後のアカルミ順応時の経過及びその後のクラヤミ順応時の経過をとって見たが、その値に変化がみられるのみで、その電位変動の経過には殆んど変化はみられなかった。

そこで対照実験を容易にし、その値の変化の程度及びその移り変りを明らかにするために便宜上クラヤミ順応5分、アカルミ順応2分という割の繰返しし実験を行い、そのアカルミ順応時の光の強さを適宜に変えて光の点滅後30秒時の値をとり比較することにした。それによると明らかに照度が小となるに従って、アカルミ順応開始後速かに現われる陽性変動も、その後30秒乃至1分後に見られる静電位の値も共に小となるのがわかった。そしてその減少度は速かに現われる陽性変動の様子と考え合わせて、光刺激の強さとb波の高さの量的関係を表わしたGranit²⁾(1947)の曲線に似ていてのではないかと思っているが、実験操作上正確に測定出来ぬのが残念である。なお速やかな陽性変動に続い

てみられる陰性変動の下降度の照度が小となるに従って小となるのも案外目立つ現象である。

G. 生体眼と摘出眼の相違について

生体眼と摘出眼に於ける相違の中、一番目立つ所は実験の結果の最初に於て述べた如く、実験標本製作直後の電位の大きさの違いであろう。併しこのことについては既に詳しく述べたのでこゝではふれない。

次に目立つ事は摘出眼に於ける光に応じて現われる静電位の減衰である。生体眼の場合は同じ眼に於て同一条件の下に実験を繰返せば殆んど静電位は減衰せず、順応開始後30秒以内に現われる速かな陽性変動の大小にほぼ比例して大小の変動が長時間見られるのに対して、摘出眼に於ては同一実験の繰返しに於て始めの陽性変動の現われ方は殆んど生体の場合と同様であるにもかゝらず、静電位の方は時間の経過と共に値が小となる。例えば基本型の繰返しに於ては最初は0.95 mV、次には0.71 mV、その次には0.50 mVというように割合速かに減少し、ために長時間の実験が困難となってくる事が判った。

その他点燈後の速かな陽性変動の後に見られる陰性変動の下降度も同一実験に於ては摘出眼の方がむしろ大きいようである。

またアカルミ順応を10分させた後のクラヤミ順応開始直後に見られる陽性変動は大体に於て摘出眼の場合の方が生体眼に於けるものより大であった。

なお静電位の基本型や先だつ順応の時間による変動等に於ては以上述べた点以外大なる相違は殆んど認められなかった。

考 察

網膜に静電位が存在する事が知られて以来、静電位発生のメカニズムの追求或はその本態についての討論等が盛んに行われている¹¹⁾¹³⁾¹⁶⁾。即ちWaller⁵⁾(1909)は網膜の静電位の本態は実は標本製作中に生ずる所の負傷に基因する負傷流にすぎないと考えたし、KühneとSteiner⁶⁾(1881)は一部は視神経の長軸断面電流によるが、

併し主としてこれは円錐体、桿状体の層に発生する電位差によると断じ、Nagel¹⁶⁾(1904)は一種の活動電位であると思い、Garten¹¹⁾(1907)は分泌腺電流との類似から眼の静電位も網膜における感光性物質の分泌作用に基ずくものではないかと考えた。更に Lehmann と Meesmann⁵⁾¹¹⁾(1924)は眼内毛細管内の血液と眼房水との間の Donnan potential であると考えたが、これらの学説はいずれも充分な根拠となる説明を与えることが出来ず、結局 Kohlrausch¹¹⁾(1931)のように眼の静電位は上に述べたいろいろの電位のいくつかの合成したものであろうというようなばくぜんとした推論を下さざるを得ない状態であった。勿論眼の静電位の本態というものは一体いかなるものであるかという事を簡単に結論づける事は非常に困難な問題であり今後多くの研究を要する事と思うが、今までの私の実験に於て上述の先人達の議論のもつれをとく、また今後の研究を進める上に於て都合の良い現象をみいだしたので、今までに知り得た実験結果をひとまず総合し検討して私の見解を述べ、諸賢の御批判をあおぎたいと思う。

私は先ず摘出眼と生体眼の静電位に非常に大きな相違のある事に気付いた。即ち生体眼に於ては通常 1~3mV 程度の電位を示し、多くの実験例に於ての差異は少いようだが、摘出眼に於ては普通 10mV 前後というような大きな電位差を有し、しかも各実験例間に差異が多い。また前にも述べたように摘出後数時間放置する事によりこの電位は消失するが、更にこれを Ringer 液中に投入したり、Ringer 綿布で包んだりする即ち負傷部位を短絡してやるような処置を講ずれば非常に速かに消失してしまう。またもし摘出眼の電位が数 mV というごく小さな電位を示すような場合にも、もう一度視神経の切断面を新たに切断してやるとか、動眼筋の残部を除き新たな負傷面を作ってやるとかすると再び十数 mV という大きな電位を示すようになることを知った。かような事実は脊椎動物の摘出した眼球または剥ぎとった網膜では静電位は速かに下って零となり次で反対方向をとるようにな

り、しかもこのような場合でも活動電位は相変わらず発生するという Kühne や Steiner⁵⁾(1881)の報告と全く一致するものであるが、私は前述の実験よりしてこの標本製作後に見られる大きな電位差というものは殆んど主として Waller³⁾(1909)の言うように負傷流ではないかと考えるようになった。この考えは in situ の眼に於て多少の相違こそあれ見ることの出来る初期の電位下降現象とむじゆんするようであるが、実は生体眼といえども完全な無傷の状態と機械的な無刺激状態とを望む事は出来ないものであって、先に述べたように上眼瞼剥離後数時間或は一昼夜放置した生体眼に於て殆んどかような現象を見ない事実とあいまち許容さるべきであると思う。

しかしこゝに注意せねばならぬことは、今まで多くの学者達によって見られたように網膜の静電位は單なる外的、機械的原因によるもの即ち負傷流らしきものとみではなく、網膜自身に著明な電位発生の現象がある事実である。即ち鳩や雞をクラヤミにおくと静電位は低まってくるし、アカルミにおくと高まって来ることは Himstedt と Nagel⁸⁾(1902)或は Kohlrausch¹¹⁾(1918)等によって見られていることであり、氏家¹⁷⁾(1936)も亦静電位の大きさはアカルミに適応した眼の方がクラヤミに適応したものより大なる値を示す事をみて網膜の静電位に光学的影響のある事を考えている。

私も網膜に光の照射或は遮断を行う事により静電位が増減する事を知り、その現象の長時間の変動を観察した。そしてその経過は視紅溶液や生理的食塩水中の網膜の酸化還元電位が光の照射により急激に上昇し、クラヤミにする事によりその電位は始め急速に後にやゝ緩やかに下降するという Nakashima (中島)・Hayashi¹²⁾(林)(1933)の報告或は Granit⁴⁾(1939)の網膜の視紅濃度と暗順応の関係を調べて作った曲線と非常によく似ている事は興味ある事実である。またこの事は電圧の増減の方向は逆ではあるけれども、単一光受容器の偽作流に対するアカルミ順応の影響を見た 花岡⁷⁾(1950)の結果と類似

しており、静電位の経過が眼の活動電流と密接な関係にある事を思わせる。

いずれにしても以上の如き現象は眼の静電位は活動電流と光化学的变化の橋わたしをする現象として重要な意味をもっている事を暗示するものであろう。

む す び

Urethan 麻酔をしたヒキガエルの生体眼又は摘出眼において、新しい実験方法により網膜の静電位の変化を長時間にわたり追求し、その本態を探り、更に眼のアカルミ又はクラヤミ順応との関係を調べた。その結果

1) ヒキガエルの眼に於て静電流は角膜から鞏膜に向って外の回路を流れるという先人の言を確認し、その電流は色々な刺激等に関係なく常に存在しているが、その値の大小はそのあたえられた条件により異っている。そしてその条件の中には光照射の影響もある事を知った。

2) 静電位の大きさはヒキガエルを自然の状態に放置し、出来るだけ照度の変動等外界の刺激を与えないよう注意して測定した場合、生体眼に於ては大体 $1\sim 3\text{mV}$ であるが、摘出眼に於ては 10mV 前後或はそれ以上の値を示し、一定しなかった。

3) 摘出眼における大きな電位差は長時間放置すると減少し、ことに Ringer 液中に投入する等の健康部と負傷部を短絡するが如き操作を加えれば速かに消失する。この現象は生体眼に於ても多少見ることもある。

4) 以上の如き急速なる電位下降が終つてから眼の静電位とアカルミ或はクラヤミ順応との関係をしらべた。充分なクラヤミ順応の後のアカルミ順応に於ては光の照射により静電位の急速な上昇とその速かな安定がみられる。また充分なアカルミ順応の後のクラヤミ順応に於ては光遮断後速かな静電位の下降現象が起りこれは30秒乃至1分後一旦停頓するが、5~10分頃より再び緩徐な下降を始め30~40分位でほぼ安定してくる。即ち電位経過の途中に明らかな折れがある事を発見した。

5) この静電位の経過は視紅溶液や生理的食塩水中の網膜の酸化還元電位の光の照射或は遮断による変動に似ているが、特にクラヤミ順応中の静電位の不連続的な下降は人のクラヤミ順応中の視感度の増加曲線にもよく似ている事は注目すべき現象であると思われる。

6) 先だつクラヤミ順応の長さの影響をみると、先だつクラヤミ順応の時間が短い程、続くアカルミ順応時の静電位の上昇度が小さく、且つ終局の安定に到達する時間が長くなる。

7) 先だつアカルミ順応の長さの影響をみると、先だつアカルミ順応の時間が短い程、続くクラヤミ順応時の静電位の下降度は小さくなり、しかも折れがみられなくなってくる。

8) 以上の如きゆるやかな変化に重なって、光の点滅直後30秒以内に速かな電位の変動をみる事が出来る。そして、この速かな変動もまた先だつ順応の時間の長短或は照度の変化等により特異な経過を示すことを明らかにした。

9) 最後に生体眼と摘出眼との相違をしらべた。生体眼に於ては標本製作後その電位は安定で減衰せず、しかも長時間の繰返し実験に於て光の点滅に依じて現われる静電位の変動振幅にも時間的な減衰が殆んどみられない。これに対して摘出眼の場合には、摘出直後の甚だしく著明な電位にかゝらずその静電位の大きさ及びゆるやかな電位変動の振幅の減衰が目立つ。これは摘出による眼の負傷と、又それによる損傷電流、更に血行の停止による組織の変性等が大きく影響している故であらう。このような点から眼の網膜の静電位の長時間の研究に於ては生体眼を使用する方がはるかに有利であると思う。

終りにのぞみ、始終かわらず御指導御鞭撻を賜った間田教授ならびに後藤助教授に、心からの感謝をさしげると共に、この研究は当教室関係者を始め多くの人々の好意と援助によって、始めて成功したものである事を特に付記して、感謝の言葉にかえる次第である。

なお、この研究の費用の一部は文部省科学研究費によった。記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) Brossa, A. und A. Kohlrausch (1913) Arch. Physiol.

- 460-2
- 2) Du Bois Reymond, E. (1849) Untersuchungen über Thierische Elektrizität. 2/1, 256-7, Berlin [Granit, R. (1947) Sens. Mechanis. of the Retina. 69, Oxfordによる]
 - 3) Gernandt, B. (1947) J. Neurophysiol. 10, 303-8
 - 4) Granit, R., A. Munsterhjelm and M. Zewi (1939) J. Physiol. 96, 31-44
 - 5) Granit, R. (1947) Sensory Mechanisms of the Retina. 69-74, Oxford Univ. Press.
 - 6) Granit, R. (1948) J. Neurophysiol. 11, 253-60
 - 7) 花岡利昌 (1950) 日本生理誌 12, 197-200
 - 8) Himstedt, F. und W. A. Nagel (1902) Festschr. d. Univ. Heidelberg z. 50 jähr. 262-3 [Kohlrausch, A. (1931) Handbuch d. norm. u. pathol. Physiol. XII/2, 1405による]
 - 9) 福田得志 (1929) 薬理学実験 19 克誠堂書店
 - 10) 細谷雄二 (1951) 生理学講座 10, 1. 2. 1-35, 東京 中山書店
 - 11) Kohlrausch, A. (1931) Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, XII/2, 1393-496 及び1570-93
 - 12) Nakashima, M. et K. Hayashi (1933) J. Biochem. 17, 315-41
 - 13) 中島 実 (1949) 網膜の化学 1-170 東京 創元社
 - 14) Riddell, L. A. and R. Granit (1934) J. Physiol. 81, 1-28
 - 15) 間田直幹 (1950) 福岡医学誌 41, 885-91
 - 16) 間田直幹 (1952) 生理学講座 2, 1, A 1. 2. 3, 31-62 東京 中山書店
 - 17) 氏家政雄 (1936) 熊本医会誌 11, 1341-47
 - 18) Wulff, V. J. and S. W. Freyburger (1948) Anat. Record. 101, 665 [Annual Review of Physiol. (1950) 495 による]

Summary

In anesthetized or extirpated toad's eye the steady potential was measured under various conditions, especially on its way to dark and light adaptation. The results obtained are as follows.

1) The so-called resting current of the eye consists of two main components. The one is an injury current caused by the preparation of the eye for experiment, the other is an inherent in the retina. The former decreases rapidly at several hours after the preparation, while the latter exists relatively constant.

2) But the value of the essential potential varies according to the grade of adaptation to light or darkness. In the course of light adaptation after sufficient dark adaptation the resting potential increases rapidly and after ca. 1 min. the potential becomes constant. On the contrary, the dark adaptation after sufficient light adaptation decreases the resting potential at first rapidly and then slowly. After about 30 minutes the potential comes to be kept constant. It must be noted, however, that the curve of the potential change of dark adaptation has a marked bending in some five minutes after the light is put out.

3) The time course of the increasing or decreasing of the resting potential shows variation according to the degree of the preceding light or dark adaptation. If the preceding adaptation is not of sufficient degree, the variation of the potential becomes smaller in general, but it takes a relatively longer time to get back its stability, and the bending of dark adaptation also diminishes. The last phenomenon suggests that the essential resting potential of the retina consists of two elements.

4) The larger the intensity of illumination is, the more eminent appears the variation of steady potential during the light and dark adaptation.

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

知 覚 神 經 呼 吸 反 射 612.223

(第1報) 脊髄後根刺激時に発現する呼吸過常 (Hyperpnoe) について

Respiratory Responses to Electrical Stimulation of the Sensory Nerve.
(The 1st Report) Investigations on the Reflex Hyperpnea caused on the
Stimulation of the Sciatic Nerves and its Dorsal Spinal Roots.

小 田 中 貞 (Odanaka-Tadasu) *

I. 緒 言

正常動物の皮膚または知覚神経に強刺激を加えた場合に呼吸のリズムと振幅が著しく増す³⁾¹⁰⁾¹²⁾. この現象を一般に Schmerzhyperpnoe と称している. この現象は大脳半球を除去せる動物においても常に実験的におこし得るから¹⁷⁾¹⁹⁾²²⁾, 大脳半球より下位の中樞の興奮によっておこると推定することができる. この場合の Hyperpnoe の発現機序は明らかでないが, 正常ならば当然痛覚を伴うと思われる強い知覚神経刺激の場合には, 殆ど例外なく出現し, ウサギの迷走神経中枢切断端刺激の場合には Schmerzhyperpnoe のような呼吸運動がおきない事実から¹⁴⁾, この場合の Hyperpnoe の発現に際しては呼吸中枢以外にも特殊の中樞が反射中枢として関与しているものと想像される. 本実験においては上述の反射中枢の所在およびその呼吸中枢との関連を研究するために, 脳髄を頭側より尾側へ向って順次切断しながら, 各切断時における脊髄後根刺激の呼吸運動におよぼす影響を観察した.

II. 実 験 方 法

実験動物はイヌ (30例), ネコ (5例) を使用し, 麻酔はイヌには体重 1kg につき塩酸モルフィンを 0.005g およびウレタンを 0.5g の割合に, ネコには体重 1kg につきウレタンを 1.2g の割合に皮下に注射した. 刺激すべき知覚神経として実験の初期には坐骨神経を用いたが, 麻酔が比較的深かったと思われる時には刺激効果が全く現わ

れぬことがある. この際腰神経後根を刺激すれば刺激効果が著明である. したがって本実験では麻酔を比較的浅くし, かつ刺激神経としては主として腰神経後根を用いた. まず脊中の皮膚を切開し, 骨鋏で脊椎骨棘状突起および椎弓を破壊除去し, 第4腰椎より第1薦椎にいたる両側の脊髄根を露出し, その1本の後根 (主として第6あるいは第7腰神経後根) をなるべく脊髄神経節に近接して結紮離断しておく. 後根刺激に際し脊髄反射によって軀幹および後肢の運動がおきれば横隔膜背矢の運動描記をさまたげる. それをさけるために上述の露出している両側の腰神経前根を切断し, 第I薦骨神経起始部の高さで脊髄を結紮離断する. 手術時の出血をさけるためにまず脊椎後壁を開く前に腹大動脈を腎動脈分岐部より頭側で一時的に結紮し, また脊髄根に沿って走る腹大動脈脊髄枝の前枝および後枝を傷つけぬよう注意する. 呼吸運動の標示として横隔膜背矢の収縮弛緩を描記し, ときに Pneumograph を併用した. つぎに頭蓋を開き脳髄を頭側より尾側へ向って第1図に示すように逐次切断しながら, 主として第6あるいは第7腰神経後根の中樞切断端を感応コイルまたはサイラトロン刺激機で刺激し, その呼吸運動および血圧におよぼす影響を研究した. 脳切断手術法についてはすでに述べた¹⁵⁾.

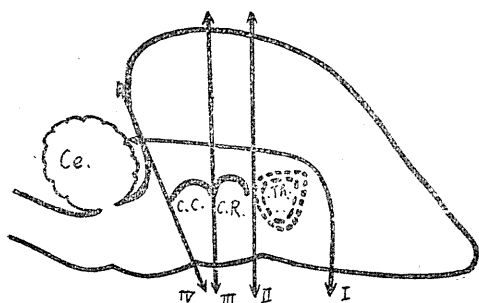
III. 実 験 成 績

A. 脳切断の呼吸運動におよぼす影響

ウサギの脳幹切断実験によれば四丘体下丘下縁までの上位中枢を除去しても呼吸運動に著しい変化が起らない¹¹⁾¹³⁾. 本実験においてはイヌ,

* 鳥取大学医学部生理学教室

ネコについて行ったが上述のウサギの場合とほぼ同様の結果を得る。すなわち比較的浅く麻醉せるイヌ、ネコにおいて I: 視牀前縁 (大脳半

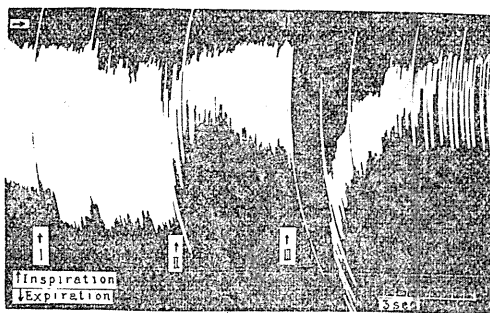


第1図 イヌ脳切断模型図

- I: 視牀前縁 (大脳半球切断)
 II: 四丘体上丘上縁 (視牀切除)
 III: 四丘体中央部 (四丘体上丘切除)
 IV: 四丘体下丘下縁 (四丘体下丘切除)
 Ce.=Cerebellum
 C.R.=Colliculus rostralis
 C.C.=Colliculus caudalis
 Th.=Thalamus

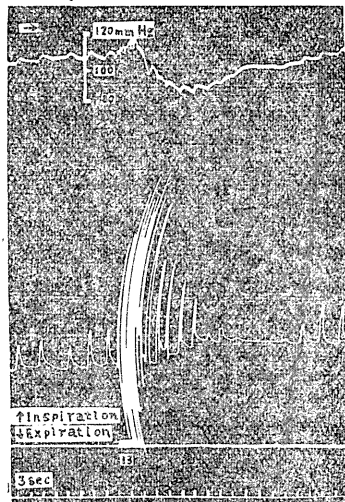
球切除), II: 四丘体上丘上縁 (視牀切除), III: 四丘体中央部 (四丘体上丘切除), IV: 四丘体下丘下縁 (中脳完全除去) 等で脳髄を順次頭側より尾側へ向って切断前後の呼吸運動を比較観察したが, それらの呼吸型に本質的差異は認められなかった。つぎに上述の各切断時の所見を述べる。上述の各切断時にはそれぞれ一過性に呼吸のリズムおよび振幅が増すが早晚切断前の呼吸型に復す。この一過性呼吸促進は切断刺激によるものと思われる。切断症状がとれてから呼吸のリズムを観察するに大脳半球, 視牀の除去によっては除去前にくらべて著変が認められない。たゞし夏季気温上昇時にみられるいわゆる Wärmehyperpnoe は視牀除去によって消褪することが多い (第2図の III)。これは従来一般に視牀下部にあると考えられている体温調節中枢が除かれるためであろう。つぎに四丘体中央部の切断によって呼吸運動はかなり緩徐となり, 四丘体下丘下縁の切断によって下丘を除けばさらに呼吸緩徐となる。

上述の脳切断時に動物に特異の現象がおきる。それは四丘体中央部切断の場合で, 除脳へ



第2図 ネコの脳髄切断の呼吸運動におよぼす影響
 1952.9.1. ネコの体重2.7kg, ウレタン2.7g皮下に注射。室温29.0°C 曲線は横隔膜背矢の運動。上向は収縮下向は弛緩を示す (その他の図でも同様)。I: 大脳半球切除, II: 大脳底部線条体切除, III: 視牀切除。時標は3sec. 左より右へ読む

実験前より Hyperpnoe を示しており大脳半球, 線条体を切除しても呼吸運動に著変はないが, 間脳を除去すれば Hyperpnea は消褪し緩徐な呼吸となる。

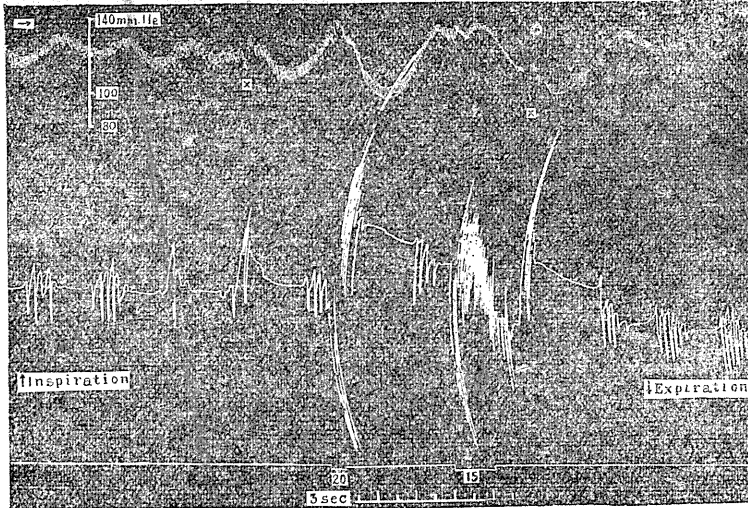


第3図のa

四丘体上下丘の中央部で脳幹を切断せるイヌの腰神経後根刺激の呼吸運動におよぼす影響

1952.6.9. イヌの体重6.5kgモルフィン0.04g, ウレタン3g皮下に注射。両側の腰神経前根は切断してある。上の曲線は頸動脈血圧曲線, 中央の曲線は横隔膜背矢の運動。下の線は感応電流刺激時点を示す。時標は3sec. 四丘体上下丘の中央部で脳幹を切断し除脳強直がとれた後, 腰神経後根を刺激すれば著明に Hyperpnoe がおきる。

らが刺入されると動物は強い痙攣を起し切断後しばらくつゞく強直状態に陥いる。上肢の強直は強いが下肢の強直が弱い場合に切断線をより尾側に移せば下肢の強直が強められ, さらに四



第3図のb 四丘体中央部の断頭によって週期的呼吸運動を呈せるイヌの坐骨神経刺激の呼吸運動におよぼす影響

1952.7.18. イヌの体重3.5kgモルフィン0.04g, ウレタン2g, 皮下に注射, 麻酔後5時間経過し正常呼吸運動が行われている時に四丘体中央部の切断によって突然群生する週期的呼吸運動にかわった. この時坐骨神経を刺激すれば Hyperpnoe が発現し血圧は上昇する. ×印は心搏緩徐を示す.

丘体下丘下縁で切断することによって下丘を除けば, 下肢にもほとんど完全な強直がおこる. 除脳強直によって軀幹の反重力性伸筋が一せいに強直状態に入っても横隔膜の運動はその律動性を失わない. 切断直後たまたま横隔膜の運動が吸息位であるいは呼息位で停止しても, これは一過性であって, まもなく律動的運動が現れてくる. したがって呼吸曲線では持続的吸息位を示していてもそれは単に除脳強直によって胸廓が拡張位にあるための見掛けの吸息であるか, あるいは横隔膜そのものゝ強直性収縮によるものであるか区別しなければならぬ. 筆者の実験によれば前者によると判断される場合が多い. したがって Henderson and Sweet¹¹⁾ のように持続的吸息を除脳強直の一分象と考える説には賛同し難い. 特殊の例として稀ではあるが, 上述の切断 (四丘体中央部) によって正常呼吸運動が突然所謂週期的呼吸運動 (Cheyne-Stokes 型あるいは Biot 型の呼吸) にかわることがある (第3図のb). このような特異の呼吸運動は他の実験例えば脊椎動脈圧迫によって橋, 延髄の循環を障碍するとき, あるいは薬物によって中枢

の状態を不良にする時, (教室の未発表実験), 橋, 延髄境界腹外側部の破壊時¹⁶⁾, Douglas 等⁷⁾ が第37頁の図に示すように努力性呼吸後, また Schmidt によれば脳圧の昇進せるとき, また筆者の論文の第2報で述べる呼吸中枢の電気凝固で正常呼吸中枢が不完全に破壊されたと思われるとき等種々の場合に観られる. 要するに群生する週期的呼吸の発現は脳幹切断等の異常刺激によって正常呼吸中枢が不良状態に陥ったと思われるときにお

きる所謂 Schock 症状であって, Schock によってもたらされる呼吸中枢異常の程度に依じてそれぞれ週期的呼吸あるいは一時的呼吸停止を呈するものと考えられる. すでに各種の障碍, 特に循環障碍により不良状態にあると思われる呼吸中枢にさらに切断刺激が加われば, 呼吸運動は停止したまゝ恢復せぬ例も少なくない. 以上の実験結果を要約するとつぎのようである.

大脳半球, 視床を除いても呼吸運動に著変は認められない. 四丘体上丘を除けば呼吸運動は正常よりも緩徐となり, ついでその下丘を除けばさらに呼吸緩徐となる. しかし四丘体下縁までの断頭によってはその切断前後の呼吸運動に本質的の差異は認められない.

B. 第1図に示す高さて脳髓をそれぞれ切断した動物の腰神経あるいはその後根刺激の呼吸運動におよぼす影響

第1図に示すように切断線を頭側より順次尾側へ移し四丘体中央部に到達するまで断頭を行い, 各切断後呼吸運動がほぼ切断前の状態に復し規則的になった時に腰神経後根を刺激すれば, 呼吸筋 (本実験では横隔膜背矢の運動を描

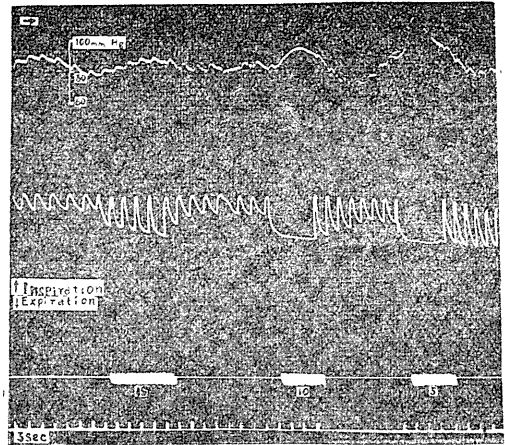
記している)の運動のリズムと振幅が増大し所謂 Hyperpnoe の現象がおきる(第3図の a, b). しかも四丘体下丘さえ健在ならばより頭側上位脳のいかなる領域が除去されてあっても、後根刺激による Hyperpnoe の発現状態換言すれば呼吸運動のリズムと振幅の過常増加に本質的の差異が認められない。又閾値以上の刺激強度でサイクロン刺激機を用いて刺激の頻度を種々にかえて刺激しても、刺激頻度の変化による Hyperpnoe の発現効果に顕著な差異は認められない。以上の実験結果を要約すればつぎのようである。

四丘体下丘さえ健在ならばより上位脳のいかなる領域で断頭されても、腰神経刺激時に所謂 Schmerzhyperpnoe とほとんど同性質の呼吸運動の過常促進がおきる。

前切断(第1図切断線Ⅲ)よりさらに尾側すなわち四丘体下丘下縁で脳幹を切断し中脳を完全に除去すれば(第1図切断線Ⅳ),呼吸運動のリズムは正常よりもやや緩徐となるが規則的であり、呼吸型も正常呼吸運動のそれとほぼ同様である。四丘体下丘除去後の後根刺激効果は下丘除去前と全く趣を異にする。すなわちもはや Hyperpnoe はおきず、比較的弱刺激で軽度の呼吸促進効果を、中等度強刺激で著明な呼吸抑制効果(呼吸性呼吸停止)が現われる(第4図)。

上述の軽度の促進について抑制という一連の刺激効果をみることができず、軽度の呼吸促進あるいは呼吸抑制というたゞ一方向的な効果のみでしようしすることがあるが、この場合には麻酔の程度、手術による動物の中樞状態変化が大いに影響していると思われる。上述の実験結果はイヌにおいて得られたものであるが、この場合に発現する Hyperpnoe には所謂 active expiration は認められない。しかるにネコではやや趣を異にし中脳を除去した後、後根を刺激するとせき様呼吸運動がおきることが多いが、この場合には active expiration が著明であり、こゝで問題にしている Hyperpnoe とはその性質を異にするものと考えなければならない。

本実験結果に小脳の有無が影響するか否か確



第4図 中脳を除去せるイヌの腰神経後根刺激の呼吸運動および血圧におよぼす影響

1952. 4. 23. イヌの体重8kg, モルフィン0.07g皮下注射. 両側の腰神経前根は切断してある. 上の曲線は頸動脈血圧曲線, 下の曲線は横隔膜背矢の運動, 右側腰神経後根を感応電流で刺激すれば比較的弱刺激でまず呼吸運動のリズムおよび振幅は増す. 換言すれば呼吸促進効果がおきる. さらに刺激を強めれば横隔膜は弛緩し呼吸性呼吸停止がおきる. 血圧は刺激によって常に上昇する.

めるために、小脳除去前後における後根刺激効果を比較してみたが、特別の差異を認めることができなかった。したがってこの場合小脳はほとんど関与しないといえることができる。

上述の各断頭後に後根を刺激すれば血圧は常に上昇する。たゞし刺激の初期に異常に振幅の大きな呼吸運動がおきると、ときに心搏が一時抑制され、その結果血圧が下降することがあるが(第3図×印),これは瞬間的であり血圧は再び上昇する。弱刺激の場合に Ranson²¹⁾の云う血圧低下作用を認めることができなかった。

以上の実験結果(B)を総括するとつぎのようである。すなわち非除脳動物においては腰神経後根刺激によって常に Hyperpnoe が起きるが四丘体下丘を含めて中脳を完全に除去すればもはや Hyperpnoe は起きず、弱刺激で軽度の呼吸促進効果を、強刺激で呼吸抑制効果を呈する。

IV. 考 察

中脳除去前後における腰神経後根刺激実験結果から Reflex Hyperpnoe の場合に、反射中枢として関与する細胞群は中脳特に四丘体下丘に

存在していると推定することができる(しかし中脳より上位の中脳例えば間脳も Hyperpnoe の発現に関与しているかも知れないという推測を決して否定するものではない)。したがって知覚神経刺激時に Hyperpnoe の起きるのは知覚神経衝撃の呼吸中枢に対する直接効果としてではなく、この場合の反射経路中に中脳が介在しているためと解すべきである。しからばウサギの迷走神経刺激時に極めて強度の電氣的刺激を加えない限り決して Hyperpnoe のおきないのは何故であろうか。それは求心性迷走神経衝撃は特に正常呼吸中枢に強く作用し中脳に対してはごく弱く作用をおよぼすにすぎないのに、知覚神経衝撃(例えば坐骨神経衝撃)の中脳に対する作用は迷走神経衝撃に比べはるかに顯著であるためと考えられる。

本実験では刺激すべき知覚神経として腰神経あるいはその後根を選び前述の実験結果に到達した。さらに教室の未発表実験であるが三叉神経および大内臓神経刺激の呼吸運動におよぼす影響をみても、四丘体下丘下縁における脳幹切断を契機として断頭後の刺激効果は断頭前のそれと全く趣を異にし、結局本実験の腰神経後根刺激効果と全く一致する。したがって本実験結果はたゞに腰神経あるいはその後根刺激の場合にかぎらず、ひろく一般の知覚神経刺激の場合に得られる実験事実であろう。換言すればおそらくすべての脳脊髄神経中の知覚神経線維は本実験によって確められた中脳(特に四丘体下丘)に存在する Reflex Hyperpnoe の中枢および正常呼吸中枢とそれぞれ側枝をだして連絡しており、また Reflex Hyperpnoe の発生原因は中脳に存在して反射中枢を形成する Neuron が知覚神経衝撃によって作用され、その Neuron の特異の活動が引き起される結果であろうと考えられる。また一般に脳脊髄神経によって傳導される知覚神経衝撃の中脳除去動物の呼吸運動におよぼす影響、換言すれば知覚神経衝撃の正常呼吸中枢自働衝撃に対する干渉のしかたは、迷走神経衝撃の場合のそれと原理¹⁴⁾を同じくするものと信ずる。

Sjöblom²¹⁾ は四丘体上丘前縁の高さで脳髓を切断し大脳半球および視牀を除去せる動物において、坐骨神経を電氣的に刺激して弱刺激では吸息性効果を、強刺激では呼息性効果を得ている。しかし本実験結果に基いて Sjöblom の成績を検討すれば、氏の実験動物では四丘体が完全に残存している。したがってその機能がそこなわれていないかぎり、知覚神経を刺激した場合には常に Hyperpnoe が出現するはずであり、また Sjöblom の云う刺激時の呼息性呼吸停止は四丘体をその下丘をも含めて完全に除去した場合にはじめて現われる現象と考えられる。おそらく氏の実験結果は脳手術等により循環障害を來し切断面の直尾側にある四丘体の機能が低下した場合に得られたのであろう。また筆者が実験方法の項で述べたように氏が坐骨神経のみでなく、純感覚神経線維の集合であるその脊髄後根の刺激をもくろみたならば、氏の述べた上述の実験結果は四丘体を完全に除去した後はじめて得られたであろう。

本実験と同様目的すなわち Reflex Hyperpnoe の中枢をたしかめる意図でなされた研究は見当たらないが、中脳の呼吸促進作用を示唆している若干の文献をつぎに紹介する。Coombs^{4) 5)}, Coombs and Pike⁶⁾ は迷走神経切断による呼吸緩徐は両側の胸神経切断によってさらに高度になる。胸神経の代りに四丘体を除去した場合にも同様現象が認められることを発見し、肋間筋からの求心性衝撃は中脳に到達し、この部に発生する衝撃は延髄にある呼吸中枢に一定の緊張を賦与するものと考えた。Brown²⁾ も Coombs の見解に賛同し、さらに氏は四丘体上丘の高さで Tectobulbar tracts の直上部を刺激して Panting 型および Gasping 型呼吸の出現するのを発見し、中脳に発生する呼吸衝撃は Tectobulbar tracts によって延髄下部の細胞群に影響すると考えた。Filehne⁹⁾ は四丘体下丘を直接刺激して著しい呼吸促進効果をみている。Martin and Booker²⁰⁾ はカエルの四丘体刺激実験結果より中脳に呼吸促進中枢があるとかんがえ、Christiani³⁾ はカエルの四丘体上丘を直接刺激

してこの部に吸息および呼息中枢の存在を仮定した。Steiner²⁵⁾は Martin and Booker が吸息中枢を仮定した部位に呼息中枢も存在すると仮定している。

V. 結 論

知覚神経刺激によって発現する Reflex Hyperpnoe の中枢の所在を明らかにするために、脳髄を頭側より尾側へ向って逐次切断しながら腰神経後根電氣的刺激の呼吸運動におよぼす影響を研究した。その実験結果を総括すればつぎのようである。

1) 四丘体下丘が健在ならば腰神経後根刺激によって常に Hyperpnoe が発現する。

2) 四丘体下丘を除去すればもはや Hyperpnoe は発現せず、比較的弱刺激で軽度の呼吸促進効果が、強刺激で呼吸抑制効果が現われる。

3) したがって知覚神経刺激による Reflex Hyperpnoe の中枢は中脳特に四丘体下丘に存在すると推定される。

御指導を賜った福原先生に謝意を表す。

文 献

- Bard, P. et al (1941) Physiology in modern medicine. 4th. ed. St. Louis.
- Brown, T. G. (1914) Respiratory tract in the mid-brain. J. Physiol. 48, Proc. XXXii.
- Christiani, A. (1885) Ueber die Erregbarkeit des Athmungscentrums. Verhandlungen der Physiol. Gesellschaft zu Berlin. 30. Oct Du Bois-Reymond's Arch. Physiol. S. 181. 1886 Ref. Marckwald (19)
- Coombs, H. C. (1919) The relation of the dorsal roots of the respiratory movements. Am. J. Physiol. 46, 459
- Coombs, H. C. (1929) Effect of division of dorsal roots of cervical nerves upon diaphragmatic respiratory movements. Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 27, 196
- Coombs, H. C. and F. H. Pike (1918) The rôle of the afferent impulses in the control of respiratory movements. Am. J. Physiol. 45, 569
- Douglas, C. G. and J. G. Priestley (1948) Human Physiol. 3rd. ed. Oxford
- Eyster, J. A. E. (1906) Clinical and experimental observations upon Cheyne-Stokes respiration. J. exp. Med. 8, 565
- Filehne, W. (1879) Ueber die Einwirkung des Morphins auf die Athmung. (Aus dem Physiol. Institut zu Erlangen.) Leipzig. Ref. Marckwald (19)
- Gesell, R. (1940) A neurophysiological innervation of the respiratory act. Erg. Physiol. 43, 477
- Henderson, V. E. and T. A. Sweet (1930) On the respiratory center. Am. J. Physiol. 91, 94
- Hess, W. R. (1931) Die Regulierung der atmung. 1. Aufl. Leipzig
- Howell, W. H. (1915) Physiology of respiration. A Text-Book of Physiology. 640, 6. ed. Philadelphia and London
- Hukuhara, T., S. Nakayama and S. Baba (1952) The mechanism of the nervous regulation of the respiratory movements. Jap. J. Physiol. 2, 310
- Hukuhara, T., S. Nakayama, S. Baba and T. Odanaka (1951) On the localization of the respiratory center. Jap. J. Physiol. 2, 44
- Katsuki, S. (1951) On the mechanism of the periodic respiration. Kumamoto Medical J. 4, 9
- Lewandowsky, W. (1896) Die Regulierung der Atmung. Arch. f. Physiol. 483
- Lumsden, T. (1923) Observations on the respiratory centers in the cat. J. Physiol. 57, 153
- Marckwald, M. (1887) Die Atembewegungen und deren Innervation beim Kaninchen. Z. Biol. 23, 149
- Martin and Booker (1878) J. Physiol. 1, 370 cited by Howell (13)
- Ranson, S. W. (1921) Afferent path for visceral reflexes. Physiological Reviews. 1, 477
- Schiff, M. (1894) Ges. Beitr. zur Physiol. 1, 42 Ref. Marckwald (19)
- Schmidt, c. F. (1941) The respiration. Vgl. Bard (1) 534
- Sjöblom, J. Ch. (1915) Experimentelle Untersuchungen Über den Einfluss einiger zentripetaler Nerven auf die Atmung. Skand. Arch. Physiol. 32, 1
- Steiner (1885) Untersuchungen über die Physiologie des Froschhirnes. Braunschweig, Ref. Marckwald (19)
- Wassenaar, Th. (1924) L'influence d'une pression sur la cage thoracique sur la respiration. Arch. neerl. Physiol. 9, 480 Ref. Hess (12)

Summary

In order to determine the localization of a center of reflex hyperpnea which is caused by the electrical stimulation of the sciatic nerves and its dorsal spinal roots, the brain of

the dog was transected at its different levels. The results are summarised as follows.

1) Hyperpnea are readily evoked by the electrical stimulation of the dorsal spinal roots provided the inferior colliculi are intact.

2) When the inferior colliculi are removed from the brain stem the responses above mentioned are abolished. Then the weak stimuli cause only a slight augmentation of the respiratory rhythm and the strong stimuli a complete inhibition of the respiratory movements.

3) It may be said that the hyperpnea which is caused by the stimulation of the sensory nerves has its center in the thalamus and the mid-brain, particularly in a region of inferior colliculi.

(Department of Physiology, Faculty of Medicine, Tottori University)

人体々温調節機能の季節変動に関する研究 612.53

(第2報) 体温調節機能の季節変動の性的差異

Studies on Seasonal Variation of Thermoregulatory Function of Human Body.

Part I. On Sexual Differences of Thermoregulatory Functions.

福 田 正 弘 (Fukuda-Masahiro)*

I. 緒 言

著者は第1報¹⁾に於て日本人成人男子の体温調節機能の季節変化の生理学的意義について報告し、季節に順応した着衣状態の日本人成人男子に於ては春秋の季節の快感域(14-24°C附近の範囲)に於ては皮膚血流や衣替え等による放熱の調節が行われ、此の範囲より気温高き夏の候には皮膚面よりの蒸発が盛んとなり、低い気温の冬の季節には代謝が亢進して体温を一定に調節している事を指摘し、14-24°Cの気温範囲は Winslow等²⁾の言う血管調節域に、それ以下は身体冷却域、以上は蒸発調節域に該当する事を明らかにした。併し乍ら著者の成績は上記の如く男子に就いてのものであり、又アメリカ学派の研究も主として男子に就いて求めた成績であって、女子に就いての研究は尠い。たゞ Hardy, Du Bois 等³⁾は男子と女子間の温度反応に於ける相違について報告しているが、これは裸体の被検者について求めた成績であり、且つ又気候、風土、習慣等を異にするアメリカの女子に就いてのものであるから直ちに日本人女子に当嵌め得るかどうかは問題である。

この様な見地より著者は日本人女子に就いて普通の季節に適した被服を着けた状態に於ける体温調節の季節的変化の様相を究明せんとした。

II. 実験方法

実験は昭和25~26年に互り成人女子5名の被検者(20~25才)に就いて毎月1回皮膚温、被服重量、基礎代謝量(安静時代謝量)を測定した。

* 京都府立医科大学生理学教室

測定は出来得る限り月経後1週間に行い、排卵期を避ける様にした。測定に当っては被検者が女子なる爲特に環境の変化等による影響を考慮し、被検者の自宅を早期訪れ被検者が未だ空腹状態にて床の中に臥した時の呼気を Douglas 囊に採り、これを労研式分析器にて分析し基礎代謝量を算出した。瓦斯代謝採取後軽食をとり、後教室に來り可及的無風の室内にて皮膚温を測定した。測定條件は文部省科学研究医学関係季節生理班にて定められた規格⁴⁾に従い、吉村、小石⁵⁾の考案せる銅コンスタンタン熱電対を用いて班所定の27点の温度をポテンシオメーターにて測定を行った事は第1報に於て男子に就いて行ったと同様である。この様な皮膚温測定後その時の熱出納の有様を見る爲に安静時代謝量を Douglas 方法にて求めたる外、体温を検するために口腔温をとった。尚被服重量と身長、体重の測定は男子の場合は起床後直ちに測定したが、この場合被検者の自宅にて呼気を採取するため、やむなく安静時代謝量の瓦斯採取後の昼食前の空腹時に行った。

III. 実験成績

A. 皮膚温に就いて

1) 皮膚温分布の季節変化

皮膚温分布の成績は男子の場合と略同様であつて(第1報第2図参照)。皮膚温は四肢は低く且つこれは著明な季節変化を示すに対し軀幹部皮膚温は略恒定している。而してこの様な皮膚温分布の季節変化の主要因は気温の変化であり、又この様な皮膚温の変化は気温変化に対する皮膚面よりの放熱量調節に役立っている。其の他男子の皮膚温分布に関して述べた現象は大体として

第1表

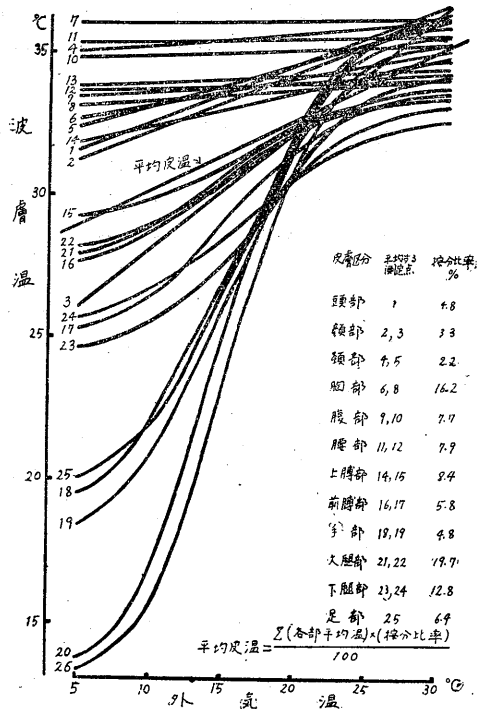
部 位	春 気温 (15.0±1.0°C)					夏 気温 (24.0±1.0°C)					秋 気温 (10.0±1.0°C)					冬 気温 (6.0±1.0°C)					推計学的検定 (男女差の 不偏分散)
	女子皮温 (°C)		男子皮温 (°C)		男女差 (°C)	女子皮温 (°C)		男子皮温 (°C)		男女差 (°C)	女子皮温 (°C)		男子皮温 (°C)		男女差 (°C)	女子皮温 (°C)		男子皮温 (°C)		男女差 (°C)	
	部	位	部	位		部	位	部	位		部	位	部	位		部	位	部	位		
頭	34.0		31.7		2.3	35.5		34.3		1.2	32.2		31.9		0.3	31.5		30.7		0.8	21.76*
顔	31.7		31.7		0	34.9		34.5		0.4	30.0		31.1		-1.1	31.4		29.1		2.3	0.93
額	34.5		34.1		0.4	35.6		35.0		0.6	34.1		33.9		0.2	33.9		33.6		0.3	1.26*
胸	33.4		34.1		-0.7	34.1		35.0		-0.9	32.8		34.1		-1.3	33.1		34.0		-0.9	7.53*
腹	34.6		34.6		0	34.7		35.4		-0.7	34.0		34.8		-0.8	34.2		34.7		-0.5	2.40
腰	34.5		35.4		-0.9	35.1		35.8		-0.7	34.3		35.2		-0.9	34.5		35.4		-0.9	7.14*
上	32.5		33.1		-0.6	33.7		34.2		-0.5	30.6		32.1		-1.5	31.0		32.2		-1.2	9.52
前	30.5		29.6		0.9	33.8		34.3		-0.5	27.5		29.0		-1.5	26.6		27.9		-1.3	3.42
手	26.6		24.8		1.8	34.9		34.2		0.7	21.2		21.3		-0.1	19.9		18.8		1.1	6.97
大	30.3		31.0		-0.7	33.0		33.9		-0.9	28.5		30.4		-1.9	28.3		30.2		-1.9	19.04*
下	27.5		30.2		-2.7	31.4		33.0		-1.6	26.0		29.8		-3.8	25.3		28.9		-3.6	86.14*
足	25.8		26.0		-0.2	33.9		33.7		0.2	20.6		24.1		-3.5	20.5		22.0		-1.5	15.87
平	31.1		31.7		-0.6	33.7		34.3		-0.4	29.6		31.0		-0.4	29.3		30.3		-1.0	5.53*
均	0.90		1.83		-0.93	0.89		0.58		-0.21	1.39		1.80		-0.41	1.58		2.18		-0.60	
被服重量 (kg/m ²)	35.35		35.66		-0.31	32.02		32.59		-0.57	35.05		36.31		-0.25	36.84		37.40		-0.56	
基礎代謝 (kcal/m ² /h)	40.65		44.52		-3.87	36.78		40.63		-3.85	41.47		45.39		-3.92	42.40		45.80		-4.40	
安静代謝 (kcal/m ² /h)																					

同上の基礎代謝に対する%

[備考] 皮膚温の検定は季節 (月)、個体、性別の3つを要因として三因子計画法によって男女の差を検定した。*印は5%以下の危険率にて有意の差を示す

女子にも見出される。そこで次にこの様な気温と皮膚温の関係を男子と女子に就いて比較する爲に、第1表に季節別に各部の皮膚温 (女子5名の平均値) の男子 (8名の平均値) との差を表示した。但しその時の気温は夏25°C、春15°C、秋10°C、冬5°C附近に於て±2°Cの範囲内に入るものを平均して求めたものであり、又各部皮温の値は第1図記載の各点の皮温を平均して求めたものである。又この内の平均皮温は前報記載の方法⁶⁾により各部皮膚温を皮膚面積の割合に按分したものであって、女子の場合の按分の比率は第1図に示した (男子の値は前報参照)。表中*印を附したるものは四季を通じての全測定値についての要因分析法により、男女差が推計学的に有意なものを示す。

これより明らかな如く女子は各季節共に軀幹部は男子よりも低い皮温を示している。併し四季を通じて顯著に低いのは下腿部であつて此等の差は何れも推計学的に有意である。この女子の皮温の低いのは被服が男子のそれと大變異している事もあるが夏期はそれ程女子が輕装とも思われないのに女子の方が低いのは女子には皮下脂肪が多くして身体中心部より表面への温度勾配が大きくなっているためであろう。これと反対に頭部、手部の温度はむしろ男子よりも高い傾向がある。頭部温の高いのは女子の頭髮が多い爲であろうが、手部皮温の高い事はどの様な意義を有するか就いては不



第1図

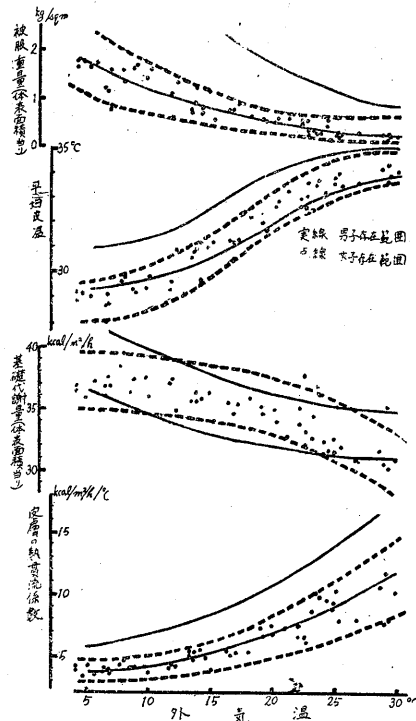
明である。

2) 身体各部の皮膚温と気温

次に各部皮膚温と気温との関係を見る爲に第1図を画いた。図の曲線は第1報に於て男子の成績について求めたと同様に、各被検者について求められた毎月の成績を図上にプロットしたものであり、曲線が直線的な場合には最小自乗法を用いて関係直線を求め、曲線の場合は目安で画いた。図に見る如く部位番号1-14の範囲即ち軀幹部、頭部、顔部は略直線的に外気温の低下に伴い下降するが、軀幹部温の変化は極めて僅かで殆んど季節変化がないと言って良い。これに対し四肢部は大きくS字状の変化を示す。而してS字の中央部は大凡環境温約12~24°Cの間にまたがり、この間に於ては気温の変化と共に皮温は直線的に大きく変化し、この範囲外では僅かしか変化しない。

これ等の関係は第1報¹⁾の男子の場合と同様であるが、異っているのはS字型変化の中央部の気温範囲であって、女子の方が幾分低温の方に延びている。又此等の皮膚温の成績より平均

皮温を算出して見ると第1図に見る如く略気温に伴って直線的に変化している(後記の如く若干S字状の変化を示す)。被検者総てについて気温(x)と平均皮温(y')との関係を示す式を最小自乗法にてもとめて見ると $y' = 27.64 + 0.239x$ となる。一方男子は第1報¹⁾で示したごとく $y' = 29.02 + 0.204x$ であって女子は男子より平



第2図

均皮温が低い事を表すと共に低温環境下に於て性差が大であり、高温になるに従ってその差が尠くなる事を表している。この事は第2図を見れば一層明らかである。図は女子の毎月の平均皮温をプロットし、その存在の範囲を点線にて示し、男子の平均皮温の範囲を実線にて示したものである。文献に於ても Hardy 等³⁾の実験では32°C附近迄の低気温下では女子の平均皮温は男子よりも低い(これ以上になると女子の平均皮温が反対に男子よりたかくなっている)。又 Bazett⁷⁾は女子は低気温下に於ては高い組織絶縁能を持っているが、高気温下に於てはその絶縁能を男子の絶縁能の値に迄低下し得るのだと

述べている事も上記の成績をよく説明している
と言えよう。

B. 基礎代謝に就いて

基礎代謝量の月別変化については図を記載していないが男子の場合と略同様に低気温の候に高く、暑い夏期に低下する傾向が認められる。この様な基礎代謝量の季節変化を気温との関連に就いて更に詳細に観察する爲に第2図を画いた。図の各点は女子被検者の毎月の測定値を示したものであり、点線はその存在範囲を示し、実線は男子の値の存在範囲である。この図を見るに女子の基礎代謝量は外気温約15°C附近より低い気温に於ては殆んど変化は認められず、それより高い環境温では気温上昇に伴い漸次減少の傾向があり24°C附近より顯著に減少している。

Mason⁸⁾ はインドに於て暑い氣候に住む女子の基礎代謝量は溫和な氣候の地方の人々より低い事を見ており、且つ又熱帯航行中暑い氣候に入り3日目頃より代謝量の低下が起り1週間で約10%の低下を示したと報告している⁹⁾ 事は上記の成績に一致したものとえよう。

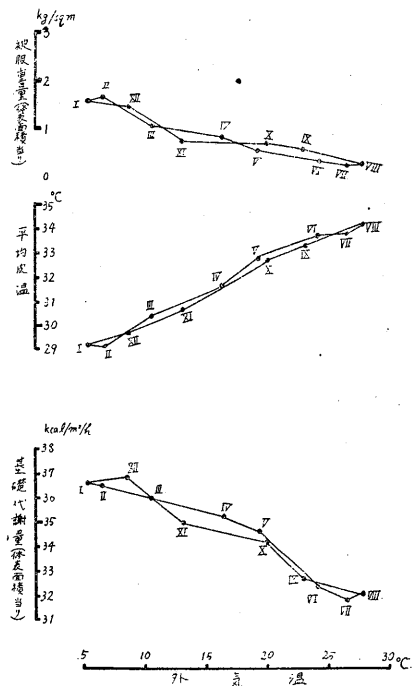
以上の如き酷暑の夏の候に女子の代謝量が低下する事実は前報告¹⁾ に於て述べた男子の成績即ち気温14°C附近より寒冷の候に於ける代謝の亢進とは全く反対の結果をしめせるものであって、男子と女子の体温調節機能が全く相違せるものである事を示すものである。この様な高温環境下の女子の代謝量の下降について Hardy等³⁾ の求めた成績を見るに約26°C附近より顯著に低下が表れ、著者等の成績とは代謝低下の温度範囲が違っている様に見えるが、併しこれは裸体の被検者に就いて求められたものであり、且つ又氣候、風土、習慣等の異なるアメリカの女子についてのものであるから著者の如く季節に適した被服を着けた日本人女子に就いての成績と異なるのは当然であって、被服をつける事により、この温度範囲が低い気温の方にズレて来ると考へべきであろう。この様に普通の生活状態の女子に於ては高温の季節には既に体温の第2化学調節の表れる事は、実に驚くべき事である。

尙一般に女子の代謝量は男子の大約95%とさ

れているが第2図の成績によれば気温12~14°Cより24°C附近迄は男女の性差は殆んど見られぬ様であり、この様な性差はこの範囲以外の所で表れる。Hardy等³⁾ が基礎代謝量の性差は高温環境下に於て表れるものであり通常温に於ては性差は無いとしている事は著者の成績と略一致している。此等の成績よりすれば基礎代謝量の性差もその体温調節機能の性差との関連に於て考察す可きである。

C. 衣服重量に就いて

第2図に於て各被検者の被服重量を体表面積当りに換算した毎月の値をプロットして被服重量と気温との関係を観察せんとした。図の点線は女子に就いて求めた被服重量の範囲、実線は男子の範囲を示す。図に見る如く夏期に被服重量少く寒冷の候に被服重量最大となる事は男子の場合と同様であるが、全般に女子は男子よりも1年間を通じて薄着の傾向がある。横田¹⁰⁾ は女子は全般に薄着であるが7,8,9月の夏期にはむしろ女子が厚着であると述べているけれど、横田の成績は中学生のものであるから、著者の



第3図

成績と直ちに比較する事が出来ない。併し乍ら女子は男子よりも寒冷の冬期に薄着であり、夏は男子の値に近づく事は確かである。

D. 皮膚温, 基礎代謝, 及び被服重量の月別変化の季節的ズレ

以上には皮膚温, 基礎代謝及び被服重量を気温との関連に於て観察したが, 此等は單なる気温のみの函数ではなく, 一定の季節的なズレを示すものである事は第1報に述べた。第3図の各曲線は夫々の毎月の測定値の平均を月を追ってプロットしたものである。図示の如く平均皮膚温, 被服重量, 基礎代謝量共に春期は同気温の秋期よりも高くなっている。これは恐らく体温調節中枢自体の機能の季節的な順化が気温の推移に若干遅れて来る爲であろう。此等の季節的ズレの傾向は第1報¹⁾記載の男子の場合と大差がない。

IV. 考 案

以上著者は日本人女子に就いて季節の気温変化に伴う代謝, 皮膚温, 被服重量の変化について述べると共に男子との差異に就いて観察して來たのであるが, 次にこの3者の季節変化が体温調節上如何なる意義を有するか又女子の体温調節機能は男子に対し如何なる点が異なっているかに就いて考察する。

この3者の関係で第1に着眼せられる事は平均皮膚温が外気温 $12\sim 24^{\circ}\text{C}$ の範囲に於て気温に伴う変化が著明であり, 一方基礎代謝量はこの温度範囲以上の外気温に於て気温上昇に伴う下降が一層顯著になる事である。この気温 $12\sim 24^{\circ}\text{C}$ の範囲は第1報に於て述べた如くに季節に適した被服を着けた場合の快感域であって皮膚血管の伸縮によって放熱量の調節を行い体温を維持していると思われる範囲, 即ち Winslow²⁾の所謂血管調節域に該当する。即ちこの場合に男子に於て求めたと同様に皮膚の熱貫流係数を計算すると, 第2図の下段に示す如く, これは外気温 12°C 附近より上昇する事が明かである。但し熱貫流係数Kは第1報の場合と同様に

$$K = \frac{M - E}{Tr - Ts}$$

の式より算出した。M及びEは夫々單位時間当り單位体表面積当りの産熱量及び蒸発熱量である。又Trは直腸温, Tsは平均皮膚温である。この様な女子の血管調節域の範囲(点線)を第1報の男子の成績(実線)と比較すると, 女子の方が若干低温の方に廣くなっている。従って恐らく女子は男子よりも低温度に至る迄皮膚血管の能動的な縮少が行われて皮膚の熱傳導性を減ずる事が出来る。換言すれば女子に於ては皮膚血管の伸縮による体温調節機能が男子よりも優れている。この様に女子は血管調節の範囲が男子よりも廣いのみならず, 同一気温下に於ける皮膚温も多くは男子よりも低い事は先に述べた通りであってこの結果は第2図の平均皮膚温にも明瞭に表れている。この温度の低い理由は前記の如く女子の皮下脂肪が男子よりもよく発達している爲にその皮膚の熱傳導性が少い爲である事は第2図の皮膚の熱貫流係数の男女の比較によっても明かであろう。但しここに示した熱貫流係数の算出に当っては上式のEの値を男女共に同一として Winslow²⁾の成績より換算したものであるから, 蒸発熱量が大きくなる高温範囲に於ては甚だしく不正確となる。前記の如く Hardy³⁾は高温範囲に於ては女子の平均皮膚温は男子よりも高くなる事を見ているから恐らくこの範囲では男子と女子の熱貫流係数は同程度であるか又は反って女子の方が高いこともあり得る。斯様に考えて來ると女子は皮膚の熱傳導性調節の範囲が單に環境気温の幅のみならず, 傳導性の変動の幅に於ても男子よりも大きい事となる。この事は前記[(A)の(1)]の如く平均皮膚温の気温に対する変化係数が男子よりも女子に於て大きくなっている事からも, うかがわれる。要するに女子は皮膚よりの輻射, 傳導, 対流による放熱調節の能力が男子よりも優れていると言えるであろう。

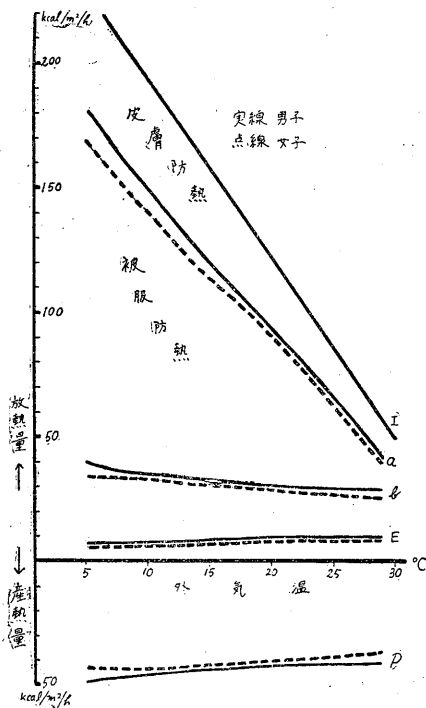
以上の如き血管調節域以下の気温に於ては身体表面は主として物理的冷却によって冷えて行き, 所謂身体冷却域に入るのであるが, この様な低温範囲に於ても女子の平均皮膚温は男子よりも $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ も低く, 皮膚放熱が極度に抑えられて

いる。男子に於ては、この低温範囲に於ては代謝量を増して体温調節を行っているに對し、女子では代謝量の変化が殆んどないのも、上記の様に放熱量の減少が強い爲に代謝量を変化せずして十分に体温を維持し得る爲であろう。又女子の被服は冬期に於ては特に男子よりも軽装であるが、これも上記の成績に明らかな様に女子は男子よりも皮膚傳導性が少く、その放熱量より言つて恰も男子よりも既に余分の被服をつけたと同じ効果を發揮している爲に男子程に寒さを強く感じないのである。

次に血管調節域以上の暑さに対しては男子は蒸発が著明に依つて体温を調節し、Winslow²¹の蒸発調節域に入るのであらうと第1報¹⁾に於て述べておいたが女子に於ては前記の如く此の温度範囲に於ては男子に於ては見ることの出来ない代謝量の著明な低下がある。従つてこれによる産熱の制限が体温調節に大きく妨ぐと考えられる。女子における高温環境下の皮膚蒸発量はHardy等³⁾により男子よりも低い事が知られている。又 Herrmann等¹¹⁾によれば女子の発汗性

は男子よりも著明に低いと言う。この様に高温環境下に於て女子が低い水分蒸発によつても体温を正常に保ち得るのは女子が男子よりも産熱制限の能力に優れている爲であらう。要するに女子は寒さに対しては皮膚放熱量の調節力が強い点が男子に優り、従つて寒さによつて戦慄する事も少いのみならず、暑さに対しては代謝を低下せしめて耐え、発汗をおこす事も少い。即ち女子は男子よりも寒がりではなく又暑がりでもないと言えよう。

以上は女子の平均皮温、基礎代謝、被服重量と気温との関係よりその体温調節機能の特質を論じたものであるが、次に此等の関係を一括してながめる爲に第4図を作つた。先ず図のI線は37°Cの恒温体があつた時に、気温の変化に応じてその表面/m²より1時間に放熱される量を示したものであつて、その放熱量 Q (kcal/m²/h) は次の Newton 法則によつて与えられるとした。 $Q = K(T_1 - T_0)$ T_1 はこの恒温体表面の温度であり T_0 は外気温である。又 K は放熱係数であつて、これは普通の室内における人体皮膚と同じく 0.14°C/kcal/m²/h (風速 10cm/sec 附近) なりとした (Bazett¹²⁾, Gagge¹³⁾)。今若しこの恒温体が人体であるとすればその表面温は気温低下に伴つて低下し、従つて $(T_1 - T_0)$ の値は I (37°C) の恒温体の夫れよりは小さく、これによつて放熱量を減ずる。この様な皮膚温変化を全身につき平均した値がさきに計算した平均皮温に外ならないのであるから、これを用いて計算した放熱量が a の線になる。この内の点線は女子の成績であり、実線は男子の値である。つまり I 線と a 線の距離は皮温低下によつて放熱を防ぎ得る熱量 (防熱量) を示した事になる。次に図の P 線は人体の單位体表面積、單位時間当りの産熱量 P を示したものである (方向を下向けにとつてある)。この値は被検者の安静状態の代謝量に相当する訳であるが、第1表に見る如く、これは季節に關せず女子では基礎代謝量の平均 1.15 倍、男子にては 1.25 倍に相当する。故に安静時代謝量を実測出来なかつた時にはこの係数を用いて基礎代謝量より算出した。次にこの P の値



第4図

と、Winslow²⁾ の論文より推算した単位時間、単位面積当り蒸発潜熱量Eとの差(P-E)を示したのがb線である (やはり女子は点線、男子は実線にて示されている)。この値は被服をまっ

線が強く下って来る爲である事が第4図より明らかである。

V. 総 括

1 1ケ年に亙り5名の女子被検者に就いて毎月の皮膚温、被服重量、基礎代謝 (安静時代謝をも含む) の季節変動を併せ測定し、大要次の成績を得た。

1) 身体各部皮膚温と気温の関係は男子の場合と同様に軀幹部温は殆んど季節変化なく、若干直線的な変化をなす傾向があるに過ぎないが、四肢温はS字状の曲線を画いて気温低下と共に低下する。この皮温変化は気温12°C附近より

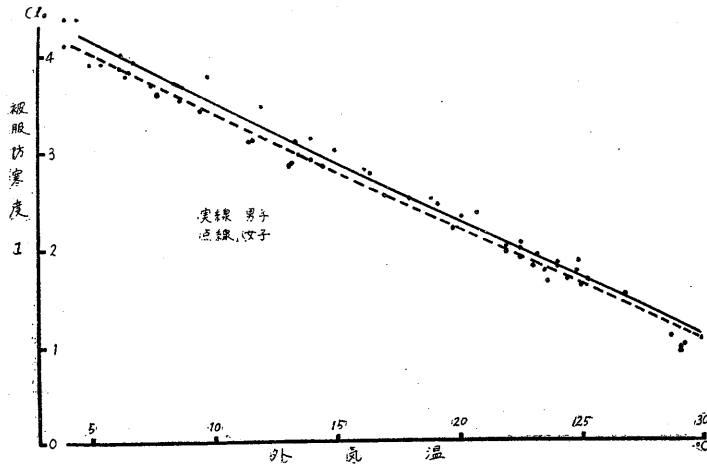
24°C附近の範囲で特に著明である。

2) 平均皮温は男子と同様に気温変化に伴い略直線的に変化するがやはり若干S字状の変化を示し、気温に対する変化の傾斜は男子よりも急峻である。従って夏期の平均皮温は男子と大差ないが、冬期著明に低値をとる。

3) 以上より日本人成人女子の普通生活に際する快感域は外気温12~24°Cの範囲であって男子よりもこの範囲が少々廣く且つ低温の方に廣がっているのみならず、皮膚調節による放熱量の調節が男子よりも強い事を示している。これは恐らく皮膚血管の伸縮による血流調節が男子よりも強いのみならず、皮下脂肪が発達せる爲にその防熱度の調節も亦強く表れる爲と思われる。

4) 基礎代謝は男子では冬期の上昇が著明であるが、女子に於ては夏期の下降が著しい。而して中等度の気温下に於ては男女共に大差なく、女子の基礎代謝が男子よりも特に低いのは夏と冬の期間である。従って基礎代謝量の性差の原因は体温調節機能の性差との関連に於いて再検討を要する。

5) 被服は大体として男子よりも軽装である



第5図

て正座したまゝの被検者が正しく体温調節の平衡状態、換言すれば熱含量の出入のない状態にあったとした時の体表面よりの蒸発以外の方法による放熱量に相当する。即ち輻射、傳導、対流による放熱量である。従ってさきのa線とb線の差は被服による防熱量に相当する。

このaとbの差と先のIとaの差の比較に明らかな様に人体の放熱調節量は皮膚による調節も可なり存するが、何んと言っても被服に依存する所が大きく、これは特に冬期に於てそうであって、皮膚の約2倍の効力を発揮せる事が示されている。この様な被服による防熱の程度を別の算出基礎より求めたものが第5図の被服防寒度の曲線である (図には簡単のために直線にて示す)。算出の方法は第1報¹⁾ に示した通りである。点線は女子、実線は男子の値である。図示の如く女子は男子よりも冬期に於ては薄着であり、この差は夏期に至ると差がなくなる。而してこの様に冬期に薄着で過し得る訳は第4図に於てa線が女子の低温部に於て強く下っている爲、即ち皮膚防熱度がこの辺りで強く増加する爲であり、又夏期に男女の被服防寒度が等しくなる理由は女子に於ては代謝調節によってb

が、これは特に冬期に著明であり夏期は大差が無い。被服防熱度 (Clo値) を計算しても冬期は男子より低い。

6) 要するに以上の成績は女子の体温調節機能が皮膚放熱の調節に於て男子より優れ、これによって冬の寒さを感じる事少く薄着にて過し得るに對し、夏期は代謝調節機能 (第2化学調節) が現われて発汗も少く、暑さにも耐え易い事を示すものである。

稿を終るに臨み終始御懇篤なる御指導と御校閲の勞を賜った恩師吉村寿人教授に對し深く感謝の意を表す。猶本研究は文部省科学研究費によって行われたものである。

文 献

1) 福田正弘 (1953) 日本生理誌, 15, 68

- 2) Winslow, C. -E. A., L. P. Herrington, and A. P. Gagge (1938) Amer. J. Physiol. 124, 30
- 3) Hardy, J. D., and E. F. Du Bois (1940) Not. Acad. of Sc. 26, 389
- 4) 文部省科学研究医学関係季節生理班 (1952) 日新医学 39, 121
- 5) 吉村寿人・小石哲夫・小石秀夫 (1950) 医学と生物学 16, 140
- 6) 吉村寿人・福田正弘・大島公明・井上太郎 (1952) 日本生理誌, 14, 517
- 7) Bazett, H. C. (1949) Physiol. of heat regulation and the science of clothing.
- 8) Mason, E. D. (1934) J. Nutrition 8, 695
- 9) Mason, E. D. (1944) Ind. J. Med. Res. 32, 27
- 10) 横田豊 (1951) 京府医大誌 49, 339
- 11) Ferrmann, F., P. H. Prose, and M. B. Sulzberger (1952) J. Invest. Dermat. 18, 71
- 12) Bazett, H. C., A. C. Burton, and A. P. Gagge (1941) Science 94, 428
- 13) Gagge, A. P. (1940) Amer. J. Physiol. 131, 93

Summary

On 5 female subjects with normal clothings, the distribution of skin temperatures, the basal metabolism and the weight of clothing were measured monthly through-out a year. The results being compared with those of the male subjects described in the previous report, the following conclusions were obtained.

1) The zone of vasomotor regulation of the female extended over room temperatures from 12-24°C in normal living conditions, the range of which was a little larger on its cold limit than that of the male, i. e. 14-24°C.

2) In the temperature zone below 12°C, the female endured the cold by her thick subcutaneous fat, and her powerful contraction of skin vessels and thus by lowering her skin temperature with lighter clothing below the male's.

3) In hot zone above 24°C, the basal metabolism of the female decreased somewhat remarkably and thus maintained her body temperature in normal range with lesser sweating than the male.

4) From these, it was concluded that the female was less sensible than the male to both the cold and the heat.

(Department of Physiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

地方小学会報

第5回近畿生理学談話会

時 昭和27年10月26日(日) 午前8時30分より

所と当番 大阪府枚方市坂12 大阪女子医大 幸塚嘉一

1. 鉄形 勝・木村二郎(大阪市大生理)

歯槽膿漏患者の毛細血管壁透過性について

私たちは、佐藤の方法による紫斑計の吸角を改良し、これを用いて皮膚(両側上肘肘窩部屈側)と歯肉(両側々切歯々肉部)との点状溢血斑をしらべた。被検者は歯肉の正常な者20名と、膿漏患者30名で、後者は歯肉の状態によって正常型、鬱血型、充血型および貧血型とに分けた。用いた圧力は、 -10cmHg と -20cmHg とである。また同時に血圧も測定した。

実験成績：皮膚では -10cmHg で歯肉正常な者と膿漏患者との間に紫斑出現度に大きな差を認める。一般に歯肉の紫斑は正常型、充血型、および貧血型では皮膚よりも多くあらわれ、とくに充血型と貧血型とでは多い。逆に鬱血型では皮膚よりも少ないものが多い。また皮膚及び歯肉の紫斑数の増減と血圧との間には相関性はみとめられなかった。

〔質疑〕 幸塚嘉一(大阪女子医大生理)

神経支配とは関係なきや

2. 村上長雄(三重医大生理)

Donaggio 反応の研究補遺

1) Donaggio 反応の機序

陽性物質とMAの酸根又はMo酸性酸化物が一次的に結合し、これとMBが結合する場合MBとMAとの結合凝集沈澱が阻止され、Donaggio反応陽性になるものとの確信を得た。而して所謂膠質の保護作用によるものではない様である。

2) 陽性物質の種類

a) 電気泳動像(Tiselius装置による)では、透析前2つのpatternとして認められるが、透析後は2つのpatternの中より泳動速度の早い小部分の方が消失し1つのpatternになる。

b) 八木式灌流臺心に対し、透析分離をしない陽性物質及び透析外液は心室に対し拡張期性停止的に作用する。peptonを作用せしめた時もこれと同様な成績が得られる。しかし透析内液では格

別の影響は認められない(陽性物質が剔出臺心の機能に対し、さしたる害作用を及ぼさないとの前に行った報告は濃縮尿より抽出せる陽性物質の透析内のものについてであった)。

c) 透析内液を硝酸で処理する場合起る沈澱は熱すれば溶解し、冷せば沈澱を生じ、proteaseの性質に一致する。透析外液にはこの反応は見られない。

以上より陽性物質は大別して、protease様の物質及びpepton様の物質に分類出来る様である。

3) 生体内に於ける陽性物質の出現及び其の意義

種々の点より陽性物質は大別して微生物によるtoxin代謝に基くtoxic substances, acidosis, 枸橼酸ソーダ注射等に際してみられる様な緩徐にして持続性を帯びた出現と、一時的体運動radiation等の際にみられる様な急激な消長を示す出現との二様の現われ方があるものと考えられる。而してその意義として局所的には尿結石(殊に磷酸塩)形成抑制作用が考えられる。

3. 丹羽得三(三重医大生理)

超音波の筋神経標本に及ぼす影響

高周波を伴った超音波を曝振するときは発振電力の漸増につれて極めて短時間で神経の興奮傳導の断絶を招来する。この傳導の断絶する前の過程として閾値の下降を来すこともあるが、これは特に元気な個体にその傾向を認める。傳導の断絶は神経の口径の狭い部に招来され易いのを認める。

高周波の影響を避けるには單なるアースや遮蔽を施すよりも誘電体間の短絡をはかると簡便で効果がよい様である。

〔質疑〕 加藤(京大生理)

質問の内容は記録不要の由。

〔応答〕 勝田 稷(三重医大生理)

超音波の生体組織に対する作用が何に主として基くかは、単一組織でない場合は或組織に対する作用が一次的のものか、二次的なものか不明瞭で

あるため本実験に於ても単一組織としてその研究をはかったものであるが、現在迄に得た成績としては高周波に基く熱作用かと考えられるものが強く、この高周波影響を除いた時に初めてその説明が可能となる。ここに先ず高周波の影響は如何にすれば除けるかを考案してみた。超音波の如何なる作用が主として及ぶかはこれからの実験如何にかかって居り、超音波の有する綜合された諸作用が混然として彷彿と漠然と考える以上には現在の状態では出ることが出来ない。

4. 越智眞逸・吉岡利治 (京都学芸大保健)

ドナギオ・オチ友応 (D-OR) によるスポーツ選手の疲労度の研究について

スポーツ選手の運動による疲労度を D-OR を用いて測定した。

1) 登山は比叡山にて行い、6名の D-OR 値の平均は最高 4.7 点と成り尿蛋白は D-OR 値最高時においた+程度であった。登山の前の D-OR 値と D-OR 値が最高を示した時との差は 1.7 点で、D-OR 値最高と成ったのは、最急坂を登り終ってから 30 分休憩後に表れた。

2) 水上競技における競泳においては、大学生 5 名につき測定し、競泳後の D-OR 値の平均は 2.7 点で上昇度は 0.6 点のみであった。これに反し尿蛋白は、全員 Ⅲ 程度出現した (出場種目は 100～800m、種目による相違は認めなかった)。高校生 10 名については競泳後の D-OR 値の平均は 3.5 点で上昇度は 0.3 点で尿蛋白は Ⅲ 程度であった。

水球は高校生 H、3 名・L.B、1 名・G.K、1 名、補欠 1 名を測定し、其の内 H が最も D-OR 値が大で、次に L.B で、G.K 及び補欠は試合前の値よりも下降していた。この下降は試合前の練習によって現われた D-OR 陽性物質が試合中の運動量の少ない者においては、試合中と言えども産出が少なかったものと思う。尿蛋白は試合前—で試合後は補欠を除いては + 1 名・Ⅱ 3 名・Ⅲ 1 名であった。

3) ラグビーの試合では D-OR 値が最高の 6 点に達する者が可なり多い。尿蛋白はことごとく Ⅲ 程度に出現した。従ってこの運動は非常に疲労度の大なるスポーツである。試合第 3 日目に A 校 4 名に尿中に多量の血球を認めた。

4) 陸上競技は高校 4 名、中学 3 名の中長距離

を測定し、D-OR 値は最高点に達する者が多く、尿蛋白はⅡ程度であった。10哩ロードレースは高校生 10 名の出場前の D-OR 値の平均 1.9 点で、到着後 90 分で 4.5 点となり、到着後 90 分では、4.5 点よりも 0.8 点下降していた。尿蛋白は到着後 30 分で殆んど全員に多量の出現を見た。

結語 1) D-OR 値 6 点又はこれに近いものは過労と認められる。従って指導者は従来非科学的に行われた傾向の有るスポーツを、選手の保健及び記録向上の爲めに D-OR の如き方法によって常に適当な運動の程度及び種類を研究し、且つ指導する事が肝要であると思う。

2) 水上競技と陸上競技の疲労の表れ方に相違の有る事を知った。

〔質疑〕村上長雄 (三重医大生理)

運動により急激に尿量は減少するものであるが水上競技に於ては冷刺激による変化が重に尿量に影響してくるのではないかと考えられる。この事が陸上競技、水上競技の D-OR 反応に於ける相違と関係がないか御研究をお願いする。

〔応答〕越智眞逸・吉岡利治 (京都学芸大保健)

D-OR 値と尿量の関係につきましては、特にスポーツ選手の場合を 2～3 の種目について実験を行って居りますが、未だ結果がまとまりませんので今後何等かの機会に報告したいと考えて居ります。水上競技の場合については御指導を得ました如く、出来得る限り早く実施したく考えて居ります。

5. 山岡誠一 (京都学芸大体育)

スポーツのエネルギー代謝に関する研究 (5) スポーツの強度と持続時間との関係

従来著者等の測定したスポーツ時のエネルギー代謝量並びに文献によって求めたエネルギー代謝の測定成績から、R.M.R. や労作量指数を算出して個々のスポーツの強度を相互に比較考察して見ると、各種のスポーツの強度は大体従来の主観的判断と一致しているが、中には野球の投手は 10,000 m 競走より強い重労作であったり、短距離競泳はあまり過激な運動でない等主観的判断と異った強度を示すスポーツを見つけた。

次にこれらスポーツの強度指標 (R.M.R.) とスポーツの持続時間との間には一定の指数曲線が見出される。この規則正しい関係の成立することは

諸種の生理機能即ち循環、呼吸或いは筋肉等の生理的限界が制約因子として加わるためである。更にスポーツ時のエネルギー代謝の観点より、レクリエーションスポーツとアスレチックスポーツの特質について論じたい。

6. 斎藤幸一郎・下川末夫・中山達夫・櫻井昭光 (金大生理)

Donaggio 反応に関する研究

1) 光電光度計を用いて Donaggio (D) 反応標準法の精密化と簡易化を試みた。D 反応で上澄に残るメチレン青の濃度と稀釈尿の D 値の関係は S 字状曲線で示され、1/60000 色素濃度を示す稀釈尿を 1 点とすれば、0.7~1.2 点の間で顕著に色の濃さ変わるから比色に適した領域である。低値の尿では ± 0.1 位の正確さで採点ができる。1.2/0.7 は 1.7 であるから、1.5 倍の尿稀釈系列を作れば、0.7 点以上の原尿なら系列の少くとも 1 つは比色領域に入り、高値の尿の測定には手数が省ける。

2) D 反応陽性物質 (D 物質) の透析性を、透過性 (標準膜電位差) を異にするコロゲウム膜嚢を作って取調べた。其の結果 D 物質は標準膜電位差 15mV 以上の膜は全く通らないが、之より膜の透過性が増すに従い透過する D 物質量は次第に増し、0 mV では D 物質の 25% がよくこれを通る。この所見より D 物質は分子の大きさを異にする色々な高分子化合物より成るものと推測する。D 物質は 10mV のコロゲウム膜には吸着され、透過性と吸着性は平行する。

3) 筋作業時には D 値と尿 pH の低下は平行するから Acidosis 及び Alkalosis に於ける安静時及び作業時の D 物質排泄状況を観察した。Acidosis は NH_4Cl 5g 服用、Alkalosis は重曹 15g 服用によった。安静時の D 物質排泄は Acidosis では可成り著明な増加を、Alkalosis では軽微な減少を示す。作業 (毎分 911kgm, 4 分間) 時には Acidosis では対照に比して極めて顕著に D 物質排泄量は増加し、その経過は尿 pH の低下と略一致する。作業直後には蛋白尿をみると、被検者は強い疲労を感じた。Alkalosis では値の増加に尿 pH の低下と平行するが対照に比して著しく低い。

吾々は D 物質を Seromucoid と近似の物質と推測しているが、血液或いは尿の pH が腎の透過に影響を与え、D 物質排泄量を左右する要因となっ

ているものと考える。

7. 宇佐美駿一 (京都府立医大生理)

筋労働時に於ける蛋白代謝 (第 3 報)

筋労働時に蛋白代謝が亢進する事なく安静時と大差がないとの Atwater の説が一般的に信ぜられているが、我が国に於ては労研始め多くの人によって筋労働時に蛋白代謝が亢進するとの立前を取って居り、我々の教室に於ても山地の報告にも同様の結果を得て居る。

著者は筋労働時に血中残余窒素 (N.P.N.) が増加すると云う山地の実験から、この N.P.N. を蛋白の異化亢進の観察指標として、筋労働時の蛋白異化亢進の機轉解明に種々の実験を続け、或る程度の結論を得たので従来報告したものを総括的に報告する。

まず自転車 Ergometer を用いて労働強度と N.P.N. の間には強度が大となれば N.P.N. の増加も又大となると云う事で労働時のエネルギー補給と密接な関係がある。この事から又エネルギー源として最も重要な関係がある。

糖の供給を疎害、燃焼促進、燃焼抑制等の条件下に行う時に、促進する場合には、N.P.N. の増加は余り現われず、又反対に抑制する場合には著明に増加した。この事は体蛋白が糖代謝の補助的或は代償的に依りて分解する様に思われる。

次にはこの機轉が何処で行われるかであるが、この事に関しては一方の腕に握力 Ergometer を握らせ、一方を安静にさせ一定の条件下で労働を行わせ、左右両腕から同時に採血、又同様の条件下で労働を負荷した腕を上膊上部で緊縛して血行を停止して行った場合でも、血中残余窒素の増加は安静にした方よりも労働を負荷した腕の方が著明であった。

以上を要するに N.P.N. の増加は直接筋収縮と関連を有しているもので、筋の蛋白が直接エネルギー源として分解する故にこの様な事が見られるのではないかと考えられるが、尙不明の部分が多く、今後の実験の結果を待つ必要があると思われる。

8. 千早卓郎 (京都府立医大生理)

皮下用 Cl 電極とその応用 (第 2 報)

前回誌上に発表した皮下用 Cl 電極を用いて実験

したものゝ中、発汗時の皮下Cl濃度の消長につき述べる。電極の先は皮膚表面より約2mmの処に入っている。発汗は室温30°Cとし両下腿を45°Cの湯に60分間浸し、その前後の対照は室温を多は25°C、夏は30°Cとした。

冬の成績：皮下Cl濃度は、対照にて約0.11Nであるが、発汗中は発汗曲線に平行して著明に上昇し0.2~0.3N又はそれ以上に達し、最高発汗を過ぎるとやや低下の傾向を示し、発汗を終ると急速に低下して約20分後には大体元へ復す。又発汗量の多い皮膚部位では少い部位よりも濃度の高まり方は著明であり、又被験者が替っても、湯の温度を変え発汗量を変えて比較しても同様に皮下Cl濃度の上昇の程度は発汗の激しさとよく平行した変動を示す。以上は発汗に際し組織液より水分のみが濃し取られて塩分を残し、爲に組織液の塩分が増し、之は淋巴流により漸次流れ去るという久野教授の説をよく裏付ける成績である。

夏の成績：夏は冬に比べ汗量が非常に多く、且つ汗中のCl濃度は遙かに少いにも拘らず、皮下Cl濃度の高まり方は冬より少い。皮下Cl濃度曲線の形も冬の如く急峻でなく、なだらかな曲線を描く。即ち発汗量に比べ皮下のClの増し方は至って少く、而も発汗後の曲線の低下は冬よりも緩徐である。

この様な夏と冬の発汗時の皮下Cl濃度曲線の差異の原因については、細胞外液と細胞内液間の水分の交流、細胞外液相互の交流等の外に、塩分交流の季節変化を考慮して説明しなければならないが、これに関しては目下尙検討を重ねている。

9. 岩崎隼太 (京都府立医大生理)

諸種内臓の Carbonic anhydrase に就いて

Carbonic anhydrase が Meldrum 及 Roughton 等に依り主として赤血球中に存在することが確認せられて以来、之が生理的意義に関しては数多くの研究が行われ、分泌腺の機能にも重要な役割を果たす事が指摘せられている (Davenport)。

著者は分泌腺の酸塩基平衡に対し、本酵素が果たして重要な役割を果たすや否やを検討する目的をもって、各種内臓及び分泌腺に於ける Carbonic anhydrase の含有量を比較検討せんとした。

Carbonic anhydrase の量は、Warburg の検圧法に依り pH 6.3, 37°C に於ける M/40 重曹溶液の分解

速度より、之を一分子反応と見做して基質と検体量を 1:1 の割合に混じたる場合の速度恒数 K_c を求め、之より無酵素液にて求めた対照実験に於ける速度恒数 K_o を差引いた値 $K = K_c - K_o$ をもって比較検討することにした。実験に先だち酵素が赤血球中に多量に含有せられることを考慮して、実験動物(犬)の臓器中の血液を可能な限り除くことに努めた。即ち食塩水の等張液をもって之を灌流し、灌流後の酵素含有量が対照血液の含有量の 6~3% になるまで行った。以上の如き準備の後各臓器を摘出し、夫々の臓器の酵素量を検すると共に含窒素量をも併せて測定した。その結果腎臓皮質、耳下腺、胃粘膜、十二指腸粘膜、肝臓、脾臓、小脳、顎下舌下腺、脾臓、睪丸、空腸粘膜等には存在し、腎臓髓質、大腸粘膜、肺臓には存在しないという結果を得た。併し乍ら之では各臓器の含有量の如何により酵素量にも差異を来すから、この影響を除く爲に単位窒素量当りの酵素量に換算して比較すると、耳下腺が最高値をとり次で胃粘膜、腎臓皮質、血液が多く、十二指腸粘膜、顎下腺、大脳、脾臓、肝臓、小脳、脾臓は比較的少く、睪丸及空腸粘膜には甚だ少いという結果が得られた。この様に唾液腺や胃粘膜、腎臓等の分泌腺に於て、Carbonic anhydrase が格段に多い事は注目すべき事項であって、此の間の分泌腺の分泌液が血液よりの單なる濾液ではなく、その pH から見ると、血液と相異なる事を考え合せる時之等の分泌腺に於て Carbonic anhydrase がその酸塩基の分泌に何等かの重要な役割を果たしているものと思せられる。

10. 川上正澄・越久公雄 (神戸医大生理)

長期間温浴による異常新陳代謝について (第1報)

昭和26年7月より10月末にわたり約70回(毎日1回20分乃至21分間)41~40°Cの温水に顔部以下を浸して温浴を実施した。尚露出部位は室温乾球40~43°C、濕球37~39°Cに保ち、なるべく温浴状態に近づけた。以上の環境に於ける温熱に基づく人体の異常新陳代謝の経過をO₂消費の面より追究し、次の結果を得た。

1) 41°Cの温浴20分間の酸素消費の増加は一般環境気温室にて乾球43~45°C、濕球28~27°Cの空気を以て人体を加温する場合に比して著しく大で

あって湿度が増加するにつれて温浴の場合の O_2 消費量に近づくことを知った。

2) 入浴開始後、20回乃至30回頃までは入浴後翌日の基礎代謝量は入浴実験開始前の基礎代謝量の10~17%増加した。この増加も入浴40回以後に及んでは著明に増加せず、入浴せざる場合との差を認め難い状態となり、しかもその場合の平均基礎代謝量は入浴実験開始前のレベルより6~10%低下した。又入浴実験初期ビタミン B_1 、10mg、C 100mgを投与して入浴した場合、翌日の基礎代謝量の増加は、投与しない場合に比して著しく小であった。

3) 尿中ウロビリノーゲン排泄量は基礎代謝の場合と同様、初期には入浴翌日は正常量の2.5倍乃至3.0倍に増加したが、入浴の回数を重ねるに従って増加の割合は低下し、40回以後はほぼ正常量となった。尚、初期にはビタミン B_1 10mg、C 100mgを投与した場合、ウロビリノーゲンの排泄量増加は投与せざる場合に比して極めて僅かの増加であった。

以上のことから僅か20分間の入浴即ち温熱刺激に対しても人体は順応する傾向があるものではないかと考えられる。又食塩をビタミンと同様な方法で体重10kgに対して1.5g投与した場合には投与せざる場合と同様の経過が O_2 消費、尿中ウロビリノーゲン排泄量に見られた。

4) 入浴完了後、回復期に於ける O_2 消費量の経過は所謂階段現象とも称すべき特異な過程を取る場合がしばしば認められた。即ち回復経過中突然10~15cc程度 O_2 消費が低水準に移行することで、この現象は自然環境のもとで運動後の回復過程には認められないことである。

〔追加〕吉村寿人(京都府立医大生理)

O_2 消費の低下の階段上の低下は、皮膚温の変化を同時に見られれば何等かのヒントが得られはしないか。

〔質疑〕伊藤眞次(名大生理)

1) 異常新陳代謝と云われるが、これは1つのadaptationの現象ではありませんか。

2) 生体の B_1 、並にCに対する受容れの過程がかわると云われたが、具体的には何を意味して、こういう表現をされたのですか。

〔応答〕川上正澄(神戸医大生理)

1) Vitamin B_1 , Cが比較的に作用をあらわさ

なくなるというのは長期反復温熱刺激によって人体のその酸化、還元反応の過程が変化したためと解します。

2) 変態的な adaptation というのは体重の減少(3~4.5kg)、基礎代謝量の異常低下、思考力の減退等を伴うために変態的と解したわけでありませう。

11. 河村洋二郎・岸 欣一・本田光徳(阪大歯学部口腔生理)

除脳強直の筋電図学的研究

除皮質及び除脳強直時の筋の強直状態、及び破傷風患者交瘳の顎筋状態を筋電図計により分析した。猫を用い規定通りに除脳又は除皮質し、双極又は同心電極にて筋の電氣的活動状態を電磁オシログラフに撮影した。得たる結果は次の如くである。

1) 咬筋、側頭筋、内翼状筋、等下顎を下げ開口に仿く諸筋の電氣的活動は、二腹顎筋、顎舌骨筋、顎舌骨筋等の下顎を上げ、口を閉じる時に仿く筋の電氣的活動に比し著しく弱い。此の事は除脳による顎強直の比較的弱い場合でも明瞭である。

2) 四肢筋に於ては伸筋、屈筋共に電氣的活動を認めるも、伸筋の方が屈筋よりも著明に活動が大である。此の事より下顎を下げる筋群は伸筋として、下顎を上げる筋群は屈筋として考えられる。

3) 咬筋にも著明な強直のある事は、他動的に顎を開閉することにより、正常時には認められぬ著明な電氣的活動の出現を認め得ることから明かである。

4) 除脳強直時四肢軀幹筋の電氣的活動は伸屈筋をとわず、いずれも咬筋のそれより大であった。

5) 除皮質動物に於ても顎及び前肢の強直は著明に認められ、下顎諸筋の電氣的活動の比率には除脳動物も著明な相異はない。下肢筋の電氣的活動は除脳動物に比し著しく弱い。

6) 破傷風患者交瘳時には咬筋にも著明な電氣的活動を認め、除脳強直時の筋電図様相と異なる。

7) 橋上端部分を含める除脳によって伸展した強直姿勢が消失屈筋強直の著明となる点がある。此の場合顎の強直は消失呼吸と同期する開口運動

を認める。呼吸には異常はない。

以上の成績より除脳強直に関する延髄網様体促進領野に細かな断位のある事が想像されるのである。

〔質疑〕 中西政周 (大阪医大生理)

偽作電流の導出には敏感な器械を使用するので往々にして偽作電流以外の原因による変化が曲線として現われる場合があるらしい。除脳硬直は凡ての当該伸筋群に現われるものでなく、例えば、三頭膊筋なれば深部に位置する最小の中頭筋のみ現われるのである。

故に斯様な〔除脳硬直筋〕から導出する要あり、尙硬直出現の前後にて導出して比較するような対照実験を要するだろう。

〔応答〕 河村洋二郎 (阪大歯学部生理)

私共が筋電図で観察した限り、除脳強直時には多くの筋に活動電位を認めている。どの筋が除脳姿勢を保つのに必要な単位であるかは実験を行っていないので何ともお答え出来ないが、従来の考え方から言って除脳強直には総ての筋肉が多かれ少なかれ働いているものと思う。

12. 松本淳治・小笠原今男 (阪大第2生理)

血圧の第3動揺 (I)

家兎を用い血圧の第3動揺 (週期的に数回連続して、心搏動、呼吸以外の原因により生ずる血圧の動揺) を分析して見た。血圧は股動脈より、呼吸は気管カニューレ、胸廓運動をキモグラフィオンに記録。自3月、至8月は両側迷走神経、脊髓切断を行い、自9月、至10月は左右迷走神経を順序に切断して、その影響を観察した。

1) 第3動揺は概ね9月初旬、且つ雌に多く、血圧が80~90mmHgを示せる兎に多く出現した。又無條件にては動揺を現わさない兎には Ashner 反射、窒息等を行うも現われず、然し迷走神経切断及び切断端刺激にて生じたものもあった。

2) 無條件にて第3動揺を示せるものの迷走神経を切断すると、その週期には著変なく、その波形を変化せしめ、末梢側切断端を刺激すれば、その振幅は強度に応じて増大した。中枢側切断端は却って動揺波形を乱す傾向を示した。

3) 無條件にて動揺を示した例から、各々の波高の差を見るに

$$(\text{迷走神経両側存在}) - (\text{右側残存}) = V_l$$

$$(\text{右側残存}) - (\text{両側切断}) = V_r$$

$$\text{とすれば } V_l = -V_r$$

の関係を認めた。

4) 動揺波の1例をとって周波数分析を行うに下の如し。〔1つの波 (週期約16秒) の中では振動数4以上の波は振幅1mmHg以内なるを以て無視した〕。振動数1, 2, 3, の波を夫々 A, B, C 波とす。

$f(L.R.U)$ 波 (迷走神経両側存在)	$f_1(R.U)$ 波 (右側残存)	$f_2(U)$ 波 (両側切断)
A		
$2.8 \sin(t-11^\circ)$	$1.4 \sin(t-13^\circ)$	$1.24 \sin(t-24^\circ)$
B		
$0.8 \sin(2t-144^\circ)$	$2.1 \sin(2t-89^\circ)$	$0.8 \sin(2t-145^\circ)$
C		
$0.46 \sin(3t-142^\circ)$	$0.43 \sin(3t-125^\circ)$	$0.34 \sin(3t-80^\circ)$

A 波の週期は波動呼吸に一致するを以て、呼吸中枢に關係するもの、B 波は迷走神経切除による影響最も大にして、又 B 波の $f(L.R.U) = f_2(U)$ にして、 $V_l = -V_r$ の関係を満足せしめるから、この波は迷走神経の筋張に關係するもの、C 波は $f(L.R.U)$, $f_1(R.U)$, $f_2(U)$ を通じて不変化と云うべく、本実験では交感神経には侵襲を与えていないから、その因子の大なるものは交感神経緊張の動揺に關するに非ずやと推測する。

之を要するに迷走神経は血圧の第3動揺出現に際して、その週期には影響少なく、その波形に關係し、且つ左右迷走神経は相互に逆方向の効果を及ぼす様に思われる。

13. 井上 敏 (阪大第2生理)

脳温度に関する研究 (II)

頭部皮下温、脳温並びに頭部灌流血温の間の定量的關係、及び血流量との關係について檢べた。

1. 頭部皮下温を上昇させると、脳皮質温はその45%の上昇、下降の際は49%の下降を示す。脳深部温は一時僅かに反対方向に変化する。

2. 脳温を上昇させると、頭部皮下温は脳皮質温の51%の上昇、下降の際は55%の下降を示す。

3. 頭部灌流血温を変化させると、その上昇に対して、脳深部温はその79%、脳皮質温は76%、頭部皮下温は72%の上昇を示し、下降の際は夫々83% 75%及び70%の下降を示し、三者の変化は概ね平行している。

4. 脳血管を結紮して脳温に対する影響をみるに、内頸動脈又は椎骨動脈を両側結紮しても脳皮

質、深部温共に著明な変化を来さない。

5. 以上の成績によると、脳代謝による固有の脳温度変化は頭部皮下温、及び脳灌流血液温によって著明に影響されるもので血流量の変化にはあまり影響されない。故に脳温度変化を以て脳代謝状態を窺わんとする際は同時に頭部皮下温、脳灌流血液温の変化を参照しなければならない。

14. 吉井直三郎・橋野昇一 (阪大第2生理)

電気麻酔及び電気痙攣と脊髄機能

家兎に電気麻酔 (堀口：第3回生理談話会にて報告) 及び電気痙攣 30~40V, 1sec 通電) を起してその前後のアヒレス腱反射及び防禦反射を筋電図で検べた。

電気麻酔中に於てはその初期には腱反射は動揺しつつその action potential voltage を減じてゆき麻酔期には微弱又は消失する。防禦反射は次第に減弱してゆき遂に消失するに至るが、麻酔期が長びく場合には防禦反射は麻酔前とは全く異った所の synchronization voltage を示す様になる。

次に痙攣中腱反射は消失しているが痙攣後次第に恢復し、時には腱反射の亢進期を経て約10分後には元にかえる。但し痙攣筋電図のR型 (橋野：昨年日本生理学会にて報告) 出現時は腱反射は高く或は低く現われる。防禦反射は、そのT型C型筋電図の出現時は無反応で、R型出現時は刺激によって逆にR型の出現が抑制される。電撃後約2分で防禦反射は殆んど恢復する。

15. 海城 濟 (奈良医大生理)

白鼠の頸動脈反射について

白鼠の化学反射、即ち、頸動脈及び大動脈反射を単独に、或いは兩者共に遮断して低圧実験及び薬剤 (シアン、ニコチン、アセチルコリン、アドレナリン) による呼吸変化を、藥物試験の際は血圧の変化をも同時に描記して、追求し次の成績を得た。

1) 低圧実験：白鼠の環境気圧を175mm/分の速度で低減せしめる場合、健常鼠の80%は480mm Hg附近より次第に呼吸増加し始め205mmHg附近で最大となる。この間の呼吸数増加は毎分平均1以上である。頸動脈反射を遮断すると、その80%は呼吸数増加を示さなくなる。頸動脈及び大動脈両反射を遮断すると、僅かに呼吸増加を示さぬ者

が増加する。

2) シアン：健常鼠及び大動脈反射遮断鼠では青酸曹達 0.2~0.3mg/kg の静脈注射によって反射性呼吸促進を惹起するが、頸動脈反射又は頸動脈及び大動脈両反射遮断鼠では反射性呼吸促進は出現しない。

3) ニコチン：健康鼠及び大動脈反射遮断鼠では、ニコチン 10~15r の静脈内注射により過呼吸と、之に続いて中等度の呼吸抑制が現われるが、頸動脈反射遮断又は頸動脈及び大動脈両反射遮断では呼吸促進を見ない。

4) アセチルコリン：健常鼠及び大動脈反射遮断鼠では 5~10r の静脈注射は直ちに血圧の急激な下降を来し、血圧下降と共に呼吸促進を見る。20~30r では呼吸促進に続いて呼吸抑制を見る。Atropine によって血圧下降を抑えると呼吸促進を見なくなる。頸動脈反射の遮断によっては、Atropine の有無に拘らず反射性呼吸促進が出來なくなる。

5) アドレナリン：健常鼠、大動脈反射遮断鼠は、何れもアドレナリン 10r の静脈内注射によって寡呼吸を起すが、頸動脈反射を遮断すると、殆んど寡呼吸は消失する。

以上、白鼠の減圧、又は上記藥物による反射性呼吸変化には頸動脈反射が主役を演じ、大動脈反射の役目は劣っている事を知った。

16. 中馬一郎 (奈良医大生理)

血色素のアルカリ分解について (第2報)

前報¹⁾に引きつづき、白鼠血色素のアルカリによる分解を検討し、次のような成績をえた。

1. 血色素のアルカリによるアルカリヘマチンとグロビンへの分解速度は血色素及び OH⁻ イオンの濃度に関し夫々一次である。38°Cにおいて反応速度恒数 k は 0.4mole⁻¹ l. sec⁻¹であった。

2. 反応速度恒数の温度変化から実験的活性化エネルギーを求めると、10~38°C の範囲で約 18,700calであった。

3. 尿素変性をおこさせた血色素はアルカリにより分解を受けやすい。尿素濃度 6.7M のとき k=0.56mole⁻¹ l. sec⁻¹、又実験的活性化エネルギーは約10,400kcalであった。又尿素変性した血色素は空気中の酸素により酸化されて徐々にメトヘモグロビンとなる。38°C では 3.3M の尿素的

作用で約 10 時間で完全にメトヘモグロビンに変化する。

4. エチールウレタンも同様に 0.2M 以上の濃度でアルカリ分解を促進する。この際反応速度恒数の対数とエチールウレタンの濃度との間に直線関係がみつめられる。体重 100g に付 100mg のエチールウレタンを白鼠の腹腔内に注射し（深麻酔をおこす）一時間後採血した血液について正常白鼠のそれとアルカリ分解速度を比較したと有意の差はみつめられなかった。

以上の結果から、血色素のアルカリ分解反応について反応速度論的考察を行い、且つ血色素の物理化学的性質について言及した。

1) 日本生理誌 (1952) 14, 152

17. 伊藤眞次・木村光博 (名大生理)

脱水並に水負荷動物の副腎アスコルビン酸量について

脱水時脳下垂体後葉から抗利尿性ホルモンが分泌せられて、体水分の消耗をふせぐように働くことは、Gilman 及び Goodman の報告以来諸学者によって認められている。一方副腎皮質ホルモンは利尿促進性に作用するから、水分代謝において後葉と皮質とは拮抗的であると考えられる。そこで後葉ホルモンが皮質の分泌能に対して如何に影響するか実験を試みた。皮質分泌状態の指標として副腎アスコルビン酸（以下 As.A）量の変動が適当であることは、Long, Sayers 等の強調するところであり、これによった。

1) 48 時間飲水を禁断した脱水動物（シロネズミ）並にピツイトリン注射動物の副腎 As.A 量は、正常動物のそれより増加している。

2) 正常動物にエビネフリンを注射するか、または stress として疼痛刺激を与えると、副腎 As.A 量は著明に低下する。しかし脱水動物並にピツイトリン注射動物ではその低下が軽度にとどまる。

これらの結果から「ピツイトリンは副腎皮質の分泌能を抑制する」と考えられ、また「脱水動物ではおそらく後葉ホルモンの分泌が増加することによって皮質機能が抑制される」と推測される。

3) 腹腔内に大量のぶどう糖液を注射した急性脱水動物でも、副腎 As.A 量の変動は飲水禁断による脱水動物の場合と同様であるが、その程度が後

者よりはるかに小さい。この場合にはおそらく滲圧の変動が僅微であるから、osmoreceptor は反応せず、従って後葉からのホルモン分泌が少いためであろう。

4) 大量の水を動物に飲ませると、副腎 As.A 量はかなりの減少を示す。即ちこの際皮質の分泌が高まったものと推定される。しかし同量の水分を腹腔内に注射したときには、副腎 As.A の低下が僅少である。これは水を経口に与えたときその排出が速いが、非経口的に与えると排出がおそいという事実と照らし合せて、「急速な水分排出には皮質ホルモンが特に関与する」ことを示すものである。

18. 藤下成周 (大阪市立医大生理)

心臓に対する Lactoflavin の光力学的作用について（続報）

200W の電球の光を厚さ 5cm の水槽で濾光して約 50cm 離れた位置にある臺の摘出心臓に照射して次の実験を行った。

尚 5~6 時間にわたる実験中に収縮度や振幅に著変を來たさない様にするために Ringer 中に 0.4% の glucose を加え、静脈カニューレ中の Ringer に空気を送入了。

1) この様にして灌流を行えば、暗所にも照射時においても搏動曲線に殆んど変化を見る事無しに灌流を 4 時間以上続け得る。

2) 暗室内で 0.03% の Lactoflavin を Ringer 中に添加すれば、心臓の収縮度は増し振幅は増大するが、20 分以上すると幾分収縮度が減少する。但し Lactoflavin を加える以前よりは収縮度は大である。そしてその後はそのままの振幅で搏動を継続する。

3) 0.03% Lactoflavin を作用させた心臓に光を照射すると次第に収縮度は減じ従って振幅も小さくなる。収縮度の減少は 5 分以内に或る限度に達し、それ以上照射を続けても減少しない。ここで照射を中止して暗所に置くと 15 分以内に再び収縮度は増大して照射前の収縮度に戻る。但し暗所に置いてより 5 分後では殆んど収縮度は増さない。10~15 分暗所に置く必要がある。これを又 5 分照射すれば再び収縮度は減少し、更に暗所に 15 分置けば収縮度は増大する。

以上の現象は臺の心臓において最初に光を照射

し始めてより2時間以内なれば常に見られる。食用蛙の心臓においては墓よりも鋭敏にこの現象が見られ、又照射開始より4時間後にも見られる。

4) 0.03% 以上の Lactoflavin を作用させた墓の心臓において、光の照射を交互に行って、最初の照射時より2時間以上経過すると収縮は旺盛となり、一方光の照射による収縮度の減少は次第に不明確となり、遂には光の照射による収縮度の減少は見られなくなる。

5) 4) の実験において激しく収縮して振幅が大となった墓の心臓を灌流した Lactoflavin-Ringer で他の新たに摘出した墓の心臓を灌流すると3)と同じ現象を観察する事が出来た。

〔質疑〕曾我美勝 (京大第2生理)

1) Lacto-flavin の Ground triplet State の energy は約 2.5ev excited singlet state の energy は約 3ev である。故に Ground level より excited singlet state への transition を起すに必要な energy 以下の光ではどの様になるでしょうか。

2) Lacto-flavin の triplet-state より少し低い triplet-state をもった化合物を入れた時、勿論 transition が起る如き、化合物の作用はどの様になるでしょうか。

3) 1° 2° の triplet-state 云々は、作用族蛋白の System の特定の場所の電子状態のみ考えて、理論的説明をする考えにもとづいていることと思います。所で Ewans は蛋白内の hydrogen bond を作る部分の electron の energy-level を第一次近似又は零次近似かも知れませんが計算しています。所でこれらは Photodynamic sub-portein となって螢光体の如きが作用するとすれば何れも両極端故両者の結合前後のスペクトルをしらべて、光をあてるとどうでしょうか。

〔質疑〕中馬一郎 (奈良医大生理)

1) 照射光の波長をかえて実験されましたか。照射光の波長と Lactoflavin の吸収帯との関係を追及すれば、光力学的作用の機作について何かの示唆がえられると思います。

〔応答〕細谷雄二 (大阪市医大生理)

照射光の波長、Energy、照射時間の変化による影響は今後実験する予定で居ります。

〔追加〕久保秀雄 (阪大第1生理)

御成績の解析についてのあなたの假説は大変面白く拜聴しました。ラクトフラビンを酵素系に投

影してお考えになる前にラクトフラビンそのものによる光化学的なメカニズムを一応お考えになったらどうでしょうか。

御成績を伺って oxidation lente が関係あるように思われます。この点についてのソルベエ会議の記録を私持って居りますから、もしお持ちにならぬようでしたらどうか利用して下さいますよう。

19. 佐吉正明 (大阪市立医大生理)

高濃度アドナリンの心搏動抑制作用について

Adrenalin (Adr) は心臓に対して促進的に仿くのが普通であるが、実験の条件によっては反対に作用する事が知られている。著者は高濃度の Adr について実験を行い、次の様な知見を得た。

1) 墓の心臓灌流標本に高濃度の Adr 10^{-3} 0.2cc を与えると、強い促進作用が見られる。この作用を5分間以上続けた後、同濃度倍量の Adr を与えると常に心搏動抑制作用 (Adr 逆作用) が認められる。

2) この Adr 逆作用は多期と、夏期では多少相違し、夏期に於ては Adr 10^{-4} によって観察される。併しその出現は、一般に多期の方が明瞭である。

3) Acetylcholin, Cholin で前処置をした後にも Adr 逆作用は認められる。又 Atropin, Gynergen で前処置をし、迷走交感神経と心筋の連絡を絶った後にも Adr 逆作用が認められる。

4) Adr 10^{-3} を永く作用しておくと、迷走交感神経の電気刺激は無効になるが、その後には於ても Adr 逆作用は明瞭に観察される。これ等の実験 3)

4) の結果は、Adr 逆作用が神経には関係なく、直接心筋に対する作用である事を示す。

5) Adr 逆作用は酸素を充分に与える事により消滅し、又逆作用を呈した心臓も、酸素ボンベからの酸素を供給すると恢復する。強度の逆作用を呈した心臓は、発生機の酸素 (血球カタラーゼ及び H_2O_2 による) を与えると更に恢復が速かである。故に Adr 逆作用を来す主要な原因は、Adr により心筋内の酸素の消費が激増する結果、酸素欠乏を来す爲であると考えられる。

6) エピレナミン液中に含まれている安定剤の重亜硫酸ナトリウム (0.5%) も、Adr 逆作用に多少影響する様である。酸性の作用は余り影響が認

められない。

〔追加〕 笹川久吾 (京大生理)

Adrenalin の抑制作用が純粋筋性だという事を検証するのは、心筋標本を使用した特殊な検証法を以てされたら如何。例えば石川日出鶴丸博士研究室の藤岡博士、小生等のやった様な方法を modify した方法など如何。

吾々が石川先生によってやらされた時の Adrenalin 作用 (心筋への) の抑制作用なるものは、心筋緊張なり収縮性なりに対する過強刺激の害作用で、多くの薬剤的刺激にみられるものと同性質のものだという事を言い得る実験だったと記憶している。尚詳細は石川著 Fundamental phenomena of Life の末記にも其の状態の要点を記して居られますから御参考に。

〔応答〕 細谷雄二 (大阪市医大生理)

笹川教授の御教示を感謝します。Adrenalin の稍々高度 (例えば 10^{-5} 程度) のものは心筋の興奮性を変化せしめることは井上教授の研究にもあり、今後心筋標本を用いてこの問題を検討するつもりである。

〔追加〕 久保秀雄 (阪大第1生理)

Adrenalin 脱水素酸素が唱えられていますが、これが実在については私自身なお疑を持っています。貴下の成績では Ringer 液の灌流でありますから、上の所謂 Adrenalin 脱水素酸素を neglect してよい方法でなお認められる遊離酸素圧の増加による逆反応の生起に関する御成績は、まことに上の私の疑いに対して疑ってよい1つの根拠を示して下さいの意味でうれしい成績と存じます。

20. 万木良平・久保田 效 (京都府立医大生物理化)

骨格筋と塩類溶液との間の電位差に就いて

暮の縫工筋の正常面も負傷面も共に塩類濃度両性膜であるが、両者には互に対蹠的な関係があって、稀薄な溶液では正常面は陽性膜として作用するが負傷面は陰性膜として作用し、濃厚な溶液では正常面は陰性膜として作用するが負傷面は陽性膜として作用する。但し陽性膜とはそれに接する塩類溶液の濃度の増す程陰極性の高まる物質系、陰性膜とはそれに接する塩類溶液の濃度の増す程陰極性の高まる物質系である。塩類濃度両性膜とは同一塩類の或る濃度を境としてそれより濃厚な

溶液とそれより稀薄な溶液で膜の陰性、陽性の関係が変換する物質系である。此処には塩類としては NaCl を用いた。

21. 山野俊雄・棕本 功・松川 一・宮崎昌純 (阪大第1生理)

アミノ酸々々化酵素に於ける基質結合に就いて

Negelein-Brömel の方法にアルコール分割法を加味して精製したアミノ酸々々化酵素を用いフクシン系色素の阻害実験を行った結果次の様な結果が得られた。

1) フクシン系色素の阻害が基質アラニンとの拮抗的阻害である事。

2) 阻害恒数 KI が酸性に行くに従って増加し基質のミハエリス恒数 Km と並行的関係にある事。

3) フクシン系色素でフクシン、マラヒットグリーン、メチルグリーン等は酸性に行くに従って阻害が弱くなるのに対し、クリスタールバイオレットの阻害度の pH 変化が非常に緩かである。

これらの色素の解離関係は pH による変化から推察される如く、阻害度の pH 変化が認められるが、これに対しクリスタールバイオレットでは著しい変化は認められない。又高濃度のフクシンを用いた透析実験ではフクシンの酵素蛋白への結合量は上記実験 pH 範囲内では大きな変化は認められなかった。

以上の成績から基質酵素への結合に於て Coo-基のみならず -NH₂基も重要であると思われる。

22. 岩坪源洋・茨木健二郎・石橋正守・高橋経昭 (阪大第1生理)

結晶性グルタミン酸脱水素酵素の生物理化学的研究

牛アセトン肝より Straker の方法によってグルタミン酸脱水素酵素を結晶状態で分離した。

この酵素を用いて酵素反応の基質特異性を基質-酵素蛋白結合の面から検討した。

グルタミン酸類似の物質を反応系に混在せしめそれ等のものと酵素蛋白との結合平衡恒数を測定した。

之等の物質のうちグルコール酸、フマル酸が最も強い結合を示し、

Ki = 1.5×10^{-3} mol, 1.6×10^{-3} mol/l なる値を得

ている。アスパラギン酸は比較的強い結合を示しているが、コハク酸よりも弱い結合である。グリシン、アラニン等は酵素蛋白と結合しない。一塩基性脂肪酸は殆んど酵素蛋白と結合しないが、benzol 核をもつと結合が強くなる。

以上のような実験成績からグルタミン酸が酵素蛋白に結合する際両端の2つのカルボキシル基を用い、アミノ基は結合に与らないと考えられる。この際結合に関与するカルボキシル基間の距離が重要であって、その距離はフマル酸のカルボキシル基間の距離に最も近いものと考えられる。

この事はフマル酸には C-C 軸に関する分子内回転が起らないこと、及び Cis-trans 異性体のマレイン酸では前者に比して約20分の1程度の弱い結合しか示さぬことから結論される。

〔追加〕青木一郎 (大阪市立医大生理)

Benzol 核を有するカルボキシル化合物の代りに環状炭化水素を用いた方がよいのではないか。合成抗マラリア剤に於て炭素4つの脂肪灰鎖 Lydo-hexan にて完全に代用される例あり。

23. 山根彦二・田代 裕 (京大第2生理)

細胞内磷酸化合物の P^{32} の turnover, 及び contamination に就いて (第1報)

第29回日本生理学会に於て笹川教授は、其の門下細見、廣田等の肝細胞原形質中に存する顆粒の成分々析並びに試験管内に於ける coacervate に関する実験を基礎として、其のかねての提唱生活基本小体に於ける生機成立の場の構成理論を明らかにし、此の研究用假説の機能的な面を明らかにする爲には、生活基本小体内での微妙な化学変化の研究が必要である事を暗示された。それに基づき我々は生活基本小体の機能的な一面を明らかにする目的で P^{32} を用いて細胞内磷酸化合物の研究を行った。蓋し生機成立の中核体たる Liponucleoprotein 系に於ける P の作用を重視せねばならぬからである。そもそも磷酸はイオン基、極性基を持ち、その極性基的性格は medium condition に依って規定せられている。従って磷酸の挙動研究には、絶えず斯る考慮が必要で ester 結合以外の結合でも磷酸が他の極性物質と結合を起す所謂 contamination に注意しつつ、実験 data を批判してゆかねばならない。更に磷酸は高分子物中に通常 ester

結合として見出され、この結合自身 P と O との electronegativity の差に依って、イオン結合の性格を多分に有し、medium condition の変化に依って phosphate の存在を假定しなくても磷酸の動きを解析し得る場合がある。斯る立場に立て次の様な実験を行った。本演題では研究の (其の1) を、次演には同 (其の2) を報告する。

(其の1): Trichlor 醋酸可溶性磷 (A.S.P.); 無機磷酸及び低分子磷酸化合物は、T. C. A. に溶け A. S. P. と云われる。従って liver homogenate に T.C.A. を加え、之を抽出、更に数回洗滌すると無機磷は全部除かれる筈であるし、又事実通常3回の抽出が行われている。然し T. C. A. を加えれば蛋白部分に強い変性が起り、その時無機磷は蛋白の極性基と結合して洗滌中に包絡され、洗滌に依っても除去されない可能性が考えられる。斯る予想の下に実験 I. を行った。次に T. C. A. に依る抽出を何度も repeat する時にはどの様な現象がみられるかを実験 II. で検した。

実験 I; rat liver homogenate に invitro で P^{32} を加え、少くとも30分間氷冷後、T. C. A. にて抽出を繰返し、加えた P^{32} は3回では完全に除かれず、20回洗滌を繰返してもまだ inorg- P^{32} の残存する事を確かめ、斯る実験条件の下では、高分子物に対する inorg- P^{32} の contamination が予想以上に強い事を知った (但し invitro. での phosphorylation も否定は出来ぬと思う)。

実験 II; P^{32} を注射した rat より6時間目に liver を剔出、T. C. A. で A. S. P. を除いてゆくと、10回以上洗滌しても実験 I の約2倍程度の無機磷が抽出されてくる。実験 I では実験 II よりもずっと多くの P^{32} が加えられているから、実験 I と実験 II とで contamination に差がないものと假定するなら、実験 I の方が実験 II に比し、毎回より多くの inorg- P^{32} が抽出されるべきであるのに逆になっている事から考えて、実験 II の場合に落ちる無機磷 P^{32} の中には高分子物から dephosphorylate されたものも含まれているのではないかと思われる。

24. 田代 裕・山根彦二 (京大第2生理)

細胞内磷酸化合物の磷酸の turnover 及び contamination に就いて (第2報)

本実験は前演と同一の目的を以て行った。

(其の2) Phospholipids

I. Lipoid はその含有非極性基の故に肝細胞内で遊離に存在することなく非極性基同志が結合し合って micell を作り、これが静電力で蛋白と結合するか (Dervichian), Lipoid の非極性基が蛋白の非極性基によって保護され (Clargan), 結局 Lipoprotein 乃至 Liponucleoprotein として存在するものと考えられている。何れにせよ Lipoid の極性基は medium の水分子と結合することと、非極性基同志の Van der Waals 力によって自己の安定を保って居るものと思われるから水の混和する polar は溶媒は容易に micell を破壊し、Lipoid を抽出するが nonpolar な溶媒は結合水と置換しえぬために Lipoid が抽出されにくいものと思われる。そこで家兎肝より mitochondria を分離、polar solvent として Alcohol Ether (3:1), non polar として Ether, Petroleumether, Chloroform を選び Lipoid を抽出した所、抽出量比は 4.8:1:0.89:2.3 で予想の正しいことを証明した。

II 次に Phosphatide の turnover に就いて実験し、この時通常数%程度の inorg-P³² の contamination があることを確め、次にこの除去法を研究した。Radioactive Indicators (Hévesy) 所載の Jaurog の方法では contamination の除去は良好であるが、Cephalin は兎に角として Lecithine は相当 n/10 HCl 側に溶出され、従って本法は一般的な使用には適すると思われることが判明した。

(其の3) 核酸 (N.A) 及び燐蛋白 (P.P)

N.A はその構造式からみて、極性の強い物質で分析の際強い inorg-P³² の contamination を予想せねばならず事実 Davidson は Schmidt Thannhauser 法 (S.T 法) と、核酸単離法による N.A-P の specific activity を比較し前者は contamination がひどく turnover の研究には適当ではない事を示した。今回はこの Davidson の実験を参考に次の様な実験結果を得た。1) S.T 法では最初 T.C.A を Homogenate に加えているため、前報の如く蛋白変性によって inorg-P³² が contaminate して残り N.A や P.P の Fraction に入ってくるものと思われる。この点を Davidson と同じ方法、及び in vitro で P³² を加え S.T 法で分析して行く方法で検し、S.T 法ではひどい contamination が起ることを認め、Davidson の結果を確認した。尚両方法による R.N.A については斯る比較を行うことは正しくないことを指摘しておきたい。2) 核酸

単離法による N.A には contamination がないことは、Davidson は証明していないが、核分割を洗わずに Aceton で落して居るため、contamination の可能性が認められる。そこで in vitro で P³² を加え分析を行った結果 contamination を認めた。(D.N.A, R.N.A 共に 5% 内外) 3) 上掲の二方法と同時に Mirsky Pollister 法で核を単離、この核を S.T 法で分析した所前二法よりも低い S.A の D.N.A が得られた。in vitro で P³² を加えた場合にも inorg-P³² の除去は良好である。これは核を充分 citrate (0.2% pH. 6) で洗うことの外 citate による表面変性物 (廣田, 高浪) の I. E. P が 5~6 にあることによるらしい。4) in vitro で P³² を加え S.T 法で分析して行く実験で Brnes の所謂 P.P 分割に多量の P³² が入って行くこと、及び Davidson の実験で T.C.A による抽出を繰返すところの Fraction の Activity がどんどん低下することから考えて、相当量が P³² の contamination によるものと思われる。

25. 松本榮存 (京大第2生理)

生活条件と興奮性 (続報)

生活条件の変化に依る興奮性の消長は、筋神経組織乃至繊維を始め、Actinospherum, Amsoba, Stentor 等の原生動物に就ても幾多の実験が行われ、興奮性が生活条件に依って変化し、且つ実験室に於ける模型の実験でも任意に変化せしめられ得る事が証明されて居る。

演者は此等研究の一環として曩に数種の原生々物の生活条件と生態との関係を追求し、又 Stentor に就いて其の正常時麻酔時及び恢復時に於ける電気刺激に対する反応様式、特に其の刺激強度と収縮値の関係を追求して同様の結論となるべき数種の報告をした。

今回は筋組織の様に高度に分化した生体組織の刺激に対する反応と、原生動物のそれと興奮性表示の指標として同一視難いと考えられる節があるので興奮性発現の他の指標として原形質流顆粒運動及び鞭毛運動をも検索目標とし、此等三指標の興奮性標示の並行を先ず検索し進んで刺激対興奮の関係にも及んだ。

実験は位相差顕微鏡による観察及び撮影の下に行い、刺激電極として 30 μ の白金電極を、刺激は単一開放感應電撃を用いた。虫体の麻酔には 0.001

%の塩酸 cocain 溶液を以てし、麻酔後の快復には $\times 5000$ 塩化 adrenalin Vitamin B₁ 液を使用した。

正常時 Stentor は虫体及び口盤を極大に伸展し口毛列は、之を同一方向に齊一に運動せしめ原形質内部は明るく微細顆粒が認められる。前記濃度の弱麻酔をすると口毛列の運動は齊一性を失い、部方的運動を営み虫長はやや短縮し原形質内は暗くなり大なる顆粒の出現を認める。

正常時 Stentor は刺激に依って極大に收縮を営み球形化する。斯る時は原形質内部は暗くなり、構造の観察は困難であるが、絨毛運動は刺激前と同様の運動を営む。

麻酔時に刺激を与えると虫体は部分的な收縮を営み原形質内部は緩徐なる顆粒流動を認める。刺激後虫体伸展によって正常時麻酔時共に原形に復するが正常時は麻酔時に比し其の復元が速やかである。

麻酔快復に依って原形質は大なる顆粒消失して heller となり絨毛運動も齊一性を増し正常状態に戻る。

正常時に於ては悉無律に従って反応するが中には其の生活状態の不良と思わしいものは始めから石川の否正形的不等興奮系、極端なる場合は正型的不等興奮系を想わしむる反応を営むものがある。

悉無律に従って反応する虫体を麻酔すると其の isobolität 減弱し石川の否正型的不等興奮系を想わしむるものを経て正型的不等興奮系の反応を呈する。

麻酔に依つて paraviviotisch におち入り isobolität を減弱した虫体に Adrenalin 又は Vitamin B₁ 液を加えると漸次興奮性を快復して isobolischer に変化する。

以上の成績から大体次の事が云えると思う。即ち 1) Stentor の興奮性を示す指標としては、高度に分化発達した筋組織の如く虫長の変化のみで云々するよりも、其の他の生活現象（原形質流・顆粒運動・絨毛運動）をも併せて考えて、其の興奮性を判断することが妥当と思惟され、そして此の三指標は大体並行性をもった指標と云い得る。

2) Stentor に於ける刺激対興奮の関係をば上記の諸指標に就いて観察検討するに、従来虫体の運動の大きさのみを以て興奮性示現の指標とした結果と同様に、生活条件を Schlecht にして生機を paraviviotisch にするにつれ、等興奮系から否正型

的不等興奮系を経て正型的不等興奮系に変じ生活条件を良好にすると其の生機は逆にかえる。即ち興奮性の復元する事が判った。

26. 稲田素臣 (京大第1生理)

墓リンパ囊中隔の筋性漏斗瓣の收縮性について (第2報)

1 個の筋性漏斗瓣を含むリンパ囊中隔を剔出し、之に諸種の電気刺激或は機械的刺激を加え、この際に起る漏斗の收縮を顕微鏡により観察し、又映画に撮影してその時間的経過を計測した。

1) 收縮期の長さ：単一刺激による瓣全体としての收縮期（上昇期）の長さは 3~7sec (室温 20~25°C)。

2) 弛緩の速さについて：一般の平滑筋と同じく、平流刺激に於て收縮後の弛緩が最も緩徐であり、単一感應電撃が之につき、交流刺激に於て弛緩が最も速かである。毛細管口から空気を吹きかけて機械的刺激を加えると筋は容易に極大の收縮を営むが、その弛緩は交流の場合と同様に速かである。

3) 反復性收縮乃至自働性收縮：弱い刺激（電氣的、機械的）によって主收縮に引続き約 3sec の周期を持つ反復性の小收縮が数個現われることが屢々ある。これは緊張の低い標本に起りやすい。

〔質疑〕 幸塚嘉一 (大阪女子医大生理)

1) 墓リンパ囊中隔の筋性漏斗瓣の innervation はいかに。

2) 1本の神経幹なりや。或は1本の単一神経纖維なりや。

〔応答〕 大谷卓造 (京大生理)

筋性漏斗瓣に対しては単一の神経線維が來ていることが組織学的に知られているが、この線維が知覚性のものか運動性のものかも判っていない。間接刺激によってこの筋を收縮せしめようと種々試みたが成功しなかった。

27. 川畑愛浩・坂本 弘 (三重医大衛生)

海女の自律神経平衡について

三重懸志摩郡の海女約 60 名につき、総合的に適応性の調査を行った。従來の報告と幾分異った成績を得たので報告する。

数年來私達が称えて來た P. P. I. (Puls pressure index) を測定し、その最頻値 80~90 代の値を得

た。正常女子の最頻値に比し大である。即ち副交感神経緊張性に傾いている事を示す。P.P.I. は末梢血管の収縮により呈せられる反応であるが、更に個体全体としていかなる体制におかれているかを示す体質的 index になし得ると以前より述べて来た。その解釈の上に立てば、この場合でも体質的に副交感神経緊張性にそなえていると云える。これは疲労の影響によるものでなく適応性の現われであると推測する。

肺動脈幹反射を行い、反応前半の動きに注目し判定した所上昇反応を示すものが多く肺臓に於ては交感神経緊張性に傾いている。これは海女作業の際息苦しい感じを少しでも軽減させる如く適応していると考ええる。

Valsalva 氏反射も前者同様反応前半の動きをもつて判定した所、下降反応が約半数をしめる。

肺動脈幹反射と Valsalva 氏反射とを比較する事により前者の血圧下降が後者により強められた例が多数をしめた。即ち心臓に於ては副交感神経緊張性に傾いている。これはスポーツマンのそれの如く解釈する。

以上は全体的に見て得た結果であるが、個人的にその自律神経緊張がいかなる組合せになっているかを見ると、肺臓は交感神経緊張性に、心臓は副交感神経緊張性に傾くという両条件を具えたものが最も多い。

以上血圧測定によったものであるが、脈搏測定によるものは有意な結論は出し得なかった。

〔質疑〕 笹川久吾 (京大生理)

運動性特異体質としての運動性迷走神経緊張態と海女の Vagotoni とが本質的に同様だというのが如き主張は簡単に容認する可きものでない。又海女の血圧の上下に就いての原因探及はもっと慎重にして欲しい。演者の説明では総ての Faktoren をつくしていない様だからもっと周密の考按をして欲しい。

〔追加〕 吉村寿人 (京府大生理)

問題は脈圧の事です。

〔応答〕 坂本 弘 (三重医大衛生)

1) スポーツマンと海女と同意義に解釈するのは Herz にのみとどまる。

2) 私達は最大血圧は問題にせず脈圧のみ問題にしている (P.P.I. に関しては)。

28. 笹川久吾・船本三郎 (大阪医大生理)

生機の本態と ATP に関する研究予報 (其の 1~ 其の 4)

1) 心臓機能に及ぼす ATP-Na の影響

臺の剔出心臓を灌流しつつ ATP-Na を種々の Dosis に於て作用せしめ、心臓機能に及ぼす ATP-Na の影響を検した。其の結果微量でも其の作用は極めて顯著で Dosis の比較的小なる時は心機能を促進的に作用するが、Dosis が大になると反って抑制的に働く。又前者の場合作用直後一過性の Tonus の上昇があり、爾後心搏動は旺盛となり、靜脈竇心房心室共に収縮力は増大する。其の間終始比較的律動は規則的で頻度を來す事が少く、疲労病的徴候は認められない。之を他の強心剤 (アドレナリン、デギタリス、ピタカンフル) に比較するに、ATP-Na の場合は極めて特徴的である。又 Dosis の大なるときは一時抑制されるが、之を Ringer 氏液で洗去する時は心搏動は著しく強盛となる。之は Bozler (1951) が滑平筋で得た成績を思わせる。又衰弱心に対しても同様の実験を行った。健康人に対して靜注に依り少量の ATP-Na を作用せしめる時は、EKG の R 棘 T 棘に軽度の光鋭増大を認め、搏動は規則的であるが周期は延長するものの様である。

2) 血管系に対する ATP-Na の影響

臺の腰部下肢標本を用いて Trendelenburg 氏灌流法により末梢血管に及ぼす影響を検した結果、ATP-Na の少量では血管の Tonus を高め著明な縮少を認めた。尚蛙の腫孔反応に対する影響を検したが、Adrenalin で著明な散腫を起すに反し、ATP-Na では殆んど変化が認められない。家兎の耳殻靜脈から注入するに、末梢血管の著明な縮少にも拘らず腫孔の大きさには変化が認められない。従って Adrenalin の作用機序とは異なるものと謂えよう。

血圧：家兎の頸動脈より血圧を水銀圧力計に導き、血圧曲線を描記して靜脈による ATP-Na の影響を観察した。それによると吾々の使用した Dosis では何れも血圧の下降を示した。因みに減圧神経を両側共切断しても同様である。

血沈：家兎及猫を材料として血沈を測定した結果 ATP-Na の靜注では何れも血沈は或る程度促進される。

3) 滑平筋、骨骼筋に対する ATP-Na の影響

Magnus 氏法に依り家兎の十二指腸部を灌流して其の影響を調べたが、ATP-Na に対する反応は複雑で明かではないが、極少量では蠕動運動が促進される様である。骨格筋に対して灌流浸漬の二方法により、収縮曲線を描記して其の影響を見たが、稀薄濃度では20分後に最も収縮高の増大を示した。

4) 比較的多量の ATP-Na を投与した場合
体重 50g 前後の大黒鼠に ATP-Na 1.6mg/cc 10 cc を腹腔内に連日注射した結果、12日後に於て5例中死亡例無く、此の程度の量では ATP-Shock なるものは認め得なかった。之に反し 10 cc の蒸溜水注射の対照に於ては、5例中5例とも死亡した。

以上は吾々が生機の本態と ATP との関係を探索するに先立って、先ず互視的世界の傾向を観察して顕微的世界に入る爲の前提として行った実験の結果であり、同時に上の成績から吾々の使用している ATP-Na は、其の働きと其の安定度に於て吾々の研究の趣旨に叶うものであることの立証をも得たものである。

〔質疑〕 細谷雄二 (大阪市立医大生理)

ATP-Na の血管作用は血管系の部位によって異なるのではありませんか。

〔質疑〕 青木一郎 (大阪市立医大生理)

1) 心臓還流量如何及び ATP の最低有効濃度。

2) 促進作用の表われた後、旧に復する理由如何。分解によるものかどうかを見るに新しい Herz に古い Herz 還流量を入れて見られたか。

3) Block の回復性。

4) 衰弱心に対する作用。ATPが筋収縮の直接 Energie 原とするならば最良の回復性を有するべきだと思うが、衰弱及び Block の回復は完全か。

〔応答〕 船木三郎 (大阪医大生理)

血圧低下の原因は目下追及中である。我々は末梢血管に対する作用を見て來たが、ATP-Na は血管の場所によって其の作用の仕方の異なることもあり得るので、今後調べて見たい。ATP-Na の分解の爲めと思うがその精細は不明である。その実験は今後やって見たいと思う。

〔追加〕 笹川久吾 (京大生理)

ATP-Na も Adrenalin 等の如き生機昂進剤の化学作用の本態は私共の考えている生活基本小体

の構造に対しある濃度迄は其の Potential が大に変動される様な働きをするから生機昂進の Reiz となるが、或る分量以上になると生活基本小体の如きものの構造をゆがませる(破壊すれば殺すのだが機能低下位なら歪ませる程度の変化)爲めに一時機能を低下せしめるので、稀薄溶液になるとその歪みをなおすから賦活になると解している。本実験の如き粗大な試みも、そんな意味に於て mikro の基本的実験の爲めの予備 Arbeit である。

29. 船木三郎 (大阪医大生理)

坐骨神経中の交感神経より定常的連続興奮を導出し得るか

筋の緊張に関与すると言われる骨格筋司配の交感神経繊維は、筋の収縮時とは無関係に静止時に於ても、遠心性に定常的な連続衝撃波を送っているか否かを、陰極線オシログラフを用いて調べて見た。即ち臺をエーテルで中等度に麻醉し成可く出血させぬ様に脊椎の一部を開き坐骨神経の交通枝上部で第8、9脊髄神経の前根を切断する。更に同側の上腿の筋を開いて坐骨神経幹を露出し之に附属する神経枝を切断して神経幹を成可く長く周囲から剝離する。臺がエーテル麻醉より充分快復したる後、此の部から白金電極で活動電位を増巾器を通じて誘導し、之をオシログラフで観察した。其の結果、増巾度を 120 D. B. 迄漸次高めても定常的な連続衝撃波は認められなかつた。因みに導誘部位の神経鞘を開いて神経繊維から直接誘導したが、此の場合も同様の成績を得た。

30. 中西政周・船木三郎 (大阪医大生理)

Wedensky 現象と骨格筋司配の抑制性交感神経 (予報)

蛙の坐骨神経を例えば R. A. 40cm で刺戟して下肢筋に弱い強直を起させてから、R. A. を 20cm に移動させると、強く収縮を起した筋が著明な弛緩を起して來ると云う [Wedensky] 現象は 20cm R. A. の刺戟強度が骨格筋を支配する交感神経の刺戟閾と一致するから、坐骨神経中に含まれる交感神経による収縮の変化である事が可能である。

〔追加〕 幸塚嘉一 (大阪女子医大生理)

1) 交感神経 (efferent) に、neuro-muscularconduction 及び骨格筋収縮の inhibitory fibre ありと

すれば、その刺戟に依りて Wedensky 現象の説明可能なりと思われる。

2) "Glycerin spot method" (Kotsuka, 1951) に依りて蛙の交感神経の交通枝を isolated に刺戟し得る。それに依りて、1) の inhibitory fibre を直接に実証し得る筈である。

3) Davenport 変法 (沖中) に依りて交感神経と副交感神経は組織学的に分離可能なりと言う。若しそれが正しいとすれば neuro-muscular conduction 及び 骨格筋収縮に対して、作用相反する sympathetic efferent fibre に斯る変法を試みる事に是非御協力を御願ひ致し度いものである。

31. 幸塚嘉一・石川繁子・木村保子・大城和子・菊池三枝・内藤博江 (大阪女子医大生理)

一方向きの興奮傳導に関する研究

I. 運動神経骨格筋間に於ける興奮傳導について (其の7)

II. 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 (其の7)

I. 全生活系の新分類: 即ち i) 正型的両方向き興奮傳導系, ii) 否正型的両方向き興奮傳導系, iii) 一方向きの興奮傳導系, iv) 外觀的非傳導の興奮傳導系 (以上夫々第1系, 第2系, 第3系, 第4系と略称) の4系の各系が夫々検証済みであ

り、各系が互に可逆なる事も既証なり。

而して全生活系は本来第1系の筈である事の実験的根拠について、1年間実験的成績の統計と、それと例えば、adrenaline 加等の実験とにて論証済みである (1952 於札幌)。

Normal に於て神経筋肉接続部に於ける興奮傳導が両方向き興奮傳導なる時、そこへ例えば KCN を加えると、第1系が第2系次に第3系を経て第4系となり、そこで KCN を除いて、例えば adrenaline を加えると、第4系が第3系、次に第2系を経て第1系となる。

第1系から第4系又は第4系から第1系への途中第2系を必ず経る事は、conduction time $n-m$, $m-n$ の測定に依って証明出来る。

実験方法。N. Kühne 氏の Gracilis experiment の原理に則った。

Monoiodoacetic acid を用いても KCN と同様の成績を得た。

何故に第1系が第2系について第3系を経て第4系に、又は第4系が第3系、次に第2系を経て第1系になるか、それは "Humoral regulation" for $n-m$ conduction (1952 於札幌) に依りて説明し得ると思われる。

II. 以上 I. の実験成績は H.H. Dale 氏化学傳達説に依りては説明困難なり。

正 誤 表

第14卷

頁	列	行	誤	正
476	左	6~7	高 良 満	高 浪 満
525	左	12	abrenaline	adrenaline
527	"	下から16	上腸管膜静脈	上腸管膜動静脈
"	"	" 4	血圧	血管
531	右	下から16	Florye	Floreys
537	左	下から 4}	エネルギー需要熱量	需要量
"	右	上から 4}		
538	"	上から19	基礎代謝とには	基礎代謝量とには
"	表の備考欄	1の2行目	0.780+0.042	0.780±0.042

第15卷

1	右	17}	team wor'k	team work
"	"	18}		
"	"	20}		
2	右	17	New Zea'land	New Zealand
7	右	2	uppurent movement	apparent movement
8	左	下から15	1807	1867
"	右	下から20	管	官
9	第1表A (最高最低) 11列		81.6	81.0
"	第1表A No.9 最後列		67.2	67.6
"	第1表B	第1列 下から 3	16a	16b
10	左	1	-13.0	-12.5
"	"	6	第1表	第1表A
"	"	7	例11	例8
"	第1図	縦軸単位	mmH ₂ O	cmH ₂ O
"	第1図	説明中	例11	例8
"	左	下21	場合	場合 (第1表B)
"	右	23	-13.0	-12.5
11	第2表 No. 1	7列	1.71	1.72
"	第3表 No. 6	3列	15.2	15.6

ヒアルロニダーゼ製剤

診療しながら読書が出来る。

・包装・ 5000 V.U.M 5A
2000 V.U.M 5A

患者数が多い程、研究する時間が少なくなります。
スプレーゼはこの問題を解決いたしました。大量輸液が行われている時間、尿管が効いて来る時間、例え10分20分でも累積しますと、充分研究する時間が生み出されます。スプレーゼは治療の能率化を計る薬剤として、これからの臨床に不可欠です。

健保適用



スプレーゼ

- ◇大量皮下輸液の吸収促進、硬結除去。
- ◇局所浸潤麻痺、伝達麻痺の迅速完全化。
- ◇慢性湿疹、固定性、色素性蕁麻疹の治療。
- ◇化学療法に於ける慢性病巣への透過性促進。
- ◇水腫、嚢腫等の治療。
- ◇腎臓疾患に於ける利尿の効果。
- ◇人工授精。

文献集第2集(80頁)完成

製造発売元
持田製薬株式会社
東京都中央区日本橋二丁目

新駆虫薬

個人・集団・地域に
能率的完全駆虫

指導完成
財団法人 長尾研究所

鉤虫(十二指腸虫)蛔虫・蟯虫の総合駆虫剤

驅虫成績の統計的觀察に基く驅虫薬の選定
再考にはヘノポジ油の画期的研究成果である
副作用因子除去に成功した優秀驅虫成分

アスカリドール^{ナガ}製剤
が理想的

一般用
3球入・4球入
8球入
液剤 8瓦入

集団用
2球・3球・4球入
300球入
液剤 500瓦入

醫家用
50球・300球入
液剤 500瓦入



東京都品川
ナガ製薬株式会社



主要医薬品



ペニシリン (各種ペニシリン)	ジューロニン (重曹注)
新発売 オレオスライシ (抗糸状菌性抗生物質)	スチブナール (アンチモン剤デストマ)
ストレプトマイシン (結核治療抗生物質)	バンカイン 未注 (局所麻酔剤)
ジュンパス (化学療法剤)	ネオエーラミザール (砒素駆梅剤)
バンジット (ライジド)	ミオエーラミザール ()
トーン (チビオンTB1)	マフアルザール ()
コーチゾン (米国メルク会社製注錠眼科用)	オスワルサン (内服駆梅剤)
ハイドロコチン (クロイマチス性関節炎局所用)	ネオオスワルサン ()
アクサー (米国アーマー製A.C.T.H)	ストマレジン (陰イオン交換樹脂制酸剤)
ギトーザン (キノフエン製剤ロイマチス神経痛)	F C G (注射用肝油コロイド粉末)
バンチオニン (メチオニン製剤肝臓障害)	
デトキソール (重金属並に一般中毒解毒剤)	

東京日本橋本町 萬有製薬株式会社 大阪・岡崎・札幌

昭和二十六年二月二十日印刷

編集人 東京大学医学部生理学教室内
 戸塚武彦

印刷 印刷部

中村作右衛門
 鶴岡印刷株式会社

発行所

東京大学医学部生理学教室内
 日本生理学會

定価 振替東京八六四三〇
 百四〇

◎ 愈々眞価を發揮...

肝臓・関節の

各種疾患に新偉力!

効能
 肝臓障害、肝硬変症、
 黄疸、各種中毒、サル
 ファ剤等の副作用、
 ロイマチス、関節炎

〔包装〕

5% グロンサン注
 2cc 5管 350
 2cc 10管 600

グロンサンは特許製法による唯一の合成グルクロン酸として
 その特異な治療価値が、最近益々賞揚されております。

1. 肝臓に庇護し、進んでその機能を高め、肝臓諸疾患を治癒させます。
2. 生体内で行われる解毒機轉の主役として、各種中毒及び薬物副作用の治療に最適です。
3. 同時に関節組織の重要素でもあるグルクロン酸は、関節の諸疾患にも卓効を認められています。

グロンサン

【文献送呈】 東京都中央区日本橋本町 中外製薬株式会社

GR-1