

日本生理誌・第16巻1号・昭和29年1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〕

生理

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第16巻 第1号

Vol. 16 No. 1

昭和29年1月1日発行

January 1954

原 著

- 高岡 涉・森隆之助・川田輝夫：唾液の酸塩基平衡に関する研究（第4報）唾液分泌の季節変化とその酸塩基平衡…………… 1
- 北村 尚 信：人間耳下腺固有唾液量の生理学的意義について（第1編）耳下腺固有唾液量に関する大数観察特に年令的な問題…………… 12
- 北村 尚 信：人間耳下腺固有唾液量の生理学的意義について（第2編）耳下腺固有唾液量の神経生理学的研究…………… 17
- 関 口 晃：赤血球浮游液の Catalase 能の研究（第II編）実地面…………… 27
- 斎 藤 貞 二：灌流-下肢血管-膜電位差の研究（第1報）同液膜電位差について…………… 37
- 斎 藤 貞 二：灌流-下肢血管-膜電位差の研究（第2報）濃度効果と塩類効果…………… 45
- 入沢 宏・錢場武彦：Nicotine に依る一過性血圧下降…………… 52

地方小学会報

- 第85回生理学東京談話会…………… 56

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

〔新発売〕

女性ホルモンの学説を改新す



★製法特許・米英諸外国特許出願中★

女性々機能ホルモン完成!

〔文献・説明書進呈〕

吾社20年の研究によつて妊馬尿中より全く新しいホルモン（Synstroneと仮称）を発見し得た、その効力は1日量17にて従来の高単位製剤を遙かに凌ぐ効果を挙げ得る。エストロパン「モチダ」はEstradiolとの複合体でその間のInter actionを期待し製品化した

- ☆高度月経障害
- ☆乳汁分泌不全
- ☆尋常性座瘡
- ☆更年期障害

2b Tab ¥200
1cc 10A ¥350

- ☆局所浸潤・伝達麻酔の迅速・適確
- ☆化学療法後の慢性病巣透過性昂進
- ☆慢性湿疹・固定型麻疹の新治療
- ☆囊腫・水腫の新治療
- ☆硝子体角膜炎の新治療
- ☆人工授精強化
- ☆腸癒着防止
- ☆神経痛治療
- ☆骨折治療

大量皮下輸液の吸収促進
健康保険適用

Hyalur onidase発見者Durn-Reynals氏と

研究交換!

〔文献集送呈〕

強力拡散因子ヒアルロニダーゼ

スプレーゼ

モチダ

製造発売元・持田製薬株式会社・東京都中央区日本橋室町3-1

新らしい

水溶性ビタミンA剤

アウゲニン注

広い治療分野に應用できるV・A剤

アウゲニンは植物体より発見された、水溶性新物質で、肝油に比し1250倍のビタミンA効力を有しております。本剤が従来油性V・A剤に比し臨床価値の高い理由は

- (1) 吸収が迅速で、体内に於ける生理効果を高める
- (2) 無痛性で、注射後に硬結・腫張等を生じない
- (3) 油剤やコロイド性剤に比し、使用が簡便である
- (4) 効力が安定で、長期保存に耐える
- (5) 皮注・筋注・静注・動注、何れも可能である
- (6) 全身的にも、局所的にも副作用は一切ない

（試供品・文献贈呈）



〔アウゲニン結晶〕

（包装）注（2mg1cc10管）¥300・錠（1mg30錠）¥200

東京都中央区西八丁堀2丁目17 救心製薬株式会社

唾液の酸塩基平衡に関する研究 612.314.1

(第4報) 唾液分泌の季節変化とその酸塩基平衡

Studies on the Acid-base Balance of Saliva. Part IV: Studies on the Seasonal Variations of Secretory Rate and Acid-base Balance of Saliva.

高岡 渉・森 隆之助・川田 輝夫

(TAKAOKA-Wataru・MORI-Takanosuke・KAWATA-Teruo)*

I. 緒 言

唾液分泌機能に季節変化のあることはすでに Gilchrist and Furchtgott¹⁾ や Wenger²⁾ 等によって指摘せられ、前2者は夏季に於てその分泌量乃至は分泌速度が大であると言っている。併しこれについては異論があって、林³⁾によれば自然唾液(固有唾液)の分泌量は夏季が小で冬季が大であり、刺戟耳下腺唾液に於ては季節変化は認められずと述べている。又渡辺⁴⁾はパラフィン塊咀嚼による刺戟唾液並に安静自然流出唾液を早朝空腹条件にて測定し、共に夏季に減少、秋冬に増加すると言う。併し一方 Wainwright⁵⁾のごとく季節変化を認めない学者もあり、又木谷⁶⁾等は酸刺戟唾液については人によって色々の型があるが、夏減少する型の方が多いと述べている。この様に唾液の分泌についてはその成績は研究者によって区々であり、一致を見ない。従ってその原因についても各種の議論に分れ、殊にかかる唾液分泌の季節変化の生理的意義については殆んど論及するものがなかった。然るに近時緒方⁷⁾は、発汗障害を来せる癩患者について鬱熱時に唾液分泌の亢進せる事を認め、原島⁸⁾は鼠についてもこれを確めた。かくて発汗機能の不完全な動物又はそれが障害せる人体においては、夏期に唾液の分泌が亢進し、これによって、その口辺をぬらして水分蒸発を盛んにし体温調節を行うのであると考えられるに到った。勿論此等は動物や癩患者についての事であって、正常人体に於てはかかる体温調節の為に唾液流出がある訳ではない事は吾人

の経験に明かである。併し如上の成績より推して考へれば、正常人体に於てもこの様な体温調節中枢の影響が唾液中枢に及んでその興奮性を高めたり、又は僅か乍らも分泌機能の季節変動を起す可能性は充分ある訳である。

一方著者は兼ねがね唾液の酸塩基平衡について研究し、酸又はピロカルピン刺戟唾液について、その pH が唾液の分泌速度に平行して変化する事を報告⁹⁾したのであるが、近時栖原¹⁰⁾等によれば唾液には固有唾液と刺戟唾液とがあつて、両者は本質的にその組成や分泌機構を異にすると言う。従つて先に刺戟唾液について確めた分泌速度と pH との関係が果して固有唾液についても成立するかどうかは疑問である。そこで上記の如く、もしも唾液分泌機能殊に固有唾液に就いてその分泌に季節変化ありとすれば、この場合その酸塩基平衡は如何なる変化をなすかは甚だ興味ある問題である。これ著者が本研究を企てたる所以であつて、正常人体を対照として固有唾液、刺戟唾液の夫々について、その早朝空腹時の唾液分泌機能を毎月 2~4 回づつ測定してその分泌速度並に酸塩基平衡の季節的な変動を追跡せんとした。而して季節的影響の最も強いものは多くは気温であるから、この場合更に各期に於いて人工気候室を用いて環境温を急激に上昇せしめたる場合の唾液分泌の変化をも同時に観察し、かかる唾液分泌機能に及ぼす季節変化の影響の機転をも可及的に明かならしめ度いと考へた。

II. 実験方法

1) 月別変化

* 京都府立医科大学生理学教室(教授吉村寿人)

被検者としては研究室に勤務する健康成年男子5名を選び、昭和24年10月より25年10月迄の1箇年間、毎月2乃至4日間、前夜より教室内に宿泊せしめ、翌朝起床前空腹時の基礎条件の下に耳下腺唾液、混合唾液を採集し、同時に血液を採血した。唾液の採集方法は先ず耳下腺唾液は被検者の耳下腺導管の一方の開口部に早川¹¹⁾氏唾管を附し、これにゴム管をつけて口外のスピツグラスの流動パラフィン下に導き、M/8酒石酸を2分毎に1ccづつ約20分間に渉って舌背にたらしめて採集した(酸刺戟唾液)。かくてこの分泌が一応静まってから次に被検者を起床洗面せしめ、その口内を充分清水にて含嗽(歯磨剤は使用しない)せしめたる後、最後の唾液を吐出せしめてからストップウォッチを切り、それ以後に自然に流出する混合唾液を約20分間(普通10~30分)流動パラフィンを入れたスピツグラス中に吐出せしめて採集した。これは固有唾液を求めるために採集したのであるが、冷水を口に含んだ為若若干刺戟唾液になっている恐れはある。併し極力刺戟をさけてとったものであるから、一応これを自然に流出するもの(以後自然唾液と呼ぶ)と認める事にした。而してこの唾液は時々口内の汚物の残渣を混ざる事があるから、その場合は遠心沈澱して清浄の唾液を得るに勉めた。かくして唾液はその分泌速度(1分間の分泌量)を計測すると共に、後記の方法によりその酸塩基平衡を検した。

血液は正中静脈よりとり、直ちにスピツグラスの厚い流動パラフィン下に入れてCO₂の脱出を防ぎつつ遠心沈澱して血清を分離し、これを測定に供した。

以上の諸材料は何れもそのpHを水素瓦斯電極(黒瀬式)にて測定し、CO₂濃度は斎藤式微量CO₂測定装置にて求めた(高岡参照¹²⁾)。而して被検液量の多い混合唾液については、更に唾液の酸根、塩基根の平衡の概要を把握する為に、Na、K、Cl濃度を測定した。蓋し唾液のイオン組成は主としてNa、K、Cl、HCO₃にて定まる事は著者の一人高岡¹²⁾の研究に明かであるから、これ等のイオン平衡を明かにする事によ

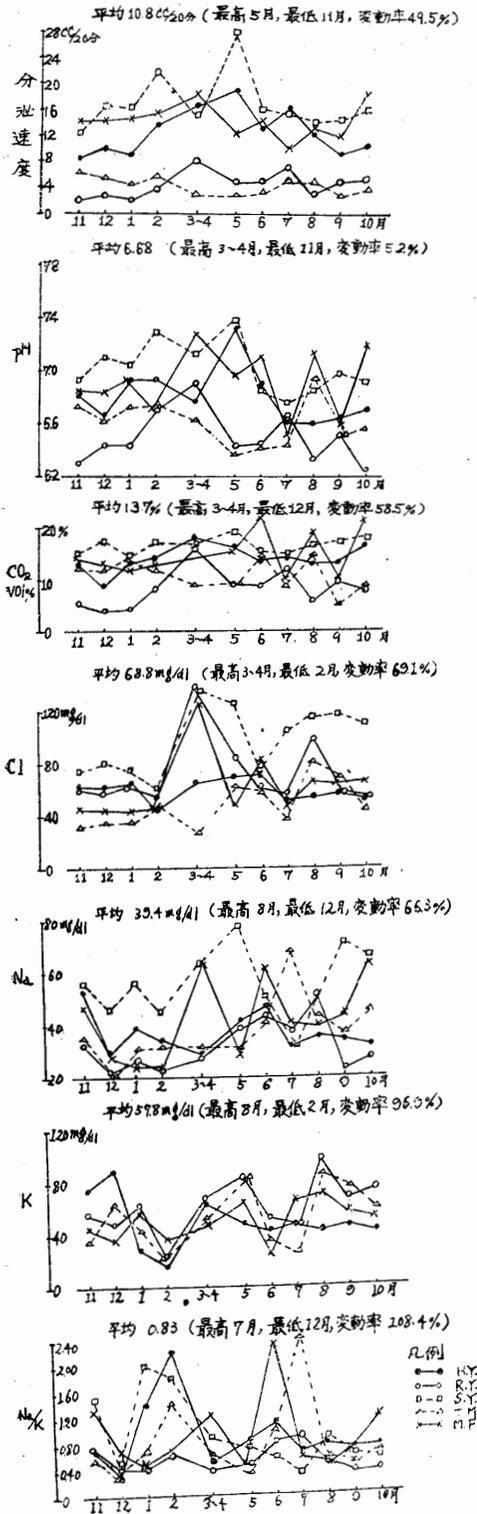
り唾液pH変動の要因を明かにすることが出来る。而してNa濃度はBulter-Kolthoff法に準じてUranium-acetateを用い、且Znの代りにMg塩試薬を用いて定量した¹²⁾。KはKramer-Tisdall¹³⁾法により、又ClはRusznayak¹³⁾法によった。尙検体量が微量であった為に此等の詳しい検討を行い得なかつた耳下腺唾液についても、Cl濃度だけは成る可く測定する様に努めた。

2) 高温実験

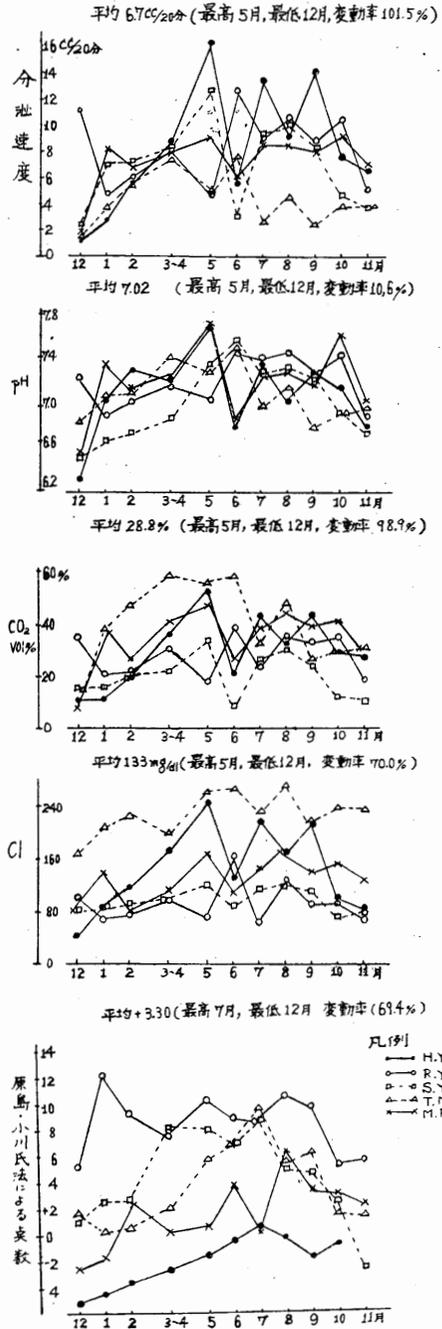
2名の被検者について晩秋から冬にかけての寒い頃(気温14.5°C)を選んで実験した。先ず被検者は室温下に於て一方の耳下腺開口部に早川氏唾管を附し、又梅本、角道法¹⁴⁾に準じて顎下腺、舌下腺の導管開口部にも唾管をつけた。そして先ずそのままの室温にてM/8酒石酸を2分間毎に1ccづつ舌上にたらしめて6分間の唾液を集めた。其後直ちに被検者を高温室(35~50°C前後)に入室せしめ、5分後に再び舌上へ酸をたらしめて唾液を採集し、以後入室後20分、40分、60分、90分の間隔で同様にして夫々6分間の酸刺戟唾液を採集した。かくして約1時間半の間高温室に滞在したる後、再び普通の室内にかえり、更に常温下にて唾液を採集し(高温室へ入ってから2時間目)、その後影響をも検討した。以上の如くにして採集した唾液は、前記季節変化の場合と同様そのCO₂の脱出を防ぐ為に厚い流動パラフィン下に貯え、その分泌速度を計測すると共に、pH及びCO₂を上記の諸方法にて測定した。尙高温室実験に於ては、同時に発汗量を測定する為に、久野法¹⁵⁾に従って胸部皮膚に20cm²の大きさのセルロイド皿をコロジェームにて添付し、ここに乾燥空気を通じ、これを更に塩化カルシウム吸尿管に通じてその水分を吸収せしめた。そして吸尿管を5分毎に秤量して発汗の有無をも同時に検討した。蓋し後記の如く唾液分泌の高温による亢進は発汗機転の発動と密接に関係する事が予想せられたからである。

III. 実験成績

1) 唾液分泌の月別変動



第1図 混合唾液分泌の季節変動



第2図 耳下腺唾液分泌の季節変動

成績の要は第1, 2図及び第1表に示されている。第1図は自然分泌の混合唾液に就いてその分泌速度, pH, CO₂, Cl 濃度等を逐月的に測定した成績であり, 第2図は酸刺激耳下腺唾液についての同様の曲線である。第1表は此等の

第1表 唾液分泌速度とCO₂%, pH, Cl, Na, K 濃度との相関係

被検者	CO ₂ Vol%		pH		Cl		Na		K	
	混合		混合		混合		混合		混合	
	耳下腺	耳下腺	耳下腺	耳下腺	耳下腺	耳下腺	耳下腺	耳下腺	耳下腺	耳下腺
H. Y.	+0.898±0.039**	+0.556±0.140	+0.758±0.091**	+0.466±0.016	+0.976±0.014**	+0.344±0.188	+0.017±0.020	-0.013±0.020		
R. Y.	+0.915±0.032**	+0.983±0.007**	+0.708±0.028**	+0.707±0.102	+0.723±0.099*	+0.574±0.157*	-0.364±0.018	-0.076±0.019		
S. Y.	+0.996±0.002**	+0.443±0.175	+0.893±0.026**	+0.700±0.073*	+0.751±0.093**	+0.141±0.199	+0.178±0.020	+0.423±0.021		
T. M.	+0.904±0.034**	+0.238±0.020	+0.876±0.050**	+0.538±0.015*	+0.488±0.162	+0.058±0.202	-0.166±0.016	-0.448±0.020		
M. F.	+0.938±0.023**	+0.775±0.081**	+0.652±0.039	+0.483±0.016	+0.814±0.072**	+0.648±0.118*	+0.194±0.020	-0.372±0.020		
全例	+0.529±0.019**	+0.723±0.032**	+0.723±0.043**	+0.331±0.078*	+0.145±0.091	+0.324±0.085	+0.350±0.082*	+0.026±0.092		

備考 * 印は5%, ** は1%の唾液率にて夫々有意なる相関係数を示す

成績を元として分泌速度と各項目の間の相関係数を計算したものである。今此等の各成績についてこれを各項目別に述べる。

a) 分泌速度
先ず混合唾液に就いて言えば、被検者によって分泌速度には可なり個人差があるが、5名の内4名迄は分泌速度は3~5月の間に増加している。そして略同じ高さを7月迄持続するか、又は夏期に若干低下し、以後晩秋に減少して冬に到っている。ただ1例(T.M.例)だけは1年間変動を殆んど示していない。

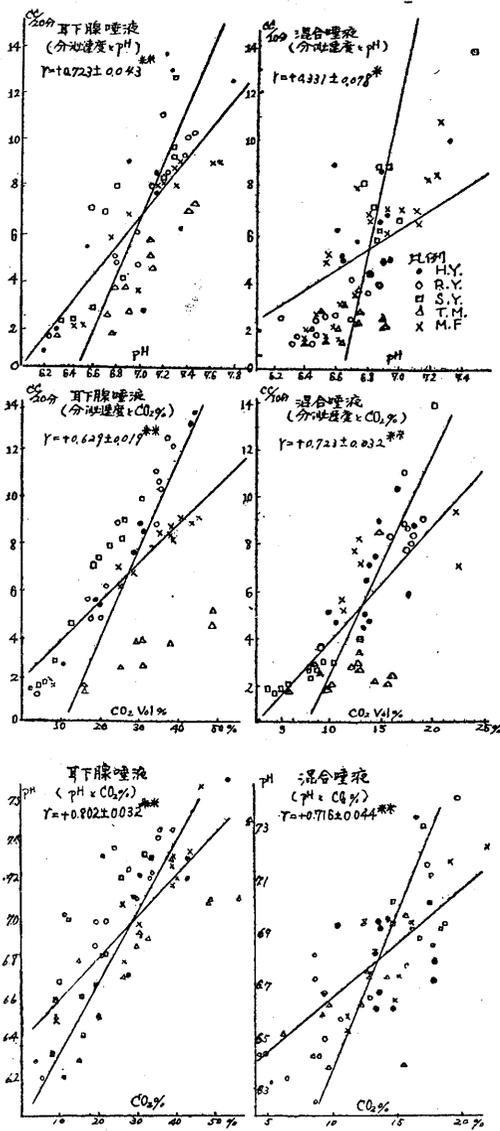
以上の季節変動は耳下腺唾液についても略同様であるが、この場合には5例共に季節変動を示している。此等の月別変動は要因分析法によって何れも推計学的に有意なる事が証明せられて

いる。要するに唾液の分泌は自然唾液であっても酸刺激反射唾液であっても、何れも春期に急に上昇して最高に達し、夏期はやや頭打ちの状態となり、秋より冬にかけて低下している。この成績は従来の文献の内の林³⁾、渡辺⁴⁾等の成績とは矛盾しているが、Gilchrist¹⁾等の成績には一致している。何故にかかる矛盾が起るかは明かでないけれ共、恐らく実験条件の差によるものであろう。それは例えば唾液採集時の条件が基礎条件であると否とによって、又刺激が酸であるのと固形パラフィンであるのとで分泌の有様を異にする事が明かであるからである。

b) 酸塩基平衡

第1図並に第2図に見る如く、自然分泌の混合唾液に於ても、酸刺激耳下腺唾液に於ても共にpHやCO₂%は分泌速度に伴って春期に高まり、夏から秋にかけて減少し始め、晩秋から冬にかけて最低値をとる傾向がある。

唾液のpHやCO₂%が唾液腺刺激時の唾液分泌速度に伴う事は既に第1-3報^{9) 12) 16)}に詳述した所であるが、これは短い期間の実験に於ける成績であって、毎月の自然唾液や酸唾液の月別変動についても同様の関係が成立するや否やは従来の成績だけでは明かではない。そこでこの関係を詳しく検討する為この成績につき分泌速度とpH乃至はCO₂濃度との間の相関係数を計算してみた。その成績は第1表に示されている。先ず自然唾液について言えば、そのpHと分泌速度の相関係数は何れも正であって、多くは0.5~0.7の高度の相関係数をもっている。そして5名中2名の被検者については、その係数は推計学的に有意義である。CO₂%についても略同様であって、5例中3例に有意義の順相関を認め、且その内には殆んど1に近い良い相関のものもある。元来混合唾液の採集にあたっては、口内に溜って来る唾液を吸出して、スピツグラス中に吐出するのであるから、CO₂の脱出を完全には防ぎ得ない。従ってpHやCO₂%の測定値には誤差が多く、為にかくの如く相関係の低い不明瞭な例が得られたものと思われる。併し乍ら此等を全部通算した全体としての



第3図

相関をとると良好な相関が認められ、更に pH と CO₂ 濃度との間には全被検者を通じて良好な順相関が成立する事は第3図に明かである。従って自然唾液の場合に於ても、その pH を左右する主要因は第1⁹⁾、2¹²⁾報に於て述べた様に唾液の HCO₃⁻ 濃度であろうと思われ、これが分泌速度の上昇するほど高濃度に分泌せられる為に、CO₂% や pH が分泌速度と順相関を持つに到ると思われる。

以上の関係は耳下腺の酸唾液の場合には一層

顕著である。即ちこの場合には pH は何れの例も分泌速度との間の相関係数は 0.65 以上であって、5 例中 3 例は有意義である。又 CO₂ 濃度は全例共 0.9 乃至はそれ以上の相関係数を持ち、且全例共に有意義の値である。勿論 CO₂ と pH との相関係数は +0.802 ± 0.032 であって、両者の不可分の関係がここに示されている。

要するに唾液の酸塩基平衡は単に刺激唾液のみならず、自然流出唾液に於てもその pH の月別変動に対しては分泌速度が重要な決定因となり、且それは唾液の HCO₃⁻ 濃度が分泌速度と共に増加する為であろう。而して分泌速度は春より夏にかけて増加するのであるから、pH や CO₂ 濃度も春夏に増加することになるのである (第1図及び第2図)。

最後に一言注意したいのは、自然唾液と刺激唾液とについて同一分泌速度に於ける pH や HCO₃⁻ 濃度を比較すると耳下腺唾液の方が高い。従ってこの両唾液の pH や CO₂ の差異の原因としては腺の大きさや又腺細胞の種類が異なる所に本質的な理由が存し、単なる分泌速度の差の問題ではない (森論文参照¹⁷⁾)。

c) 其他の唾液イオン

唾液中のイオンの主成分は Na⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻ であって、この内 Na⁺, Cl⁻, HCO₃⁻ 濃度は共に唾液分泌速度と共に増加するが、K⁺ はこれ等と無関係か又は反比例であることは高岡¹²⁾の成績にあきらかである。而してこの内の HCO₃⁻ 濃度は Na⁺ と Cl⁻ 濃度の差に関係する所が大きく、[Na⁺]+[K⁺] の値と [Cl⁻] の差が大体として [HCO₃⁻] に相当する事も高岡¹²⁾、森¹⁶⁾の成績に明かである。そこで今回の自然唾液についてもこれと同様の関係が成立するのではないかと考えて、此等の諸成分と分泌速度との関係を検討した。その結果は第1表に示す如く Cl 濃度については 5 例中 2 例に於て分泌速度との間に順相関を証明したに過ぎず、Na 濃度と分泌速度との間の相関は全例を通算すると約 0.35 の有意義なる順相関係数を得るが、各個人別にはその例数が充分多くない為に推計学的には有意の成績が得られなかった。又 K 濃度と分

泌速度との間には各個人別にも又全体を通じても相関は認められず、この点さきにピロカルピン刺戟唾液について高岡¹²⁾が確めた成績と一致している。しかし $[Na^+] + [K^+]$ と $[Cl^-]$ の差と $[HCO_3^-]$ の相関は高岡の成績とは異って、この場合には全然証明出来ず相互関係は不定であった。これは K 濃度測定値が測定者の不馴れもあって大きな変動を示したことに大きな理由があるかも知れないが、しかし一方自然唾液中には $[HCO_3^-]$ の外に乳酸や NH_3 並に他の有機イオンも可なり含まれる事は荒木¹⁸⁾、藤城¹⁹⁾等の研究に明かであるから、これ等の陰イオンが $[Na^+] + [K^+]$ の陽イオンと平衡し、 $[HCO_3^-]$ との相関を不定ならしむる一因となっているのであろう。

次に刺戟唾液(耳下腺)については、Cl 濃度と分泌速度との間には全例に就きき順相関が成立し、且 5 例中 4 例迄有意義の相関係数である。而してこの場合には唾液量が少なかつた為に Na や K は測定出来なかつたが、上記の Cl や HCO_3^- 濃度の成績や、又一般刺戟唾液についての従来の成績より考えて、Na 濃度も亦分泌速度に伴って増加しているものであろう。

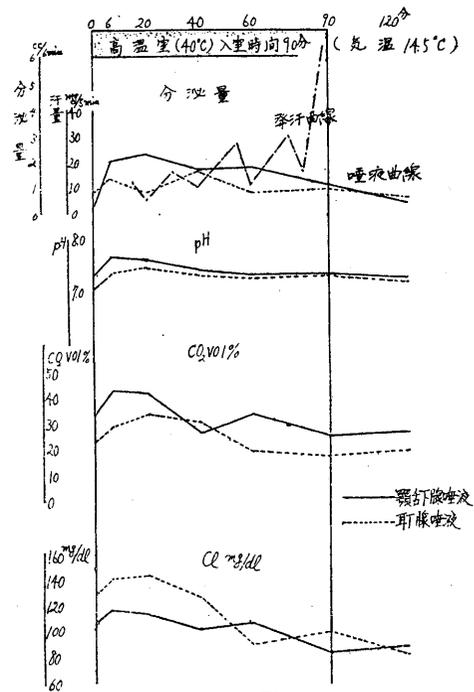
以上要するに Na^+ や Cl^- 濃度は自然唾液も刺戟唾液も共に原則的には分泌速度に伴って増加し、これに反し K^+ はこれとは平行しないものと思われる。この様な分泌速度に伴う各イオンの濃度の変化の原因は既に高岡¹²⁾も述べた様に唾液腺の興奮に伴う分泌活動の結果として説明する外はない。即ち自然唾液の Na や Cl 濃度が春から初夏にかけて増加する傾向のあるのはこれ等の濃度が分泌速度に伴う結果であり、又刺戟唾液の Cl 濃度が明かに春夏に高い理由もここにある。

尙ほ $[Na^+]/[K^+]$ の濃度比が ACTH の分泌に影響せられるとの報告²⁰⁾があり、又 ACTH は冬期に分泌が増加するらしい事は吉村²¹⁾、鳥居²²⁾の業績に見られる。従つてこの場合各唾液の $[Na^+]/[K^+]$ の値が季節的に如何に変化するかについて自然唾液を検討してみたが、第1図に示す如く成績は不定であった。

2) 気温変化と唾液分泌

以上によって春期より夏期にかけて唾液の分泌は一般に上昇し、その pH や CO_2 濃度、Na、Cl 濃度等の上昇する事が判つたから、次にこれと同様の変化は果して気温の上昇によって惹起せしめ得るや否やについて、高温室に入室した時の影響を検した。即ち季節的に唾液分泌が最低となる晩秋より冬の時期を選び高温室に入った時の酸刺戟唾液の分泌速度、pH、 CO_2 %、Cl 濃度等を逐時的に測定したのである。

その成績は第4図に示した様に耳下腺唾液も



第4図

顎下腺、舌下腺唾液(以下顎舌腺唾液と呼ぶ事にする)も共に入室と同時にその単位時間当り分泌量が上昇している。この上昇は顎舌腺唾液の方が一層著明である。併しこれは長つづきせずして入室後1時間頃より減少を始め、退出した後迄も低下を続け、退出30分後には略入室前の値又はそれ以下に下っている。唾液の pH や CO_2 濃度はこの唾液分泌速度の変化に全く平行して変化する事は第4図に明かである。従つて高温室を出た後はその pH や CO_2 、Cl 濃度共

入室前と同一か又は若干低下した値に止まる。この様な変化が高温室入室の影響である事は同一の被検者について日を改めて常温時の唾液分泌を検し、これが少くも2時間位は大きな変化を示さない事から明かである(図には複雑をさける為に省略した)。次に発汗曲線について観察するに、これは丁度唾液分泌の低下する頃より上昇を始め、入室後1時間半の頃には顕著に上昇している。

この様な両種の分泌腺の分泌が相拮抗的に変化することは偶然的な一致の様にも見えるけれども、外に2例同様の実験成績が得られている事であるから、何等かの因果関係をもつものと思われる。

IV. 考 按

以上は著者の得たる成績の概要であるが、これを要約すれば

1) 刺戟時、並に非刺戟時の唾液腺の分泌興奮に季節変化のある事を証明せし事。

2) かかる唾液腺の分泌興奮の変動に伴ってその唾液の酸塩基平衡やイオン組成に変化の起るを見た事につきて。そこで次に此等の季節変化の原因や、それと唾液酸塩基平衡との関係について論じて見よう。

先ず唾液分泌の季節変動の原因に関しては、その分泌速度が気温の変化に伴って春期に亢進、夏の間は若干低くなる傾きはあるが依然高い値を保って秋より冬に減少する事より、第一に気温変化の影響が考えられる。そこで実験的に室温を上昇せしめた場合の唾液の分泌速度を見るに、酸唾液に就て僅か乍らも分泌の亢進する事を見たのである。故に唾液分泌の季節変動の原因の1つとして気温変化の直接の影響を考えても良さそうである。併しその成績をよく見ると、第4図の如くその分泌の亢進は極めて一過性である。従って気温の影響は唾液分泌を促進する1つの要因となり得る事は認められるが、季節変化の原因の総てをこれと同一視する事は一考を要する。又ここに唾液分泌に対する季節変化の影響を論ずるにあたっては、自然唾

液も酸刺戟唾液も一括して論じたのであるが、林³⁾によれば彼の言う固有唾液の分泌には大脳皮質の中枢が関係し、刺戟唾液は間脳以下の反射中枢の興奮によるものであって、両者の分泌機構には本質的に差があると言う。従って著者等の見た自然唾液をこの固有唾液に近いものと考えるならば、その季節変動を刺戟唾液と無条件に同一視する事は出来ない訳である。

併し乍ら著者等の得た実験成績によれば、自然唾液の分泌速度の月別曲線と酸唾液の夫は全例を通じて眺める時は略相平行し、両者の相関が正である事は第2表に明かである(1例だけは負相関を示したが、本例はさきに述べた季節変動の少いT. M. 例である)。この事は、かかる唾液分泌の季節変動の原因は両種唾液の分泌機構に対して共通に働き得るものでなければならぬ事を示している。それは血液の性状の如き各組織に共通に働くものでもよいが、又分泌神経や分泌腺そのものに働くものであってもよい。そしてこの様な要因はさきにも明かにした様に或程度季節変化に伴う気温の変化に伴って変ずるものでなければならぬ。かかる季節変動の要因としては色々のものを考える事が出来るが、併しその存在が実証せられていて然も確に唾液分泌に影響を及ぼすと思われるものとして著者は自律神経緊張の季節変化を第1に挙げたいと思う。即ち原島並にその門下の研究⁸⁾によれば、冬は交感神経緊張が高まって寒冷反射を促し、夏は副交感神経緊張が高まって暑熱反射を促進せしめて体温調節機転の季節馴化に貢献すると言う。

而して一方かかる自律神経機能の亢進は当然唾液分泌にも影響を及ぼして良い筈である。即ち唾液腺の分泌神経の内では分泌量に強い影響を与える神経(secretomotor nerve)は副交感神経である事は Heidenhein²³⁾ 初め一般によく知られた事であって、副交感神経繊維は舌咽神経並に鼓索神経を介して各唾液腺に分布している。従って上記の如く副交感神経の緊張が温暖期に亢進するとすれば当然此等の腺の分泌興奮を促進するから、自然唾液、酸刺戟唾液何れについ

ても共に分泌が促進しても良い筈である。そこでこの考えを更に定量的に確める為に原島、小川等の考案せる自律神経緊張度を示す指数(原島、小川指数⁹⁾)と唾液の分泌速度との関係を調べて見よう。先ず各被検者について各月の原島、小川指数を図示して見ると第1図の最下段の曲線が得られる(大原²⁴⁾)。この指数は副交感神経の緊張の高まる場合には正となり、交感神経緊張の高まりの強い時には負となる様になってある。図示の如く自律神経緊張は多くは春期に急速に副交感神経緊張に傾き、これは夏期に最高となって秋に低下している。もっとも中には1箇年の間不規則な変動を繰返すものもあったがそれは5例中1例にすぎなかった。そこでこの自律神経の緊張度を示す指数と唾液の分泌速度との間の相関係数を算出して見ると、第2表の成績が得られる。ここに見る如く耳下腺

第2表

被検者	相関事項	唾液分泌速度と原島小川指数		耳下腺唾液と混合唾液
		耳下腺	混合	
H. Y.		+0.642±0.123*	+0.390±0.191	+0.738±0.097**
R. Y.		+0.019±0.202	+0.535±0.145	+0.078±0.210
S. Y.		+0.624±0.131*	-0.128±0.200	+0.066±0.212
T. M.		+0.046±0.202	-0.236±0.191	-0.548±0.149
M. F.		+0.395±0.171	-0.170±0.201	+0.019±0.214
全例		+0.296±0.087	-0.190±0.089	+0.414±0.075**

備考 * 印は5%, ** は1%の危険率にて夫々有意なる相関係数で示す

の酸刺戟唾液については5例中2例迄は有意な順相関が得られ、又自然唾液については相関は5%の危険率では有意でなかったけれども、その内の2例は有意に近い順相関を示した。従って唾液の分泌速度と自律神経緊張の季節変化は或程度の相関を有するのであるが、外に唾液分泌の季節変化に関係する他の要因が加って来る為に、その相関が不完全になったものと考えられる。この原因として第1に気づく事は唾液分泌の季節変化の曲線と自律神経緊張の曲線がその曲線の型を異にしている事である。即ち唾液の分泌速度についてはさきにも述べたごとく、春期に顕著に上昇するが、盛夏期には反って頭打ちの状態となり、従って唾液分泌速度の

最高月は5月が多いのである。これに反し自律神経緊張の方は春期に於て急速に副交感神経緊張に向っているが、これは夏期迄その上昇をつづけ、最高月は7~9月にある。つまり両者の不一致の原因は唾液分泌速度の曲線が夏期に於て頭打ちの状態になる事である。そこでこの原因について考えるのに、ここに思ひ合されるのは高温室実験の成績である。本実験に於ては高温室入室後唾液分泌は促進したのであるが、発汗が始る頃より漸次に減少し、これは高温室を退出した後にも減少を続けている。この唾液の分泌が高温室を出た後で低下することは木谷⁶⁾も指摘している。

斯くの如き高温実験室内の唾液分泌の経過は丁度唾液分泌の季節変化の経過に大変よく似ているのである。勿論一方は数時間の経過であるに対し、季節変化は1年を通じた変化であるから本質的に異ったものであるが、

併しこの実験にて示された唾液分泌速度の変化過程の原因につき考える事はその季節変化の原因を考える上に大へん良い参考となる。そこで先ず高温室内の唾液分泌の経過の原因につき考ふるに、高温室に入った当時に分泌の増加するのは、高温環境によって皮膚血管の開張とか其他の副交感神経性の

暑熱反射が亢進する事実から明かな様に、この場合に副交感神経の緊張が増加する為にその影響によって唾液分泌が促がされると考う可きであろう。

これについてに森の行った局所加温実験の成績からも推論出来る。即ち人体について両側の耳下腺に夫々早川氏唾管を附しさきの高温室実験と同様に6分毎に酸唾液を採集してその経過を観察しつつ、一方の頬を500Wの電気ヒーターの副射熱によって加温して見ると唾液の分泌は両側共に上昇した。従ってかかる温熱刺戟によって中枢性の唾液腺の分泌の促進が起ったと考える外はない。

次に高温室内に於いてはかくの如く亢進した

唾液の分泌は発汗の開始と共に漸次に減少して来たのであるが、これは発汗が開始せられる事によってその水分代謝の調節機転が働いて尿分泌の場合と同様に唾液分泌の抑制が起るのであるまいか。

即ち発汗の盛んな場合には尿分泌が代償的に減少することはよく知られた事実であって、伊藤²⁵⁾はこの場合下垂体後葉の A. D. H. の分泌が増加して尿分泌を減少せしめる事を証明した。而して唾液分泌は全身的な脱水状態に於ては敏感にその分泌を減じて口渴の 1 原因となる事はよく知られた事実であるから、この場合の唾液分泌の減退もかかる発汗による水分代謝変化の影響と考える事は極めて自然的な考え方であろう。そこでこれと同様の考え方を唾液分泌の季節変化の説明に用うることに出来ないであろうか。これに対しては既に唾液分泌の春期の亢進が副交感神経緊張による事が明かであり、又発汗性が夏期に増加する事は久野¹⁵⁾によって既に明かにせられた事柄である。従ってこれ等を総括して唾液分泌の季節変化を説明するならば、次の如くなるのであろう。即ち春はその気温上昇に伴って高まった副交感神経緊張の影響により唾液分泌が亢進し、次に更に夏になって気温が上昇すれば発汗性が高まって来るから、それに伴って水分代謝機転が変化して唾液分泌の亢進が抑制せられるのである。これが唾液分泌が春期に急速に増して夏期に反って頭打ちになる理由ではなからうか。そして秋より冬にかけては副交感神経緊張が低下して交換神経緊張に傾く為に唾液分泌は低下するのである。この考えには色々の仮定を含んでいるし、又完全な検証を経たものではないけれども、上に挙げた色々の実験事実を総合した最も有力な考えと言う可きであろう。殊にこの説よりすれば唾液分泌の季節変動の個人差が容易に説明し得る点が 1 つの強みである。即ち本実験に於ても 1 例は唾液分泌に殆んど季節変化が表れなかったし、又 1 例は春期の分泌上昇はあるが夏期の低下が激しくて、反って冬よりも夏の方が低い例もあり、又木谷⁶⁾もこの様に夏に分泌の低い例の方が反

って多かったとさえ述べている。此等の非定型的な例は水分代謝機構による夏期の唾液分泌の抑制が特に強い人であると考えれば良く説明がつくのである。

この様に唾液の分泌と発汗との間には密接な関連性の存する事が判って来たからここで改めてその季節変動の意義について論じ度い。前記の如く汗腺を持たない動物や、又汗腺を壊滅せる癩患者においては、夏期に唾液の分泌が高まり、体温調節に対し有意義な役割を果す事が諸家によって明かにせられているが、今ここに証明せる如く、春期に於て唾液分泌の高まれる事はかかる体温調節に関連せる唾液分泌の反射亢進が既に正常人体に於ても表れていることを示す。而して正常人に於ては汗腺が発達し且夏期には発汗反射が高まって来る為に前に詳述した理由によって夏期にはそれ以上唾液分泌は高まらないが、動物や癩患者では汗腺が働かない為に、気温上昇に伴って益々唾液分泌が亢進して来ると理解すべきであろう。即ち此の事よりすれば唾液腺も汗腺も共に体温調節上同一の器官系統に属す可きものであって、相互代償的に働くものと思われる。而して系統発生的に言えば唾液腺の方が汗腺よりも発生基源が古く、下等の動物はこれを体温調節の具に供しているのであるが、人類に到って汗腺が発達した為に、唾液分泌の体温調節上の意義が殆んどなくなったのである。これが唾液の体温調節上の意義が十分に注意せられずして今日に到った主なる理由であろう。

最後に上記の唾液分泌の季節変動に伴う唾液の酸塩基平衡の変化並にイオン組成の変化について述べて見よう。本研究の 1 つの目的は自然唾液について果して刺戟唾液と同様に分泌速度と唾液酸塩基平衡との間の不可分の関係が成立するや否やを検するにあつたのである。その結果は既に実験成績の項に述べた様に、自然唾液に於ても刺戟唾液に於ても明かに唾液の pH は分泌速度に伴って変化し、且これは HCO_3 の分泌が唾液腺の分泌機能の亢進に伴って増加する為である。

而して前報¹²⁾に於て著者の1人高岡は唾液の無機イオンはNa, K, Cl, HCO₃が主であって、HCO₃⁻の濃度は略Na⁺とK⁺の陽イオンとCl⁻の濃度差に該当し、且組織液中のNa⁺とCl⁻が腺細胞を透過する速度の差がHCO₃⁻の分泌速度に関係せる事を明かにした。この様な関係は今回の研究では充分には明かにする事が出来なかったが、併し唾液Na⁺やCl⁻濃度が分泌速度に伴って変化する事は大まか乍らも確められた。従っておそらく自然唾液についてもHCO₃⁻の分泌機構は一般刺戟唾液と同様であろうと思われる。従って唾液の酸塩基平衡や無機イオン組成に関する限り、自然唾液も刺戟唾液も本質的な差はないものと考え可きであろう。ただその分泌の促進要因や分泌の反射中枢に関しては林⁹⁾、栖原¹⁰⁾等の指摘した様に両者に本質的な差があるかも知れない。併しこの事と唾液腺局所に於ける分泌機転に両者の差の無い事実とは矛盾するものではない。即ち唾液腺はその中枢の興奮がどこで発しようとも、分泌神経を通じて来た衝激によって興奮すれば、腺細胞の分泌機転は全く同様に進行するものと考え可きであろう。

V. 総 括

5名の教室員について唾液分泌の季節変動とそれに伴う唾液酸塩基平衡の変化を逐月的に観察すると共に、この季節変化の原因を明かにする為に2-3の実験を行い次の成績を得た。

1) 自然に流出する混合唾液についても、酸刺戟による耳下腺の反射唾液についても、その分泌速度は季節変化を示し、春期に上昇し、夏は若干頭打ちの状態となり、気温が低下する秋から冬にかけて更に低下する。

2) 冬期に於て高温室に入って酸刺戟唾液の分泌経過を観察するに入室直後は一時分泌が亢進するが、発汗が始まると共に唾液分泌も低下する。

3) 此等の被検者について求められた自律神経緊張度の季節変化の経過と、唾液分泌の季節変化を照合する事によって、唾液分泌の春期の

亢進は気温上昇に伴う副交感神経緊張亢進の影響であると考え、又(2)の成績よりして唾液分泌亢進が夏期に抑制せられるのは発汗性亢進に基く水分代謝調節機転の発動によると考えた。

4) かかる気温上昇に伴う唾液分泌の亢進の生理的意義につき考察し、緒方⁷⁾等の業績よりして、唾液腺も汗腺も体温調節上同一機能系統に属するとの見解を明かにした。

5) 自然唾液に於ても酸刺戟唾液に於ても共にその酸塩基平衡は唾液の分泌速度に関係し、分泌速度大なる温暖期にはpH上昇し、冬期は低下する。これは唾液の分泌速度にともなってHCO₃⁻の分泌が増す為である。又唾液のNa⁺やCl⁻の分泌も亦同様に分泌速度に伴って変化するもの様である。

6) 以上よりして唾液の酸塩基平衡に関する限りはそれが自然唾液であっても刺戟唾液であっても本質的な差はなく、同一種の酸塩基分泌過程によって支配せられると考え可きである。

本研究は文部省科学研究費(季節生理班, 吉村教授)によつたものであり、深甚なる感謝を捧げると共に吉村教授の御指導御校閲に対し深謝する。

文 献

- 1) Gilchrist, J. C. and Furchtgott (1951) Psychological Bulletin. 48, 193
- 2) Wenger, M. A. (1943) J. lab. din. Med. 28, 1101
- 3) 林 俊二 (1950) 条件反射学応用論 157 (評論社)
- 4) 渡辺常美 (1951) 医学と生物学 21, 36
- 5) Wainwright, W. W. and H. Becks (1946) J. dent. Res. 25, 285
- 6) 福島寛四・木谷威男 (1950) 日新医学 37, 464
- 7) 緒方維弘 (1951) 日本生理誌 13, 109
八木五夫・井手二郎・前田 定 (1951) (抄) レプ
ラ 20, 43
- 8) 原島進也 (1949) 日新医学 36, 132
- 9) 高岡 渉 (1952) 日本生理誌 14, 504
- 10) 栖原六郎・林 俊二・佐藤三樹雄 (1949) 日本生理誌 11, 199
- 11) 早川領三 (1950) 条件反射学応用論
- 12) 吉村寿人・高岡 渉 (1951) 医学と生物学 19, 102
- 13) 藤井鶴三 (1947) 生化学実験法定量篇 (南山堂)
- 14) 梅本芳夫・角道幸男 (1950) 歯科医学 14, 22
- 15) 久野 寧 (1946) 汗 (養徳社)
- 16) 吉村寿人・高岡 渉・森 隆之助 (1951) 医学と生物学 19, 149

- 17) 森 隆之助 (日本生理誌の近刊号に発表の予定)
- 18) 荒木義為 (1951) Jap. J. Physiol. 2, 69
- 19) 藤城郁男 (1952) 日本生理誌 14, 373
- 20) Pincus, G. (1953) 医学のあゆみ 15, 173
- 21) 吉村寿人・井上五郎 (1950) 日本生理誌 12, 77
- 22) 鳥居敏雄 (1953) 医学のあゆみ 15, 33
- 23) Starling, E. H. (1930) Principles of Human Physiology.
- 24) 吉村寿人・大原重信・山本克起・高岡 渉・江口文野・森 隆之助 (1953) 日本生理誌 15, 47
- 25) 伊藤真次・木村光博・中山昭雄 (1953) 日本生理誌 15, 135

Summary

The authors studied seasonal variation of secretory activity of salivary glands on five adult students, and following results were obtained.

1) Concerning to both the natural secretion of mixed saliva in the morning; and the reflex secretion of parotid gland by dilute acid, the secretion activity rose in spring, attained maximum in May, somewhat decreased in summer and at last fell in late autumn or winter.

2) Such rise of secretory activity in spring was probably due to the increased tone of parasympathetic center, which its fall in winter to the decreased tone of the nerve, the slight decrease in summer was probably caused by inhibition of water secretion from salivary gland due to increased sweating.

3) Of both the natural saliva and the reflex saliva, the pH were related with the rate of secretoric flow. The fact was due to that the bicarbonate concentration of saliva was increased, following the increase of secretoric flow, as was previously reported.

4) It seemed unnecessary to postulate any distinction between the natural saliva and the reflex saliva so far as the acid-base balance of saliva was concerned.

(Department of Physiology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

人間耳下腺固有唾液量の生理学的意義について 612.313.3

(第1編) 耳下腺固有唾液量に関する大数観察特に年令的な問題

On the Physiological Meaning of the Quantity of Proper Parotid Saliva in the Human Body. Part 1. Quantitative Observations about the Quantity of the Proper Parotid Saliva, Specially in Relation to Age.

北 村 尙 信 (KITAMURA-Naonobu)*

I. 緒 言

1902年 Pavlov⁵⁾ に依り初めて条件反射が発見せられ大脳の機能が客観的に研究せられる様になり続いて其門下により多くの業績が発表せられたのであるがまさしくこの時こそ大脳生理学の分野に曙光が見出されたと言えよう。併し乍ら是等の実験は総て動物(犬)に依るので、後日 Klasnogolski, Lashley, 及び林³⁾, 早川等は之を人間に就いて行わんと、人唾管を作成し、口腔内への耳下腺からの唾液量測定に成功した。更に林, 早川¹⁾ は人間耳下腺唾液分泌に常に持続的に分泌しているものと生理的な反射に依るものとの2種類を認め、前者によるものを固有唾液と命名した。尙此の固有唾液は人間に於ける条件反射研究上重要な意味を持つことも明かにされ、従って其の諸性質を熟知することが欠くべからざるものと成って来た。爾来林, 早川は固有唾液には個人差のあること、左右耳下腺で同量なること、及び逐日差或は日時差がなく其の人間特有な値であることを指摘し、尙林(俊²⁾) は1年を2期に分け5~11月迄の固有唾液量の夏値は12~4月迄の冬値に比し少いという季節的変動と飲水が固有唾液量に対し無変化なる事をば明かにして居る。個人差の集計から早川は分泌量の程度により之をば少量群(0~10mm)、中量群(10~80mm)及び大量群(80mm以上)(200mmが1ccに相当する)の3群に分類し其の出現割合は少量群55%、中量群30%、及び大量群15%と云って居る。然し是等の研究では被検者が皆少人数であったり、或は一定の成

人年令の者に限られて居る。

よって著者はここに広範囲の年令層に渡り併かも性別の相違を考慮に入れ固有唾液量の年令による変化の分布を吟味せんとしてこの研究を行った。

II. 実験方法

前述の人唾管よりの管は仙気瓶に達し尙其れと水平 manometer とは連絡する。前者には水を充満せしめ水量の変化を、後者の空気圧力変化に転換させる。従って標示薬の移動を manometer の目盛に準拠して測り分泌量が判る仕組になっている。併てこの人唾管には Klasnogolski, Lashley によるもの、林, 早川によるもの及び梅本, 覚道⁶⁾ に依るもの等種々存在するが、皆その原理は同じで、唯使用材料や構造が僅かに異なるのみである。併て著者は比等の内安易に作製出来る硝子製の唾管を早川のものに準じて作製し実験に使用した。尙実験に使用した manometer は標示薬 170mm の移動が 1cc に相当する事を確めたものである。併て manometer 誘導管の位置は常に一定とし、大体被検者の肩の高さにあることを原則として試み、次に被検者には、同一条件下にあると思われる即ち小学生(高学年と低学年に分ける)中学生、高校生及び大学生の男女各50名宛総計500名である。尙小学生を高学年と低学年との2群に分けた理由は其の發育を考慮したからに過ぎない。尙固有唾液量測定の数値は林, 早川等と同様3分間の合計で唾管装着後の1分間のものは取捨てる事にした。その理由は装着の刺戟によって唾液が反射的に多量に分泌する恐れがあるためであ

* 東京医科大学生理学教室

る。尙此の決定のため著者は30名に就いて固有唾液を測定し1分間経過後には間違なく固有唾液を分泌する事の確信を得たからである。その数例を示せば第1表の様である。

第1表 唾管装着による唾液分泌量変化

被検者番号	性別	年齢(才)	装着後の経過時間(分)			
			1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	4 (mm)
No. 1	♂	19	18	6	6	6
No. 2	♂	25	11	3	3	3
No. 3	♂	28	12	4	4	4
No. 4	♀	23	16	4	4	4

170mm=1cc

数例遭遇はしたが、此の点は唾管と気仙瓶を繋ぐゴム管の牽引力をばのぞいてやれば唾管位置のずれが起らず容易に防ぐことが出来るのである。

第2表 唾管装着部位相異による固有唾液量比較

被検者番号	耳下腺排泄管の位置			
	内管内中央 (mm)	内管内周辺 (mm)	内管辺上 (mm)	内管外 (mm)
No. 1	24	8.0	2.0	0.0
No. 2	8	3.0	0.5	0.0
No. 3	12	4.0	1.0	0.0
No. 4	7	1.5	0.0	0.0
No. 5	14	3.0	1.0	0.0

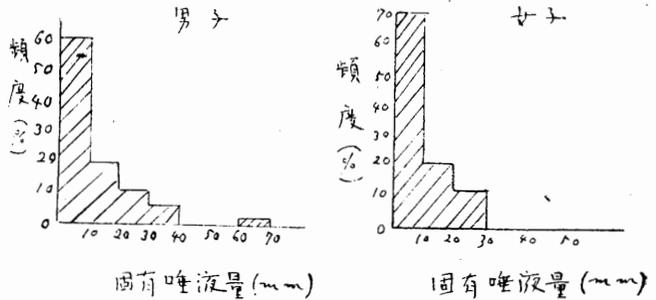
III. 豫備実験

本実験を行うに当り、一番その成績を左右するものは唾管装着部位の耳下腺開口部に対する適或は不適の問題である。そこで実験に当っては其点を考慮して手技を研究し、熟練した後に行ったものであるが、尙且実験毎に測定後被検者の口腔耳下腺開口部を検査し、其の位置の正確なるか否かを確かめ、不良のものは実験結果資料からのぞく事にした。第2表は其の関係を示したもので、その内管の移動が斯様な差違を生ずる事を示している。したがって常に実験にあたって、唾管内管中央部に耳下腺排泄管口を置く可くつとめた次第である。尙実験中に唾管位置が移動した例にも

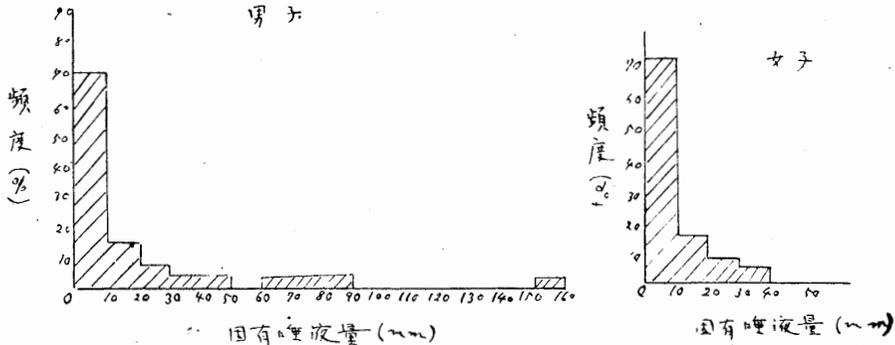
IV. 実験結果

1) 小学生の場合

此の場合の固有唾液量ヒストグラムは第1図及び第2図に示す通りであるが、此の結果から判断すると、男女共に10mm迄の所謂少量耳下腺唾液分泌者が多い事、高学年と低学年並びに



第1図 小学校低学年(6~8才)固有唾液量



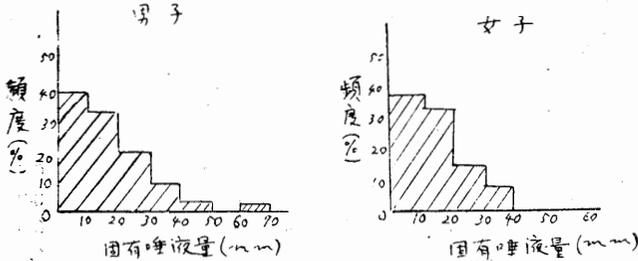
第2図 小学校高学年(9~11才)固有唾液量

註：縦軸は百分率で示された該当人員，横軸は3分間の固有唾液量を示す

男女の間に何等特筆すべき差異が無いように思われる。

2) 中学生の場合

此の場合には第3図の如く男女共、小学生の時に比較して10~20mm, 20~30mmと云うや

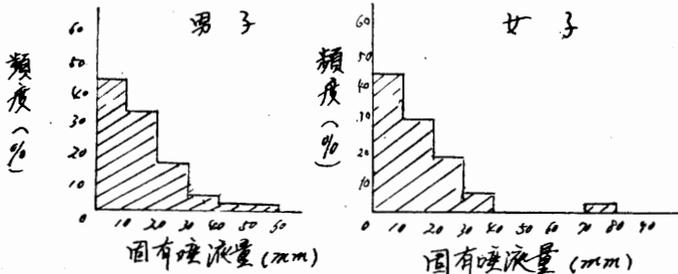


第3図 中学生(12~14才)固有唾液量

や多い耳下腺固有唾液分泌者が増加して居ることが見られる。従って男女の差異については殆んど前項同様変化が認められない。併し乍ら少量の唾液所有者は小学生に較べ少数であるに対し中量群唾液所有者が多くなる事が伺われる。

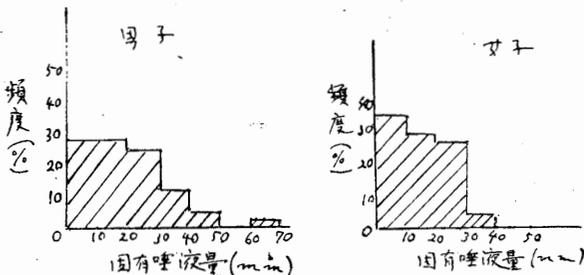
3) 高校生の場合

此の場合は男女共に中学生と殆んど同様など



第4図 高等学校生(15~17才)固有唾液

ストグラムを第4図の如く示し又男女の差違も認め難い。



第5図 大学生(18~21才)固有唾液量

4) 大学生の場合

大学生になると第5図に示す如く男女共10~20mm, 20~30mm迄のものが殆んど同数で他の場合に較べ所謂中量唾液分泌者群の増加が明らかとなった。

V. 総括並びに考按

先に林, 早川等により人耳下腺固有唾液が確認されて以来, その一門により種々なる実験業績が発表せられては来たが, その対象は殆んど成人に限られた怨みがあり最近固有唾液に関する詳細なる研究が謂わば等閑になりつつあった。著者は此の意

味に於て固有唾液の年齢並びに性による分泌量の変化を吟味せんと実験を行った訳であり, この固有唾液をば少しく掘下げる所に実験目的がある。併し乍ら此種の研究は Klasanogolski 並びに Lashley 等も行つては居る様であるが, 其の業績は余り著われて居ない様で, 林, 早川等によるものが其の代表的なものである。彼等は

此の唾液分泌を分量的に考え3分間10mm以下を少量群(1mmは1/200ccに相当する), それにより80mm迄を中量群, それ以上を大量群としたが, 著者の場合には少量群だけ同じく10mm迄(1mmは1/170ccに相当する)とし中量群を40mm迄, それ以上を大量群とする様

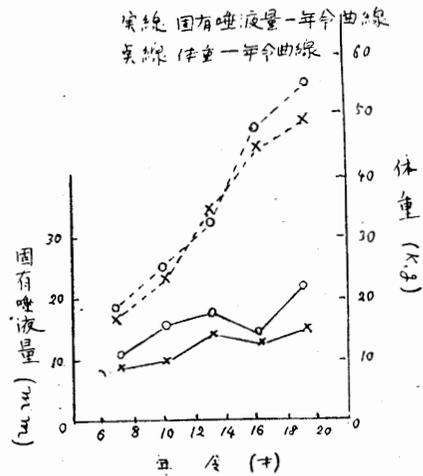
に変えた。その理由は著者の実験から考えると80mmと云うのは殆んど反射唾液との区別がつけにくく又殆んどその例をば見なかつた為である。それ故範囲をせばめて10~40mm迄を中量群, それ以上を大量群とする方が妥当であると考えた為である。尙著者の大学生男子による結果は先に林, 早川の示した固有唾液分泌量の区分(大量群15%, 中量群55%)と大差のない事から男子成人なら一致するものでないかと考えられ実験の正確さが一層裏付けら

れたと考えた訳である。偕て著者の実験結果に就て先づ低学年男女小学生 (6~8才) (第1図) に就て吟味すると、女子の場合には少量群に属するものがやや多く、反対に大量群に属するものは見当らないが全体としての傾向を見れば差違を認めないと考えて良いものと思う。高学年の男女小学生 (9~11才) (第2図) の場合に就いては殆んど認めず、唯男子に於て大量群が数名ある為に大量群のヒストグラムが幾分変化したのが認められるに過ぎず矢張り全体としては前者より一層類似性が示されている。斯くの如く男女小学生全体に就て性別に關して考えると何等其処に相異が現れないと考えて良いものと思う。中学生 (12~14才) (第3図) になると全体として少量群が小学生に比して相当少くなる事が認められるけれども、男女に就いては殆んど類似のヒストグラムを示し、大差ないものとする。此の場合も男子は女子に比し大量群が多いのが見受けられる。結局此の変化が女子の少量群を少し高くしたに他ならないがよく考えて見れば1,2名の差である事が判る。然し小学生のそれと比較すると中量群増加の状態が男女共に著しい。高校生 (15~17才) (第4図) に就いて考えると此の場合も男女共に中学生と異同がないものと思う。此の事は發育状況から左程両者間に開きのないものとするからである。所が大学生 (18~21才) (第5図) になると男女共に殆んど少量群と中量群の頻度が変化なく同一の値を取って大量群の頻度のみが相変らず男性の方に多いのである。従つて他の場合に比べ全体として少量群より中量群が多くなる事を示している。故に此の事は明らかに小学生、中学生或は高校生の場合に比べ興味あるものである。

偕て以上を総括的に見ると男女の差異と云うものは全体的に余り考えにくいながら年令的变化に就てはその相異が認められる。耳下腺固有唾液の分泌量は若い時には少量群のものが多く、中学、高校生になると中量群の増加が見られ、大学生になると0~10mm, 10~20mm及び20~30mmの各系

列の頻度が殆んど同数になる。換言すれば固有唾液分泌中量群が非常に多くなると云う事が見られる。斯く年令の増加と共に固有唾液分泌量が増加する事は第3表に示されてあるが發育に相当關係があつて或年令に達すればその生理的機能が十分に遂行される為起るものと考え、此の増加を分泌量の頻度及び考察から中量群の増加に原因を有するものと解釈した。

偕て第3表は学齡に依る固有唾液量の平均値であるが、今年齡を横軸に平均固有唾液量を縦軸にとつてみると第6図に示す曲線(実線)が得



第6図 各年令に於ける固有唾液量と体重

られた。次に体重を縦軸にとつた体重⁴⁾年令曲線(点線)をば同時に第6図の如く画いてみると固有唾液量増加曲線と体重増加曲線とは必ずしも同一歩調を以つての増加傾向がないので著者は固有唾液量の増加は体重増加による影響ではないと考える。換言するならば唾液腺の成長によって起る結果であるとは思われない。

VI. 結 論

人耳下腺固有唾液の分泌量を入唾管を用いて

第3表 年令層に依る固有唾液量 (mm)

性別 \ 年令層	小学校				
	低学年 (7)	高学年 (10)	中学校 (13)	高等学校 (16)	大学 (19.5)
男	11.3±1.5	15.5±3.7	17.6±2.2	14.4±1.6	21.6±2.1
女	9.5±1.1	9.7±1.2	14.4±1.4	14.6±1.9	14.5±1.3

()内は平均年令 (才)

測定し次の結果を得た。

1) 各年齢層を通じ男女即ち性別による変化は傾向的には殆んど認められない。その平均絶対量については男性の方が大である。

2) 年齢の増加に伴い固有唾液量の絶対値は増加する傾向にあるが特に中量群の増加が著明である。

3) 年齢による耳下腺固有唾液量の増加は体重増加と一致しないので唾液腺の生長が増加因子ではない。

稿を終るに当り本研究に対し御助力下さった各位に万聲の感謝の意を表す。

文 献

- 1) 早川領三 (1948) 人間に於ける耳下腺固有唾液量に就いて 条件反射 第3輯
- 2) 林 俊二 (1952) 人間の固有唾液量と反射唾液量との季節的変動に就いて 条件反射応用論に収録 (創元社)
- 3) 林 麟 (1940) 条件反射学方法論 (三笠書房) (1951) 条件反射 (岩波全書 139)
- 4) 文部省編 (1938) 学生, 生徒, 児童, 身長, 体重, 胸囲 平均累年比較表
- 5) Pavlov, I. P. (1927) 林 麟 訳 条件反射学 (1937) (三省堂)
- 6) 梅本芳夫・覚道幸男・他三名 (1950) 人耳下腺唾液の無菌的採取法と之を応用した培地に関する研究 歯科医学 14

Summary

I norder to know the difference of saliva quantity of the human parotid gland according to sex and age, I measured its quantity by the Hayashi and Hayakawa's method tried on 50 boys and the same numbers of girls chosen from the following 5 classes respectively, that is, school-boys and school-girls (who were classified lower classes (6-8 age) and higher classes (9-11 age)), middle school-boys and school-girls (12-14 age), high school pupils (15-17 age) and college students (18-20 age).

And the results were discussed by means of histogram and mean values.

In this way, I couldn't recognize any difference between boys and girls in the distribution of frequency of saliva quantity.

But it was found that each class had the following mean value (mm) (1 mm=1/170 cc) of saliva quantity school-boys in lower class 11.3 ± 1.5 and school-girls 9.5 ± 1.1 , school-boys in higher classes 15.5 ± 3.7 and school-girls in higher class 9.7 ± 1.2 middle school-boys 17.6 ± 2.2 and middle school-girls 14.4 ± 1.4 high school pupils male 14.4 ± 1.6 female 14.6 ± 1.9 and college student male 21.6 ± 2.1 female 14.5 ± 1.3 , the quantites increasing with age.

Then, in order to know whether this increase has anything to do with growth of the saliva gland, I compared the matter with the increase of body-weight, and found that these are not parallel and are keeping a certain functional relation mutually.

Therefore I thought that the peculiar increase of saliva quantity with age did not depend on the growth of the saliva gland but was influenced by other factors.

(Physiological department in Tokyo Medical College)

人間耳下腺固有唾液量の生理学的意義について 612.313.8

(第2編) 耳下腺固有唾液量の神経生理学的研究

On the Physiological Meaning of the Quantity of Proper Parotid Saliva in the Human Body. Part 2. Neurophysiological Investigation of the Quantity of the Proper Parotid Saliva.

北村 尚信 (KITAMURA-Naonobu)*

I. 緒言

先に著者は第1編³⁾として人耳下腺固有唾液量と年齢との関係を発表し成年に向うに従い固有唾液の絶対量は増加の傾向があること、男女によってその傾向の差はないが絶対量の差は男性の方が多しことを報告した。勿論この年齢による増加は体重の増加による液量の増加には全く一致していないから、その如何なる原因なるかは能く研究しなければならぬ。この点について

の関係を調べる目的で固有唾液量と年齢(第1報)更に自律神経緊張症との関係を実験的に探究し次に固有唾液、反射唾液及びPilocarpin唾液の相互関係を検査し次に所謂大量群と少量群との耳下腺固有唾液中のCholinestrase量を吟味し最後に大脳機能との関係を麻酔並に覚醒剤を用いて検討した。実験手技は各項目に於て記するがここでは固有唾液量と自律神経緊張症との関係の検査法をのべる。健康なる男子学生8名に就き交感神経並びに副交感神経緊張度を調べる

第1表 薬物注射後の固有唾液量

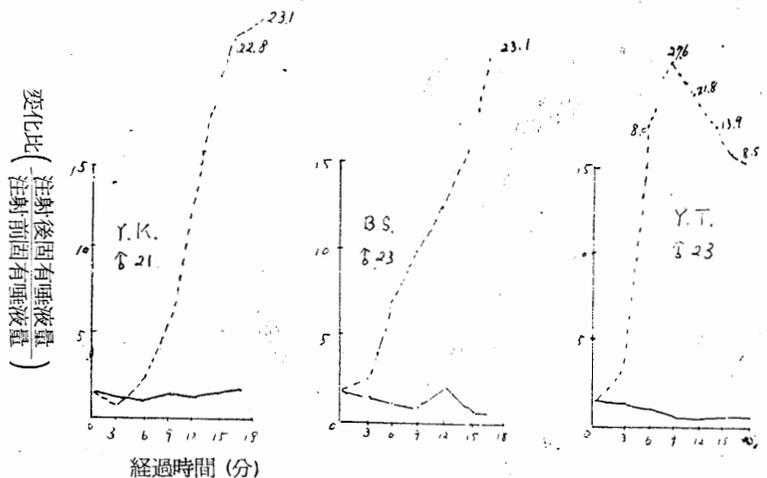
被検者名	性別	年齢	薬物名	経過時間						
				注射前 (mm)	3分目 (mm)	6分目 (mm)	9分目 (mm)	12分目 (mm)	15分目 (mm)	18分目 (mm)
Y. K.	♂	21	Adrenalin	5.5	4.0	3.5	5.0	5.0	5.5	6.0
			Pilocarpin	16.0	8.0	32.5	101.0	290.0	365.0	370.0
B. S.	♂	23	Adrenalin	20.0	14.0	9.5	9.5	25.0	4.0	5.0
			pilocarpin	8.0	12.5	56.0	73.0	72.0	117.0	185.0
Y. T.	♂	23	Adrenalin	6.0	5.5	4.5	2.0	1.0	1.0	1.5
			Pilocarpin	3.0	8.5	240.0	830.0	654.0	418.0	255.0

(170mm=1cc)

て第1に考えられることは唾液腺の分泌神経であり特に量については副交感神経であるので年齢によって副交感神経の緊張度が変化するのではないかと考え著者はこれ等の問題を研究して、固有唾液量の生理学的意義を探究せんとした。

II. 実験方法

先づ最初に自律神経と



第1図 薬物注射後の固有唾液量
実線: Adrenalin 注射時, 点線: Pilocarpin 注射時

* 東京医科大学生理学教室

ため薬効試験的に耳下腺固有唾液量、時には上膊動脈での血圧、橈骨動脈での脈搏を次々に測定し判定を行った。尙 Pilocarpin 使用の際には発汗状況をも注意した。即ち先づ被検者の固有唾液量を測定し Adrenalin (1000倍) 又は Pilocarpin (100倍) 0.7cc を皮下に注射し其後継続して20分間に渡り3分間宛固有唾液量を測定し同時に3分間隔で血圧及び脈搏をも検査した。観察時間を20分としたのは予備実験により得られた第1表及び第1図の如く15~18分が最大変化時と見做しうるからである。尙実験に使用した血圧計は Tycos 型を使用した。反射唾液量と Pilocarpin 唾液量の関係に於いては反射唾液の誘出目的のため 1/10 mol 酒石酸溶液 1cc を舌全体へ一様に分布する事とし、Pilocarpin 注射は前述の通りである。尙被検者としては所謂大量群と少量群のものを含んだ同一条件下にある学生17名を選んだ。

Cholinesterase 量の測定には所謂大量群に属する者と少量群に属する者2名宛を選び、先づ被検者の固有唾液を無菌的に採取し蒸溜水を以て稀釈、之を孵卵器中で 38°C に保ち予め用意した Acetylcholin (Ovisot) 1mg パーセントを駒込ピペットで1滴その中に混入し八木式灌流をほどこせる藁心臓に入れ Kymographion 塗煤紙上に画かしめ乍ら心臓制止の濃度を調べる方法をとった。

III. 実験結果

A. 固有唾液量と自律神経緊張症との関係

第2表及び第2図は薬物注射後の

時間経過に伴う耳下腺唾液分泌量の変化の各例についての関係であるが、Adrenalin の場合には殆んど大きな変化はなく次に Pilocarpin の場合には注射後 3~6 分にして大部分急激な上昇を示した。以上に血圧、脈搏等の条件を考慮してみると結局自律神経安定型⁶⁾と云う可きものが1名存在し、其他は皆多少とも副交感神経緊張症の側に傾いて居る様に思われた。

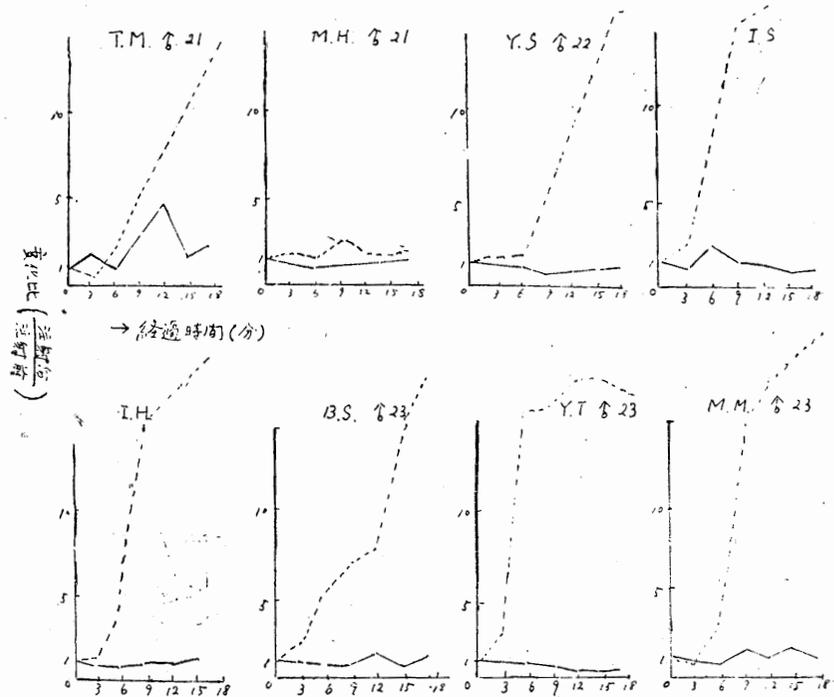
B. 固有唾液量と Pilocarpin 唾液量との関係

偕て、この項では Pilocarpin 唾液分泌量と固有唾液量との関係を同一被検者に就いて調べてみた結果であるが、第3図に示す様に無関係であろうと思われる。尙大量群者と少量群者との間に於ても何等差違を見出し得なかつた。

C. 反射唾液量と Pilocarpin 唾液量との関係

第4図はその実験結果を示したもので、今2つの型を考える事が出来、1つはaの型、他はbの型でありaはbより固有唾液量は常に多い者である。何れも Pilocarpin 唾液分泌量の多い場合は反射唾液量が少く、両者の間に反比例の関係を示している。

D. 固有唾液量と Cholinesterase 量との関係

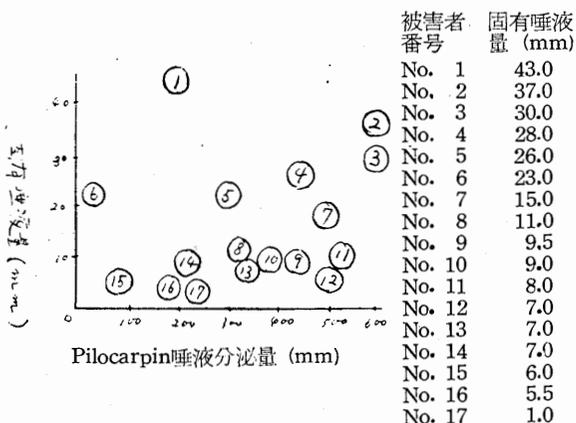


第2図 Adrenalin 並びに Pilocarpin に依る唾液量

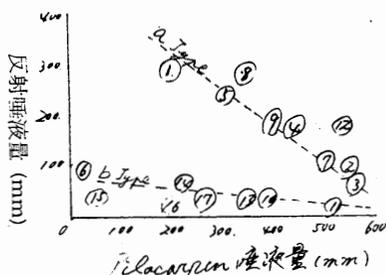
第2表 自律神経毒に依る固有唾液量並に緊張度変化表

被検者名	性別	年齢	薬名	経過時間					血圧による判定	脈搏による判定	其他		
				注射前	3分後	6分後	9分後	12分後				15分後	18分後
T. M.	♂	21	ad.	12.0	18.0	9.5	22.0	44.0	12.5	19.0	-	-	}
			pil.	46.0	26.0	62.0	185.0	290.0	380.0	550.0	-	-	
M. H.	♂	21	ad.	6.5	7.5	2.5	3.5	3.5	3.0	2.0	-	-	}
			pil.	8.5	7.0	2.0	13.5	5.5	5.5	5.5	-	+	
Y. S.	♂	22	ad.	8.0	8.0	6.0	2.5	3.0	3.5	3.5	-	-	}
			pil.	28.0	30.0	33.0	113.0	223.0	400.0	500.0	-	-	
I. S.	♂	22	ad.	5.0	2.5	11.5	6.0	5.0	1.5	1.5	-	-	} 発汗 / 著明
			pil.	13.5	23.0	125.0	460.0	550.0	590.0	540.0	-	±	
I. H.	♂	22	ad.	13.0	7.0	2.5	2.0	1.0	4.0	4.5	-	-	} 発汗 / 著明
			pil.	23.0	24.0	93.0	330.0	639.0	930.0	990.0	-	-	
B. S.	♂	23	ad.	20.0	14.0	9.5	9.5	25.0	4.0	5.0	-	-	}
			pil.	8.0	12.5	56.0	73.0	72.0	117.0	185.0	-	-	
Y. T.	♂	23	ad.	6.0	5.5	4.5	2.0	1.0	1.0	1.0	-	-	} 発汗 / 著明
			pil.	3.0	8.5	240.0	830.0	654.0	418.0	255.0	-	-	
M. M.	♂	23	ad.	8.0	6.0	5.0	7.0	7.0	6.5	1.0	+	±	} 発汗 / 著明
			pil.	4.0	2.5	4.5	2.0	3.0	3.0	2.0	-	-	

註 血圧、脈搏による緊張度判定は金井、杉田(文献2)並びに渡辺(文献6)参照
+は当該薬物による陽性結果を示す



第3図 固有唾液量とPilocarpin唾液量
註: 同一時間(3分間)内に於ける分泌量



第4図 反射唾液とPilocarpin唾液
註: ○で囲んだ数字は被検者番号を意味する。第3図参照

前述の実験法に従い、Cholinesteraseの量をば搏動せる摘出心臓に依って吟味した。偕て第3

表は其実験結果であって大量群及び少量群共に変化なく Cholinesteraseの量的関係は見出し得なかつた。

以上の結果を小括してみると固有唾液量は自律神経緊張症とは無関係の様で、特に副交感神経の緊張状態によって固有唾液量が増加するものとは云い難い。故に成人固有唾液量が大量群、中量群、少量群に分類せられる事も大量群が必ずしも副交感神経緊張症に傾いている人に現れるものとは云い難い。又年齢に依って増多する現象(第1篇参照)も年齢に依って副交感神経緊張度が順次に高まつてい

第3表 固有唾液量と cholinesterase 量 (心臓制止稀釈濃度)との関係

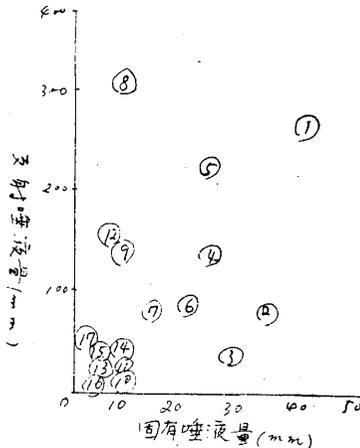
固有唾液量	被検者名	心臓制止稀釈濃度(倍)
大量群	K. T.	409,600
	I. H.	204,800
少量群	T. T.	819,200
	Y. M.	204,800

く為とは解釈出来ない。然らば一般に固有唾液量の多少は如何なる理由に依るであろうか。それはどうしても神経生理学上如何なる断位に依る現象であるかを考究して考察するより方法はない。上記の如く Pilocarpin 唾液と無関係であり又自律神経緊張度とも無関係であると云う

ことは固有唾液量の多少を規定するものが唾液腺そのものでもなくまた唾液腺を支配する最終 Neuron 断位でもないと考えられるので更に高断位に於ける現象として分析する必要がある。

E. 反射唾液量と固有唾液量との関係

同一被検者を使ってその反射唾液量と固有唾液量との関係を求めた。即ち反射唾液の大量なるものは固有唾液も亦大量であろうか、結果は第5図に示す様に大量及び少量群者共に両者の



第5図 反射唾液量と固有唾液量

間に何等特別な関係は認められなかった。

即ち反射唾液の断位は明かに延髄断位であり、固有唾液に最も能く影響する断位は明白ではない。

では更に高断位にある可きであろうと考え大量群被検者並びに少量群のそれに就て Alcohol 及び Urethan 等の麻醉薬を用いて実験を行った。Alcohol 実験としては飲み良く又量的に効果を上げる目的で Suntory Whisky (40度) を使用し被検者に就いては予め酪酐量を測定した。

1) Alcohol を用いた場合は摂取後10分間に互る固有唾液量の変化及び反射唾液量の変化を求め研究には4人の被検者を用い何れも成人男女であって第4,5,6及び7表に示す如く K. T, T. H, K. S, S. T と略称することにした。併て此の4者の平常時の酒量を調べてみると、経験的には K. T 最も弱く, S. T 最も強いものである。仮に+符号の数の多い者を強いものとして

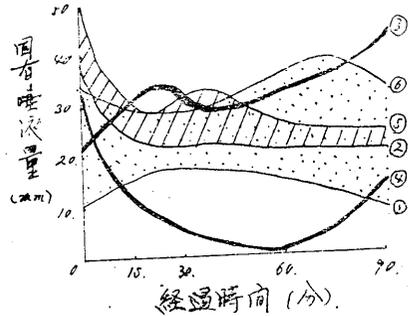
示すと, K. T の成績は第4表, 第6図及び第7図の如く其他3人のは第5表第8図及び第9図, 第6表, 第10図及び第11図並びに第7表第12図及び第13図になり此等の図表を添符して

第4表

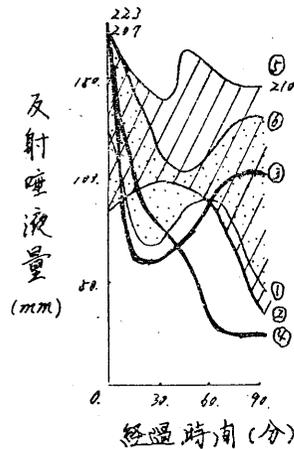
Alcohol に依る固有唾液量及び反射唾液量の変化
被検者 K. T. 24 8

対象	飲酒条件	過経時間				
		飲酒前 (mm)	飲酒 15分後 (mm)	30分後 (mm)	60分後 (mm)	90分後 (mm)
固有唾液量	(1)	35.0	28.0	17.0	16.0	11.0
	(2)	50.0	23.0	33.0	25.0	30.0
	(3)	21.0	33.0	33.0	33.0	48.0
	(4)	35.0	10.0	5.0	1.0	14.0
	(5)	38.0	30.0	22.0	20.0	25.0
	(6)	12.0	15.0	30.0	41.0	30.0
反射唾液量	(1)	120.0	65.0	95.0	97.0	45.0
	(2)	85.0	100.0	100.0	85.0	40.0
	(3)	170.0	60.0	70.0	100.0	100.0
	(4)	180.0	90.0	70.0	22.0	20.0
	(5)	207.0	140.0	165.0	150.0	210.0
	(6)	223.0	122.0	107.0	140.0	120.0

飲酒条件: (1), (6) は平常時, (2), (5) は酪酐量の $\frac{1}{3}$ 飲酒, (3) は酪酐量の $\frac{2}{3}$ 飲酒, (4) は酪酐量の飲酒
(1), (6) の経過時での飲酒前は測定開始時の意味である。



第6図 Alcohol に依る固有唾液量の変化



第7図 Alcohol に依る反射唾液量の変化

第5表

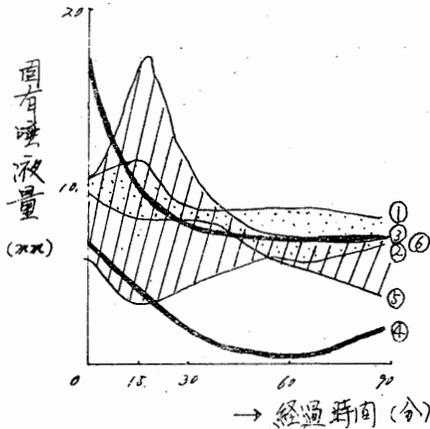
Alcoholに依る固有唾液量及び反射唾液量の変化
被検者 T. H. 26 ♀

対象	飲酒条件	経過時間				
		飲酒前 (mm)	飲酒15分後 (mm)	30分後 (mm)	60分後 (mm)	90分後 (mm)
固有唾液量	(1)	10.0	8.0	9.0	9.0	8.0
	(2)	11.0	18.0	5.0	6.0	7.0
	(3)	17.0	9.0	7.0	7.0	8.0
	(4)	6.0	4.0	2.0	1.0	2.0
	(5)	5.0	3.0	11.0	7.0	3.0
	(6)	11.0	12.0	8.0	6.0	7.0
反射唾液量	(1)	75.0	65.0	46.0	50.0	48.0
	(2)	80.0	62.0	48.0	110.0	65.0
	(3)	60.0	32.0	40.0	55.0	60.0
	(4)	30.0	20.0	18.0	2.0	2.0
	(5)	55.0	20.0	40.0	25.0	28.0
	(6)	48.0	50.0	32.0	37.0	22.0

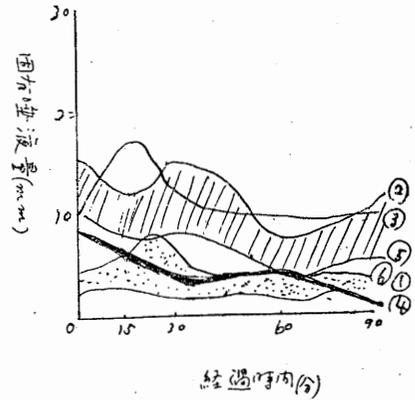
第6表

Alcoholに依る固有唾液量及び反射唾液量の変化
被検者 K. S. 24 ♂

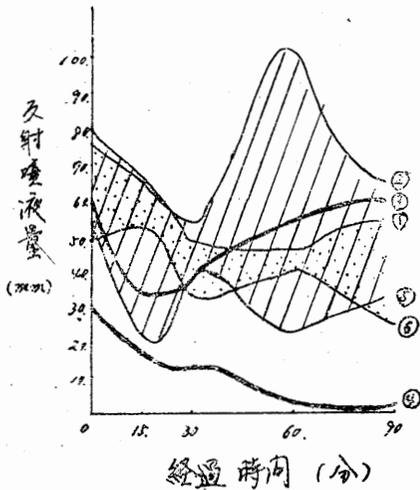
対象	飲酒条件	経過時間				
		飲酒前 (mm)	飲酒15分後 (mm)	30分後 (mm)	60分後 (mm)	90分後 (mm)
固有唾液量	(1)	5.0	2.5	2.0	10.0	12.0
	(2)	15.0	12.0	15.0	10.0	13.0
	(3)	9.0	17.0	11.0	8.0	10.0
	(4)	7.0	4.0	3.0	6.0	2.0
	(5)	10.0	6.0	8.0	4.0	8.0
	(6)	3.0	7.0	2.0	2.5	5.5
反射唾液量	(1)	5.0	6.0	16.0	11.0	20.0
	(2)	7.5	20.0	18.0	2.0	23.0
	(3)	40.0	45.0	45.0	30.0	30.0
	(4)	23.0	21.0	21.0	35.0	55.0
	(5)	35.0	13.0	6.0	48.0	3.0
	(6)	10.0	10.0	17.0	3.0	8.0



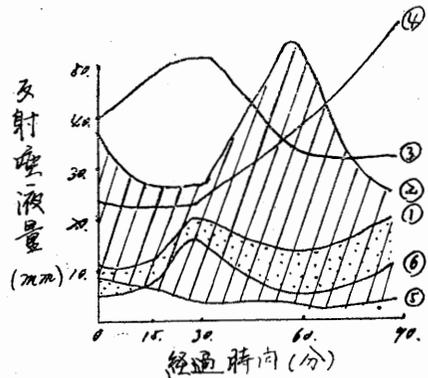
第8図 Alcoholに依る固有唾液量の変化



第10図 Alcoholに依る固有唾液量の変化



第9図 Alcoholに依る反射唾液量の変化



第11図 Alcoholに依る反射唾液量の変化

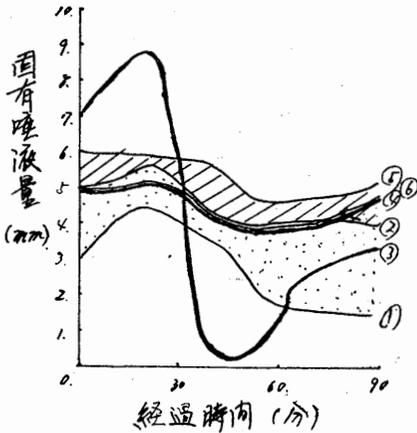
大きくまとめたものが第13表である。

即ちその結果は、固有唾液量については何れも少量で増加を示し、大量で抑制をしめしている。然るに反射唾液量については平常の酒量の如何に拘らずその成績は全く一致せず、K. T 及 T. H. は少量で増し、大量で減っているが、酒量の多い K. S 及び S. T は少量も大量も共に増

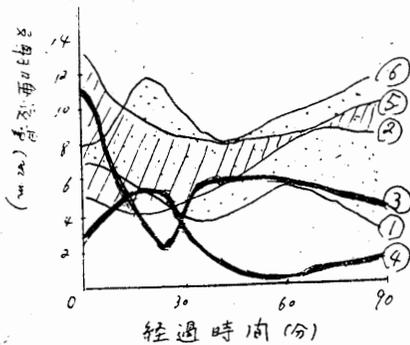
第7表

Alcoholに依る固有唾液量及び反射唾液量の変化
被検者 S. T. 26

対象	飲酒条件	経過時間				
		飲酒前 (mm)	飲酒15分後 (mm)	30分後 (mm)	60分後 (mm)	90分後 (mm)
固有唾液量	(1)	3.0	5.0	4.0	2.0	2.0
	(2)	5.0	5.5	5.0	4.0	4.0
	(3)	5.0	5.5	5.0	4.0	4.5
	(4)	7.0	8.5	2.0	3.0	4.0
	(5)	6.0	6.0	6.0	4.3	5.5
	(6)	5.0	5.2	5.0	2.0	2.0
反射唾液量	(1)	7.0	11.0	3.0	8.0	3.0
	(2)	5.0	4.0	4.2	8.0	6.4
	(3)	11.0	2.0	6.0	6.0	4.0
	(4)	2.5	5.5	1.0	1.0	1.0
	(5)	13.0	8.0	7.0	7.4	8.0
	(6)	8.0	5.5	8.0	6.0	9.0



第12図 Alcoholに依る固有唾液量の変化



第13図 Alcoholに依る反射唾液量の変化

すか減るかの成績を示している。既に述べた様に固有唾液の断位と反射唾液の断位とは此処にも異なる証拠が得られているが反射唾液の断位が主として延髄唾液中枢の高さにあるとすれば Alcohol 習慣は此の断位に持続的影響を与え

る事が明かで、固有唾液断位に影響を与えていない事が考えられねばならぬ。

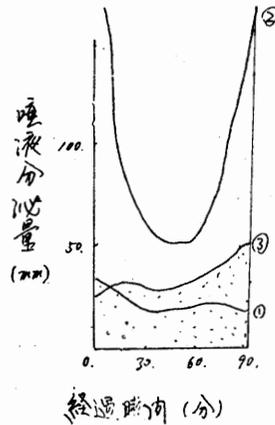
2) Urethanに依る実験

Urethanは4人の内3人に就てのみ実験を試みたが、実験の都合上各人に2gram宛屯服で与え15分から90分迄の間に数回の唾液量測定を行った。その結果は第8表第14図、第9表第15図及び第10表第16図の如くで、之を総括すると第13表に示す様に此の程度のUrethan量では

第8表

Urethanに依る固有唾液量及び反射唾液量の変化
被検者 K. T. 24

条件	唾液種類	経過時間				
		内服前 (mm)	15分後 (mm)	30分後 (mm)	60分後 (mm)	90分後 (mm)
Urethan作用時	固有唾液量	30.0	22.0	15.0	20.0	18.0
	反射唾液量	175.0	65.0	51.0	45.0	205.0
平常時	固有唾(測定開始時)液量	22.0	35.0	25.0	34.0	38.0



第14図

Urethan 麻醉に依る唾液量の変化 (2gram 内服)
K. T. 24

註 1) Urethan 内服後の固有唾液量。2) Urethan 内服後の反射唾液量。3) 平常時の固有唾液量

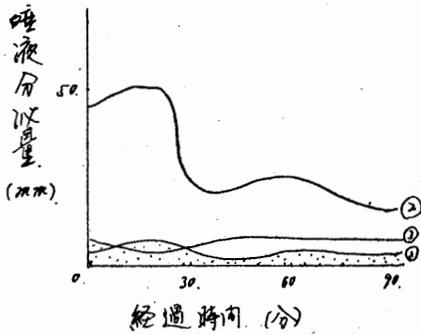
固有唾液量はやや減少するか不変、反射唾液量は3人共に相当の減少を示している。此処でもUrethanの此量では反射唾液断位が著しく抑制されて固有唾液断位は殆んど影響を受けないと云う変わった様相を呈している。

3) Philopon による実験

第9表

Urethanに依る固有唾液量及び反射唾液量の変化
被検者 T. H. 26 ♀

条 件	唾液 種類	経過時間				
		内 服 前 (mm)	15 分 後 (mm)	30 分 後 (mm)	60 分 後 (mm)	90 分 後 (mm)
Urethan 作用時	固有唾 液量	6.0	9.0	5.0	8.0	5.0
	反射唾 液量	45.0	51.0	20.0	30.0	15.0
平常時	固有唾 (測定開始時) 液量	10.0	7.0	8.0	8.0	7.0



第15図

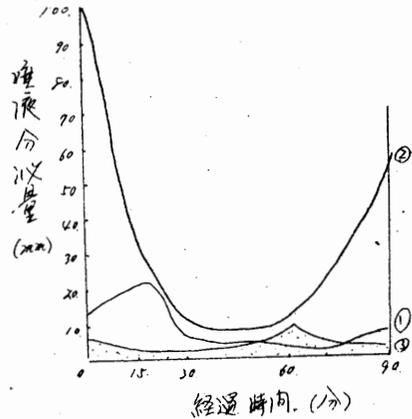
Urethan 麻酔に依る唾液量の変化 (2 gram 内服)
T. H. 26. ♀

第10表

Urethan による固有唾液量及び反射唾液量の変化
被検者 K. S. 24 ♂

条 件	唾液 種類	経過時間				
		内 服 前 (mm)	15 分 後 (mm)	30 分 後 (mm)	60 分 後 (mm)	90 分 後 (mm)
Urethan 作用時	固有唾 液量	12.6	22.0	4.0	3.0	5.0
	反射唾 液量	100.0	25.0	4.0	8.0	55.0
平常時	固有唾 (測定開始時) 液量	5.0	3.0	2.0	7.0	3.0

覚醒剤 Philopon による影響はどうか。実験は K. T. 及び T. H. の 2 人について行った。数に於て少々遺憾であるが、その成績は略一致し固有唾液量は明かに抑制せられているが (第11表, 第17図及び第12表, 第18図) 反射唾液量は殆んど不変である。此のことは Philopon の固有唾液断位には特に欠くが反射唾液断位には殆んど欠いていないと考えなければならぬ。此の点は Urethan と全く相反する。



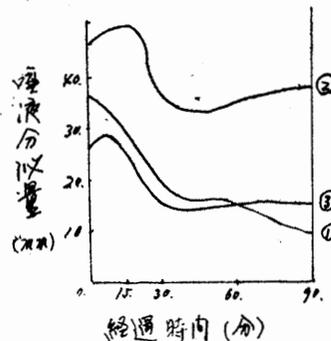
第16図

Urethan 麻酔に依る唾液量の変化 (2 gram 内服)
K. S. 24 ♂

第11表

興奮剤に依る唾液量 (Philopon 5錠内服) の変化
被検者 K. T. 24 ♂

条 件	唾液 種類	経過時間				
		内 服 前 (mm)	15 分 後 (mm)	30 分 後 (mm)	60 分 後 (mm)	90 分 後 (mm)
Philopon 作用時	固有唾 液量	35.0	18.0	20.0	15.0	12.0
	反射唾 液量	45.0	47.0	33.0	35.0	37.0
平常時	固有唾 (測定開始時) 液量	25.0	27.0	15.0	12.0	11.0



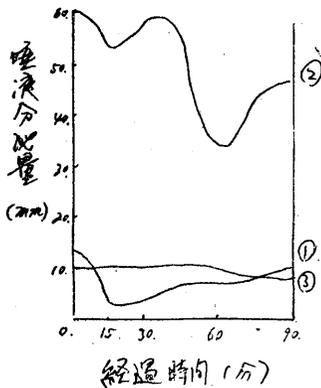
第17図 興奮剤に依る唾液量 (mm) の変化
(Philopon 5 Tablet) K. T. 24 ♂

IV. 総括的考察

著者が先に発表した第1報の結果のうち、生理学的に明かな点は年齢によって耳下腺固有唾液量は有意の差を示し、少年期より成年期に至

第12表 興奮剤による唾液量の変化
被検者 T. H. 26 ♀

条 件	唾液種類	経過時間				
		内服前 (mm)	15分後 (mm)	30分後 (mm)	60分後 (mm)	90分後 (mm)
Philopon作用時	固有唾液量	14.0	7.0	6.0	7.0	11.0
	反射唾液量	60.0	55.0	60.0	35.0	50.0
平常時	固有唾液量 (測定開始時)	10.0	11.0	11.0	9.0	8.0



第18図 興奮剤による唾液量 (mm) の変化
(Philopon 5 Tablet) T. H. 26 ♀

き易いと云って居るが著者の測定は春から夏のものであるに対し自律神経緊張症と唾液量との相対的比較であるので差支えないと考え、耳下腺唾液と自律神経緊張症との間には何の関係もないとの結論に到達した。

次に此の耳下腺唾液の大量群と少量群とに注目して Pilocarpin 唾液分泌量と反射唾液量, Pilocarpin 唾液分泌量と固有唾液量及び固有唾液量と反射唾液量に就いて考えると後二者では耳下腺支配神経末端から遊離される Acetylcholine を考えたので所謂大量群, 少量群の唾液中の Cholinesterase に就いてみても殆ど特筆す可き差違が見られなかった。Cholinesterase に就て吟味しても殆んど特筆す可き差異を分泌量の多寡に於て認められなかった。従って固有唾液量は自律神経の緊張度, その性質等には殆ど関与していないと考える可きである。然らば固有唾液量の変化は何に原因するか, もっと中枢性の問題として考える必要があるのではないかと麻醉薬の Alcohol 及び Urethan を与えた場合に, 固有唾液量と反射唾液量が如何に消去するか。更に又覚醒剤 Philopon を投与した場合

第13表 大脳機能実験総括表

被検者	性	年齢	酒耐量	作用物質							
				固有唾液		反射唾液		Urethan (2g)		Philopon	
				酒量少	酒量大	酒量少	酒量大	固有唾液	反射唾液	固有唾液	反射唾液
K. T.	♂	24	+	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(±)
T. H.	♀	26	++	(+)	(-)	(+)	(-)	(±)	(-)	(-)	(+)
K. S.	♂	24	+++	(+)	(±)	(+)	(+)	(±)	(-)		
S. T.	♂	27	+++	(+)	(-)	(-)	(-)				

るに従って増加する事, 特に大学生 (男女共) に於て一般成人の量に達して居る事が明かとなった。これは何に原因するであろうか。此の事に就て先づ耳下腺を支配する自律神経の作用が役割を演ずるのではないかと考え著者は分泌最旺盛なる男子 8 名に就て薬物試験を試み自律神経緊張症と耳下腺唾液量との関係を求めた所, 交感神経緊張症の例には遭遇しなかったが逆に副交感神経緊張症と特に考えられる者は無いが一般的にややいづれも近い様な感じを受けた。尙外山⁵⁾ は夏期では人の副交感神経緊張症に傾

は如何等の問題を研究せんとした。

その結果は, 先に第13表で総括提示した如く Alcohol に就いては平静の酒量の如何にかかわらず固有唾液量に対しては全く一定の影響即ち少量で興奮, 大量で抑制と云う結果を得た。然るに反射唾液に就ては平静の酒量により著しい差異がある。

Urethan 及び Philopon は固有唾液量に対して全く反対の影響を (固有唾液量及び反射唾液量に対して) 与え Urethan は反射唾液量に対して抑制するにかかわらず Philopon は殆んど影

響を与えずこれに反して固有唾液量に対しては Urethan は殆んど影響を与えないにかかわらず Philopon は強く抑制する。此等の結果は固有唾液量を支配する中枢断位と反射唾液量を支配する中枢断位とは全く異なる断位に存在すると結論せざるを得ない。従って固有唾液量の変化はすでに唾液腺の問題でなく唾液反射の中枢の問題でもないとするならば、それより高次の中枢部位を考えざるを得ない。ではその断位は如何なる断位であろうか。すでに早川¹⁾は若干の根拠を挙げて固有唾液量を支配するものは大脳皮質ではないかとの説をのべているが上記の結果の如く Alcohol 少量によって興奮性の影響を Philopon 一定量により抑制的な影響を与える事は之に積極的の支持を加える結果と云わなければならない。何故ならば抑制的影響が延髄に対して変化を与えざる量の Philopon によって固有唾液量に起るとすればその抑制は決して生体機能の低下による抑制でなくむしろ中枢制止の活潑となって抑制云いかえれば皮質活動の盛んになった為の抑制と考えなければならないからである。然らば少年より成人に至る間に皮質活動の変化は体重、身長等の変化とともにない事も理解出来よう。何故ならば皮質活動の成長は興奮活動の成長のみでなく必ず制止活動の相ともなっていくものであることはすでに Pavlov⁴⁾ その他によって証明せられている事である。

V. 結 論

上記の実験結果をまとめて列記すると次の如くである。

- 1) 年齢により人耳下腺唾液量は変化するが

体重の増加に比すればこれとは併行しない一種の増加である。

- 2) 是は交感神経緊張症には余り関係がないが副交感神経緊張症の側にあるものようである。

- 3) Pilocarpin 唾液と反射唾液は反比例の関係があるが Pilocarpin 唾液と固有唾液とは関係がない。このことは平常時の個人差が固有唾液と反射唾液とが平行しないもので互いに独立して存在することに似ている。

- 4) Cholinesterase に就いての固有唾液の個人差は大量なると少量なるとによっても変化しない。

- 4) Alcohol は固有唾液断位には一定の影響を与えるが反射唾液断位に対しては平静の酒量によって全く異なる影響を与える。

- 6) Urethan は固有唾液断位には影響を与えず反射唾液断位に影響を与えるが Philopon は固有唾液断位には抑制を与え反射唾液断位には影響を与えない。

稿を終るに当り 絶えず御助力下さつた各位に心から感謝の意を表す。

文 献

- 1) 早川領三 (1948) 条件反射 第13輯
- 2) 金井 泉・杉田 保 (1941) 臨床検査法提要 263
- 3) 北村尚信 (1952) 人間耳下腺固有唾液量の生理学的意義に就て (第1編) 耳下腺固有唾液量に関する大数観察特に年令的な問題 日本生理誌 16, 12
- 4) Pavlov, I. P. (邦訳 林 麟 1952) 条件反射学 (創元文庫)
- 5) 外山敏夫 (1951) 血液成分の季節変動から見た自律神経緊張状態 日新医学 38, 3
- 6) 渡辺 一 (1950) 日本人の自律神経緊張状態に関する研究 労働科学 26, 430-436

Summary

Assuming that the quantity of the profer saliva is influenced by the central nervous system, I examined to discover what level it is related to.

Then, at first, taking up the grade of tension of the autonomic nerve, I examined the grade of tension of subjects, autonomic nerve and the quantity of parotid saliva by the pilocarpin injection. And I measured the quantity of cholinesterase in the saliva, too. Thus I found that the quantity of the proper parotid saliva wasn't related to the tension of

parasympathetic nerve at all.

Secondary, I examined further that there was no parallel relation between the reflexed and proper saliva.

Accordingly I thought that the quantity of proper parotid saliva was ruled by the central-function in high level and examined its quantity by using narcotic (alcohol and urethan) and stimulant (philopon).

So, I found that the quantity of proper parotid saliva increased in small drinking quantities of alcohol and decreased in its large drinking quantities and it had not any relation to the usual drinking quantity.

But I made clear, however that the quantity of reflected parotid saliva changed with the individual alcohol endurance capacity.

And so in case of urethan the quantity of proper parotid saliva was nearly constant in spite of the quantity of urethan and the quantity of reflected saliva decreased always.

While in case of philopon the quantity of proper parotid saliva decreased always in spite of the quantity of philopon and the quantity of the reflected saliva was constant.

By the above experiment I concluded, therefore that the central level ruling the quantity of proper saliva and reflected saliva existed at quite different levels and thought that the change of the quantity of proper saliva was innervated by the higher centre, that is, the cerebral cortex independently of the saliva gland itself or reflective secretion centre of saliva.

Therefore, in view of the fact that the action of the cerebral cortex becomes active with age I can agree with the fact mentioned in part 1 that the absolute quantity of proper parotid saliva increases with age.

(Department of Physiology in Tokyo Medical College)

赤血球浮游液の Catalase 能の研究 (第II編) 実地面 612.111, 612.128.

Studies on the Catalase Activity of Red Blood Cell Suspension. II. Practical Part.

関 口 晃 (SEKIGUCHI-Akira) *

第I篇の成績より赤血球浮游液の catalase 能 (C. A.—第I篇I参照) はすべて赤血球の catalase によるものであり、1分子反応に従い、保存しても安定であることが明かとなった¹⁾。これらの事実より赤血球の C. A. が実地に利用し得る可能性がうかがわれる。著者はこの実用化をはかり赤血球濃度微量測定法を考案し、その正確さを確認するとともに本法の利用し得る限界を明かにした。更に本法によって血液 catalase を中心として赤血球数、血球素量の生理的動揺等について2,3の実験を行った。

I. 赤血球濃度微量測定法

実験方法

人血 (クエン酸ソーダ添加) を Sahli 血球素計のピペットで 20mm³ とり、生理的食塩水 ($\Delta = -0.56^\circ\text{C}$) に加え 250, 500, 1000, 1500, 2000倍の赤血球浮游液を作る。これらの 1ml を tuberculin 注射器を用い急速に $\frac{N}{25}\text{H}_2\text{O}_2$ (溶

媒は pH6.8 の $\frac{M}{15}$ 磷酸緩衝液に 0.5% の割に食塩を加え等張にしたもの) 5ml に加え、25°C の恒温槽中にて一定時間作用させ、10% H₂SO₄ 2ml を注射器で加え反応を停止させる。これを 2ml のマイクロピレットを用い $\frac{N}{10}\text{KMnO}_4$ で滴定し残存する H₂O₂ を定める。この KMnO₄ 消費量を a ml, 分解前の H₂O₂ 量に対応する KMnO₄ 液量を b ml とすれば $\log \frac{a}{b}$ が所謂赤血球浮游液の C. A. である^{1) 2)}。作用時間として 5, 10, 15分を選んだ (第I篇参照)。

実験結果

赤血球濃度と C. A. とが比例するならば総ての濃度で C. A. に稀積度を乗じた値が一致する筈である。測定した C. A. より (C. A. × 稀積度) を各濃度に於て求めると第1表の如くなり、作

用時間 5, 10, 15分の何れに於ても (C. A. × 稀積度) の値は総ての濃度で一致している。

第1表

5分作用					
No.	250倍	500倍	1000倍	1500倍	2000倍
1	9.79	9.55	9.82	9.92	9.68
2	9.22	9.20	9.17	9.09	8.80
3	10.07	10.31	10.08	10.02	10.28
4	9.56	9.59	9.76	9.90	8.96
平均	9.66	9.66	9.71	9.73	9.43
10分作用					
1	21.04	20.03	20.75	21.18	20.48
2	19.19	19.48	19.72	18.99	
3	18.86	18.03	18.96	18.66	18.60
4	20.70	20.76	20.70	20.82	20.32
平均	19.95	19.83	20.03	19.91	10.80
15分作用					
1	30.46	31.30	30.99	31.00	30.80
2	27.88	28.01	28.22	28.23	
3	27.81	28.28	28.14	28.13	27.72
平均	28.72	29.20	29.12	29.12	29.26

即ち赤血球浮游液の C. A. は赤血球濃度に比例していることが証明される。これより赤血球浮游液の C. A. を測定することにより簡単に原血液の赤血球濃度を相対的に測定し得ることが分る。

次に25°C以外の温度で赤血球濃度と C. A. とが比例するか否かを確かめる実験を行った。人血より 250, 500, 1000, 1500, 2000 倍稀積の赤血球浮游液を作り 5, 15, 25, 35°C に於て作用時間 10分で各々の C. A. を測定した。各濃度に於ける (C. A. × 稀積度) の値は

	250倍	500倍	1000倍	1500倍	2000倍
5°C	59.2	59.0	57.0	57.0	56.0
15°C	101.0	100.0	100.0	100.5	100.0
25°C	148.0	154.0	154.0	150.0	148.0
35°C	228.5	229.0	226.0	217.5	216.0

であり、総ての濃度で良く一致している。

* 金沢大学医学部生理学教室

稀釈度1500倍以上の値に多少の低下がみられ、35°Cでその程度が大きいのは catalase の稀薄な上に、高温の影響が加わって不能化が現われたものであろう。実際には1500倍稀釈で30°C以上で測定しなければならないことは先づない。通常吾々が経験する温度及び濃度の範囲内では常に C.A. と赤血球濃度とが比例することが分る。即ち赤血球濃度の比較を目的とする測定の場合には室温が一定して居れば必ずしも恒温槽を要しないことになる。又第Ⅰ篇の結果より赤血球浮游液は室温(18°C)に放置して少くも30時間は C.A. に変化がない¹⁾。かかる安定性は本法の実施に極めて都合な事であって、採血から測定までの時間の制限をなくし、採集した多くの試料を任意の時に一時に測定することが出来る。

以上赤血球濃度微量測定法は時間、温度の選択に広い範囲にわたって自由であり、操作が簡単なので他の実験にも容易に利用出来る。しかし上述の赤血球浮游液の C.A. 測定の至適条件として経験的に血液稀釈倍数 500, 恒温槽温度 25°C, 作用時間10分を選定した。

赤血球浮游液の C.A. の測定値は再現性が極めて高い。1つの人血試料より Sahli のピペットで500倍赤血球浮游を多数作り、その測定値の再現性をみるために変異係数 ($V = \frac{a}{M} \times 100$) を求めると 0.24% であった。Sahli のピペットでは採血量が多過ぎるので血液を節約し、採血を容易にするため寒暖計の毛細管を利用して作った小動物用ピペット (容量約2.5mm³) で全く同じ実験を行って、変異係数 0.98% なる値を得た。一般に赤血球計算の誤差は相当大きいもので Berkson らによれば1回の測定では最も正確に行われた場合でも変異係数は5%以上であるという³⁾。又 Smith は非常に手間と労力をかけ測定を何回も反復し、その平均値をとって変異係数3%という成績を得ている⁴⁾。従って本法に依ると何れのピペットを用うるにせよその成績は赤血球計算より遙かに再現性に富み赤血球計算では望むことの出来ない正確さを持っている。更に本法が実地上どの程度まで赤血球計算

の代用として用いられるか、この限界を明確にするためには多数の個体について赤血球数と C.A. との関係を種々の場合について精密に検討する必要があるが、Ⅱ, Ⅲ, Ⅳの実験結果よりその適用し得る範囲を略々決定することが出来た (Ⅳ附参照)。

Ⅱ. 赤血球 catalase 能と赤血球数, 血球素量との関係

血液 catalase の赤血球数, 血球素量との関係を調べた実験は数多くあるが、研究者により相当差異ある結果を出している⁵⁻⁷⁾。これは主として測定方法の相違によるものであろう。併し一般に血液 catalase と赤血球数, 血球素量との間には密接な関係があるとされている。血液 catalase は殆んど総て赤血球中にあり、血球素と類似した化学構造を持つから、catalase 量は赤血球数へ血球素量と密接な関係を持つことは容易に想像されるところである。これらの関係を表わすために catalase 係数 ($\frac{\text{catalase 能}}{\text{赤血球数}}$)⁵⁾, catalase 血球素係数 ($\frac{\text{catalase 能}}{\text{血球素量}}$)⁶⁾ が考案されている。しかしこれらの catalase 能は溶血した血液について測定されている。第Ⅰ篇に述べた様に生理的に特殊な意味を持つ赤血球浮游液の C.A. はこれらに対して如何なる関係にあるのであろうか。

次に同一血液より作った赤血球浮游液の C.A. は正確にその濃度に比例するが、この C.A. と赤血球数との比率 (これを赤血球 catalase 係数と呼ぶ) には若干の個人差がある。この比率の分布度を知ることは、この catalase 能を利用した赤血球濃度微量測定法の適用し得る範囲を確める上に緊要である。さらに赤血球浮游液の catalase 血球素係数にも個人差があるが、これは如何なる分布を示すか。

これらを明かにするために赤血球浮游液の C.A. と赤血球数, 血球素量を健康成人男女各50名について測定し相互の量的関係を吟味した。

実験対象及び方法

研究室勤務者, 学生及び看護学校生徒の健康

な男女各50名を対象とした。

指頭より 50mm³ のピペットで採血し生理的食塩水で 200 倍赤血球浮游液 10ml をつくり、Thomaの血球計算室に盛り 160 小区劃を 2 回計算し赤血球数を得た。残りの赤血球浮游液 2ml に同量の生理的食塩水を加え 400 倍となし、所定の術式に従い C. A. を測定した。更に残りの 200 倍赤血球浮游液 4ml に $\frac{N}{10}$ HCl 4ml を加え血球素を塩酸ヘマチンとなし、25°C に 15 分放置後光電比色計 (日立) にかけて吸光度を測定 (フィルター B) し、予め求めて置いた血液の血球素量 (Van Slyke 検圧法で測定) と吸光度の関係より各測定値から血球素量 (gr/dl) を計算した。

実験結果

測定結果の平均値、信頼限界 (有意水準 1%) 及び変異係数 (V) は第 2 表の如くなる。表中の C.A. は測定値に $\frac{5}{4}$ を乗じ 500 倍赤血球浮游液の C.A. に換算した値である。赤血球 catalase 係数は $\frac{C.A.}{赤血球数 \times 10^{-4}} \times 10^4$, catalase 血球素係数は $\frac{C.A.}{血球素量} \times 10^2$ として求めた。但しこれらの係数の計算には C.A. を 1000 倍赤血球浮游液の C.A. に換算して用いた。血球素指数は血球素量 13.8gr/dl を Sabli 値 100% とし型の如く計算した。

第 2 表

	男			女				
	平均値	信頼限界	V (%)	平均値	信頼限界	V (%)		
赤血球数 $\times 10^{-4}$	465.2	≥ 449.8	≥ 434.4	8.93	393.9	≥ 381.5	≥ 369.2	8.14
カタラーゼ能	0.340	≥ 0.329	≥ 0.316	9.76	0.302	≥ 0.293	≥ 0.284	7.99
血球素量 (gr/dl)	14.75	≥ 14.36	≥ 13.95	7.21	13.65	≥ 13.32	≥ 12.99	6.99
赤血球カタラーゼ係数	3.72	≥ 3.61	≥ 3.50	7.64	3.96	≥ 3.86	≥ 3.76	7.41
カタラーゼ血球素係数	1.15	≥ 1.13	≥ 1.11	5.19	1.21	≥ 1.19	≥ 1.17	5.34
血球素指数	1.18	≥ 1.15	≥ 1.12	6.39	1.08	≥ 1.06	≥ 1.04	6.49

赤血球数、血球素量及び血球素指数の値及び分布度は先人の研究成績⁹⁻¹²⁾ とほぼ一致して居り、C.A. 赤血球数、血球素量は正規分布をなし 7~9% の変異係数を得た。又赤血球 catalase 係数、catalase 血球素係数、血球素指数も正規分布をなし変異係数 5~7% である。即ち赤血球

catalase 係数、catalase 血球素係数の分布度は血球素指数のそれとほぼ同程度であることが分る。併しこの C.A., catalase 血球素係数は溶血液による研究結果と直接比較することは出来ない。

実験結果の男女間の差を検定すると (本論文の検定の有意水準は総て 1% である)

- 赤血球数 $F_0 = 8.64 > 6.90$
- catalase 能 (C.A.) $F_0 = 33.7 > 6.90$
- 血球素量 $F_0 = 109.0 > 6.90$
- 赤血球 catalase 係数 $F_0 = 0.204 > 6.90$
- catalase 血球素係数 $F_0 = 23.6 > 6.90$
- 血球素指数 $F_0 = 48.4 > 6.90$

となり赤血球数、C. A., 血球素量、血球素指数は男が大であり、赤血球 catalase 係数には有意の差がなく、catalase 血球素係数は女が大である。このことは女の赤血球数、血球素量は男より少いが、赤血球の単位量を示す C.A. は男と変わらず、血球素の単位量に対応する C.A. は男より大きいことを意味する。

次に上の C.A., 赤血球数、血球素量の実測値相互の相関係数を求めると

	男	女
赤血球数: catalase 能	+0.66	+0.56
赤血球数: 血球素量	+0.63	+0.63
catalase 能: 血球素量	+0.71	+0.74

となり、何れも正の相関を認めるが、これらの間には有意の差は認められない (これは健康成人の測定結果より得られたものであって、C. A., 赤血球数、血球素量々々の値が比較的狭い範囲に密集した標本より算出した相関係数である)。

III. 赤血球 catalase 能、赤血球数、血球素量の生理的消長

Catalase 能、赤血球数、血球素量の生理的動揺については非常に多くの報告^{4)5) 13-23)} があるが、これら諸量を総合的に測定し相互関係の検

討を行っている実験は少い。特に C.A. は赤血球数によって支配的に影響されるので、溶血血液についてのみ C.A. を測定したのでは意味づけに於て不充分である。この様に密接な関係にある各因子は夫々同時に測定し、これら相互の関係を総合して初めて真相をうかがうことが出来る。このために赤血球浮游液の C.A. と同時に赤血球数、血球素量を測定し、更に同一濃度の赤血球浮游液と溶血々液の C.A. の比率 (S/H, これを catalase の血球浮游液係数と名づける) を求めた。この血球浮游液係数は赤血球として現わす C.A. と溶血状態て表わす C.A. (赤血球中に含まれる catalase 量を示す) との比率を示すもので、血球浮游液係数と赤血球数とを平行して測定すれば C.A. の変動が赤血球数の増減によるものか、或いは赤血球の catalase 含有量自体の変動によるものかを区別することが出来る。実験は一昼夜の観察と長期間 (約 2 ヶ月) の観察との 2 つに分けて行った。

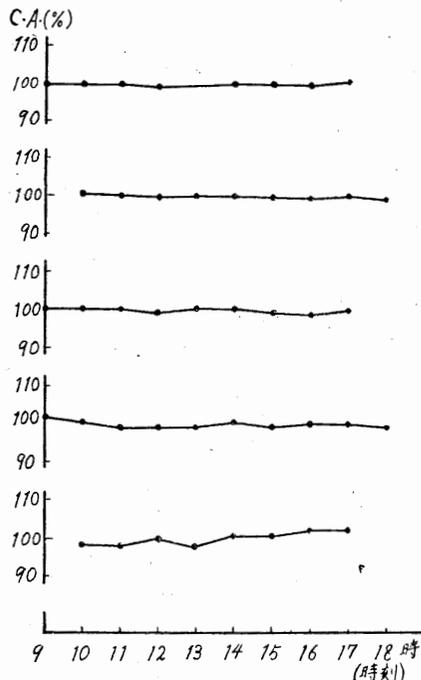
A. 一昼夜の消長

実験方法

研究室勤務者男 5 名について日常生活のままの状態の下に実験を行い、1 時間置きに指頭より採血し 500 倍赤血球浮游液 10ml を作り C.A. を測定した。又残りの赤血球浮游液 5ml に 0.05% サポニン溶液 (生理的食塩水 1l にサポニン 0.5gr 加えたもの) 5ml を加えて溶血せしめ、1 分後に H_2O_2 に 1 分間作用せしめ C.A. を測定し血球浮游液係数 (S/H) を求めた。尚サポニンは数秒にして溶血を完了する最小必要量として 0.05% を選び、この程度のサポニンの存在は C.A. に影響のないことを予備実験で確めた。

実験結果

通常勤務中の実験: 午前 9 時より午後 6 時まで 1 時間置きに赤血球浮游液の C.A. を測定し、平均値を 100 とし百分率をとってその変動を示すと第 1 図の如くなる。10 例の差異係数の平均は 1.55% であり C.A. はよく一定を保っている。これは昼間研究室勤務の生活に於て赤血球数が略一定に保たれていることを示すものである。Iwnitzky-Wassilenko らは溶血々液として測定



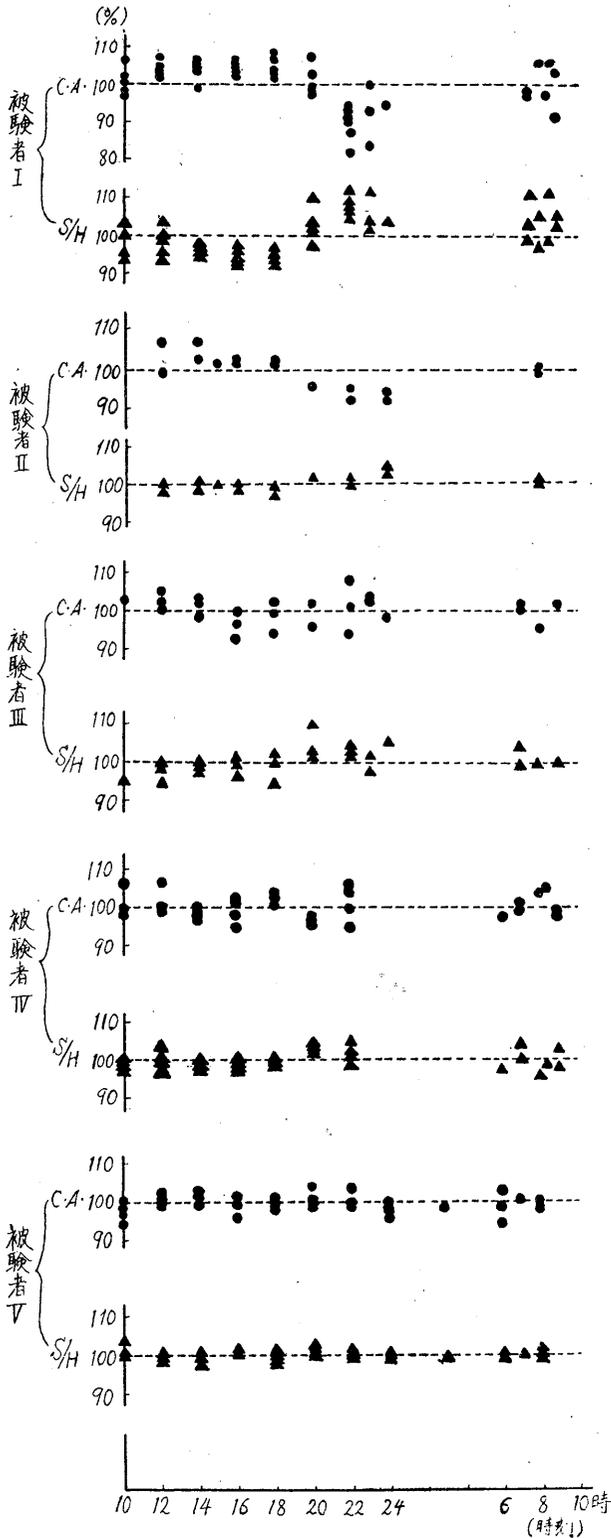
第 1 図

し 10% 以上の変動があると報告しているが¹⁶⁾、この様な大きい変動は溶血状態の catalase の不安定なることに起因するものであろう。

一昼夜の実験: 午前 10 時から就眠時まで、翌朝覚醒時から午前 10 時まで 2 時間置きに測定した結果を、平均を 100 とし百分率を取って赤血球浮游液の C.A. と S/H を第 2 図に示した。S/H は溶血々液の C.A. 測定的作用時間は 1 分、赤血球浮游液の C.A. 測定は 10 分であるから、後者の C.A. を $\frac{1}{10}$ して作用時間 1 分値をもとめ、この値を溶血々液の C.A. を以て除し百分率として表した。

第 2 図より明かな如く絵での例に於て日中は C.A. も S/H も略一定している。しかし被検者 I, II では午後 8 時以後即ち帰宅後きまって C.A. の低下がみられる。これは赤血球数の減少に基因するものと考えられる。これに対し被検者 III ~ V では終日 C.A. に変化なく、赤血球数が恒常に保たれているものと考えられる。

S/H の値は被検者 I, II に於て夜間 C.A. の低下する時期に上昇を示している。その機転や



第2図

C. A. の変動との関係は明かではないが、この上昇が赤血球内の catalase 量には変化なく、浮游状態に在る赤血球の C. A. が増大することを意味するものとすれば、前記夜間に於ける赤血球数の減少は C. A. に見られる減少よりも更に強度のものであると推定される。被検者 III ~ V に於ては S/H も終日略一定した値をとる。

以上の様に一昼夜にわたって血液の C. A., 従って赤血球数を観察すると人によって I の様に夜間低下する型と、殆んど変動を示さない V の様な型に類別され、両者の間に種々の中間移行型 (II ~ IV) が見られるものとする。

一昼夜にわたる赤血球数の研究としては Smith の報告がある。Smith は一昼夜を 8 時間づつに分ち別々に 1 時間置きに赤血球計算を行い、一昼夜の間赤血球数の変動はないと結論しているが⁴⁾、夜間睡眠をとらずに実験しているので自然な日常生活の一昼夜とは云い得ない。又沢口は血球素量を昼間と夜間睡眠中に測定し夜間には 6~30% 低下することを報告しているが²³⁾、低下の程度に大きい中のあることは前述の如き型の異なった者からの測定結果によるものであろう。

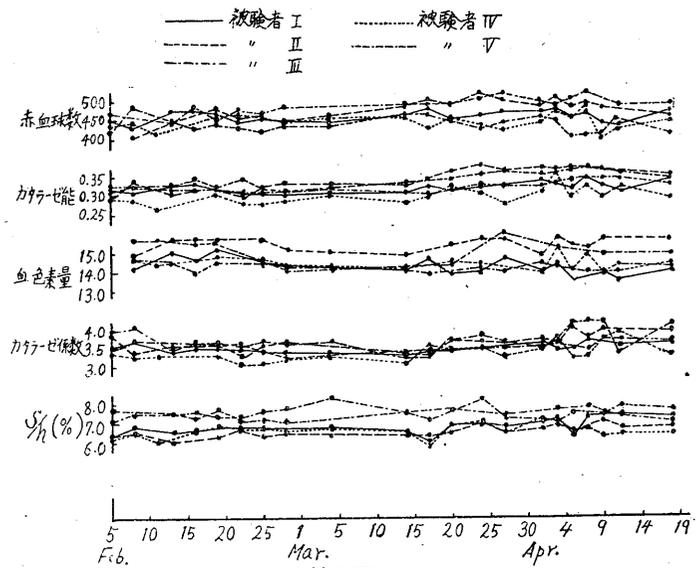
B. 長期間の消長

実験方法

前記 5 名について 2 月 5 日から 4 月 18 日まで 3~4 日置きに測定した。測定当日午前 10~11 時の間に指頭より 50mm のピペットで採血し 200 倍赤血球浮游液 10ml を作る。これについて赤血球浮游液の C. A., 赤血球数, 血球素量を II と同様にして測定し、同時に静脈より採血し 500 倍稀釈の赤血球浮游液と溶血々液を作りその C. A. を測定し S/H を求めた。尚溶血々液は前記サボン溶液に溶血せしめた。

第3表

被検者番号	I		II		III		IV		V		
	平均値と信頼限界	V (%)									
赤血球数 ×10 ⁻⁴	468.8 ≥ 459 ≥ 449.2	3.29	499.4 ≥ 484 ≥ 468.6	4.40	446.3 ≥ 433 ≥ 419.7	4.96	459.4 ≥ 445 ≥ 430.6	4.95	506.4 ≥ 484 ≥ 461.6	5.25	4.57
カタラーゼ能	0.329 ≥ 0.320 ≥ 0.311	4.34	0.365 ≥ 0.347 ≥ 0.329	7.65	0.331 ≥ 0.321 ≥ 0.311	4.54	0.312 ≥ 0.298 ≥ 0.283	7.42	0.359 ≥ 0.342 ≥ 0.325	5.72	5.93
血球素量	14.5 ≥ 14.2 ≥ 13.8	3.39	15.7 ≥ 15.4 ≥ 15.2	2.20	14.4 ≥ 14.2 ≥ 14.0	1.67	14.7 ≥ 14.4 ≥ 14.1	2.66	15.7 ≥ 15.1 ≥ 14.5	3.87	2.76
赤血球カタラーゼ係数	3.67 ≥ 3.49 ≥ 3.31	3.42	3.79 ≥ 3.63 ≥ 3.47	6.17	3.90 ≥ 3.71 ≥ 3.52	7.92	3.52 ≥ 3.36 ≥ 3.20	7.15	3.64 ≥ 3.53 ≥ 3.42	3.64	5.66
S/H (%)	6.94 ≥ 6.74 ≥ 6.54	5.25	6.74 ≥ 6.54 ≥ 6.34	4.31	7.78 ≥ 7.55 ≥ 7.32	4.33	6.82 ≥ 6.63 ≥ 6.44	4.49	7.80 ≥ 7.44 ≥ 7.08	4.53	4.58



第3図

実験結果

赤血球数, C. A., 赤球素量, 赤血球 catalase 係数, はすべて II と同様に計算し, S/H は A と同様にして求め第3図に表した. これらの値の変動の程度を見るために変異係数 (V) を求め平均値, 信頼限界と共に示すと第3表の如くなる. この様に各々の値に長期間には多少の変動があるが特に大きい変異係数を示すものはなく, 特別な傾向を示すものもない. 又その経過に於

て C. A. と赤血球数との間にある程度の正の相関 (相関係数 0.5~0.6) が認められる. 即ち各因子は時間的にも可成りの相関を持って変動していると考えられる. 又被検者によって各測定値の間に有意の差が認められるものがあり, 個人差のあることが確認される.

IV. 運動時の赤血球 catalase 能, 赤血球数, 血球素量

運動時の赤血球数の増加は周知のことであるが^{10, 20, 21)}, 血液 catalase に関してはある者は上昇すると云い¹⁰⁾^{25, 26)}, ある者は上昇を見ないと報告している^{27, 28)}. これらの研究の多くは赤血球数, 血球素量等と総合的に測定せず溶血々液として運動の前後について比較した実験で, 溶血から測定までの時間が明示されてないので充分信頼出来る結果とは云えない. 然し catalase の保持者たる赤血球の増加があれば C. A. の上昇は当然のことである. この場合赤血球単位量中の catalase 量が増加すれば C. A. は上昇したと云い得るが, 変化がなければ血液単位量中の catalase は明かに増加してはいるがこれは血液の濃縮, 赤血球の動員等の赤血球数の変化が主な原因であって, この状態を特に血液 catalase が増加したと云ってよいか否かは問題があるこ

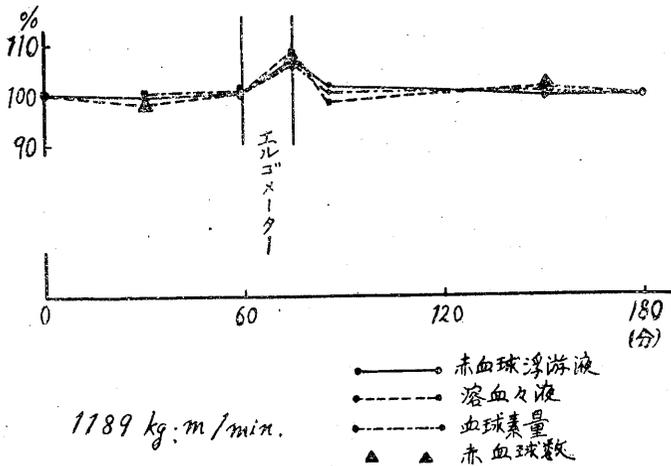
とと考える。しかし運動中果して赤血球単位量の示す C.A. が上昇するか否かは興味あることである。この様な意味で運動中の C.A. (赤血球浮游液, 溶血々液), 赤血球数, 血球素量を測定し catalase を中心としてこれらの関係を観察した。

実験方法

研究室勤務者につき30分置きに3回採血し対照となし, その直後自転車 ergometer に乗り 850~1270kg·m/min (荷重 6~9kg, ペダル1秒1回転) の仕事を15~30分間行い運動中, 運動直後及び以後 5~20分置きに数回採血し, 更に 1~2 時間後にも採血した。かくして得た 500 倍赤血球浮游液 10ml につき赤血球数, C.A. (赤血球浮游液, 溶血々液), 血球素量をⅡ, Ⅲと同様にして測定した。

実験結果

運動中の各測定値の変動を対照 (運動終了後 1 時間以後の値は完全に旧に復すのでこれも含める) を 100 とし百分率をとって 1 例を示すと第 4 図の如くなる。即ち運動によって C.A., 赤



第4図

血球数, 血球素量ともに 7~10% の増加を来すが, 運動直後が最大であり以後徐々に低下し少くとも 1 時間後には旧に復す²¹⁾。この場合赤血球 catalase 係数, catalase 血球素係数, S/H を対照と運動中とに分け平均をとり比較すると第 4 表の如くなる。全平均値は何れも運動中是对

第4表

No.	Catalase 係数		Catalase 血球素係数		S/H	
	対照	運動中	対照	運動中	対照	運動中
1	3.26	3.33				
2	2.96	2.98				
3	3.88	3.76				
4	3.56	3.56			8.07	7.90
5	3.34	3.22			6.13	6.18
6	3.30	3.35			7.19	6.88
7	2.97	2.98	3.08	3.09	7.89	8.00
8	3.80	3.65	3.20	3.19	9.55	9.40
9	3.79	3.70	3.25	3.31		
10	3.33	3.20	3.00	2.84		
11			3.17	3.17	7.02	6.94
平均	3.42	3.37	3.14	3.12	7.64	7.55

照より小さいがこの差の検定を行つと

赤血球 catalase 係数 $F_0 = 2.34 < 10.56$

catalase 血球素係数 $F_0 = 0.293 < 21.20$

S/H $F_0 = 2.14 < 16.20$

であり有意の差はない。即ち運動中の赤血球数と C.A. の関係, C.A. と血球素量の関係及び赤血球浮游液と溶血々液の C.A. の比率は対照のそれと有意の差がない。しかも運動中赤血球数, C.A., 血球素量は平行して増加するのであるから, この C.A., 血球素量の増加はその保持者たる赤血球の増加によるものと推定される。換言すれば運動中も赤血球単位量の示す C.A. も含有する catalase 量も平常時と変わらず, C.A. の上昇は赤血球数の増加によるも考えられる。

附

赤血球濃度微量測定法について

Ⅰに於ては赤血球濃度微量測定法は 1 つの血液試料について C.A. と赤血球濃度とが比例す

ることを証明したに止まる。従つて生体内では赤血球単位量の示す C.A. に個体差もあるであろうし, 又時間と共に変動する可能性が考えられるから, 本法を赤血球濃度の相対的変化の追究, 或いは赤血球計算の代用として用いるためには尙検討の余地がある。

II, IIIにより赤血球 catalase 係数に個人差がある, 即ち赤血球単位量の示す C.A. が個体によって異なることが確認されたので, 本法によって異なった個体の赤血球濃度を比較することは出来ない. 併し II に見る様に赤血球 catalase 係数の変異係数は 7.5% であり, この程度の誤差を予め許容するならばその簡便さのために赤血球計算の代用とすることも出来る.

次に同一個人について赤血球数を問題にする場合は, その相対的変化を追究する事が多い.

IIIより長期の赤血球 catalase 係数, S/H の変異係数の平均は夫々 5.7%, 4.6% である. 又一昼夜の実験より一部の者を除き S/H は一定である. 更に IVより運動中でも赤血球 catalase 係数, S/H は平常時と変わらない. これらの事実より生理的な状態では, 殊に短期間の観察では本法の測定値は赤血球数の増減に比例すると考えられる. 即ち同一個人の赤血球数の変動の追究は血液の C.A. を測定することにより, 簡便正確に行うことが出来る.

V. 各種動物に於ける catalase の血球浮游液係数 (S/H)

動物の血液 catalase 能はその種属によって相当差異あることは早くより指摘された所である²⁹⁾³⁰⁾. 併しその C.A. の大小は動物の生態, 食餌或いは分類学上の位置等に必ずしも関係があるとは云えない.

第 I 篇に於て人の赤血球浮游液の C.A. は同一濃度の溶血々液のそれに比し著しく低いことを述べたが¹⁾, その比率は人では略一定している. この赤血球浮游液と溶血々液の C.A. の比率, 即ち catalase の血球浮游液係数 (S/H) を各種動物について測定した (III. A. 参照).

実験方法

数種の実験用動物よりクエン酸ソーダを添加して血液をとり 500 倍稀釈の赤血球浮游液及び溶血々液 (溶媒 0.9% 食塩水) を作り所定の方法により C.A. を測定した. 溶血々液は溶血 1 分後に H_2O_2 に 1 分間作用せしめた.

実験結果

赤血球浮游液と溶血々液の C.A. より血球浮游液係数を計算 (III, A 参照) し, 各動物について平均値, 信頼限界を示すと

動物の種類	例数	平均値と信頼限界
ヒト	18	7.82 \geq 7.27 \geq 6.72 (%)
ネコ	5	12.3 \geq 8.8 \geq 5.3 "
ウマ	7	15.0 \geq 11.9 \geq 3.6 "
ウシ	6	13.5 \geq 12.2 \geq 10.9 "
ウサギ	20	17.8 \geq 16.6 \geq 15.4 "
モルモット	10	22.2 \geq 17.6 \geq 13.0 "
ヤギ	10	23.0 \geq 19.6 \geq 16.2 "
ハツカネズミ	14	25.0 \geq 24.0 \geq 23.0 "
イヌ	10	40.0 \geq 36.5 \geq 33.0 "

である. S/H は赤血球浮游液の C.A. が同一濃度の溶血々液のその幾%に当るかを表わす数値であるが, 動物の種によって著しい差があり, 夫々の種に可成り特有な値をとることが分る. 以上数種の中では血液 C.A. の大きいヒト, ネコの S/H が小さいが, 血液 C.A. の大きいものの S/H が必ず小さいと云い得るか否かは断定出来ない. 又 S/H が動物の生態, 食飼等に関係があるかと期待したが, この成績からは特別な関係があると思われない.

VI. 総 括

赤血球浮游液の catalase 能の特殊性に着目して, 赤血球濃度微量測定法を考案し赤血球数, 血球素量との相互関係, 生理学的並びに運動時の変動を総合的に研究し次の如き結論を得た.

1. 以上の目的のため赤血球浮游液の catalase 能が濃度及び温度の広い範囲に互って赤血球の濃度に正確に比例する事を確め, これに基づいて赤血球濃度微量測定法を考案し且つその適用し得る限界を確めた. 尙本法の至適条件として血液稀釈倍数 500, 恒温槽温度 25°C, 作用時間 10 分を選定した.

2. 男女各 50 名について統計をとってみると赤血球浮游液の catalase 能, 赤血球数, 血球素量ともに変異係数 7~9%, 赤血球 catalase 係数, catalase 血球素係数, 血球素指数は 5~7% の分布を示し, これらには個人差がある.

3. 赤血球浮游液の catalase 能, 赤血球数, 血球素指数は男が大きく, 赤血球 catalase 係数

には男女の間に有意の差がなく, catalase 血球素係数はむしろ女が大である。

4. 個人によって赤血球浮游液の catalase 能即ち赤血球数は一昼夜の間よく一定しているものと, 昼間は一定であるが夜間には規則正しく相当の低下をみるものとある。同一個人では毎常同じ経過をとる。

5. 同一人の赤血球浮游液の catalase 能, 赤血球数, 血球素量及び catalase の血球浮游液係数 (S/H 赤血球浮游液の catalase 能と, 之と同一濃度の溶血々液の catalase 能との比率) は長期間の間には多少の変動があるが特別な傾向はみられない。しかしこれらの変動は互にある程度の相関を持っている。

6. 運動時には赤血球浮游液の catalase 能は 7~10% 上昇するが, これは赤血球数の増加に依るものである。

7. catalase の血球浮游液係数は動物の種属によって著しい差があり種属の特異性がみとめられる。人では平均 7.3% である。

終りに当り 御懇篤な御指導と御校閲を頂いた 斎藤教授並びに 被検者となつて下さつた 教室員諸氏に感謝します。

(本論文の一部は [医学と生物学] 誌上に速報した)。

文 献

- 1) 関口 晃 (1953) 赤血球浮游液のカタラーゼ能の研究 第1篇 日本生理誌 15, 357
- 2) 斎藤幸一郎 (1949) 血液カタラーゼの研究 II 医学と生物学 14, 27
- 3) Berkson, J., T. B. Magath, and M. Hurn (1940) The error of estimating of the blood cell counts as made with the hemometer., Am. J. Physiol., 123, 309
- 4) Smith, C. (1931) Normal variation in erythrocytes and hemoglobin values in women., Arch. intern. Med., 47, 206
- 5) 山形敬一・清野祐彦・中尾 正 (1949) 血液並びに血漿カタラーゼに関する研究 日本消化機誌 46, (3, 4, 7, 8), 50
- 6) 中西春一 (1923) カタラーゼの研究 愛知医誌 30, 1163
- 7) 宮田一夫 (1937) 諸種疾患に於ける血液カタラーゼの動的観察 日本血液誌 2, 161
- 8) Thienen, G. J. (1920) Über die perniziöse Anämie als eine selbständige Krankheit., Dtsch. Arch. klin. Med., 131, 113
- 9) Robles, Gil, J. & T. Gonzalez (1948) Determination of the number of erythrocytes, volume of packed red cells, hemoglobin and other hematologic standard in Mexico city study made on two hundred healthy persons. Blood (J. Hematol.), 3, 660
- 10) Bethe & Bergman (1928) Handbuch der norm. path. Physiol., Blut un h Lymph, 17
- 11) Price Jones, J., J. M. Vaughan and H. M. Goddard (1935) Hematological standard of healthy person., J. Pathol. Bact. 40, 503
- 12) Nelson, C. F. & R. Stocker (1937) The hemoglobin concentration and erythrocyte counts of healthy men. Folia Hemat., 58, 333
- 13) 山形敬一・清野祐彦・中尾 正 (1949) 血液並びに血漿カタラーゼに関する研究 日本消化機誌 46, (3, 4, 7, 8), 54
- 14) Morazewski, W. v. (1923) Über Blutkatalase., Biochem. Z., 141, 471
- 15) Alexeef, A. I. (1926) Vergleichendes Studium über den Blutkatalasegehalt bei Berg-, Vorberg-, und Talstammbewohnern in Mittelasien., Biochem. Z. 173, 433
- 16) Iwanitzky-Wassilenko, E. & A. Bach (1924) Über die Fermentzahlen des Blutes., Biochem. Z., 148, 469
- 17) 進藤直作 (1938) 血液カタラーゼに関する知見補遺 岡山医誌 40, 23
- 18) Leake. C. D., M. Kohl, and G. Stbins (1927) Diurnal variations in the specific gravity and erythrocyte counts in healthy human adults., Am. J. Physiol., 81, 493
- 19) Walter, O. S. (1934) The variation of erythrocytes, hemoglobin and packed cell volume in immediately consecutive samples of venous blood., Am. J. Physiol., 110, 37
- 20) Short, J. J. (1935) Diurnal variation in concentration of red blood cells and hemoglobin., J. Lab. Clin. Med., 20, 708
- 21) Water, O. S. (1937) The variation of erythrocytes and hemoglobin in man during inactivity., Folia Hemat., 56, 343
- 22) Duckles, D. & G. A. Elvehjem (1937) Hemoglobin studies on college women special reference to the effect of menstration., J. Lab. Clin. Med., 22, 607
- 23) 沢口貞藏 (1952) 人血ヘモグロビン濃度の生理的動揺について (会) 日本生理誌 14, 152
- 24) Scheunert, A. & E. W. Kryzwanek (1926) Über reflektorisch geregelte Schwankungen der Blutkörperchenmenge. Pflüg. Arch., 212, 477
- 25) Burge, W. E. (1924) The effect of gymnasium exercises and athletic on the blood catalase., Am. J. Physiol. 63, 431
- 26) Krüger, F. v. (1937) Über den Einfluss der Muskelarbeit auf die Katalasezahl und den Katalaseindex des Blutes., Arbeitsphysiol. 9, 562
- 27) 高岡重雄 (1929) 運動と酵素 慶応医学 9, 17
- 28) Alexeef, A. I. & K. I. Russinowa (1931) Über die Einwirkung der physikalischen Faktoren auf die Katalase des Blutes., Biochem. Z. 231, 460
- 29) Zieger, R. (1915) Zur Kenntnis der Katalase der niederen Tiere., Biochem. Z. 69, 46
- 30) 渡辺卓郎 (1924) 各種動物の血中カタラーゼについて 日本微生物誌 18, 557

Summary

Taking advantage of the characteristic properties of the catalase activity of red cell suspension previously reported, we devised a micromethod for measuring the concentration of red cell suspension which required only 1 cc of the blood suspension of 500 times dilution. The method consists essentially in estimating the velocity constant of the enzymatic decomposition of H_2O_2 by red cell suspension at a constant temperature and is found to exceed hemocytometry and hemoglobinometry in accuracy and in simplicity of procedures.

Attempts were made on the application of the method for medical practice and it was found that the method was most suitable for the observation of shortduration on the variation of red cell counts in one and the same subject. For instance, we could easily examine the diurnal variation of red cell counts in healthy men, and found that, in the daytime, red cell counts were always kept nearly constant but, at night, they fell regularly after supper by at most 10% in some subjects, while in the others they remained almost unchanged.

To confirm the limit of the practical utility of the method as a substitute of hemocytometry, simultaneous measurement were carried out with blood samples from 50 men and 50 women by means of the above mentioned method, hemocytometry and hemoglobinometry. From the data obtained, coefficients of variation of red cell counts, catalase activity of blood and hemoglobin content were all found to range from 7 to 9% and those of catalase index and catalase-hemoglobin index from 5 to 7%.

The ratio of the catalase activity of red cell suspension and that of the hemolysate of the same concentration proved to fall within a restricted range of value characteristic to animal species. In man it was on an average 0.073.

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

灌流-下肢血管-膜電位差の研究 612.133.083:612.014.423

(第1報) 同液膜電位差について

Studies on the Membrane Potential Refers to the Blood Vessel of a Skinned Toad's Leg.
Part I. On the Membrane Potential between Isotonic NaCl Solutions.

齊藤貞二 (SAITO-Teiji)*

I. 緒言

灌流-下肢血管-膜電位差とは灌流しつつある下肢の血管に関する膜電位差の意味である。蛙又は蟪の下行大動脈から溶液(内液)を灌流し、此の内液に連絡する導電極と、裸足の浸漬されている溶液(外液)に連絡する導電極との間の電位差から算出する。勝義孝¹⁾并に其の協同研究者達は物質系を隔てて対峙する2つの電解質溶液間の電位差を膜電位差、其の物質系を膜と名付けて過去25年間にわたり多くの実験を重ねて来た。之に因んで此処にも膜電位差なる言葉を用いた。今の場合膜として主に作用するのは毛細血管壁と思われるが、間質其他周囲に密接する筋細胞等に関係がないとも言えない。即ち膜の本体は未だ組織学的な特定な成分に帰納される域には達していないので、或る特定な成分の静止電位とか又活動電位とか言う訳に行かぬ。なお下肢血管-膜電位差と言わずに、灌流-下肢血管-膜電位差と言ったのは、内藤晋²⁾の行ったような、切り離して取り出された血管について行った実験ではないことを明示する為めである。

灌流-血管-膜電位差の研究は我々の研究室の創意により始められたものであって、酒井文三³⁾は蛙の下肢について、藤井重泰⁴⁾は蟪の肺、松永亮一は蟪の心臓及び大動脈、川合弘一は蟪の肝、上田哲也⁵⁾は蟪の胃腸、塩見清⁶⁾は蟪の腎、岩田賢次⁷⁾は蟪の卵管について夫々研究成果を挙げている。蟪の下肢については私が基礎的研究を行い、志多清英⁸⁾は薬物灌流の影響、大原融⁹⁾は薬物を内液に用いた場合と外液に用

いた場合の相違、鈴木能久¹⁰⁾は灌流-下肢血管-膜電位差と筋負傷電位との関係、揖場民雄¹¹⁾は外液導電用微細電極に就いて研究を行った。

私が此処に報告する灌流-下肢血管-膜電位差の実験は、内液も外液も共に0.65% NaCl溶液とした場合の膜電位差即ち等張NaCl同液膜電位差一之を略して同液膜電位差と名付ける一が灌流圧、温度、季節及び数種の薬物により如何に変化するかを実験した記録である。なお初めに當って膜電位差の時間的経過を追究して置いた。本実験は1948年V月より1949年X月に互って行った。各種実験は対照実験を合せて一連のものは全部が5日以内に完了するように行った。

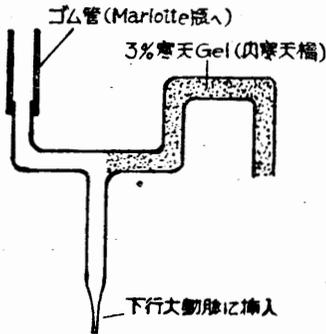
II. 実験方法

体重約130gの蟪を用いて実験する。蟪は大学附近の社寺の庭園、加茂川畔、御所等で自ら捕え、其の後1週間以内に実験に供した。実験に當っては蟪の脳脊髄を破壊し、背位に固定し、前腹壁の胸腹の境界に沿い横に切開し、其の左右両端から縦に下方に切開線を延長し、口字型腹壁弁を作って之を下方に引っ繰り返し、前腹静脈はそれが肝に入る直前で切断する。腹部諸臓器を除去しつつ膀胱、直腸、腎門脈を結紮する。下行大動脈を損ぜないように露出し、腹腔腸管膜動脈の分岐部直下で小切創を作り、Kanüleを挿入して其の下端を腸骨動脈分岐部の直前に迄達せしめる。Kanüleは絹糸で縛って血管に堅く固定する。

一側の下肢にて脛部中央以下の皮膚を丁寧に剝離し、足関節以下を外液に浸漬する。此の外液に連絡する導電極と下行大動脈から灌流する

* 京都府立医科大学生物物理化学教室

内液に連絡する導電極との間の電位差を測定するのが本実験の主眼である。此の目的に適うように此処に用いる Kanüle は第1図のように一



第1図 寒天 Gel を附せる硝子 Kanüle

方は内液の流通の役立ち、他方は其処に詰め込まれた寒天 Gel を介して飽和 KCl 溶液に連り、此処に一方の甘汞電極の嘴管が漬けられる。外液も同字型硝子管中の寒天 Gel を介して別の飽和 KCl 溶液に連り、此処に他方の甘汞電極の嘴管が漬けてある。導電極としての甘汞電極には両者とも飽和 KCl 甘汞電極を用いる。寒天 Gel は 3% 寒天 Gel であって今の場合には 0.65% の割合に NaCl を含んでいるが必要に応じ NaCl の濃度を変えたり、又他の物質を添加したりすることがある。寒天 Gel を含む硝子管は寒天橋と称せられるから、本研究では内液に接する寒天橋を**内寒天橋**、外液に接する寒天橋を**外寒天橋**と名代けることにする。

下行大動脈に挿入した Kanüle の内液の流通に関与する部分の他端はゴム管を介して上方に装置した三方活栓の中央の1つの枝に連る。此の三方活栓の他の2つの枝は2つの Mariotte 瓶に夫々連っている。Mariotte 瓶を2箇使用したのは、内液を基準液から被検液に切換えて実験する場合に役立たせるためである。Mariotte 瓶の溶液中に、灌流圧を一定にするために上から挿入した硝子管の下端と、外液の水平面との垂直距離で灌流圧を定める。普通には西丸和義¹²⁾に従い灌流圧を 270mmH₂O とする。以下灌流圧を附記していない時は常に 270mmH₂O のもとに行っていることを意味している。灌流液量を表わす為めの滴数は前腹静脈から前腹壁の切開

弁に沿うて1分間に落下する滴数を以ってする。45°に傾斜する板の台を作り、其の所々に穴を穿って被検体、外液 Schale、導電極等を取り付け、滴数を測るにも便利よく装置した。

電位差の測定には Leeds & Northrup 型の potentiometer を用い、示零器としては 10⁻⁸ A の感度を有する鏡電流計を使用した。電位差の数値は外液が陽極側に当る時を**正**とし、反対に外液が陰極側に当る時を**負**とした。電位差の絶対値が正の数に於て増加する場合并に負の数に於て減少する場合を電位差の**上昇**、反対に正の数に於て減少する場合并に負の数に於て増加する場合を電位差の**下降**と名づけることにする。電位差の測定に当っては常に慎重に逐時的に行つて電位差が平衡に達すると認められるか否かを確かめ、其の**平衡値**を以て互に比較し共に集計し所論の基礎とした。なお一般的に言うに直接に測定された電位差には、考えられる膜電位差の他に、内寒天橋と内液 (I)、内寒天橋と飽和 KCl 溶液 (II)、外寒天橋と外液 (III) 及び外寒天橋と飽和 KCl 溶液 (IV) の各溶液間の拡散電位差と甘汞電極間の電位差 (V) が累加されている。(V) はなるべく無視し得る程度の両電極を選ぶのが便利であるが、僅かでも其の間に電位差のある時は実測して之を差し引く。(II) と (IV) とは夫々僅微であり又逆方向の関係から相殺される。(I) と (III) とは数値の大きさから言つて時々問題になるので、中本慶太郎¹³⁾、今井好直、松永徳之助、村本昇二¹⁴⁾、山田博¹⁵⁾の拡散電位差の研究を活用して小阪幹文、滝本恒雄¹⁶⁾、鈴木能和、老川賢良¹⁷⁾が灌流-血管-膜電位差を測る場合に問題となる拡散電位差の正確な数値を求めているから之によつて補正すればよいが多くの場合には考慮せなくてもよい程度の大いさである。

II. 実験成績

A. 時間的経過

1) 60分間の経過

内液外液には共に 0.65% NaCl 溶液 (I) を用い、灌流開始後10分毎の測定から得た膜電位差の

第1表 膜電位差(mV)の時間的経過……(I)

		内液 0.65% NaCl 外液 0.65% NaCl					
例	時間 (min)	10	20	30	40	50	60
1		6.9	9.2	9.4	8.9	7.2	8.0
2		5.2	8.8	9.2	9.2	8.6	8.5
3		5.0	7.9	6.5	6.5	6.1	6.5
4		4.2	7.5	8.4	8.7	8.2	7.6
5		2.2	7.2	7.3	7.3	7.3	7.2
6		1.8	3.6	4.0	4.3	5.1	5.5
7		0.1	5.1	6.4	6.7	6.7	5.8
8		-0.2	4.6	5.6	5.6	5.4	5.2
平均		3.2	6.7	7.1	7.2	6.8	6.8

数値を第1表に掲げた。即ち膜電位差は20分迄は概して上昇するが20分後はほぼ一定の数値を示し平衡に達する事が認められる。これは1948年Ⅶ月の測定であって同液膜電位差は平均して6.8mVを示している。前腹静脈より落下する液滴を10分毎に集めて塩素量を Rusznyak 法で測定した。灌流開始後并に10分後の液は355mg/dl 并に 388mg/dl を示したが、灌流開始後20分以後では 0.65%NaCl 溶液の 394mg/dl に殆ど一致する。なお墓の血清の塩素量は 272mg/dl であった。灌流開始後60分に互って10分間隔に外液の塩素量を測定したところ、之は常に 0.65% NaCl の塩素量に等しいことが認められた。内液外液を共に Ringer 液(Ⅱ)とした場合并に内液を 0.65% NaCl 溶液、外液を Ringer 液(Ⅲ)とした場合及び内液を Ringer 液、外液を 0.65%NaCl溶液(Ⅳ)とした場合に就いても(Ⅰ)の場合と同様に測定したが第2表に各10例の平均値のみを掲げる。(Ⅱ)と(Ⅳ)では初めから膜電位差はほぼ一定の数値を示している。膜電位差の時間的経過は(Ⅲ)は(Ⅰ)に、(Ⅳ)は(Ⅱ)に似ていて概して膜電位差の時間的経過は内液に支配されるように見える。

2) 7日間の経過

本実験は寒冷期をえらび1949年Ⅱ月3日からⅡ月9日に互って行った。同一個体の墓に就て毎日60分間づ

第2表 膜電位差(mV)の時間的経過

		内液 Ringer液 外液 Ringer液……(Ⅱ)					
		内液 0.65% NaCl 外液 Ringer液……(Ⅲ)					
		内液 Ringer液 外液 0.65% NaCl……(Ⅳ)					
時間 (min)		10	20	30	40	50	60
(Ⅱ)		2.3	2.3	2.1	1.8	1.5	1.2
(Ⅲ)		2.2	4.8	7.0	6.9	6.4	6.3
(Ⅳ)		1.4	1.3	1.2	0.8	1.0	0.6

つ灌流して其の日の同液膜電位差を求め、電位差測定以外の時間は標本の乾燥を避けつつ室温に放置した。日々 N. ischiadicus の Pinzette)による反応を検し、これが第8日目に消失したので第7日目迄の数値を取って第3表に掲げる。日数が経過して生活力の衰えと共に膜電位差は下降する。

B. 灌流圧の影響

同一実験過程に於て灌流圧を変化させた場合の同液膜電位差及び滴数の推移を第4表に掲げる。1948年Ⅷ月に行った実験である。之により灌流圧を 270mm H₂O から高めて 470mm H₂O とすると膜電位差は下降し滴数は増加するが、再び灌流圧を低めて元に戻すと膜電位差は上昇して滴数は減少する。次に灌流圧を同一個体では終始一定に保つが、灌流圧の大きさは 170~570mm H₂O の5種とし、此の各々に数匹の墓を使って同液膜電位差と滴数の時間的消長を観た結果を第5表に掲げる。これは1950年Ⅶ月に

第3表 同一個体に於ける7日間の膜電位差(mV)

例\日	1	2	3	4	5	6	7
1	-1.2	-4.5	-8.4	-10.9	-13.4	-12.6	-9.4
2	-2.9	-4.6	-9.3	-11.6	-6.8	-10.6	-7.5

第4表

同一実験経過に於いて灌流圧を変化せしめた場合の膜電位差と滴数の時間的経過

		内液 0.65% NaCl 外液 0.65% NaCl								
例	時間 (min)	10	20	30	35	40	50	55	60	70
		水压 (mm)								
		270	270	470	470	470	270	270	270	270
1	mV	3.4	4.0	4.5	2.0	1.4	0.0	0.9	2.7	2.7
1	滴数	37	39	42	74	80	82	64	60	58
2	mV	7.9	6.0	5.1	0.0	-0.1	-1.9	-0.1	-0.6	-0.3
2	滴数	19	28	31	72	76	74	43	40	37
3	mV	3.6	1.3	1.6	-2.9	-3.3	-3.1	-0.2	0.0	0.0
3	滴数	36	36	36	60	84	89	43	40	40

第5表 諸種灌流圧に於ける膜電位差並に滴数の時間的経過 内液 0.65% NaCl | 外液 0.65% NaCl

水圧 (mm)	時間 (min)	10	20	30	40	50	60	水圧 (mm)	時間 (min)	10	20	30	40	50	60	
170	例 1 { mV 滴数	-10.8	-8.9	-7.3	-2.2	3.0	6.3	470	例 1 { mV 滴数	3.1	4.0	3.9	2.2	1.5	1.5	
	2 { mV 滴数	-12.0	-7.3	-2.2	0.6	4.5	7.5		2 { mV 滴数	3.8	4.4	3.2	2.5	1.7	1.3	
	3 { mV 滴数	-12.6	-10.0	-4.9	-0.2	3.0	5.9		3 { mV 滴数	1.2	7.0	8.3	7.9	7.2	6.7	
	4 { mV 滴数	-11.9	-10.3	-3.7	-1.9	2.0	4.2		4 { mV 滴数	5.9	6.9	7.6	7.7	7.1	6.9	
	平均 { mV 滴数	-11.8	-9.1	-4.5	-0.9	3.1	6.6		5 { mV 滴数	6.4	3.1	6.1	6.4	8.4	5.6	4.7
		14.7	15.7	18.3	20.3	21.7	23.3		6 { mV 滴数	5.9	4.6	3.4	2.0	1.5	1.5	1.5
		-1.9	1.5	4.2	6.5	8.2	7.8		7 { mV 滴数	4.1	5.4	5.0	4.6	3.4	3.0	3.0
		29	37	41	42	44	44		8 { mV 滴数	1.0	6.9	10.9	10.9	10.0	9.9	9.9
		-9.3	-4.8	0.0	2.5	4.1	4.7		平均 { mV 滴数	0.2	4.8	6.1	5.9	5.7	5.2	5.2
		40	44	49	50	51	51			2.1	5.0	5.8	5.3	4.6	4.2	4.2
270	例 1 { mV 滴数	-1.9	0.6	1.9	3.7	5.5	5.9	570	例 1 { mV 滴数	2.3	8.3	5.0	3.3	1.6	1.3	
	2 { mV 滴数	43	52	56	56	56	57		2 { mV 滴数	72	67	70	70	69	70	
	3 { mV 滴数	-1.9	0.8	3.8	6.3	7.0	6.6		3 { mV 滴数	1.0	7.4	6.1	3.2	2.2	1.7	
	4 { mV 滴数	-1.9	1.2	4.2	5.2	5.4	5.4		4 { mV 滴数	53	55	46	52	53	53	
	5 { mV 滴数	2.1	4.4	6.9	7.9	7.7	7.1		5 { mV 滴数	-0.2	3.3	3.3	3.0	2.3	2.2	
	6 { mV 滴数	-2.0	0.8	3.8	5.6	6.4	6.3		6 { mV 滴数	93	73	66	60	59	59	
	平均 { mV 滴数	37.3	44.3	48.7	49.3	50.3	50.7		7 { mV 滴数	2.9	3.4	3.0	2.1	2.6	2.6	
		-0.8	1.5	3.5	4.4	3.6	4.2		8 { mV 滴数	78	57	48	40	43	40	
		48	50	56	59	59	59		9 { mV 滴数	-1.0	3.3	4.2	3.0	3.2	1.9	
		0.0	2.6	4.5	5.6	4.5	4.4		平均 { mV 滴数	-0.5	4.2	5.4	2.8	0.8	0.6	
370	例 1 { mV 滴数	-1.7	3.8	4.5	5.7	4.4	4.0	740	例 1 { mV 滴数	1.8	3.1	3.8	3.6	2.1	2.1	
	2 { mV 滴数	40	43	50	53	53	52		2 { mV 滴数	0.9	4.7	4.4	3.1	2.1	1.9	
	3 { mV 滴数	3.1	3.5	6.4	7.8	7.4	-7.0		3 { mV 滴数	7.4	63.0	57.5	55.5	56.0	55.5	
	4 { mV 滴数	1.0	2.9	4.7	5.8	5.0	4.9		4 { mV 滴数	0.9	4.7	4.4	3.1	2.1	1.9	
	平均 { mV 滴数	43.3	49.6	52.3	55.1	55.3	54.3		平均 { mV 滴数	7.4	63.0	57.5	55.5	56.0	55.5	

行った実験である。灌流開始10分後も亦50分後も灌流圧の大きい程滴数は多い。膜電位差は灌流開始60分後では灌流圧が大きくて滴数の多い程下降しているが、灌流開始10分後では灌流圧が大きくて滴数の多い程膜電位差は概して上昇している。

内液として0.65% NaCl 溶液中に6%の割合に Gummi arabicum を含む溶液、外液として0.65% NaCl 溶液とした場合に、同一個体には同一灌流圧のみを用い、其の大きさを170~470 mm H₂O の3種として行った実験を第6表に掲げる。此の実験は1950年Ⅱ月に行ったものである。灌流開始60分後では灌流圧が高く滴数の

第6表 諸種灌流圧に於ける膜電位差並に滴数の時間的経過

内液 0.65% NaCl + 6% Gummi arabicum		外液 0.65% NaCl						
水圧 (mm)	例 \ 時間 (min)	10	20	30	40	50	60	
170	1 { mV	-1.0	-1.0	2.2	2.8	3.5	3.7	
	滴数	8	8	8	8	8	9	
	2 { mV	3.3	6.6	6.4	6.0	6.5	7.1	
	滴数	6	8	8	8	8	8	
	3 { mV	6.0	6.5	6.4	5.5	5.1	5.0	
	滴数	5	8	9	9	9	9	
	4 { mV	7.7	7.6	8.1	8.3	8.6	7.5	
	滴数	9	9	10	10	9	8	
	5 { mV	6.3	6.1	8.1	7.3	9.4	8.2	
	滴数	4	7	8	8	9	9	
	平均 mV	4.5	5.2	6.2	6.0	6.6	6.3	
	均 滴数	6.4	8.0	8.6	8.6	8.6	8.6	
	270	1 { mV	3.3	3.6	3.8	3.9	3.8	3.2
		滴数	22	22	24	26	27	27
		2 { mV	2.2	4.2	5.9	7.0	5.1	5.6
滴数		30	29	30	30	31	31	
3 { mV		1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
滴数		14	14	17	18	22	23	
4 { mV		1.3	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3	
滴数		33	32	32	33	33	32	
5 { mV		0.0	0.0	0.1	0.1	1.2	1.2	
滴数		34	33	36	37	37	37	
平均 mV		1.7	1.6	1.9	2.2	2.2	2.3	
均 滴数		26.6	26.2	27.8	28.6	30.0	30.0	
470		1 { mV	4.8	3.0	2.3	0.0	-1.0	-2.2
		滴数	100	103	85	80	77	81
		2 { mV	5.6	3.0	2.6	-0.5	-2.0	-2.4
	滴数	91	82	82	79	74	70	
	3 { mV	11.1	5.6	3.8	0.0	-2.5	-2.9	
	滴数	77	71	73	77	71	65	
	4 { mV	5.2	2.0	0.0	-2.2	-4.0	-4.4	
	滴数	119	86	78	66	67	61	
	5 { mV	6.8	3.4	1.6	1.9	-3.7	-2.7	
	滴数	107	96	85	76	73	66	
	平均 mV	6.7	3.4	2.1	-0.1	-2.6	-2.3	
	均 滴数	98.8	87.6	80.6	75.6	72.4	68.6	

多い程膜電位差は下降し、470mm H₂O では負の数値になっている。灌流開始10分後にも灌流圧が高いほど滴数が多いが膜電位差は灌流圧が470mm H₂O の場合には170mm H₂O 及び270mm H₂O の場合のいづれよりも上昇している。

C. 温度の影響

内液及び外液の温度を7°, 20° 及び 37°C として同液膜電位差を測定した結果を第7表に掲げる。膜電位差は温度の高くなる程下降する。滴数は20°C が最も多く7°及び37°C は共に其の約70%となる。

D. 薬物の影響

同液膜電位差は、内液又は外液に薬物が添加されると如何に変動するか、又裸足に局所的に薬物を前処置として作用させると同液膜電位差は如何に変化するかを調べた。諸種薬物の影響についての研究は他の協同研究者が行っているから私はそれ等の研究の前提として数種の薬物について適用方法の吟味を行った。

1) 内液作用

これに更に3つの場合がある。(a) は常存灌流であって灌流当初より薬物を内液たる0.65% NaCl 溶液に常存せしめる場合である。(b) は切替灌流であって内液として当初は0.65% NaCl 溶液で灌流し、此の膜電位差がほぼ平衡に達した時に薬物を含む0.65% NaCl 溶液に切替えて灌流して膜電位差におよぼす影響を検する場合である。(c) は内液内注射の方法で内液が通過するゴム管中に薬物を含む溶液を注射する場合である。

10万倍稀釈塩化 Adrenalin は(a)では同液膜電位差5.9mVを示し対照の7.6mVより下降する。此の時比滴数(被検薬物含有0.65% NaCl 溶液の灌流量滴数と単純

第7表

諸種温度(内液及び外液)に於ける膜電位差 (mV) の時間的経過と比滴数 (20°Cを1とす)

度 (°C)	例	時間 (min)	10	20	30	40	50	60	比滴数
7	1		4.3	9.5	9.6	8.8	7.9	7.9	0.69
	2		2.9	4.7	6.8	6.9	7.4	7.5	
	3		4.9	8.7	8.7	7.6	5.6	6.7	
	4		3.6	5.3	5.8	6.2	5.4	7.3	
	5		8.5	10.4	10.4	10.1	10.6	10.9	
	平均		3.7	6.9	8.1	8.1	7.7	8.2	0.69
20	1		2.3	7.1	7.5	7.5	7.6	7.2	1.00
	2		5.2	8.6	9.2	9.3	8.6	8.5	
	3		4.4	7.6	8.3	8.7	8.2	7.7	
	4		-0.4	4.5	5.6	5.6	5.4	5.2	
	5		-0.2	5.2	6.5	6.6	6.5	5.6	
	6		5.2	7.9	6.7	6.6	6.1	6.6	
	7		7.0	9.1	9.4	8.5	6.9	7.9	
	8		1.9	3.8	4.3	4.4	5.2	5.4	
	平均		3.1	6.7	7.1	7.1	6.8	6.7	1.00
37	1		4.6	7.3	7.0	4.6	3.8	4.2	0.71
	2		2.6	6.2	6.3	4.4	3.5	2.8	
	3		2.8	5.8	6.6	3.9	3.4	4.6	
	4		1.7	6.4	6.2	4.4	4.5	3.5	
	5		4.0	8.0	5.7	4.3	3.4	2.6	
	6		3.8	4.4	4.6	5.1	5.8	5.4	
	7		5.5	9.6	6.8	5.4	4.3	3.2	
	8		3.7	5.3	5.3	4.6	5.8	5.7	
	平均		3.5	6.6	6.0	4.4	4.3	3.9	0.71

0.65% NaCl 溶液の灌流量滴数との比) は 0.50 であった。(b) では -3.5 mV を示し対照 0.4 mV に較べて下降している。比滴数は 0.17 であった。(c) の場合には1000倍の塩化 Adrenalin を約 0.5 cc 注射して同液膜電位差は 7.0 mV から 3.5 mV に下降し、滴数は50滴から 0 滴になった。500 倍稀釈 Pituitrin では (a) では 6.6 mV を示し対照の 7.6 mV より下降し、比滴数は 0.60 であった。(c) では約 5cc Pituitrin 原液を注射して同液膜電位差は 5.9 mV から 3.6 mV に下降し、滴数は49滴から 1 滴になった。

2) 外液作用

これは外液に始めから薬物をくわえて置く常存浸漬の方法をとつた。外液に 6% の割合に Gummi arabicum を加えて置くと灌流開始後 60 分目の同液膜電位差は 0.2 mV となり対照の 2.1 mV より 1.9 mV 下降する。之と対蹠的な内液常存灌流では対照の 2.1 mV から 4.7 mV に変化し 2.6 mV の上昇を示す。此の場合には表裏実験は互に対称的な変化をする。

外液に10%并に50%の割合に局方 Formalin を加えて常存浸漬のもとに同液膜電位差を測定

すると第8表のようになり、60分値では対照に比

第8表 外液が Formalin を含む場合の膜電位差

型	時間 (min)					
	10	20	30	40	50	60
(I)	-6.5	-6.9	-8.7	-9.6	-12.0	-10.9
(II)	-6.5	-11.7	-12.9	-14.7	-13.6	-13.7
(III)	-1.5	0.8	2.6	4.2	4.2	3.6

し10% Formalin では 14.5 mV, 50% Formalin では 17.3 mV 下降する。此の表の数値は各 5 例の平均値である。

3) 局所作用

裸足を外液に浸漬する前に 4 時間 4% Lithioncarmin 溶液に漬けて置いて、2~3 回 0.65% NaCl 溶液で洗った後に同液膜電位差を測定すると -7.6 mV となり対照の 5.1 mV より 12.7 mV 下降する。4% の割合に Lithioncarmin を外液にくわえた常存浸漬では同液膜電位差は -0.1 mV となり対照の 5.5 mV より 5.6 mV の下降を示す。然し 4% Lithioncarmin 溶液を 1 cc づつ毎日 1 回 7 日間に互に大腿筋肉内に注射して皮膚の着色の認められる藁について同液膜電位差を測定して 2.9 mV を得た。対照の 4.9 mV より 2.0 mV 下降しているが上記の 2 つ場合より下降の程度は僅かである。

裸足を Methanol 中に 1/6, 1, 10, 30 及び 60 分間浸漬して後直に 0.65% NaCl 溶液で 2~3 回よく洗ってから同液膜電位差を測定すると第 9 表のようになる。これは各 3 例の平均値である。

第9表

Methanol にて前処置した場合の膜電位差 (mV) の時間的経過

前処置 (min)	時間 (min)					
	10	20	30	40	50	60
1/6	-4.3	-2.9	-1.6	-0.6	1.3	1.2
1	-11.0	-8.1	-6.6	-3.9	-3.9	-2.9
10	-16.0	-13.3	-10.6	-9.1	-7.3	-6.3
30	-12.2	-13.6	-11.4	-9.4	-7.9	-7.0
60	-25.1	-22.8	-20.5	-18.7	-16.6	-14.7

同液膜電位差は測定し初めてから時間がたつにつれて次第に上昇するがどの時間においても Methanol の前処置時間の長かったほど膜電位差はより多く下降している。これはさきの Formalin を外液に加えた場合と併せて考察すべき現象と思われる。

第10表 膜電位差の季節的变化
内液 0.65% NaCl | 外液 0.65% NaCl

年	月	平均気温	例数	同液膜電位差 (mV)						60' 値 信頼限界	
				10'	20'	30'	40'	50'	60'	上限	下限
1948	XI	15.8	8	1.8	3.9	5.5	6.8	7.8	7.7	8.5	6.9
〃	XII	11.5	6	5.9	5.4	5.2	4.9	4.9	4.5	5.6	3.4
1949	I	8.2	6	-1.5	-2.0	-1.5	-1.8	-1.8	-1.8	-0.1	-3.7
〃	II	11.8	6	-2.7	-3.0	-3.4	-3.7	-3.8	-3.7	-3.6	-3.9
〃	III	8.6	6	-3.9	-3.6	-3.6	-2.9	-2.4	-1.9	-1.1	-2.6
〃	IV	11.2	6	-2.4	-0.8	0	2.8	4.4	4.7	5.6	3.7
〃	V	13.5	6	-2.0	0.8	3.8	5.6	6.4	6.3	7.4	5.1
〃	VI	19.3	7	3.4	7.5	8.1	8.0	7.6	6.5	7.6	5.4
〃	VII	23.4	8	0.5	2.4	4.1	4.5	4.5	3.9	6.6	1.2
〃	VIII	26.1	8	-1.3	1.0	2.6	2.9	2.9	2.9	3.5	2.3
〃	K	28.5	8	2.2	3.4	3.0	2.5	1.9	1.6	2.6	0.7
〃	X	23.0	8	0.2	2.6	5.2	5.6	5.5	5.0	6.1	4.0
〃	XI	17.3	5						8.3	9.9	6.7
〃	XII	11.9	6						3.9	5.6	2.3
1950	I	10.1	6						1.9	2.0	1.8
〃	II	10.3	6						0.0	0.1	-0.1
〃	III	9.3	8						-4.0	-2.5	-5.5
〃	IV	10.6	5						-0.8	0.3	-1.9
〃	V	15.4	5						3.5	3.7	3.3
〃	VI	20.0	5						4.6	5.9	3.3
〃	VII	24.1	5						3.5	3.5	3.4
〃	VIII	29.4	5						2.7	3.7	1.7
〃	K	27.4	5						0.9	2.0	-0.2

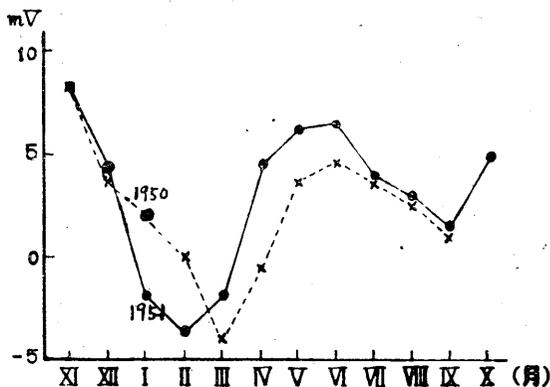
(第2年目には10~50'の測定を省いた)

E. 季節的変動

1948年XI月から1950年IX月の約2箇年に互り、毎月の月初の5~6日間に測定した同液膜電位差の数値を整理統計して、同液膜電位差が季節的に週期的に変動を呈し、初めの1箇年も次の1箇年も其の変動の様相が相等しいことを見出した。蓋は此の全実験を通じ出来るだけ同一地域に棲息する体重120~140gのものを選り、実験の約2日前に自ら採集して用に供した。第10表には月別に集計した数値を掲げた。各月夫々5~8例の平均値であ

る。電位差の時間的経過を掲げ、平衡値と認められる60分値について95%信頼限界を記入した。第2図には歳月と60分値との関係をしめした。此等の図表によって同液膜電位差の1年中の動きを見ると、それは1年中同じ高さに保たれるものでなく、昇降起伏して2つの山と2つ

の谷を画き、山の頂と谷の底に当る月は多少のずれはあるが兩年とも一致している。II~III月が最も深い谷になり此の時同液膜電位差は負数になる。次いで電位差は上昇してV~VI月が山の頂になる。次に電位差は下降してVIII~IX月が谷の底になるが電位差は正数に当たっている。次いで電位差は上昇してXI月が山の頂になり、此の先きは下降してII月の谷に連る。C.に述べた様に内外液の温度が低くなると同液膜電位差は上昇し、その温度が高くなるとそれは下降するのであるから、此の季節的変動に於ける同液膜電位差の昇降起伏を気温変化の直接の作用に帰することは出来ない。



第2図 0.65% NaCl 同液膜電位差の季節的变化

即ち灌流-下肢血管-膜電位差の同液膜電位差に関して季節的変動が兩年に互り繰り返し見られたことは一般的に言って此の膜電位差が生体の機能状態と密接な関係のもとに消長することを物語っている。蟄の冬眠、春秋の活動期と同液膜電位差の季節的変動とを対照すると概して生活状態の盛んな時には同液膜電位差は上昇し、衰えた時には下降するようである。これは **III. A.** に述べたように7日間に互って同液膜電位差を測定すると、時日の経過して生活機能が衰退して来る程電位差の下降する事と符合している。なお第1年の測定成績から見ると同液膜電位差の時間的経過にも季節的に山の頂を示すIV、V及びXI月では始めより上昇を続け50分後に平衡に達する。II月を底とする谷即ちXII〜III月で初めに多少上昇又は下降の期間はあるが20分以後は平衡状態を示す。VIII月を底とする谷即ちVI〜X月では始め上昇し30分後に平衡に達する。

IV. 総 括

蟄の下行大動脈から灌流している溶液(内液)と一側の裸足の浸漬されている溶液(外液)との間の電位差から灌流-下肢血管-膜電位差を求める。内液も外液も共に0.65% NaCl溶液の場合、即ち同液膜電位差に関する実験成績を第1報として此処に掲げた。

斯かる同液膜電位差の時間的経過、灌流圧并に温度との関係、内液又は外液に薬物を加えた場合又は裸足を薬物で前処置した場合に同液膜電位差の受ける影響を吟味した。なお2箇年に

互り月別に同液膜電位差の数値を統計し、それが季節的に変動して其の週期は兩年とも相一致することを見出した。

これ等の成績に抛り灌流-下肢血管-膜電位差は判然と把握し得る生体の一属性であって、それは生活現象と緊密に連繫しているものであることを明かにすることが出来た。

文 献

- 1) 勝 義孝 (1921) イオン活性並に膜電位差に関する我等の研究に就て 物理化学の進歩 第6巻
- 2) 内藤 晋 (1934) 生物性膜の膜電位差に就いて 京府医大誌 12, 2
- 3) 酒井文三 (1950) 下肢灌流血管の膜電位差 日本生理誌 12, (学会) 92
- 4) 藤井重泰 (1951) 灌流-肺血管の膜電位差に就て 日本生理誌 13, (学会) 40
- 5) 上田哲也 (1953) 灌流-胃腸血管-膜電位差に及ぼす諸種薬物の影響に就て 日本生理誌 15, (学会) 3
- 6) 塩見 清 (1952) 灌流-腎血管-膜電位差に及ぼす諸種薬物の影響 日本生理誌 14, (学会) 137
- 7) 岩田賢次 (1953) 灌流せる卵管の血管膜電位差の研究 日本生理誌 15, (学会) 5
- 8) 志田清英 (1951) 灌流-下肢血管-膜電位差に及ぼす諸種薬物の影響 日本生理誌 13, (学会) 39
- 9) 大原 融 (1952) 灌流-下肢血管-膜電位差殊に表裏実験 日本生理誌 14, (学会) 136
- 10) 鈴木能久 (1952) 灌流-腓腸筋血管-膜電位差 日本生理誌 14, (学会) 136
- 11) 揖場民雄 (1952) 諸臓器に挿入せる微小誘導子による灌流 血管膜電位差の測定 日本生理誌 14, (学会) 137
- 12) 西丸和義 (1928) 岡山医学会雑誌 40, 1383
- 13) 中本慶太郎 (1931) 拡散電位差の実験的研究 (第1報) 京府医大誌 5, 6
- 14) 今井好直・松永徳之助・村本昇二 (1934) 拡散電位差の実験的研究 (第4報) 京府医大誌 21, 1181
- 15) 山田 博 (1937) 拡散電位差の実験的研究 京府医大誌 21, 3
- 16) 小阪幹文・滝本恒雄 (1952) 拡散電位差の測定(其の2) 日本生理誌 14, (学会) 138
- 17) 鈴木能和・老川賢良 (1952) 拡散電位差の測定(其の1) 日本生理誌 14, (学会) 137

Summary

The potential difference between the solution (the inside solution) injected into the Aorta descendens of a toad and the solution (the outside solution) in which one skinned leg of the toad is steeped is called the membrane potential of the perfusing blood vessels of the leg. The experimental results, obtained when both inside and outside solutions are 0.65% NaCl, are summarized below as Part I of this report.

These membrane potentials were studied in regard to the length of time, the relation to the perfusing pressure and temperature, and the effects of chemicals added to the inside or outside solution. Further, monthly values of the membrane potential between 0.65% NaCl solutions were measured statistically for two years and they were found to have seasonal variations reproduced each year. From these results it can be interpreted that the membrane potential of the perfusing blood vessels of a leg is a definite attribute of a living body, closely connected with the phenomena of life.

(Institute of Biophysical-chemistry, Kyoto Prefectural University of Medicine)

灌流-下肢血管-膜電位差の研究 612.133.083:612.014.423

(第2報) 濃度効果と塩類効果

Studies on the Membrane Potential Refers to the Blood Vessel of a Skinned Toad's
Leg. Part II. On the Concentration Effects and the Salt Effects.

齊藤 貞二 (SAITO-Teiji)*

I. 緒言

蟾の下行大動脈から溶液(内液)を灌流しつつ、内液に連絡する導電極と、一側の下肢の裸足の浸漬されている溶液(外液)に連絡する導電極との間に測定される起電力から、拡散電位差并に両電極のみの間の電位差を除き、内液と外液とが生物組織に接触している場所に発生していると認められる電位差が灌流-下肢血管-膜電位差である。生と無生とを問わず、又興奮に随伴すると否とを問わず、斯様に或る物質系の両側に相接する塩類溶液から、不分極的に導いて測定される起電力のうち、其の物質系が存在する為めに発生すると見做される電位差を勝義孝¹⁾は膜電位差の名のもとに総括し、其の物質系を膜と名づけていたので、此処にも亦膜電位差の名を用いた。我々は次第に種々の方面から研究を進めて灌流-下肢血管に於ける膜の性格を明かにし、其の漠然たる所を漸次払拭して行こうと努めている。

第1報では内液も外液も共に0.65% NaCl 溶液とした場合の膜電位差一同液膜電位差一の灌流圧并に温度の影響、季節による変動、其の他数種の薬物の作用について述べた。本報に於ては、(A) 外液の NaCl 濃度を0.65%に一定して内液の NaCl 濃度を其の10倍より1/10の範囲にかえた場合(1)、并に内液の NaCl 濃度を0.65%に一定にして外液の NaCl 濃度を其の10倍より1/10の範囲にかえた場合(2)についての実験結果を記述する。(1)により膜電位差に対する内液濃度効果、(2)により外液濃度効果が判って来る。併せて NaCl の濃度効果と言う事にする。

次に、(B) 外液を0.65% NaCl 溶液とし内液をこれと等張な種々の塩類溶液を用いた場合(3)、并に内液を0.65% NaCl 溶液とし外液をこれと等張な種々の塩類溶液を用いた場合(4)についての実験結果を記述する。(3)により膜電位差に対する内液塩類効果、(4)により外液塩類効果が判る。併せて等張溶液に見られる塩類効果と言うことにする。実験方法は第1報の通りであるから此処には省略するが此の総ての場合に於ける内外寒天橋は夫々の場合の内又は外液に3%の割合に寒天を含まして作った寒天 Gel を内容としたものである。

II. 実験成績

A. 濃度効果

灌流-下肢血管-膜電位差に対する内及び外液濃度効果を検した。又灌流-腎血管、灌流-肝血管、胃壁、大腸壁、鶏卵殻及び竹莖についての内及び外液濃度効果をも検して考察の資料とした。

1) 灌流-下肢血管

灌流-下肢血管-膜電位差に対する内液濃度効果即ち

内液 0.065~6.5% NaCl | 外液 0.65% NaCl
外液濃度効果即ち

内液 0.65% NaCl | 外液 0.065~6.5% NaCl
を見るため1949年Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ及びⅦ月、1950年Ⅲ及びⅣ月に行った実験成績を一括して第1表に掲げた。成績を月別に集計したのは同液膜電位差に於て第1報所載のように季節的変動を見出したからである。膜電位差は外液が陽極側に当る時を正とし、それが陰極側に当る時を負とした。此の符号の関係を念頭に置きながら事態

* 京都府立医科大学生物物理化学教室

第1表 NaCl濃度効果の季節的変動(膜電位差 mV)

内液 NaCl%	外液 NaCl%	例	年月					
			1949 IV	1949 V	1949 VI	1949 VII	1950 III	1950 V
0.65	0.065	1	-4.7	-3.8	-10.1	-9.5	-8.7	-1.7
		2	-3.9	-5.3	-10.6	-11.5	-8.8	-0.9
		3	-6.7	-2.7	-8.8	-9.5	-3.8	-4.2
		4	-3.2	-3.9	-9.8	-8.7	-5.3	-5.6
		5	-4.4	-6.2		-9.7	-8.1	-5.0
		6	-1.0	-4.5		-11.7	-7.7	
		7	-4.4			-10.3		
		8	-6.5			-9.4		
		平均	-4.6	-4.4	-9.3	-10.0	-7.1	-3.7
0.65	0.65	1	4.2	5.9	7.2	3.2	-2.0	-1.8
		2	4.6	6.6	5.2	4.3	-3.1	-0.6
		3	5.6	5.4	5.4	3.8	-3.1	0.2
		4	3.4	7.1	7.7	3.8	-2.2	0.1
		5	4.3	7.8	5.6	2.8	-3.7	
		6	5.1	4.7	6.6	4.8	-4.7	1.7
		7				3.6	-6.2	
		8				4.8	-6.9	
		平均	4.6	6.3	6.5	3.9	-4.0	-0.8
0.65	6.5	1	12.6	15.1	13.0	12.2	-3.1	9.0
		2	13.7	14.7	13.0	13.1	-1.0	6.5
		3	8.3	16.1	13.6	12.5	0.1	7.3
		4	11.0	17.2	8.9	14.4	0.4	7.1
		5	13.3	15.2	10.2	12.1	0.3	5.0
		6	9.9	17.3		12.6	2.9	
		7	14.0			13.7		
		8	11.2			13.2		
		平均	12.0	14.1	11.7	13.0	-0.1	7.0
0.065	0.65	1	8.9	10.3	10.2	6.8		2.4
		2	8.8	10.3	9.5	6.1		4.6
		3	7.2	8.5	11.5	9.2		1.7
		4	11.8	9.4	9.6	8.9		2.0
		5	8.7		8.8	6.3		3.0
		6	8.1					
		平均	8.9	9.6	9.9	7.4		2.7
6.5	0.65	1	-5.6	-5.5	-9.5	-6.8	-0.4	-5.1
		2	-5.0	-4.5	-7.3	-6.1	-0.8	-3.5
		3	-7.3	-5.6	-8.8	-6.7	-1.6	-5.9
		4	-5.2	-4.1	-7.3	-7.8	-2.4	-5.0
		5	-3.0	-5.2	-7.3	-7.3	-2.0	-5.6
		6	-4.0	-6.0		-6.1		
		平均	-5.1	-5.1	-7.6	-6.8	-1.4	-5.0

を見ると内液濃度効果に於て1950年Ⅲ月の成績以外は常に内外液のうち濃度の大きな側が陽極側に当っていて、内液の濃度が高くなる程其の側の陽極性は高くなっている。膜電位差を縦座標に内液のNaCl濃度の対数を横座標にとると各点は概ね一直線上に横わる。膜電位差では其の側の塩類溶液濃度が大きくなる程その側の陽極としての電位の高くなる様な膜を陽性膜、それが低くなるような膜を陰性膜と名づけている。従って灌流-下肢血管-膜電位差を起している膜の内面は1950年Ⅲ月の成績以外では総て陽性膜として作用しているが、1950年Ⅲ月の成績のみは陰性膜として作用している。これは第1

報所載のように同液膜電位差がⅡ月及びⅢ月に負数になっていたことと符合する現象と思われる。但し1950年Ⅲ月の実験は内液のNaCl溶液の濃度が0.65%と6.5%の場合に限られているので今後更に広い濃度範囲で検討しなければならぬ。外液濃度効果に於ては総ての成績を通じて、灌流-下肢血管-膜電位差を起している膜の外側は、例外なく陽性膜の性格をあらわしている。膜電位差と外液のNaCl濃度の対数との間にも概ね直線的關係が認められる。1950年Ⅲ月の実験により内面は陰性膜、外面は陽性膜なる膜の存在が見つかったのであるが更に慎重に斯かる膜の存在を確証し其の由って来る所以を考えて見たいと思っている。尙これにより季節に応じて陽性膜とも陰性膜ともなる季節的両性膜の存在が初めて判って来たのである。

2) 其の他の臓器組織

灌流-肝血管-膜電位差及び灌流-腎血管-膜電位差は灌流-下肢血管-膜電位差と同様の方法

で測定出来るものであって私²⁾がこれを初めて試み、其の後肝血管については川合弘一、腎血管については塩見清³⁾が広く実験を進めている。胃壁及び大腸壁は藁の体内から切り出した胃及び大腸について行った実験であって灌流しつつ行ったものではない。灌流-胃腸血管-膜電位差については上田哲也⁴⁾が広く研究を行っている。鶏卵殻については安丸明正⁵⁾、竹莖については平田隆三⁶⁾が以前に実験しているが、内液濃度効果との比較を目ざし此処に私が追試した。これ等の実験成績を一括して第2表に掲げる。其の結果灌流-肝血管、灌流-腎血管、胃壁及び大腸壁は何れも内外両面ともに陽性膜に属

第2表 NaCl 濃度効果(膜電位差mV)

分類	内液 NaCl%	外液 NaCl%	例	膜の種類					
				灌流管 肝	灌流管 腎	胃 壁	大腸 壁	鶏卵 殻	竹 茎
外液濃度効果	0.65	0.065	1	-9.3	-4.5	-0.9	-0.9	11.2	-13.7
			2	-9.6	-4.9	-0.1	-1.2	8.7	-13.7
			3	-8.8	-5.1	1.0	1.5	10.5	-26.5
			4	-3.9	-3.9	1.7	0.7		-25.2
			5		-4.1	1.3	-2.1		-22.3
			平均	-9.2	-4.5	0.6	-0.4	10.1	-20.3
	0.65	0.65	1	-0.1	0.3	9.6	5.7	0.5	-23.3
			2	-0.1	-0.9	8.8	4.9	0.8	-21.8
			3	0.1	-0.5	8.9	5.6	1.6	-30.6
			4	0.4	0.4	5.3	5.3		-26.4
			5	0.1	0.1	8.0	7.0		-26.0
			平均	0.1	-0.1	8.2	5.7	0.9	-25.7
	0.65	6.5	1	8.9	11.2	14.1	10.3	-8.4	-30.4
			2	9.5	12.2	14.0	11.4	-9.7	-42.0
			3	9.7	10.8	13.8	13.4	-9.7	-37.2
			4	8.1	11.6	14.3	12.9		-35.1
			5	8.1	11.0	12.8	9.2		-33.6
			平均	8.8	11.4	13.8	11.5	-9.3	-36.0
内液濃度効果	0.065	0.65	1	5.4	12.0	10.0	8.8	-15.2	-52.1
			2	7.2	12.0	12.8	8.3	-12.9	-52.3
			3	8.0	12.0	12.8	8.0	-15.4	-60.4
			4	7.6		10.4	8.0		-59.3
			5	6.4		9.3	8.0		-61.0
			平均	7.0	12.0	11.1	8.2	-14.5	-57.0
	0.65	0.65	1	0.2	0.0	8.3	4.4	-0.5	-15.6
			2	0.4	0.1	6.1	5.8	-0.3	-23.1
			3	0.1	-1.0	10.4	7.0	0.5	-24.2
			4	0.4	0.7	7.0	7.2		-28.8
			5	1.2	0.0	10.6	6.9		-23.3
			平均	0.3	0.0	8.5	-6.2	-0.1	-23.0
	6.5	0.65	1	-5.9	-4.5	-5.3	-6.0	17.2	4.7
			2	-6.1	-4.9	-4.1	-6.1	18.7	9.4
			3	-5.4	-5.2	-4.4	-6.0	16.5	9.5
			4	-6.2		-4.0			9.0
			5	-5.7		-8.4			10.0
			平均	-6.2		-6.2			
		平均	-5.9	-4.9	-5.4	-6.0	17.4	8.5	

しているが、鶏卵殻と竹茎とは両面共に陰性膜に属している。膜電位差は多くの場合膜に接する NaCl 溶液の濃度の対数と直線的に推移するから此の直線の勾配を以て、陽性膜ならば陽性度を、陰性膜ならば陰性度を表わすことが出来る。今勾配を表わす数値として膜の一侧が 6.5% NaCl 溶液に対する膜電位差と同じくそれが 0.065% NaCl 溶液に対する膜電位差との差(絶対値をとる)を以てすると第3表のようになる。此の数値は第1表及び第2表の成績から算出したものである。第3表から、同一膜の内外

両面について、陽性膜ならば陽性度、陰性膜ならば陰性度を互に比較すると、竹茎、鶏卵殻では内外両面の陰性度の差は非常に大きく又此の両者では内面の陰性度の方が外面のそれより高い。然し他の膜では内面の陽性度と外面のそれとはほぼ等しい数値を示しているが、胃壁、大腸壁では内面の陽性度は外面のそれよりやや高く、灌流-下肢血管膜では内面の陽性度は外面のそれよりやや低い。なお陰性度の最も高い竹茎内面(65.5 mV)でも金属板を膜とする場合の陰性度(115 mV)の57%に過ぎぬ。

B. 塩類効果

墓の灌流-下肢血管-膜電位差について内液塩類効果即ち

内液等張塩類溶液 | 外液
0.65% NaCl

外液塩類効果即ち

内液 0.65% NaCl | 外液
等張塩類溶液

を吟味した。塩類には NaCl, KCl, LiCl, NaBr, NaJ,

NaF, MgCl₂, CaCl₂, BaCl₂ 及び SrCl₂ を用いた。Landolt の表に基き Δ=0.381°C を示す各種塩類の濃度(無水物の g 数/100gH₂O)を内挿的に算出し之により等張塩類溶液を調製した。膜電位差は平衡値と看做される60分値を採り各5例についての夫々の数値と其の平均値を一括して第4表に掲げた。又私の別の墓下肢を用いての実験でこれら等張塩類溶液の灌流量滴数と等張 NaCl 溶液の灌流量滴数の比(比滴数)を夫々同一の墓について求めていたので其の平均値のみを第5表に掲げる。

第3表

0.065% NaCl溶液に対する膜電位差と 6.5% NaCl溶液に対する膜電位差の差の絶対値を示す

膜の種類	内面		外面		
	陽性膜 陰	勾配 (mV)	陽性膜 陰	勾配 (mV)	
灌流-肝血管	陽	12.9	陽	18.0	
灌流-腎血管	陽	16.9	陽	15.9	
胃壁	陽	16.5	陽	14.4	
大腸壁	陽	14.2	陽	11.9	
鶏卵殻	陰	31.9	陰	19.4	
竹茎	陰	65.5	陰	16.7	
灌流- 下肢血管	1949年IV月	陽	14.0	陽	16.6
	1949年V月	陽	14.7	陽	18.5
	1949年VI月	陽	17.5	陽	21.0
	1949年VII月	陽	14.2	陽	23.0
	1950年III月	陰	—	陽	7.0

第4表に基き内液塩類効果を mV の概数について比較すると KCl (15), NaF (11), NaCl, NaBr 及び NaJ (8), LiCl (6), MgCl₂ (4), BaCl₂ 及び SrCl₂ (2), CaCl₂ (1) となり一般に陽イオンの個別的作用は顕著であるが陰イオンの個別的作用は F⁻ を除いては不著明である。即ち普通の言い表わし方をすると灌流-下肢血管-膜電位差に対する塩類効果としては陰陽両イオン中では陽イオンが作用し又陽イオン中では2価の陽イオンの方が1価の陽イオンより作用が強い。これは攻究すべき1つの重要な点である。と言うのは灌流-下肢血管は上述の実験により陽性膜であることが判って来た。然るに陽性膜に対しては陰イオンが作用して陽イオンが作用しないのが通則であるからである。即ち灌流-下肢血管は濃度効果からは陽性膜であるが塩類効果からはむしろ陰性膜のような性格が現われる。

第4表の内液及び外液塩類効果の平均値について NaCl より偏倚率 (%) 即ち各塩類の膜電位差から NaCl の膜電位差を差し引きこれを NaCl の膜電位差で除して百分率で表わした数値を夫々内及び外液効果について算出すると第6表のようになる。之を図示したのが第1図である。之により外液塩類効果と内液塩類効果とはほぼ対称的に表われることが判った。即ち外液効果により膜電位差を上昇せしめるイオンは

第4表 塩類効果

塩類	例	外液塩類効果 (mV)	内液塩類効果 (mV)
NaCl	1	7.9	7.9
	2	6.2	6.2
	3	8.9	8.9
	4	7.4	7.4
	5	7.7	7.7
	平均	7.7	7.7
KCl	1	1.5	14.0
	2	3.4	14.5
	3	3.4	12.8
	4	5.1	15.2
	5		16.2
	平均	3.4	14.5
LiCl	1	13.7	7.3
	2	11.3	7.5
	3	11.5	5.5
	4	13.0	4.7
	5	10.3	5.9
	平均	11.9	6.2
CaCl ₂	1	19.1	0.0
	2	19.3	0.9
	3	18.8	2.3
	4	18.6	0.5
	5	16.5	0.5
	平均	18.5	0.8
MgCl ₂	1	11.8	3.2
	2	13.7	4.3
	3	14.8	5.4
	4	14.8	4.4
	5	13.2	4.6
	平均	13.7	4.4
BaCl ₂	1	13.6	1.2
	2	16.7	2.3
	3	13.8	2.8
	4	15.2	2.1
	5	15.7	0.8
	平均	15.0	1.8
SrCl ₂	1	15.3	1.7
	2	14.6	1.6
	3	13.5	0.5
	4	13.5	2.4
	5	17.8	2.1
	平均	14.9	1.5
NaBr	1	5.8	7.3
	2	6.7	5.4
	3	7.8	7.0
	4	7.0	8.4
	5	8.3	7.3
	平均	7.1	7.1
NaJ	1	8.5	8.7
	2	7.6	6.9
	3	8.2	7.0
	4	7.4	6.5
	5	8.0	7.8
	平均	7.9	7.4
NaF	1	6.0	10.1
	2	3.9	10.4
	3	4.4	9.7
	4	5.6	12.6
	5	4.6	9.9
	平均	4.9	10.5

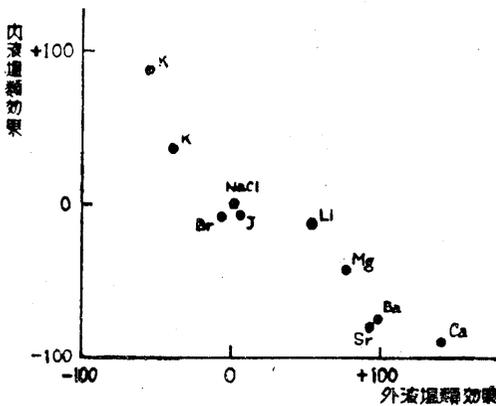
内液効果ではほぼ同程度に膜電位差を下降せしめる。然し細かく見れば外液効果の方が内液効果

第5表 塩類溶液の比滴数

塩類	比滴数
NaCl	1.00
KCl	0.51
LiCl	0.81
CaCl ₂	0.06
MgCl ₂	0.71
BaCl ₂	0.08
SrCl ₂	0.11
NaBr	0.94
NaJ	0.90
NaF	0.01

第6表 NaCl よりの偏倚率 (%)

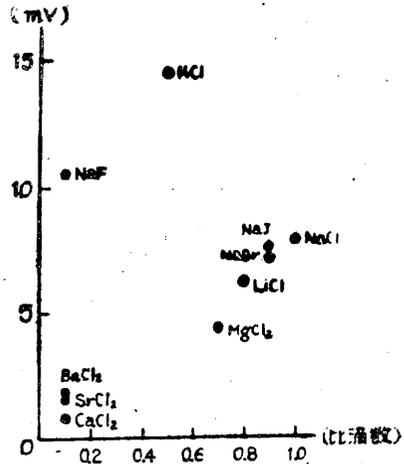
塩類	外液塩類効果	内液塩類効果
NaCl	± 0	± 0
KCl	- 56	+88
LiCl	+ 55	-12
CaCl ₂	+140	-90
MgCl ₂	+ 78	-43
BaCl ₂	+ 95	-77
SrCl ₂	+ 94	-79
NaBr	- 8	- 8
NaJ	+ 3	- 4
NaF	- 42	+36



第1図

より幾分強く表われる。これは膜の陽性度に関し外面が内面よりやや大であったことと関連する事実と思われる。例えば K^+ と Ca^{++} とは方向相反する作用の両極端に位置するものであるが、両者の作用を NaCl より偏倚率で比較すると内液効果では K^+ (+88), Ca^{++} (-90) となって両者(絶対値)はほぼ相等しく、外液効果では K^+ (-56), Ca^{++} (+140) となって両者の差は顕著である。

次に第4表の内液塩類効果に於ける膜電位差と第5表の比滴数とを夫々縦軸と横軸とにとつて図示すると第2図を得る。これにより NaJ,



第2図

諸種塩類溶液に於ける膜電位差と比滴数との関係

NaBr, LiCl, MgCl₂, BaCl₂, SrCl₂ 及び CaCl₂ の溶液では比滴数の減少する程膜電位差は下降しているが KCl 及び NaF の溶液では比滴数は減少するが膜電位差は上昇している。

III. 考 察

第1報及び第2報の実験成績により灌流-下肢血管-膜電位差は凡そ平衡値を捕捉し得る安定した電位差であること并に其の同液膜電位差は季節的に週期的に変化して生活機能との関連が緊密であることが明かになった。又膜は内外両面共に陽性膜に属しているが陽イオンの方が陰イオンよりも個別的作用を違うことが明かになった。

灌流-下肢血管-膜電位差に関して私の得た成績から聊か考察を試みよう。此の膜電位差の膜として作用する物質系は毛細血管壁と考えられる。陽性膜としての膜電位差と log 濃度との勾配即ち陽性度が内面も外面もほぼ等しいこと并に塩類効果が内面からしても外面からしてもほぼ等しいことは、内外液が毛細血管壁を隔てて対峙しているものと看られる。毛細血管壁については内皮細胞と細胞間隙とが問題になるが面

積から見ても亦同液膜電位差に対する考察と言った点から見ても先ず内皮細胞を取り上ぐべきである。内皮細胞を電位差発生場所とすれば一番に細胞の内及び外境界層即ち内皮細胞の血液腔に向う形質膜と組織液腔に向う形質膜を考えねばならぬ。記述を簡略にするために之を**内及び外形質膜**と名づける。灌流-下肢血管-膜電位差は所詮内及び外形質膜の発電機構によって説明されることになる。形質膜の化学的構造は最近大いに攻究されているが結局以前からも考えられたように **lipoid area** と **protein area** との組み合わせから成るものと考えられている。発電機構を考えるに当って **lipoid area** に対しては **Ölkette** を, **protein area** 即ち **sieve-like area**, **porous area** に対しては微孔拡散電位差を以て臨むことが便宜である。更に私は取扱を簡単にするため此処では先づ **protein area** に於ける **pores** の微孔拡散電位差を以て当面の問題を処理することにする。

灌流-下肢血管-膜電位差を生起する膜は実験上**陽性膜**である。陽性膜と言えは森永一郎⁷⁾, 次いで北川孝⁸⁾が陰性滲透について研究した **Gelatin** 浸潤 **Kolloidum** 膜が想い出される。**Gelatin** の存在により **Kolloidum** 膜が陽性膜となっているように、灌流-血管-膜電位差の発生部位となる毛細血管-内皮細胞-形質膜に於ても、其の **protein area** が陽性膜の性質を發揮する、陽性膜であるから其の微孔拡散電位差の発生に対しては微孔内の**陰イオン**が主な役割を演ずるが、其の微孔の基壁を構築している **protein area** の**蛋白質**は等電点の関係上陰性荷電を有する為め **Hardy-Schulze** の法則により**陽イオン**特に多価陽イオンの作用が強くあらわれる。塩類効果に見られた陽イオンの顕著な作用は此の関係に於て理解せられる。

灌流-下肢血管-膜電位差に**同液膜電位差**が存在しこれが季節的に週期的に変化する。此の同液膜電位差はどうして起るか。これには内皮細胞の内形質膜と外形質膜とで **protein area** の性状、従って其の微孔の大きさや数とが異なるものと考えねばならぬ。実験上内面の陽性度が外

面の陽性度よりやや低いことは既述の通りである。又同液膜電位差は多くの場合に内皮細胞の内面が陰極側に、其の外表面が陽極側に当る様に現われる。**皮膚流**は外から内に向って **ingoing** の方向を取っていたが**内皮流**と仮りに言うならばこれは内から外に向う方向を取る。従って皮膚流は腺細胞が外に向って開いている為めに起るものとすれば、内皮流から眺めた内皮細胞は、血液腔に向って開いている腺細胞に類似している。これ等の考察の結果内皮細胞の内形質膜は**粗孔的**であって微孔の大きさが比較的大きい。所で外形質膜は**細孔的**であって微孔の大きさが比較的小さい為めに膜の起電的效果は内面より外面の方が稍強くなる。内皮細胞の細胞内部の塩類濃度は **0.65% NaCl** 溶液に匹敵するよりは小であるから、内皮細胞の内及び外面がともに **0.65% NaCl** 溶液に接触している同液膜電位差の場合には内及び外面は共に細胞内部に向って(一)、細胞周辺に向って(+)に配置する電気的二重層を有する。所で外形質膜の方が内形質膜より起電的效果がやや強い為めに此処に上述内皮流の方向に電位差が発現し、これが同液膜電位差となる。同液膜電位差が季節的に変化し、動物の生体活動の旺盛な時期に上昇するのは、内形質膜がより粗孔的になる為めである。これは透過性亢進、興奮性増強の方向に一致し、生活活動の旺盛と調子の合った一連の現象である。

灌流-下肢血管-膜電位差に対する塩類効果は先きに述べたように、形質膜の **porous area** の蛋白質に対する塩類作用の現われであって、**Hardy-Schulze** の法則が認められる。内液塩類効果でアルカリ土金属塩は内形質膜の **protein area** に凝析的に作用して微孔に細孔的变化を生ずる為めに同液膜電位差は下降する。**K⁺** 及び **F⁻** は **protein area** に膨化的に作用して微孔に粗孔的变化を生ずる為めに同液膜電位差は上昇する。**F⁻** の膨化的作用に関しては栗原良輔⁹⁾の研究が関連する。

灌流-下肢血管-膜電位差の発生について我々は今後多くの実験事実を集めて多角的に其の機構を明かにし度いと考へているが、私が記述し

た第1報及び第2報の実験成績即ち同液膜電位差の成立と塩類効果については、毛細血管内皮細胞の内及び外形質膜の protein area の微孔拡散電位差により説明し得ることが明かになった。

3) 毛細血管壁を膜と考え、其の内皮細胞の内及び外形質膜の protein area に起る微孔拡散電位差に拠って、灌流-下肢血管-膜電位差に関して私の得た実験事実を説明し得ることを明かにした。

IV. 総 括

蟾の灌流-下肢血管-膜電位差について次のような知見を得た。

1) NaCl 溶液の内液濃度効果と外液濃度効果とを吟味して、此の電位差を起している膜は1年中殆んど全ての場合内面、外面共に陽性膜に属していることを知った。陽性度(膜電位差の log 濃度勾配)は内面、外面ほぼ等しいが、外面は内面より其程度が高い傾がある。

2) 等張塩類溶液の内液塩類効果と外液塩類効果とを吟味して、陽イオン殊に多価陽イオンの作用が顕著に現われる事を明かにした。塩類効果は内面、外面ほぼ等しいが、外面では内面よりやや強くイオンの個別的作用が認められる。

文 献

- 1) 勝 義孝 (1921) イオン活性並に膜電位差に関する我等の研究に就いて 物理化学の進歩 第6巻
- 2) 齊藤貞二 (1950) 肝及び腎灌流血管の膜電位差 日本生理誌 12, (学会) 2・3
- 3) 塩見 清 (1952) 灌流腎血管膜電位差に及ぼす諸種薬物の影響 日本生理誌 14, (学会) 137
- 4) 上田哲也 (1953) 灌流胃腸血管膜電位差に及ぼす諸種薬物の影響に就て 日本生理誌 15, (学会) 3
- 5) 安丸明正 (1931) 卵殻の膜電位差的研究 京府医大誌 5, 2
- 6) 平田隆三 (1931) 林檎果皮並びに竹莖の膜電位差的研究 京府医大誌 5, 2
- 7) 森永一郎 (1950) 陰性滲透に関する研究 日本生理誌 12, (学会) 2・3
- 8) 北川 孝 (1952) 陰性滲透に関する研究 日本生理誌 12, (学会) 4
- 9) 栗原良輔 (1949) 弗素イオンの生物学的作用 日本生理誌 11, (学会) 8

Summary

The results obtained on the membrane potential of the perfusing blood vessels of a toad's skinned leg are as follows:

1) The concentration effects of the inside and outside NaCl solutions were examined, and the membrane which generates the potential difference on both surfaces, inside and outside, was found to be positive. The positive grade (gradient to the log. of concentration of the membrane potential) is nearly the same on both inside and outside surfaces.

2) The salt effects of inside and of outside isotonic saline solutions were examined, and it became clear that the action of the cations, especially of polyvalent cations, is considerable. The salt effects of both the inside and outside surfaces are almost the same, but that of the outside surface is somewhat stronger than that of the inside and so we have more distinct ionic individual actions on the outside.

3) By the special pore diffusion potential occurring in the protein area of the internal and external plasma membrane of the endothelium of a capillary wall the experimental facts obtained, concerning the membrane potential of the perfusing blood vessels of a leg, can be explained.

(Institute of Biophysical-chemistry, Kyoto Prefectural University of Medicine)

Nicotine に依る一過性血圧下降 612.146.172-2, 174.178-1-7

A. Temporary Blood-pressure Fall Caused by Injection of Nicotine.

入 沢 宏・錢 場 武 彦 (IRISAWA-Hiroshi・SEMBA-Takehiko)*

著者等の1人錢場⁴⁾はさきに墓洞房標本に nicotine を作用させ収縮高と搏動数との減少を認め、之が atropine により抑制されるのを見た。これは nicotine が直接心筋又は心筋に至る迷走神経末端に依り、この変化を生ずると考えられた。尠が、更に著者等が⁵⁾温血動物(犬、猫)に就き、その血圧に対する影響を検討した結果に依ると、nicotine 静注後一過性血圧下降が起り、次で著明な上昇を起すことを知り更にこの血圧下降と同時に著明な徐脈無呼吸を伴う事を明にした。而して、この血圧下降は迷走神経切断後、並びに atropine 作用後に全く消失するを以て、この機転は迷走神経を介する反射的血圧下降によると解すべきであると考へた。然して、この様な反射性血圧下降を起すものとして従来知られているものに頸動脈洞神経並びに減圧神経がある。之等は迷走神経を遠心路とするものであるから、前報⁶⁾に於ては両側頸動脈洞神経の切断をおこない、之に依つても nicotine に依る初期血圧下降が消失しない事を確めた。そこで著者等は更に、この血圧下降機転が減圧神経を介するか否かを決定し、更に心電図を描記させる事に依り nicotine の心臓作用機転の一端を見ることとした。

I. 実験方法

犬及び猫を用いた。血圧ならびに呼吸曲線の描記法は前回と同方法で、股静脈より nicotine (10⁻³, 0.5~0.8cc) を注射した。心電図は肢誘導により、関電極として直径 1.5cm の銀円板を用いた場合と注射針を用いた場合とあったが、結果は同様であった。増幅器は抵抗容量 3 段を用い、之を横河製電磁 oscillograph の H 型振動子に導いた。較正曲線で 1 mV は約 2cm の振れを

示した。尠心電図を描記しつつ同時に呼吸血圧曲線を kymographion 上に描記し参考とした。

II. 実験結果

A. 減圧神経切断実験

犬 4kg を用い、頸神経節の部で型の通り両側減圧神経を露出し先づ之が感応コイルに依る刺激により左側 30mm Hg 右側 34mm Hg の著明な血圧下降を来すのを確認した後、対照として 0.1% nicotine 0.8cc を股静脈より注射すると定型的血圧下降を来し、次で血圧上昇を示した(第1表)。次に左右の減圧神経を頸神経節で迷走神経に接続する前て切断しふたび 0.1% nicotine 0.7 cc を注射すると、血圧は一過性に 40mm Hg 迄下降した後、1分後には 86mm Hg 迄上昇し、次で徐々に回復して約 10分後には正常に復した(第1表)。即ち対照と全く異なる結果を得た。

第1表. 減圧神経切断と nicotine 作用

	血圧 (mmHg)	心搏 (分)	呼吸 (分)	備 考	
A 切 断 前	注射前	60.8	70.0	28.0	} 18秒間血圧下降 } 9秒間無呼吸 } 血圧頂点に達する } 迄15秒間頻呼吸
	注射後	40.4	42.9	12	
	42秒	100.0	57.0	33	
	5分	60.0	147.0	18	
	10分	61.0	70.0	23	
B 切 断 後	注射前	68.0	80.0	26.0	} 15秒間血圧下降 } 15秒間無呼吸 } 血圧下降期12秒 } 呼吸頻数35回/分
	注射後	50.0	21.0	22.0	
		88.0	90.0	6.0	
	3分	40.4	91.0	17.0	
	10分	68.0	84.0	21.0	

B. 心電図所見

犬、猫に就ての所見は大凡同様である。即ち

* 広島大学医学部生理学教室

第2表

nicotine 0.1% 0.5cc 注射による心電図 (数字は秒)

各棘名称	対照	注射後時間				
		30秒	54秒	2分40秒	5分	7分
PQ間隔	0.2	0.2	0.19~0.12	0.2	0.2	0.2
ST間隔	0.4	0.5	0.44	0.50	0.44	0.40
QQ間隔	0.8	1.8~1.2	1.3~1.6	1.60	0.90	0.90

第2表に示す通り nicotine (0.1% 0.5cc) 即ち毎体重 0.2mg の時は血圧下降と同期して著明な徐脈を認め、QQ間隔が延長するが、之はPT間隔の延長である事はPQ及びST間隔に著変のない事から明らかである。更にこの変化は迷走神経切断後には全く認められない。而してこの他には心電図に著変を認めない。

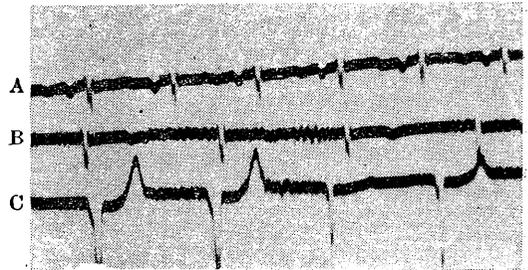
第3表 第1図の例に於ける各棘間隔(秒)の計測

	対照	25"	40"	1'25"	1'40"	2'10"
PQ間隔	0.17	0.20	0.20	0.17	0.17	0.17
ST間隔	0.37	0.42	0.50	0.40	0.45	0.50
QQ間隔	0.85	1.42	1.25	1.05	1.15	1.10
PQ間隔	0.17	0.17	?	0.15	?	
ST間隔	0.35	0.42	0.37	0.40	?	
QQ間隔	0.87	0.87	0.92	1.00	1.25	

第4表 第3図の例に於ける各棘間隔(秒)の計測

	対照	20"	55"	6'17"	9'
PQ間隔	0.25	0.25	0.25-0.37	0.25	0.25
ST間隔	0.55	0.65	0.55	0.50	0.50
QQ間隔	1.08	2.03±1.17	1.35±0.92	1.10	1.10

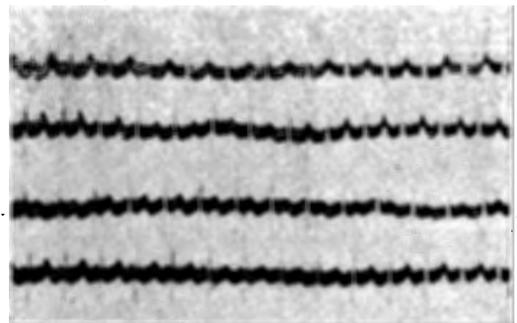
然るに毎体重の nicotine 量を増し毎 kg 0.5 mg 又はそれ以上とすると、極めて特長ある所見を得る。即ち猫で第1図に示す通り、第3誘導で対照Aを撮影後、nicotine 注射直後では著明なRRの延長の他、大きな変化をみとめないが、5秒乃至10秒をへると、血圧下降期に一致してQRS棘及びT棘が著明に増大し、これは血圧上昇期迄持続する。又この際T棘はR棘と逆方向になる。更に血圧下降の初期では正常曲線が大きな棘間に認められる。而して、これは20秒後には消失し、1分25秒後血圧が上昇するとR棘、T棘共に正常の高さに回復をしめしたが、QQ間隔の延長は2分後でも依然認められた。この特長ある各棘の変化の間も、PQ間隔、ST間隔には著変を認めず、QQ間隔が増加を



第1図 Nicotine 注射の心電図 (猫)

A : 対照
B : 25秒後、QQ間隔は著明に延長している
C : 40秒後、本文参照

示すので、徐脈の原因はTP間隔の延長と云うことになる。所が此の著明な所見は、両側迷走神経切断後には全く認められないで、血圧上昇と共にRRの短縮のみが観察された(第2図参照)。第3図は不整脈の著明な例で、猫体重 2.5 kg に 0.1% nicotine 0.5cc (即ち 0.2mg/kg) 注射後20秒を経て血圧下降期に於て著明なR-R間隔延長が認められるが、この際R-R間隔は著名に周期性を失い不整となる。これは約1分後依然認められたが、1分40秒後には既に認められず、5分後には血圧回復期の著明な洞性頻脈が続いた。この例でも両側迷走神経切断後はかかる変化が認められない。この例では毎 kg 0.2 mg の nicotine 量となるが、これよりさき約 0.5 mg の nicotine を与えている。

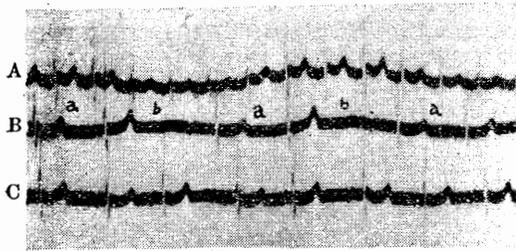


第2図

迷走神経切断後、心電図曲線の後期にあらわれる頻脈

III. 考察と総括

1. 先に著者等は犬猫に観察される nicotine に依る血圧下降は迷走神経切断後、及び atropine作用後には消失する故に、nicotine の作用



第3図

0.5mg/kg の nicotine 注射により二段脈の所見を呈した例である。即ち図の B 列に於て正常周期 a の次に、その 1.6 倍の周期を有する b なる搏動が起つた例で、血圧上昇後の頻数呼吸に一致して (C)、R 棘、ST 棘等の振幅がかなりの動揺を示しているのが認められる。

は中枢を介して迷走神経を経由する反射的血圧下降であると考えたが、迷走神経を遠心路とする血圧下降性の求心経路としては、頸動脈洞神経及び減圧神経が存する事から、之に就いて実験した処、頸動脈洞神経の切断は何ら血圧下降をさまたげない⁵⁾。又減圧神経も第 1 表に示す通り、その切断に依って血圧呼吸曲線に全く変化が認められなかった。従つて nicotine 注入による一過性血圧下降は迷走神経を介する血圧反射である事が一層明らかになったと考える。

2. さらに著者等は心電図の変化に就いて nicotine の心臓作用を追求した。心電図の変化に就ては Frommel³⁾ や Barry¹⁾, Clerc & Pezzi²⁾ や Ssalischtschef & Tschernogoroff⁶⁾ 等の所見があつて、何れも期外収縮や二段脈と同時に各棘の変化を認めている。然し之等の著者は心電図の変化が之に相当する血圧呼吸曲線といかに関係するかに就て特に注目していない。この点に注目して実験すると nicotine の可成り大量を与えた場合も、その変化は一過性で、血圧変化の初期の一過性血圧下降期には常に無呼吸を伴い、同時に著明な洞性徐脈が認められる。第 1 図に示す様に、大量の nicotine を作用させた場合の心電図所見では、明らかに心臓週期の外に心筋にも或程度の影響が波及している事を暗

示させる。又第 3 図の例でも心臓週期は不整となっている。然しこの所見は血圧回復期には消失し、又この所見が迷走神経切断後には初めより全く認められない事から、この血圧下降が迷走神経を介する血圧下降反射である事が一層明らかに証明できたと考える。

IV. 結 語

1. Nicotine による一過性血圧下降は減圧神経切断後も認められる。

2. 心電図の変化は血圧下降期に一致する TP 間隔の延長であつて、迷走神経切断後はこの血圧下降に一致する洞性徐脈が徐外できるが、回復期に一致する洞性頻脈は消失しない。

3. 比較的大量の nicotine を与えた場合にみとめられる、R 棘 T 棘の増大、RR 間隔の不整等は、迷走神経切断後は認められない。

4. 以上の実験を前報⁵⁾と共に考察すると、nicotine による初期一過性血圧下降は迷走神経を介する中枢からの血圧下降反射であると理解する事ができる。

文 献

- 1) Barry, D. T. (1921) La signification des changements du rythme cardiaque Produits par la perfusion avec la nicotine. Arch. Intern. Pharmac. et Therap. 25, 391
- 2) Clerc, A. and C. Pezzi (1920) Action de la nicotine sur le coeur du chien. Jour. Physiol. et Path. Gen. 18, 965
- 3) Frommel, E. (1928) L'action de la nicotine sur l'excitabilité et la conductibilité de coeur. Jour. Physiol. et Path. Gen. 26, 384
- 4) 錢場武彦 (1951) Nicotine の心臓血管に対する作用 日本生理誌 13, 198
- 5) 錢場武彦・入沢 宏 (1951) Nicotine の血圧に及ぼす影響に就て 日本生理誌 13, 203
- 6) Ssalischtschef, A. S. and J. A. Tschernogoroff (1929) Electro-Kardiographische Analyse der Nicotin Wirkung auf das Herz. Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 63, 319

Summary

A temporary fall of blood pressure, caused by the injection of nicotine was observed after section of the depressor nerve. In the previous paper (This Journal 13, 203, 1951)

the authour observed this temporal fall of blood pressure after section of the catotid sinus nerve, but could not fonfirm this after section of the vagus nerve. In this paper, the authours observed this temporal fall of blood pressure after section of the depressor nerve of both sides.

Also, according to the electrocardiographic observation, the prolongation of the T—P interval, corresponding to the period of fall of blood pressure, disappeared after section of the vagus nerve. But tachycardia which corresponds to the recovery of blood pressure nerve disappeared. The most remarkable findings were observed after the application of larger doses of nicotine: that is, the increased amplitude of the R and T spike, and arhythmia of the R—R interval. But these changes also disappeared after section of the vagus nerve. (Fig. 1, Fig. 3). From these findings, the authors concluded that the temporary fall of blood pressure due to the injection of nicotine must due to the reflex fall of the blood pressure via the vagus nerve.

(Dep. of Physiol, School of Med. Uni. of Hiroshima)

地方小学会報

第85回生理学東京談話会

時 昭和28年2月21日(土)午後1時より

場所と当番 東京医科歯科大学一階講堂 福田篤郎(千葉第2生理)

1. 八村正夫・日隈悟一頁(千葉大第2生理)

エオジノ好球減少反応について

アドレナリン投与により起る好エ球数変化を以て脳下垂体前葉—副腎皮質機能の如何を知ろうとする検索が臨牀方面で盛んに行われる様になったが、これに先だつてこの反応を支配する生理的因子が明らかにされなければならない。本研究はこの意味に於て行われた。

1) この反応には健康者に於ても $-20\sim-80\%$ の広範囲な値を示し、同一個人では略同一の反応値がみられる。即ち個性的因子が認められる。

2) この個性的因子はアドレナリン注射による心、血管系の反応とは関係なく、又運動鍛練及び非鍛練、流雪中好エ球絶対数、性別等と無関係である。

3) 本反応は年齢の増加と共に減弱の傾向を示す。即ち個性的因子は年齢的影響をうける様である。

4) 本反応度はツベルクリン反応強度と著明に相関する。即ち本反応の個性的因子とツベルクリン反応強度を支配する因子との間に相関があると思われる。

5) 本反応は夏期に減弱し冬期に増強する。それは夏期に於てはアドレナリンにより下垂体が刺激され ACTH を分泌する迄の間の機能に減弱が起るためである。ACTH に対する反応性は変りない。

この夏期反応性減弱の理由は甲状腺機能不全又はビタミン B₁₂ 不足では説明出来ない。又冬期に比較的高く出る本反応値は Luminal 投与で抑制され得なかつた。

6) 本反応値の大小とアドレナリン注射後の血糖値の変化の大小との間にはかなりの相関を認め得、且つ夏期にはアドレナリン過血糖も減弱するものの如くである。

2. 板井忠生(千葉大第2生理)

ビタミンE 缺乏食時のクレアチン尿出現機序

正常家兎をビタミンE 缺乏食で飼育すると数日中にクレアチン尿をみる。予め副腎を剔除しておけばクレアチン尿を出現しないが、此の時コルチゾンを投与すれば著明に現われる。勿論正常食家兎ではこの量のコルチゾン投与でクレアチン尿をみない。従つてビタミンE 缺乏食時には副腎皮質の活動が起り、且つクレアチン保留能の減弱することが分る。副腎皮質の活動は副腎髓質を介して行われるものの如く、血中アドレナリン様物質も増量し、アドレナリンの反射分泌を抑制すると考えられる。

ビタミンC、メチオニン投与ではビタミンE 缺乏食に際してクレアチン尿は停止する。

尙甲状腺剔除後もビタミンE 缺乏食によるクレアチン尿はみられないが、この際コルチゾンはクレアチン尿を誘発するが ACTH では出現せぬので、甲状腺は副腎皮質の ACTH 感受性を増強するものと考えられる。

3. 山本 清(群大内分泌研)

内分泌腺機能を試験管内で研究する場合の2, 3の問題

現在内分泌研究の主流は、生物学的、形態学的研究法にもとづいていると考えられる。私共は、生理学的機能的な研究法によりいくらか分析的な研究を生体外でやってみたいと思ひ、生理学的要素機能として 1. 組織片の酸素消費 2. 組織片の酸素消費 3. 組織片の酸化還元電位 を先ずとりあげて、組織の機能指標とした。

組織片の酸素消費は従来通り Warburg 検圧計によるものである。

組織片の酸素消費も同じ測定法によるものであるが、種々の細胞内酵素のはたらきを分離測定できる。

酸化還元電位は従来の嫌氣的条件下の標準測定法では却つて機能指標として適当でないように思われ、実験もしにくいので、好氣的条件下で測定して見た。

好氣的酸化還元電位は各内分泌腺で著しい差を示す。高いのは甲状腺、低いのは副腎、中間に性腺がある。コハク酸ソーダを加えると、電位は低下するが、その程度は初電位の低いものほど著しい。又 cytochrom 酸化酵素を抑制する KCN を加えても同じことが起る。これらのことから、好氣的酸化還元電位は、組織液中の脱水素反応の起る程度をよく示すものと考えられる。この考えから予期されるように、好氣的条件では組織濃度が大になるほど電位は低下する。又 H_2 の酸化される程度に関するから酸素圧の影響をうける。しかしその影響は実験に支障のない程度である。

以上の実験法で、細胞内酵素系のはたらきを中心として、内分泌腺相互間の機能的関連の分析的研究、hormone の作用機転の研究等を進めている。

4. 猪飼道夫・山川純子 (お茶水女子大体育生理) 随意動作の発現に伴う抑制機構

健康人について体肢の筋に軽い緊張を与えた状態から急激な随意動作をおこすとき、筋電図から動作の現われる前に遠心性衝撃の消失する時期があることが見られる。光刺激に対する反応動作を行って、その時間関係をしらべた。筋電図の誘導には針電極または板電極を用い、動作の機械曲線の記録には tambour を用いた。観察した筋は上肢では三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、橈側手根屈筋、下肢では大腿直筋である。拮抗両筋の観察には、上腕二頭筋と上腕三頭筋を用いた。上記の筋が主筋としてはたらく場合には、いずれも大体同様の結果が得られた。一般的に認められることは、光刺激の前から筋電図には律動的な放電が持続して見られ、光刺激から約 0.09 秒おきて律動的放電が消失し、その消失は約 0.08 秒つづき、大きな同期性の放電にうつり、同期性放電の終了の時期から機械曲線の変化があらわれ、機械曲線の変化は外見的动作の発現を意味し、光刺激の時点から約 0.24 秒である。このとき拮抗筋の筋電図においては動作の発現の時期に大きい同期性の放電がみとめられる以外には著しい変化はない。

以上の結果から、随意動作を急激に起そうというときには、動作に先行して一種の抑制機構が主筋にはたらいっていることが知られ、それが動作の発現よりも約 0.14 秒も先行していることが認め

られる。その抑制機構がどの場所でおきているかはここに明らかにすることはできないが、随意動作を円滑に行うための中枢神経系のはたらきが、このようなかたちで見られるのであろうと考えられる。なお従来の反応時間というものによつてあらわされている時間よりも、もっと短時間のうちに生体内に一種の反応がおきていることを示唆するものであると考えられる。

5. 時実利彦 (東大生理)

Neuromuscular unit の活動様式 (12)

人間の舌筋の働き方について

人間の舌筋 (m. genioglossus と m. longitudinalis superior) の NMU の活動様式について調べた。スパイク放電の振幅は、四肢筋に比べて遙かに小さく 200 μ V 以下である。放電の持続時間も短かく 3 msec 以下である。放電頻度は、極めて弱い収縮を行っても、20~から 30~に達する。また出来るだけ収縮状態を一定に保つようにしても放電状態が一定にたもたれる期間は短かくやがて frequency adaptation が起つてくる。このような放電は放電間隔を 0.1 秒位に保つことは極めて困難であるが、稀ではあるが放電間隔を 0.1 秒位に保つことの出来る放電が誘導出来る。この放電は frequency adaptation も仲間起りにくい。前者の放電は kinetic NMU の活動する放電であり、後者の放電は tonic NMU の活動に対応する放電と考えられる。そして舌筋ではその大部分の NMU は kinetic のもので tonic NMU は極めて少いといえる。このことは舌の運動が極めて phasic であることと対応している。誘導した放電について、平均放電間隔 (t) と変動の標準偏差 (s) との関係を求めてみると、kinetic NMU は \bar{t} が 50 msec までは水平でそれから急に上昇する K-曲線に沿い、tonic NMU の放電は、水平部分が 80 msec でそれをこえると比較的徐々に上昇する T-曲線に沿う。

K-曲線にしても、特に T-曲線に水平部分があるということは舌の筋にも収縮を調節する筋紡錘が少数ではあるが存在することが推定される。

6. 秋山 勳 (群大生理)

鉄と硝酸に依る生理学的研究 (第 9 報)

熱刺激に対する温度一期間一曲线

神経・筋等に於て熱刺激が興奮を起し得る事は従来知られて居る事柄であるが、山極-Lillieの興奮伝導模型に於ても熱刺激に依り興奮が起るのでこれに対する温度一期間一関係を測定した。

実験方法としては、鉄線を一定時間硝酸中に浸漬し興奮性膜を作り、後硝酸中より取出し予め加温してある液中にその先端の一定の長さを浸漬し、その時から液面に接した部分は興奮が現われる迄の時間を秒時計で測定した。核を浸す液は水及び2%硝酸ソーダ水溶液との2つを用いた。

実験の結果は電圧一期間曲線の経過に似て、高温に於ては興奮が起る迄の時間は短かく温度が下るに従ってその時間は長くなる。

次に興奮性膜をつけた核を一極とし加温液の中に入れた鉄線を他の極とし、核を陽極或は陰極とし核を加温液の中に入れると同時に適当な電圧が加わる様にして、前述と同様に核を加温液の中に浸してから興奮が起る迄の時間と加温液の温度の関係を求めると全く電圧を加えない場合に比較して核を陽極として通電した場合には同一温度に対して時間が長く陰極とした場合には時間は短かかった。

上述の実験成績即ち電圧を全く加えない場合及び陽及び陰電圧を加えた場合等に於ける或温度に対して求めた時間の中には核及び興奮性膜が液温と同一温度になる迄の時間も含まれるわけで、実際の温度一期間一関係では無いが実際の関係も大体之に平行な関係になる事は種々の事柄から容易に推定される。また温度の上昇と共に刺激閾が低下するから興奮性膜が同一状態になる迄の温度と期間の関係では無い事が知られる。併し興奮を目標としての温度と期間の関係である事は確かである。

7. 松本政雄・石田絢子・早川 勇 (群大生理)

鉄と硝酸による生理学的研究 (第10報)

感覚細胞の模型

皮膚に於ける感覚器官、網膜の円錐体及び桿状体等の感覚細胞はすべて週期的興奮体であつて持続的の刺激に対してそれに連結された神経線維には週期的な興奮波を送る。

演者等は既に週期的興奮模型をつくりその興奮発生の機序に就いて報告したが今回は上述の感覚細胞に見られる如き持続的の刺激に対し週期的興奮を起す模型を作つたので之を報告する。

模型は鉄線の一端を球形(球径約1cm)にして硝酸中に浸し之を陰極に連結し陽極は先端に直径約0.5cm位の孔を有する硝子管の液体電極に連結し、この硝子管の孔と鉄球との距離を適当にして陽極からの電流の大部分が鉄球に流入する如くして2~8Vの電圧を加えれば鉄球から週期的興奮が起り鉄線へ伝導される。此の際電流を切れば週期的興奮も止み通電と同時にまた週期的興奮が始まる。其の週期は電流が強い程短い。演者等の用いた模型に於ては2~8Vの電圧で14~48回/分の頻度であつた。

上述の模型に於て鉄の球は感覚細胞の細胞体に相当しそれに続く鉄線は神経線維に当るものと考えられる。

尚上述の場合は刺激として持続的の直流を用いたのであるが薬物による刺激、熱的の刺激或いは光による刺激等の持続的の刺激により週期的興奮を起す模型も作り得る可能性があり日下研究中である。

8. 松本政雄・石田絢子・早川 勇 (群大生理)

鉄と硝酸に依る生理学的研究 (第11報)

興奮反射に就いて

神経、筋等に於ける興奮伝導の場合には1度興奮した部位は興奮がやんでもその直後是不応期の状態にあるので興奮の逆行は見られない。山極-Lillieの神経模型に於ても通常の場合には神経や筋等に於ける興奮伝導と同様に興奮波のあと是不応期状態にあり興奮波の逆行は見られないし2つの興奮波が衝突すればそこで興奮波は消失する。併しながら各部に於ける不応期の長さ及び興奮期間が異なる場合にはそれらの条件如何によつて核の一端Aから他端Bに伝導された興奮はBに至つて逆もどりしてAに達することが観察される。場合によつてはA B間を2往復3往復することも見られる。或いは又AよりBに興奮が伝導される時A B間の途中からAに引きかえすものとBに向うものの2つが見られることもある。更にA及びBから同時に興奮を出発させるとき興奮波は途中で衝突するかそこで消失しないで丁度その部位が刺激された場合の様に両面に向つて興奮波が逆行する場合も見られる。

上述の現象が見られるのは不応期が極めて短かく核の各部位に於ける興奮期間に不同があり、興奮

期間の長い部位が引き返し部位であり又交叉部位となる。

尙上述の現象と異なるが核の一端A部から他端B部へ興奮が伝導される場合に興奮波がB端近くまで進行した時B端からA端へ向う興奮波即ち出迎え興奮が起り二者が出合つてそこで消失する如きことも観察される。これはB端の刺激閾が他の部より低い場合で跳躍伝導の一型と見做すべきものである。

上述の如き模型で見られる興奮の反射、交叉或いは出迎え等に類似の現象は神経、筋等では未だ観察されていない様であるが其等の病的状態又は人為的な条件を興えることによつて将来之等を観察し得るのではなからうか。

9. 松本政雄・石田絢子・武藤利雄・真中はるゑ・早川 勇 (群大生理)

鉄と硝炭による生理学的実験 心臓模型、感覚細胞模型、興奮反射、循環伝導 (実験供覧)

10. 勝木保次・内山平一 (東京医歯大生理)

Braun管連続撮影装置並びに時間記録装置について

11. 萩原生長・内山平一・渡部 昭 (東京医歯大生理)

無脊椎動物に於ける神経筋伝導について (第1報) 昆虫の筋に於ける観察

12. 小西喜久治 (東京医歯大歯学部生理)

皮膚痛覚の刺激生理学的研究

皮膚の単一痛点に Successive に2つの電気刺激を加える。第1刺激(V_1)によつて刺激部位に或る process が起ると考えられる。或る interval を置いて第2刺激(V_2)を加えて、痛覚の起る閾電圧を求め、単独刺激の場合の閾電圧(V_0)との相違を各 interval に就て追求すれば、此の process の時間的経過が判るであろう。夫れがゆつくりした経過のものであれば、痛点の電気刺激により其処に Slow potential の発生する可能性が考えられるわけである。此の辺の事情を明かにする目的で実験を行った。

刺激電極には孔径 120μ のガラス製不極性電極を用い、之を自己の大腿皮膚面の単一痛点上に

固定し、刺激電流には主として Helmholtz 振子の点接触による直流電撃を用いた。

実験結果は、1) 両刺激とも Punktkontakt ($20\sim 30\mu$ sec) の場合が最も uniform な結果が得られる。2) 単独刺激の場合、起る痛覚はつねに fast pain である。3) V_1 (閾下、一定電圧、陰極性)、 V_2 (陰極性) の場合には、indicator とする痛覚に fast pain と slow pain とを区別する事が出来、前者に注目した場合は V_1 直後に閾値は低くなり大約 5msec 迄に正常に復す。後者に注目した場合は大約 5msec あたりから閾が下り 30msec 以上此の状態が持続する。4) V_1 (閾下、一定電圧、陽極性)、 V_2 (陰極性) の場合は、 V_1 直後に fast pain に対する閾が上つて大約 5msec 迄に正常値に復す。slow pain は生じない。5) V_1 (最小閾上、一定電圧、陰極性) V_2 (陽極性)、即ち刺激の打消し作用の場合は、 $0.12\sim 0.13\text{msec}$ 迄打消しが効く。

以上の結果から考えて、単一痛点の電気刺激によつて末梢の神経線維以外の部分に於て、早く始まって早く経過する process と遅く始まって長く持続する process とが起ると考えられ、痛みの receptor に於る遅電位発生の可能性ありと考えられる。また double pain response に就ては、Lewis の如く伝導速度を異にする2種の神経線維に origin を求める以外に、末梢に於る遅速2つの process にも関係があると考えられる。

13. 本間三郎 (千葉大第1生理)

微少部誘導による皮膚分極描写

皮膚の電気的分極曲線描写には、これまで誘導電極の大きな面積のものが使用されてきた。皮膚における分極の局在は個々様であるとは思えないので、許す限りの微少電極によつてその分離誘導を試みたのである。

微少電極を使用する場合、電極自身による大きな抵抗及び電極面積の小なるによる皮膚の電気的特性(抵抗大、容量小)によつて、不要なる因子が誘導されて、真の皮膚分極曲線であるかどうかを疑わしめる程この描写は難しい。然し人体皮膚面(この場合前腕)においても根部と無毛部とは肉眼で区別できる。そこでこれらの部を分別できる程度の微少電極を先づ用いることにした。この位の大きさであると先に述べた種々な困難さは除

去できるのである。第1の実験では糸を用い次は同じ程度の大きさの銀線を使用した。

描写された分極曲線から

	初期 抵抗 $\times 10^5 \Omega$	分極 恒数 msec	r $\times 10^5 \Omega$	C $10^{-10} F$
毛根部	43	0.32	141	0.95
無毛部 (1)	18	0.34	59	2.4
無毛部 (2)	33	0.26	215	0.47

初期抵抗は回路と直列なる皮膚抵抗で、分極恒数はその曲線の指数函数部分の時定数、r 及び C は皮膚抵抗及び皮膚容量で互に並列である。

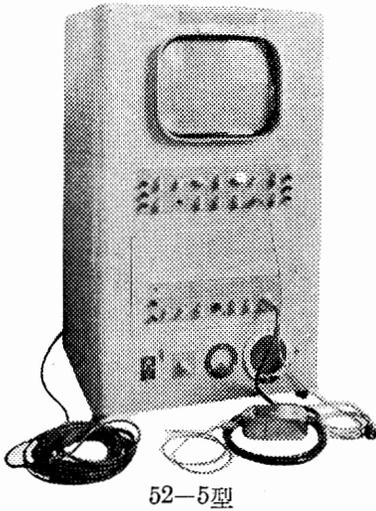
無毛部(1)のみが他のものと異った数値をとっており、皮膚分極の所在であろうと考えられる、且

つこの部分が汗孔の部と想定せられるので、和田氏法によって汗孔を識別しその部に銀線をあて分極曲線を撮影した。これらの一連の事実から汗孔部においてこれまで描写された分極曲線が存在しておるとみることができる。

この程度に分極の局在を分離したので、その部に強電流を作用してみた。陰極が作用した場合 Braun 管にみえていた分極曲線が、直角に近く変化してくる。即ち分極消失である。

陽極通流を行つた場合この逆なる変化像を呈する。この強電流通流による分極の変化はこれまでの皮膚分極実験の事実を説明するに役立つものである。

筋電計

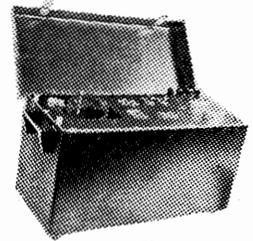


52-5型

- 携帯用 52-1型 ブラウン管径 75mm
- 52-2型 ブラウン管径120mm 単掃引装置付
- 52-3型 ブラウン管径120mm 単, 複掃引装置付
- 据置型 52-5型 ブラウン管径 17吋 単, 複掃引装置付

記録装置

バイブレター (二個装置)	最大入力	200MA
	周波数	0~1000c/s
	振幅	1000c/s20MAの時 10mm
フロマイド		35mm×25M
フィルム	回転速度	2 10 20cm/s
	刻時	1/50 sec



記録装置

*カタログ贈呈
郵要¥30



筋電計 (マイオグラフ) 発売元
電気測定器 真空管 電気部品

東京電気精機株式会社

東京都千代田区神田仲町2の11番地
電話下谷 (83) 6525



の
局方製品

パンクレアチン
含糖ペプシン
アミンナカン
タニンアルビ
次硝酸ビスマス
次炭酸ビスマス
次没食子酸ビスマス
スルフアミン
アセトスルフアミン
サルチル酸ナトリウム
ヘキサミン
葉用石炭末
力リ石炭

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化学産業株式会社

狭心症、心筋梗塞に

冠動脈収縮による狭心症発作、冠硬化症による冠動脈狭窄を、本剤の強力な冠動脈拡張作用により消退あるいは予防する。

鬱血性心不全の浮腫に

腎血管を拡張し、強力な利尿作用を来し、しかも腎細尿管障害作用はなく、速かに浮腫を消退せしめる。

喘息・呼吸困難に

気管支筋収縮を緩解する作用により、気管支喘息の発作および心臓性喘息を消退あるいは予防できる。

疝痛に

滑平筋弛緩作用により、胆石、腎石などの疝痛を緩解し、また末梢血管弛緩作用によつて、動脈硬化症、凝塞、栓塞による血行障害に対して有効である。

特長

- ・プロファイリンは安定な化合物で、胃液によつて変化をうけず、効力は常に一定。
- ・内服による悪心、嘔吐、腹痛等の副作用はなく、習慣性とならぬので長期連用できる。
- ・作用はアミノファイリンより顯著で、しかも毒性は甚だ低く普通使用量では全く安全。

文献送呈 包装 二五瓦入



塩野義製薬株式会社

大阪市東区道修町三



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) |
| オレオスライシン (抗糸状菌性抗生物質) | スチブチアル (アンチモン剤チストマ) |
| 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) | ネオイーラミザール (砒素駆梅剤) |
| バンジット (ライソニコチン酸ヒド) | ミオイラミザール () |
| トーン (チピオンTB1) | マフアルザール () |
| コーキザン (米國メルク会社製注・錠・眼科用) | オスワルザン (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) | ネオオスワルザン () |
| アクサー (米國アーサー製A.C.T.H) | ストマレジン (除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) | |