

日本生理誌・第18巻3号・昭和31年3月1日発行（毎月1日発行）
〔昭和27年5月6日 第3種郵便物認可〕

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第18巻 第3号

Vol. 18 No. 3

昭和31年3月1日発行

March 1956

原 著

桑 崎 修：心臓に対する延髄の作用(第1篇)特に迷走及び交感神経との関係に就いて……	103
桑 崎 修：心臓に対する延髄の作用(第2篇)特にその作用の左右性による相異に就いて…	108
桑 崎 修：心臓に対する延髄の作用(第3篇)特にその経路に就いて……	113
後 藤 鹿 島：骨格筋線維の短縮状態と各種イオンの関係……	123
岸 欣 一：震顫機構の生理学的研究(Ⅱ)震顫に影響を与える諸因子とその意義……	131
山 田 潤 一：神経線維の冷却麻痺について……	140
河 合 仁：人の下甲介粘膜温度の生理……	147

地方小学会報

第7回日本生理学会北海道地方会……	162
-------------------	-----

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

肝機能強化と



グロンサン

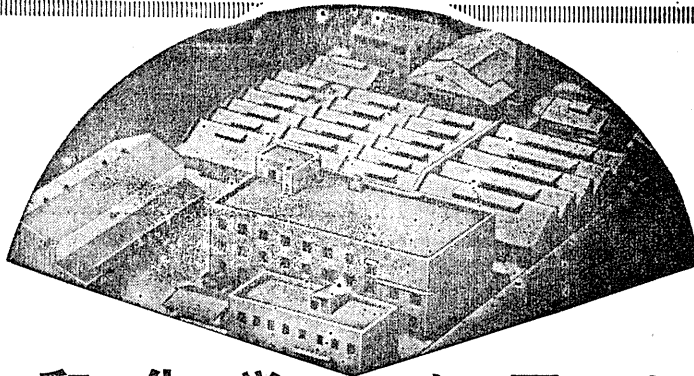
☆独特の「抱合解毒作用」

我国唯一の純合成グルクロン酸製剤グロンサンは……
 各種の有害物質と抱合して排泄させる特異な作用と、肝臓機能
 の高進、グリコーゲンの蓄積増加、脂肪代謝の促進などメチオ
 ニンに勝る真価を知られ、ますます廣汎に応用されています

肝臓疾患に……肝硬変症、肝臓障害、黄疸
 妊娠悪阻、麻疹
 諸中毒に……食中毒及びアルコール中毒
 サルファ剤の副作用防止
 関節疾患に……ロイマチス、関節炎、神経痛

粉末：10g	¥750	25g	¥1800
		100g	¥6500
注射：100ミリ	¥48	200ミリ	¥60
		500ミリ	¥1800
錠剤：30錠	¥300	100錠	¥800

東京・中外製薬株式会社・大阪



興和化学の主要製品

レスタミンコーワ	注・錠・散 抗ヒスタミン剤	スメルモンコーワ	糖衣錠 注
テブロン-Rコーワ	注 自律神経遮断剤	コルゲンコーワ	錠 胃酸胃子分泌抑制剤
複合ルチンコーワ	糖衣錠 散 高血圧治療剤 脳溢血予防剤	Q & P KOWA	糖衣錠 ミネラル入高純化 綜合ビタミン剤
アドボンコーワ	注・錠 散 鎮痛鎮痙剤・消化 性潰瘍治療剤	ネオシネジンコーワ	注 血管収縮・血圧上 昇剤
アベランコーワ	錠 強力消化剤	ホスカコーワ	液・散 水虫薬

製造発売元 興和化学（興服産業薬品部）東京・日本橋四ノ六 販売元 興和新薬 東京・名古屋・大阪

心臓に対する延髄の作用 612.178.5

(第1篇) 特に迷走及び交感神経との関係に就いて

Studies on the Action of Medulla Oblongata to the Heart. Part 1.
Especially, the Observation on the Vagus and Sympathetic Nerve

桑 崎 修 (KUWAZAKI-Osamu)*

I. 緒 言

心臓に対する促進神経は、一般に交感神経であり、抑制神経は副交感神経(迷走神経)であると考えられている。然し Herman, Jourdan et Froment⁵⁾等は、交感神経中にも cholinergic fibre が混在していると云い、又 Rutherford²⁰⁾, Schiff²²⁾, Tulgan²⁴⁾, Kabat⁹⁾, Jourdan et Nowak⁸⁾, 沖中¹⁵⁾¹⁶⁾及び鎮目²¹⁾等は迷走神経中にも adrenergic fibre が含まれていると報告している。一方 Boehm¹⁾, Rossbach¹⁸⁾ および Hering⁴⁾等は之を否定している。

併せて著者は、延髄に各種の刺戟を行った場合、心臓機械曲線に与える影響を観察したところ、刺戟方法の異なるにつれ甚だ興味ある結果を得た¹²⁾。そこにかかると延髄刺戟(1.0% sodium glutaminicum (glut. nat. と略記) または 0.1% strychnicum nitricum (stry. nit. と略記) の塗布及び或る範囲の弱電流通電時の心臓機能変化に如何なる作用を迷走或は交感神経がなしているかを知るため本実験を行った。

II. 実験方法

実験動物として邦産墓(体重200~300g)を、雌雄の別なく使用し、其の墓をその胸部に面する部分に一致し窓を穿った固定板に先ず腹位に固定した後、目的とする中枢各部位を、次いで固定板の窓を通じて心臓を露出した。次にかくの如く準備した墓を下向きに腹位になる様固定し、露出した心臓の先端にセルフインを附し、之を糸にてヘーベルに連結し、ヘーベルの動きを kymographion の塗煤紙上に描記した。次に

* 東京医科大学生理学教室(久保教授)

本篇で行う実験方法の特異な点について記載することとする。

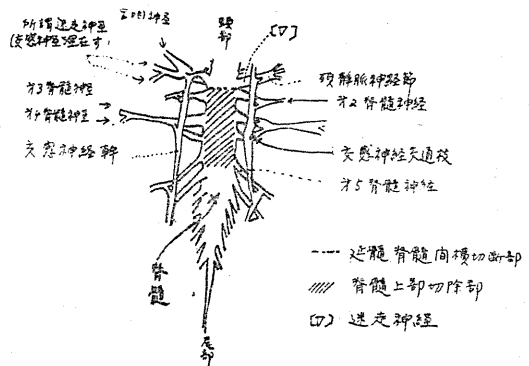
1) 脊髓上部切除とは、脊髓で線維を心臓に送り出す部分と考えられている脊髓上端より第5節脊髓神経起始部の稍々下方に到る部分を切除した(第1図¹³⁾に於いて斜線にて示す)。

2) 延髄脊髓間横切断は、第2節脊髓神経起始部の稍々上方にて横切断を加えた(第1図に於いて点線にて示す)。

3) 左右迷走神経切断は、延髄に於ける左右迷走神経起始部に成可く近接する部位を選んで之を切断した(第1図に於いて[V]にて之を示す)。

4) 心臓に 1.0% atrop. sulf. または 0.1% ergotox. phos. 塗布の場合は、心臓に小切開を加え、之等の化学物質を綿球に充分浸した後、切開部位より心臓内に10分間挿入した。

切断又は切除(手術)の場合は、手術直後では心搏数または心臓機械曲線の振幅が一定しない。これは切断又は切除(手術)による機械的 shock と考えられるので之を避ける為、切断又は切除後20~30分の休止期間を置き、然る後刺



第1図 脊髓上部の腹面図

戟実験を行った。次に延髄に与える刺戟は、針状電極 (thyatron 刺戟装置による) 又は単極白金電極 (Porter 型感応電気器、電源 2V) に依る電気的方法並びに 1.0% glut. nat. 及び 0.1% stry. nit. を用いての化学的方法で行った。

即ち針状電極による刺戟の場合は 1/4 注射針の中空内に白金線を挿入し両者を絶縁したものをを用い、又白金電極の場合は 1 極を目的とする延髄に他極を腹部にあて、単極刺戟とした。以下それぞれ「針状電極刺戟」及び「白金電極刺戟」と略記する。又上記各化学物質による刺戟は、塗布して行った。

尙刺戟の効果判定は、刺戟後変化の最も著明に表われたと思われる時を選び、その際の心搏数及び心臓機械曲線の振幅 (収縮) 力を読んで対照 (刺戟前) のものと比較した。

Ⅲ. 実験成績

A. 各種刺戟方法による延髄刺戟効果

延髄に与える刺戟を、1) 白金電極による刺戟 2) 針状電極による刺戟 3) 1.0~2.0% glut. nat. による刺戟 4) 0.1% stry. nit. による刺戟の如く分けて行った。その結果は次の如くである。

1) 白金電極による場合は、一般に強刺戟 (coil distance [以下 C. D. と略記] 8cm 程度) では心収縮力の減少を示し、更に刺戟強度を高めると、遂には心搏数の停止を示した。然し C. D. 9~10cm に於いては、一部の実験例に於いて、心搏数に変化を与えず、心収縮力の増大が認められた。

2) 針状電極による場合に於いては、20 μ A (freq. 3/sec) 前後にて、心搏数に変化を与えず、心収縮力のみが増大が認められた。しかしそれより強い刺戟に於いては、1) の場合の強刺戟と同様の傾向を示した。

3) 1.0% glut. nat. 及び 0.1% stry. nit. を延髄に塗布して刺戟した場合には、何れも塗布後数分にして、心搏数に著変を示さず、心収縮力の増大を示した。然もその傾向は、1) 及び 2) に於ける電気刺戟に依る場合よりも、著明且確實であった。

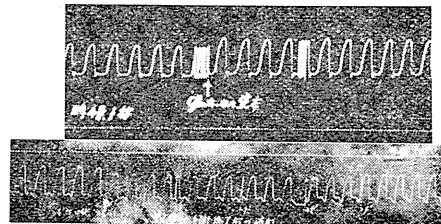
以上の如く、延髄に刺戟を与えた場合の心臓の変化は、その刺戟強度或いは刺戟方法に依って全く相反する傾向を示すものである。即ち、強刺戟では、従来知られている^{6,20)}と同様の影響を心臓に与えるが、弱刺戟又は或る化学物質による刺戟では、従来知見とは異った促進的傾向を示すことを知った。そこで以下の検索は主としてかかる刺戟方法即ち弱電流或いは化学物質を用いた場合の変化について行ったものでかかる刺戟に際し延髄から心臓への刺戟伝達経路である迷走及び交感神経が如何なる意義を有するものであるか吟味を行った。

B. 延髄と両側迷走神経

1) 脊髓上部切除又は延髄脊髓間横切断後延髄を刺戟した場合

延髄の刺戟効果が両側交感神経を通らないようにするために、脊髓上部を切除して延髄の 0.1% stry. nit. による刺戟を行った場合、或いは延髄と脊髓との間を横切断して、同じく延髄を 1.0% glut. nat. にて刺戟した場合でも、かかる弱い濃度の刺戟では、その刺戟効果は略々同様の傾向を示し、心搏数には著変を認めないで、振幅が著明に増大した。その glut. nat. の場合の 1 例を示すと、第 2 図の如くである。この場合、脊髓上部からの心臓支配神経を遮断しているため、延髄刺戟効果は、当然延髄からの左右の迷走神経を介する支配のみである。従って 1.0% glut. nat. 又は 0.1% stry. nit. による刺戟では、左右迷走神経のみを介しても振幅を増大することが判る。

2) 脊髓上部を切除して心臓に 1.0% atrop. sulf. 又は 0.1% ergotox. phos. を塗布した後延髄を刺戟した場合



第 2 図

延髄と脊髓との間を横切断して延髄を 1.0% glut. nat. にて刺戟した場合

1) に於ける成績をより確実にするために、此の項では、脊髓上部切除後、心臓に於ける迷走神経 (即ち cholinergic fibre) 末端又は交感神経 (即ち adrenergic fibre) 末端の孰れか一方を麻酔した後、0.1%stry. nit. で延髄を刺戟して、その効果を検索した。

偕て脊髓上部を切除した後、迷走神経 (即ち cholinergic fibre) 末端麻酔には、1.0% atrop. sulf. を、又交感神経 (即ち adrenergic fibre) 末端麻酔には0.1%ergotox. phos. を用い綿球にて心臓に充分に塗布し作用せしめた後、延髄に0.1%stry. nit. を塗布して之を刺戟した。尙此の際 atrop. sulf. 又は ergotox. phos. による各自律神経末端の麻酔効果については特に注意を払い、それらにより副交感神経 (cholinergic fibre) の末端には交感神経 (adrenergic fibre) の末端が完全に麻酔されている事を電氣的及び薬理学的に確認したる後延髄の刺戟を行った。

それ等の化学物質効果の確定として、先ず cholinergic fibre の末端麻酔として行った1.0% atrop. sulf. に対しては、先ず延髄に強電流刺戟を与えて心臓の搏動を止める事を確め、然る後心臓に1.0% atrop. sulf. を塗布して再び延髄に同強度の電流刺戟を与えて、心臓の搏動が停止又は抑制せられない事を確めた。

又薬理学的には心臓に acetylcholine を塗布して、心搏動を確実に抑制せしめうる濃度を調べ、次に心臓に1.0% atrop. sulf. を塗布したのち、同一濃度の acetylcholine 塗布では何等の変化も与えないことを確めた。また ergotox. phos. でも同様で、此の場合電氣的方法では弱刺戟を、又薬理学的方法では adrenalin¹⁴⁾²³⁾ と ergotox. phos. を用い心臓の促進効果の有無を目標とした。

すなわち以上のごとく、1.0% atrop. sulf. で cholinergic fibre の末端が、0.1% ergotox. phos. で adrenergic fibre の末端が孰れも確実に麻酔されたという事を確めてから行った。

偕てかくの如く、各自律神経末端を麻酔したのち、延髄を刺戟した場合



第3図

脊髓上部を切除し心臓に1.0%atrop. sulf. を塗布した後、延髄を0.1%stry. nit. にて刺戟した場合



第4図

脊髓上部を切除し心臓に0.1%ergotox. phos. を塗布した後、延髄を0.1%stry. nit. にて刺戟した場合

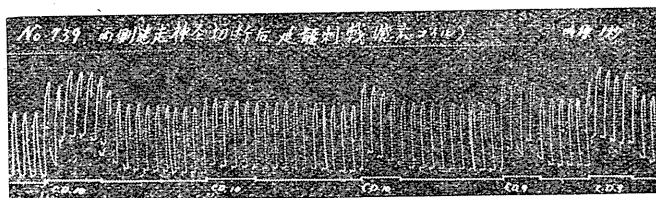
合の一部を示すと第3図及び第4図の如くである。この図に示す如く1.0% atrop. sulf. による心臓処置後では、0.1%stry. nit. による延髄の刺戟で心搏数には著変は認められないが、一方振幅は図に示す如く刺戟後、時間の経過と共に次第に増大したが、一方0.1%ergotox. phos. 処置後0.1%stry. nit. による延髄刺戟では逆に振幅の減少を来している。

C. 延髄と両側交感神経

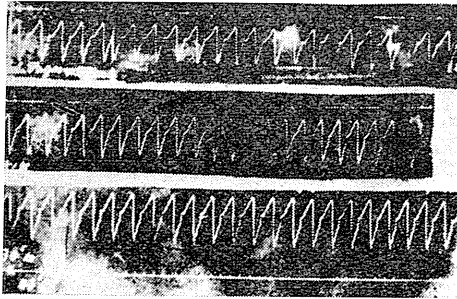
1) 両側迷走神経切断後延髄を刺戟した場合、延髄の刺戟効果の径路としては、迷走神経と交感神経とが考えられるので、此処では、両側迷走神経を出来るだけ延髄の近くで切断した後、延髄に白金電極による電氣刺戟を与えその変化を検索した。この場合、極めて軽度ではあるが、或る一定の刺戟強度に於いて、心搏数には変化の認められない時でも、振幅の増大が認められる (第5図)。次に刺戟を電氣的でなく、0.1%stry. nit. で行った場合には、振幅は第6図に示す如く、次第に増大している。即ち電氣的刺戟よりも更に著明な振幅の増大が認められる。

2) 両側迷走神経を切断して心臓に1.0%atrop. sulf. 又は0.1%ergotox. phos. を塗布した後延髄を刺戟した場合

両側迷走神経を切断して延髄と心臓とが、両

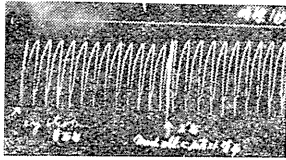


第5図 両側迷走神経切断後延髄を電氣的に刺戟した場合



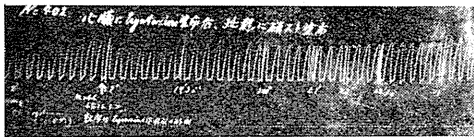
第6図

両側迷走神経切断後延髄を化学的に刺戟した場合



第7図

両側迷走神経切断後心臓に 1.0% atrop. sulf. を塗布して延髄を化学的に刺戟した場合



第8図

両側迷走神経切断後心臓に 0.1% ergotox. phos. を塗布して延髄を化学的に刺戟した場合

側交感神経のみで連絡されている様に手術し更に心臓に1.0% atrop. sulf. を塗布して cholinergic fibre の末端を麻酔した後、延髄を0.1% stry. nit. にて刺戟した場合には、第7図に示す如く、心搏数には殆んど変化を与えないにも不拘、振幅は明に増大していることが判る。次に両側迷走神経を切断して延髄と心臓とが両側交感神経のみで連絡されているように手術した後、心臓に0.1% ergotox. phos. を塗布して、adrenergic fibre の末端を麻酔した後、延髄を0.1% stry. nit. にて刺戟した場合には、第8図に示す如く、心搏数には著変を示さないで振幅のみ明に減少を示した。

IV. 考 案

両側迷走神経が心臓に対し抑制神経である事は Weber 以来充分知られていることであり、著者も延髄の電気刺戟に於いて、一般に(強刺

戟の際) 抑制的である事を充分確めている。然し乍ら延髄の 1.0% glut. nat. 或いは 0.1% stry. nit. による刺戟或いは極めて弱い電気刺戟では、上述の抑制作用とは逆に促進作用のあることも知った。そこで更にかかる促進作用が迷走或いは交感神経の孰れを介し心臓に達するかを検索した。

即ち延髄と心臓とを両側迷走神経のみで連絡して置き、延髄を 1.0% glut. nit., 0.1% stry. nit. または或る一定の電流強度にて刺戟した場合かかる一定範囲以外の強度の刺戟では、心収縮力を減少せしめ遂には心搏動の停止を示すにもかかわらず、著者の行った刺戟強度では、心搏数に変化を与えないで、心収縮力を亢進せしめている。このことから、迷走神経には、抑制作用のみならず、促進作用をも含んでいる事即ち、cholinergic fibre の外に adrenergic fibre も存在することが推定される。次に両側交感神経を切断して置き、0.1% ergotox. phos. にて心臓の adrenergic fibre の末端を麻酔した後、延髄を上述と同様の範囲の強度にて刺戟すると、心収縮力は減少する。更にまた両側交感神経を切断して 1.0% atrop. sulf. にて心臓の cholinergic fibre 末端を麻酔して延髄に同様の刺戟を与えると、此の場合には逆に収縮力が増大する。このことから、迷走神経中には cholinergic fibre の外に adrenergic fibre も存在することが明らかである。

即ち迷走神経中には勿論 cholinergic fibre が含まれているが、その他に adrenergic fibre も存在することが判った。しかも著者の行ったとき刺戟を加えた場合は、心収縮力の亢進が著明に現われることからかかる刺戟範囲では、adrenergic fibre の作用の方が cholinergic fibre の作用より優って表われると考えられる。

次に両側迷走神経を切断し、延髄と心臓とを両側交感神経のみで連絡しておき、延髄を著者の行った如き方法にて刺戟した場合、心搏数には変化を与えないが、心収縮力を増大せしめた。然し上記条件の他に、更に 0.1% ergotox. phos. にて心臓の交感神経末端を麻酔して同じく延髄

を刺戟した場合には、心搏数に著変を認めないにも不拘、心収縮力が減少する。この事から、交感神経中には adrenergic fibre が主であるかもしれないが、cholinergic fibre も存在する事が充分予想される。しかしこの場合 adrenergic fibre の作用が cholinergic fibre の作用より優っていると考へて差支えない。

V. 総 括

著者は、藁心臓に対する延髄の作用を、Engel-

mann 氏法²⁾ による心機械曲線の振幅並びに心搏数について検索した。その結果、

1) 延髄に 0.1%stry. nit., 1.0%glut. nit. の化学刺戟および或る一定強度の電気刺戟を与えると、心搏数に著変を示さないうで、心収縮力のみ増大せしめる。

2) 1) の作用が両側迷走神経及び交感神経と如何なる関係にあるかを追求した結果、迷走神経中にも adrenergic fibre が交感神経中にも cholinergic fibre が存在することを確め得た。

Summary

The author investigated the amplitude or rate of the heart beat by the Engelmann's mechanogramm with the object of examining the action of medulla oblongata to the heart and the results was as follows:

1. When the medulla oblongata was stimulated by the 0.1% strychnicum nitricum, 1.0% sodium glutaminicum or the electricity of some strength the heart-rate showed no change but the amplitude increased.

2. How is the above function related to the vagus and sympathetic nerve? The author investigated it and recognized that adrenergic fiber exists in the vagus nerve and also cholinergic fiber in the sympathetic nerve.

(Department of Physiology, Tokyo Medical College)

心臓に対する延髄の作用 612.178.5

(第2篇) 特にその作用の左右性による相異に就いて

Studies on the Action of Medulla Oblongata to the Heart. Part 2.
Especially the Observation on the Difference of Reaction between
the Left and Right Side of Medulla Oblongata

桑 崎 修 (KUWAZAKI-Osamu)*

I. 緒 言

一般に心臓に対する延髄の作用は、左右により作用の相異があると考えられるよりも、同側例えば左側のみ又は右側の方に、それぞれ抑制及び促進中枢があって、両者が相互に拮抗すると共に、対側の中枢とも関係していると考えられている。

一方著者の教室で行った莖膀胱¹¹⁾²⁵⁾胃及び下肢灌流量²⁷⁾に於ける中枢支配の成績でも延髄の作用が左右によって相異することが知られている。

一方心臓への迷走神経の分布領域は、左右によって異り、右は洞結節に、左は房室結節及び房室筋束に主として分布すると考えられている¹⁰⁾。

そこで著者は延髄の左右により莖の心臓に対する作用に根本的相異があるのではないかと、以下の実験を行う事とした。

即ち左の延髄のみを刺戟または麻酔した場合と、右の延髄のみを刺戟又は麻酔した場合に心臓機械曲線の振幅及び心搏数が如何に変化するかを観察したのである。

II. 実験方法

実験動物並びに実験方法は第1篇と同様であるが、次に本篇で行う実験方法の特異な点について記載する事とする。延髄の切除(手術)を行わない場合は、化学的刺戟としては1.0% glut. nat. の注入による方法で、電気的刺戟としては、第1篇同様針状電極か白金電極刺戟で行った。

* 東京医科大学生理学教室 (久保教授)

次に切除手術の場合は、目的とする半側延髄のみを残し、対側を除去した。尚其の場合切除に依る shock を避ける為、切除後20~30分の休止期間を必ず置いた後、1.0% glut. nat. 及び0.1% stry. nit. の刺戟、若しくは1.0% novocain の麻酔を、目的とする塗布実験と電気的刺戟実験を行った。尚此の注入実験は、上記各化学物質を目的とする延髄に注入するのであるが、注入された部位を確める為 methylenblue 又は墨汁を混合して用いた。

尚刺戟または麻酔の効果判定は、これ等の処置後変化の最も著明に現われたと思われる時を選び、その際の心搏数及び心臓機械曲線の振幅(収縮力)を読んで、対照(刺戟又は麻酔前)のものと比較した。

III. 実験成績

1. 左延髄の作用

1) 対側右延髄無処置の場合

左延髄の作用を

1) 左延髄に1.0% glut. nat. を注入して刺戟した場合

2) 左延髄を白金電極にて刺戟した場合

3) 左延髄に針状電極を刺入して刺戟した場合

の3つに分けて確めることとした。

その結果1.0% glut. nat. を注入した場合には、心搏数には一般に何等の変化も起らないが、一方振幅は5例中2例は増大し、不変は無く、3例は逆に減少した。更に2.0% 或いはそれ以上の濃度の glut. nat. の塗布では、多くは心搏数は稍々減少し、又振幅も減少する所見を

得た。従ってこの方法による左延髓のみの刺戟では、弱刺戟では、心搏数は一般に殆んど変化が認めにくく、唯振幅のみを減少または稀には増加せしめ、また刺戟強度の増大につれ、振幅のみならず、心搏数を減少せしめるものようである。

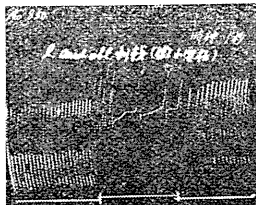
次に刺戟方法が glut. nat. でなく、白金電極による刺戟でも、glut. nat. の場合と略々同様で著者の使用した Porter 型感應電気器の C. D. 9cm 以上の弱い強度では、振幅及び心搏数共に変化なく C. D. 8cm にて心搏数には変化が殆んどなく振幅のみ減少し、C. D. 5cm にて始めて心搏動の停止が示された。

そこで次に針状電極を用いて刺戟を行った。その結果電流 20 μ A (freq. 3/sec) 前後にて刺戟効果が表われ、それも心搏数には変化なく唯振幅の減少のみが認められ、更に刺戟強度を高めると、振幅の減少と共に心搏数の減少を認めるに到った。その 1 例を示すと第 1 図の如くである。

2) 対側 (右) 延髓除去した場合

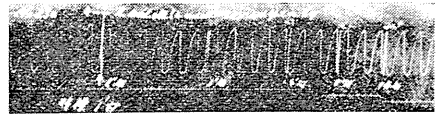
楮て延髓に対する白金及び針状電極による刺戟では、心搏数は変化なく、唯振幅のみを減少せしめる刺戟強度のあることを知った。しかし glut. nat. での刺戟実験では、必しも一定の傾向を示さなかった。この事の原因は、刺戟効果が右側延髓にも及んだのではないかと考えて、此処では右延髓を除去し、その後数十分の経過後 1) と同じ方法で左延髓を刺戟または麻酔して左延髓の心臓に対する効果を確かめることとした (第 2, 第 3, 第 4 及び第 5 図)。

その結果を云うならば 1.0% glut. nat., 0.1% stry. nit. の塗布及び白金或いは針状電極による



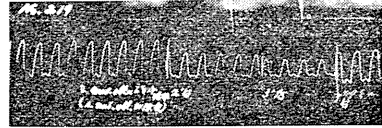
第 1 図

右延髓無処置にて左延髓に針状電極を刺入して刺戟した場合



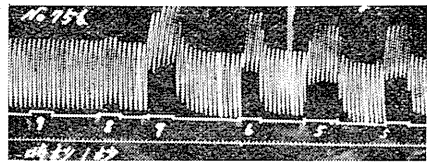
第 2 図

右延髓を除去して左延髓に 1.0% glut. nat. 塗布した場合



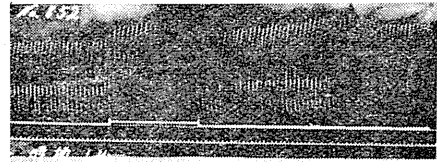
第 3 図

右延髓を除去して左延髓に 0.1% stry. nit. 塗布した場合



第 4 図

右延髓を除去して左延髓に白金電極にて電氣的刺戟を与えた場合



第 5 図

右延髓を除去して左延髓に針状電極にて電氣的刺戟を与えた場合



第 6 図

右延髓を除去して左延髓に 1.0% novocain を塗布した場合

通電の各種刺戟執れの方法も、1) の針状電極の場合と全く同様の傾向を示し、然もその心搏数及び振幅に対する抑制効果は stry. nit. による場合が最も著明であった。

尙 1.0% novocain による延髓の麻酔では、刺戟の場合とは逆に、一般に不変であったが、振幅の増大が認められた (第 6 図)。

2. 右延髓の作用

次に右延髓の心臓に対する作用を知る為、左

延髄の場合と全く同様にして右延髄の刺戟及び麻酔実験を行った。

1) 対側(左)延髄無処置の場合

右延髄に0.5, 1.0及び2.0% glut. nat. を注入して刺戟した場合には、心搏数は一般に不変であるが、振幅は9例中7例増大、不変1例、減少1例で、一般には増大するものの様に考えられた。そこで更にその作用を確実にするために、白金電極及針状電極による刺戟実験を行った。白金電極による刺戟では、左延髄の場合と同様に強刺戟では振幅の減少、更には心搏動の停止が認められるが、これより少々弱い刺戟では、心搏数は変化なく唯振幅のみを減少せしめることと、逆に増加せしめる場合のあることを知った。

そこで、刺戟部位を限局する為に、針状電極を用いて刺戟強度及び頻度を各種に変更して刺戟した(第7図)。

その結果著者の行った刺戟強度では、 $20\mu\text{A}$ (freq. 3/sec) 前後にて、左延髄の場合と異り、心搏数に変化なく、振幅のみを増大せしめるが、決して減少せしめることはなかった。

2) 対側左延髄除去した場合

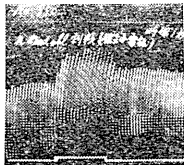
此の場合は、次の各図(第8, 第9及び第10図)に示す如く心搏数は、一般に何等の変化も認められないが、

1.0% glut. nat. では振幅増大

0.1% stry. nit. では振幅増大

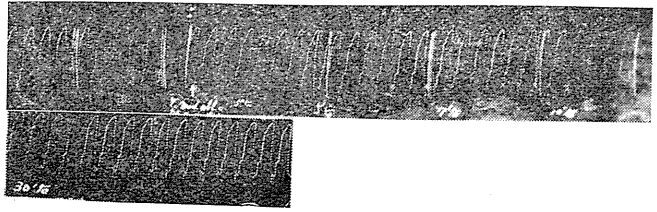
1.0% novocain では振幅減少

を示し、又白金電極に依る刺戟では、心搏数に変化なく、振幅のみを増大せしめる刺戟強度が

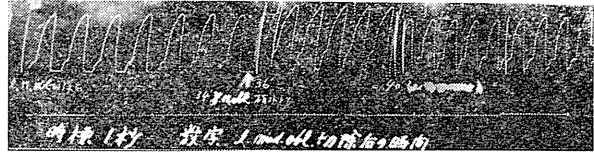


第7図

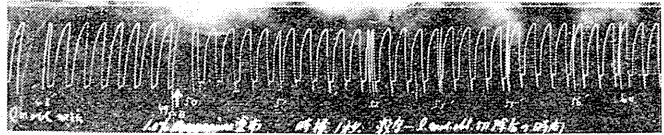
左延髄無処置にて右延髄に針状電極を刺入して刺戟した場合



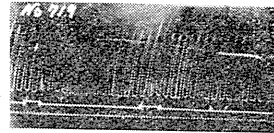
第8図 左延髄を除去して右延髄に1.0% glut. nat. を塗布した場合



第9図 左延髄を除去して右延髄に0.1% stry. nit. を塗布した場合

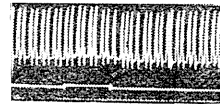


第10図 左延髄を除去して右延髄に1.0% novocain を塗布した場合



第11図

左延髄を除去して右延髄に白金電極にて電氣的刺戟を与えた場合



第12図

左延髄を除去して右延髄に針状電極にて電氣的刺戟を与えた場合

あり、又針状電極による刺戟でも $20\mu\text{A}$ (freq. 3/sec) で心搏数は不変であるが、振幅増大の傾向を示すことを知った(第11, 12図)。

尙刺戟効果は、左延髄の場合と同様で、一般に0.1% stry. nit. が最も顕著であった。

即ち右延髄の刺戟 (glut. nat. か stry. nit. 又は或る種の強度及び頻度の電流) では、著者の行った刺戟範囲に於いて心搏数に変化なく振幅を増大せしめ又麻酔 (novocain) では刺戟の場合と逆に振幅の減少を認めたのである。

IV. 考 案

諸種の自律臓器中枢の所在である延髄の作用

は、各支配臓器により必ずしも一定していないが、心臓に対しては、既に1845年 Weber により抑制作用が明らかにされており、また1818年 Engelmann に依りこの抑制作用は4つに分けられている。

偕て著者は、墓延髓に対し、化学物質による刺戟で心搏数より振幅に対し必ずしも一定の傾向がないことを知っている。即ち抑制効果のみでなく屢々振幅(収縮力)の増大即ち促進効果のあることを認めた¹²⁾。

そこで、かくの如き心臓に対する作用の差異の原因が延髓の被刺戟部位、換言すれば、其の左右性により異なるのではないかと考え、多数の墓を用い、また各種の刺戟を用いて実験した結果、電気刺戟では或る種刺戟強度及び頻度で又或る種化学物質では、その濃度により、その刺戟効果が左右により全く相反する傾向を示すことを知った。即ち左右延髓孰れか一方を除去しておいて、1.0%glut. nat. 又は0.1%stry. nit. で刺戟した場合、心搏数が一般に不変であるにも不拘、左延髓では振幅の減少を、右延髓では、振幅の増大を認めた。

即ち電気刺戟に於いては、その強さ及び頻度を一定の範囲に保って刺戟した場合、glut. nat. 及びstry. nit. と全く同様の傾向を示すことを知った。しかし延髓の一侧を除去しない場合には針状電極による刺戟の場合を除き、一般には上記の傾向を示すが、屢々逆の傾向を示すことを知った。しかし被刺戟部位を出来るだけ限局するような針状電極を用いた場合は、延髓を左右に分けなくとも、刺戟部位及び頻度が或る特定の範囲内では、上記の傾向が成立することを知ったので、上記成績の不一致の原因が刺戟効果が、目的とする一侧延髓のみにとどまらず他側にまで及んだものであることは明らかである。

すなわち著者はかかる心臓に対する延髓の作用が左右に依り全く異なるという不思議な現象を各種の刺戟方法及び多数の実験材料(墓)について実験を重ねて確めた。すなわち著者の用い

た刺戟範囲に於いては、左延髓は抑制的、右延髓は促進的作用のあることを確定し得たと信ずる。

V. 総 括

著者は墓心臓を用いて Engelmann 氏法²⁾による心臓機械曲線の振幅並びに心搏数を求め乍ら、延髓の刺戟を行ったところ次の如き結果を得た。

A. 左側延髓を1.0%glut. nat. 白金電極(一定の刺戟強度に於ける)及び針状電極(一定の刺戟強度及び頻度に於ける)にて刺戟した場合、及び右側延髓を切除して、左側延髓を1.0%glut. nat., 0.1%stry. nit., 白金電極(一定の刺戟強度に於ける)及び針状電極(一定の刺戟強度及び頻度に於ける)にて刺戟した場合に、心搏数には一般に著変がないにも不拘、収縮力の減少を認めた。尙右側延髓を切除して左側延髓を刺戟した場合の方が、右側延髓を切除しないで、左側延髓を刺戟した場合よりも効果は顕著である。而して各種刺戟の内、0.1%stry. nit. による場合に、かかる傾向が最も顕著である。尙刺戟強度を高めると、かかる収縮力の減少と同時に心搏数の減少を認めた。

B. 右側延髓を1.0%glut. nat., 0.1%stry. nit. 白金電極(一定の刺戟強度に於ける)及び針状電極(一定の刺戟強度及び頻度に於ける)にて刺戟した場合に、心搏数には一般に著変がないにも不拘、収縮力の増大を認めた。

なお左側延髓を切除して右側延髓を刺戟した場合の方が、左側延髓を切除しないで、右側延髓を刺戟した場合よりも、かかる傾向が顕著である。而して、各種刺戟のうち、0.1%stry. nit. による場合が最も効果が著明である。しかし刺戟強度を高めると、右延髓でも、左延髓の場合と同様に搏動数の減少とともに、振幅の減少を認めた。

C. 1.0% novocain による左右それぞれの延髓麻酔では、心搏数には変化なく、心収縮力に左延髓では増大を右延髓では減少を認めた。

Summary

The author investigated the amplitude or heart-rate by the Engelmann's mechano-gramm with the object of examining the action of medulla oblongata to the heart and results was as follows:

When the medulla oblongata of the left side was stimulated, the heart-rate showed no change but the contractive force decreased but if the medulla oblongata of the right side was stimulated the phenomenon reversed. And the author recognized that the left medulla oblongata has the inhibitory action and the right medulla oblongata the accelerative action on the heart in range of the experiment.

(Department of Physiology, Tokyo Medical College)

心臓に対する延髄の作用 612. 178. 5

(第3篇) 特に其の経路に就いて

Studies on the Action of Medulla Oblongata to the Heart. Part 3.
Especially, the Observation on the Pathway

桑 崎 修 (KUWAZAKI-Osamu)*

I. 緒 言

著者は第2篇に於いて述べた如く墓心臓に対する延髄の作用に、著者の行った刺戟方法では、その左右により全く逆の傾向を有するという極めて特異的な点の存在を認めたのである。そこで本篇では、かかる特異的作用が、延髄と心臓とを連結する両側迷走或いは交感神経と如何なる関係にあるかを明らかにせんと企てた次第である。

皆て一般に両側迷走神経の心臓に対する分布域が左右により異なる⁷⁾とは言え、抑制神経とされ、一方交感神経は促進神経と考えられている。然しRutherford²⁰⁾, Schiff²²⁾, Rothberger¹⁹⁾, Tulgan²⁴⁾, Jourdan et Nowak⁸⁾, Kabat⁹⁾及びPannier¹⁷⁾等により迷走神経中にも adrenergic fibre が又 Hermmann, Jourdan et Froment⁵⁾等により促進神経中にも adrenergic fibre の他に cholinergic fibre が混在しているといわれている。然し迷走、交感神経の adrenergic fibre 及び cholinergic fibre の作用を系統的に比較した論文は認められない。そこで此処では、心臓に対する左右別々の延髄の作用と上記右又は左の迷走及び交感神経中の線維が如何なる関係にあるかを追究した。

II. 実験方法

心臓の搏動は、前2篇と同様 Engelmann 氏法²⁾による心臓の機械曲線により求め、延髄の刺戟は、0.1% strychninum nitricum (以下stry. nit. と略記) による化学的方法と針状電極(thyratron 刺戟装置使用) 並びに白金電極(感

応電気器、電源2V) による電気的方法とで行い確実なる実験結果を得る様に努めた。

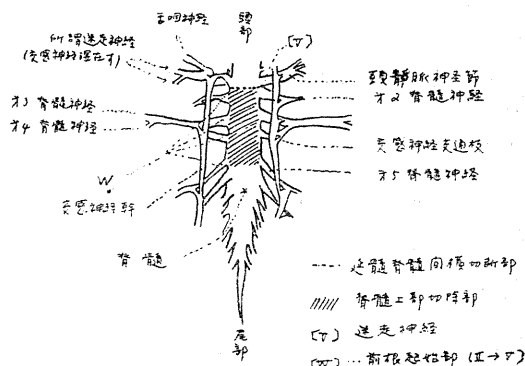
又其の経路の吟味の場合には、一般に一侧の延髄と一経路のみを残し他の経路の総てを切断し、その延髄に刺戟を行うこととした。尙本篇にての特異な点についてのみ記載すると次の如くである。

1) 前根切断は、心臓に線維を送り出す部分と考えられている第2より第5節までで成可く脊髓起始部に近接した部に於いて行った。(第1図¹⁸⁾に於いてはWにて示す)。

2) 脊髓上部切除は、心臓に線維を送り出す部分と考えられている脊髓上端より第5節脊髓起始部の稍々上方に到る部分を行った(第1図に於いては斜線にて示す)。

3) 左(又は右) 脊髓切除は、上述2)に於ける部にて、先ず正中線縦切断後、その左(又は右)を行った。

4) 左(又は右) 迷走神経切断は、延髄に於ける左(又は右) 迷走神経起始部に成可く近接せる部位を選んで行った(第1図に於いてVにて示す)。



第1図 脊髓上部の腹面図

* 東京医科大学生理学教室 (久保教授)

5) 心臓に対する atrop. sulf. 又は ergotox. phos. 塗布の場合は、心嚢に小切開を加え、之等の化学物質を綿球に充分浸した後、切開部位より心嚢内に10分間挿入する事とした。

なお本篇中の記載を明確にするため解剖学的には迷走神経、交感神経または迷走交感神経なる名称を用い、機能的には上記名称にかかわりなく、抑制的作用を示す線維を cholinergic fibre と、促進的作用を示す線維を adrenergic fibre³⁾ と呼ぶこととした。

Ⅲ. 実験成績

1. 左延髄からの作用

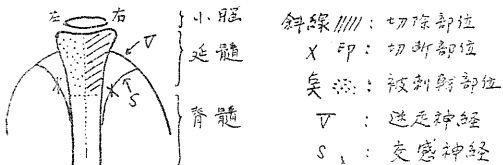
a. 迷走神経を介する作用

1) 左右前根切断及び右延髄切除後左延髄を刺戟した場合

左迷走神経を介する左延髄の作用を知る為、左右前根 (第2より第5節迄) を切断し、右延髄も切除し、左延髄の刺戟が左迷走神経のみを介し心臓に達する様にして、左延髄の0.1%stry. nit. にて刺戟した場合の効果を検索した。その1例を示すと第2図の如くである。

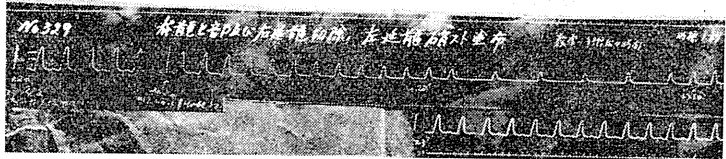
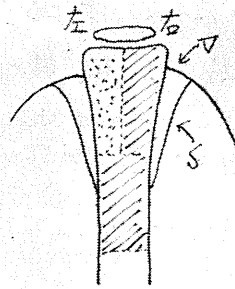
第2図に示す如く振幅は塗布後徐々に減少して約2分経過すると、かなり著明になるが、やがて次第に恢復する事が判る (約6分経過後)。然もこの際心搏数は一般に著変を認めない。

2) 脊髓上部及び右延髄切除後左延髄を刺戟した場合

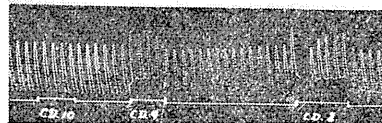
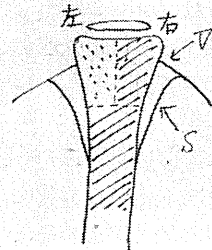


第2図

左右前根切断及び右延髄除去後左延髄を0.1%stry. nit. にて刺戟した場合



第3図 脊髓上部及び右延髄切除後左延髄に0.1%stry. nit. にて刺戟した場合



第4図

脊髓上部及び右延髄切除後左延髄に白金電極により電氣的刺戟を与えた場合

左迷走神経のみを介する左延髄の作用を知る為、左右前根を切断する代りに脊髓上部を切除し、且つ右延髄を切除し左延髄のみとし、左延髄の刺戟が左迷走神経のみを介して心臓に達するようにし、之に 0.1%stry. nit. による化学的方法又は白金電極による電氣的方法で刺戟実験を行い検索した。その結果は第3図及び第4図に示す如くである。

第3図で判る如く、0.1%stry. nit. の場合はstry. nit. 塗布後、振幅及び心搏数は共に徐々にはあるが、かなり著明に減少し、約2分経過した時より徐々に恢復している。次に第4図の如く白金電極による電氣的刺戟の場合には、著者の使用した Porter 型感応電氣器での刺戟強度

の弱い場合は、振幅及び心搏数に何等の変化も及ぼさないが、刺戟強度を次第に強くすると、先ず C. D. 9cm 附近にて刺戟効果が表われ、振幅はごく僅かではあるが、確実に減少している事が分る。然しこの場合、心搏数には著変を示さなかった。更に刺戟強度を C. D. 8cm と増大すると、心搏動の一時停止と共に振幅のかなり著明な減少が認められた。

従って左延髄に或る一定強度の刺戟を与えた場合、左迷走神経を介して振幅を明かに減少せしめるものであり、この傾向は左右前根を切断しても又脊髄上部を切除しても同様であることが判る。なおこの場合、脊髄上部を切除し左延髄を刺戟した場合の方が、より著明に減少する様である。延髄刺戟を stry. nit. にした場合は、稀に心搏数が稍々減少することもある。次に電氣的刺戟の場合は、著者の使用した感応電氣器では、上記弱電流強度に於いては、かかる傾向で、更に刺戟強度を増加せしめると振幅と同時に心搏数の減少が次第に著明となった。

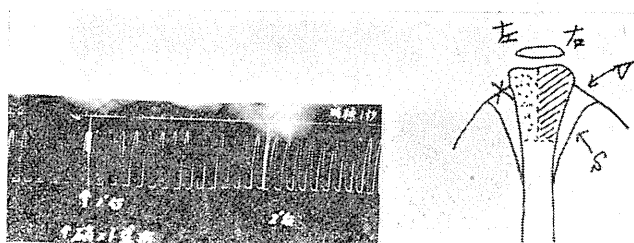
b. 交感神経を介する作用

1) 左迷走神経切断及び右延髄切除後左延髄を刺戟した場合

両側交感神経を介する左延髄の作用を知る為、左迷走神経切断及び右延髄切除後、左延髄の刺戟が、両側交感神経を介し心臓に達するようにし、左延髄の 0.1% stry. nit. による刺戟効果を検索した。

その結果は第5図の如くである。

第5図の如く stry. nit. 塗布後1分経過後、振幅は稍々増大し、2分経過後より徐々に恢復するのを認めた。しかし心搏数には著変を認め



第5図

左迷走神経切断及び右延髄切除後左延髄を0.1%stry. nit. にて刺戟した場合

ないことを知った。従って左延髄は両側交感神経を介して、振幅を増大する作用を有するもの様である。

2) 右延髄及び右脊髄上部切除及び左迷走神経切断後左延髄を刺戟した場合

左交感神経を介する左延髄の作用を知るために、右延髄及び右脊髄上部を切除し、且つ左迷走神経を切断して、左延髄の刺戟が左交感神経のみを介して心臓に達するようにして、左延髄の 0.1% stry. nit. 塗布及び白金電極による通電による刺戟効果を検索した。

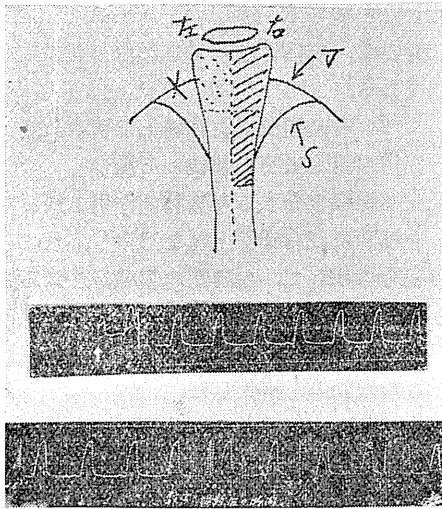
その結果は、第6及び第7図に示された如くである。

第6図に示す如く stry. nit. による化学的刺戟の場合には、振幅は塗布後2分より増大し、約10分にはかなり元の状態に恢復する。之に反し、心搏数は稍々減少している。次に第7図に示す如く白金電極による電氣的刺戟の場合には、刺戟強度の極く弱い場合には何等の変化も示さないが、徐々に刺戟強度を強くすると、C. D. 9cm の強度附近から刺戟効果が表われ、心搏数には著変を示さないが、振幅のみ軽度ながら増大する。即ち左延髄は或る一定強度の刺戟では stry. nit. の化学的も白金電極による電氣的刺戟も孰れも振幅を増大せしめることが分る。然もこの場合、心搏数は stry. nit. による場合には振幅の増大と共に極く軽度の減少が認められた。

而して stry. nit. による化学的刺戟の場合には、白金電極による電氣的刺戟の場合より、より著明に振幅を増大する。即ち 1) の場合と同様の効果を示すことを知った。

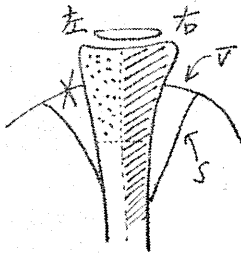
3) 右延髄切除及び左迷走神経切断及び心臓に1.0%atrop. sulf.又は0.1%ergotox. phos.を塗布後左延髄を刺戟した場合

右延髄を切除及び左迷走神経を切断し、左延髄の刺戟が両側交感神経を介し心臓に達する様にした後、心臓に 1.0%atrop. sulf. を塗布し左延髄に0.1%stry. nit. 塗布を行い、その



第6図

右延髄及び右脊髄上部切除及び左迷走神経切断後左延髄を0.1%stry. nit.にて刺戟した場合



第7図

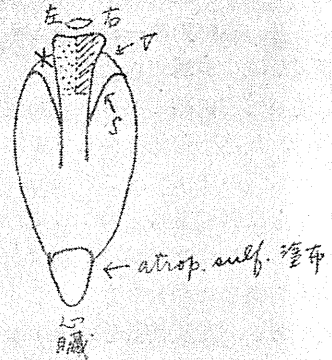
右延髄及び右脊髄上部切除及び左迷走神経切断後左延髄を白金電極により電氣的刺戟を与えた場合

刺戟効果を検索した。

その結果は、第8図に示す如くである。第8図に示す如く、振幅は0.1%stry. nit. 塗布約30秒後より増大し始め、約2分後最大に達し、再び徐々に恢復している。之に反し殆んど心搏数は減少が認められない。

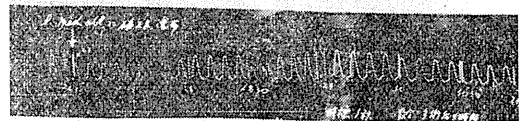
つぎに心臓に塗布するものを0.1%ergotox. phos. に変え左延髄を0.1%stry. nit. 塗布で刺戟した場合、その刺戟効果を調べた。その結果は

第9図に示す如くで0.1%stry. nit. 塗布直後には、他の場合と同様に殆んど変化がみられないが、10分後かなり著明に振幅の減少が認められ、20分後より徐々に恢復していることが判る。しかし心搏数には殆んど変化が認められない。



第8図

右延髄切除及び左迷走神経切断及び心臓に1.0%atrop. sulf. を塗布後左延髄を0.1%stry. nit. にて刺戟した場合



第9図

右延髄切除及び左迷走神経切断及び心臓に0.1%ergotox. phos. を塗布後左延髄を0.1%stry. nit. にて刺戟した場合

2. 右延髄からの作用

a. 迷走神経を介する作用

1) 左右前根切断及び左延髄切除後右延髄を刺戟した場合

右迷走神経を介する右延髄の作用を知る為に、両側前根 (第2より第5節迄) を切断し、左延髄を切除して右延髄の刺戟が右迷走神経のみを通じて心臓に達する様にし、右延髄に0.1%stry. nit. を塗布した。その1例を示すと第10図の如くである。この図に示す如く、振幅は0.1%stry. nit. 塗布後かなり増大し、2分後より次第に元に恢復して来ることが判る。之に反し、この場合心搏数は塗布後振幅の増大と共に稍々減少し、次第に元に恢復して来ことを認めた。

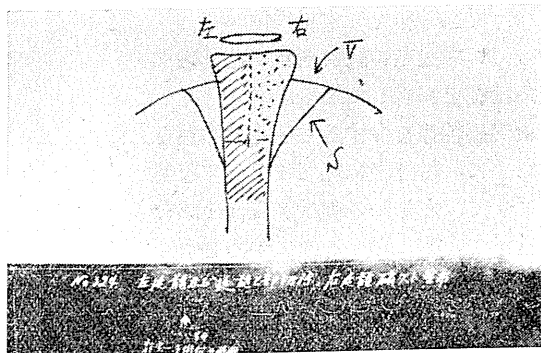
2) 脊髓上部及び左延髄切除後右延髄を刺戟した場合

右迷走神経を介する右延髄の作用を知る為に両側前根を切断する代りに、脊髓上部を切除し、且つ左側延髄を切除して右延髄の刺戟が右迷走神経を介して心臓に達するようにし、右延髄に0.1%stry. nit. または白金電極による刺戟を行った。

それ等を図示すると第11及び第12図の如くである。第11図に示す如く、0.1%stry. nit. の化学的の場合、振幅は塗布後30秒より徐々に、2分30秒頃より可成り著明に増大し、其の後次第に恢復して来ることが判る。これに反し、心搏数は塗布後30秒にて可成り著明に減少し、其

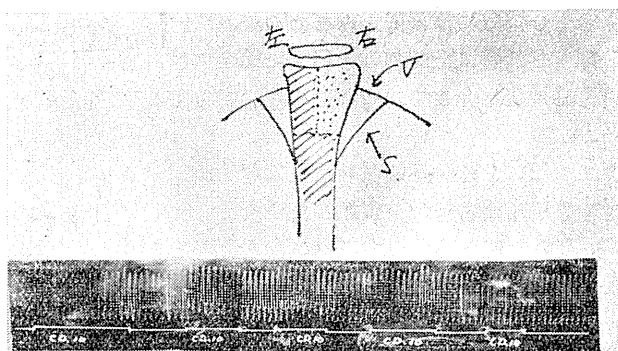


第10図 左右前根切断及び左延髄除去後右延髄を0.1%stry. nit. にて刺戟した場合



第11図

脊髓上部及び左延髄切除後右延髄に0.1%stry. nit. にて刺戟した場合

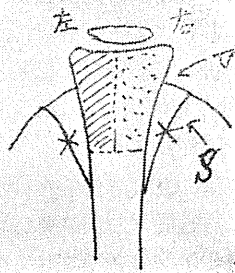


第12図

脊髓上部及び左延髄切除後右延髄に白金電極による電氣的刺戟を与えた場合

の後次第に恢復して来る傾向を示した。つぎに第12図に示すごとく白金電極の電氣的の場合には、弱刺戟の場合 (C. D. 10cm) のみ振幅の増大のあることが認められ、この場合、振幅の増減にかかわらず、心搏数は変化を示さなかった。しかしてさらに刺戟強度を高めると、振幅は減少し、ついに心搏動の停止を見るが、この現象は左延髄の場合と同様である。

すなわち或る一定の濃度の或る化学物質による刺戟または或る強度の電気刺戟の場合には、振幅は左延髄の場合とは逆に右延髄の場合には増大することを知った。



b. 交感神経を介する作用

1) 右迷走神経切断及び左延髄切除後右延髄を刺戟した場合

両側交感神経を介する右延髄の作用を知るために、右迷走神経切断及び左延髄を切除して、右延髄の刺戟が両側交感神経を通過して心臓に達する様に手術を行って、右延髄に 0.1%stry. nit. を塗布して刺戟した。

此の場合 0.1%stry. nit. 塗布後、振幅は徐々に減少し始めるが、やがて時間経過と共に次第に恢復して来る。然も此の場合も心搏数には著変をみとめない。

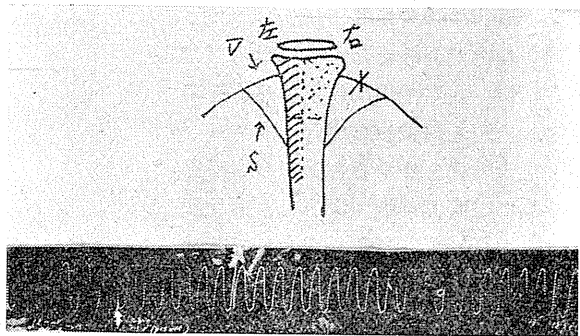
即ち右延髄に上記刺戟を行った場合には、両側交感神経を介して、振幅を小さくするようである。

2) 左延髄及び左脊髓上部切除及び右迷走神経切断後右延髄を刺戟した場合

右交感神経を介する右延髄の作用を知るために、左延髄及び左脊髓上部を切除し、且つ右迷走神経を切除し右延髄の刺戟が右交感神経のみを通過して心臓に達する如くし、右延髄に 0.1%stry. nit. の化学的または白金電極による電氣的刺戟を行った。その結果は第13及び第14図の如くである。

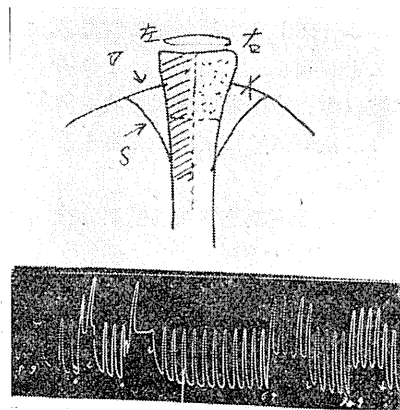
第13に示す如く 0.1%stry. nit. による化学的刺戟の場合、振幅は塗布後減少し、約3分30秒後にはかなり元の状態に恢復した。之に反し心搏数はこの場合、塗布後稍々増大し、其の後徐々に元の状態に恢復する様である。次に第14図に示す如く白金電極による電氣的刺戟の場合には、刺戟強度の弱い場合は、振幅及び心搏数に何等変化を及ぼさなかったが、徐々に刺戟強度を増大し C. D. 7cm 前後にすると刺戟効果が表れ振幅は減少する。併して心搏数には著変を示さない。更に刺戟強度を増大し C. D. 5cm 前後にすると心搏動は一時停止する。

即ち上述の如き刺戟では、左交感神経を介する左延髄の作用とは逆に右延髄は右交感神経を介して 0.1%stry. nit. の化学的刺戟の場合も、白金電極による電氣的刺戟の場合も共に振幅を



第13図

左延髄及び左脊髓上部切除及び右迷走神経切断後右延髄を 0.1%stry. nit. にて刺戟した場合



第14図

左延髄及び左脊髓上部切除及び右迷走神経切断後右延髄を白金電極により電氣的刺戟を与えた場合

減少せしめることを知った。一方心搏数は振幅の減少につれ稍々減少する様に思われるが、白金電極による電氣的刺戟の場合には、振幅の減少に不拘、心搏数には殆んど変化を認めない。

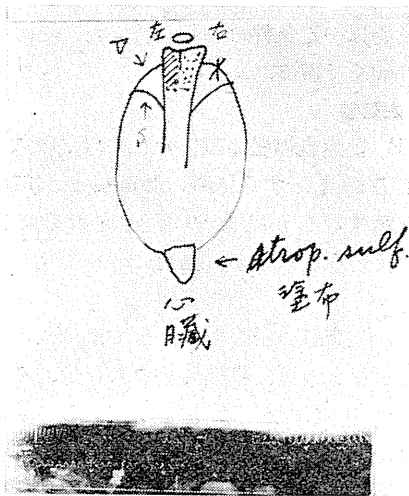
3) 左延髄切除及び右迷走神経切断及び心臓に 1.0%atrop. sulf. 又は 0.1%ergotox. phos. を塗布後、右延髄を刺戟した場合

左延髄切除及び右迷走神経を切断して、右延髄の刺戟が両側交感神経を介して心臓に達する様に手術をした後、心臓に 1.0%atrop. sulf. を塗布し、右延髄に 0.1%stry. nit. 塗布の刺戟を行い、其の刺戟効果を検索した。

その結果は第15図に示す如く stry. nit. 塗布後 30秒より、振幅は可成り著明に増大するが、2分後より徐々に元の状態に恢復することが分る。一方心搏数には殆んど著変がみとめられ

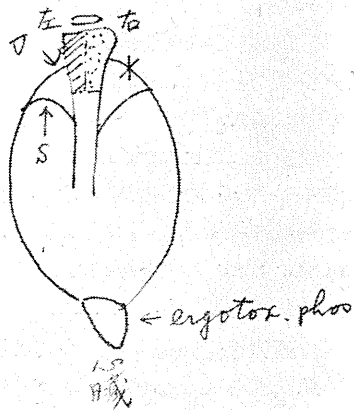
ない。

すなわち左延髄の場合と同様に右延髄に対しても一定の刺戟を与えた場合には、心臓に1.0% atrop. sulf. を塗布した後、両側交感神経を介し振幅を増大せしめることを知った。一方心搏数には著変を認めなかった。



第15図

左延髄切除及び右迷走神経切断及び心臓に 1.0% atrop. sulf. を塗布後右延髄を 0.1%stry. nit. にて刺戟した場合



第16図

左延髄を切除及び右迷走神経切断及び心臓に0.1% ergotox. phos. を塗布後右延髄を 0.1%stry. nit. にて刺戟した場合

つぎに心臓に塗布するものを 0.1% ergotox. phos. の塗布に変え、右延髄を 0.1%stry. nit. 塗布で刺戟した場合の刺戟効果を調べた。

その結果は第16図に示す如くで、振幅は0.1%stry. nit. 塗布後、軽度に減少し、其の後時間の経過と共に徐々に元の状態に恢復することが判る。一方心搏数には著変を認めなかった。

即ち右延髄は両側交感神経を介しては心臓に 0.1%ergotox. phos. を塗布した場合には、左延髄の時と同様に振幅を減少せしめることが判る。而して一方心搏数には著変を認めない。

IV. 考 案

併せて第2篇に述べた如く、中枢神経系に切断等の手術を行って延髄を刺戟した場合でも、又手術を行わないで針状電極による刺戟を加えた場合に於いても、一定刺戟条件に於いて心収縮力及び心搏数に対しては、略々それ等が同様の傾向を示すことを知ったので、本篇に於いては、実験結果のより確実を期する為に、目的とする中枢と、それと心臓を連結する経路の唯一つのみを残し、他の総てを除去して延髄に刺戟を加えることとした。それらの実験結果を考察すると次の如くである。

即ち著者の行った或る一定の刺戟範囲に於いては、

1) 左延髄の作用は、一般に知られていると同様に左迷走神経を介しては抑制的に、左交感神経を介しては促進的に、

2) 右延髄の作用は、著者の行った一定範囲の刺戟に於いては、右迷走神経を介しては促進的に、右交感神経を介しては抑制的に作用している事が考えられる。即ちこの場合、振幅の増大時にも、心搏数の不変の事が多いから、かかる場合は、心臓に対し、促進的作用を示したものと考え、又振幅の減少は、逆に抑制的と考えて差支えない。更にergotox. phos. 及び atrop. sulf. 等を用い、薬理的に交感神経末端と迷走神経末端を別々に麻酔し延髄を刺戟した結果を加え考えると、

左延髄→左迷走神経→心臓の経路中には、主

として cholinergic fibre が、

左延髓→左交感神経→心臓の経路中には、adrenergic fibre がある。

又右延髓→右迷走神経→心臓の経路中には、一般には cholinergic fibre が含まれていると考えられているが、一部の学者は促進的作用のあることを述べている²¹⁾。併せて著者の電氣的刺戟の方法の、或る一定の刺戟強度(可成り強い刺戟)に於いては、抑制効果を確認し得たが、著者の行った一定の濃度の化学物質による刺戟及び一定強度の電氣的刺戟(可成り弱い刺戟)に於いては、明らかに adrenergic fibre が含まれていることを示し、其の作用も、可成り著明であった。

さらに右延髓→右交感神経→心臓の経路中には、一般に adrenergic fibre が含まれていると考えられているが、著者の行った一定の刺戟強度の実験から、明らかに cholinergic fibre も含まれ、しかも其の作用は可成り著明である。

然しかかる成績は、第2篇の刺戟の種類又はその程度による成績とを合せ考えるならば、一定の可成り弱い刺戟強度の著者の実験から、迷走神経中には、左右に限らず cholinergic fibre が多く含まれてはいるが、しかし其左右に於いて、可成りの相異があり、右では adrenergic fibre が可成り多く cholinergic fibre が比較的少いこと、また左ではその逆を示して居る。第1篇に述べた如く、著者の用いた一定の刺戟範囲で左右延髓を同時に刺戟した場合、adrenergic fibre の作用が表われることから、一定の可成り弱い刺戟範囲では、右延髓の adrenergic fibre の作用が、同じ条件の刺戟による左延髓の cholinergic fibre の作用に優ると考えるのが至当の様である。

さらに交感神経を介する延髓の作用でも、迷走神経と同様、両側(左右延髓)同時刺戟の場合は従来知られている如き促進的効果すなわち adrenergic fibre の作用が表われるが、左右に分け刺戟した場合には、左延髓よりの交感神経を介するものの中には、adrenergic fibre が多く、cholinergic fibre が少く、右延髓よりの交

感神経を介するものの中には cholinergic fibre が多く adrenergic fibre が少いと考えることが出来る。

V. 総 括

著者は、墓心臓を用いて、Engelmann氏法による心機械曲線の振幅及び心搏数を記録しながら、延髓に一定条件の刺戟を行った。その結果は次の如くである。

1. 左延髓

1) 左迷走神経のみを介しては、収縮力を減少せしめる。すなわち cholinergic fibre の作用を示す。しかもこの場合、心搏数には殆んど著変を示さず、振幅にのみ変化を与える。

2) 左交感神経のみを介しては、或る種の刺戟方法によれば、収縮力を増大せしめる。即ち adrenergic fibre の作用を示す。この場合でも、心搏数には、殆んど著変を示さない刺戟方法または種類で、振幅の増大が認められる。尚両側交感神経を介しては、収縮力を増大せしめる。即ち adrenergic fibre の作用を示す。而してこの場合でも心搏数には殆んど著変を示さず、振幅の増大が認められる。

3) 両側迷走神経を切断し、心臓に於ける副交感神経(即ち cholinergic fibre)末端を1.0% atrop. sulf. にて麻酔し、左延髓の刺戟が、両側交感神経中の adrenergic fibre のみを介して心臓に達するようにした場合は、2)に於ける結果と同様に収縮力を増大せしめる。すなわち adrenergic fibre の作用を示す。この場合心搏数は、殆んど著変を示さず。

4) 両側迷走神経を切断して心臓に於ける交感神経(即ち adrenergic fibre)末端を0.1% ergotox. phos. にて麻酔し、左延髓の刺戟が両側交感神経中の cholinergic fibre のみを介して心臓に達する様にした場合は、2)の結果とは逆に、収縮力を減少せしめる。即ち adrenergic fibre の作用を示さず。尚心搏数は、収縮力が著明に増大した場合、又は著明に減少した場合には、減少する傾向を認める。

2. 右延髄

1) 右迷走神経のみを介しては、一般に cholinergic fibre が含まれていると考えられているが、著者の行った方法及び種類の刺戟に依っては、収縮力を増大せしめる事もあり得る。即ち 1.0% glut. nat., 0.1% stry. nit. の化学的及び弱電流の電氣的刺戟では、促進的に、強電流の電氣的刺戟では抑制的に作用する。従って cholinergic fibre の作用の他に adrenergic fibre の作用をも示すものである。然もこの場合、心搏数には著変を示さないで、振幅の増大のみを認める。

2) 右交感神経のみを介しては、一般に adrenergic fibre を含むと考えられているが、著者の行った刺戟強度によれば、収縮力を減少せしめ得るものがある。即ち adrenergic fibre の作用の他に cholinergic fibre の作用をも示すものとする。この場合心搏数には著変を示さないで、振幅のみ減少せしめる。

尚両側交感神経を介しては、著者の行った方法及び種類の刺戟に依れば、収縮力を減少せしめ得る。即ち cholinergic fibre の作用をも有するものとする。この場合、心搏数には著変を示さないで振幅の減少のみを認める。

3) 両側迷走神経を切断し、心臓に於ける副交感神経(即ち cholinergic fibre) 末端を 1.0% atrop. sulf. にて麻醉し、右延髄の刺戟が両側交感神経中の adrenergic fibre を介して心臓に達する様にした場合は、右延髄の上述の刺戟では、収縮力を増大せしめ得る。この場合、心搏数は殆んど変化を示さないで、振幅のみを増大せしめる。

4) 両側迷走神経を切断し、心臓に於ける交感神経(即ち adrenergic fibre) 末端を 0.1% ergotox. phos. にて麻醉し、右延髄の刺戟が、両側交感神経中の cholinergic fibre を介して心臓に達するようにした場合は、右延髄の上述の刺戟では、収縮力を減少せしめ得る。

即ち明らかに cholinergic fibre の作用を示す。然もこの場合、心搏数には著変を示さないで、振幅の減少を認める。

尚心搏数は、収縮力が著明に増大した場合、又は著明に減少した場合には、減少する傾向を認める。

尚本論文の要旨は、第 101 回東京生理学談話会にて発表した。

撰筆するに当り、御校閲を賜った慶応大学医学部教授加藤元一博士に深謝し、御鞭撻下さった久保教授並びに御指導と御校閲を労した伊藤助教授(現在東京歯科大学教授)並びに河島講師に鳴謝致します。

文 献

- 1) Boehm, R. (1875) Arch. f. exper. path. u. pharmakol. 4, 255
- 2) Engelmann (1892) Pflügers Arch. 52, 357
- 3) Houssay (1951) Human physiology 1020-1021
- 4) Hering, H. E. (1924) pflügers Arch. 203, 100
- 5) Hermann, H., F. Jourdan, R. Froment (1938) Compt. rend. de Soc. de Biolog. 128, 673
- 6) 八田博英・飯塚恒治 (1952) 生体の科学 4, 140
- 7) 池田正男 (1954) 最新医学 9, 99
- 8) Jourdan, F., G. Nowak (1934) Compt. rend. de Soc. de Biolog. 117, 234
- 9) Kabat, H. (1940) J. of physiol. 128, 246
- 10) 加藤元一 (1943) 生理学 II 230
- 11) 河島敏夫 (1951) 東京医大生理学教室論文集
- 12) 河島敏夫・他 (1955) (東京医大誌に掲載の予定)
- 13) 森 於菟・吉岡俊亮 (1935) 実験用動物解剖学(蛙篇) 1, 58
- 14) 中根 喬 (1952) 岡山医誌 64, 1090
- 15) 沖中重雄・武藤二郎・藤田真之助・他 (1946) 医学と生物学 9, 154
- 16) 沖中重雄・鎮目和夫 (1950) 医学と生物学 17, 9
- 17) Pannier, R. (1946) Arch. Int. Pharmac. dyn. 73, 193 (池田正男: 心臓神経 最新医学 9, 5, 99 (昭和29年) より引用)
- 18) Rossbach, M. J. (1875) Pflüger's Arch. 10, 383
- 19) Rothberger, J., H. Winterberg (1910) Pflüger's Arch. f. die gesamt. physiol. 135, 506
- 20) Rutherford, W. (1869) J. Anat. 3, 402 (池田正男: 心臓神経 最新医学 9, 5, 99 (昭和29年) より引用)
- 21) 鎮目和夫 (1952) 日本循環器誌 16, 8
- 22) Schiff, M. (1878) Pflüger's Arch. 18, 172
- 23) 住吉正明 (1953) 日本生理誌 15, 166
- 24) Tulgan, J.: A study of the relation of afferent impulses to the activity of the central cardiovascular nervous mechanism (池田正男: 心臓神経 最新医学 9, 5, 99 (昭和29年) より引用)
- 25) 滝沢良夫: (未発表)
- 26) 渡辺美寿 (1952) 日大医誌 11, 971
- 27) 山田 豊: (未発表)

Summary

The author investigated the amplitude or heart-rate by the Engelmann's mechano-gramm with the object of examining the action of medulla oblongata to the heart and recognized the following results.

The pathway which reach to the heart through the left vagus nerve from the left medulla oblongata has mainly cholinergic fiber.

The pathway through the left sympathetic nerve from the left medulla oblongata has mainly adrenergic fiber.

The pathway through the right vagus nerve from the right medulla oblongata has not only cholinergic fiber but adrenergic fiber also.

The pathway through the right sympathetic nerve from the right medulla oblongata has not only adrenergic fiber but cholinergic fiber also.

(Department of Physiology, Tokyo Medical College)

骨格筋線維の短縮状態と各種イオンの関係 612.741.15

On the relation between Contraction and Ions in Skeletal Muscle

後藤 鹿島 (Goto-Kashima)*

I. 緒 言

蛙の骨格筋線維を数本の束としてとり出して杉氏隔絶箱を用いて、その短縮状態を観察すると、刺激をくり返した時得られる疲労曲線の基線が上下に変化するものと変化しないものが得られた。余はその基線の変化が浸液中の Ca^{++} の存在に密接な関係があることを知り、同時に K^+ , Na^+ , 正負の Colloid ion が短縮状態に如何なる関係があるかをしらべてみた。

爾來筋の短縮と ion の関係についての報告は数多いが、短縮に際して Na^+ が入り K^+ が外に出ると言うことは今日常識のように考えられている¹⁾⁷⁾。 Ca^{++} については確定的のものがないが一般には Na^+ と拮抗的に働くものと云われているが¹⁾、蛙の筋に於いては異議を唱える人もある²⁾。それ故 Ca^{++} , K^+ , Na^+ 等の有無で筋の短縮状態が正常の状態と如何に違ってくるかを隔絶箱でしらべることは意義のある事と思われる。

II. 実験方法

実験装置は第1図の如く $12 \times 2 \times 6$ cm の木箱をガラスで隔絶し、内側はパラフィンでぬり固め、隔絶部の水門 (Q) の部に筋線維を横たえ Q をしめて筋線維を固定し、筋の他端を光槓桿の下端に連結する。かくて刺激回路より直流を送って刺激する。筋の存在する側が陽極の時陽通電と名づけ、その時は開放刺激のみが有効となる。筋の存在する側が陰極の時陰通電と名づけ、電流の閉鎖が有効となる。短縮の状態は Bromide 紙に光槓桿によって描記し、光槓桿の下端 1mm の動きは Bromide 紙に約 4cm に記録出来た。実験材料は墓の *M. sartorius* の筋線維を数本の束にして用い、刺激装置は第2図

に示す如くで、連続頻回刺激には Thyatron を使用した。浸液の Ringer 氏液としては $NaCl$ 0.65%, $CaCl_2$ 0.02%, KCl 0.02% を用いた。

III. 実験成績

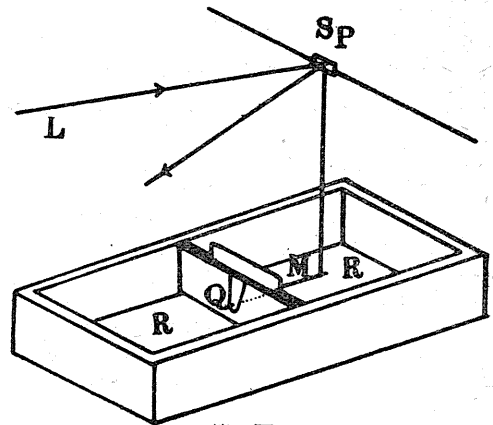
A. 連続頻回刺激による基線の変化

この実験では刺激を1秒間隔で30分間与え浸液の成分を種々に変えた。図は反応の大きさと基線を trace した。

1. Ringer 氏液中

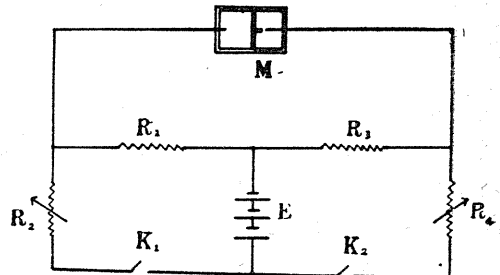
a) 陽通電の場合

筋線維が極めて新鮮な場合、即ち墓を殺して



第1図

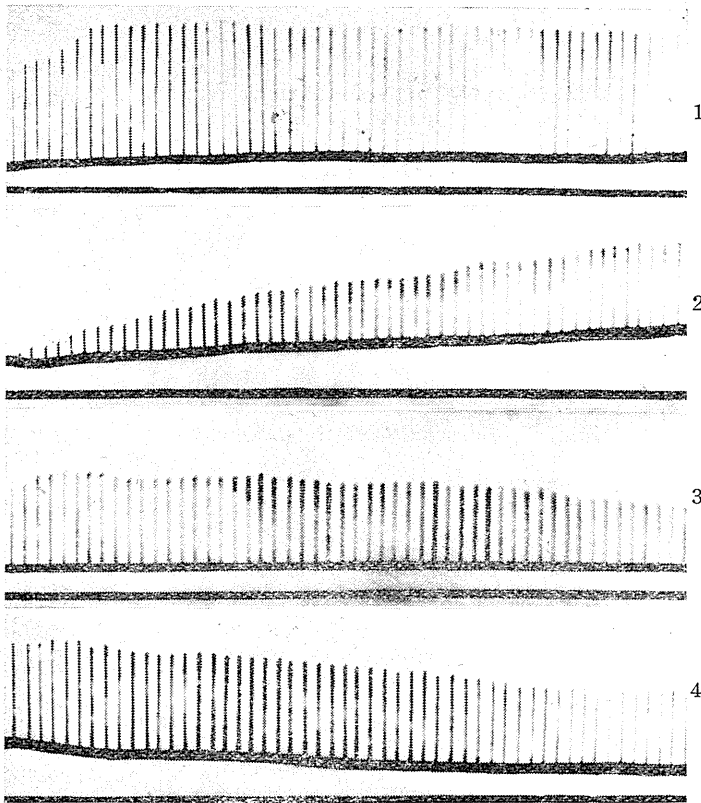
Sp: 鏡, L: 光, M: 筋線維, R: Ringer氏液, Q: 隔絶部の水門。



第2図

M: 描記装置, R_1, R_2, R_3, R_4 : 抵抗, K_1, K_2 : 電鍵 E: 電源。

* 群馬大学医学部第1生理学教室



第3図

1. 正常 Ringer 氏液中, 新鮮な筋 (剔出後30分以内) の陽通電開放反復刺激に対する短縮状態。
2. 正常 Ringer 氏液中, 剔出後数時間 Ringer 氏液中に放置した筋の陽通電開放反復刺激に対する短縮状態。
3. 正常 Ringer 氏液中, 新鮮な筋 (剔出後30分以内) の陰通電閉鎖反復刺激に対する短縮状態。
4. 正常 Ringer 氏液中, 剔出後数時間 Ringer 氏液中に放置した筋の陰通電閉鎖反復刺激に対する短縮状態。

以下第6図迄, 描記時間は30分, 刺激間隔は1秒の写真とその反応の大きさと基線の位置を trace したものである。

筋線維を剔出し描記するまでの時間の短い時は(30分以内) 基線は水平に保持される(第3図1). 短縮高も大で容易に疲労の状態を示さない。然し剔出後数時間 Ringer 氏液に放置してから同様な実験を行えば基線は漸次上昇する(第3図2). 又短縮の大きさははじめは小であるが, 陽通電開放刺激をくり返すうちに大きくなり, 容易に疲労の状態に達しない。

b) 陰通電の場合

筋線維が新鮮であると短縮高の減退は陰通電の場合は陽通電に比較して比較的速かである

が, 基線の変化はこの場合にもみられない(第3図3). 剔出後数時間をへたものであると基線の変化があらわれ, 多くの場合少しく下降する(第3図4).

2. NaCl0.65%+CaCl₂0.04%液中

a) 陽通電の場合

この液中では筋が比較的新鮮な場合でも刺激をくり返しているうちに基線は次第に上昇してくる(第4図1). 短縮の大きさは正常 Ringer 氏液中と殆ど変りない。剔出して Ringer 氏液中に数時間放置しておいた筋で行うと基線の上昇は一層急になる(第4図2). Ca⁺⁺の含有量が増せば更に著明となる。

b) 陰通電の場合

新しい筋では正常 Ringer 氏液中と大体同様であったが, 古い筋では一定でなく基線が下るもの, 変化しないもの, 又は上昇するものがあつた。短縮の大きさは Ringer 氏液中に比較して幾分小であつた(第4図4,3).

3. NaCl0.65%+KCl0.04%液中

a) 陽通電の場合

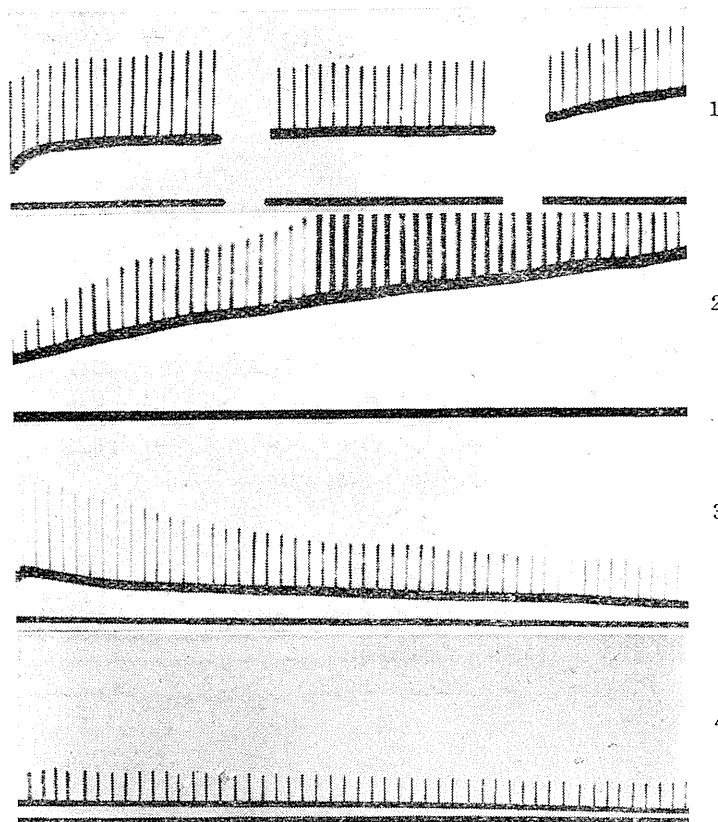
筋が新鮮な場合も幾分時間をへた場合も基線は極めて安定で変化がなかつた。この場合予めNaCl0.65%+KCl0.04%の液に30分程つけておくと一層変化がなかつた(第5図1). 然し短縮の大きさは Ringer 氏液に比較して小で減退も時間的に速かである。

b) 陰通電の場合

筋の新旧を問わず基線の変化は余りみられない。只著明なことは短縮の大きさの減少する時間的経過が一層速かであつた(第5図2).

4. NaCl0.7%液中

a) 陽通電の場合



第4図

1. NaCl (0.65%) + CaCl₂ (0.04%) 液中, 新鮮な筋 (剔出後30分以内) の陽通電開放反復刺激に対する短縮状態 (描記を3回に分けて長時間観察した).
2. NaCl (0.65%) + CaCl₂ (0.04%) 液中, 剔出後数時間 Ringer 氏液中に放置した筋の陽通電開放反復刺激に対する短縮状態.
3. NaCl (0.65%) + CaCl₂ (0.04%) 液中, 新鮮な筋 (剔出後30分以内) の陰通電閉鎖反復刺激に対する短縮状態.
4. NaCl (0.65%) + CaCl₂ (0.04%) 液中, 剔出後数時間 Ringer 氏液中に放置した筋の陰通電反復刺激に対する短縮状態.

筋を剔出してすぐ NaCl 0.7% 液中で実験を行うと基線ははじめ少し上昇し, その後は全く水平を保つ (第6図).

b) 陰通電の場合

一般には基線には変化がなく短縮の大きさは正常 Ringer 氏液中の場合より小になるが, K⁺ の入っている時のような急激な減少はみられない.

B. 単一刺激を与えた時の曲線

A に於ける観察はくり返し刺激して基線が如何に変化するか

又は短縮高の変りを見たのであるが, この実験では陽通電陰通電共に刺激電流の期間を 30sec として1つ1つの短縮曲線の形を観察した.

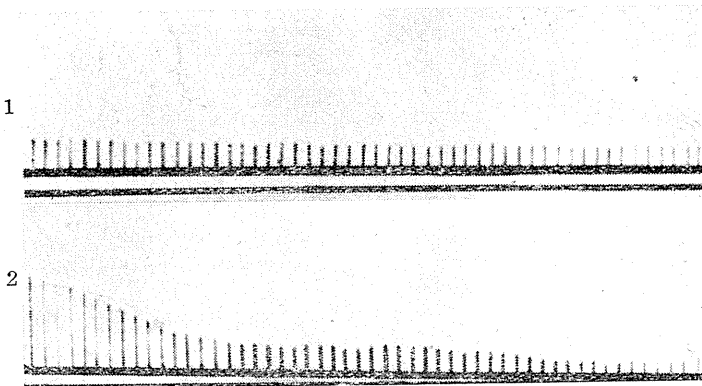
1. Ringer 氏液中

a) 陽通電の場合

筋が剔出直後で新鮮である時は陽通電閉鎖をした時は何ら変化はみられなく開放した時に攣縮があらわれ, あとには何ら持続的变化を残さない (第7図1). ところが剔出後の時間が少し経過したものでは疲労, 或いはそれに類似の筋線維では開放した時に一過性の攣縮にひきつづいて持続性の短縮がみられる (第7図2). 更に時間をへたものでは陽通電を閉鎖したその時にすでに基線の上昇があらわれて開放した時には攣縮様の一過性短縮つづいて持続性短縮がおこるようになる (第7図3).

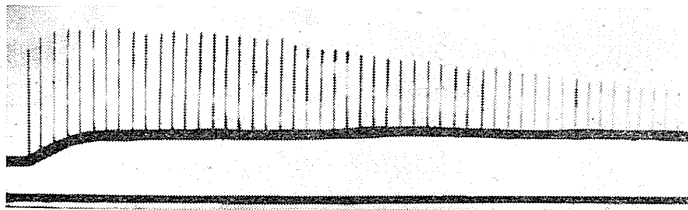
b) 陰通電の場合

陰通電の閉鎖時 (30sec) には一過性の短縮ついで持続的の短縮があらわれ, 基線は変



第5図

1. NaCl (0.65%) + KCl (0.04%) 液中, 剔出後数時間 Ringer 氏液中に放置した筋の陽通電開放反復刺激に対する短縮状態.
2. NaCl (0.65%) + KCl (0.04%) 液中, 新鮮な筋 (剔出後30分以内) の陰通電閉鎖反復刺激に対する短縮状態.



第6図

NaCl (0.7%) 液中, 新鮮な筋 (剔出後30分以内) の陽通電開放反復刺激に対する短縮状態。

化なく筋の新旧の差もない (第7図 4)。

2. NaCl 0.65% + CaCl₂ 0.04% 液中

a) 陽通電の場合

筋が新鮮な場合でも古くなれば尙更著明であるが第8図1に示す如く, 陽通電を閉鎖するとすぐ基線の上昇がみられ, 開放すると一過性の短縮にひきつづいてゆっくりした持続性短縮があらわれる。この持続性短縮はCa⁺⁺の量が多くなる程著明で何時までもつづく。これによってCa⁺⁺の存在と陽通電を閉鎖することが基線の上昇に大きな役割を果していると云うことがわかるがさらに事実をたしかめんとして, まず NaCl 0.65% 液中で陽通電閉鎖をして基線の変化なきことをたしかめた後陽通電を開放し, 次いで CaCl₂ 0.93% 液を数滴滴下すると滴下したのみでは基線は上昇しない。陽通電閉鎖ではじめて基線は上昇しはじめる (第8図 2)。

b) 陰通電の場合

Ringer 氏液中と殆んど変りがない。

3. NaCl 0.65% + KCl 0.04% 液中

a) 陽通電の場合

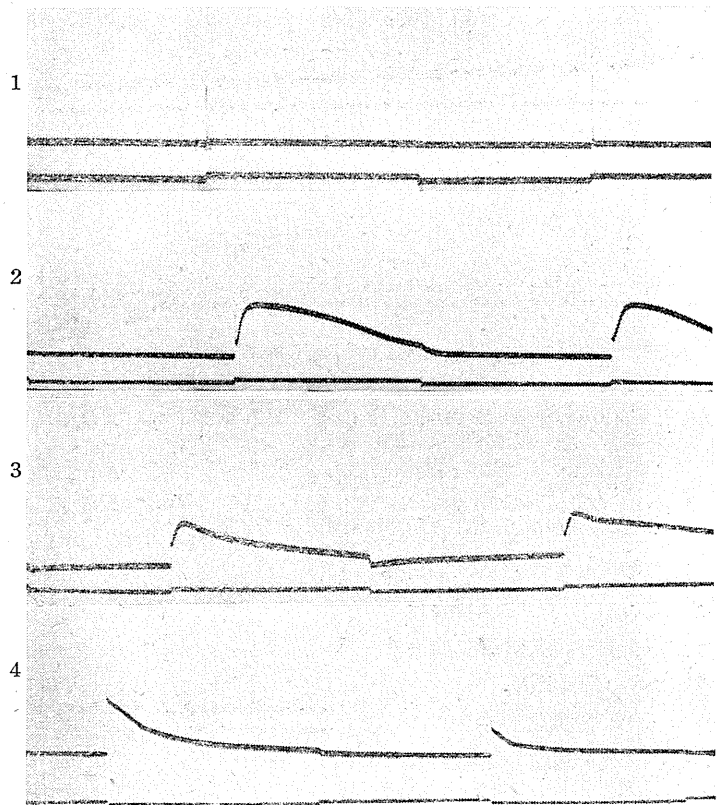
陽通電した時にみられた基線の上昇は古い筋と云えどもみられない (第9図 1)。

b) 陰通電の場合

基線の変化は認められないが短縮の大きさは著明に減少する。

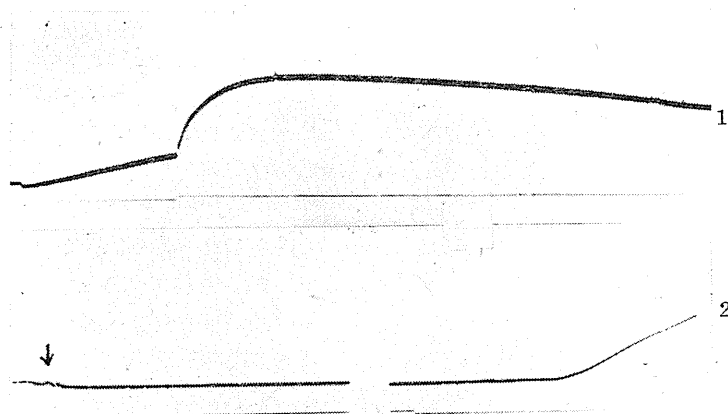
K⁺の量が増すにつれてその度は甚しい。第9図2は0.87% KCl と NaCl (0.65%) を混じた液中で行ったもので, 第1番目の大きな反応は陽通電開放刺激, 続いて陰通電閉鎖刺激が6

回なされているが, 1つとして殆ど短縮を現わさない。しかるに再び陽通電開放刺激にすれば, 大きく短縮が現われて来る。此の状態は溶液中に Ca⁺⁺ がなくて K⁺ の多い時に陰通電閉鎖刺激に見られる特有な反応状態である。



第7図

1. 正常 Ringer 氏液中, 最も新鮮な筋の陽通電開放単一刺激に対する短縮状態。
2. 正常 Ringer 氏液中, 比較的新鮮な筋の陽通電開放単一刺激に対する短縮状態。
3. 正常 Ringer 氏液中, 剔出後数時間 Ringer 氏液中に放置した筋の陽通電単一開放刺激に対する短縮状態。
4. 正常 Ringer 氏液中, 新鮮な筋の陰通電閉鎖単一刺激に対する短縮状態。



第8図

1. NaCl (0.65%) + CaCl₂ (0.04%) 液中, 比較的新鮮な筋の陽通電開放単一刺激に対する短縮状態. 陽通電を閉鎖した時既に基線は上昇し初め開放した時に一過性の短縮を示し後に持続性の短縮が極めて緩慢である.
2. NaCl (0.65%) 液中で先ず陽通電閉鎖で基線の上昇はない事を確かめ, 次いで (陽通電) 開放後 ↓ の処で CaCl₂ (0.93%) を 2~3 滴々下基線は変化しないが次いで陽通電の閉鎖を行った時に基線は上昇する.

3. Na⁺ のない液中

KCl (0.87%) と CaCl₂ (0.93%) を 8:2 の割に混じて Ringer と等張で而も筋に対して直接強い刺激とならない液を作り, 此の浸液中で短縮させてみた. 此の場合 Na⁺ のないことが特有であるが, 反応力はすべてが緩慢で正常 Ringer 氏液中の短縮状態と比較して見るとその特徴的な事が見られる (第10図1, 2).

C. 正負 Colloid ion 中の筋線維の短縮

多くの蛋白質 (Arginin, Glutamin 等) が等電点で正負の ion に解離し, 此れが正負の Colloid-ion と特殊な反応を来すことはすでに知られているが⁹⁾, 試みに筋の短縮力と正負 Colloid-ion の関係を実験した. 正 Colloid-ion としてはマクラミン, 負 Colloid-ion としてはポリヴィニールアルコール硫酸カリ, 寒天, 可溶性澱粉を用いた. 第10図2は正常 Ringer 氏液中で陰通電閉鎖刺激, 陽通電開放刺激を 5sec 間隔に行った

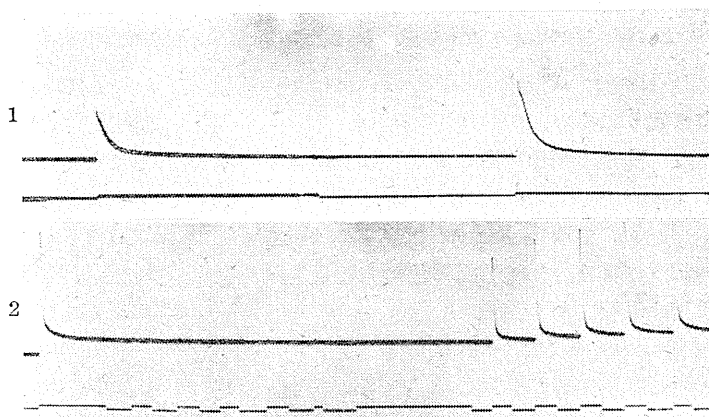
ものである. 正常 Ringer 氏液中に 0.1% の割にマクラミンを入れても陽通電, 陰通電閉鎖刺激の短縮状態は何等前者に比して区別出来る様なものを現わさない. 処がポリヴィニールアルコール硫酸カリ (以後 P.V.S.K. と略す) を 0.01% の割に正常 Ringer 氏液中に入れると第11図1に示す如く, 陽通電開放刺激では短縮し, 陰通電閉鎖刺激では殆んど短縮しない. 又可溶性澱粉を 0.1% の割に Ringer 氏液中に入れて短縮状態を見ると第11図2の如く前と同様に陰通電閉鎖刺激では反応しにく

く陽通電開放刺激には応ずる状態がみられた. 澱粉の代りに寒天を用いたのでは此の状態は見られなかった.

IV. 考察及び総括

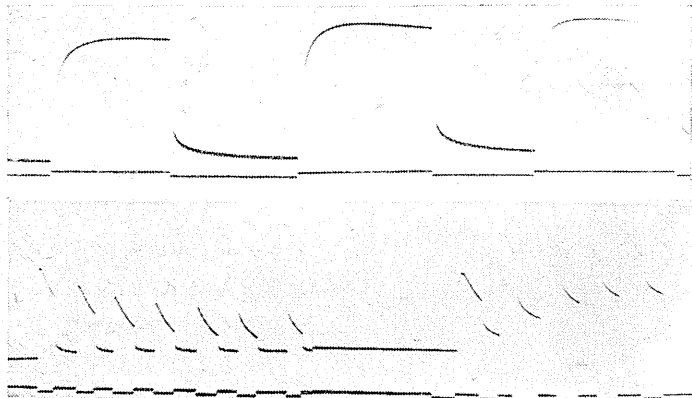
以上の実験成績を簡単に要約して見ると,

- 1) 筋が剔出後相当時間が経っていると陽通電開放の反復刺激によって基線は上昇する. し



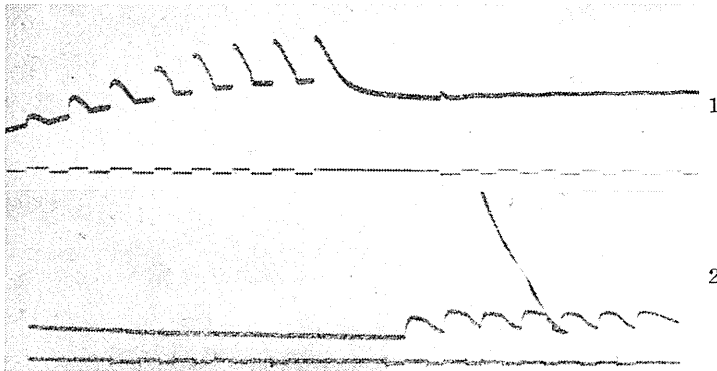
第9図

1. NaCl (0.65%) + KCl (0.04%) 液中, 剔出後数時間 Ringer 氏液中に放置した筋の陽通電開放単一刺激に対する短縮状態.
2. NaCl (0.65%) と KCl (0.87%) を 10:1 に混じた液中, 最初の1つは陽通電開放刺激, 次の6つが陰通電閉鎖刺激, 最後の5つは再び陽通電開放刺激.



第10図

1. KCl (0.87%) と CaCl_2 (0.93%) を 8 : 2 の割に混じた液中陽通電開放刺激。
2. 正常 Ringer 氏液中に於ける陰通電閉鎖刺激と陽通電開放刺激。



第11図

1. 0.01% P. V. S. K.-Ringer 液中に於ける陽通電開放刺激と陰通電閉鎖刺激。
2. 0.1% 澱粉-Ringer 液中に於ける陰通電閉鎖刺激と陽通電開放刺激。

かし Ringer 氏液中に Ca^{++} がなければかかる現象は起りにくい。

2) 陰通電閉鎖刺激の反復では基線は下る事が多い。

3) Ca^{++} のない Ringer 氏液中では陽通電開放刺激には充分攣縮し得る筋でも陰通電閉鎖刺激では攣縮しなくなる。

4) 負の Colloid-ion Ringer 液中では陰通電閉鎖刺激で速に攣縮しなくなる。併し陽通電開放刺激では正常 Ringer 中と同じ様に攣縮する。

先ず Ca^{++} と基線の上昇との関係であるが、此の場合 Ca^{++} の通電による移動方向が問題となる。陽通電を閉鎖した時 Ca^{++} が筋線維内へ入る

ように移動するか、又出る方向に移動するか、にわかに断定出来ないが、今隔絶部に木綿糸を筋線維の如く挟んで陽極側に CaCl_2 の溶液他極側に NaCl 溶液を入れて、通電した時としない時の Ca^{++} の移動状態をしらべて見ると、 Ca^{++} の他極へ移る量は陽通電した場合が著明に増大しているし、又糸の Ca^{++} 含有量も通電した時の方が増大している。此の実験から判定すれば Ca^{++} は陽通電閉鎖を行った時には筋線維の中に入るものと考えられる。

一般に正常原形質膜は Ca^{++} は通過させないと⁵⁾ 考えられている。そして Heilbrunn⁶⁾ の報告によると Ca^{++} は Naked protoplasm を clot 或いは jel 化させて体積を縮小させると云っている。clot or jel 化させると云うことは現象的な言葉で勿論、如何にして Ca^{++} が protoplasm を縮小させると云う説明にはならぬが、そ

れにしても陽通電に於いて Ca^{++} が筋内に入って時間的に非常にゆっくりした縮小が起るものと考えられる。この短縮が剔出後時間の経ったものであると著明であるのは長時間たてば、筋全体がゆるんで膜の透過性が増大して、 Ca^{++} の通過が容易になるからである。以上の結果よりして基線の上昇は説明がつくと思う。

次に陰通電を繰返す事によって基線の下る事は、 Ca^{++} の移動方向が外へ出る方向であるから protoplasm を jel 化させると反対の方向に仿くものと考えられ、筋自身幾分伸展するのではあるまいか。

更に第3の問題として Ca^{++} のない Ringer 氏液中で筋線維が陰通電閉鎖刺激によって、極め

て短時間の内に攣縮を起さなくなることであるが、陰通電閉鎖刺激の繰返しでは、陰通電の閉鎖されている時間中内部のCa⁺⁺は外へ出る方向に移動し1度に大量出てい元へもどす方向には開放の瞬間時しか移動しない。故に初めの1回の攣縮は極めて大きい。そんな時でも外液にCa⁺⁺が充分あればまだよいわけであるが外液に殆んどCa⁺⁺がないから、元へもどるCa⁺⁺は極めて少くなるわけである。陽通電の方は逆で開放によってCa⁺⁺の外へ出る方向に走らず時間は短く、又再び陽通電によって出たCa⁺⁺も内部へ引きもどされ常に筋中には“離れうるCa⁺⁺”が存在することとなる。結論的に云えばこの内部にある“離れうるCa⁺⁺”が攣縮に大いに関係するものであると云う事である。

処が同じ正常 Ringer 氏液中の心須成分である K⁺ について云うと此の成分の缺けた NaCl (0.65%) + CaCl₂ (0.04%) 液中に於いては、陽通電、陰通電の刺激に対してCa⁺⁺の缺けた場合の様な著明の差は現われない。Ca⁺⁺が通電によりある方向に走るとすれば同じ Cation の K⁺ も同方向に走ると考えられるのであるが、K⁺の缺けた場合は正常の Ringer 氏液中の場合と比較して、陽通電開放時に起る攣縮に引きつづいて現われる持続性短縮の時間が延長する以外は攣縮反応に目立った変化はない。此れは K⁺ がそれ程必要性を缺くと云う意味でなく Fenn³⁾ などによっても報告されている如く、筋中には多量の K⁺ を含んでいることが原因の1つと考えられる。それ故、外部の K⁺ は内部から補われて陰通電閉鎖でも余り影響されないであろう。

処がCa⁺⁺はその様なわけにはゆかない。ここで面白いことは著者が以前報告した如く⁴⁾ 前述のCa⁺⁺のない場合の現象とは逆に陽通電開放刺激のときは攣縮がすぐ減退して陰通電閉鎖刺激

にはそれに比して長い間攣縮を続ける場合がある。それは 0.2% MgCl₂ を含んだ Ringer 氏液中のときである。元来 Mg⁺⁺ と Ca⁺⁺ とは互に強く拮抗的に作用すると考えられているが⁵⁾ 此の 0.2% MgCl₂-Ringer 氏液中に筋線維を浸して陽通電開放刺激を行うと、またたくまに攣縮様短縮をしなくなる。而も陰通電閉鎖刺激には短縮をする。此れは陽通電閉鎖によって内部に導入された Mg⁺⁺ が Ca⁺⁺ と置き変り陽通電開放が行われた際、Ca⁺⁺ の遊離を困難ならしめると考えられる。陰通電閉鎖刺激では Mg⁺⁺ は内部に入る可能性がないから普通の Ringer 氏液中の陰通電閉鎖刺激と同じ様に反応する。

此の様な事実を合せ考えると、攣縮はCa⁺⁺が筋内で或物とむすびついていてその或るものからCa⁺⁺が放たれる時に起ると云う事が一層確實性を増して来る。

最後に Colloid ion と筋の短縮との関係であるが実験に用いた試薬の種類も少く、この結果については論議することを差し控えたい。

今後更に研究してみたいと思っている。

文 献

- 1) Eccles, J. C. (1953) The neurophysiological Basis. Clarendon Press.
- 2) Ewig, W. (1928) Ztschr. f. d. Ges. Exper. Med. 61, 562
- 3) Fenn, W. O. (1940) The role of potassium in physiological processes. Physiol. Rev. 20, 377
- 4) 後藤鹿島・佐藤進一 (1952) 電氣的刺激による骨格筋線維に対する麻酔薬の作用機序に関する研究 日本生理誌 14, 427
- 5) Heilbrunn, L. U. (1942) The presence of Chloride in muscle fibers. Physiol. Zool. 15, 363
- 6) Heilbrunn, L. U. (1942) An outline of Gen. Physiol., Philadelphia and London: W. B. Saunders Comp.
- 7) Hodgkin, A. L. (1951) The ionic basis of electrical activity in nerve and muscle. Cambridge.

Summary

The muscle fibers separated from lower legs of a toad were fixed through the separating wall of a isolating vessel after Sugi. The response (shortening) of the fibers in various solution was recorded photographically.

1) In muscle fibers in Ringer's solution two or three hours after separation the niveau of the response rises up gradually by repeated break of anodic current. But there is no rising in a Ca^{++} free Ringer's solution.

2) By repeated make of cathodic current the niveau falls down in most cases.

3) In the Ca^{++} free Ringer's solution the fibers which are shortened strongly by break of anodic current show hardly any response on the make of cathodic current.

4) In a 0.2% Mg^{++} Ringer's solution the fibers which are shortened strongly by the make of cathodic current show hardly any response on the break of anodic current.

It is assumed from these results that in the Ca^{++} containing solution the rising of the niveau results from that outer Ca^{++} enter into the muscle fibers and it is essential to the shortening (especially twitch) that inner Ca^{++} go out.

(Depart. of Physiol., School of Med., Gunma Univ.)

震 顫 機 構 の 生 理 学 的 研 究 612.746

(II) 震 顫 に 影 響 を 与 え る 諸 因 子 と そ の 意 義

Tremor and Its Mechanisms II.

An Analysis of Some Factors Having An Effect on Tremor

(本論文の要旨は第31回日本生理学会総会及び第18回筋電図研究会総会に於いて報告した。)

岸 欣 一 (KISHI-Kinichi)*

震顫に関しては古くから多くの研究がなされ、Sherrington¹⁾、Bazett および Penfield²⁾、Bazett 等³⁾、Frazier⁴⁾、Clark 等⁵⁾ 及び Keller⁶⁾ 等の成績より寒冷時の震顫を調節する機構が視床下部の尾側に存在していることが明かにされた。一方 Hemingway 等⁷⁾ は視床下部の吻側が電気刺激によりこの震顫を消失せしめるのに特に敏感な部位であると報じている。著者⁸⁾ は先にバルビツール系の脳幹麻酔剤注射により動物に起る震顫を筋電図により分析し、この震顫が脳性的ものであることを考察した。然しかかる脳幹中枢部の機能を興奮或いは抑制せしめ、或いは震顫運動に影響を与える種々なる因子が如何なる機序で作用するかに関しては未だ不明の点が多い。

本論文では震顫出現と中枢神経系活動、自律神経系活動との関係及び各種求心性刺激、血流変化、内外環境変化が震顫に及ぼす影響を分析し、この成績から震顫出現機構に関し2,3の考察を行った。

I. 実 験 方 法

体重 0.9~11.5kg の雌雄犬65匹を使用した。動物は総てイソミタールソーダ (10%溶液 0.6 ml/kg 静脈内注射) で麻酔し、麻酔よりの回復過程に出現する震顫を対象にして実験を行った。

中枢神経系活動と震顫出現との相関は麻酔度との関係及び脳或いは脊髄の種々なるレベルでの切断による影響より、自律神経系活動との相関は血圧、呼吸、脈搏状態との関係及び各種自律神経毒による影響より観察した。更に震顫が

温、冷或いは触、痛覚等の求心性刺激或いは血管結紮等により如何に作用されるかをも観察した。

上記実験の夫々に於いて脳波及び筋電図の測定は前報⁸⁾ と同様の方法により、心電図は第2誘導により測定した。呼吸の描記には気管カニューレを挿入し、タンブールを用いた。又四肢の動きは趾尖端に糸を縫付け、之を槓杆に連結し、血圧、呼吸と同時に煤紙上に記録した。尚脳波測定時の呼吸の同時描記には動物の胸部に飽和硫酸銅溶液を満せるゴム管を巻き、之に直流 6V の電池により電流を通じ、呼吸によるその抵抗の変動を利用して記録した。直腸温は寒暖計を肛門より約5cmの所に挿入し測定した。

脊髄の全切断或いは部分切断は椎弓を除去し、第1腰部に於いて行った。皮質切除及び除脳実験には Gyrus sigmoides anterior の切除、全皮質切除及び四丘体上丘と下丘の間より乳頭体に向う線に沿っての除脳を行った。

実験終了後動物を殺し、Weigert-Pal 氏染色法により脳、脊髄の組織標本を作製、切断部位及び脳波電極挿入部位を確認した。

II. 実 験 成 績

A. 麻酔深度との関係

イソミタールソーダ前記量の注射によって動物は総て非常に速かに深麻酔に入る故に麻酔深度との関係は通常深麻酔より回復する過程に於いて観察した。

角膜反射の消失及び瞳孔の軽度の散大をみる様な第3期第3相以上の麻酔深度では本検査に使用したる37匹に就いて全例に震顫は出現しな

* 大阪大学歯学部生理学教室

かった。

角膜反射が出現してくる第3期第2相になると非常に微弱であるが3例に自発的に吸息相に震顫の発現を認めた。第3期第2相で未だ自発的に震顫の発現をみない例に於いても皮膚の切開或いは足蹠、腹部、脊部及び耳介等を鉗子で挟む等のかなり強い刺激を与えることにより6例に震顫を惹起せしめ得た。

麻酔が第3期第1相となり咽頭反射が出現するようになると、震顫は尙一層著明となり、呼吸相に関係なく連続したものに迄発展した。又今迄に震顫を認めなかった動物にも総て自発的に或いは比較的弱い刺激を与えることにより容易に震顫が発現した。かかる時期には震顫の発現前に一時的な四肢の伸展を屢々認めた。

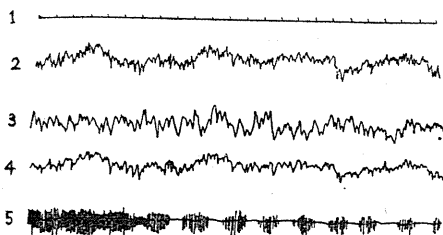
第1図はこの時期に於ける脳各部の脳波を示す。

さらに覚醒に向い、結膜反射が出現する第2期になると、震顫は漸次弱くなり、吸息相にのみ認められた。この時期には屢々動物は歩行様運動、啼泣、頻繁なる四肢の伸展強直或いはチック様運動等を示し、震顫の観察は困難となった。

麻酔が第1期になると震顫は尙一層微弱となり、屢々吸息相にも認められなくなり、遂に消失した。

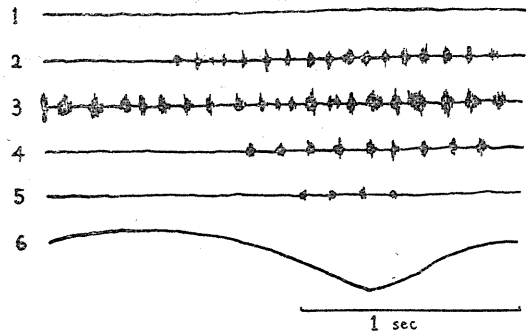
尙7例に於いて麻酔に入る過程に於いても吸息相に出現する弱い全身性の振顫が認められた。この時期は結膜反射が認められる第2期であった。

以上の経過を同一筋に就て筋電図により分析した結果は第2図の如くである。



第1図 震顫時脳波

1: 時標(1秒), 2: 大脳皮質脳波, 3: 視牀脳波, 4: 橋脳波, 5: 大腿四頭筋々電図. 説明本文参照



第2図 麻酔震深度と震顫

1: 第3期第3相, 2: 第3期第2相, 3: 第3期第1相, 4: 第2期, 5: 第1期, 6: 呼吸(↑呼息, ↓吸息), 説明本文参照.

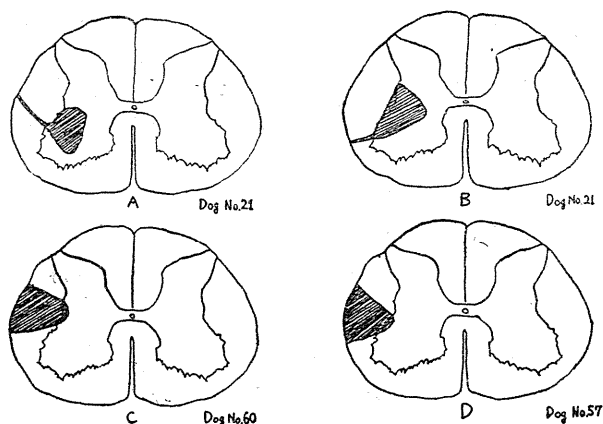
B. 脊髓及び脳切断による影響

脊髓を第1腰部に於いて完全に切断した場合一時的に震顫は消失するが、再び切断部以上の脊髓により支配されている前肢に震顫は出現した。然し切断部以下の神経支配領域にはこの時震顫は全く認められなかった。

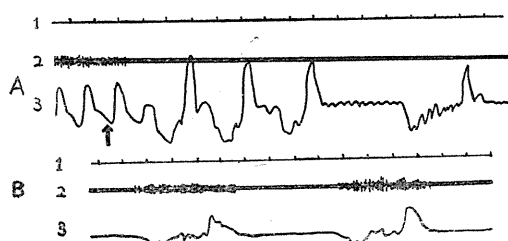
脊髓の一侧を第3図Aのごとく主として前柱(その後側部)を傷害した場合震顫の消失をみるに至らず、それよりやや後方の側柱(Pars intermedio-lateralis)(第3図B)、側柱の一部と側索の大部分(第3図C)或いは殆んど側索の大部分のみが傷害された場合(第3図D)傷害側の神経支配領域には10日後に於いても尙震顫を認めなかった(大腿四頭筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋及び中臀筋等に震顫と関連ある放電を認めず、腹直筋、外腹斜筋及び闊脊筋等には著明な放電を認めた)。非傷害側の後肢は前肢に比しやや震顫の減弱を認めたが、前肢に於いては手術前後に著変を認めなかった。

この様な動物は麻酔の覚醒後傷害側の後肢の足蹠を地面に付け得ず、趾の脊面を地面に向けたまま肢を引きづって歩行した。この歩行障碍は日時の経過と共に漸次回復し、10日後にはほぼ正常の歩行を示した。然し該肢に震顫を出現さすことは出来なかった。

頭蓋骨を除去し、両側の Gyrus sigmoides anterior を切除するも震顫は殆んど変化せず、両側全皮質領野を切除しても尙震顫様相には著変を認めなかった。



第3図 脊髓傷害部位
斜線部分は傷害部位を示す。説明本文参照。



第4図 迷走神経切断による影響
A: 切断時(矢印は迷走神経切断時を示す)。
B: 切断後1分, 1: 時標(1秒). 2: 腓腹筋々電図
3: 呼吸(↑呼吸, ↓吸息)。

半側のみの除脳により震顫は著明に減弱したが、消失するには至らず、両側の完全除脳により全身の凡ゆる部位から震顫は速かに消失した。

C. 迷走神経切断による影響

震顫が吸息相に著明に出現することは既述⁸⁾の通りである。この震顫は呼吸が停止すれば直ちに消失した。迷走神経を頸部に於いて両側切断すれば震顫は一時消失する。

然しやがて(約1分後)遅くなった呼吸リズムに一致し、吸息相に再び震顫は出現した。この経過の呼吸運動及び筋電図は第4図に示した。

D. 薬剤の影響

アセチルコリン (5~10%)
アドレナリン (0.1%) 及びピロ

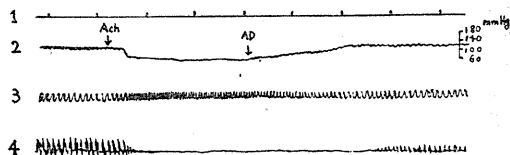
カルピン (1%) 等の溶液 0.05~0.3ml 単独静脈内或は皮下注射により震顫が如何に影響されるかをみた。

震顫出現中にアセチルコリンを注射すると全実験動物に注射後平均20秒で血圧の急激な下降(約30mmHg)を認めた。その後血圧は低下した状態で比較的一定の値を保った。呼吸数(注射前約9回/分)は血圧低下の開始に伴って増加し始め、血圧が低下して比較的一定の値を示した時には約20回/分となった。震顫は血圧の急激な下降と呼吸数の増加直後より著明に減弱し始め、5~40秒にして完全に消失した(第5図)。

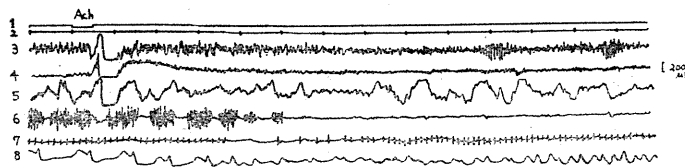
又震顫の消失と共に多量の唾液分泌を同時に認めた。

血圧及び呼吸数が徐々に元に復し、注射前の状態に復帰した後始めて震顫が再現した。アセチルコリンの注射により震顫が消失している時期でもアドレナリンの注射により震顫が早期に再現することを認めた。

アセチルコリン注射時の脳波変化を心電



第5図
アセチルコリン(Ach)及びアドレナリン(AD)注射による影響 1: 時標(1分). 2: 血圧. 3: 呼吸.
4: 肢の動き. アセチルコリンは5%溶液, 0.3ml, アドレナリンは0.1%溶液, 0.3mlを皮下注射した。説明本文参照。



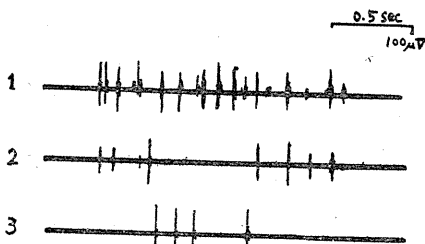
第6図 アセチルコリン(Ach)注射による影響
1: 示標(10%アセチルコリン0.05ml 静脈注射を示す). 2: 時標(5秒).
3: 大脳皮質脳波. 4: 視牀脳波. 5: 視牀下部脳波. 6: 大腿四頭筋々電図.
7: 心電図(第2誘導). 8: 呼吸(↑吸息, ↓呼息). 脳波振幅の分析結果: 注射前-皮質 145μV, 視牀 47μV, 視牀下部 55μV, 震顫消失時(注射後)-皮質 81μV, 視牀 36μV, 視牀下部 40μV(平均). 説明本文参照。

図、振顫及び呼吸の変化と同時に記録したのが第6図である。脳波に於いては皮質、視牀及び視牀下部ともに周波数(6~7c/sec)にあまり変化を示すことなく、振幅の減少を来した。また震顫が消失している時期に皮質より振幅の大なる4c/secのbarbiturate burstが表面化し、著明に出現するのがみられた。このbarbiturate burstは震顫が再現すると不明瞭となり消失した。震顫はアセチルコリン注射により脳波に振幅の減少がみられる時期にはほぼ一致して減弱し始め、速かに完全に消失した。これらの脳波及び震顫の変化に先立って心電図ではR-R間隔の著明な延長をみ、呼吸数の増加が認められた。R-R間隔はその後暫らくの間不規則であるが、比較的速かに他の変化よりも早く正常に回復した。次いで呼吸が正常に復し、さらに遅れて震顫が出現した。かかる時期に於いても尚脳波は少し低電位を示しており、震顫再現後相当経過し、震顫がほぼ注射前の強さにまで回復したときに始めて脳波も注射前の活動状態にもどった。

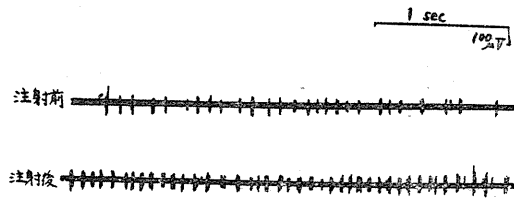
アセチルコリン注射による震顫消失経過の筋電図は活動参加NMU及び各NMUの放電頻度の減少を来し消失する(第7図)。逆にアドレナリンを注射すると活動参加NMU及びその放電頻度は増加し、grouping voltageはその振幅を増大し、放電頻度もやや増加を示した(第8図)。ピロカルピンの皮下注射では血圧下降は著明でなく、震顫にも余り変化を認めなかった。

E. 体温との関係

既述の如く大部分の例に於いては麻酔剤の注



第7図 アセチルコリン注射による震顫消失経過図は5%アセチルコリン0.3ml皮下注射後の大腿四頭筋電図の変化を示す。1:注射後11秒, 2:注射後17秒。3:注射後22秒。説明本文参照。

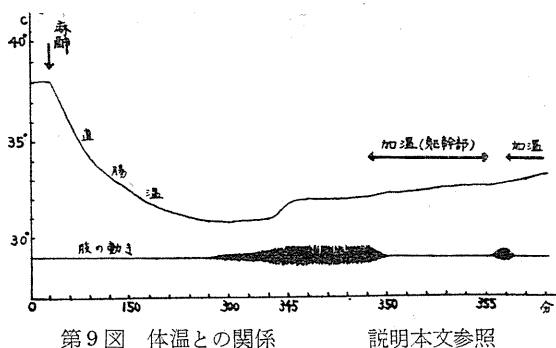


第8図 アドレナリン注射による筋電図変化図は0.1%アドレナリン0.3ml皮下注射による機側手根伸筋電図の変化を示す。Grouping Voltageの分析結果:注射前-持続15.3±4.8msec. 間隔82.7±32.4 msec. 週期98.1±32.5msec. 注射後-持続18.8±3.6 msec. 間隔55.3±10.9msec. 週期73.8±12.8msec. 説明本文参照。

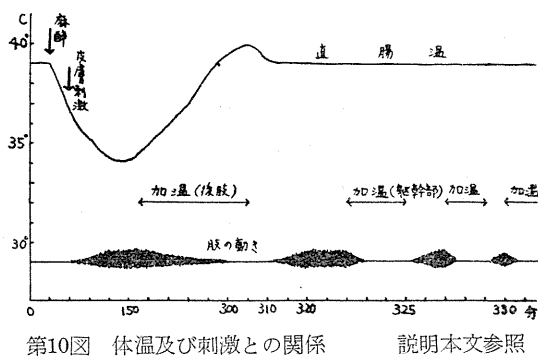
入と共に比較的速かに震顫を認めることなく深麻酔に入り、直腸温は漸次下降した。自発的に震顫が出現したのは平均直腸温 34.3°C (30.7~38.5°C) の時で、爾後漸次直腸温は上昇する傾向を示した(第9図)。然し自発的に震顫が発現する以前でも刺激を加えると直腸温のレベルとは無関係に震顫を誘発することが出来た。この場合震顫の出現によっても直腸温は尚下降の傾向を示すが、その下降度は緩やかとなり、震顫が著しくなると共に直腸温は上昇の傾向を示した(第10図)。この時期に電燈(100~500W, 1燈)を軀幹部に近付けて動物を加温すると比較的速かに(15~180秒, 平均77秒で)震顫は消失した。然し消燈すると直腸温は尚上昇の傾向を示すにも拘らず再び(20~240秒, 平均71秒で)震顫が出現した(第9図)。

また一側の後肢を43.0°Cの温湯に浸し加温したものでは、直腸温が39.5°C以上になり始めて震顫が消失した。震顫消失後加温を中止し、直腸温が39.2°Cに下降したとき再び震顫が出現した。かかる場合電燈を軀幹部に近付けて加温すると前述の如く震顫は消失し(12~60秒, 平均38秒で)、消燈すれば再び(12~75秒, 平均34秒で)震顫の出現を見たが、この間直腸温には殆んど変動を認めなかった(第10図)。

この震顫は室温がほぼ25.0°C以上の高温を継続するような夏季には動物を冷房室(15.0°C)に移し、直腸温が31.0°Cに下降しても起り難く、又起っても非常に微弱で、著明な震顫には発現しなかった。然し室温が10.0~20.0°Cであるよ



第9図 体温との関係 説明本文参照



第10図 体温及び刺激との関係 説明本文参照

うな時期には震顫が起り易かった。

F. 刺激による影響

麻酔よりの回復過程に出現するこの震顫は動物を極めて静かに刺激されない状態に保つと直腸温が30.0°C近く下降しても尙出現しないか或いは出現しても極めて微弱であった。かかる場合でも比較的弱い刺激例えば単なる皮膚の触刺激或いは寒暖計の直腸内挿入等により直ちに著明な震顫を誘発することが出来た。直腸温が余り低くなくても麻酔が極めて深くない限り皮膚の切開或いは足蹠、腹部、脊部及び耳介等を鉗子で挟む等の強い有害刺激により震顫を惹起せしめ得た(このような刺激により震顫の出現した6例中3例に於いてはその効果は一時的であった)(第10図参照)。

この震顫は自発的運動により強く影響を受けた。比較的麻酔より回復せる時期に動物が開口し、全身の伸展を行うと(欠伸の如き動作)第11図の如く一時的に各筋よりの放電は抑制された。然し一時的抑制後には既に放電の消失していた筋より再び放電が出現したり或いは放電の抑制を受けていた筋が再び著明

に放電する等の現象を認めた。同様の現象は強く耳介をピンチすることによっても認められた(第12図)。

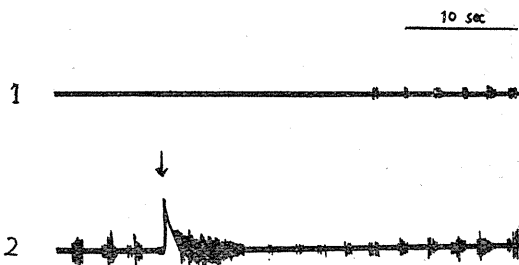
G. 血管結紮による影響

a. 両側総頸動脈圧迫による影響

両側総頸動脈を圧迫することにより脳循環の不全を招来せしめると震顫は一時弱くなるが消失することなく、約4分後より漸次元に復した。この場合股動脈血圧は約50mmHg上昇し、それを維持するが、圧迫を開放すると血圧は元に下降し、呼吸は一時頻数となり、この時震顫も一時的に増強された(第13図)。

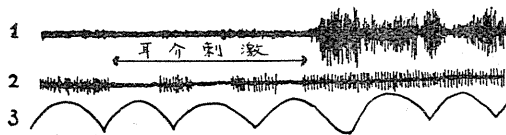
b. 股動脈結紮による影響

一側股動脈を結紮し、左右の前脛骨筋の放電状態を比較した。第14図に示す如く、血管結紮後18日目でも肉眼的にも筋萎縮を認め、low amplitude NMU voltage を認める時期には非結紮側に比し grouping voltage に参加する活動NMUが少く、振幅の著明な減少が認められた。萎縮筋では grouping voltage は小さく震顫も弱いことは単に中枢機構のみならず筋に起因する末梢機構も震顫に関与していることが明かである。



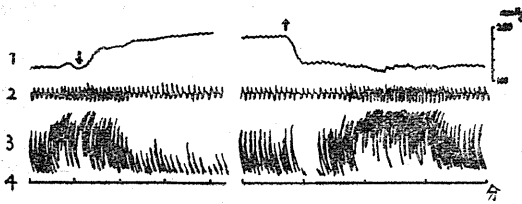
第11図 自発的運動による影響

1: 咬筋. 2: 大腿四頭筋. 矢印は全身の伸展運動を示す. 説明本文参照.



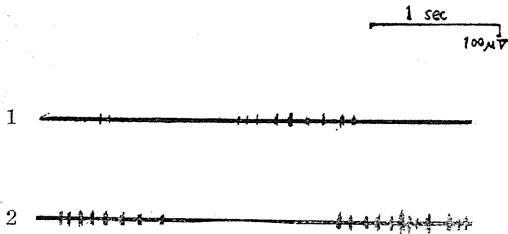
第12図 皮膚刺激による影響

1: 咬筋. 2: 大腿四頭筋. 3: 呼吸(↑呼息, ↓吸息). 説明本文参照.



第13図 頸動脈圧迫による影響

1: 血圧. 2: 呼吸. 3: 肢の動き. 4: 時標 (1分). 矢印は両側総頸動脈の圧迫及びその開放を示し, 24分間圧迫した. 説明本文参照.



第14図 股動脈結紮による影響

1: 結紮側前脛骨筋電図. 2: 非結紮側前脛骨筋電図. 説明本文参照.

Ⅲ. 総括並びに考按

Cort 及び McCance⁹⁾ は呼吸に同期する震顫で迷走神経を切断することにより震顫が呼吸に關係せず連続したものとなることをみ, これより彼等は気管又は気管支等に於ける感覚末端器官の存在を暗示している. 長谷川等¹⁰⁾ は呼吸運動に同期する全身性震顫の研究で, 迷走神経切断によっても影響を受けなかったことを報告している. 著者の成績では呼吸が停止すれば震顫が消失するし, 両側迷走神経切断により震顫は一時的な抑制を受けるが, 再び吸息相に術前同様に出現して来た. 即ち呼吸運動の末梢機構或いはその迷走神経を介する調節は震顫発生機構には關与せず呼吸中枢の活動と震顫発生に關する機構とが密に機能的關連を有することを示すものであろう. これは先に著者⁸⁾ が報告せる成績と一致するものである. 長谷川等¹⁰⁾ は震顫を筋緊張の高まりの1つの現われと考へており, Schreiner 等¹¹⁾ は spasticity の研究で延髓網様体とその促進領野が存在していると記載している. 又 Jenkner 及び Ward¹²⁾ は延髓網様体を電気刺激することにより震顫を起すことに成功し

ており, 然も同時に相当程度の強直性収縮を伴うことをみている. 著者⁸⁾ も震顫に先立ち筋に緊張の増加があることをみた. 之等より考えれば延髓網様体に存在する震顫機構が呼吸中枢自身の興奮の影響を受け, 呼吸運動と關連した震顫を惹起せるものと思われる.

Aring¹³⁾ は寒冷による著しい震顫の反応が大脳皮質の損傷特に第4野の両側性損傷によって猿及び狒々に起ることを報告している. 著者の場合震顫時皮質切除によっても震顫には余り変化を生じなかった. 除脳により震顫が消失したが, 之は恐らく上位の脳幹中枢と延髓網様体との連絡が遮断されたためであって延髓に震顫惹起に關与せる部位がないことを意味するものでない. それ故本震顫の惹起に關与せる部位は間腦, 中腦にある皮質下の諸核及び網様体系と思われる. 然して之等の部位より発せる遠心性インパルスが中腦諸核及び延髓網様体を介して脊髓を下行する際, 下行路としては Aring¹³⁾ 及び Uprus 等¹⁴⁾ により錐体外路系の伝導路特に赤核脊髓路が報告されている. 著者の成績はこの事を確認したが, 更に側柱も關与していることを考えさせる.

麻醉が第3期第3相以上に深くなると呼吸は続いて震顫は消失した. これは Cort および McCance⁹⁾ の成績と一致し, 麻醉が斯の如く深くなると橋より上部の脳髓部の代謝が衰え, その部の機能が低下するためであろう¹⁵⁾. 之は脳切断実験の成績とも一致する.

Uprus 等¹⁴⁾ は直腸温が上昇する傾向を示すと震顫が停り, 下降の傾向を示すと正常以上に直腸温が上昇していても震顫が生ずると報告している. 然し著者は第9及び10図に示した如く必ずしもこの様な傾向を認めておらない. また Cort 及び McCance⁹⁾ は一旦生じた震顫は直腸温が正常以上に上昇しないと停まらないと記載しているが, 正常温以下に於いても軀幹部に電燈を近付けてその1局所を温めると反射的に震顫は消失した. 斯の如く直腸温の上昇は血温の上昇を意味し, 之が大脳に作用して震顫の抑制を來し, 直腸温の下降は之と逆に震顫を促進す

るが、然しかかる場合と雖も温点の興奮が反射的に抑制作用を現わし、冷点の刺激が促進的效果を有することも無視出来ない。即ち直腸温が上昇する傾向を示していても軀幹部を電燈にて加温すると震顫が消失し、消燈すると再び震顫が出現した(第9図)。又直腸温が殆んど変化しないにも拘らず点燈により震顫が消失し、消燈すれば震顫が再現した(第10図)。この点に関して次の文献を一応考慮に入れる必要がある。即ち Carlson¹⁶⁾ は寒冷に曝露した場合下肢を被覆するよりも胸部を被覆した方が震顫の発現迄の時間が長かったという。彼は之より刺激される冷点の数及びそれより発生するインパルスの頻度により震顫発現迄に時間的な相違が生ずると考えた。又 Jung 等¹⁷⁾ も皮膚の寒冷に対する受容器からのインパルスが震顫を喚起せしめることを記している。

以上の如く本震顫は体温や外温の変化により著明な影響は受けるが、その反応態度に於いて寒さに対する体温調節のための震顫とは相違する点が多々ある。之は恐らく麻酔剤による脳機能の低下が加わっているためであろうが、薬剤そのものの中樞効果を否定することも出来ないだろう。

動物を室温で出来るだけ刺激を加えずに放置した場合、直腸温が相当下降しているにも拘らず震顫は出現せず、この場合微弱でも刺激を与えることにより震顫を惹起せしめ得た。又震顫出現中に耳介をピンチしたり、自発的な運動が起ると一時的に震顫は抑制されるも後逆に既に放電の消失していた筋からも放電する誘発現象が起る。即ち刺激は震顫に対し促進的な効果を持ち、震顫発現に重要な役割を演じていることを示すものである。これは著者のその後の観察に於いて後根を切断することにより grouping voltage が乱されたことから支持される。

この震顫はアドレナリンにより増強され、アセチルコリンによって抑制せられた。寒冷時の震顫の場合アドレナリンが分泌され、代謝を高めること¹⁸⁾が知られており、又アドレナリン注射等の stress 刺激により視牀下部尾側の電気

的活動に著明な増強がみられている¹⁹⁾。アドレナリンによる震顫の増強は grouping voltage に参加する NMU の数及びその放電頻度の増加等を伴うことから考えると震顫機構の興奮性が高められたものと考えねばならない。又既述の如き有害刺激もそれが stress 刺激となって視牀下部の興奮を起し、震顫の促進に関与するものと考えられる。

更に夏季動物を冷房室に入れ、直腸温も低下し、刺激するにも拘らず著明な震顫を誘発し得ない。之は内分泌系特に甲状腺及び脳下垂体副腎系の季節的機能態度が震顫出現機構に重要な関連を持っていることを暗示させるものではなからうか。

両側総頸動脈を圧迫し、大脳への血流を一部阻止すると震顫が一時抑制されることは循環障碍による大脳機能の低下によると考えられる。然してアセチルコリンの震顫抑制効果はアセチルコリンの注射により先ず血圧が下降し、脳循環が悪くなり、大脳機能が低下するため二次的に震顫の消失が招来されたものと思われる。また Feldberg および Sherwood²⁰⁾ は微量のアセチルコリンを脳室内に注入し、動物に akinetic seizure と類似の状態を惹起せしめている。アセチルコリンの震顫抑制作用に就いてこの様な効果が震顫機構にも作用し、震顫を抑制することも考慮されなければならないだろう。

長期日の股動脈結紮による影響は肉眼的にもその肢はやや細く、震顫運動も弱いことが認められ、又筋電図では参加活動単位が少く、振幅も減少しており、筋線維実質の萎縮の像を呈していた。それ故筋萎縮により活動に参加する筋線維の数が減じたものと思われるが、筋紡錘の変化もこの際考慮されなければならないだろう。

IV. 結 論

1. イソミタールソーダ麻酔犬に於いて、その麻酔よりの恢復期に生じた震顫に関与する種々なる因子特に中枢神経系および自律神経系活動、求心性刺激および筋の状態等に就いて分析

し、その夫々が如何に震顫出現に関与するかを考察した。

2. 本震顫の出現は両側迷走神経切断によって影響を受けなかった。

3. 脊髓切断及び乳頭体と四丘体上丘と下丘の間の線での除脳によりこの震顫は消失し、皮質切除によっては影響を受けなかった。脊髓では側索(特に赤核脊髓路)或いは側柱の損傷によりそれより以下の同側肢には震顫が出現しなかった。

4. 第3期第3相以上の深麻酔時には震顫は出現せず、第3期第2相より震顫が出現した。然して第3期第1相に於いて震顫は最も著明となり、第2期、第1期と覚醒するに従い震顫は減弱し、遂に消失した。

5. 皮膚刺激或は自発的な運動は震顫に対して促進的な効果を有しており、震顫発現に重要な役割を演じている。

6. 本震顫は直腸温が40.0°C以上では如何なる場合にも起らなかった。下肢を加温するよりも軀幹部を加温した方が震顫の抑制には効果的であり、加温を止めると直腸温には関係なく震顫が再現した。

この震顫は夏季には起り難いか或いは起っても微弱であった。

7. アドレナリンは震顫を促進し、アセチルコリンは震顫を抑制した。

8. 両側総頸動脈の圧迫により震顫に一時的な減弱がみられた。

9. 萎縮筋に於いてはgrouping voltageに参加する活動NMUが少く、振幅も小であり、震顫には筋に起因する末梢機構が関与することを明示している。

摺筆するに当り、御懇篤なる御校閲を賜った吉井直三郎教授並びに本研究に終始御指導御鞭撻を忝うし、御校閲を賜った河村洋二郎助教授に対し深謝するとともに御協力御援助下さった教室員諸氏に対し感謝の意を表す。また脳波装置の使用に御配慮下さった大阪大学医学部第2生理学教室子安義彦氏に感謝する。

文 献

- 1) Sherrington, C. S. (1924) Note on temperature after spinal transection, with some observations on shivering. *J. Physiol.* 58, 405
- 2) Bazett, H. C. and W. G. Penfield (1922) A study of the Sherrington decerebrate animal in chronic as well as acute condition. *Brain* 45, 185
- 3) Bazett, H. C., H. J. Alpers and W. H. Erb (1933) Hypothalamus and temperature control. *Arch. Neurol. Psychiat.* 30, 728
- 4) Frazier, C. H., B. J. Alpers and F. H. Lewy (1936) The anatomical localization of hypothalamic center for regulation of temperature. *Brain* 59, 122
- 5) Clark, G., H. W. Magoun and S. W. Ranson (1939) Hypothalamic regulation of body temperature. *J. Neurophysiol.* 2, 61
- 6) Keller, A. D. (1933) Observations on the localization in the brain stem of mechanisms controlling body temperature. *Am. J. Med. Sci.* 185, 746
- 7) Hemingway, A., P. Forgrave and L. Birzis (1954) Shivering suppression by hypothalamic stimulation. *J. Neurophysiol.* 17, 375
- 8) 岸 欣一 (1955) 震顫機構の生理学的研究 I. 麻酔により生じた震顫とその筋電図 日本生理誌 17, 352
- 9) Cort, J. H. and R. A. McCance (1953) The neural control of shivering in the pig. *J. Physiol.* 120, 115
- 10) 長谷川弘・山口周男・山崎恒雄・岡井一雄 (1953) 呼吸運動に同期する全身性ふるえの研究 第11回筋電図研究会総会
- 11) Schreiner, L. H., D. B. Lindsley and H. W. Magoun (1949) Role of brain stem facilitatory systems in maintenance of spasticity. *J. Neurophysiol.* 12, 207
- 12) Jenkner, F. L. and A. Ward Jr. (1953) Bulbar reticular formation and tremor. *Arch. Neurol. Psychiat.* 70, 489
- 13) Aring, C. D. (1953) Shivering and the cerebral cortex. *Am. J. Physiol.* 113, 3
- 14) Uprus, V., G. B. Gaylor and E. A. Carmichael (1935) Shivering: a clinical study with especial references to the afferent and efferent pathway. *Brain* 58, 220
- 15) Himwich, H. E. (1951) The barbiturates and some other depressant drugs. A classification of clinical signs and a theory of narcosis. *Brain Metabolism and Cerebral Disorders*, 326, Williams & Wilkins Company, Baltimore.
- 16) Carlson, L. D. (1954) The adequate stimulus for shivering. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 85, 303
- 17) Jung, R., J. Doupe and E. A. Carmichael (1937) Shivering: a clinical study of the influence of sensation. *Brain* 60, 28
- 18) Cannon, W. B., A. Querido, S. W. Britton and E. M. Bright (1927) Studies on the conditions of activity in endocrine glands. XXI. The role of

- adrenal secretion in the chemical control of body temperature. *Am. J. Physiol.* 79, 466
- 19) Porter, R. W. (1952) Alterations in electrical activity of the hypothalamus induced by stress stimuli. *Am. J. Physiol.* 169, 629
- 20) Feldberg, W. and S.L. Sherwood (1953) Intraventricular injections of acetylcholine and of 5-hydroxytryptamine (serotonin) into the conscious cat. *J. Physiol.* 120, 12p

Summary

1. Dogs anesthetized with sodium isomytal had tremor occurring on their whole body in the course of recovering from narcosis. In this paper various factors affecting on this tremor were analyzed and some considerations were attempted on the mechanisms of tremor.

2. By bilateral severing of the vagal nerves did not prevent the occurrence of this tremor.

3. By either the transection of spinal cord or decerebration this tremor disappeared, but the decortication did not affect on the pattern of tremor at all. Injury of the lateral fasciculi in the spinal cord (especially the rubrospinal tract) or the lateral column prevented the occurrence of tremor ipsilaterally below the level of this lesion.

4. This tremor did not occur in deep narcosis, e. g. the stage 3 plane 3, but it might appear spontaneously from the stage 3 plane 2 of narcosis. This tremor became most vigorous in the stage 3 plane 1 and after this stage it was weakened and disappeared towards recovering from narcosis.

5. Cutaneous stimuli or spontaneous movements of limbs or any other parts of the body facilitated this tremor and these might suggest the centripetal impulses played an important rôle to the appearance of tremor.

6. This tremor continued to appear until the rectal temperature increased to about 40.0°C, but heating might inhibit it temporarily and it appeared again by cease of heating independent with the rectal temperature. Heating of the thorax was more effective to inhibit this tremor than that of a hind limb.

This tremor was difficult to be arised in summer and it was very weak even when it occurred.

7. Adrenaline facilitated this tremor and acetylcholine inhibited it.

8. By compression of bilateral carotid arteries this tremor weakened temporarily.

9. The atrophic muscles, which were made by severing its bloodsupply, showed the weak tremor pattern and had special forms of electromyogram. The electromyogram in tremor showed the grouping voltages, but in the atrophic muscles the active neuromuscular units participating in grouping voltages were very few and the amplitudes of grouping voltages was low. These might indicate that the conditions of muscles concerned with patterns of tremor also.

(Dept. of Physiol., Osaka Univ. Dental School)

神経線維の冷却麻痺について 612.816.1:615.781-089.583.29

On the Cold Block of Nerve Fbre

山 田 潤 一 (YAMADA-Junichi)*

I. 緒 言

単一神経線維別出の成功により小野¹⁾によって有髄神経の“ラ”氏絞輪に於いて閾値の下降するのが見出され、田崎²⁾はこの結果から興奮は“ラ”氏絞輪から次の“ラ”氏絞輪へと5倍の安全率を以って跳躍伝導を行う事を証した。

さて田崎のいうが如き伝導様式を実際に取るものとすれば、髄鞘部を冷却した時たとえ其の部の電気抵抗が大となっても、又は“ラ”氏絞輪1つが冷却され麻痺しても、安全率が5倍であるならば伝導が行われる筈である。然るに此の予想に反し内村³⁾等の実験では伝導中断が見られた。此の事は我々臨床家にとっても、冷却部位の広い点はあるが、冷却麻痺がクロールエチルで生ずる事でよく理解出来る。

此の冷却麻痺の発現理由としては軸索の電気抵抗の大となる事、冷却伝導によって両側に寒冷が伝わり2つの絞輪が麻痺したため安全率の概念を以てすれば、衝撃が跳躍出来なくなるとも考えられる。然し増田⁴⁾は既に此の点に関して冷却麻痺の生ずるのは髄鞘からの電流の洩れの増大により次の絞輪への電流量が閾下となるため伝導中断することを述べ、三輪⁵⁾は更に此の点を追求し単に電気抵抗の増加と云う従来の考え方丈では神経の動作流と温度との関係は十分に説明出来ざる事を証した。然し両者共寒冷の伝導が他部へ影響することは予想しても実際には実験を行ってはいない。従って著者は此の点を究明すれば髄鞘部冷却に際して伝導中断の行われる一見動作流性跳躍伝導からは矛盾せるが如き現象も明らかになるのではないかと考え次の如き実験を行った。

又冷却による伝導中断温度に関してはGasser⁶⁾

は蛙の神経幹を用いて +5°C で Autrum 及び Schneider⁷⁾ は単一神経(蛙)を用い約 -2°C で又、Hodg Kin⁸⁾ は“ヤリイカ”で約 -1.5°C で中断すると報告しいずれが正しいか不明の状態である。且つ Hodg Kin 及び増田は其の報告中で其の温度が四季によって異なることを示唆している。其処で著者は臨床上からも、其の麻痺の発現温度を知らんとして四季にわたってこれを確かめ、更に実験が常に冷血動物をもって行われたので温血動物と比較検討した所興味ある結果を得たので此処に合せ報告する。

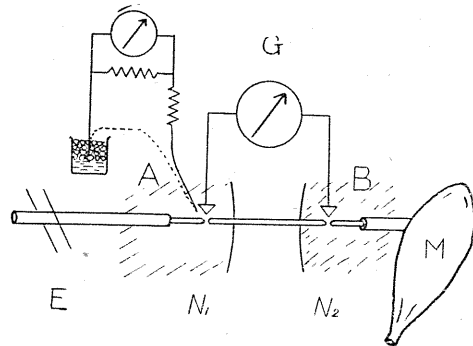
II. 実験方法及び其の結果

第1実験

動作流の大きさと季節との関係

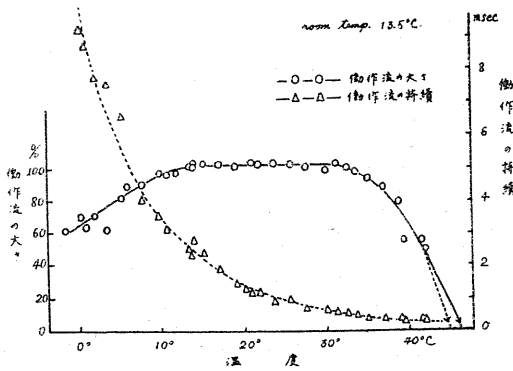
Hodg Kin 及び増田は温度と動作流との関係を追求し、其の可逆的に動作流を生ずる温度範囲が四季によって異なる事を示唆しているので、先ず此の点を藁の別出単一神経線維について検した。

実験方法 第1図の如く田崎の髄鞘乾燥法に従い互に狭い空気間隙で隔絶絶縁された2枚の硝子板上にA, B, Ringer 氏液 pool を作り、A, B板間の空気間隙に別出単一神経線維の髄鞘部があるが如くおいた。A poolに標本の近心



第1図

* 医療法人山田病院



第2図

上図は秋藁(11月)を用いて冷却加温共に同一標本で実験して得た結果である。

側絞輪 N_1 を露出せしめ温度が作用し易いようにした。誘導方法及び測定方法は予め B pool に 3.5% Urethan Ringer 氏液を入れ N_2 絞輪を麻痺し、 N_1 の単絞輪性動作流を A, B 両 pool に浸された Zn-ZnSO₄-寒天 Ringer 型不分極電極を介して増幅器に導入し、其の波形を陰極線オシログラフ上に描かしめ、これをカメラで撮影し、拡大、計測した。又 A pool の温度を変化せしめて N_1 の温度を変えた。温度の測定は液温を変化した度に銅コンスタンタン型熱電堆を用い、其の一端を可及的に N_1 に近付け他端は氷水を満した Dewar 氏瓶に入れ其の起電力を懸鏡検流計を以て測定した。

実験結果 1) 秋藁(11月)を用いた場合

第2図は室温13.5°Cの時行った1例であって冷却、加温共に同一標本で得たもので、図中動作流の大きさは室温13.5°Cの時の動作流の大きさを100とし、各液温に於ける動作流を室温時のそれに対する100分比で示し、さらに右の縦軸に動作流の持続を msec で取ってある。本例に於いても増田の報告せる如く室温以下では動作流は減少し、約 -2°C で消失している。室温以上 32~34°C迄は同じ高さで其れ以上になると再び動作流の大きさは減少し、42°C以上では動作流は消滅し、且つ再び恢復はしなかった。猶本実験の動作流の持続の温度係数 Q_{10} は 0.5~15°C 間は 2.8, 15~30°C は 2.61, 更に 30~42°C の間は -2.06 であった。

2) 春藁(5, 6月)を用いた場合

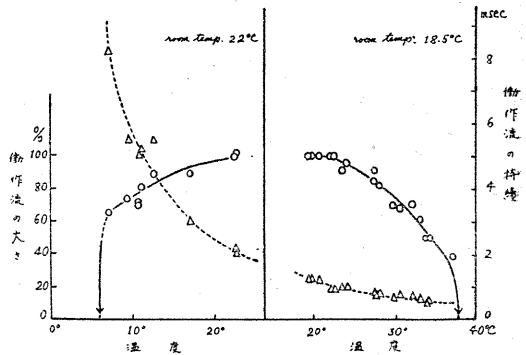
第3図は冷却麻痺、温熱中断の温度を追究した所、共に中断後は恢復しなかったもので、冷却麻痺は室温22°C温熱麻痺は室温18.5°Cで行った。本例に於いても常に増田の如き所見、即ち室温以上は或る温度まで高さは変らないという傾向が見られた。又室温22°Cの時冷却麻痺による結果では室温点から動作流は減少し、6°Cで消滅し、高温変性では約38°Cで動作流は消失している。此の2例の実験結果で非常に興味ある点は秋藁では冷却麻痺 -2°Cで、春藁では +6°Cになった事である。

第2実験

温血、冷血動物の冷却麻痺温度

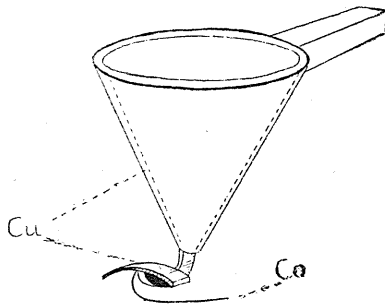
第1実験で得られた結果は同一実験動物でも季節によって冷却麻痺の温度の異なる事を示している。此の観点より考えると温血動物では体温が一定であるので冷却麻痺の起る温度は四季を通じて同一である筈である。そこで温血と冷血動物の神経伝導中断温度が空気中の温度即ち同一室温に於いて如何に違うかを比較検討してみた。

実験方法 前実験の如く別出単一神経線維標本を得る事は温血の場合では困難なものと、別出しても体温近傍に室温を上げる必要があり、著者の実験設備では困難であったので冷血(藁)、温血(家兔)共に腓腹筋を支配する3本の坐骨神経支枝を用い、他は全部切断し、筋の動きを



第3図

上図は冷却と加温とを別々の春藁(5, 6月)を用いて実験した内の代表的な結果である。



第4図

キモグラフィオン上に描かした。冷血動物の神経筋標本は剔出せるものを用い坐骨神経を冷却したが、温血動物ではエーテル麻酔下で生態内で坐骨神経支を冷却した。冷却装置は第4図に示す様な器具で、これは内村等の用いたのと同じ構造である。即ち円錐形の銅の容器を作り、此の胴体は合成樹脂にて被覆し、容器の先端に厚さ1mm、巾5mm、長さ1cmの銅板を取りつけ、更に此の部にコンスタンタン線を鑑着して熱電堆の一端とした。神経を銅板の上ののせ、円錐形容器に種々の濃度の食塩水と氷を入れ、其の氷点降下及び各濃度に於ける氷点の一定なる事を利用して求むる温度に冷却すると共に更に熱電堆に依りて其の温度を確認した。又此の冷却器は温血動物の時体温で温められるのを防ぐ為に充分大きくして熱容量を大ならしめた。又神経冷却部を1cmにしたのは絞輪間距離が2~3mmであるので少くとも“ラ”氏絞輪が2個以上冷却される為であった。

実験結果 其の結果は第1表の如くだった。

第1表

実験 番号	標本 番号	日付	室温	冷却部 長さ	冷却 時間	中断温度	回復	備 考
蟻	1	1月30日	13.5°C	9mm		-8~9°C	-	中断前500ミリ
蟻	2	1月30日	13.0°C	9mm		-9~9.8°C	-	中断前500ミリ
蟻	3	1月30日	11.0°C	9mm		-10~11°C	-	中断前500ミリ
蟻	4	2月2日	11.5°C	10mm	各温度5分	-8.5°C	-	中断前500ミリ
蟻	5	2月2日	11.0°C	10mm	5'	-8.5°C	-	中断前500ミリ
蟻	6	2月7日	13.0°C	10mm	5'	-8°C	-	-2~-5°Cの500ミリ 温度
蟻	7	2月7日	10.7°C	10mm	20'	-6.5°C	+	中断前500ミリ 温度
蟻	8	2月13日	17.5°C	10mm	20'	-4°C	+	中断前500ミリ
蟻	9	2月16日	15.0°C	10mm	20'	-4°C	+	中断前500ミリ
家兔	10	2月25日	17.0°C	10mm	5'	-4°C	-	
家兔	11	2月25日	16.0°C	10mm	5'	-4°C	-	
家兔	12	2月25日	17.0°C	10mm	5'	-4°C	-	
家兔	13	2月25日	18.0°C	10mm	5'	-4.5°C	-	

即ち1, 2, 3例は冷却部位を9mmとし、温度変化直後検査したもので、室温は13.5~11°Cであるから大体同一室温と言えよう。

此の時の冷却麻痺の温度は-8~-11°Cの間であった。4, 5例は冷却部位を10mmとし各検査温度に5分間保持せしめたものであるが、此の時は8.5°Cで伝導中断が見られた。6, 7例は第1実験の結果より季節によりて冷却麻痺温度の異なる事が考えられるので、人工的に墓を数時間20~22°Cの温水に浸した墓を用いたものであるが前例との差は余り著明ではなかった。8, 9例は第1例より約18日後行った実験結果であるが冷却麻痺の生ずる温度は-4°Cと上昇した。実験に際して各温度に保つ時間が種々様々であったが此の時間差による変化は余り見出されなかった。故に近似的の室温で日を変えて実験した事になる。此の実験で著者にとって興味ある点は、1, わずかな日数(十数日)であるに拘らず、冷却麻痺の温度が-11°Cから-4°Cと1月から2月へと移行するに従って中断温度の上昇する事であって、此の事実は第1実験からも考えられ、2としてエーテルに麻酔の下に行った家兔の実験結果が第8, 9例の実験と同時日頃に行った所4例共-4°Cで伝導が中断し、全く冷血動物と同じ結果となった事である。

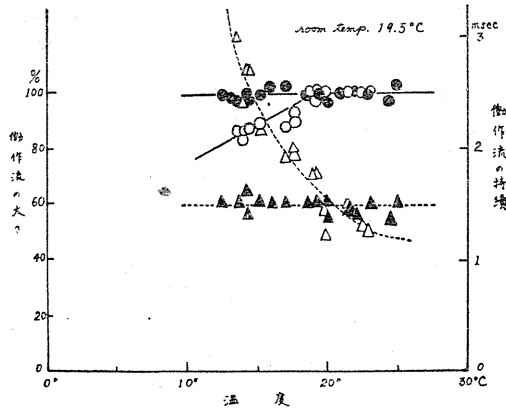
第3実験

正常絞輪部動作流と温度作用部との間隔

増田によって絞輪部の動作流と温度との関係が明らかにされたが、これは髄鞘部或いは神経線維に対し他に温度変化が与えられた時隣接絞輪部の変化は不明であったので、温度との関係が明らかにされた絞輪部が2個以上ある様にする為前実験に於いては冷却部を9~10mmにしたのである。

然し臨床上冷却麻痺を用いる時の状態は、必ずしも直接絞輪又は神経線維に作用させるものとは限らない。そこで温度変化部位と絞輪部との距離が如何に影響を与えるかを次の如き方法で檢した。

実験方法 全く第1実験と同じであ



第5図

(白丸)と(白三角)とは共に、正常絞輪部の温度変化によって得られた動作流の大きさ及び持続の変化を示し、(黒丸)と(黒三角)とは空気間隙に渡された髄鞘の長さが1mmの時、麻酔された絞輪部の温度変化によって得られた結果を示す。

って、藁より得た別出単一神経線維筋標本を用いた。第1図の如くAB間に髄鞘部を橋渡しし、AB硝子板の空気間隙を色々に変化させたN₁の浸されているRinger液温を変化せしめ、予めN₁の動作流と温度との関係を求め、然る後3.5% Urethan-Ringer液に浸されたN₂の液温を変化し、軸索を熱が伝導してN₁の動作流に如何なる変化を及ぼすかを測定し、各空気間隙の広さについて実験を行ったのである。又温度の測定も第1実験と同様にして夫々A、B poolの液温を銅コンスタンタン型熱電堆で測定した。

実験結果 A) 空気間隙が長い場合

第5図は其の1例で空気間隙1mm、室温19.5°Cの時の結果である。正常絞輪N₁の温度を変化せしめると動作流の大きさは白丸の如く増田及び第1実験と同じ側向を取った。即ち室温以下では動作流は減少した。其の時の持続は白三角で示してある。然る後N₂の温度を変化せしめた時のN₁の動作流及び持続は黒丸、黒三角で示す様な結果となり、明らかに温度が軸索を伝ってN₁に作用せず、其の動作流、持続は何等変化していない。従って1mmの空気間隙の如き熱伝導率の悪い気体中に軸索か、神経が置かれた時は隣接部絞輪に影響が無かったと

考えられる。尚大きさは室温時の動作流の大きさを100として他の温度の時を百分比で現わし、持続はmsecで示してある。

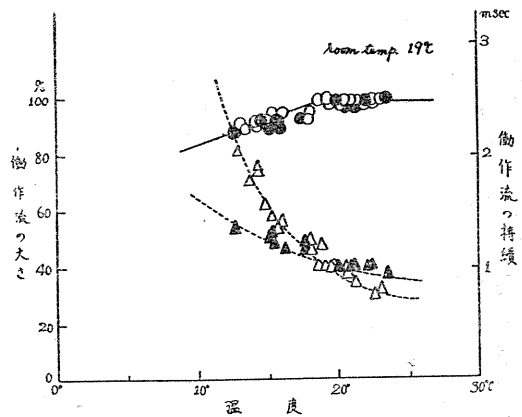
B) 空気間隙の短い場合

第6図は室温19°Cで空気間隙に渡された髄鞘部分が0.5mmの時の例である。前実験と同じく白丸、白三角はN₁の動作流及び持続時間であって黒丸、黒三角は麻酔絞輪部N₂の液温を変化した時のN₁の動作流、持続を示している。図で明らかな如く第5図とは異り、N₂の温度の変化に伴いN₁の動作流は明らかに変化を示し、寒冷及び温熱が神経を伝ってN₁に作用を及ぼしたと考えられる。

第4実験

正常絞輪の液温を一定にした場合

B) 実験から空気間隙が0.5mmの時には麻痺絞輪N₁に温度を作用せしめると、遂には冷却変化がN₁に作用する事が解った。然らば温度が伝導してN₁に達し、N₁が第1実験の如く或る温度に迄冷却すると当然N₁の動作流は消滅すべきである。従って逆にN₁の温度を高くしておけば如何に髄鞘部に冷却が与えられて其の温度がN₁に達してもN₁は麻痺しないであろう。そこで著者はこれを確かめるために次の如き実験を行った。



第6図

(白丸)と(白三角)とは共に正常絞輪部の温度変化によって得られた動作流の大きさ及び持続の変化を示し、(黒丸)と(黒三角)とは空気間隙に渡された髄鞘の長さが0.5mmの時、麻酔された絞輪部の温度変化によって得られた結果を示す。

実験方法及び実験結果 内村等の実験に用いたのと全く同じ冷却器、即ち第4図の如き冷却器の冷却部の中が 0.3mm 以下のものを以って A B間の空気間隙に渡された髄鞘部をドライアイスで冷却した。又此の時は冷却器はA, B poolから電氣的に絶縁された。その結果は N_1 の Ringer 液温を注意して一定の温度にしなかつたときは冷却によって伝導中断が見られたが、液を高い温度の(室温)液で取り替えると直ちに動作流は再現した。此の場合 N_1 の温度、即ち液温を冷却麻痺に陥る温度以上の温度にすると、髄鞘部から冷温が伝導して来ても N_1 の動作流は消滅せざる理であつて、此の際に N_1 を室温より高いか、又は其の近傍の温度の Ringer 液で何度も置換し乍ら髄鞘部を冷却した所、予想通り髄鞘部は完全に凍っているに拘らず N_1 の動作流は無くならなかつた。此の結果は内村等の結果とは反対であつて、興味ある事実である。

II. 考 察

さきに Hodgkin 及び Kats はヤリイカの無髄神経で動作電位、静止電位と温度との関係を追求した所冷却による伝導中断は -1.5°C で、又 35°C 迄は全く其の大きさが同一の値を示す事を証した。彼等は更に季節によってこれらの点が移動する事を述べ、各季節に於いて同一の温度で常に一定の動作流の大きさを示すものではない事を示唆した。増田も別出単一神経線維を材料とし、動作流と温度との関係を究め、季節により動作流の反応し得る温度範囲が異なる事を述べている。季節による変動を調べた第1実験で冬眠状態の墓(11月)では第2図の如き結果を得た。

増田によれば室温以下で動作流の高さの減少は髄鞘部からの動作流の洩れのある為で、絞輪より生ずる動作流の大きさは温度によって変化しないものである事が明らかにされたから、第1実験結果 $-2\sim 32^{\circ}\text{C}$ 迄は動作流の高さは一定になる事を示し、全く Hodgkin のヤリイカで得られた結果と一致する。気温の高い時(5, 6月)

の墓で得られた第3図を見ると、冷却麻痺に陥る点は前者は -2°C であるに拘らず、本例では $+6^{\circ}\text{C}$ と上昇している。此の点から考えると Autrum および Schneider の約 -2°C 、Gasser が $+5^{\circ}\text{C}$ で伝導中断するのを報告しているが、これはすべて実験に使用した動物の各季節の状態の変化の差であつた事が考えられる。

斯く同一種動物でも季節によって差があるならば、温血動物の場合は神経は1年中常に同一条件に保持されているものと考えられる。故に逆に温血動物の神経でも室温に曝せば冷血動物の神経と同一性質となると考えられる。第2実験で興味ある点は実験時日がわずか2~3週間の差で伝導中断に陥る温度が -11°C から -4°C に時日のたつに従つて変化した事である。更に家兎の神経幹も全く同一温度(-4°C)で伝導中断した事は温血動物の神経も冷血動物の神経と同一条件に置けば全く差のない事を意味するのではなからうか。此の事は鎮目⁹⁾が先に鶏と墓の神経幹を用い温度と伝導速度との関係を検した時も同様に温血、冷血共に同一温度では全く同じ速度を示した事と同じと考えられ、冷血動物の神経を用いて温血の状態を推察出来る事の一証と云えよう。唯第一実験より中断温度がより低いのでは冷却部位は此の温度であっても神経幹内は外部からの熱の作用及び熱の損失の為夫れより大きな値となつたであらう。

一方内村等の実験、即ち髄鞘部を冷却した時伝導中断が起つたが、これに対しては種々なる説明はあるであらうが、著者の第1実験から絞輪の温度がある点より低下すれば動作流の消失が見られるのであるから、冷却部より熱伝導によって神経線維を介して両側の“ラ”氏絞輪へ伝わり、絞輪部が或る温度以下になる為伝導中断を生じたとも考えられる。従つて第3実験A及びBにおいて、目的とする絞輪部に対して温度の作用部位の遠近が如何に影響するかを見た。結果は 0.5mm 近傍の近い点では、空気に曝されている条件では、明らかに隣接絞輪部に影響がある事が明らかとなり、内村等の得た結果は全く熱伝導による絞輪部の影響を考えなかつた

為である。然も第4実験の結果から目的とする絞輪の浸されている Ringer 液温を注意して一定に保つと伝導は中断又は動作流は消滅しないか、あるいは中断しても絞輪部の液を取り替えると動作流は直ちに恢復したのである。此の際冷却器は A, B pool から絶縁されているから、軸索を通して冷却器から電流が流れて、 N_2 への電流の減少から閾下となり N_2 を興奮せしめなかったのだとは考えられない。しかし髄鞘部冷却によって伝導中断の起るのは第4実験から冷却部から軸索を介して寒冷が両側に伝導し、Ringer 液に浸されている髄鞘からの洩れが大きくなった為 N_2 を通る電流が閾下となった為と、且つ冷却が N_1, N_2 の温度を下げる為に或る温度以下では動作流が生じなくなった為と考えられる。従って、緒言で述べた如く一見反証とも考えられる田村等の実験も唯温度の伝導を考え無かった為ではないであろうか。

臨床上用いられる冷却麻痺も、第2実験から温血の神経も冷血動物の神経と同様の性質がある事が解ったので、冷却が徐々に神経の絞輪部に達し、絞輪部の温度がある温度迄（少くとも -4°C 迄）降下すると遂に神経の興奮性の消失により麻痺が来るものと考えられる。

IV. 結 言

著者は実験動物として蟪及び兎を用い、これより剔出、または生体内の神経を冷却し冷却麻痺発生機転について検した所次の如き結果を得た。

1) 剔出単一神経線維（蟪）で四季を通じて動作流と温度との関係を調べた所、神経の反応し得る範囲は季節によって異り、秋冬は長く、春夏は狭い事を見出した。

2) 蟪の剔出単一神経線維で冷却麻痺の生ずる点では冬蟪では -2°C 、春蟪では $+6^{\circ}\text{C}$ であ

って従来諸家の得た種々な結果は季節の変動の差である事が明らかにされた。

3) 剔出単一神経線維標本で絞輪部に対する他部の温度の作用状態を検した所相当よく熱の伝導が行われる事が解った。

4) 髄鞘部冷却によって伝導中断すると云う結果は軸索の抵抗増加よりも、絞輪部への冷却温度の伝導により絞輪の冷却されたためであった。

5) 絞輪部が -2°C 以上に保持されれば如何に髄鞘部が冷却されても伝導中断は起らない。

6) 温血動物（兎）、冷血動物（蟪）の神経幹での冷却麻痺の生ずる点は、空气中に露出して行ったものでは、全く同一であった。

東京歯科大学教授山田守氏、同大学丸橋寿郎助教授及び同大学生理学教室員の御助力、御援助に心から感謝する次第である。

文 献

- 1) 小野定男 (1936) Kato, G. on the excitation, conduction, and narcotisation of single nerve fibres, cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 4, 202 より引用
- 2) 田崎一二 (1939) The electro-saltatory transmission of the nerve impulse and the effect of narcosis upon the nerve fibre, Am. J. Physiol. 127, 211
- 3) 内村俊男・菅谷享三・宮原長知 (1952) 髄鞘被覆部の冷却麻痺について 慶応医学 29, 197
- 4) 増田 実; 正常絞輪部に生ずる動作流の温度効果について (日本生理誌に発表の予定)
- 5) 三輪英武; 単一神経線維の温度効果に於ける髄鞘の意義について (未発表)
- 6) Gasser, H. S. (1931) Nerve activity as modified by temperature changes, Am. J. Physiol., 97, 254
- 7) Autrum, H. und D. Schneider (1950) Der Kalteblock der einzelnen Nerven Faser, Sonderdruck aus die Naturwissenschaften. Heft 1, s. 21/22, 37 Jahrgang.
- 8) Hodgkin, A. L. and B. Katz (1949) The effect of temperature on the electrical activity of the giant axon of the squid. J. Physiol. 109, 240
- 9) 鎮目専之助 (大正12年) 動物分化の程度と末梢神経の興奮伝導速度並びに是が温度に対する関係 慶応医学 2

Summary

The author investigated the cold block mechanisms of nerve conduction on the isolated single nerve fibres of toad and on the sciatic nerve trunks of rabbit. The obtained results

were as follows :

1) On the isolated single nerve fibres of toad, the respondent ranges of nerve fibres for stimuli were longer in autumn and in winter than in other seasons. The cold block temperature was -2°C in winter, and in spring it was $+6^{\circ}\text{C}$.

2) The results obtained through the bridge insulation method suggested that the heat applied at one Ranvier's node conducts considerably to the next node, and that the cold block caused by cooling of the myelin sheath is not caused by increasing of axon resistance, but by decreasing of action potential of node for the conduction of cold temperature.

3) The cold block could not be caused by cooling the myelin sheath when the neighbouring node's temperature was maintained above -2°C (in winter).

4) The cold block temperatures of rabbit and toad in winter indicated a close resemblance in the same condition (in situ).

人の下甲介粘膜温度の生理 612.215.4:612.563

Physiological ranges of the Human Turbinate Temperature

河 合 仁 (KAWAI-Hitosi)*

I. 緒 言

先に報告した「人の鼻甲介温度に対する皮膚圧迫の影響」¹⁾ (以下略して「皮膚圧迫の影響」と云う) に於いて、著者が指摘したように、従来人の下甲介粘膜の温度 (以下略して甲介温と云う) については、各研究者によりその値は一定せず、31.80°C から 36.80°C に達している。Proetz²⁾ も此の点に注目し、その著書に於いて、各研究者が何故このように各々の測定値が異なるかを、検討することを怠っていると述べている。又甲介温と外界気温との関係に就いては、外界気温が低下すれば甲介温も下降すると云う報告もあり、逆に甲介温は上昇すると云う、相反する報告もあって、充分にこの問題は検討されていない。著者は先に述べた甲介温と皮膚圧迫との関係に就いて実験中、種々の皮膚刺戟を加えられる以前の甲介温の測定にあたって、この問題に疑問を持たざるを得ず、この甲介温の生理を併せ検索して興味ある知見を得たので報告する。

II. 測定方法及び測定装置

先に報告したものと同じであるから詳細は省略するが、熱電堆を保持する特殊のクリップを作製して、温接点を持続的に両側の下甲介粘膜に軽く接触する様にせしめた為、測定毎に接点を粘膜にあてて刺戟することなく、短期間に両側同時に測定し得たことが、従来の研究者の方法と異なるところである。尚室温の測定も甲介温の測定に用いたのと同じ銅-コンスタンタンの単線接合の熱電堆を使用した。熱電流の測定には横河式ガルバノメーター D₃ 型 (電圧感度 $1.3 \times 10^{-9}V$, 電流感度 $11 \times 10^{-6}A$) を用い、こ

* 新潟大学医学部生理学教室 (高木健太郎教授)

れを電位差計に連結し、切換装置を利用することによって、左右の甲介温及び室温を短時間内に測定した。

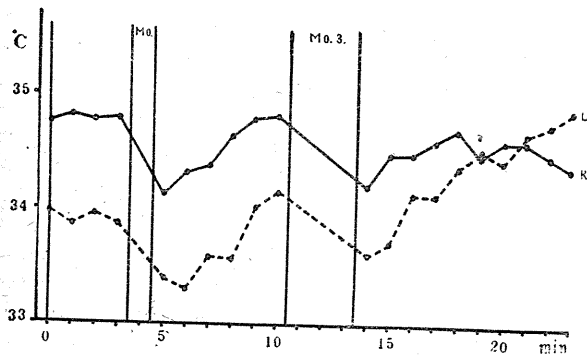
III. 実験環境及び実験条件

後の実験成績にも述べる様に、1.0°C内外の外気の変化も、それがゆるやかであれば殆んど甲介温に影響を与えないが、急激な変化は著明な影響を与える。測定に際し最も障害を受けるのは隙間風であって、為に室を完全に密閉し、冬期の測定で暖房を使用する場合も、その平均温度変化の範囲を 1.0°C 以内にとどめ、気温の変動及び通風に最も留意した。また鼻腔に病的変化を認めぬ被検者について測定したことは勿論であるが、実験中被験者に精神的安静をとらしめることも重要であって、測定中に外部の者が室のドアを開いた為、被検者が激怒し、直後の測定で甲介温が約 1.0°C 上昇したことがある。かかる精神的感動の甲介温に及ぼす影響は深く検索しなかったが、恐らく種々の精神的感動及び聴覚、視覚等からの急激な刺戟によっても、敏感な甲介温は影響を受けるものと確信する。次に被検者の運動も後述する様に甲介温に影響を与えるので、以上のことにかんがみ、通常外気温と異なる温度の実験室に入って、正常椅座位をとり、心身を安静ならしめた後、少くとも30分を経ってから測定を開始した。

IV. 実験成績

A. 運動と甲介温に就いて

運動をすると、今迄つまっていた鼻が通ったと云うことは、時々人の経験するところであるが、被検者の動揺または運動が、甲介温に如何なる変化を与えるかと云うことは、種々の甲介温に関する実験にとって重要なことであり、そ



第1図 運動の甲介温に及ぼす影響

Mo.: 上肢を肩より, 上下左右に屈伸する運動 20×/1min 1分間. Mo.3.: 同上, 3分間. L. R.: 夫々左右の甲介温を示す(以下同様). 被検者 K. T. 41才男. 室温 D, 20.40°C, W. 15.00°C

の中, 起立と椅坐が甲介温に影響することは, 既に「皮膚圧迫の影響」に於いて報告した.

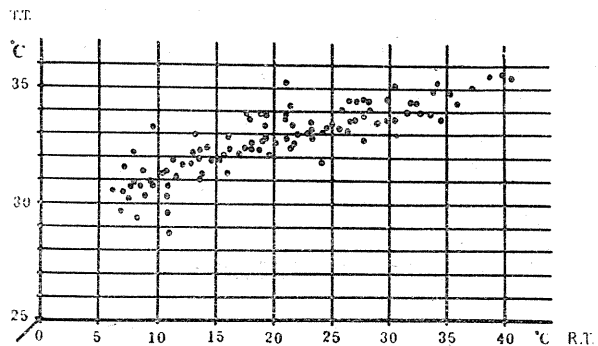
第1図は被検者に正常椅坐位をとらしめたまま, 腕を曲げて手を肩にとらしめ, ついで上及び横に交互に屈伸運動をせしめた場合の甲介温の変化であって, 図のMoは1分間, 上方及び左右に交互に屈伸運動を20回行わしめたものである. その直後左右甲介温は0.5~0.8°C急激に下降し, 数分の後また元の温度に復している. 次にMo₃は同様な運動を3分間行わしめた場合で, やはり前回同様左右共に下降しているが, 下降度にあまり差が見られなかった. 以上で上肢のみの比較的短期間の運動でも, 甲介温に著明な影響が見られることは間違いないが, 長期間, 且つ種々の運動に対する影響は未だ検索していない.

B. 下甲介粘膜の正常温度 (生理的範囲)

鼻粘膜殊に下甲介粘膜の温度につき,

従来報告されているものを挙げると第1表のようになる. 先に述べた様に種々の刺戟或いは操作後の甲介温の変化については, 多数の報告がなされているが, かかる刺戟或いは操作前の正常甲介温 (Normal Temperature) については, 充分なる比較検討がなされていない. 第1表に示す様に甲介温は32°Cから36.8°C迄の報告があり, それには測定時の室温が関係していることは推察されるが, この問題については未だ系統的の研究業績を知らない.

第2図はこの甲介の正常温度について検討したものであって, 同一被検者につき, 冬期から夏季にわたって時期を違えて100回の測定を行い, その時の室温と甲介温の関係を示した. 1つの黒点は, そのつどⅢの実験環境及び実験条件で述べた様に, 正常椅坐位後約30分を経て, 甲介温の安定するのを待って測定し, その時の左右の甲介温の平均温度を示している. 但し室温35°C以上は教室の発汗室を利用した.



第2図 甲介温の生理的範囲

T. T. 甲介温. R. T. 室温. 被検者 H. K. 34才男.

第1表 従来, 報告されている鼻粘膜及び下甲介粘膜温度

報告者	年代	温度(°C)	測定場所	測定条件	測定方法
Schutter ³⁾	1926	33.0	鼻粘膜	口呼吸32°C	熱電堆
Jansen ⁴⁾	1927	33.0~35.0	鼻粘膜	室温 17°C	熱電堆
Krukower ⁵⁾⁶⁾	1927	33.5~36.8	鼻粘膜		水銀寒暖計
Döderlein ⁷⁾	1932	32.0~35.0	鼻粘膜		水銀寒暖計
Cone ⁸⁾	1933	32.0	下甲介	口腔内気温37°C	熱電堆
辛島 ⁹⁾¹⁰⁾	1933	34.13~35.98	下甲介	室温24~26°C	熱電堆
竹沢 ¹¹⁾	1934	31.80~33.70	下甲介	室温15~18°C	熱電堆
Monti. Gregorini ¹²⁾	1936	36.00~36.80	鼻粘膜		熱電堆
砂田 ¹³⁾	1939	33.39~34.05	下甲介	室温18~24°C	熱電堆

この図によってわかる様に、5°C から 40°C の室温に於いて測定した結果、甲介温は 29°C から 36°C 迄種々の値を示し、被検者を換えて測定しても、ほぼ同じ様な結果が得られたことから 29°C から 36°C 迄は人の甲介温の正常温度であり、また生理的範囲と考える。またこの図から、甲介温は概ね室温に比例して、室温が高ければ甲介温も高く、室温が低い時は甲介温もまた低いと言える。しかしそれは単一直線的な比例でなく、各甲介温は各室温に於いて、2.0~2.5°C の幅を有していることも明瞭である。従って 30°C の室温の時、計測した甲介温が 20°C の時、計測した甲介温より低いこともあり得るのである。先に報告した「皮膚圧迫の影響」に於いて述べた様に、正常人でも、両側の通気度が同様であることは珍らしく、1日に 4~5 回交代しており、甲介温を測定しても、左右の甲介温には 0.5~1.0°C の差がある事が多い。この黒点は左右の平均温度を示すものであるから、どちらか一方の甲介温のみを対象とする時は、この幅は尙更増大する。

C. 下甲介粘膜温度と外界気温との関係

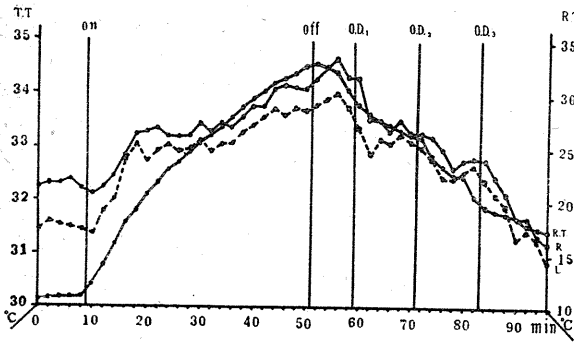
甲介温と外界気温との関係については諸説が多い、Mudd, Goldman and Grant¹⁴⁾ は皮膚の一部または大部分に、扇風機や濡れ手拭いを利用し、或いは着物を脱がすことによって冷却作用を加え、そのときに甲介温が下降することから、外界気温が低下すれば甲介温も下降すると決論し、Proetz もこれに賛成しているが、これは遠隔皮膚冷却による、甲介粘膜への遠達作用と考えるべきであって、これのみによって決定するのは早計と考える。尙この遠達作用については後述する。また辛島は夏季と秋季とに、各々 10 例の被検者について測定し、その室温差が 10°C であったにもかかわらず、むしろ秋季 10 名の平均温度が 1.08°C 高温を示し、次に氷の空洞から直接室温より 5°C 低い冷気を吸入せしめたところ、甲介温は直ちに上昇したことから、外界気温低下すれば甲介温は上昇すると述べている。然し夏季と秋季との差については、既に B. 甲介温の生理的範囲で述べた様に、室温差

が 10°C あっても、低い室温の時測定した甲介温が、高い室温の時測定した甲介温より 1°C 以上高いことは屢々見られることであり、特に辛島の場合は、一側の甲介温のみ測定し、比較検討しているのだから、これを以て外界気温が低い時は、甲介温は逆に高いと決論することは出来ないと考える。次に冷氣吸入は、冷氣の鼻粘膜の局所刺戟作用と考えるべきであって、外界気温の変動とは別個のものと考えているが、このことについても後述する。

以上、甲介温と外界気温との関係については相反する報告があり、且つまたその検索の方法も充分であるとは考えられない。第 2 図を見れば、甲介温は概ね室温が高ければ高く、低いときは甲介温もまた低いと云う事が明瞭であり、且つ第 1 表の中熱電堆を使用して最も精確に測定したと思われる、本邦 3 名の測定値と、その時の室温を比較すると、同様の事が言い得るのであるが、一方に於いて、辛島の報告もあり、また砂田も「外界気温による温度変化を著明には認めざるも」辛島の説に賛同している。

1) 次第に外界気温が変化する場合

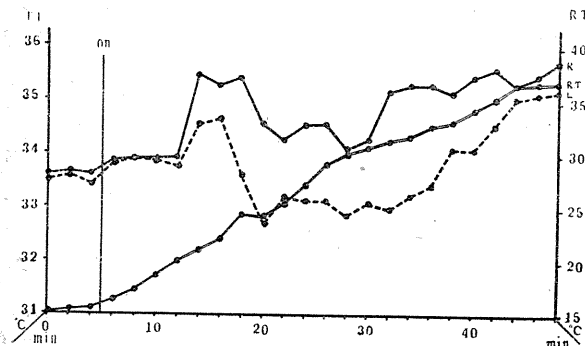
以上のことから、上述のように測定時を異にした場合の、甲介温と室温の関係のみを比較せず、被検者を正常椅座位におき、実際に室温を変化せしめて検討を加えて見た。第 3 図は教室の発汗室を利用して、室温を変化せしめ、その時の甲介温の態度を見たものである。被検者のみを発汗室に正常椅座位におき、鼻腔に装着した熱電堆からの誘導線は、壁に穿った小孔を通して隣室に導き、ガルバノメーター、電位差計等の測定装置は、隣室に具えて測定した。第 3 図の T. T. は甲介温を示し、R. T. は室温を示す。両側の甲介温及び室温は殆んど同時に 2 分ごとに測定した。on は発汗室のスイッチを入れたしるしで、on からスイッチを切ったしるしの off 迄、室温は殆んど直線的に、11°C から 33°C 迄上昇している。次に O. D. は発汗室の扉を開いたしるしで、スイッチを切っても、自然に室温が降下するのを待つのはあまりにも長時間を要するので、O. D₁ は発汗室から隣室に面



第3図 甲介温と外界気温との関係

T. T. 甲介温. R. T. 室温. 被検者 Y. M. 35才男. 発汗室に於いて実験. onは発汗室のスイッチを入れたことを. offはスイッチを切ったことを示す. O. D₁は発汗室より隣室に面する小窓を開く. O. D₂は同じく扉を開く. O. D₃は隣室より廊下に面する扉を開く.

する小窓の扉, O. D₂は同じく大きな扉を開き, O. D₃は隣室から廊下に通ずる扉を開いた. 為に室温の下降はやや階段状をなしたが41分間に15°C 迄下降している. この間の甲介温は, 両側共概ね室温の上昇及び下降にもなって, 約2°Cの上昇及び下降が見られる. 唯ここで注目すべきことは, 甲介温の上昇および下降は直線的でなく, 室温が次第に上昇しているにかかわらず, 数分間その温度を持続したり, 逆に下降したり, 或いは急激に上昇したりするのが見られる. この極端な例は比較的稀ではあるが, 第4図の例であって, これは室温の上昇の場合のみであるが, 測定開始後16分から20分の間に, 急激な甲介温の下降がみられ, その後はまた階段状に上昇している. この様な甲介温の不安定

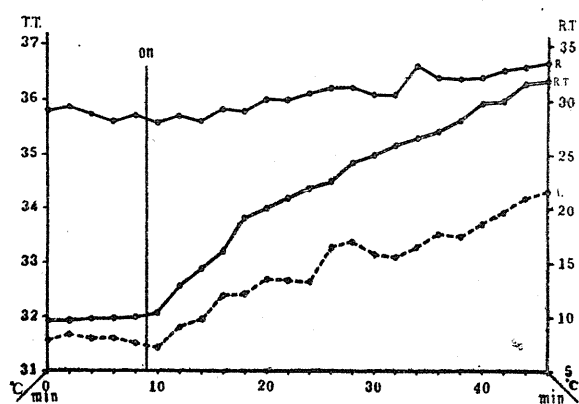


第4図 甲介温と外界気温との関係

T. T. 甲介温. R. T. 室温. onは発汗室にスイッチを入れたことを示す. 被検者 K. K. 35才男. 発汗室に於いて実験.

な変化は, 如何なる原因によるかは後述するが, 第2図に示す様に, 例え同一被検者でも, 同一室温に於いて, 甲介温が約2.0~2.5°Cの幅を有する原因と, 軌を一にするものと考えられる. 次に第5図は右の鼻が非常に強かつまり, 左が通っていて, 左右の甲介温には始めから約4°Cの差がある場合である. 室温が約22°C上昇しているにもかかわらず, 右側は殆んど上昇が見られない. 当然のこと乍ら, 下甲介粘膜が鼻腔一杯に腫脹している時は, 例え室温が上昇しても, それ以上腫脹せず, 又温度も上昇しないことになる.

尚以上の甲介温と外界気温との関係を仔細に検討すると, 最も多い型の第3図を例にとっても, onからoff迄42分間に, 室温は約24°C上昇しているにかかわらず, 甲介温は両側平均約2°Cの上昇であり, これを2分間に換算すると, 室温は1°C強, 甲介温は0.1°C弱の上昇となる. 然も前述の如く直線の上昇をたどらず, そのまま同じ温度を維持したり, 或いは下降することも見られる. 従って次第に室温が上昇する時, 全体として甲介温も上昇するが, その影響は非常に小さいと云う事が言い得る. 実際に甲介温を測定していても, 先に報告した「皮膚圧迫の影響」及び此の度の附図を見ても判る様に, 甲介温は, 未だ何等の刺戟或いは操作を加えないつもりで居ても常に動揺し, 0.2°Cから多い時は0.5°C位の上昇及び下降が見られ, 10分間に5~10回測定しても, 直線的に同一温度を保っていることは非常に稀である. 且つ1~2時間の測定中に, 室温が徐々に1~2°C位変化しても, 先に述べた様に0.2~0.5°Cの動揺が続くのみで, 室温の影響を明らかに見出すことは殆んど困難である. これに反し, 実験条件に述べたように, 測定中に被検者の居る部屋の扉が開かれて, 室温が急に変化したり, 或いは隙間風が吹きこんだりすると, 1~2分後



第5図 甲介温と外界気温との関係

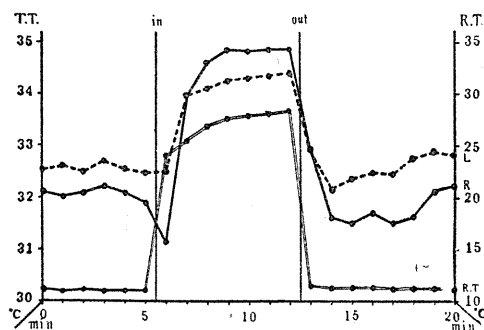
T. T. 甲介温. R. T. 室温. onは発汗室にスイッチを入れたことを示す. 被検者 K. K. 35才男. 発汗室に於いて実験

に, 明瞭な変化が現われることが多い. 次にこのことについて述べる.

2) 外界気温が急激に変化する場合

この関係を調べる為被検者を室温の低い部屋から高い部屋に移動せしめ, 次に又低い部屋に戻らしめてこの時の甲介温の変化を検討した.

第6図の in は前以て温めておいた発汗室に被検者の入ったしるし, out はそこから出たしるしである. 先に述べた様に, 被検者の動揺は甲介温に影響するので, 検者がドアを開き, 被検者は静かに隣室の椅子から椅子へ移動する様にせしめた. この間の距離は約 1mで, これに要する時間は約30~40秒である. 被検者の起立及び椅坐の甲介温に及ぼす影響は, 既に「皮膚圧迫の影響」で検討済みで, 起立によって甲介



第6図 甲介温と外界気温との関係

T. T. 甲介温. R. T. 室温. inは被検者が発汗室に入ったことを. outは発汗室から出たことを示す. 被検者 Y. M. 35才男.

温は下降し, 椅坐によって甲介温は上昇する. また運動により甲介温が下ることも前述した. しかしこの場合は外界気温の変化の及ぼす影響が強く, 右甲介温が直後に少し下降を示したのみで, 約12°Cの部屋から約25°Cの部屋に入った2分後には, 両側共に甲介温の著明な上昇が見られ, 室温の低い部屋に戻った場合は直後から著明な下降が見られる. この場合室温約 13~15°C の変化に対し, 甲介温は右 2~3°C, 左 1~1.8°C の上昇及び下降であって, 平均約 2°C, 即ち次第に外界気温が変化した場合よりやや多い程度で

あるが, 最も著明なことは, 甲介温は階段状或いは波形に変化する事なく, 室温の変化にともなって甲介温の上昇及び下降は鮮鋭である. 尚図の様に一方の甲介温が他方に比して反応の度が少ないことは屢々見られることであって, これについては後述する.

以上外界気温が次第に変化する場合と, 急激に変化する場合を検討し, 且つB甲介粘膜の正常温度の測定結果より, 外界気温と甲介温の関係は, a) 外界気温が高い時は, 低い時に較べて甲介温も平均高い. b) 外界気温が次第に上昇する時は, 甲介温も次第に上昇し, 外界気温が次第に下降する時は, 甲介温も次第に下降する. 然し其の間に, 階段状或いは波状の変動が屢々見られる. c) 外界気温が急激に変化する時, 甲介温はそれにともなって, 必ず且つ鮮鋭に上昇或いは下降すると云うことが出来る. 従って「外界気温が低下すれば甲介温は上昇する」と云う辛島の説は誤りであり, 砂田の下甲介粘膜の生理的作用に就いて述べた「寒冷の刺戟により海綿体組織は腫脹し, 益々其の面積を増大し, 其の吸気加温作用を旺盛ならしめんとする」と云う考え方は適切でないと考える, ただ Bloch¹⁵⁾ Perwitzky¹⁶⁾ も指摘し, 砂田の明確なる実験に見られる様に, 外界気温低下すれば高温度に比し, 鼻腔殊に下甲介の吸気加温度は大であると云うことは間違いないと考える. 然し著者の場合は, 鼻腔気温については測定して

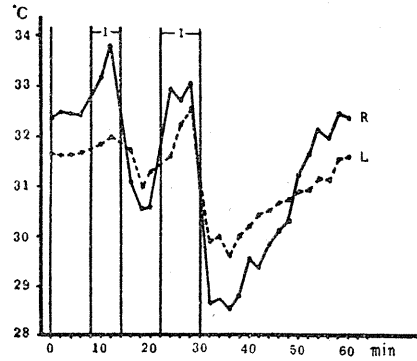
いないので、この問題については触れない。

3) 外界温度低下による甲介温の病的変化への移行について

尙外気温が下降する場合の甲介温の変化を検討中、そのときは冬期で暖房の為室温約 15°C で、実験室の廊下に面した扉を開き、ついで廊下より約 -4°C の室外に面した窓を開放したところ、30分後に被検者は両側の鼻腔より漿液性の鼻汁分泌著しく、ついで今迄約 28°C 迄下降していた一側の甲介温が急激に上昇し、数分の後 35~36°C 迄上昇した例がある。遺憾なことに被検者の苦痛著しく、この測定はこのまま中止した為、その後の変化、特に残る一方も上昇したか否かは不明であるが、何れにしても、これは鼻粘膜の病的状態への移行と考える。鼻腔の急性炎症に際して、甲介温が異状に上昇する事は、既に Krucover, Cone, 辛島, 砂田等が証明しているところであり、又家兎に於いて、体表を冷却する時は、甲介温が下降、或いは鼻腔容量が拡大する事実が、Undritz, Sassow¹⁷⁾ 以来、竹沢, 砂田, 岩崎¹⁸⁾等により証明されているにもかかわらず、一方に於いて長期間(30分以上)非常な低温が体表に作用した後の鼻腔の組織学的所見には、粘膜の腫脹, 充血, 鬱血, 分泌亢進等が見られることが、猿渡, 林¹⁹⁾, 長谷川²⁰⁾等により報告されている。以上のことから、この場合外気温が低下し、甲介温も低下したが、約 -5°C の寒冷に30分以上もさらされた為、甲介粘膜の反応は生理的限界を越え、病的状態に移行したものと思われる。このことは興味ある問題と考えられるが、甲介温の生理とは関係なき為、これ以上未だ追求していない。

D. 冷気の局所鼻粘膜に対する影響

以上で外界気温と甲介温との関係については、一応の結論を得たと考えられるが、ここに残るのは辛島が氷の空洞から直接冷気を吸入せしめたところ、甲介温が上昇したと云う問題である。これを追試したのが第7図であって、辛島の場合と同様に 22×14×12cm の氷塊に、直径 4cm, 長さ 12cm, の氷を貫通する円筒形の穴を作り、次にあらかじめ熱電堆とそれに附属



第7図 冷気の局所鼻粘膜に対する影響

I は氷塊の孔より冷気を吸入したことを示す。孔内気温 6.70°C。被検者 S. K. 43才男。室温 D. 16.40°C。W. 12.80°C。

するビニール管は、氷の穴を通して温接点を鼻腔に装着しておき、冷気を吸入せしめる時は、静かに皮膚及び電堆を保持するクリップにさわらぬ様に、穴を鼻腔直前にあてがう様にした。かかる方法によると、例え皮膚に氷を接触せしめなくても、鼻腔周辺の皮膚は冷気の影響を受け、これを除外する事が出来ない。然し後述する様に、鼻背, 前額等, 顔面の皮膚に冷却作用を与えると、殆んどの場合甲介温は下降する傾向が見られる。それにもかかわらず、この氷の穴から冷気に吸入せしめると、甲介温は著明な上昇を示し、且つそれを中止すると、逆に元の温度以下に著明な下降を示す。第7図の I はこの冷気を吸入せしめた期間を示すが、第1回は4分後右約 1.5°C, 左約 0.4°C の上昇を来し、中止すると直後に右約 3°C, 左約 1°C の下降を来す。次にもう一度冷気を吸入せしめると、6分後で右約 2.5°C, 左約 1.5°C の上昇を来し、中止後、この場合は下降著しく右約 4.5°C, 左約 2.5°C の下降がみられ、その後は約30分を経て、徐々に元の温度に復している。辛島は10例につき、室温より 5°C 低き冷気を吸入せしめ、3~5分後 0.41~1.47°C, 平均 0.88°C の上昇を来したことを報告しているが、測定は冷気吸入後1回で、且つ一側のみであり、また吸入中止後の変化は測定していない。尙第7図の場合も、左側甲介温の変動は右側に比し著明でないが、これについては後述する。以上のことから、辛島の報告

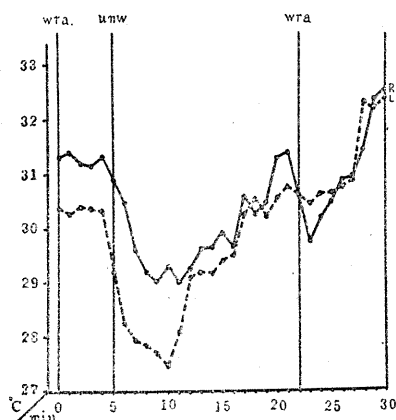
は興味ある発見であり、外界気温低下すれば、甲介温も下降するにもかかわらず、冷気を吸入せしめると甲介温は上昇すると云うことは、これは別の作用機序によるものであり、局所鼻粘膜の反射作用と言わざるを得ない。またこのことから、外界気温が低下した場合、甲介温も下降するのは、この鼻粘膜局所の反射作用と別個の甲介粘膜に及ぼす反射作用があり、且つこの反射は、局所鼻粘膜の反射作用より強いものであると云うことが言い得る。そしてこれには当然、全身の皮膚が関係している事が考えられ、且つ外界気温の変化のみならず、皮膚が種々の温度の勾配を感じる時に、この反射作用が起ることが推察されるので次の実験を試みた。

E. 皮膚冷却及び加温の甲介温に及ぼす影響について

遠隔部皮膚冷却の鼻粘膜温度に及ぼす影響については、数多くの報告があり、人の皮膚の一部を冷却すると、甲介温もまた下降する事については、Bachman u. Fleischer²¹⁾の様な反対意見もみられるが、Mudd, Goldman and Grant, Marschak und Verschagin²²⁾, 辛島²³⁾等により確実に証明せられ、動物に於いても Sternberg²⁴⁾等の反対意見にかかわらず、Undritz u. Sassow 以来、竹沢、砂田等により立証されたものと考える。唯身体各部の反応の強さ、冷却中止後の変化については、種々の意見があつて定説がない。特に辛島1人は、一側が低下しても、他側が上昇することが多いと述べている。また皮膚加温の影響については、鼻腔通気度は椿原²⁵⁾、鼻腔容量は岩崎の報告があるが、甲介温については充分検討されていない。

1) 衣服着脱の甲介温に及ぼす影響

第8図は室温を一定にしておき、被検者にはあらかじめオーバーコートを着せておいて、それを脱がした時及び、再び着せた時の甲介温の変化を検討した。脱いだ直後から、甲介温は急激に下降し、5分後には右約2.3°C、左約2.9°C下降し、その後は次第に元の温度に復している。再びオーバーを着せた直後に、右約1.2°C、左約0.2°Cの下降が見られるが、この原因について



第8図 衣服着脱の甲介温に及ぼす影響

wraはオーバーを着たことを、unwはオーバーを脱いだことを示す。被検者T.W.26才女。室温D. 13.60°C。W.10.40°C。

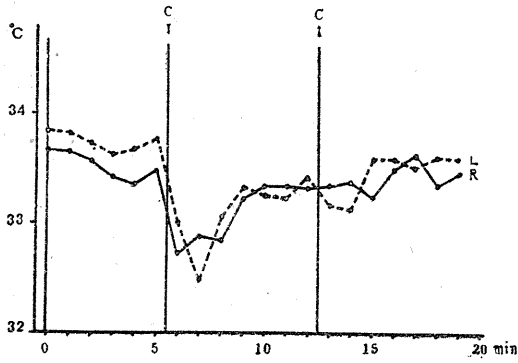
は、後述する様に、圧迫と異なり皮膚に対するTouchの影響はあまり明瞭に現われなかったので、恐らくオーバーを着る為に被検者が上肢その他を動かしたことによると思われる。その後甲介温は右約2.5°C左約1.5°Cの上昇がみられ実験を始める前の元の温度より高くなっている。

以上により室温が一定していても、皮膚に冷却、加温が加わる時、甲介温に変化が現われることが明らかであるので、尙身体各部に冷却及び加温作用を与えて、その時の甲介温の変動を検討した。

2) 体表各部冷却の甲介温に及ぼす影響

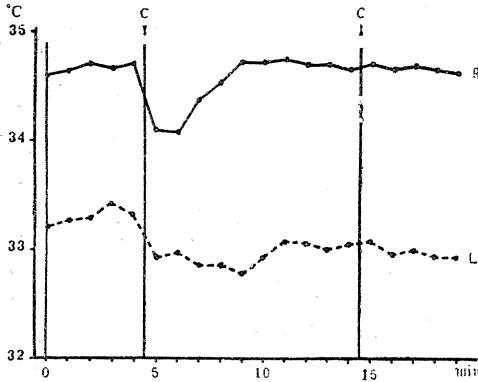
皮膚の冷却にはすべて氷嚢に氷と少量の水を入れて使用し、又その時の氷嚢内温度は、各実験毎に出来るだけ同温度に近いものを使用する様に留意した。又冷却の範囲は、約7×9cmに一定したが、鼻背冷却の場合のみは、鼻頂部から両側内背部に至る迄の狭い範囲に局限した。

第9図は左手掌を氷嚢の上におき、そのときの甲介温の変化をみたものであって、冷却開始後、1~2分の中に、左約1.4°C、右約0.8°Cの下降を示し、以後第8図同様、次第に元の温度に復する傾向が見られ、冷却中止後は著明な変化が見られない。尙第8図同様、一側が他側に比し変動が著明である。第10図は頂部に氷嚢を当てた場合で、冷却開始後1~2分、両側共に



第9図 左手掌冷却の影響

C↓は冷却開始。C↑は冷却除去。氷嚢表面温度12.86°C。被検者 H. K. 34才男。室温 D. 21.00°C, W. 17.00°C。



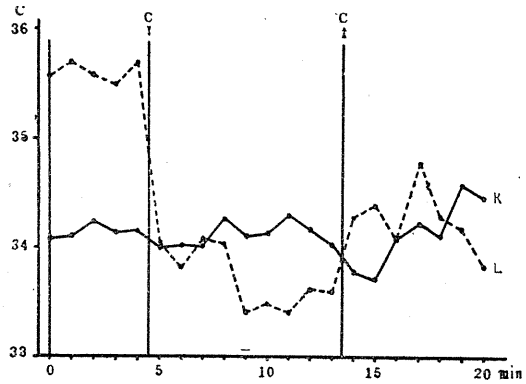
第10図 項部冷却の影響

C↓は冷却開始。C↑は冷却除去。氷嚢表面温度12.20°C。被検者 T. W. 26才女。室温 D. 22.06°C, W. 18.50°C。

僅かに甲介温の下降が見られるが、この場合左側は冷却中及び中止後も、元の温度の高さに復していない。第11図は前額部冷却の場合で、左側は冷却直後に約1.6°C、4分後には尙約0.6°C下降し、その温度変動は著明であるにかかわらず、右側には殆んど冷却の影響らしきものが見られない。且つ冷却前は左側が右側に比し約1.5°C高かったにもかかわらず、左側は冷却中止後も元の温度に戻らず、右側は冷却前とほぼ同温のため、むしろ左側は右側より約0.6°C低くなり、またその結果、左右の平均温度は冷却前より約1°C低下している。第12図は同じ前額部であるが、冷却開始後、右側は約1°C下降しているにもかかわらず、左側は逆に約0.7°Cの上昇を示し、冷却中止後はともに次第に元の温度に

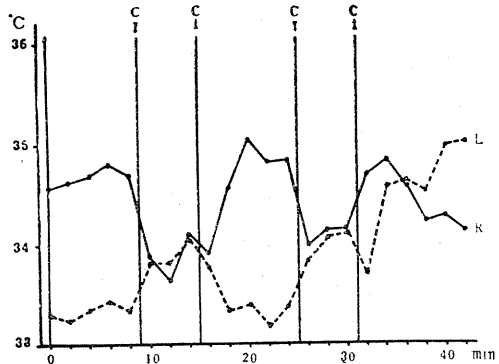
復している。ついで再び冷却を開始すると、前回同様右側は下降し、左側は上昇しているが、冷却中止後一度元の温度に復し始めた右側は、途中から下降し、また左側は中止後上昇して、為に第11図と同様、実験開始前の左右の高低が逆になり、且つこの場合は第11図と反対に、左右の平均温度は冷却開始前より約0.6°C高くなっている。この様に、冷却により一側が上昇することもあり、また、冷却と云う1つの刺戟の後で、左右の温度の高低が逆になる、即ち鼻閉が交代することは、興味あることと思われる。

第13図は場所を換えて左側々胸部を冷却した場合で、右側甲介温の変動が著しく、また両側とも6分間の冷却中にほぼ元の温度に復し、且



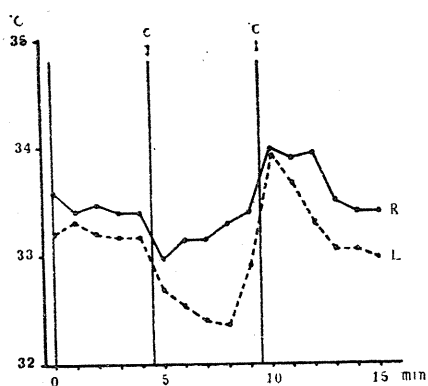
第11図 前額部冷却の影響

C↓は冷却開始。C↑は冷却除去。氷嚢表面温度13.10°C。被検者 H. K. 34才男。室温 D. 21.00°C, W. 17.00°C。



第12図 前額部冷却の影響

C↓は冷却開始。C↑は冷却除去。氷嚢表面温度12.44°C。被検者 H. K. 34才男。室温 D. 21.00°C, W. 17.00°C。



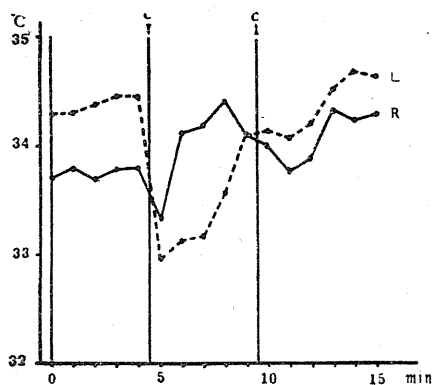
第13図 側胸部冷却の影響

C↓は冷却開始. C↑は冷却除去. 氷嚢表面温度 12.40°C. 被検者 H. K. 34才男. 室温 D. 21.50°C, W. 17.20°C.

つ冷却中止後一時的に元の温度より上昇し先験者が反動的上昇と述べている型が見られる。

次は鼻背の冷却であるが、鼻背冷却の場合は他の部と異なり、最初の数分間、甲介温は両側共に上昇し、その後共に下降すると云う報告が多い。これは恐らく狭い範囲の鼻部を冷却する時に、被検者が冷気を吸入しなくても、鼻背の皮膚を通して、冷却が鼻粘膜に間接に作用し、一時的にその反射作用が現われることも考えらる。氷嚢を小さくして、鼻背の皮膚のみ冷却する様留意したが、著者の場合は数例に於いて、両側共に上昇した例を見ない。第14図は冷却開始後両側共に下降し、その後は第12図の前額部の時と同様、右側は左側と反対に約1°Cの上昇を示している。尙冷却中及び冷却中止後にかけて、両側共元の温度に戻る傾向が見られるが、右側は冷却中止2分後から再び上昇し、為に左右の平均温度は、冷却開始前より約0.3°C上昇している。第15図は腹部冷却の場合であるが、冷却開始後、両側共約0.4°Cの下降を示している。尙この場合は、冷却開始前左右殆んど同温であったのが、中止後左側は上昇し、左右甲介温に約0.6°Cの差が見られる。

以上第9図から第15図迄の一連の実験成績から得られる結論は、体表の一部を冷却すると、甲介温もまた概ね下降するが、左右の中どちらか一方はこの反射に反撥する傾向が見られる。

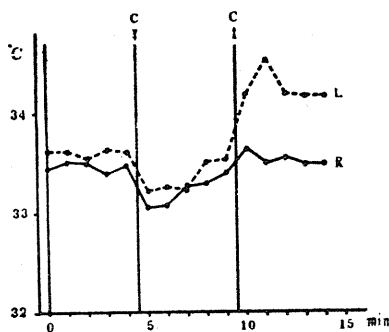


第14図 鼻背冷却の影響

C↓は冷却開始. C↑は冷却除去. 氷嚢表面温度 11.86°C. 被検者 T. W. 26才女. 室温 D. 20.80°C, W. 16.50°C.

即ち第9, 10, 13図の様に、両側下降しても、どちらか一方が他側に比し著明でない場合、第11図の様に、一側のみ下降し、他側は殆んど変わらない場合、次に第12, 14図の様に一側が下降するにかかわらず、他側は逆に上昇する場合、それに第15図の様に、両側同程度下降する4つの型が見られ、これは辛島の報告に一致する。またこの様に一側の変動が他側に比し著明でないと云う結果は、単に体表各部を冷却した時に限らず、先に指摘しておいた様に第6, 7, 8図の実験成績に於いても見られるところである。

著者は「皮膚圧迫の影響」の考察に於いて、「甲介の血管を支配する中枢には左右があって、これは発汗反射²⁶⁾²⁷⁾と同様に相互抑制的に働いているとしか考えられない。そしてこの左右の



第15図 腹部冷却の影響

C↓は冷却開始. C↑は冷却除去. 氷嚢表面温度 13.00°C. 被検者 H. K. 34才男. 室温 D. 21.00°C, W. 17.00°C.

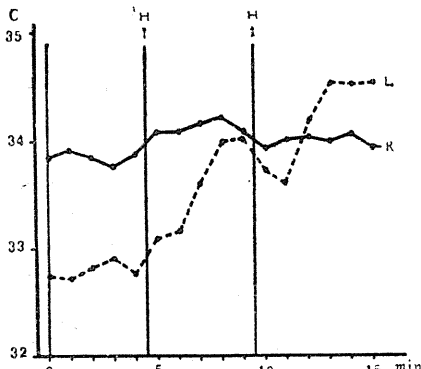
中枢は自然的にも、一方が興奮する場合には他方が抑制された状態にあり、やがて他方の中枢の興奮性が低下した時に、突然この中枢の活動が起ると考えることが出来る」と述べたが、以上の実験成績は一面この話をうらずけるものとする。そしてどちらが強く反応するかは、その時の中枢の状態によって決まるものであろう。従って、辛島は一側が下降し、一側が上昇することが最も多いと報告しているが、これはその時の中枢の態度によって決まるものとするのが妥当であって、実験条件特に冷却方法を同一にすることに留意しても、10~20例の実験で、その結果から推論することは困難であるとする。唯体表の各部を冷却した場合は、前述の4型の中、両側甲介温が同じ程度に下降することは殆んどなく、これに反し、外界気温の変化する場合の実験では、両側同程度に反応することが多く、どちらか一側の反応がにぶいことがあっても、逆に反応する例が見られなかったから、大まかには、冷却度×面積、特に面積が関係するのでないかと言える。

同様なことは、皮膚冷却中及び冷却中止後の変化についても言えるのであって、この点については諸説が多く、中止後反動の上昇が見られると云う報告もあり、冷却作用が持続して、中止後に最も低い温度に達すると云う両極端の説逆見られる。著者の場合、第9、10、13、15図の両側甲介温、第14図の左側甲介温は、冷却中から元の温度に次第に復する傾向を示し、第11図の左側甲介温、第12図の右側甲介温は、冷却中は下降したままであり、中止後第12図の右側甲介温は次第に元の温度に復し、第11図の左側甲介温は、中止後も一時的に僅かに上昇傾向を示したのみで、再び下降し、実験開始前1.5°Cも低かった右側甲介温よりも尙低くなって、冷却作用が持続しているかのように見られる。また第15図の左側甲介温には、冷却中止後に反動の上昇の様なものが見られる。以上のことから、この問題も単に%数で決論づけるのは早計であって、如何なる変化になるかは、その時の中枢の態度によって決まるものと考えたい。

むしろ冷却中止後の変化に興味あることは、第11、12図或いは軽度であるが、第14、15図の様に、左右甲介温の平均値が、冷却開始より上昇或いは低下することである。このことは後述の体表各部加温の場合、また先に報告した「皮膚圧迫の影響」に於いて屢々見られることであり、第1図の運動の後でも認められることである。このことから、左右の甲介温の平均値は何かの刺激により常に変化しており、このことが第2図の同一室温でも、甲介温が2.0~2.5°Cの幅を有することと、原因を同じくするものと言えらる。また第11、12図の様に冷却作用の後、左右甲介温の高低が逆になることも屢々見られ、これは「皮膚圧迫の影響」の両側圧迫の項で述べたものと同様の変化であり、ある時には左右が元の状態に戻り、ある時は左右が反対の状態になる。どちらになるかは、その時の中枢の状態によって決まるものとする。身体各部に冷却作用を与えた場合の、部位による強弱の問題については、従来、人に於いても、家兎に於いても、鼻背、頂部、腹壁のみについて、実験が行われ、その結果、3カ所とも同程度の反応を示すと云う説もあり、鼻背が最も強いと云う説も見られるが、先に示したように、前額、側胸部、手掌、またここに記載はしなかったが、足趾、下腿にも同様な反射作用が見られ、恐らく全身の皮膚が関連を持つものとする。唯先に述べた様に、一側甲介温が下降して、他側が上昇する事もあり、冷却中及び冷却中止後の問題については、上述の通りであるから、各々100例内外の実験を行った位では、体表各部からの反射作用の強弱を論ずることは困難であり、むしろ不可能に近い問題でないかと思える。

3) 体表各部加温の甲介温に及ぼす影響

体表各部を加温した時の甲介温の変化については、未だ系統的業績を見ない。しかしこれが冷却作用と作用機序を一にするものであり、類似の結果が得られるであろうことは、推察し得るところである。加温には氷嚢に温湯を入れて使用した。第16図は45°Cの温湯を氷嚢に入れ、前額に接触せしめた場合の甲介温の変化であっ

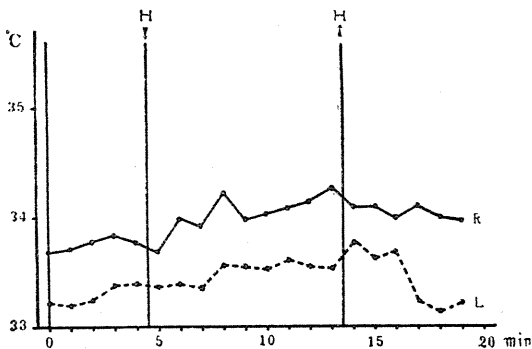


第16図 前額部加温の影響

H↓は加温開始. H↑は加温中止. 氷嚢表面温度 45.00°C. 被検者 H. K. 34才男. 室温 D. 23.04°C, W. 19.50°C.

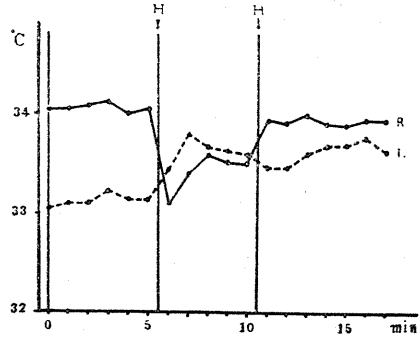
て、右側は加温中に0.2~0.3°Cの上昇を見るのみで、殆んど変動がないのに反し、左側は加温中に次第に約1.2°C上昇し、加温中止後も一時下降したのみで、再び上昇し、中止5分後には右側より約0.5°C高くなっている。第11図前額冷却の場合と非常に類似した結果で、一方は冷却により下降し、一方は加温により上昇したのみの違いである。

第17図は手掌加温の場合で、両側共に上昇しているが、僅かに0.3~0.4°Cで、非常に反応が少なかった例である。第18図は第16図と同じ前額加温であるが、加温中に左側甲介温は上昇し、右側は下降し、且つ加温中及び加温中止後にかけて、次第に元に戻る傾向が見られる。この様に一側上昇し、一側が下降する場合は、第12, 14図の様な冷却の場合とほぼ同じ型を示し、そ



第17図 左手掌加温の影響

H↓は加温開始. H↑は加温中止. 氷嚢表面温度 45.00°C. 被検者 H. K. 34才男. 室温 D. 21.54°C, W. 19.50°C.



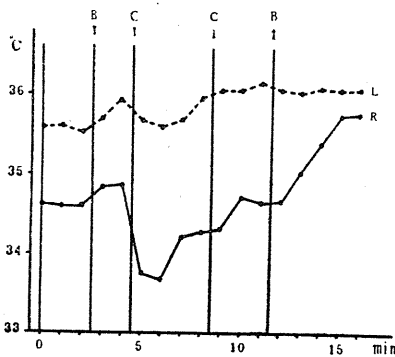
第18図 前額加温

H↓は加温開始. H↑は加温中止. 氷嚢表面温度 45.20°C. 被検者 H. K. 34才男. 室温 D. 21.90°C, W. 19.50°C.

の区別が困難である。然し加温により、両側下降する例は勿論、一側変動なく、一側下降する例も1例も見られなかった。

4) 作用機序について

体表冷却が甲介温に及ぼす影響の作用機序については、之が甲介血管に及ぼす反射作用であり、交感神経が関与しているであろうと云う事は、ほぼ諸家の一致しているところであるが、一方に於いて、Undritz, Sassow等はアドレナリン注射及び交感神経刺激による結果は、上述の反射作用に比し、遙かに温度降下が少なかった点から、甲介温の低下は単に血管収縮のみでなく、体表冷却により組織血流が緩慢となり、鼻粘膜血管にも鬱血を起す結果であると述べており、この説を支持する人も多い。冷却により血流が緩慢となる事は、小坂²⁸⁾²⁹⁾, Ebbeck³⁰⁾等数多くの報告があり、血流の鬱血が甲介温に影響を与えることは、一応考えられるが、辛島及び著者の実験に示す様に、一側の甲介温が下降し、他の一側が上昇、或いは変動を見ないことは、これによって説明づける事は出来ない。人体に於いて、この作用機序を明らかにすることは仲々困難なことであるが、血流が関与していない事は、次の実験によっても明らかである。即ち第19図は血圧計のマンシェットを利用して被検者の左上腕を最高血圧以上に緊縛して血流を阻止し、ついで同側の左手掌を冷却した。左手から身体各部への血流は阻止されているにもかかわらず、冷却



第19図 左上膊緊縛, 左手掌冷却の影響

C↓は冷却開始. C↑は冷却中止. B↓は左上膊を緊縛 130mm/Hg. B↑は上膊の緊縛除去. 被検者 T. W. 26才女. 室温 D. 23.90°C, W. 19.00°C.

により左甲介温は僅かに 0.2~0.3°C であるが, 右側は 1.1°C の下降を示し, 丁度第10, 13図とよく似たカーブを示している. 従ってこの作用機序が甲介血管への反射作用であることは間違いないと思われるが, 著者の考えるようにこれが皮膚からの反射であるか或いは皮膚以外の組織, 例えば血管周囲組織, 筋肉組織等からの反射であるかは, 尙検索を俟たねばならない.

F. その他

精神感動が甲介温に影響を与えることは, III の実験環境の項で述べたが, 其の他に先ず影響があるのでないかと考えられるのは, 皮膚の触刺戟である. 皮膚圧迫が高木の半側発汗以来, 種々の自律神経機能及び筋活動に対して, 見逃すことの出来ない影響があることが次々と確認されており³¹⁾³²⁾³³⁾, また同時に触刺戟も種々の影響があることが報告されている³⁴⁾. 甲介温の場合も当然何等かの影響があることが推察されたが, 乾燥した筆で, 被検者の背部或いは側胸部を擦った程度では, その影響らしきものを確認することが出来なかった. しかし何等かの場合, 皮膚の触刺戟により, 異常感を覚え, 同時に軽い悪寒の様なものを覚える事は, 吾々の経験するところであり, かかる時に恐らく甲介温にも変動が来るものと考えるが, 未だ充分な検索を行っていない. 次に発声による変動は, 被検者に「ア」「オー」とかの単一, 短期間の発声では変動を見なかった. しかし, 一方「いき

こらえ」をすると甲介温は上昇し, 著者の実験では30秒の呼吸停止で, 約 1°C の著明な上昇を来す. 従って長期間の発声, 特に唄を歌う様な場合は恐らく甲介温は上昇するものと考えられる.

尙Eに於いて, 体表冷却及び加温が甲介温に影響を及ぼすことは述べたが, 胃粘膜からの影響を見る為に, 被検者に「ゾンデ」を飲み, 冷水を約 20cc 注入した. この方法によると口腔及び食道粘膜冷却の影響を除外することは出来ないが, 皮膚冷却の場合と同様な甲介温の変動を見た. Dolgacév³⁵⁾が家兎の胃に冷水を注入すると, 鼻粘膜から動作電流が得られ, またこの方法によって, 鼻粘膜にカタル性変化を惹起することが出来ると報告しているが, この問題と関連して, 興味あることと考える. 又この事より単に皮膚のみならず, 広い意味の体表即ち上皮細胞の存するところ, 必ずこの反射が見られるものと著者は考えるが追試していない.

V. 考案及び総括

1) 以上の実験成績及び既報の「皮膚圧迫の影響」に於いて述べた様に, 甲介温は種々の刺戟に対し常に敏感であり, 変動は著明である. また左右の甲介温の関係は, 皮膚圧迫を始め種々の刺戟により, 且つまた自然的にも1日数回も交代を繰り返している. この甲介温の変動を確実に記録し, 且つ種々の刺戟による影響を検索する為には「皮膚圧迫の影響」の測定装置に詳細に述べた様に, 熱電堆の温接点を粘膜の1カ所に固定し, 両側同時に短期間に測定することが最も秀れた方法であり, 且つ生理的にも最良の方法と考える.

2) 従来報告された甲介温の正常値は, 何名かの被検者について甲介温を測定して, 単にその平均値を出したものであり, 各報告者は, 何故各々の報告に差異があるかを検討せず, 又室温との関係も十分に検索していない. 著者は同一被検者について, 100回の測定を行い, 29°C から 36°C 迄は人の下甲介粘膜温度の正常値であり, 生理的範囲であることを確認した. 且つ室温との関係は概ね室温に比例して, 室温が高

ければ甲介温も高く、室温が低い時は甲介温もまた低い。しかし、それは単一、直線的な比例でなく、各甲介温は各室温に於いて、 $2.0\sim 2.5^{\circ}\text{C}$ の幅を有しているものである。この原因は後にも述べる甲介温の自然的変動が原因であり、この点を考慮しなかった為に種々の誤まった決論が出されたものとする。

3) 甲介温と外界気温との関係については、従来、外界気温が低下すれば、甲介温もまた下降すると云う報告と、逆に上昇すると云う相反する2つの説があり、且つその検索方法も充分でない。著者は体表を直接冷却する方法及び、鼻腔にのみ直接冷気を吸入させる方法を先ず除外し、実際に外界気温を変化せしめて、その成績を検討した。その結果、外界気温が次第に変化する場合も、急激に変化する場合も、外界気温が上昇すれば、甲介温も上昇し、低下する時は甲介温も下降すると云う決論を得た。唯一側の変動が他側に比し著明でないことが屢々見られる。しかし、これは当然かくあるべきであって、病的状態を除けば、生体に必要にして適切な鼻腔通気度を維持する為に、左右の中樞が両側の下甲介粘膜が外部の刺激に対し、無条件に反応することを抑制し、巧みに通気度を調節するものとする。また外界気温が自然に変化する場合は、それにとまなう甲介温の上昇或いは下降は直線的でなく、其の間短期間の下降と上昇を繰り返す変動が見られる。これも、実験成績の体表冷却の影響において充分検討した、甲介温の自然的変動が原因であり、この甲介温の微妙な特徴を考えず、従来行われた短期間一側の測定、或いは10~15分毎の測定では、誤まった決論が出される可能性があると考え。

4) 以上の様に、外界気温低下すれば甲介温もまた下降するが、非常な低温が長期間作用すると、甲介温は逆に上昇する。これは酷寒の為に、全身的且つ局所的に影響を受けて、鼻粘膜が病的状態に移行した為であると考え。

5) 外界気温が低下しなくても、体表に冷却作用を与えると、少なくとも一側の甲介温は下降し、他側甲介温は1型、殆んど同じ程度に下降

する場合2型、下降度が少ない場合3型、殆んど変化しない場合4型、逆に上昇する場合、以上4つの型が見られ体表加温の場合はこの逆である。即ち冷却の場合は下降が主現象であり、加温の場合は上昇が主現象である。そしてその4型の中如何なる型をとるかはその時の左右中樞の状態によって決ると言えるが、且つ a) 外界気温が急激に変化する場合は1, 2型のみ、b) 次第に変化する場合及び c) 衣服着脱の場合は2, 3型 d) 体表各部冷却または加温の場合は2, 3, 4型が多い事から、大まかには冷却度または加温度×面積が関係し d) c) b) a) の順に左右中樞の関与することが多いと言え。

6) この様に体表冷却の場合は下降が、加温の場合は上昇が主であるにもかかわらず鼻腔より直接冷気を吸入する時は、甲介温は両側共に著明に上昇する。また外界気温が低下すると甲介温も下降する事は先に述べた通りである。従って以上の事から、体表からと局所鼻粘膜からと甲介温即ち甲介血管に及ぼす2つの反射が考えられ、且つ外界気温が変化する時は、体表からの反射の方が強く表われると云う事が出来る。

7) この体表からの反射は、著者の考える皮膚からのものであるか、或いは皮下のその他の組織からのものであるかは未だ不明であり、またその作用機序も明らかでない。一部の人が説える様に、局所の血流が鼻甲介血管に逆影響するものでないことは、実験により証明し得る。

8) 外界気温の変化、冷気吸入、体表冷却および加温等、種々の刺激による甲介温の変動時に、一側の変動が他側に比し著明でないことが屢々である。特に体表の各部を冷却または加温する時は、一側が殆んど変化せず、或いは逆に反応することは、先に検討したところであり、また、冷却或いは加温中止後、ある時は左右の高低が元に戻り、ある時は逆になる。また刺激前は同様な値を示した甲介温が、刺激を加えた後、非常に差が開くこともある。これらのことは「皮膚圧迫の影響」で考察を加えた「甲介温を司る中樞には左右がある」と云うことの1つの立証に他ならない。即ち「左右の中樞は自

然的に、一方が興奮する場合には、他方が抑制され、汗-発汗反射或いは呼吸における吸息と呼息の様に、reciprocalに働き、一方の中樞がある時間、ある強さで活動している間、他の中樞は抑制された状態にあり、やがて他の中樞の興奮性が低下した時に、突然この中樞の活動が起ると考える。そしてこの周期的な波の如何なる時期に、刺激が加わるかにより、同一条件の冷却作用であっても、ある場合は両側共に下降し、ある時は他側が上昇し、先に述べた4つの型が生ずると考える。また冷却中及び冷却中止後の種々の変化、即ち冷却中に元に戻ることもあり、戻らぬこともある。中止後反動の上昇を来すこともあれば、逆に尙下降を続けることもある等の変化も同一理由によるものである。

9) 従って残された問題は、長時間の持続的測定により、この周期を確実に把握する事であろう。また同時に、単に鼻粘膜にかかわらず、1つしかない臓器を除いては、肺、腎、皮膚を始め、生体の左右の生理に、充分なる関心と探索が持たるべきものと考え。尙吾々の経験と観察によれば、この周期的な波は、飲酒、入浴等の後、促進される様であり、また生体がアレルギーになった時は、尙周期が短くなる様に推察される。臨牀的に交代性鼻炎と言われるものも、この周期が病的に促進されたものと考えていいのでなかろうか。

10) 尙実験成績の其の他で述べた様に、精神感動、運動による甲介温の変動、また内臓から甲介血管への反射等については、種々興味ある成績が見られるが、尙充分に探索を俟たねばならないと考える。

文 献

- 1) 河合 仁 (1954) 人の鼻甲介温度に対する皮膚圧迫の影響 日本生理誌 16, 647
- 2) Proetz, W. (1941) Essays on the applied physiology of the nose. Annals publishing company.
- 3) Schutter; Cit. Proetz. Essays on the applied physiology of the nose.
- 4) Jansen, H. (1927) Auf Grund welcher physiologischen Vorgänge entzieht die Inspirationsluft der Nasenschleimhaut Wärme und welcher Einfluss übt die Wärmeentziehung auf die Temperatur der Schleimhautfläche aus? Passow-Schafer's 25, 145
- 5) Krukower, I. M. (1927) Änderungen den Temperatur innerhalb der Nase unter verschiedenen Bedingungen. Zbl. f. Hals-usw. Heilk. 12, 854
- 6) Krukower, I. M. (1929) Veränderungen der Temperatur in der Nase als Basis für die diagnostischen Verfahren. Monatschr. f. O. 63, 838
- 7) Döderlein, W. (1932) Experimentale Untersuchungen zur Physiologie der Nasen- u. Mundathmung und über die physiologische Bedeutung der Nasen-nebenhöhlen. Zeitschr. f. Hals-usw. Heilk. 30, 489
- 8) Cone, A. J. (1933) Variations in the Temperature of the Mucous Membrane of the Nose. Arch. of Otoraryng. 17, 65
- 9) 辛島信篤 (1933) 下甲介吸気加温作用の実験的研究 大日耳鼻 39, 951
- 10) 辛島信篤 (1933) 耳及び上気道疾患の局所熱に就て (第3編) 慢性鼻炎の局所熱に就て 長崎医学会誌 11, 1519
- 11) 竹沢徳敬 (1934) 上気道温度に関する実験的研究 臨牀日本医学 (原著版) 3, 111
- 12) Monti, P. C. and F. C. Gregorini (1936) Sulla Temperature della Mucosa Nassale. Archivio Italiano di Otaglia, Rhinologia e Laringologia. 51, 8
- 13) 砂田知一 (1939) 鼻粘膜局所温度に関する臨牀並に実験的研究 大日耳鼻 45, 74. 97. 255
- 14) Mudd, S., A. Goldmann, and S. B. Grant (1921) Reactions of the nasal cavity and postnasal space to chilling of body surface. The J. of exp. Med. 34, 11
- 15) Bloch, E. (1888) Untersuchungen zur Physiologie der Nasenathmung. Zeitschr. f. O. 125, 1
- 16) Perwitzsky, R. (1930) Die Temperatur und Feuchtigkeitverhältnisse der Atemluft in der Luftwegen. Arch. f. O. 125, 1
- 17) Undritz, W. und Sassow (1932) Ueber reflektorische Temperaturschwankungen der Rachen u. Nasenschleimhaut bei localer Kälteanwendung. Zeitschr. f. Hals-usw. Heilkunde 32, 300
- 18) 岩崎祥一 (1954) 鼻腔容量変動についての実験的研究 耳鼻臨牀 47, 322
- 19) 猿渡二郎・林 栄光 (昭和13年) 寒冷の鼻に及ぼす影響に就いて 医事公論 1350号 10
- 20) 長谷川修 (1953) 遠隔部冷却による鼻腔の変化に及ぼす鼻腔および両後肢部植物神経系作用廃絶の影響 耳鼻臨牀 46, 635
- 21) Bachmann, u. Fleischer (1927) Studien zur Erkältungsfrage. II Über die Bedeutung von Abkühlungsversuchen am Menschen für die Ernährungslern. Zeitschr. f. Hyg. 107, 28
- 22) Marschak, M. E. u. N. K. Verschagin (1936) Die physiologischen Probleme der Akklimatisation.

- Zbl. f. Hals-usw. Heilk. 27, 119
- 23) 幸島信篤 (1934) 鼻背及び項部冷却に因る鼻粘膜温度の変化に就いて 長崎医学会誌 12, 995
- 24) Sternberg, H. (1929) Pharmakologische Reaktionen am Sehwellkörper und subepithelialen Kapillarnetz der Nasenschleimhaut. Mschr. f. O. 63, 390
- 25) 椿原太郎 (1950) 鼻腔通気の実験的研究 耳鼻臨牀 43, 415
- 26) 高木健太郎 (1948) 半側発汗の動機について 日本生理誌 11, 137
- 27) 高木健太郎 (1948) 半側発汗の原因について 医学と生物学 13, 438
- 28) 小坂隆雄 (1927) 湿布の皮膚血管に及ぼす影響に就いて 満洲医誌 6, 441
- 29) 小坂隆雄 (1929) 家兎の頸部交感神経の脳髄血管収縮作用に就いて 満洲医誌 11, 121
- 30) Ebbeck (1917) Die lokale vasomotorsche Reaktion der Haut und der inneren Organe. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 169, 1
- 31) 高木健太郎 (1952) 生体に於ける反射性興奮と抑制 脳と神経 4, 201
- 32) 高木健太郎 (1951) 皮膚圧迫の自律神経機能に及ぼす影響 生体の科学 2, 255
- 33) 高木健太郎 (1954) 皮膚圧, 自律神経反射 最新医学 9, 639
- 34) 高木健太郎 (1952) 皮膚の触, 圧刺激が筋活動に及ぼす影響 医学 8, 43, 159
- 35) Dolgacev, I. P. (1952) Über die funktionelle Veränderung der Nasenschleimhaut unter dem Einfluss von Reizungen aus inneren. Organ Fiziol. Z. 38, 459

Summary

Normal ranges of the human turbinate temperature in good healthy condition were determined by the same method as employed in the previous report.

1) The nasal temperature measured at the surface of healthy turbinate ranges widely from 29.0°C to 36.0°C, being approximately proportional to the environmental temperature. It fluctuates within about 2.0°C, even by the same subject under the same environmental temperature. Therefore measurements at some intervals may not always fall under the expected values from each of the corresponding temperatures in the environment, even being measured by the same subject.

2) Rising of the environmental temperature results in increase of the nasal temperature, and falling of the former does in decrease of the latter. Such responses are most obviously observed under the rapid changes in the former, whereas the gradual rising or fall of the environmental temperatures elicits in most cases the gradual increase or decrease with irregular undulations or step-like changes. In these cases above described the responses are rather rarely in equal intensities between both turbinates.

3) Inhalation of cold air through the subjected nostrils evokes remarkable increase of the nasal temperatures. Also in this case it is observed that the grade of the increase is rather unequal between the both turbinates.

4) Application of localized coldness on various parts of body surface evokes one of the responses of the following four types. Namely the necessitated falling in one of the both nostrils is accompanied with a) a similar falling of nearly equal grades, b) a falling of less grades, c) only little change or d) rather tendency of rising in the other. And application of a localized warmth results in the analogous responses to that of the coldness but with just reversed characters. That is, the main responses are represented as the falling by coldness and as the rising by warmth, and it seems in most cases to be modified by the counteracting tendencies in any one of both turbinates.

5) In addition, the following observations were made on the nasal temperatures: a) they are reduced by any physical exercises, b) similar responses as obtained by the application of coldness on the skin are elicited by the injection of cold water into stomach, c) some emotional conditions influence in the similar manner upon the nasal temperature, and d) little change is observed by touch on any given part of the body surface.

(Dep. of Physiol., Niigata Univ. School of Med.)

地方小学会報

第7回日本生理学会 北海道地方会

時 昭和29年12月18日

所と当番 札幌市北大病院第5講堂 中村治雄

1. 光銭吉郎・笠原嘉郎 (北大第1生理)

人工血液による大量輸血に関する研究

人工血液に関しては教室に於いて昭和24年以来研究をかさね、その成分の作製並び之が生体に及ぼす影響については既に本学会に発表した。今回は人工血液を用いコロイドショックその他の反応に鋭敏な猫を使用し、大量出血をさせたうえに2~3の人工血液性分及び人工血液を大量輸血した場合の実験成績を報告する。人工血液は 1) 水。2) 塩類 (Na, K, Ca, Mg, PO₄)。3) 葡萄糖。4) アミノ酸。5) 脂肪。6) ビタミン (A, B₁, B₂, D)。7) 膠質 (デキストラン)。8) 赤血球代用物質 (鉄, コバルトヒステジン, ヘモグロビン溶液)。9) 白血球代用物質 (抗生物質—ペニシリン)。10) 凝固阻止剤 (ヘパリン様物質)。以上の10成分を含有している。

体重1.5~3.5kgの親猫を使用し、無麻酔の下にPro kg 20~40ccを股静脈より失血せしめ、出血直後静注した場合、水、牛乳は一定量与えて呼吸体温、脈膊、全身状態の変動を調べた。

- 1) 大量出血のみの場合。
- 2) デキストランのみの場合 (6%溶液使用)。
- 3) 脂肪乳剤のみの場合 (7%脂肪乳剤使用)。
- 4) ヘモグロビン溶液のみの場合 (7%ヘモグロビン溶液を使用)。
- 5) 人工血液の場合 (但し、ヘモグロビン溶液を除いた場合)。
- 6) 人工血液の場合。

以上6つの場合について実験したのであるが例数も少く今後の研究に俟たねばならないが、2~3の人工血液成分の場合でも、人工血液の場合でも毒性がなく、特に人工血液を使用した場合回復が早い様に思われる。今回は極めて敏感な動物、猫を使用した予備実験なので、今後は家兎について精細な実験を行う予定である。

2. 山内庄太郎・渡辺 享・松本英人・本間慶藏 (北大獣医生理)

歯牙に於ける Phosphatase の研究に就いて

余等は齶歯成因究明の一環として歯牙に於ける Phosphatase の研究を企図し、前年日本生理学会に於いて歯牙にはアルカリ Phosphatase のみで酸性 Phosphatase が見出されないこと、又このアルカリ Phosphatase は Mg-ion には賦活、F-ion には抑制されること等を報告致しましたが、今回は各種の有機無機即ち Ca, Mn, Cu, Ba, K, Zn, Hg, アミノ酸、葡萄糖、蔗糖、果糖に依る影響を調べさらに Acidosis, Alkalosis および過血糖時に於ける Phosphatase の態度等に就いて検索すると同時に完成歯、未完成歯、或いは齶歯動物歯等に於ける Phosphatase の定量を行いましたので之を報告致します。

3. 谷内敏雄・斎藤義寛・森田昭之助 (北大精神)

濾紙電気泳動に依る脳脊髄液蛋白分層に就いて

4. 藤田平治郎・奥山文雄 (北大第1生理)

血清 Lipoprotein の研究 (主として超遠心機的研究)

1) 動脈硬化症は血中 Lipoprotein が血管壁に沈着して起ると云われて居るが、血中の如何なる Lipoprotein が血管壁に沈着するのか、また血中 Lipoprotein が質的に、量的に如何なる状態の場合に血管壁に沈着するかを究明しようと試みた。

2) 血清に17.6% (d:1.332)又は26.0% (d:2.025)の食塩水を等量加え Spinco E型超遠心機で、50,740 r. p. m. (150,000G) 5時間、または3時間、遠心分離し、分析用セルに入れ、再び同超遠心機で、39,460 r. p. m. (116,000G) で廻転し、2分毎に写真を撮り、その Peak の面積を Planimeter で測定し、面積比較値を求めた。

3) その結果、正常人血清では、年齢の増加に伴い、Sf 30 以下の Lipoprotein が Sf 30 以上に比較して、増加している。

又正常家兎に Cholesterin を毎日 1gm 宛投与 (Cholesterinaemia で Atheromatosis 又は Arteriosclerosis が起る) し、50日目の血清 Lipoprotein は、投与前に比較して Sf 30 以下が非常に増加し

ている。

又 Cholesterin 投与15, 30, 45, 65, 80, 100日目の血清の濾紙電気泳動を平行して行った結果, B. P. B. (Brom-phenol-blue) では Albumin が次第に減少し, β_1 -及び γ -Globulin が増加している。同じ泳動を Sudan IV 染色では β_2 -, γ -Globulin 相当分層が増加している。

更に超遠心機に依り分離分析した Lipoprotein 濾紙電動泳動し, B. P. B. 染色の結果は Albumin 相当分層が減少して来て居り α_1 -, α_2 -, β_1 -Globulin 相当分層が増加して来て居た。

4) 此れだけの結果で結論づける事は困難であるが Sf 30 以下の Lipoprotein の増加が, 血管の変化に関与し, β_1 -Globulin が関係するものと考えられる。然し Sf 30 以下が如何なる分層に相当するかは更に詳細な研究を俟たなければならぬ。

又血中 Lipoprotein に対する Heparin 及び当教室作製の Heparin 様物質の Activity に就いては目下研究中である。

5. 亀山泰久・牧野幹男・田中久雄・美勢秀雄・本間昭吉 (北大獣医生理)

牛痘感染家兎血中の発熱物質について

我々は前学会に於いてビールス性疾患である伝染性貧血の患馬血中に家兎を発熱させる物質の存在を知り, この物質が Cohn のアルコール分層法で Frac. III-O 中に存し, 電気泳動法では β -globulin 中に存在することから Lipoprotein であろうと発表した。更にこれを蛋白分解酵素で処理した結果, その発熱性は蛋白側にあると考えられ, その詳細について実験中である。

更に他のビールス性疾患でもかかる発熱物質が存在するか否かを確かめるため, 牛痘毒を用い, 家兎睪丸内に接種し発病せしめ, その血液について検した所, 正常家兎を発熱させる物質の存在を認めためたので此等につき報告する。

1) 痘菌を正常家兎の皮膚に接種し, 心穿刺により採血し, 他の正常家兎睪丸内に注射し, その睪丸乳剤を継代培養した。

2) 痘毒接種後家兎は 1~2日 にして発熱し, 3~5日して最高に達し以後下熱する。

3) 発熱各期に於いて採血し, その血漿を正常家兎に静注した結果, この物質は発熱時期と関連を有するものらしく, 現在迄の所,

a) 下熱後に多く証明され。

b) 発熱前及び発熱最高時に於いては証明されぬ様である。

4) その物理化学的性状は現在検索中である。

5) その産生機序はビールス性疾患による生体細胞障害によるものと思されるが, これは今後追求すべき問題である。

6) 更に痘毒感染家兎血中の催貧血物質なるものの存在についても検索中である。

6. 浅野哲郎 (北大応用電研)

龜心臓の搏動と酸素消費との関係に就いて

オキシグラフを用いて, 特に工夫された電極槽とオキシグラフ中に設置された鏡とに依り光学的に搏動を描記し酸素消費との同時描記に成功し, 両者の関係を研究する事を簡便にする事が出来た。

此の方法に依り, 龜の摘出心臓を用いて, 搏動と酸素消費との関係を, NaF, D. F. P. K⁺, Ca⁺⁺ を用いた場合を対照例と比較研究した。

7. 草地良作・佐藤秀敬 (北大獣医生理)

馬の心電図に就いて

馬の心電図に就いては Nörr (1922) 以来報告がみられるが何れも詳細な検討に欠けている。そこで吾々は現段階として肛門に不関電極を置く単極誘導を体表主要部に試み波形を観察するとともに心長軸の方向を考慮に入れて次の四種の双極誘導を試みて得た結果について報告する。双極誘導として A. 人間に於ける肢誘導. B. I 左前肢 (LF) — 右前肢 (RF) II W — 右前肢 (RF) III W — (LF) B. I 右肩端と W との midpoint (RM) — LF II 左肩端 (LS) と W との midpoint (LM) — LF III LM — RM D. I 第10肋間の LS の高さ (IC) — LF II LM — LF III LM — IC の四種を試みた。

8. 永井寅男・宮崎英策・寺山良雄・横山 稔 (札幌医大生理)

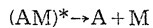
筋収縮機構に関する研究

1. Actomyosin 溶液の粘度, グリセリン 処理筋の伸張性及び ATP による短縮及び Actomyosin 溶液の超沈澱に対する温度及び薬剤の影響を研究し, その結果から actin と myosin の結合反応は発熱反応であることを結論した。

2. ATP-ase に対する温度の影響を研究し,

ATP-ase 活性度は温度が高い程大で40°Cに極大値を持つ、低温から30°CまではATP-ase活性度は glycerinated muscle の ATP 収縮高及び超沈澱の程度と平行して大になる。併し、30~40°Cの範囲で明らかな discrepancy が見られる。

3. グリセリン処理筋の収縮の温度変化は、下記の如き収縮反応と弛緩反応の同時併起の結果として説明されることを示した:



(AM) ; 弛緩状態の収縮要素 (actomyosin)

(AM)* ; 収縮状態の収縮要素

4. 上記の如き反応の combination から steady state cycle が結論される。この steady state cycle の観点から ATP-ase 活性度及び短縮高に対する

温度及び基質濃度の影響及び ATP-ase と短縮高との関係が説明出来る。

9. 岩瀬善彦・川村繁市 (北大応用電研)

大脳の反復電気刺激閾値について

電気睡眠には AC 50サイクル以外にパルス、直角電流が有効である。そこで大脳を反復刺激せる際の閾値を Pulse duration (0.5~20σ) について検討を行った。

斯かる実験から痙攣と睡眠との optimal duration について Quantity, Energy 等より考察を行ない夫々異なる結果を得た。更は痙攣と睡眠誘致の電流閾値より It 曲線を描き大脳神経系の chronaxie を求めた所同じ結論となった。

新しい……

本邦初製品!

★文献集試供品送呈★

酵素療法!

〔トリプシリン適応〕

臍胸・血胸・滲出性肋膜炎・壞死片
術後凝血・腔内癒着・挫傷・骨髓炎
潰瘍・膿瘍・壞疽・瘻孔・気管支炎
気管支喘息・気管支拡張症・肺結核
百日咳・火傷・空洞・血腫・切断面

壊死組織溶解剤

〔健保採用〕

結晶トリプシン

トリプシリン

1万HUM 5A・10万HUM 1VIAL・25万HUM 1VIAL

〔スプレーゼ適応〕

大量皮下輸液・輸血中の吸収促進
局所浸潤麻痺・伝達麻痺の迅速適確
限局性湿疹・皮膚炎・癢痒症の治療
結節腫・陰囊水腫・関節水腫の治療
腎疾患の利尿効果・神経痛の治療

擴散因子

〔健保採用〕

ヒアルロナーゼ

スプレーゼ

2000V・U・M 5A

5000V・U・M 5A



持田製薬

TS-5

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

微細電極用増巾器

グリッドカーレント
直結4段増幅方式

1×10^{-11} A
特許出願中

刺戟装置

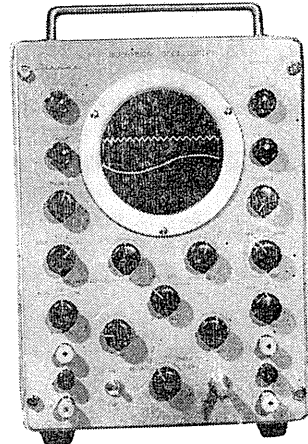
出力絶縁方式
矩形波 1 m.s.—2 Sec 連続可変

ニ現象ブラウン管オシロ

MVC—3 A 1 (観測用)
MVC—3 A 11 (写真用)
MVC—3 A 7 (残光)

—営業品目—

全交流直記式 脳波装置
〃 〃 心電計
脳内(眼底)血圧計
インク書 オシログラフ
筋 電 計



日本光電工業株式会社

電話落合 (95) 2709

東京都新宿区西落合2丁目514番地

主要製品



Banyu

バイシリン
ペニシリン
ホウエーラミツール
コートン
ハイドロコートン
オレオスライジン

(持続性二基ペニシリン)
 (各種ペニシリン製剤)
 (砒素駆梅剤)
 (米国メルク社製コートゾン)
 (米国メルク社製ハイドロコートゾン)
 (抗糸状菌性抗生物質)

(結核治療抗生物質)
 (ペニシリン・ストレプトマイシン合剤)
 (肝臓強化メチオニン製剤)
 (局所麻酔剤)
 (持続性局所麻酔剤)
 (強力駆虫薬)

ジドロストマイシン
マイシリン
強バンチオニン
バンカイン
ロンカイン
パンパラジ

東京都中央区日本橋本町2-7 萬有製薬株式会社 大阪・西宮・札幌・福岡

昭和三十一年二月二十日印刷

編集兼
 発行人

戸塚武彦
東京大学医学部生理学教室内

印刷所

中村作右衛門
 鶴岡印刷株式会社
山形縣鶴岡市馬場町甲三

発行所

日本生理学会
東京大学医学部生理学教室内

定価
 振替東京八六四三〇
 百円

基礎麻酔及び誘導麻酔に

成分 5.5イソアミル エテル バルピツール酸ナトリウム 水に容易に溶解する
用途 前麻酔、基礎麻酔、誘導麻酔には麻酔量の節約、患者の術前の不安を除去痛覚域の引上げ、反射刺激性ノ減少、麻酔の円滑な導入、術中の興奮発生の防止、麻酔剤の副作用の緩和術後の疼痛の除去に優れた効果を発現します吸入麻酔、腰推麻酔前に投与すれば1~2時間の手術施行上極めて好都合です
用法用量 患者の容態、症候、年齢、神経系の状態等の個人的反応によつて決定されます 通常薬効の鋭敏性を必要とする場合は静脈内に、持続効果を望む場合、或いは不安、興奮、拒絶症状が強く 静脈注射が困難なときは筋肉内注射が適当です
 ☆基礎、誘導麻酔には0.3~0.8g静注 ☆手術前後の不安・苦痛除去には0.5g

0.25g (注射用蒸溜水
 2.5cc添付) 各5管入
 0.5g (注射用蒸溜水
 5.0cc添付) 各5管入

イソマルターダ

京都市中京區壬生下瀬町38 日本新薬株式会社 札幌・東京・大阪・富山

GIS-9