

日本生理誌・第18巻7号・昭和31年7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7号

Vol. 18 No. 7

昭和31年7月1日発行

July 1956

原 著

宮 田 誠：神経上膜除去神経における通流電極第3作用……………	437
上 田 三 郎：腸吸収の条件反射……………	447
堀 内 玲：骨骼筋活動に対する呼吸中枢の影響……………	454
牟 田 信 大：諸種無機 Na 塩溶液に於ける塩縮に就いて……………	459
正木光児・成田 稔・岩本清美：大脳皮質及び間脳に於ける呼吸制止領野の独立性……………	463
宮 川 鉄 男：内臓及び下腹両神経刺激の回盲括約部の運動に及ぼす影響……………	472
千 葉 正 子：間接刺激による蛙筋の疲労と其の塩縮との関係に就いて……………	481
佐 藤 浩：上気道よりの調節呼吸反射……………	484

昭和30年度生理学論文表題集 (1) ……………	495
--------------------------	-----

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

肝機能強化と



☆独特の「抱合解毒作用」

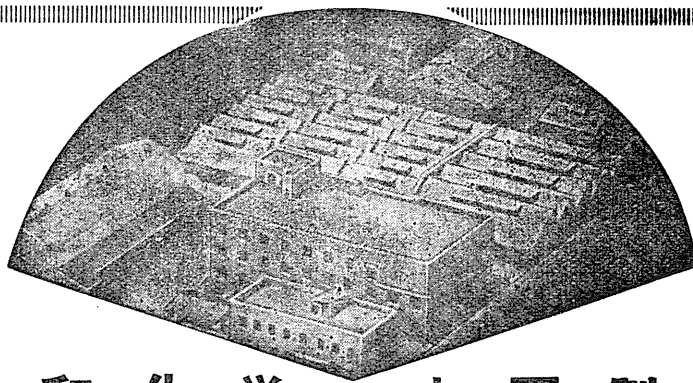
我国唯一の純合成グルクロン酸製剤グロンサンは……
各種の有害物質と抱合して排泄させる特異な作用と、肝臓機能の高進、グリコーゲンの蓄積増加、脂肪代謝の促進などメチオニンに勝る真価を知られ、ますます廣汎に応用されています

肝臓疾患に……肝硬變症、肝臓障害、黄疸
妊娠悪阻、癩疹
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	¥480	200ミリ	¥600
		500ミリ	¥1000
錠剤：30錠	¥300	100錠	¥800

東京・中外製薬株式会社・大阪

グロンサン



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 鎮痛・解熱・消炎剤
テブロン-Rコーワ	注 自律神経遮断剤	コルゲンコーワ	錠 感冒予防治療剤
複合ルチンコーワ	糖衣錠・散 高血圧治療剤 脳血管予防剤	Q & P KONA	糖衣錠 ミネラル入高單位 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・血・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

神経上膜除去神経における通流電極第3作用 612.816.1

La tria efiko de trafluigaj elektrodoj ĉe nervotrunko sen epineŭrio

宮 田 誠 (MIYATA-Makoto)*

I. 緒 論

直流を神経に流す場合、その電極附近の神経部に於いて閾値の変化が起り、陰極では閾値が下降し陽極では上昇する。之は電気緊張と名付けられ、細胞限界膜の分極作用によって理解される。然るに鈴木¹⁾によればその直流電極には別に第3作用として陰極附近では細胞限界膜の分極性を減小せしめ、陽極附近では逆に増大せしめる作用があり、之は両極下にて前記の電気緊張と反対方向の閾値変化を結果し、通流電流が強いが、或いはその通流時間が長い場合にはこの後者による閾値変化が支配的となる。閾値に対するこの作用は坂本²⁾によって確かめられて鈴木³⁾の環境条件分類には通流電極作用として取入れられ、以後同教室においてはこの電極第3作用が神経、筋、皮膚等の種々の現象を対象として検索された(鈴木⁴⁾)。特に神経の閾値については安藤⁵⁾によって詳細に探究された。

然るに鈴木⁶⁾のこの作用に関する発表当時より田崎⁷⁾は鈴木⁶⁾に対し、自分の発展せしめた髄鞘乾燥法⁷⁾によってRanvier絞輪より通流及び刺激するとき、通流に際して電気緊張に相当する閾値変化を見るのみであって、永きまたは強き通流に当ってそれに反対向きの閾値変化は起らないことを述べた。鈴木はこれをもし然りとすれば大いなる問題と考えた。即ちそれより先Rössel⁸⁾、又その頃Rashbass & Rushton⁹⁾は、神経幹においてその神経上膜鞘を除去して刺激するとき、鞘を有する通常神経に比して閾値その他に特異な差異を生ずること、また多くの刺激生理学的の事実が除鞘神経にては通常神経よりも一層規則的に現われることを見、その後この上膜鞘除去は電気生理学、刺激生理学に種々の問題を生んだ。本教室にても神山¹⁰⁾は除

鞘神経と通常神経とにおいて強さ、時間、傾きの3要素を比較した。

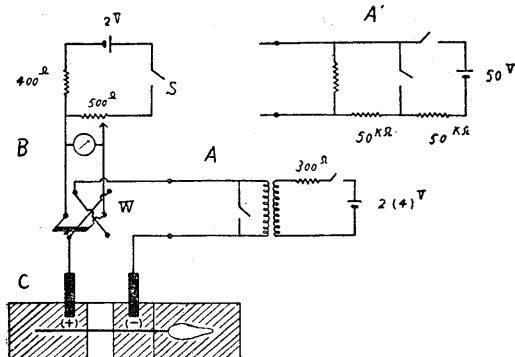
髄鞘乾燥法は最も純粋に単一神経線維を刺激し得る方法であるが、上膜鞘除去はそれに近く、少くとも神経上膜鞘なる障害物なくして神経線維を刺激し得る方法である。もし田崎のいう所が正しければ、いわゆる第3作用は神経線維では見られずして、神経上膜その他の神経線維以外の物体の影響ということとなり、真の神経刺激に関係なきこととなるわけである。私は鈴木教授の指示により、通流電極の第3作用としての閾値変化の起否を除鞘神経にて検し、これを通常神経と比較したのである。

併しながら田崎はその後研究を海外に移したが、その紙上の発表¹¹⁾を見ると、髄鞘乾燥法における通流にても、殆んど全く安藤の見た通常神経幹における第3作用所見(重合法)と同様の変化を見ているのを知るのである。田崎等は勿論閾値測定に通常¹²⁾の如く重合法で見ているのであるから、これは第3作用の所見を見ているのであって、第3作用が神経刺激の本体と関する事が明らかとなり、鈴木教授の私の実験に関する基本的の問題は既に解けた事になった。然し除鞘神経における第3作用の現われ方を通常神経に比較する事は、それ自身意義ある事であるからその所見及び考察を次に記述する。

II. 実験方法

実験動物としてトノサマガエルを使い、冬眠より覚醒せしめて数日間16°Cにて飼養した動物の坐骨神経腓腹筋標本を鈴木²⁾の液体電極箱に装置する。左右両側よりの標本を2個の電極箱に別々に装置し、一方の標本のみの電極箱の空気房に露出する部分の前後を含めて約10mmの長さを神経上膜鞘除去の状態とし、他方の標本を対照とした。すなわち実験例毎に通常標本

* 千葉大学医学部第1生理学教室



第1図 実験配線図

と平行的に測定して除鞘神経の所見をそれと比較した。

第1図に配線を示す。A及びA'は刺激回路、Bは通流回路、Cが電極箱である。Aは誘導コイル刺激の場合で Zimmermann 型を用い、コイル距離にて閾値を読む。A'は直角電圧刺激の場合で東式ペンデルにて約3/10秒に一定した直角電脈を与え、無誘導抵抗箱を加減してその両端の電圧数にて閾値を読む。何れの場合も筋に近い側の電極を刺激陰極とする。Bは通流回路であって分圧器により一定電圧を送り出し、その方向は転極器Wにて定めることができる。

配線に示す如くA (A') とBとは直列におかれ、通流電圧と刺激電圧とは同一の電極によって与えられる。最初BのスイッチSを開いたまま測定して平常時の閾値を測り、次いでSを閉じてから一定時点にて閾値測定を行う。その各測定に際して、Sを閉じたまま行えば坂本²⁾、安藤⁵⁾のいわゆる重合法による測定が行われる。し、各刺激の直前にSを開いて刺激し、次の刺激までの間隔にはSを閉じておくという手順に従えば、いわゆる中断法による測定となるのである。重合法或いは中断法の何れの場合にも所定の瞬時の閾値決定を、30秒間隔で少くも3回以内なる様に努めた。

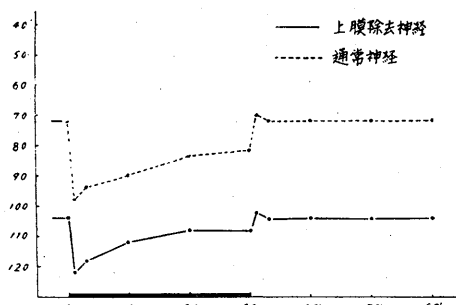
Ⅲ. 実験成績

A) 誘導電撃刺激による実験

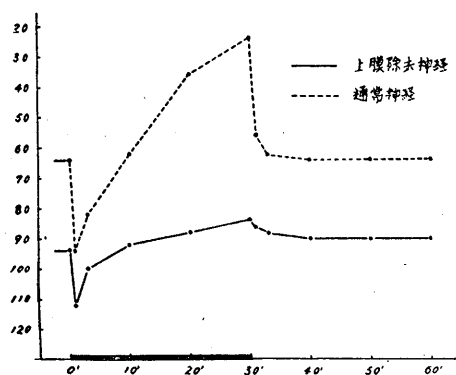
a) 重合法 (通流30分)

1) 通流陰極の影響

通流電圧としては 0.2V 及び 0.3V を試みたのであるが、通常のものと比較して各代表例1例を図示したのが第2図 a, b である。第2図において縦軸は誘導コイルのコイル距離をそのまま表わし、横軸には経過時間を示している。したがって縦軸の上位は閾値の高さを意味し下位はその低さを表わしている。第2図 a, b 何れも上膜鞘除去によって全体的に閾値下降が認められる。除鞘神経については Rösse⁸⁾ は最初通常神経より閾値の高いのを見たが、教室の神山¹⁰⁾によれば cold frog の状態では基電圧が除鞘神経の方が大であるが、冬眠状態より覚まして後室温に数日飼養 (我々の通常実験する条件) した状態、即ち大体 warm frog と見るべき状態では、除鞘神経の方が大なることあり、小なることあり、平均してほとんど差のなきことを見た。私は本実験において先ず誘導電撃刺激に



第2図a 誘導電撃刺激(重合法)陰極通流
横軸は時間経過にて単位分、太線間通流する。
縦軸にコイル距離にて単位 cm. 破線は通常神経、
実線は除鞘神経を示す。通流電圧 a は 0.2V, b は
0.3V. 以下第5図まで同断。



第2図b 誘導電撃刺激(重合法)陰極通流

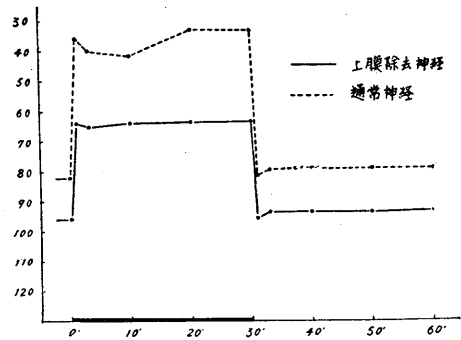
ては、除鞘神経の方が常に通常神経よりも閾値の低いものを見るのである。

つぎに通流による閾値の変化であるが、先ず 0.2V 通流において安藤⁵⁾の見たごとく通流開始時に急に下降して後漸次指数函数的に上昇する、また通流開放後一定度急に上昇して、爾後大体指数函数的に下降することは、通常除鞘両神経同様であるが、変化の強度及び経過に就いて両者に差異あるか否かというに、全例を点検すると著差なしといふことができる。図(第2図, a)に示した例においては、除鞘神経において通流直後の閾値下降のコイル距離差がやや小さく、また通流末期における閾値上昇が平常値により近くまで達している。併し他の例にてはこの程度の差異は反対に現われているものもあり、また直後の下降と末期の上昇とがこの結び付きで現われるとは限らない。即ち変化の大きさも経過も、種々の異同はあるが、通じて観て通常、除鞘両神経につき系統的の差異は認められず、ほぼ同様であるといふことができる。

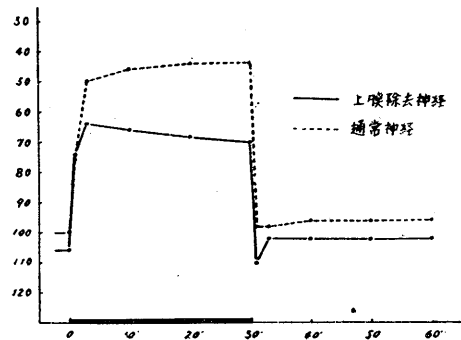
0.3V 通流において両神経とも 0.2V に比して通流中の閾値上昇著しく、通常神経にては平常値以上に達すること安藤⁵⁾の見た通りであるが、この電圧においては通常神経の方が変化著しく、遙かに平常値を高く突破する。そしてその上昇は通流の中途より急に著しくなり、経過の曲線に折れ目を見る場合も少なくない。勿論除鞘神経にても通常神経に近く上昇する例もあるが、一方また平常値に達しない例も少なくなく、第2図bに示したものはその中間の成績であって、大体除鞘神経の方が上昇の度小であると見ることが出来る。

2) 通流陽極の影響

この場合も 0.2V 及び 0.3V を試みその1例ずつを第3図a, bに示した。平常閾値はやはり一般に除鞘神経において低い。通流による変化は 0.2V において、通常神経にては安藤⁵⁾の見た如く通流直後閾値急昇し、その後やや下降を示すが下降は永く続かずして一定の高さに止まり、通流後半にてはやや上昇に傾くのである。除鞘神経にては通流直後の上昇のコイル距離差



第3図a 誘導電撃刺激(重合法)陽極通流



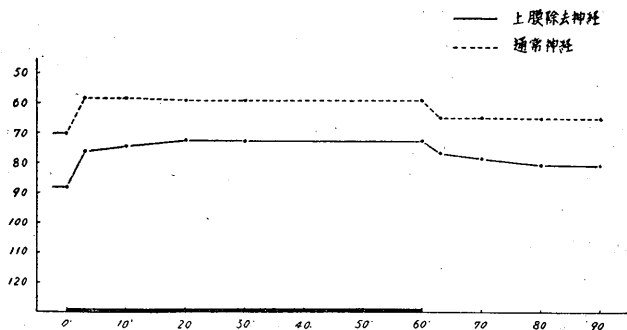
第3図b 誘導電撃刺激(重合法)陽極通流

は通常神経に比しやや小であるが大差なく、又その後の変化経過もほぼ同様である。図示例は除鞘神経にて最初の下降がやや著しくないが、これと反対の差異を示す例もある。0.3V にては誘導コイル1次回路内の電圧 2V では、通流のための閾値上昇に際しコイル距離が小になりすぎる恐れがあるため、4V を用いた。ここでは通常神経にて最初の下降の傾向の見られない例が多く、除鞘神経にても大体同様の所見であって大差なく、全体の変化のコイル距離差がやや小である位である。

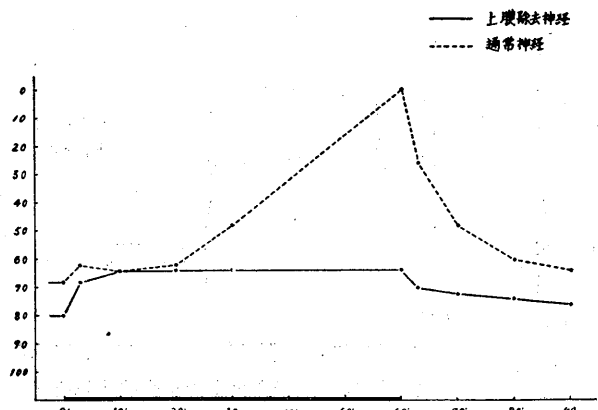
b) 中断法(通流60分)

1) 通流陰極の影響

重合法と同じく通流電圧は 0.2V と 0.3V を見た。第4図a, bにその1例ずつを示す。ここにおいても平常閾値は除鞘神経における方が低い。0.2V における通常神経にては安藤⁵⁾の見た如く、閾値は最初よりほぼ指数函数的の上昇をし、通流開放により指数函数的に下降して平常に戻る。これに対して除鞘神経も同様な上



第4図a 誘導電撃刺激(中断法)陰極通流



第4図b 誘導電撃刺激(中断法)陰極通流

昇と下降を示す。変化のコイル距離差は大体同様で著差がない。ただ除鞘神経では変化の経過が極めて正しくして真に指数函数的に近く、通流後半は閾値が同一の高さに止まっている。之に対し通常神経では後半にやや不規則な高まりがあって、0.3Vの所見を思わせる例もある(図aは通常神経でも規則的であるが)。

0.3Vになると通常神経においては図bに示すが如く後半に異常の閾値上昇を示す例が非常に多い。之は安藤⁵⁾の所見においても見た所であって、当時はこの高い電圧の通流後期における閾値の異常な高まりには、大なる注意を払わなかったのであった。この通常神経に対し除鞘神経にはこのことが余り認められない。ただこの電圧では少数例にて弱い程度で後半の同様の高まりが見られたのがあったが、多くの例

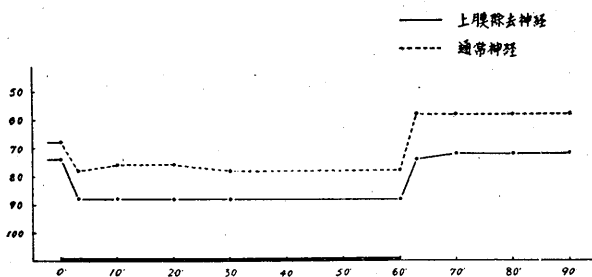
では規則的の経過を示している。従ってこの後半の著しい閾値上昇の起り方は大体

0.3V通常>0.2V通常>0.3V除鞘>0.2V 除鞘の順序に従うということができる。

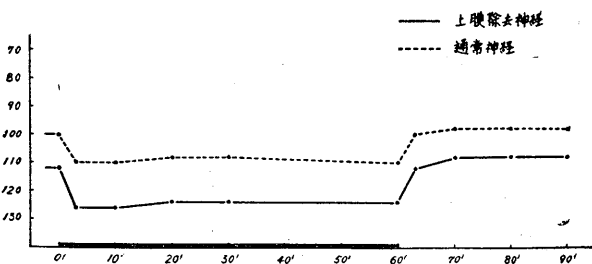
2) 通流陽極の影響

この場合も通流電圧は0.2Vと0.3Vとを見、0.3Vの場合はa-2における成績との比較のため、誘導コイル1次回路内の電圧を4Vとして測定した。その1例ずつを第5図a, bに掲げる。平常閾値はやはり除鞘神経の方が低い。0.2V通流にて通常、除鞘両神経共大体同程度の閾値下降を示し、通流期間中低下していて、開放と共に元に戻り、下降も回復も時定数小なる指数函数曲線に従う。ただ前項で見た如く除鞘神経では通流期間中の低下が規則的で、殆んど同一の低さを保つが、通常神経では前半に小なる高まりを示す。どの例

でもほぼ同様の所見である。0.3Vにおいては大体0.2Vと同様(1次回路内の電圧の差のた



第5図a 誘導電撃刺激(中断法)陽極通流



第5図b 誘導電撃刺激(中断法)陽極通流

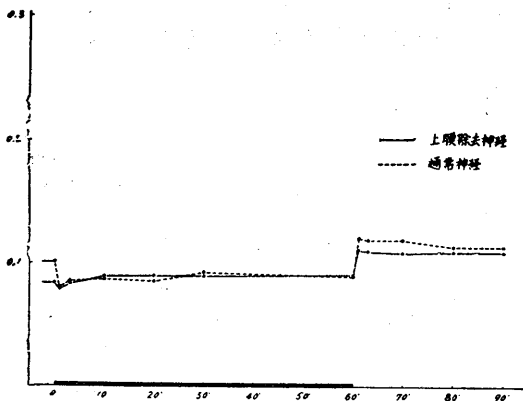
めのコイル距離絶対値の差以外)の成績であるが、通流期間中の低下の不規則性が、通常神経にて $0.2V$ のときと同様またはやや高い程度に起ると共に除鞘神経でもやや起るを見る。この不規則な変化は上の b-1 で見た如き高程度でなく、従って各場合間の差異も著しくないが、しかし僅かながらの差異はやはりその項で示した如き順序に起っている。

B) 直角電圧刺激による実験

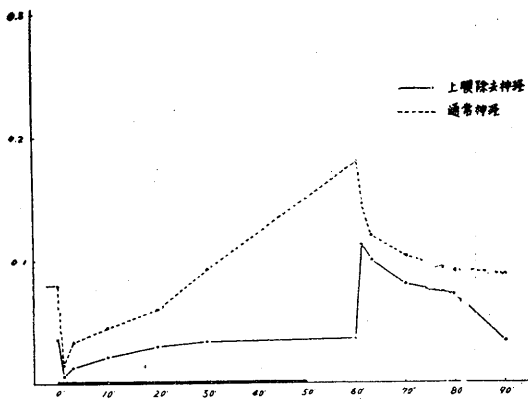
a) 重合法 (通流60分)

1) 通流陰極の影響

通流電圧として $0.1V$ 及び $0.2V$ を試みた。その代表例1例ずつを第6図に a, b として示したが、本図及び以下の図にて縦軸は、約3/10秒に一定した期間を持った直角電脈による閾値



第6図a 直角電圧刺激(重合法)陰極通流
縦軸は刺激閾値をVにて示す。通流電圧aは $0.1V$, bは $0.2V$ 。その他第2図と同じ。以下第9図まで同断。



第6図b 直角電圧刺激(重合法)陰極通流

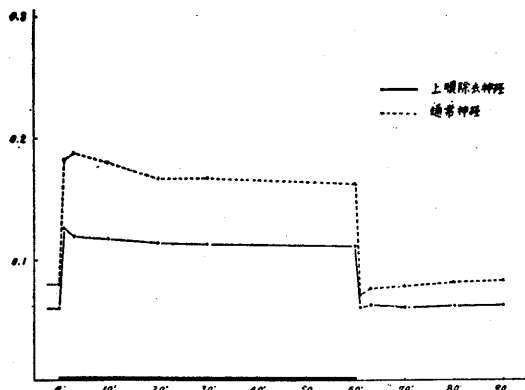
のV数を示す。従ってそれはそのまま閾値の高低を表わすのである。この場合でも一般に除鞘神経は通常神経に比して閾値が低い。 $0.1V$ の場合は通常神経にても通流開始時の急下降と直ちに起る漸増、通流開放時の急昇とその後の漸減なる安藤⁵⁾の見た一般的变化を認めることができ、通常、除鞘両神経間に著しい差異はない。図示例にては除鞘神経において、通流直後の下降の大きさが小の如く見えるが、この直後の変化を正しく測ることは困難であって、全体の経過より判断しなければならない。全例を考慮するときは通常神経の方がやや変化が大きいともいえるが大差はない。

$0.2V$ において全体の経過は上述の通りであるが、通常神経にては通流期間中の上昇著しく、平常値を遙かに突破する。しかしどの例においても指数函数を思わす上昇の経過が、期間中一定の時点より急に折れ目を作り別の経過をとって著しく上昇する形を示す。除鞘神経にあつては変化の大きさが全体として小なると共に、通流期間中の上昇は全体を通じて指数函数的であつて、60分の通流最後においても平常値以上に出ない。全例中1例において折れ目を作るがその後の経過も上昇はさして著しからず、最後値も平常値以下であつた。

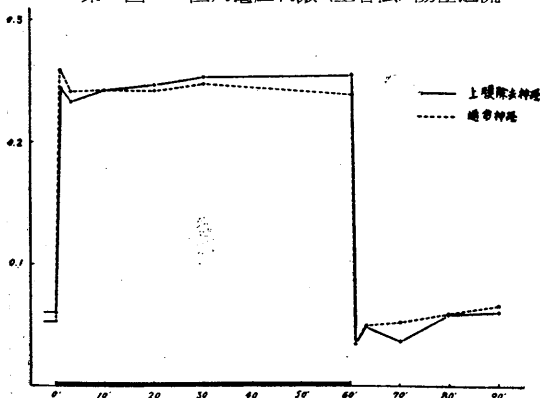
2) 通流陽極の影響

これにおいても $0.1V$ と $0.2V$ を見、代表例1例ずつを第7図a, bに示す。 $0.1V$ の場合は通常、除鞘神経共通流直後急昇、その後わずかの漸減を示し、通流開放直後は平常値以下に急降し、その後漸次平常値に返るといふ一般的の所見を呈する。その変化の大きさも図示例にては除鞘神経の方が小であるが、これと反対の関係を示す例もあり、大体において差異はないといふことができる。 $0.2V$ においてもやはり同様で、通流電圧がやや高いときの一般的所見で見た如く、通流期間中却って閾値のわずかな上昇を見るが、それも両神経にて同様に起る。変化の大きさも殆んど大差がない。

b) 中断法 (通流60分)



第7図a 直角電圧刺激(重合法) 陽極通流



第7図b 直角電圧刺激(重合法) 陽極通流

1) 通流陰極の影響

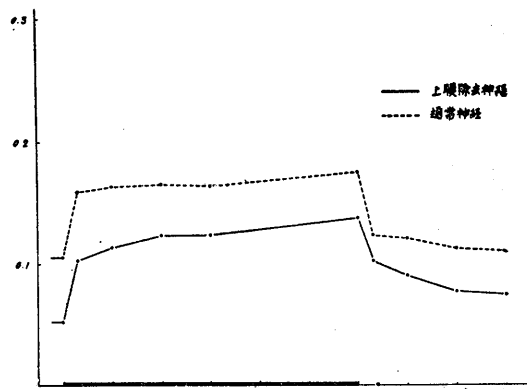
上と同様に 0.1V と 0.2V とを見, その代表例1例ずつを第8図 a, b に示す. 平常時閾値はやはり除鞘神経の方が低い. 0.1V の場合, 通常神経にあっても除鞘神経にあっても, 閾値は通流期間中はほぼ指数函数的に上昇し, 開放後平常値に向って漸減することは同様であり, その変化の大きさも大差がない. 然し先に A-b-1 で見た如く通常神経にては通流後半期にて閾値の不規則な高まりの見られる例があり, 図示例はこれを示している. 本例では除鞘神経でも軽度と同様の高まりが見られているが, それは微小のものであり, 現われない例の方が多い. しかし 0.2V となると通常神経にてこれが著しい. 即ち指数函数的の上昇が一定の時点から折れ目を作って急な上昇に移る. 多くの例がかかる変化を示すが, ある例ではこれに相当する時点より却って閾値の減小が起り, また他の例で

はそれまで余り著しい上昇を示さなかった閾値が, この時点から急な直線の上昇を示している. 即ち通流中途のこれら時点を堺としてある不連続的の変化が起り得ることを示している. 除鞘神経では之は殆んど起らないか, また極めて軽度で起る. 図示例でもこれが現われている. A-b-1 においてなした如く, この通流期間中期に起るこの不規則な変化の起り方を

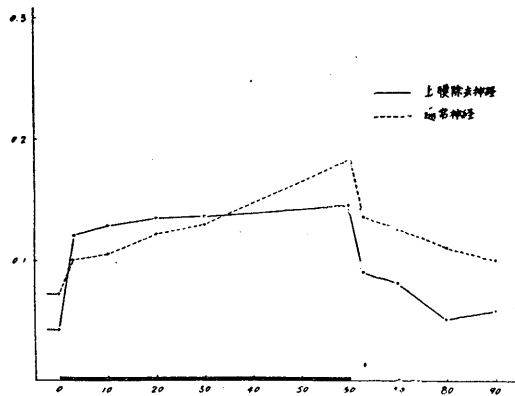
0.2V 通常 > 0.1V 通常 > 0.2V 除鞘 > 0.1V 除鞘
と順序づけることができる.

2) 通流陽極の影響

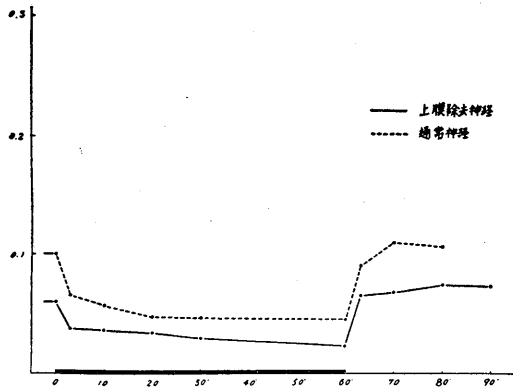
やはり 0.1V と 0.2V とを試み, その代表例1例ずつを第9図 a, b に示す. ここにおいては通常神経も除鞘神経も, 通流と共に下降した閾値は通流期間中少しずつ下るかまたは一定の低値を保ち, 開放と共に平常値に向



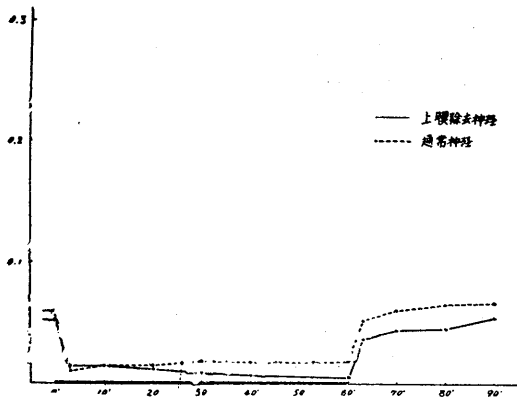
第8図a 直角電圧刺激(中断法) 陰極通流



第8図b 直角電圧刺激(中断法) 陰極通流



第9図a 直角電圧刺激(中断法)陽極通流



第9図b 直角電圧刺激(中断法)陽極通流

って回復する。0.2V にては 0.1V よりも閾値下降が著しいのみで、経過は 0.1V と 0.2V と、またその各々にて両種神経間にも大差がなく、A-b-2 で見たような不規則性も、そこここに散発的に見るだけで、そこに挙げた様な順序づける程には現われない。

IV. 考 察

実験成績の章においては、誘導コイル刺激と直角電圧刺激とを相次いで行ったのであったが、その成績はまとめて一緒に考察されるようである。これら両方の実験は年月や季節を異にするためか、直角電圧刺激に対する第3作用の現われ方にずれがある。即ち誘導コイル実験に際して 0.2V と 0.3V とを選んだのは、比較的弱い効果と強い効果とを目的としたのであったが、後に直角電圧刺激において 0.2V を試みて

みると強い効果しか得られなかったもので、弱い効果を得るため 0.1V を用いたのである。従って両方の成績を合せ考えるときは、通流電圧の絶対値を考えずに、弱電圧と強電圧の場合として論じて差支ないのである。

さて両種刺激の総ての場合を通じて、除鞘神経の方が通常神経よりも閾値の低い事が見られる。既に III のその条下で述べた如く、Rössel⁸⁾ は交流刺激において上膜鞘除去は閾値を上昇せしめることを見たが、神山¹⁰⁾ は冷涼気候のとき露地で捕獲した cold frog において基電圧につき Rössel の如き成績を見、冬眠より覚して数日室温に飼養した warm frog においては除鞘があまり基電圧に差異を与えないことを観察した。私は神山のいう後の場合と同一の条件であるが、常に閾値は除鞘神経にて低かった。いま誘導コイル実験と直角電圧実験の夫々において、環境条件等の殊に同一に近いときの実験例10ずつにおける両者の閾値の平均値を第1表に示す。誘導コイル距離は直ちに閾値の定量的比率を示さないが、直角電圧はこの場合期間が約3/10秒であるから基電圧と見るべく、それにてここに見るが如き比率の差異を示すといふことができる。

第1表 通常及び除鞘両神経における閾値の差異

誘導コイル距離 (cm)		直角電圧電脈 (V)	
通常神経	除鞘神経	通常神経	除鞘神経
6.8	9.0	0.081	0.053

次にその閾値に対する通流作用の現われ方であるが、先ず順序に従って重合法における陰極通流を見る。III のA及びBのa-1における記述の如く、弱電圧の場合は通常、除鞘両神経にて余り著しい差異はなく、安藤⁵⁾ の見た一般の陰極効果(重合法)の経過を見るのである。然るに強電圧において通流期間中の、一旦最初下降した閾値が指数函数的に漸次上昇する経過が、除鞘神経にてはそのまま現われるに対し、通常神経では途中一定の時点より不規則な急激なる上昇が加わり、上昇経過は折れ目を示す。この折れ目は直角電圧刺激で殊に著しいが、誘導コイル刺激にてはこれを見るのが少くない。の

みならず安藤⁹⁾の成績においても、そのときはそれに言及されなかったが、その曲線を見ると強電圧通流にては明らかにこの折れ目が存在するのであって、除鞘しない通常の神経幹では強通流にてこれが現われるのは本来であったことを知るのである。そしてそれが除鞘神経には殆んど現われないことは注意すべきである。通常神経におけるこの閾値の急な上昇は、後に中断法陰極通流の成績を説く際の、不連続的変化の現われと見るべきものであろう。

重合法陽極通流においては、通流直後上昇した閾値が最初やや下降して後著しく下降せず、そのまま一定の高値を保ち、あるいは後やや上昇を示すという一般的の経過が、通常、除鞘両神経とも同様に現われる。通流電圧が強くても弱くても大体同様である。この通流陽極において、中断法によって明らかに観察される閾値の下降が、重合法によって現出しない事実の原因は、鈴木教授によればつぎの如く考えられている。即ち一般に重合法においては分極電位の存在のため、中断法で見られる第3作用による閾値変化が隠蔽されるのであるが、その隠蔽され方がまた第3作用によって陰陽両極において異なるのである。すなわち陰極通流にては第3作用として分極性が漸次減少するため、分極電位も漸減し、分極そのことによって起る閾値に対する電気緊張的影響は漸次少くなって、重合法にても中断法に見られる閾値上昇が著しく現われて来る。然るに陽極通流においては第3作用として分極性が漸次増大するため、分極電位は漸増し、分極そのことの閾値に及ぼす影響は減少せず、むしろ増加さえする。そして陽極性分極が存在するときは、電気刺激として陰性電位が加われば、陰極閉鎖刺激としてでなくして陽極開放刺激として働くこととなる。然るに陽極開放刺激は一般に陰極閉鎖刺激より著しく高い閾値を持つものである。重合法陽極通流においては閾値が下降せず、通流時間が進んでもその高位を保ち、更に上昇さえ示すは正にこのためである。そして従来通流中の閾値を検するには専ら重合法のみ行われたのであったが、その陽極

通流に際して上述の理由により閾値下降の認められなかったことが、鈴木、安藤及び宮田¹³⁾のいう如く、従来の文献にて陰極抑圧作用に対立する陽極第3作用の、容易に認められなかった重要な理由の1をなすのである。そしてこれがまた除鞘神経においても同様である事実は、緒論で述べた所の田崎⁶⁾が鈴木に対して、単一神経線維刺激においては第3作用に相当する閾値変化なしと主張せしめるに至った原因と考えられる。

次は中断法であるがその通流陰極作用については、通流電圧の大ならざるときは除鞘神経は通常神経と殆んど変らず、通流期間中の閾値上昇、通流開放後の同下降が見られる。しかしⅢのA及びBのb-1にて詳かに説いた如く、誘導コイル刺激にても直角電圧刺激にても

通常強電圧>通常弱電圧>除鞘強電圧>除鞘弱電圧

の順序にて、通流期間中の一定の時点にて不規則なる閾値の高まりが起り、多くその後は直線的な閾値上昇を示す。ときに他の変化もあってとにかくここに不連続な変化の生起を思わせるのである。そしてその現われ方が上の順序に従うことは、この不連続変化が通流電圧の大なるほど現われ易く、また一方神経上膜の存在はこれが表現を助けるか、またはこれの表現に与って力あることを見るのである。そして上に述べた如くこの中断法に見る閾値上昇が、重合法における強通流に際しての閾値の異常な上昇の原因をなすことは疑ない。この異常な閾値上昇は重合法のものと同様に中断法のものも、安藤⁹⁾の業績中にて強通流にて見えて居るもので、當時は注意されなかったのである。

この通流電圧の高いときに現われる閾値の異常上昇の原因は未だ明らかでないが、神経上膜の存在が著しくその現出を助長するところから見て、この結合組織体によって起される通流電圧への影響によることが最も大と考えられる。その意味で上膜鞘除去はこの場合も規則的に変化を現出せしむるに重要な方法であることを知るのである。しかし除鞘神経にても弱通流に

においてなおこの現象の現われ得ることは、除鞘がこれを除却するになお十分なる方法でないことを示唆するといえることができる。

中断法陽極通流にては、通流中閾値が一定の低値を保ち、通流開放後元に返る経過は、通常神経と除鞘神経とにて殆んど変らない。その変化の大きさも、同一通流電圧にて両種神経間に大差がない。ただ強通流にては弱通流におけるより下降の度は著しく大きい、格別の変化はない。誘導コイル刺激の際は上述の陰極通流にて見た如き、若干の不規則性が除鞘の有無、通流の強度に関し一定の順序に現われる事を述べたが、陰極の場合に比べれば程度はるかに弱く、直角電圧刺激ではそのことが見られない。従って或いは取上げるに足らない、強いて見出した関係とも見えるが、或いは誘導コイル刺激の方がこの不規則性が現われ易く、それは神経上膜の存否にて現出が条件づけられるとも見るべきかも知れない。

ここで考察を顧みて要点を挙げるならば、神経における直流通流第3作用が閾値に対して、重合法、中断法にて現わす影響は、誘導コイル刺激にても、直角電圧刺激にても、通流電圧の大ならざるときに現象は規則的で、安藤⁵⁾の論文にいう通りである。そしてこの限りにおいては除鞘神経にても通常神経においてと殆んど同様に現われる。しかし通流電圧が大となると、通常神経にては陰極通流に際し、中断法にても重合法にても、通流の中途において閾値が指数函数的よりは逸脱した不規則な上昇を示す。そしてこれは安藤の業績にてもこれを見るのであって、そのときは不問に付せられていた。そしてこの現われは神経上膜除去ということで著しく軽減されるのであって、従ってこの結合組織膜により通流電圧がある影響を受けることによって考えられ、上膜除去は現象を規則的に表現せしめる方法として推奨さるべきである。しかしこの方法も本現象を全くは除却するには至らず、恐らく田崎⁷⁾の髓鞘乾燥法が最もよき方法であるであろう。

また陽極通流による閾値の下降が中断法にて

美しく見られることは、除鞘神経も通常神経と同様であるが、重合法にて通流中に著しい下降を示さず、時に若干の上昇を示す事柄も除鞘通常両神経にて全く同様である。この事実は前述の如く、陽極第3作用のための陽性分極電位の漸増と、従って起る陽極開放刺激より説明されるが、これが従来陽極において閾値に対する第3作用が十分知られず、陰極における抑圧作用と反方向にて相対する作用として理解されるに至らなかった、重要な理由の1つであると共に、田崎をして単一線維にては第3作用に相当する閾値変化なしと速断せしめた理由をなすのでもある。

V. 総 括

1) 鈴木¹⁾の唱える直流通流第3作用の閾値に対する影響を、刺激陰極部位を神経上膜鞘除去の状態にした神経幹にて観察し、通常神経幹における所見と比較した。閾値変化は誘導コイル刺激と直角電脈(3/10秒)刺激と両方で同様の実験を行ったが、大体同様の結果を得た。

2) 平常時の閾値はいずれの刺激法においても、除鞘神経の方が通常神経よりも低く現われる(第1表)。

3) 通流電圧の弱いときは、重合法にても中断法にても、陰極通流、陽極通流両方の作用の現われ方は規則的で安藤⁵⁾の見た経過に従い、除鞘神経は通常神経と殆んど差異を示さない。

4) 通流電圧の強いときは陰極通流に際し、通常神経にて中断、重合両法において共に、通流の期間中の中途より閾値の異常な高まりを示す。これは安藤⁵⁾の成績にても見られる。除鞘神経ではその現われ方が著しく少ない。この不規則な変化は恐らく、神経を取巻く結合組織鞘なる形体によって通流電圧の受ける影響によると考えられる。

5) 陽極通流中断法に於いて、通流期間中著しく現われる閾値下降が、重合法では現われ難く、閾値が期間中高値に当まる事実は、通流電圧の強弱にかかわらず現われ、且つ除鞘神経でも通常神経と同様に現われる。これは従来何れ

の神経にても、陽極通流において第3作用に相当する閾値変化の知られなかった理由をなすと考えられる。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師鈴木正夫教授に深甚の感謝を捧げる。

文 献

- 1) 鈴木正夫 (1949) 要述生理学 東京 杏林書院
- 2) 坂本健次郎 (1944) 電気刺激強まり要素測定の一新法及び夫による直流通流の神経に於ける該要素に対する影響の観察 日本生理誌 9, 433
- 3) 鈴木正夫 (1948) 環境条件と生体興奮態度 日新医学 35, 192; Classification of the environmental conditions into two counteracting groups. Jap. J. Physiol. 1, 100 (1950); Eksciteblecode vivaĵoj kaj ĉirkaŭaj kondiĉoj. Medicina Revuo. 1, 10 (1951)
- 4) 鈴木正夫 (1955) 通流電極の作用について 日本生理誌 17, 223
- 5) 安藤 毅 (1952) 神経並に筋における直流通流電

極作用の研究 日本生理誌 1, 41

- 6) 田崎一二 (1948) 個人的交渉による
- 7) 田崎一二 (1944) 神経纖維の生理学 東京 河合商店
- 8) Rössel, W. (1943) Der Einfluss der Nervenhiillen auf die elektrolytische Polarisation und die Erregbarkeit des Froschischiadicus. Pflügers Arch. 246, 543
- 9) Rashbass, C. & W. A. H. Rushton (1949) The relation of structure to the spread of excitation in the frog's sciatic trunk. J. Physiol. 110, 110
- 10) 神山貞二 (1952) 神経の3刺激要素に関する研究 日本生理誌 14, 342
- 11) 田崎一二・坂口光洋 (1950) Electrical excitation of the nerve fiber. Part II. Excitation by exponentially increasing currents. Jap. J. Physiol. 1, 10
- 12) 鈴木正夫 (1932) Nutzzeitmessung bei exponential ansteigenden Strömen und ein Erklärungsversuch der Einschleichvorgänge. Pflügers Arch. 230, 363
- 13) 鈴木正夫・安藤 毅・宮田 誠 (1954) Effects of polarising electrodes on the threshold of nerve stimulation. Jap. J. Physiol. 4, 251

Resumo

La tria efiko de elektrodoj de trafliuga kurento, nomita kaj atentigita de Suzuki (1948), estas la efiko ĉe iom longa aŭ forta trafliigado de nervo, kaj elvokas ŝanĝojn de sojlo ĉe stimuliĝo apud ambaŭ elektrodoj tute malajn ol tiuj sub la elektrotonuso, kiu estis antaŭe pensata kiel la sola efiko de elektra trafliigado. Kiam Suzuki prezentis la ideon de la tria efiko, Tasaki asertis en persona komunikado, ke la unuopa nervofibro, studata per lia pontizolila metodo (1939), montras nenian ŝanĝon de sojlo en malaj direktoj ol tiu sub la elektrotonuso. Se tio estus vera, la tria efiko devus esti nur laŭŝajna ŝanĝo ne atribuebla al la nervofibro mem. Suzuki pensis tion grava, precipe en rilato kun la trovaĵoj de Rössel (1943) kaj Rashbass k. Rushton (1949), kaj ordonis al mi persekuti la ŝanĝojn de sojlo pro la longa trafliigado ĉe la nervotrunko senigita je la epineŭria ingo kaj kompari ilin kun ordinara nervo. Tamen laŭ la artikolo publikigita de Tasaki (1950) post lia alveturo eksterlanden, estas klare, ke li trovis ĉe unuopa nervofibro preskaŭ la saman trian efikon de trafliigado kiel Andô (1952) sub mi (en superpoza metodo). Tial la fundamenta problemo, ke la tria efiko estas la vera fenomeno ĉe nervofibro mem, estas jam solvita. Sed la komparo de aperado de la tria efiko inter seningita kaj ordinara nervotrunkoj estas sufiĉe interesa kaj devas indi raportata kiel sube.

En ĉiuj kazoj seninda kaj ordinara preparaĵoj el la sama rano estis komparataj. Kiel stimuloj estis uzataj induktora ŝoko (Fig. 2-5) kaj rektangula pulso (de daŭro de 3/10 sek.) (Fig. 6-9), tamen la rezultoj estis preskaŭ la samaj. La normalaj sojloj estis ĉiam malpli altaj ĉe seningita nervo ol ĉe l' ordinara (Tab. 1). Ĉe katoda trafliigado, ambaŭ ĉe induktora (Fig. 2) kaj pulsa (Fig. 6) stimuladoj en superpoza metodo, kaj ankaŭ en interrompa (Fig. 4 k. 8), oni vidas regulajn ŝanĝojn de sojlo kiel ĉe Andô ĉe ambaŭspecaj nervoj, se la trafliuga kurento estas malforta, sed okazas sub forta trafliigado subita plialtiĝo de sojlo ĉe la ordinara nervo ekde la mezo de trafliuga daŭro, kio tamen estas de tre malalta grado ĉe la seningita nervo. Ĉe anoda trafliigado okazas preskaŭ neniua diferenco en procezo de sojlsanĝo inter ambaŭ nervotrunkoj. La tipeca sojlsanĝo en interrompa metodo (Fig. 5 k. 9) estas egale maskita en superpoza (Fig. 3 k. 7), kio estas ĉefa kaŭzo, kial la tria efiko sur la sojlo sub la anodo estis, kontraŭ la katoda subpremo, longe ne rimarkita en la literaturo.

(Unua Sekcio de Fiziologia Instituto, Medicina Fakultato, Tiba Universitato)

腸 吸 収 の 条 件 反 射 612.38:612.386:612.833.81

Conditioned Reflex of the Intestinal Absorption

I. Formation and Extinction of the Conditioned Reflex

上 田 三 郎 (UEDA-Saburo)*

I. 緒 言

I. P. Pavlov によって創始された「条件反射」は各国に於いて研究され、我国に於いても林、本川、吉井等の研究室に於いて生理学領域に、又古武教室に於いて心理学領域に夫々多数の業績を発表している。然し条件反射の研究領域を緩慢なる反応を示す内臓器官に迄拡げていった K. M. Bykov の所謂大脳皮質内臓条件反射が我国に紹介されたのは第2次世界大戦後であり、従って我国に於いてはこの種の業績が発表される段階には未だ至っていない。

K. M. Bykov は腎機能の研究より始めて、その他内臓器官の生理的機能の複雑なる過程に対する大脳皮質の協同と調節、及び内臓器官内に生ずる衝撃の大脳皮質に対する意義等に就いて研究分野を拡充して行った¹⁾。著者は松本等¹⁾と共に、この領域の研究に着手し、先ず二十日鼠で行っている M. E. Lobashev³⁾等の方法に準じて白鼠を使用して腸吸収の条件反射の研究を始めたが、その実験方法に於いては、2, 3 改良を要する点があり、又成績に於いても若干異なる結果を得たので、ここに第1報として腸吸収の条件反射の「形成」と「消去」に就いて取纏めた成績を報告する。

II. 実 験 方 法

A. 実験動物: Lobashev 等は二十日鼠を無差別に使用している様であるが、実験条件の変動と対照との比較に於いて不適當である。著者は、一対の白鼠の雌雄より繁殖せる均一系を使用し、実験群としては同腹の仔を使用した。体重は100~250gのものを撰び、対照、実験群内では可及的同じ程度の体重の白鼠を撰んだ。

* 大阪大学医学部第2生理学教室

B. 強化法: 腸吸収の条件反射は無関刺激として松脂油、または電鈴と、無条件刺激として Ringer 氏液に溶かした10%の ethylalcohol の注腸の組合せによって作られた。アルコールの注腸によって白鼠の中で「酔い」の状態を呈するものは、除外した。アルコールは注射器の先端に注射針の代りに 7cm のゴム管をつけたものを用いて 2.0cc を30秒間に注腸したが、ゴム管の先端は大体大腸の中央附近に届いた。

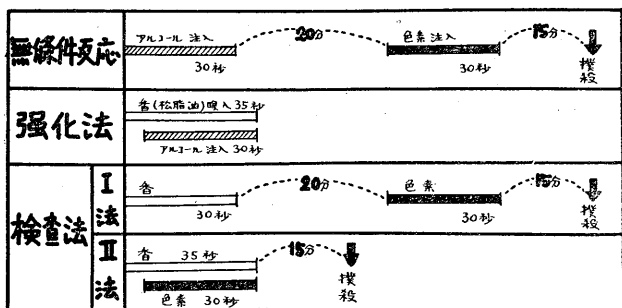
すべての場合に動物を実験者に馴らすことは条件反射研究の第1歩である。白鼠は手で掴まれる事に完全に馴化すると、注腸の際にも全然防禦的、逃避反射を示さなくなる。

条件刺激 (松脂油、電鈴) は常に無条件刺激に5秒間先行せしめ、注腸終了 (30秒) と同時に終る様にし、この組合せを以て1日1回強化を行った。

C. 検査法: 小腸の吸収力の判定は注腸せる色素中性赤の吸収量に依った。即ち検査当日には、0.05%中性赤 2.0cc をアルコールの代りに注腸した。その時条件刺激を先行せしめることは勿論であるが、この際色素を注腸する時期を変えて二種の検査法を行った (その比較は成績の項に述べる)。

強化及び検査法を図示すれば第1図のようになる。

色素注腸後15分を経て撲殺し、小腸部を概ね3分し、上部 (胃に近い)、中部、下部夫々の部分に於いて一様に染った一部 (約5cm) を切り取った。切取した腸片は切開して Rinegr 氏液で洗い、附着せる色素は濾紙に吸着させ、秤量後、その20倍量の酢酸エチルと共に、Potter-Elvehjem の homogenizer で homogenize し、さらに5倍量の40%三塩化酢酸を加えたる後、2000回10分遠心沈澱し、その上清液を可視部分



第1図 刺激の組合せ

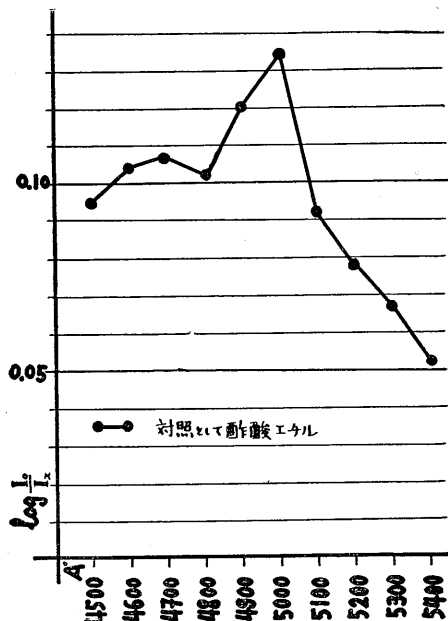
光光度計を以て対照（酢酸エチル）と比色した。即ち条件反射量は3部分の吸光度（E）の平均を以て定めた。至適波長としては第2図の結果より5000Åを用いた。

原法では硫酸アルコールを用いて色素の抽出を行っているが、濁濁の為、比色が不正確であり、又 Pulfrich の photometer を用いているので上記の改良法を用いた。

また検査前24時間は対照、実験群何れも絶食せしめ、当日検査前には指圧を加えて脱糞せしめ、糞による色素の通過障害を可及的に避けるようにした。

Ⅲ. 実験成績

A. 予備実験



第2図 至適波長（可視部分光光度計）

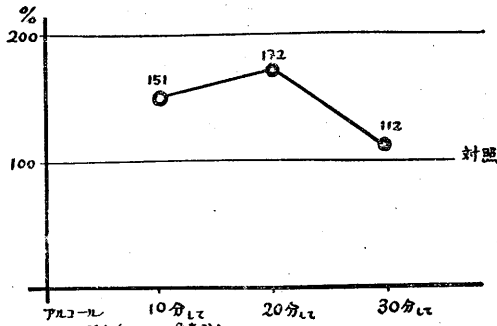
1. 無条件刺激の効果：10%アルコール注腸が無条件刺激たり得るか？即ち10%アルコール注腸によって腸管に於ける色素の吸収が異常に増大されるか？という事が先ず問題になる。その為の実験群の鼠にアルコール注腸後20分を経て中性赤を注腸し15分後上記方法によって小腸に於ける吸収量を測定した。尚蓄積作用の有無を検べるために、6日、13日、20日間アルコール連続注腸せる影響をも検討した。その結果は第1表の如くアルコールの注腸により色素の吸収量は約56%の増大を示し、明らかにアルコールは無条件刺激たり得るし、又アルコールの蓄積作用による吸収の増大は認められなかった。又注射の操作が条件刺激になっていないこともこの成績から明かである。

2. 無条件反応の時間的關係：アルコール注腸の腸吸収に及ぼす時間的關係を見るために、アルコール注腸後、10分、20分、30分後に中性赤を注腸し、何れも15分を経て動物を撲殺し、対照に対するその吸収量を比較した。第3図の如く、アルコール注腸後20分して中性赤を注腸せる例が最高の吸収量を示し、30分後になると殆んどその影響がなくなっている。

3. 条件反応の時間的關係：無条件反応の時間的關係より、前述の2種の検査法に就いての比較を行った。その結果は第2表の如く、13回強化後に於いては検査法（I）の場合の方が条

第1表 小腸吸収力に対するアルコールの影響

群	体重 (g)	アルコール注腸	色素の吸収量 (E/切取重量)	%	対照との差
1	121	ナシ	0.065	100	
	116	実験当日	0.119	183	+83
	123	実験当日	0.101	155	+55
1	179	ナシ	0.075	100	
	144	実験当日	0.107	143	+43
1	150	ナシ	0.065	100	
	129	実験当日	0.096	148	+48
2	249	実験前日迄連日6日 (当日ナシ)	0.077	113	+13
3	129	実験前日迄連日13日 (当日ナシ)	0.057	84	-16
4	113	実験前日迄連日20日 (当日ナシ)	0.067	98	-2



第3図 無条件反応の時間的關係

第2表 条件反応の時間的關係

強化 日数	検査法	条件刺激	体重平均 (g)	色素の吸収量 (E/切取重量)	色素の吸収量 体重100g	% 対照と の差
13日	I 法	ナシ	131	0.068	0.051	100
		松脂油	124	0.107	0.086	168 +68
	II 法	ナシ	224	0.108	0.048	100
		松脂油	213	0.146	0.069	144 +44
20日	I 法	ナシ	166	0.063	0.045	100
		松脂油	174	0.095	0.061	135 +35
	II 法	ナシ	201	0.081	0.040	100
		松脂油	182	0.106	0.058	145 +45

件反応量が高く、20回強化後に於ては殆んど大差なく僅かに検査法 (II) の方が高い傾向を示した。このことより条件反応の検査時にはすべて検査法 (I) によることにした。

B. 条件付け消去

前述の組合せによる強化法を6回行った後、7回目に検査を行った成績は第3表の如くであり吸収力の有意義な増加は認められなかった。即ち6回の強化では条件反応の形成は不充分であった。

所が13回の強化後に於いては、第4表の如く明らかに吸収力の増加が認められた。即ち13回の強化後には腸吸収の条件反応の形成は明らかである。この際電鈴を条件刺激とした際にも同様の結果が得られた。

20回の強化後に於いては、第5表の如く同様に吸収力の増加は有意義であるが、13回強化群に比して却って減少の傾向が認められた。

ここに注目すべき事は、強化13回後の第1群の成績である。即ち同腹の仔を夫々実験群として対照と比較したのであるが、同じ同腹の仔に於いてもこの様にその反応量が異なっていることである。しかしながらこの吸収量と体重との

関係を見ると、体重の多い動物程その条件反応量が大であることが分る。そこでこの反応量を体重100gに就いて観察してみると第4図の如く、体重に比例する傾向は尙認められるが、3者の差異は概ね平均された様相を示すに至っている。第6表の如くその他の実験群に於いても概ねこの傾向は認められた。此の点より考えて腸吸収の如く栄養に關係する条件反応に於いてはその成績の判定に対しては、同腹の仔のみならずその発育の程度に就いても考慮すべきであることを強調したい。

従って以上の成績及びその消去実験の結果を更に体重を基準として見直した際には第7表の如くなる。

C. 消去

以上の如く条件反応の形成は13回の強化後に確認され、又20

第3表 香に対する条件反射 (強化6日)

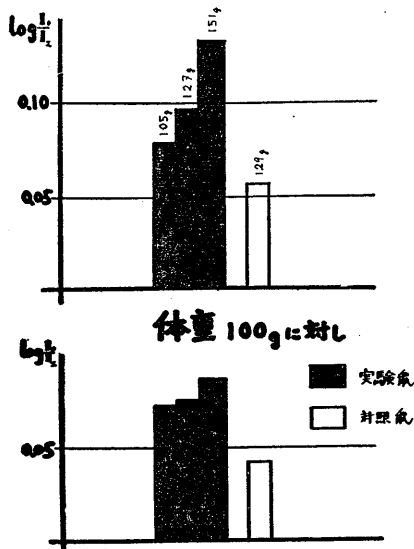
群	体 重	無条件刺激	条件 刺激	色素の吸収量 (E/切取重量)	% 対照と の差
1	141	10%アルコール	松脂油	0.098	112 +12
1	155	10%アルコール	ナシ	0.088	100
2	235	10%アルコール	松脂油	0.085	110 +10
2	249	10%アルコール	ナシ	0.077	100
3	133	10%アルコール	松脂油	0.104	98 - 2
3	156	10%アルコール	松脂油	0.097	91 - 9
3	122	10%アルコール	ナシ	0.106	100

第4表 香と音に対する条件反射 (強化13日)

群	体 重	無条件刺激	条件 刺激	色素の吸収量 (E/切取重量)	% 対照と の差
1	105	10%アルコール	松脂油	0.077	135 +35
1	127	10%アルコール	松脂油	0.097	170 +70
1	151	10%アルコール	松脂油	0.133	233 +133
1	129	10%アルコール	ナシ	0.057	100
2	140	10%アルコール	松脂油	0.126	153 +50
2	142	10%アルコール	ナシ	0.084	100
3	96	10%アルコール	電鈴	0.101	155 +55
3	121	10%アルコール	ナシ	0.065	100
4	126	10%アルコール	松脂油	0.129	112 +12
4	159	10%アルコール	ナシ	0.110	100

第5表 香に対する条件反射 (強化20日)

群	体 重	無条件刺激	条件 刺激	色素の吸収量 (E/切取重量)	% 対照と の差
1	119	10%アルコール	松脂油	0.096	143 +43
1	122	10%アルコール	松脂油	0.102	152 +52
1	113	10%アルコール	ナシ	0.067	100
2	220	10%アルコール	ナシ	0.065	100
2	228	10%アルコール	松脂油	0.090	136 +36



第4図 体重と腸吸収力

第6表 体重と腸吸収力

群	体重 g	色素の吸収量 (E/切取重量)	差	色素の吸収量 体重100g	差
1	105	0.077		0.073	
1	127	0.097	+0.020	0.077	+0.004
2	105	0.077		0.073	
2	151	0.133	+0.056	0.088	+0.015
3	189	0.139		0.074	
3	237	0.154	+0.035	0.065	-0.009
4	119	0.096		0.081	
4	122	0.102	+0.006	0.084	+0.003
5	221	0.122		0.055	
5	247	0.123	+0.001	0.050	-0.005
6	150	0.056		0.037	
6	179	0.075	+0.019	0.042	+0.005
7	183	0.077		0.042	
7	218	0.084	+0.007	0.038	-0.004

第7表 小腸吸収力/体重 100g

実験条件	体重平均 g	色素の吸収量 (E/切取重量)	%	対照との 差	色素の吸収量 体重100g	%	対照との 差
1 予備実験	128	0.106	156	+56	0.083	180	+80
対照	150	0.068	100		0.046	100	
2 強化6日	166	0.096	110	+10	0.058	118	+18
対照	175	0.087	100		0.049	100	
3 強化13日	124	0.107	157	+57	0.086	168	+68
対照	131	0.068	100		0.051	100	
4 強化20日	156	0.096	145	+45	0.061	152	+52
対照	166	0.066	100		0.040	100	
5 消去工作	148	0.094	104	+4	0.064	98	-2
対照	139	0.090	100		0.065	100	

回の強化後に於いても認められることを確認し得たので、さらにその消去実験を行った。即ち14回強化後、15回目よりはアルコールの代りにRinger 氏液を同様に注腸し、条件刺激を

第8表 香に対する条件反射の消去

群	体重	条件強化	消去工作	色素の吸収量 (E/切取重量)	%	対照との 差
1	140	13日	ナシ	0.126	150	+50
1	142	ナシ	ナシ	0.084	100	
1	160	14日	6日	0.099	117	+17
2	137	ナシ	ナシ	0.096	100	
2	145	14日	13日	0.091	95	-5
2	138	14日	6日	0.094	98	-2

件う所謂実験的消去を行った。その結果は第8表(第7表の5項参照)の如く6日間の消去工作で既に条件反応の消去は認められた。

VI. 考 察

上述の如く著者の実験方法に於いては次の3点に於いて原法と異なる。

1) 同腹の仔(白鼠)を一群としてその成績を比較検討した。

2) 中性赤の抽出には硫酸アルコールの代りに酢酸エチルと三塩化酢酸を用いた。

3) Pulfrich の photometer の代りに可視部分光光度計を用いた。

実験動物としては可及的条件を同一にすることの望ましいことは当然である。この点に於いて著者は純系とは言いがたいが一対の雌雄より繁殖せしめた均一系と言ひ得る動物を使用した。また Lobashev 等はアルコールの注腸後動物が麻酔状態(酔い)に入り、強化するにつれてこの状態に入る潜時が徐々に短縮し、且つ腸吸収の条件反応より遅いが矢張り条件反応が形成さ

れていると述べているが、著者はアルコールによる麻酔がさらに複合刺激となることを除外するために、「酔い」の状態を示す白鼠は除外するように努めた。Williams⁶⁾等によると白鼠には遺伝的個体差としてアルコール嗜好性のものと、然らざるものとあることが認められている。

色素中性赤の抽出には原法の硫酸アルコールを当初用いたが、肉眼的にも明らかに見られる着色順位が比色せる際には全く逆になる如き結果が屢々生じた。これは濁濁に依るものと思わ

れ、酢酸エチルと三塩化酢酸を用いた場合には斯の如き現象は見られなかった。又 Pulfrich の photometer の代りに可視部分光光度計を使用し、より精密を期した。

予備実験として無条件刺激 (10% アルコール注腸) の効果は Lobashev 等によれば 154.3% の増大を見ているが、著者では斯かる高値は得られず、最大 83% の増大であった。尙 Alexandrov⁵⁾ 等は同じく Lobashev 等の仕事を追試して、アルコール注腸後 20 分を経て中性赤を注腸し、さらに 7 分、15 分、後に断頭した例では却って増大が見られず、20 分後に於いて始めて約 35%、40 分後に於いて約 106% の増大を認めている。即ち色素注腸後 15 分の断頭では腸粘膜による色素の吸収は不充分であるとしている。しかし Alexandrov 等の実験方法は Lobashev 等と同じであり、著者の改良法に依る 56% の増大は妥当なものであらうと思う。又 Lobashev 等はアルコール注腸後 1 昼夜放置してアルコールの蓄積作用がないとしているが、1 昼夜の実験のみでは不充分であり、6 日、13 日、20 日と連続アルコールを注腸して始めて蓄積作用に関する結論が下されるものとする。著者の成績によれば 6 日間の連続注腸の結果は 13% の増加を見ているが原法に於いても約 12% は誤差範囲と見ている如く、この結果では有意義な増加とは見做し得ず従って、13 日、20 日間の連続注腸の成績と共にアルコールの蓄積作用による吸収の増加はこの場合無視出来るものとする。然してここに於いて始めて 14 日、21 日目の条件刺激のみによる色素吸収増加の成績は条件反射の「形成」を示すものと結論される。

Alexandrov 等は色素注腸後の成績の時間的変化に就いて検討しているが、著者は色素注腸後撲殺の時間は一定にしてアルコール注腸後色素注腸迄の時間の無条件反応に及ぼす影響に就いて検討を行った。その結果は第 3 図に示した如くアルコール注腸後 20 分が最高値を示している。即ちアルコール注腸の腸吸収促進作用は注腸後 20 分が最大であり、その前、特に後に於いては著明に減少する。このことより見てもアル

コールの蓄積作用は否定されるが、更に条件反応検査時の検査法 (I) が検査法 (II) よりその成績の高値なることは了解される。然し検査法 (I) の 20 日間の強化後の条件反応の成績が却って 13 日強化後の成績より減少している理由は Hilgard & Marquis⁸⁾ の “adaptation” Hull⁹⁾ の “reactive inhibition” 等に依って説明されるものかも知れないが、Lobashev 等の成績では斯かる成績は認められていない。著者はアルコールの効果の時間的關係と条件反応形成に随って潜時の短縮するという 2 つの因子を考える事により説明され得ると考えている。アルコールの最大効果の時間が 20 分より短くなっており、即ち adaptation 又は reactive inhibition には反対の考えであるが、21 日目の検査時の時間は既に減少の傾向に入った時間に検査したことによってこの様な成績を生じたと解釈する。

条件反応の形成時にその条件反応量が同腹の仔に於いても体重に比例して異なることは興味あることと思う。大脳皮質性影響による腸吸収の増大と体重の増加、この二者の關係に於いて何れが「因」であり何れが「果」であるかは断定し難いが、体重の増加に及ぼす大きな因子として消化管に於ける消化と吸収を考えた際には大脳皮質と内臓の關係は更に大脳皮質と栄養との關係に逆発展される様である。又無条件反応量に就いても同様のことが云える (第 6 表 6, 7 群参照)。

消去に関しては型の如く実験的消去を行うことによって概ね Lobashev 等の成績と同様に既に 6 日間の消去工作で認められた。

以上に依って大脳皮質内臓条件反射の 1 例として腸吸収力に対する条件反射の「形成」と「消去」は確認されたが、その形成機構に関する解釈に就いては Bykov, Kurzin¹⁰⁾, Eccles¹¹⁾ 等も述べているが未だ Paylov 理論の推測領域を脱していない。

V. 結 論

大脳皮質—内臓条件反射の手始めとして、Physiological J. USSR 所載の Lobashev 等の二

十日鼠の腸吸収に関する条件反射の業績を白鼠を用いて追試し、その実験方法に於いて2, 3改良し、又彼等と若干異なる成績を得た。

1) 次の諸点に於いて原法と異なる。

a) 同腹の白鼠の仔を一群としてその成績を比較検討した。

b) 中性赤の抽出には硫酸アルコールの代りに酢酸エチルと三塩化酢酸を用いた。

c) Pulfrich の photometer の代りに可視部分光光度計を用いた。

2) 無条件刺激としては10%エチルアルコールの注腸、条件刺激としては松脂油の嗅入、及び電鈴を聞かせた。検査時にはアルコールの代りに中性赤を注腸し、撲殺後小腸切片の色素吸収量を吸光度を以て表わし対照と比較した。強化工作又は消去工作は1日1回に定めた。

3) アルコール注腸に依る無条件反射性の色素吸収量の増大は56%であった。

4) 6日, 13日, 20日と連続アルコール注腸を行ったが、蓄積作用は認められなかった。

5) 条件反射は13日, 20日強化後に認められた。その最大量は+133%であった。又その消去は6日間の消去工作後に認められた。

6) 無条件反射量はアルコール注腸後20分に於いて最高値を示し、その前、特に後に於いて著明に減少した。

7) 同腹の仔に於いても条件反射量はその体

重の大なるもの程大であった。その意義について考察した。

終りに御懇篤なる御指導、御校閲を賜った吉井教授並びに本研究に終始御指導御鞭撻を蒙り、御校閲を賜った松本助教授に対し深謝の意を表します。

文 献

- 1) Bykov, K. M. (1954) Kora golovnogo mozga i vnutrennie organy. 6, Gos. Izd. Moskva
- 2) 松本淳治・清野茂博・上田三郎・小池 淳 (1956) 大脳皮質内臓条件反射に就いて 医学評論 通巻15号 10-15
- 3) Lobashev, M. E. & V. B. Savvateev (1952) Uslovnorefleksnoye izmeneniye sorbtsionnykh svoystv protoplazmy epiteliyalnykh kletok kishchechnika. *Physiol. J. USSR* 38, 444
- 4) Williams, Roger J., L. Joe. Berry & Ernst Beerstecher, Jr. (1949) Biochemical individuality. III. Genetotropic factor in the etiology of elcoholism. *Arch. Biochem.* 23, 275
- 5) Alexandrov, V. YA. & V. P. Paribok (1954) Vliyaniye alkoholino narkoza na vsasivaniye krasitelya iz kishchenika. *Physiol. J. USSR* 40, 466
- 6) Hilgard, E. R. & D. G. Marquis (1940) Conditioning and Learning. 429, D. Appleton-Century Co. Inc., New York, N. Y.
- 7) Hull, C. L. (1943) Principles of behavior. 422, D. Appleton-Century, Co. Inc., New York, N. Y.
- 8) Kurzin, I. I. (1953) Normale und pathologische kortiko-viszerale Wechselbeziehung. 59, Pawlow-Tagung, Web Verlag Volk und Gesundheit, Berlin.
- 9) Eccles, J. C. (1953) The neurophysiological basis of mind. 216, Oxford at the Clarendon Press.

Summary

As a clue to throw light on the conditioned reflex of the corticovisceral system, the report of Lobashev et al. on conditioned absorption from the intestinal tract in the mouse, published in the *Physiol. J. USSR*, has been examined by the author in rats with some improvements in the experimental technique, and the following results, somewhat different from those of Lobashev et al., have been obtained.

1 : The experimental technique differs from that of Lobashev et al. in that :

a) A litter of white rats were distinguished as a group and the results on one group are compared to those of the other groups.

b) Ethylacetate and trichloroacetic acid, instead of their sulphuric acid, were used for the extraction of neutral red.

c) Their Pulfrich's photometer was replaced here with a photoelectric colorimeter.

2 : The unconditioned stimulus consisted of an injection per anum of 10 per cent ethyl

alcohol, and the conditioned stimulus, of the smell of turpentine oil or, in some instances, of the ring of a bell. When the conditioned response was to be examined, neutral red solution, instead of alcohol, was poured into the intestine. After the animal was killed with a blow, the amount of the dye absorbed in the homogenized section of small intestine was measured photoelectrically and the ratio of it to the control experimental value was calculated. The procedure of reinforcing as well as extinguishing the conditioned reflex was given once a day.

3 : Absorption of the dye increased unconditionedly by 56 per cent by the enema of alcohol.

4 : Despite the six, thirteen and twenty consecutive days of alcohol injection, any cumulative effects of it did not develop.

5 : Conditioned reflex absorption was established after thirteen and twenty days of reinforcement, and the maximum rate of increase in the amount of dye absorbed was as much as 133 per cent. Experimental extinction took six days to prove successful.

6 : The magnitude of the conditioned response varied with the body weight of the animal even when they belonged to one and the same group, and the significance of this fact has been discussed.

(2nd Physiol. Lab., Osaka Univ. School of Medicine)

骨格筋活動に対する呼吸中枢の影響 612.741.1:612.282/3

Influence of the Respiratory Center on the Movements of Skeletal Muscles

堀 内 冷 (HORIUCHI-Kiyoshi) *

I. 緒 言

個人競技, 例えば相撲や剣道で「相手の呼吸をはかる」という言葉がある。これは経験的に呼吸活動と骨格筋活動との相関を知っていたのであろうと思われるが, それ以外にこの点に関して科学的な研究の存在を著者は知らない。著者は筋電図を用いて行った疲労実験に於いて¹⁾, 四肢筋の間代性運動, 或いは持続性収縮時の筋放電の振巾に呼吸性動揺が出現することを認めた。この骨格筋活動と呼吸活動との相関は血液変化による影響でなく, 多分脳幹網様系を介する相互の中枢の間に於ける干渉によるのであると考え, 次の実験を行った。

II. 実験方法

1) 人を被験者として, 利手の二頭膊筋, 三頭膊筋及び項耳筋より1/4注射針の双極針電極で筋電図を誘導した。増巾器はC-R結合, 3段(総合時定数 0.017秒)で, これを横河式電磁オシログラフにつなぎ記録した。また必要に応じて三栄式13型8誘導の脳波記録装置をも利用した。後者は主として経済的な理由で長時間連続記録するのに用いた。被験者には吸息中, 吸息後, 呼息中, 及び呼息後の間代性運動並びに持続性収縮を行わせた。時には筋電図をさらに筋電図面積計算装置で積分した。本装置は初めInmanら²⁾の考察したものを自家作製したが, 九大整形外科で考案されたもの³⁾の方が便利であるので後には後者の型のものを自家作製して使用した。

2) 実験的には家兎を用いて肢筋に他動的に間代性収縮を起させ, 又は伸展反射を利用して持続性収縮を起させた。又末梢趾尖部を, 或いは皮質を電氣的に等間隔で連続的に刺激して間

代性運動を行わせた。同時に呼吸運動をも記録して, 肢筋活動と呼吸活動との相関を追求した。この実験に使用した家兎は全て気管カニューレ挿入の下に呼吸曲線を同時に記録観察した。

III. 実験成績

1. 人に於ける観察

i) 人に於ける二頭膊筋, 三頭膊筋及び項耳筋につき吸息中, 吸息後, 呼息中, 呼息後の4状態に於いて間代性運動を行わせた時の放電量を比較すれば吸息中の単位時間の放電量が最大であった(第1, 2図)。

項耳筋に於いては吸息中, 及び呼息中に間代性収縮を行わすことは困難であったので吸息性及び呼息性呼吸停止状態でを行った。

ii) 持続性収縮の場合は呼息中の単位時間の放電量が最大である(第2図)。実験初期にはこれに反することがあっても回を重ねるとこの様になる。即ちこれを動作に先行する抑制機構⁴⁾が影響しているか, 著者ら⁵⁾⁻⁸⁾が既に報告した如き初期興奮が原因になって現象を乱しているものであろうと思われる。伸筋と屈筋とでは両者の間に放電量の差は認められなかった。

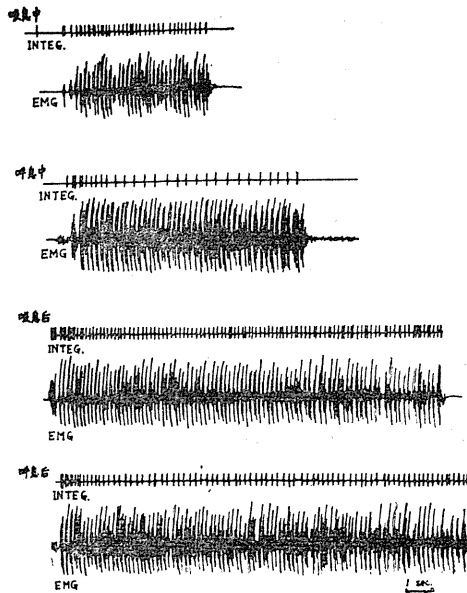
2) 家兎に於ける観察

i) 次に実験的にこれを確めるために家兎を用いて他動的に間代性収縮を行わせて吸息期と呼息期に於ける単位時間の放電量を計算すると吸息期の放電の方が大であった(第1表)。

ii) また伸展刺激により肢筋の反射的な持続性収縮を行わせると第2表の如く呼息期の方が大となる(第2表)。家兎では人の如く吸息性停止, 呼息性停止期の実験は不可能である。

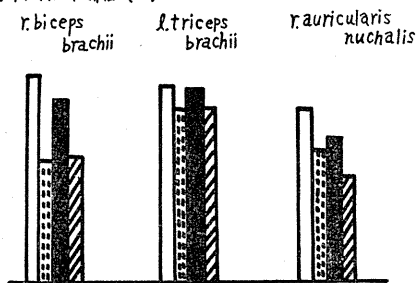
iii) 末梢部を電氣的に頻回刺激して人に於ける場合と同様に逃避反射性の間代性運動を行わせると, この場合の放電量は矢張り吸息期が大であり持続性収縮時は呼息期が大である。

* 大阪大学医学部第2生理学教室 (吉井教授)

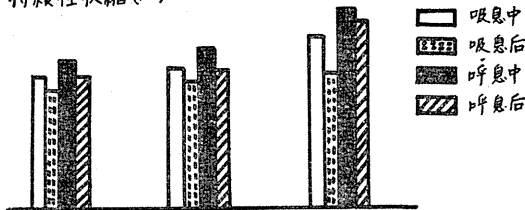


第1図 間代性運動

間代性収縮 (人)



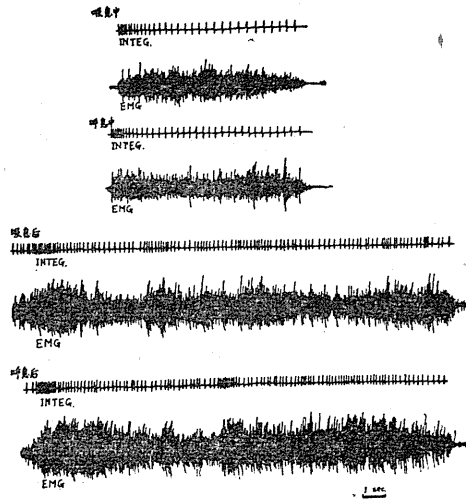
持続性収縮 (人)



第2図

第1表 他動的間代性収縮

吸	息	呼	息	吸放 息電 期	呼放 息電 期
integ. の 放電数	時間 (秒)	integ. の 放電数	時間 (秒)		
76	11.88	99	14.33		0.923
49	7.23	54	7.87		0.988
40	7.54	36	6.86		1.011
59	12.30	64	13.60		1.023
62	9.4	63	9.93		1.036
44	8.75	43	8.99		1.05
71	15.98	67	16.08		1.066
19	7.64	14	6.20		1.1
90	12.2	106	14.99		1.41



持続性収縮

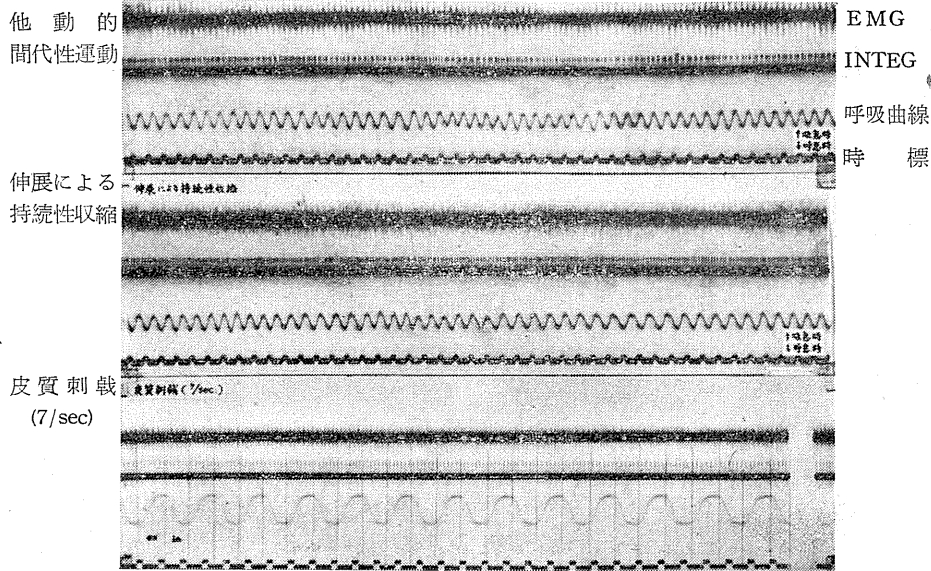
第2表 伸展による持続性収縮

吸	息	呼	息	吸放 息電 期	呼放 息電 期
integ. の 放電数	時間 (秒)	integ. の 放電数	時間 (秒)		
25	4.06	27	4.11		0.848
15	4.78	20	5.67		0.891
121	13.33	142	14.83		0.95
44	3.74	49	3.36		0.951
65	4.37	66	4.39		0.984
81	9.33	84	8.89		0.985
69	7.7	53	6.4		1.08

iv) 家兎の皮質を電氣的に刺戟すると刺戟頻度が多いとき、すなわち 7/sec 位では肢筋は持続性収縮になり、この際には吸息期の単位時間の放電量の方が大となった (第3表). 刺戟頻度が 1/sec では呼吸リズムは動物が呼吸を調節して刺戟頻度に一致さすようになり、このような状態では呼息期に四肢の筋放電が現われるように呼吸する。

3) 項耳筋放電の同周期性

項耳筋で持続性収縮を行っている際、疲労してくると呼吸停止中であるのに拘らず一定の間隔をおいて振巾の大きい放電群がしばしばみられる。この週周期性から見れば吸息期が呼息期の何かと一致している様に思えるが被験者は呼吸を停止しているので何れとも決定する事は出来ないが、上述の成績から考えると吸息期と一

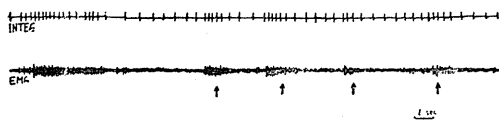


第3図

第3表 皮質刺激 (7/sec) による腓腹筋放電

吸		呼		吸放 息電 期 / 呼 息電 期
integ. の 放電数	時間 (秒)	integ. の 放電数	時間 (秒)	
106	8.83	116	9.64	0.98
64	7.6	68	8.23	1.018
79	6.64	83	7.14	1.02
87	8.86	94	10.3	1.076
74	7.32	66	7.48	1.146
77	6.76	78	7.65	1.117

右項耳筋 持続性収縮(運動)の自発性放電



第4図

致しているものと思われる。即ち被検者は意志的に呼吸を停止しているが、吸息中枢の活動はより興奮が筋中枢に拡張し、項耳筋の収縮が同期性に増強されるのであろう。又疲労すると間代性運動、或いは持続性収縮後の休止期に於いて、自発性に放電 burst が、ある間隔をおいて出現する。いわば之は後発放電 afterdischarge であるが、この後発性小放電が大きくなる時は明らかに吸息期に一致している。このような後発放電は数秒乃至十数秒前後で消失する (第4図)。

IV. 考 察

既に著者が報告した如く¹⁾、疲労時の筋放電に呼吸性動揺が出現することは、呼吸性血液変化が疲労によって敏感になった運動中枢に影響したものではない。

人に予め時に注意を与えることなしに運動を命じる時は間代性運動は吸息中又は吸息後の呼吸停止より始めており、又持続性収縮の場合は先ず吸息したる後、次の呼息を始める時から持続性の筋収縮を行っている事は、吾々が日常無意識に実行している所である。これを筋電図面積計算装置によってその放電量を記録し、呼吸各期に於いて比較すれば上述の成績に等しく吸息中はその活動が最も著明であるとの結果を得た。家兎の実験に於いて述べた如く、皮質連続刺激により、たとえ筋が持続性収縮を行っている如き外観を呈する時と雖も、人に於ける場合の如く吸息期の方がより大きい筋活動を行っていることが認められ、また刺激頻度が少い時は、動物は自分の呼吸を変調して、呼息期に筋収縮が現われる如くすることを認めた。更に興味ある事は項耳筋活動の呼吸性動揺の存在である。これ等の肢筋活動の変化は明らかに呼吸性血液変化によるものではなく、呼吸中枢特に間

代性運動には吸息中枢、持続性収縮には呼息中枢の活動が脳幹網様系を介して筋緊張の中枢に影響するのではない。即ち、間代性運動の如く錐体路、錐体外路の活動の他に皮質と脳幹との間にある制止性機構の活動を必要とする場合は網様系の中に吸息中枢の自発性興奮が覚醒状態を維持し、明確な分化過程を可能にするのであろう。そして持続性収縮の如く、主として錐体外路の活動による場合は反覚醒的な中枢状態の方がより好都合なのであろう。随意支配の最も遅れている項耳筋は、吸息後、呼息後には間代性運動並びに持続性収縮が出来るが、余程の熟達者を除き1回の吸息中に数回の間代性運動を行うことは出来ない。強いて行うならば吸息中に1回収縮出来る。即ち吸息毎に1回運動することは可能であるが、呼息中に収縮を行うことは不可能である。このことも呼吸中枢と最も訓練の不十分な随意筋の運動中枢が網様系に於いて互に影響し合う時は吸息中枢の興奮が皮質運動中枢へ拡張する必然の存在を示唆するものである。

Adrian¹¹⁾, Moruzzi⁹⁾¹⁰⁾等及び教室の岡崎¹²⁾によって吉井教授の所謂 rapid spindle が嗅球に出現する機構が研究されている。即ち吸息中の気流が鼻孔を通して嗅粘膜を刺激し、嗅球にこのような特殊な脳波を発生するのであるが、このような脳波が如何なる生理学的有用性を發揮しているのか判らない。著者は肢筋運動の呼吸性動揺を呼吸中枢が脳幹網様系を介して間脳及び皮質に干渉するだろう機構を以て説明したが、若し上述の嗅球活動が網様系を通じて(網様系の刺激が嗅球脳波に影響することはMoruzzi等や岡崎により証明されている)皮質及び間脳に干渉することもあるかも知れない。本論文に於ける動物実験の場合は気管カニューレを挿入してあるから、この種の影響は一応余さうが、人に於ける観察では当然この事を考えに入れておかねばならないであろう。

V. 総 括

随意筋の間代性運動ならびに持続性収縮と呼

吸活動との相関を知るため、人に於いて二頭膊筋、三頭膊筋及び項耳筋につき吸息中、吸息性呼吸停止中、呼息中及び呼息性呼吸停止中の筋収縮時の単位時間中の放電量を筋電図面積計算装置を用いて比較した。

1) 間代性運動時の単位時間の放電量は吸息中が最大であり、次は呼息中である。又持続性収縮時は呼息中が最大であり、次いで吸息中であつた。

2) 家兎に於いては、他動的に間代性収縮を行い、或いは伸展による持続性収縮を行わせると前者は吸息期、後者は呼息期の単位時間中の筋放電量が大きくなった。又末梢を電氣的に刺激して人の間代性運動と同様の運動を行わせると放電量は吸息期の放電量が大きく、持続性収縮時は呼息期の方が大である。

3) 家兎の皮質を電氣的に刺激すると刺激頻度が 7/sec 位では肢筋は持続性収縮の外観を呈するが、単位時間の放電量は吸息期が大であり、1/sec では呼吸を調節して呼吸リズムと刺激頻度を一致させ、且つ呼息期に一致して筋放電が発生するようにする。

4) 項耳筋の持続性収縮中、疲労してくると放電の振巾が一定の間隔をおいて大きくなる。多分吸息中枢の興奮の拡張によるものであろう。又収縮後の休止期にも自発性の放電 burst が出現する。これは明らかに吸息期と一致している。

5) 肢筋活動の呼吸性動揺の原因は呼吸中枢の活動が脳幹網様系を介して運動中枢に影響することによると考察した。但し呼吸気流が嗅粘膜、嗅球を介して網様系を刺激する可能性の存否については未だ確定的でない。

擱筆するに当り終始御指導を蒙り、御校閲を賜った吉井直三郎教授に深謝します。

文 献

- 1) 堀内 洽 (1956) 疲労と筋電図 日本生理誌 18, 402
- 2) Inman, V. T. et al. (1952) Relation of human electromyogram to muscular tension. EEG Clin. Neurophysiol. 4, 184
- 3) 天兒民和・太田良史 (1954) 筋電図-その臨床的応

- 用 永井書店 239頁
- 4) 猪飼道夫 (1955) 動作に先行する抑制機構 日本生理誌 17, 292
 - 5) 堀内 玲 (1951) 疲労と脳波 日本生理誌 13, 505
 - 6) 吉井直三郎 (1944) 時間錯誤より見たる疲労の研究 (第1報) 日本生理誌 9, 793
 - 7) 吉井直三郎 (1947) 時間評価の錯誤より見たる睡眠前期の大脳皮質状態について 心理 1, 153
 - 8) Knowlton, G. C., R. L. Bennett and R. Mc Clure (1951) Electromyography of fatigue. Arch. Physical Med. 32, 648
 - 9) Arduini, A. and G. Moruzzi (1953) Sensory and thalamic synchronization in the olfactory bulb. EEG Clin. Neurophysiol. 5, 235
 - 10) Arduini, A. and G. Moruzzi (1953) Olfactory arousal reactions in the "Cerveau Isolé" cat. EEG Clin. Neurophysiol. 5, 243
 - 11) Adrian, E. D. (1942) Olfactory reactions in the brain of the hedgehog J. Physiol. 100, 459
 - 12) 岡崎欣一: (未発表)

Summary

The present investigation has been made in an attempt to clarify the interrelation of the respiratory activity to the clonic movements and tonic contractions of voluntary muscles. An integrative measurement apparatus was used to compare the amount of discharges per unit time during contractions of mm. biceps brachii, triceps brachii or auricularis nuchalis of man made during inspiration, inspiratory breath-holding, expiration and expiratory breath-holding.

1) The amount of discharges per unit time of muscles during clonic movements was found to be maximum during inspirium and is next to this during expirium, while that of tonic contraction was maximum during expiration, and to a lesser degree during inspiration.

2) When passive clonic movements were induced the rabbit muscle showed an increase in the amount of discharges during inspiration but when tonic contraction was passively induced an increase in the amount of discharges was seen during expiration. When clonic movements like those of man was induced through electrical stimulation of peripheral nerves, the amount of the unit-time discharges was largest during inspiration, while it was maximum during expiration in case of tonic contraction.

3) When the cerebral cortex of a rabbit was electrically stimulated, its limb muscles showed an appearance of tonic contraction at a stimulation frequency of 7 per second, and the amount of unit-time discharges was more prominent during inspiration than during expiration. At a frequency of 1 per second, there was a regulation of respiration to be seen, the respiratory rhythm coinciding with that of the stimulation, and the muscular discharges occurred simultaneously with respiration.

4) When the auricularis nuchalis muscle was fatigued during tonic contraction, recurrent wax and wane in amplitude of the discharges were observed at an interval. This is probably due to the generalization of excitation of the respiratory center. Discharges could be seen in bursts during the resting period following continuous contraction of the same muscle and they coincided exactly with inspiration.

5) The respiratory fluctuations of limb muscle movements was attributed to the activity of the respiratory center which, via the brain stem reticular system, has influence over motor centers. That the air stream passing through the nostril stimulates the reticular system via the olfactory mucous membrane and olfactory bulbs is also plausible but not yet ascertained.

(2nd Department of Physiology, Osaka University Medical School)

諸種無機 Na 塩溶液に於ける塩縮に就いて 612.741.15

The Spontaneous Contraction of Excised Toad's Muscle in Various Isotonic Sodium Solutions

牟 田 信 大 (MUDA-Nobuhiro) *

I. 緒 言

1905年 Garry¹⁾ 及び Loeb²⁾ は冷血動物の骨格筋の各種 Na 塩溶液に浸漬した際にリズムある攣縮が起こることを見てその原因を是等の塩類が Ca イオンを沈澱せしめる性質があることに帰している。

Na 塩としては蓚酸 Na, 磷酸 Na, 重磷酸 Na, 炭酸 Na, 重炭酸 Na, 硫酸 Na, 弗化 Na, 枸橼酸 Na, 醋酸 Na, 琥珀酸 Na, 及び酒石酸 Na 等を調べて居るが著者は今諸種無機 Na 塩に限り取りあげて、各々その等滲透圧の溶液をつくり、塩縮（以下 S. C. で表わす）の経過を研究しようとした。

著者⁶⁾ は NaCl 溶液について、S. C. は一定時間の後に停止するが（第一次 S. C.）それは筋が収縮性を失ったのではなく、これを同じ新しい NaCl 溶液に移すと又 S. C. を開始する事を認め之を第二次 S. C. と称する事にした。諸種無機 Na 塩は果して凡て第二次 S. C. を起すか、又各々その S. C. 時間はどの位か、以下其の実験を述べる。

II. 実験方法及び其の成績

実験 1

実験方法：実験材料は中等大の牛蛙の縫工筋、半腱様筋、前脛骨筋等を用いた。各種無機 Na 塩の等滲透圧の濃度は文献²⁾³⁾⁴⁾ によって氷点降下度より、 $4-0.41^{\circ}\text{C}$ の濃度を求めた。

上述の筋を 1 箇宛 15cc の遠沈管内の各種無機 Na 塩等滲透圧溶液 10cc 中に投入し、試験管に栓をなし、 $18-21^{\circ}\text{C}$ の水槽中に静置して S. C. を起す潜伏時間及び S. C. 時間を測定する。時間は30分以上のものは10分毎に、30分以

下のものは1分毎に、1分以下のものは秒単位で測定した。S. C. が停止したか否かは試験管を振って S. C. を起さぬものは更に10分間試験管を静置し其の間に S. C. の起らぬ場合 S. C. が停止した時間に溯って S. C. 時間とした。上記の第一次 S. C. の停止したことを確認してから即ち S. C. が停止してから10分後に新鮮な同一液に該筋を移して第二次 S. C. の有無を検した。尚1回の実験には 2~3 種の各種無機 Na 塩溶液を用いて行い其の際必ず等圧 NaCl 溶液をも同時に用いて実験し対照とした。又蛙の箇体差及び筋の種類による差を考慮するために第1表の如き組合せをとり実験を行い其の平均値を求めた、即ち1つの化学物質に対して凡ての筋種が含まれている事になっているから、其の平均値は或る代表の値と視る事が出来る。

実験成績：各種無機 Na 塩に於ける S. C. 時間、潜伏時間、第二次 S. C. の有無を第1表に纏めれば第2表の如くなる。数値は6例若くは12例の平均値である。実験は主として夏季（6~7月）に行ったが念のため秋（10~11月）にも行って成績を括弧内に附記してある。NaCl 溶液は凡て対照実験として記載した。表は物質の種類によらず S. C. 時間の順序にまとめた。

実験 2

実験方法：実験1と同様に牛蛙の骨格筋1箇宛を各種無機 Na 塩等滲透圧溶液 10cc 中に投入して室温で S. C. を起こさせる。これに 0.1cc ビベットから 1%CaCl₂ を加えて S. C. を抑制する CaCl₂ の濃度を求めた。この際1回毎に CaCl₂ の濃度が 0.01~0.02~0.03% と1回毎に 0.01% づつ上昇させて其の都度1分間観察して S. C. を抑制する CaCl₂ の臨界抑制濃度を測定した。ただし此の際臨界濃度附近までは急速に CaCl₂ を加えて置いてしかるのち其の濃度を確

* 慶応義塾大学医学部生理学教室

第1表 等圧無機 Na 塩溶液中に於ける塩縮時間の1例

使動物	筋 名	液名	塩 縮 時 間 (分)			
			NaH ₂ PO ₄	Na ₂ HPO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl
I	1 縫工筋		1) 16			
	2 縫工筋		2) 70			
	3 半腱様筋			3) 340		
	4 半腱様筋				4) 370	
	5 前脛骨筋				5) 320	
	6 前脛骨筋		6) 20			
II	1 縫工筋					1) 180
	2 縫工筋		2) 29			
	3 半腱様筋		3) 110			
	4 半腱様筋			4) 460		
	5 前脛骨筋		5) 60			
	6 前脛骨筋			6) 160		
III	1 縫工筋			1) 170		
	2 縫工筋			2) 330		
	3 半腱様筋				3) 470	
	4 半腱様筋		4) 80			
	5 前脛骨筋		5) 70			
	6 前脛骨筋		6) 70			
IV	1 縫工筋				1) 400	
	2 縫工筋				2) 290	
	3 半腱様筋		3) 25			
	4 半腱様筋		4) 90			
	5 前脛骨筋			5) 140		
	6 前脛骨筋				6) 140	
平 均			30	100	310	300

括弧内の数字は使用筋名を示す。

第2表 諸種等圧無機 Na 塩溶液中に於ける塩縮時間 (分)

Na 塩	等圧濃度 (%)	pH 大約	室温 (°C)	水槽温度 (°C)	平均塩縮時間 (分)	対照0.7%NaCl 溶液中の平均塩縮時間 (分)	潜伏 (秒)	第2塩縮
NaBr	1.2	5.8	28~32	18~20	540	370	<1	+
NaI	1.8	5.6	28~32	18~20	410	370	<1	+
NaNO ₃	1.0	5.6	28~32	18~20	490	510	<1	+
Na ₂ SO ₄	1.3	5.6	23~32 (9)	18~20 (18)	320 (270)	360 (320)	1~2	+
NaHCO ₃	0.9	8.0	18~20	18~20	200	510	<1	+
Na ₂ HPO ₄	1.3	8.2	28~32 (9)	18~20 (18)	110 (100)	360 (320)	<1	十時に一
Na ₂ SO ₃	1.1	9.2	29~32	18~21	110	320	<1	十時に一
NaH ₂ PO ₄	1.4	5.6	28~32 (9)	18~20 (18)	50	360 (320)	<1	-
Na ₂ CO ₃	1.3	11.	29~32	18~21	17	320	<1	-
NaF	0.5	6.4	28~32	18~21	10	370	<1	-
Na ₃ PO ₄	1.1	9.6以上	30	21	3		<1	-
NaHSO ₃	1.0	5.4	30	21	3		<1	-
NaNO ₂	1.0	6.4	30	21	3		<1	-

註 1. 等圧濃度は結晶水を含まず。2. 括弧内数字は秋季の成績其他は夏季の成績。3. <1は1秒以下を示す。

定した。

実験成績：第3表にその結果を掲げたが、其のうち NaNO₃ 溶液のみは 0.02~0.04% 程度の CaCl₂ の濃度で S. C. を抑制し得たが他の諸種無機 Na 塩等圧溶液では孰れも 0.1% 以上の濃度を要した。但し等圧 NaCl 溶液中では 0.02%

程度の CaCl₂ で S. C. を抑制することは衆知の事実であり、また NaBr 及び NaJ の等圧溶液中の S. C. は同程度の CaCl₂ で抑制し得る事は已に鎮川⁷⁾ が認めて居る。

上記の方法で S. C. を抑制した筋を新しい同一の溶液に移すとまた新しく S. C. を開始するものと然らざるものがある。開始するものを第二次塩縮を有すると呼ぶと、これに属するものは NaCl, NaBr, NaNO₃, Na₂SO₄, NaHCO₃, Na₂HPO₄, Na₂SO₃ 等であり、また第二次 S. C. を持たぬものは NaH₂PO₄, Na₂CO₃, NaF, Na₃PO₄, NaHSO₃ 及び NaNO₂ 等である。是等の第二次塩縮の成績は第2表に示したそれと一致する事が判った。

III. 総括並びに考察

1) 夏季と秋季に行った実験を比較すれば温度条件を考慮すると塩縮時間は凡そ同様の成績で有ると見られる。

2) 第二次塩縮の起らぬものは第一次塩縮の際筋が被浸漬溶液によって何等かの有害な作用を被むるためと思われる。等圧 NaCl 溶液中の第一次塩縮の停止は液中に塩縮を抑制する物質が蓄積された場合に普通起こると考えられることは、著者の別の論文⁶⁾にも述べているが、第二次塩縮を缺くものでは筋自体に変化が起って筋の収縮性が奪われたと考えなければならぬ。

これを杉本⁸⁾は物質の為す脱縮性と名附けた。即ち第二次塩縮の有無によって諸種無機 Na 塩の内、脱縮性が有るものと無いものと及び其の中間の時に脱縮性を示すもの等に分ける事が出来る。この立場から見ると

a) 脱縮性の無いものは NaCl, NaBr, NaJ,

第3表
諸種無機 Na 塩溶液中に於ける塩縮様収縮を抑制する CaCl_2 の濃度

Na 塩	等濃 圧度	pH (大約)	室 温	塩縮様収縮を抑制する CaCl_2 の濃度 (%)	第二次塩 縮様収縮	Ca 沈澱 剤か否 か
NaNO_3	1.0	5.6	21~24	0.02~0.03	+	
Na_2SO_4	1.3	5.6	21~24	0.14~0.18	+	○
NaHCO_3	0.9	8.0	21~24	0.14~0.18	+	○
NaHPO_4	1.3	8.2	21~24	0.18~0.25	+	○
Na_2SO_3	1.1	9.2	21~24	0.17~0.2	+	
NaH_2PO_4	1.4	5.6	21~24	0.12~0.18	-	
Na_2CO_3	1.3	11.	21~24	0.12~0.16	-	○
NaF	0.5	6.4	21~24	0.14~0.18	-	○
Na_3PO_4	1.1	9.6以上	21~24	0.12~0.16	-	○
NaHSO_3	1.0	5.4	21~24	0.14~0.16	-	○
NaNO_2	1.0	6.4	21~24	0.08~0.14	-	

註 成績は3例の総括とする。

NaNO_3 , Na_2SO_4 , NaHCO_3 等で, b) 脱縮性を時に示すものは NaHPO_4 , Na_2SO_3 であり,

c) 脱縮性の強いものは NaH_2PO_4 , Na_2CO_3 , NaF , Na_3PO_4 , NaHSO_3 である。

3) さて以上の諸種 Na 塩で起るリズムある収縮は NaCl 溶液を標準とした吾等の云う塩縮とすべて同性質のものであろうか。此の問題は NaCl 溶液で塩縮が如何なる機制によって起るのであるか判らなければ決定することが出来ないが、仮に NaCl 中に 0.02% 程度の CaCl_2 を入れて置けば塩縮は抑制せられるのであるから此の程度の CaCl_2 で抑制し得ないものは塩縮を起させる性質の外に其の物質が直接筋に対して収縮催起性を持つものと考えて見よう。此の立場から見ると NaCl , NaBr , NaJ , NaNO_3 は明らかに塩縮と名附けてよいが Na_2SO_4 , NaHCO_3 , Na_2HPO_4 , Na_2SO_3 , NaH_2PO_4 , Na_2CO_3 , NaF , Na_3PO_4 , NaHSO_3 , NaNO_2 等は収縮催起性の物質と名附けて良い (第3表参照)。

4) 第2項で述べた様に是等の Na 塩の或るものは脱縮性を持ち、他のものは脱縮性を持たない。脱縮性を持つものは塩縮様収縮の持続時間も亦短い。

5) 又 0.02% CaCl_2 で塩縮様収縮が止まるか止まらぬかと云う立場から見れば脱縮性の有る物質はすべて収縮催起性を持つと云える。然し脱縮性を持たないものの内 NaCl , NaBr , NaJ , NaNO_3 等は塩縮を起す物質であるが, Na_2SO_4 ,

NaHCO_3 は収縮催起性である。 Na_2HPO_4 , Na_2SO_4 は時に脱縮性を示すがこれまた収縮催起性の物質である。

6) NaCl , NaBr , NaJ , NaNO_3 は塩縮時間は他のものより永いが他の Ca 沈澱剤で脱縮性を有しない Na_2SO_4 , NaHCO_3 は前者に比して塩縮様収縮の持続時間が短いが、これは塩縮の停止が外液に Ca が蓄積される為に起こるとする説に対する1つの反証ともなる。

IV. 結 論

1) NaCl の外に等圧の次の如き物質は凡て塩縮又は塩縮様収縮を生ぜしめる。

NaBr , NaJ , NaNO_3 , Na_2SO_4 , NaHCO_3 , Na_2HPO_4 , Na_2SO_3 , NaH_2PO_4 , Na_2CO_3 , NaF , Na_3PO_4 , NaHSO_3 , NaNO_2 .

2) 是等の物質は脱縮性無きものと脱縮性有るものとに分けられる。

脱縮性無きもの：—— NaCl , NaBr , NaJ , NaNO_3 , Na_2SO_4 , NaHCO_3 , Na_2HPO_4 , Na_2SO_3 (但し最後の2つは時に脱縮性を示す事あり)。

脱縮性あるもの：—— NaH_2PO_4 , Na_2CO_3 , NaF , Na_3PO_4 , NaHSO_3 , NaNO_2 .

3) 0.02% CaCl_2 によって斯くの如き収縮が抑制せられるものを塩縮と名附けるならば是等の内

塩縮を起させるものは NaCl , NaBr , NaJ , NaNO_3 で有る。

4) 前項にあげた以外の Na_2SO_4 , NaHCO_3 , Na_2HPO_4 , Na_2SO_3 , NaH_2PO_4 , Na_2CO_3 , NaF , Na_3PO_4 , NaHSO_3 , NaNO_2 等は塩縮様収縮を起させるが其の物質自身の性質として筋に対して収縮を催起する性質がある。

5) Ca 沈澱剤で、しかも脱縮性を有しない Na_2SO_4 , NaHCO_3 中の塩縮は然らざる脱縮性を有しない NaCl , NaBr , NaJ , NaNO_3 に比して其の継続時間は短い。これは Ca の蓄積が塩

縮の停止の原因とする説に対する 1 つの反証となる。

稿を終るに臨み、加藤教授の御鞭撻と林教授の御指導並びに御校閲を深謝致します。

文 献

- 1) Garry, W. E. (1905) Twitchings of skeletal muscles produced by salt solution. *Am. J. Physiol.* 13
- 2) Hitchcock, D. I. and R. Dougan (1935) Freezing-point of anti-coagulant salt solutions. *J. of Gener. Physiol.* 18
- 3) National Reserch Council of U. S. A. (1928) Freezing-

point lowerings of aqueous solutions. *International critical Tablels of numerical data.* Vol. 6

- 4) Landort-Börnstein Roth Schell. *Gefrierpunkterniederungen Von Wässerigen Lösungen.* (Pysikalische, Chemische Tabellen 5auf.).
- 5) Loeb. J. Über physiologishe-Ionenwirkungen insbesondere die Bedeutung der Na-, Ca-, u. K-Ionen. (*Handbuch der Biochemie*, Vol. II. 2ter Teil 104).
- 6) 牟田信夫：塩縮外液の塩縮抑制作用と Ca 量との関係に就いて (未発表)
- 7) 鎮川泰明：等滲透圧ハロゲン Na 塩に於ける骨格筋の塩縮に就いて (未発表)
- 8) 杉本外来丸：拘攣酸 Na 及び蔞酸 Na の塩縮並びに脱縮性に就いて (未発表)

Summary

1) An excised muscle of Japanese toad bathed in isotonic saline solutions as follows produces spontaneous contractions which continues for several hours; NaCl, NaBr, NaJ, NaNO₃, Na₂SO₄, NaHCO₃, Na₂HPO₄, Na₂SO₃, NaH₂PO₄, Na₂CO₃, NaF, Na₃PO₄, NaHSO₃ and NaNO₂.

2) The effects of those substances can be devided into two groups; the one group which deprives its contractivity when the contractions ceases, and the other which does not deprive.

The former: NaH₂PO₄, Na₂CO₃, NaF, Na₃PO₄, NaHSO₄ and NaNO₂.

The latter: NaCl, NaBr, NaJ, NaNO₃, Na₂SO₄, NaHCO₃, NaHPO₄ and Na₂SO₃.

(*Department of Physiology, School of Medicine, Keio-gijuku University*)

大 腦 皮 質 及 び 間 腦 に 於 ける 呼 吸 制 止

領 野 の 独 立 性 612. 825. 5 + 612. 826. 4]: 612. 282/3

Independency of the Respiratory Arresting Areas
in the Cerebrum and Diencephalon

正 木 光 児・成 田 稔・岩 本 清 美

(MASAKI-Kōji・NARITA-Minoru・IWAMOTO-Kiyoharu)*

I. 緒 言

我教室に於いてさきに堀及び正木²³⁾²⁴⁾³⁶⁾は、高濃度クエン酸 Na 微小刺戟法を用い、犬の大脳皮質、間脳および中隔部の一定の限局した部位-大脳皮質では帯回前部の脳梁上および脳梁下、海馬回の鉤及び後内側。間脳では視床下部の視索上核 (Nucl. supraopticus) 領野。室側核 (Nucl. paraventricularis) 領野。Forel の H₁ 野核領野及び medial preoptic area, 視牀の前核領野及び後端内側領野。更に中隔部-に呼吸運動制止領野が左右対称的に存在し、その諸領野には呼吸運動制止の刺戟の発動作用のみあって継続作用のないことを報告した。

著者等は上述の各領野からの下降路が夫々それ等の諸領野とどういふふうに結びついているか、すなわち各領野からの下降路が少くとも間脳以上の高位では全く相互の連絡がなく、ばらばらになって夫々互に独立して延髄中枢に達するか、或いはそれ等の領野が relay 形式をとるか、又数個の領野からの線維が或る部位に於いて合しているか、或いは全体が間脳以上の高位のある断位で1つにまとまった経路をとるかどうか等を驗するため、次の実験を行った。

II. 実 験 方 法

各領野の相互の関係を知る方法として、或る領野を破壊した後、特定の領野を刺戟しておこる刺戟効果の有無を検して、それ等の間の線維結合の存否及びその間の order を判定する方法を採用した。

* 東京歯科大学野口外科学教室 (野口好之教授)

実験動物: 5~12kg の成犬, 50頭

実験方法:

刺戟方法: 1~2mol クエン酸 Na 微小刺戟法。

各領野の露出法及び刺戟法は既に堀及び正木が詳細に報告しているので省略する。

破壊方法: 大体刺戟時の露出法と同様に露出して刺戟部位よりも遙かに広い範囲に亘って焼灼した。medial preoptic area に就いては前頭葉吻部を前額面に離断し、眼窠面を前方より上方に持ち上げて視束を確認して視束上部を焼灼し、視索上核領野は同様にして視束交叉より視索上部に亘って広範囲に焼灼、室側核領野の破壊は、半球間裂を経て側脳室に入り Monro 孔に 1~2mm 焼灼器を挿入して適宜に動揺させつつ焼灼、Forel 氏 H₁ 野核領野は Monro 孔の少し尾外部で視牀の一部を破壊して 2~3mm 焼灼器を挿入して広範囲に焼灼、視牀前核領野は明視しつつ焼灼、視牀後端内側領野は網三角の前外方、髄条に接して深さ 3mm 焼灼器を挿入して焼灼破壊した。

III. 実 験 成 績

1. 大脳皮質および間脳に於ける左右対称的に存在する上掲の各呼吸制止領野では、片側を破壊して他側を刺戟しても呼吸運動の停止が起る。1例をあげれば、

No.	284	1954. 5. 16.	8.0kg ♂	26°C
時 分 秒				
16	35	右帯回前部焼灼破壊, 呼吸運動不変.		
17	00	左帯回脳梁上前方 2mol クエン酸 Na 微小刺戟		
	07	呼吸が少し早くなる.		
	09	呼吸停止. 瞳孔極度散大.		

- 30 あるかないかの細かい不規則呼吸出現。出血多し。
 02 不規則小呼吸出現。出血少くなる。口辺振顫。
 08 所謂Cheyne-Stokes型呼吸（無呼吸後振幅最小呼吸が現われ、1呼吸毎に増大し最大に達すると、今度は1呼吸毎に減少し最小となって無呼吸に移り、かかる呼吸を反復する）瞳孔依然散大。口辺部の振顫やむ。
 22 30 過剰呼吸となる。出血なし。瞳孔散大

2. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を、片側帯回脳梁上領野を除いて全部破壊した後、同側帯回脳梁上領野を刺戟しても、呼吸運動は抑制される。

No.	286	1954. 5. 18.	7.5kg	♀	28°C
時 分 秒					
16	30	左帯回脳梁上を除き右帯回脳梁上を含めて大脳皮質、間脳及び中隔部の呼吸制止領野を左右共しらみつぶしに破壊し終る。呼吸運動不変。			
17	14	左帯回脳梁上2mol クエン酸Na微小刺戟			
14	32	呼吸の振幅頻度著しく減ずるが呼吸停止は起らない。そして以後比較的規則正しい吸気が強くて浅いゆっくりした呼吸が持続する。			
20		ゆっくりした規則正しい小呼吸となる。			

3. 両側帯回脳梁上領野を破壊した後、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動の制止現象が起る。1例をあげれば、

No.	222	1953. 12. 25.	8.0kg	♂	20°C
時 分 秒					
16	45	両側帯回破壊終了。			
17	5	左中隔部1mol クエン酸Na微小刺戟。			
	15	呼吸停止。瞳孔極度散大。			
	35	あるかないかの速い微細呼吸出現。舌は退縮し舌背を拳上し左舌尖をあげる。口辺振顫出血多量。			
10	5	再び呼吸停止。			
11	15	不規則小呼吸出現。出血止む。			
15		所謂Cheyne-Stokes型呼吸。肩甲部、項部振顫。尾根部立毛。尾尖をあげる。口辺及び舌の振顫消失。舌の形は正常となる。			
30		過剰呼吸となる。肩甲部、項部振顫及び尾根部の立毛並びに拳尾はともに消失。瞳孔は依然散大。			

4. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を1側帯回脳梁下領野を除いて全部破壊した後、同側帯回脳梁下領野を刺戟しても呼吸運動の停止がみられる。

5. 両側帯回脳梁下領野を破壊した後、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動の制止現象が起る。

6. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を1側海馬回鉤領野を除いて全部破壊した後、同側海馬回鉤領野を刺戟しても呼吸運動抑制がみられる。

7. 両側海馬回鉤領野を破壊したのち、大脳皮質、間脳および中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動が抑制される。

8. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を1側海馬回後内側領野を除いて全部破壊した後、同側海馬回後内側領野を刺戟しても呼吸運動は抑制される。

9. 両側海馬回後内側領野を破壊した後、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動の制止現象が起る。

10. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を1側視床下部視索上核領野を除いて全部破壊した後、同側視索上核領野を刺戟しても呼吸運動停止が認められる。

11. 両側視索上核領野を破壊した後、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を、一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動の抑制が起る。

12. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を、1側室側核領野を除いて全部破壊した後、同側室側核領野を刺戟しても呼吸運動は抑制される。

13. 両側室側核領野を破壊してのち、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動の抑制が認められる。

14. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止

領野を、1側 Forel H₁ 野核領野を除いて全部破壊して後、同側 Forel H₁ 野核領野を刺戟しても呼吸運動は抑制される。

15. 両側 Forel H₁ 野核領野を破壊して後、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動の制止がみられる。

16. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を、1側 medial preoptic area を除いて全部破壊して後、同側 medial preoptic area を刺戟しても呼吸運動の抑制がみられる。

17. 両側 medial preoptic area を破壊してのち、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動が抑制される。

18. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を、1側視牀前核領野を除いて全部破壊して後、同側視牀前核領野を刺戟しても呼吸運動が抑制される。

19. 両側視牀前核領野を破壊して後、大脳皮質、間脳および中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、そのたびに呼吸運動が停止される。

20. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を、1側視牀後端内側領野を除いて全部破壊して後、同側視牀後端内側領野を刺戟しても呼吸運動制止が現われる。

No. 235	1954. 2. 5.	7.0kg ♀	18°C
時 分 秒			
16 46 0	大脳皮質、間脳及び中隔部の呼吸制止領野を右視牀後端内側領野を除き左右共に全部破壊し終る。呼吸運動不変。		
50	右視牀後端内側領野に 2mol クエン酸 Na 微小刺戟。		
12	呼吸停止。瞳孔極度散大。頸部、項部、肩甲部及び顔筋振顫。振尾。出血多量。		
53	微細呼吸出現。頸部、項部、肩甲部及び顔筋の振顫消失。		
57	不規則小呼吸となる。出血停止。振尾消失。		
17 0	過剰呼吸となる。		

21. 両側視牀後端内側領野を破壊して後、大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、その度に呼吸運動が抑制

される。

No. 236	1954. 2. 6.	8.0kg ♂	16°C
時 分 秒			
16 54	両視牀後端内側領野破壊終了。		
17 36	左帯回脳梁下領野に 2mol クエン酸 Na 微小刺戟。		
12	呼吸停止。		
33	微細呼吸出現。		
36	小呼吸となる。		
59	所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸。背部立毛。		
18 20	過剰呼吸。依然立毛。		

No. 239	1954. 2. 11.	5.5kg ♀	18°C
時 分 秒			
16 13	両視牀後端内側領野破壊。		
29	右 Forel H ₁ 野核領野に 2mol クエン酸 Na 微小刺戟。		
15	呼吸停止。顔面、頸部及び項部振顫。瞳孔極度散大。		
30 45	微細呼吸。出血稍々多量。		
36	所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸。出血停止。軀幹振顫。		
40	過剰呼吸。顔面、頸項部振顫消失。瞳孔依然散大。		
50	呼吸は略々刺戟前に復す。		
16 58	右側核領野 2mol クエン酸 Na 微小刺戟。直ちに呼吸の振幅頻度一時激減す。		
20	呼吸の振幅頻度増加し来る。		
40	一時過剰呼吸状態。		
59 20	呼吸停止。項部、背部及び尾根部立毛。		
17 1 50	微細呼吸。流涎。舌退縮振顫。出血多量。		
3	不規則小呼吸出現。開口。両口唇内反。流涎持続。		
15	所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸。出血及び流涎止む。毛は大部分伏せてくる。		

22. 大脳皮質、間脳及び中隔部の各呼吸制止領野を、1側中隔部領野を除いて全部破壊して後、同側中隔部領野を刺戟しても呼吸運動は抑制される。

23. 両側中隔部領野を破壊してのち、大脳皮質および間脳の各呼吸制止領野を一々別々に刺戟すると、そのたびに呼吸運動の抑制現象が認められる。

以上の如く大脳、間脳及び中隔部の呼吸制止領野中、一定領野のみを残して他を全部破壊して後、その領野を刺戟しても、やはり呼吸運動

の抑制がみられ、反対に一定領野のみを破壊して他の残った諸領野を刺激しても、同様に呼吸運動停止が出現する。即ちそれ等の各領野からの下降路は、各々独立してバラバラに走行し、少くともその間にそれ等の諸領野の1つをも経由しないことが明らかになった。又それ等の領野は左右対称的にあるのであるが、効果発現についてはそのうちの1側は他側の相当部の存在を必ずしも必要としないと言える。然しここに誤解を招く恐れがあるので一言する。それは我々がここに「各制止領野の独立性」と言うことが同時に必ずしも各々が全く孤立的に独立しておいて、その間に何等の関係もないと言うことを意味するものではないと言うことであって、これを特に強調したい。何故ならば、我々の方法では一方のAを破壊して他のBを刺激し、又反対にBを破壊してAを刺激し、何れも同一刺激効果の得られた場合、AとBとは夫々一応独立していると言うのであって、この事が更に一歩進んで、直ちにAとBとが全く無関係であることを意味するものではないし、この方法ではそれ以上の相互関係に就いて言及することが甚だ困難であるからである。しかも、事実Aを破壊しBを刺激した際、当然出ると予想される効果が出難くなったり、出ても呼吸停止に至らず呼吸抑制と言うような反応として出ることが屢々あることは事実である。これが単にA、Bの如く2ヶ所のみならず、更にC、D、E……と破壊箇所が増加するにつれて一層反応効果が現われ難くなる傾向がある。これは相互関係のあるためか、Diachisisのためか、或いは破壊によるSchockによるものかはさらに検討を要するであろう。

IV. 考 按

大脳皮質と間脳とは、大脳皮質相互間、間脳内相互間及び大脳皮質と間脳との間に夫々密接な連絡があり、就中皮質と視牀との間の関係は極めて緊密不離である。

Fulton¹⁵⁾は視牀内諸核を次の如く総括している。(I)皮質下諸核と連絡を有する諸核：正

中核群。層内諸核及び前腹側核よりなり、何れも間脳(視牀、視牀下部及びSubthalamus)及び線状体とのみ結合するもの。(II)皮質 relay 諸核：大きい諸受衝系より線維を受けて、大脳皮質の第1次の運動領及び知覚領に投射するもので、腹外側核群、腹後側核群、前核群並びに内外膝状体。(III)連合諸核：上行線維系からは線維を受けないが、他の間脳諸核と無数の連絡があり、大脳皮質の連合領野、例えば頭頂葉やprefrontal lobeに投射するもので背内側核、外側核及び視牀枕。

以上のごとき視牀皮質路のみならず多数の皮質・視牀路のある事が立証され¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²⁵⁾²⁷⁾²⁹⁾³²⁾³⁹⁾⁴⁵⁾⁵²⁾⁵³⁾一層皮質と視牀との連関の密なのが明らかにされている。

我々の一連の研究²³⁾²⁴⁾³⁶⁾によれば、呼吸運動制止に与える大脳皮質分野として、帯回及び海馬回の如き所謂limbic systemに属するもののみが挙げられている。依って先ずlimbic systemと視牀との関係を見よう。

A. 視牀前核群と帯回との関係は最も注目され、Clark¹⁰⁾は前核群のNucl. anteroventralisよりの線維が帯回の全体に向って走ると言う。脳梁膨大を含めた帯回後部が前核群から投射線維を受けていることは諸家に承服されており(Clark¹⁰⁾鼠、Clark & Baggon¹¹⁾鼠、猫、Bodian⁶⁾鯨類、Glees等¹⁷⁾人、Walker⁵⁴⁾猿)23領野はNucl. anteroventralisと結びつくが⁶⁾¹⁰⁾¹¹⁾⁵⁴⁾、area retrosplenialisがNucl. anterodorsalisと連絡する⁶⁾¹¹⁾⁵⁴⁾か、否³⁸⁾かは決定されていない。帯回前部(anterior limbic area 24領野)に就いては鼠、猫ではNucl. anteromedialisより1部分上行線維を受けると言われている¹⁰⁾¹¹⁾が、霊長類(この類ではNucl. anterodorsalisおよびNucl. anteromedialisが著しく退化していると称せられる¹⁰⁾⁴⁷⁾⁵¹⁾⁵⁴⁾)では種々の意見の対立があり、一般に24領野はNucl. anteromedialisよりの線維結合がありとされている¹⁵⁾が、これに対し前核の背側からの線維を受けると言うものの¹⁴⁾、前核群の腹部から(23領野は背部、脳梁膨大後領野は尾部より)の連絡を有するとなす

もの⁴⁸⁾, 24領野後部の1部だけが前核群と関係を持っているが帯回の脳梁膝周囲及び膝下との結びつきはないと称するもの¹⁷⁾, 前核群とは殆んど関係はなく, たとえあったとしても極めて僅かしかないとするもの³⁸⁾⁵⁴⁾, 或いは前核群との関係を全く否定するもの²⁾等の反論があり, 未だ意見の一致をみないところである. そして前核群の諸核間は互に密に連絡している¹⁰⁾.

帯回は視牀前核群よりの求心路と連るのみならず, 前核群への遠心路のある事が証明され, 殊に帯回後部(23, 29領野)より視牀前核群に走る線維の存在は略容認されている²⁾¹⁰⁾¹¹⁾が, 24領野との関係に就いては之を肯定するもの¹⁵⁾, 23領野に接する24領野の後部だけからの線維があるとするもの¹⁷⁾, 或いは24領野との関係を否定するもの²⁾¹¹⁾⁴¹⁾⁵⁸⁾があり, 未だはっきりしていない. Ward⁵⁸⁾は24領野から内包を経て一旦錐体路に入り途中別れて橋網様体内側まで追求出来る遠心路を挙げているが, Glees等¹⁷⁾はこれを批判否定している. これに対し Baird等²⁾(猫)は24領野からの遠心路に2系あり, 1系は前核を経ないもの(但しその具体的な経路を挙げていない). 他の系は前核でsynapseを作るものとして折衷説をとっている. 一方前核群から網(habenula)に行く視牀網路があり³⁵⁾, 又前核群はVicz d'Azyr束を介して視牀下部乳頭体からの求心路を受けるとともに, Vicz d'Azyr束を通して乳頭体への遠心路を出すと言われている¹⁰⁾.

尙24領野からの遠心路として, 前核群以外と視牀背内側核及び視牀腹外側核への経路があるという報告がある⁴¹⁾.

McCulloch³⁷⁾, Ward等⁵⁹⁾⁶⁰⁾によれば24領野を含めた前頭葉皮質の suppressor areas は尾状核を経て視牀に至る線維を経て間接に視牀の機能を抑制し, 視牀に達する求心路を遮断し, 以って求心性興奮を control すると称えるが, 解剖学的には帯回と尾状核との結合は証明されていない¹¹⁾.

因に一般に側頭葉と視牀(膝状体を除く)との結合はないとされていたが, Mettler³⁹⁾は側頭

葉の背前部から視牀外側核へ, 背後部から視牀枕へ少数の線維を送るとし, 内嶋⁵²⁾は側頭上回(22領野)から外側核, 視牀枕, 腹側核及び網様核に達する線維を見出している. Stoll等⁵⁰⁾(猫)によれば—Gyrus ectosylvius post. の下端が系統発生的に霊長類の側頭葉頂に当ると言う一側頭葉頂は視牀の外側核後部と直接の, 前核群及び Nucl. centre median とは間接の相互結合がある.

B. 大脳皮質間の相互連絡も甚だ密である³⁷⁾が, Limbic system に関するものに就いて述べれば, 帯回の総ての点から帯溝の背唇及び腹唇からなる所謂“cingular belt”に結びつき, このbeltに総ての suppressor areas (24s, 8s, 4s, 2s 及び 19s) から投射路が送られる²⁾¹²⁾. 又24領野から 6a, 4s, 31諸領野へ, 23領野から 9領野へ, 23b領野より 6a, 23a, 23c領野へ, 23c領野より 4b領野へ, 7領野から 23a領野へ, 29領野はその領野内でのみ連絡し⁶⁰⁾, 24領野の脳梁上部から脳梁下回及び直回後部(下端は前穿通質まで)に結合するのみならず29領野と結びつく¹⁷⁾. Kaada, Pribram and Epstein²⁶⁾は海馬回鈎, 側頭葉極, 島前部, 前頭葉眼窩面後部, 帯回の脳梁下及び脳梁上前部にわたる一連の領域を, 呼吸運動及び血圧變化の点より1つの単位とし, Pribram Lennox and Dansmore⁴³⁾は limbic system を機能的ならびに線維結合上より, orbito-fronto-temporal-region, limbic region, hippocampal formation の3群に分ち MacLean and Pribram³⁴⁾は, limbic lobe は殆んど至る処多少に拘らず隣接の extralimbic cortex と関係し, そのうち最も緊密な相互連絡をなす limbic cortex として大脳皮質(視覚, 聴覚, 体制運動領を除く)を frontotemporal segment, medial occipital segment, medial parieto-occipital segment, medial fronto-parietal segment 及び medial frontal segment の5群に区域し, MacLean³³⁾は limbic system が自律系諸現象並びに情緒変化に関与すること多大なる点から, これを“Visceral brain”と名付け, Pool⁴²⁾, Langworthy³⁰⁾も之を踏襲し益々 limbic system

の内外の関係が強調されるに至った。

C. つぎに視牀と視牀下部との関係に就いては、解剖学的に Vicq d'Azyr 束を介して視牀前核群と乳頭体、或いは室周線維群を経て視牀背内側部と視牀下部との相互連絡がある。又生理学的に視牀腹外側核から視牀下部への経路があるし⁴¹⁾、視牀下部より Subthalamus を経て上行して綱に至る路もある³⁵⁾。Walker⁵⁴⁾によれば、正中核群および層内核群より supraoptic region への経路があると言う。

D. 皮質と視牀下部との関係に就ては⁴¹⁾、解剖学的に次の如き結合がある。即ち 1) 視牀下部から室周線維系を経て視牀背内側核に至り、次で皮質にゆくもの。2) 視牀下部から Vicq d'Azyr 束を通して視牀前核群に達し、更に帯回を経て他の皮質に走るもの。3) 皮質から視牀背内側核を通り、次で1つは室周線維系、他は視牀下脚を経て視牀下部に至るもの。4) 皮質から帯回皮質を通して視牀前核群にゆき、更に Vicq d'Azyr 束を経由して視牀下部に到達するもの。5) 皮質から視牀腹外側核に至ってから視牀下部に終るもの。6) 皮質から前頭中隔路を通して中隔部に至り、さらに内側前脳束を経て視牀下部後側領野に達するもの。7) 皮質から直接内側前脳束を経て視牀下部にゆくもの。

8) 皮質から海馬に達し、脳弓を経て視牀下部に終るもの等である。

Murphy and Gellhorn⁴¹⁾(猫)によれば、gyrus proreus, sensorimotor cortex 第1次聴覚領野及び帯回から直接に視牀下部に至る経路があると言う。更に視牀下部外側領野は、6a領野全体乳頭体核は 6a領野全体、乳頭体核は 6a領野の全部及び恐らく 4s, Nucl. periventricularis は前頭葉外下部 (45領野) より、視牀下部後側領野は眼窠面後側 (47, 45領野) よりの線維を受けると言う報告がある⁵⁹⁾。Nucl. hypothalamicus ventromedialis に関しては皮質と関係がないとするもの⁵⁹⁾、13領野、6領野からの連絡をうけるというもの⁵⁾、眼窠面後部と結びつくと言えもの⁵⁶⁾等諸家の意見は一致しない。また眼窠面から視牀下部外側領野への連絡を認めるも

の⁵⁾がある。Nucl. supraopticus は10及び8領野より⁵⁹⁾、また眼窠面後部及び島前部から⁵⁵⁾、Nucl. paraventricularis は前頭葉凸面の46領野、眼窠面の後側及び内側の10, 47, 53の諸領野から⁷⁾⁵⁶⁾⁵⁹⁾の連絡があるというが、Beck, Meyer & Beau⁵⁾は眼窠面からの Nucl. supraopticus, Nucl. paraventricularis への経路を否定している。

その他生理学的に視牀下部と大脳皮質との関係についての報告は多数ある⁴⁾¹⁶⁾²⁸⁾⁴¹⁾。

尚扁桃核から出る分界条 (Stria terminalis) の大部分の線維が、preoptic area¹³⁾、および視牀下部の Nucl. paraventricularis¹³⁾に、Nucl. hypothalamicus ventromedialis, Nucl. hypothal. periventricularis arcuatus, Nucl. hypothal. dorsomedialis¹⁾に達する。

E. 中隔部の連絡に就いては脳弓が海馬から乳頭体に向って走る途中、1部の線維が中隔部に達し、この経路を経て側頭葉極と中隔部との線維結合をなし⁸⁾¹³⁾、又24領野脳梁上部から中隔部に結びつく¹⁷⁾。また皮質から前頭葉中隔路を通して中隔部に達し、さらに内側前脳束を介して視牀下部に至る経路があり、中隔部より髄条に入って中核網路をなして綱に達し、さらに Meynert 反屈束を経て下行するものがある³⁵⁾。扁桃核からも分界条を介して中隔に至るもの¹³⁾の他、逆に中隔から扁桃核に行く経路がある³¹⁾。

以上の如く大脳皮質、間脳及び中隔部は、互に密接な関係を保っているが、呼吸停止を示標とした我々の実験成績では、予想に反し上述の諸領野からの下降路は少くとも間脳以上では互に独立しているという結果を得た。但し我々の研究では未だ大脳皮質、間脳及び中隔部からの下降路が如何なる経路をとるかは不明で、他日共同研究者が発表する予定であり、今回それ以上の事に触れるのを避けるが、これに対し24領野からの遠心路が視牀前核群を経ないで内包を経て錐体路に入り、途中別れて橋にゆくと言う Ward⁵⁸⁾、呼吸停止を示標とし24領野と視牀前核群よりの遠心路は、夫々別の経路をとるとなす Baird 等³⁾、海馬回前部からの自律系現象の

遠心路が間脳を通過しないで、直接に中脳に達すると称する Wall and Davis⁵⁵⁾ 等の諸成績は一応注目せざるを得ない。

V. 結 論

さきに堀及び正木が高濃度クエン酸 Na 微小刺戟法によって、犬の大脳、間脳及び中隔部の一定部位、即ち帯回前部の脳梁上及び脳梁下、海馬回の鉤および後内側、視牀下部の視索上核領野、室側核領野、Forel の H₁ 野核領野および medial preoptic area、視牀の前核領野及び後端内側領野、更に中隔部に、呼吸運動制止領野が左右対称的に存在し、その諸領野には刺戟の発動作用のみあって継続作用のないことを明らかにしたが、我々は更にこれ等の諸領野の相互関係を探索し、次の結果を得た。

1. 以上の各呼吸運動制止領野からの下降路は、夫々一応独立している。

2. ここに下降路が独立していると言うことは、各諸領野間の相互連絡が全くないことを意味するものではない。

撰筆するにあたり、終始御懇篤なる御指導御教示を仰いだ慶大生理学教室、林 謙教授に深謝すると共に常に直接御指導、御鞭撻並びに御校閲を賜った当教室野口好之教授に心から感謝を捧げます。

文 献

- 1) Adey, W. R. and M. Meyer (1952) Hippocampal and hypothalamic connexions of the temporal lobe in the monkey. *Brain*, 75, 358-384
- 2) Bailey, P., G. Bonin, von, E. W. Davis, H. W. Garol, W. S. McCulloch, E. Roseman and A. Silveria (1944) Functional organization of the medial aspect of the primate cortex. *J. Neurophysiol.* 7, 51-55
- 3) Baird, H. W., B. Guidetti, V. Reyes, H. T. Wycis and E. A. Spiegel (1952) Stimulation and elimination of the anterior thalamic nuclei in man and cat. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* 255, 58-67
- 4) Bard, P. (1928) A diencephalic mechanism for the expression of rage with special reference to the sympathetic nervous system. *Am. J. Physiol.* 84, 493-515
- 5) Beck, E., A. Mayer and J. L. Beau (1951) Efferent connexions of the human prefrontal region with reference to fronto-hypothalamic pathways. *J. Neurol., Neurosurg. and Psychiat.* 14, 295-302
- 6) Bodian, D. (1942) Studies on the diencephalon of the virginia opossum. Part III. The thalamo-cortical projection. *J. Comp. Neur.* 77, 525-575
- 7) Bonin, G. von and J. R. Green (1949) Connections between orbital cortex and diencephalon in the macaque. *J. Comp. Neur.* 90, 243-254
- 8) Brodal, A. (1) (1947) Neurological anatomy in relation to clinical medicine. (2) (1948) I edit. Oxford. The Clarendon Press.
- 9) Chapman, W., K. E. Livingston and J. L. Poppen (1950) Effect upon blood pressure of electrical stimulation of tips of temporal lobes in man. *J. Neurophysiol.* 13, 65-71
- 10) Clark, W. E. Le Gros (1932) The structure and connexions of the thalamus. *Brain*, 55, 406-470
- 11) Clark, W. E. Le Gros and R. H. Baggot (1933) On the connections of the anterior nucleus of the thalamus. *J. Anat. Land.* 67, 215-226
- 12) Dansmore, R. E. and M. A. Lennox (1950) Stimulation and strychninization of supracallosal anterior cingular gyrus. *J. Neurophysiol.* 8, 207-214
- 13) Fox, C. A. (1943) The stria terminalis, longitudinal association bundle and precommissal fornix in the cat. *J. Comp. Neur.* 79, 277-295
- 14) Freeman, W. and J. W. Watts (1947) The thalamic projection to the frontal lobe. *Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.* 27, 200-209
- 15) Fulton, J. F. (1) (1949) Physiology of the nervous system, III edit. New York, Oxford University Press (2) (1954) Recent advance in neurophysiology. *J. Neurosurg.* 11, 1-6
- 16) Fulton, J. F. and F. D. Ingraham (1929) Emotional disturbances following experimental lesions of the base of the brain (prechiasmatal). *J. Physiol.* 67, 27-28
- 17) Glees, P., J. Cole, C. W. M. Whitty and H. Cairns (1950) The effects of lesions in the cingular gyrus and adjacent areas in monkeys. *J. Neurol. Neurosurg. and Psychiat.* 13, 178-190
- 18) 平沢 興 (1) (1950) 大脳の最高中枢 日本医書出版 東京 京都 (2) (1951) 皮質運動系—錐体路及び皮質錐体外路系 創元社 京都
- 19) 平沢 興・加藤錦吾 (1935) (1) 皮質錐体外路系統の研究、特に猿大脳皮質の分野 6aβ より発する錐体外路に就いて 解剖学誌 8, 613-628 (2) Über die Fasern, insbesondere die corticalen extrapyramidalen aus den Areae 8 und 9 der Grosshirnrinde beim Affen. *Folia anat. Jap.* 13, 189-217
- 20) Hirasawa, K. und K. Kariya (1936) Über die korticalen extrapyramidalen Fasern aus dem motorischen Rindenfeld (Area 4, a, b, c) beim Affen (Macacus rhesus). *Folia anat. Jap.* 14, 603-620
- 21) Hirasawa, K. und S. Okano (1938) Beitrag zur kenntnis des Sehhügels als Grosshirnanteil. *Zeits.*

- f. mikro. anat. Forsch. 44, 214-233
- 22) Hirasawa, K., S. Okano und S. Kamio (1938) Beitrag zur Kenntnis über die corticalen extrapyramidalen Fasern aus der Area temporalis superior (Area 22) beim Affen. Zeits. f. mikr. anat. Forsch. 44, 74-84
 - 23) 堀喜佐子 (1) 犬の大脳皮質帯回に於ける呼吸抑制並びに促進領野について (2) 犬の大脳海馬回皮質の呼吸抑制並びに促進領野について (日本生理誌に掲載予定)
 - 24) 堀喜佐子・正木光児 (1956) 犬の大脳運動領及び運動領外皮質の呼吸運動に及ぼす影響 (慶応医学掲載予定)
 - 25) 芋川稜威・佐久間修一 (1) (1935) 家兎大脳半球外側面後部より発する皮質錐体路に関する実験的研究 解剖学誌 8, 631-650
(2) (1936) 家兎大脳半球外側面前部より発する皮質錐体外路に関する実験的研究 北越志誌 51, 269-284
 - 26) Kaada, B. R., K. H. Pribram and J. A. Epstein (1949) Respiratory and vascular responses in monkeys from temporal pole, insula, orbital surface and cingulate gyrus. J. Neurophysiol. 12, 347-356
 - 27) Kariya, K. (1936) Experimentelle Untersuchung über die corticalen extrapyramidalen Fasern aus dem sog. motorischen Rindenzentrum (Area 4 und 6) der Katze. Fol. anat. Jap. 14, 241-297
 - 28) Kennard, M. A. (1943) (1) Electro-encephalogram of decorticate monkeys. J. Neurophysiol. 6, 233-242. (2) Effects on E. E. G. of chronic lesions of basal ganglia, thalamus and hypothalamus of monkeys. J. Neurophysiol. 6, 405-415
 - 29) Koikegami, H. und M. Imogawa (1936) Über die Fasern, insbesondere die korticalen extrapyramidalen aus der Area 19a der Grosshirnrinde beim Affen. Morphol. Jahrb. 77, 587-604
 - 30) Langworthy, O. R. (1955) Newer concepts of the central control of emotions. A review. Am. J. Psychiat. 111, 481-486
 - 31) Lauer, E. W. (1945) The nuclear pattern and fiber connections of certain basal telencephalic centers in the macaque. J. Comp. Neuro. 82, 215-254
 - 32) Levin, P. M. (1) (1935) The efferent fibers of the frontal lobe of the monkey, *Macaca mulatta*. J. Comp. Neur. 63, 369-419. (2) (1949) Efferent fibers. Bucy, P. C. "The precentral motor cortex", Chapter V., 133-148, II edit., The University of Illinois Press. Urbana, Illinois.
 - 33) Mac Lean, P. D. (1954) The limbic system and its hippocampal formation. Studies in animals and their possible application to man. J. Neurosurg. 11, 29-44
 - 34) Mac Lean, P. D. and K. H. Pribram (1953) (1) Neurographic analysis of medial and basal cerebral cortex. I. Cat. J. Neurophysiol. 16, 312-323.
(2) *ibid.*, II, Monkey, 16, 324-342
 - 35) Marburg, O. (1944) The structure and fiber connections of the human habenula. J. Comp. Neur. 80, 211-233
 - 36) 正木光児 (1955) (1) 視床下部の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 17, 649-663
(2) 視床及び中隔部の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 17, 691-699
 - 37) McCulloch, W. S. (1948) Some connections of the frontal lobe established by physiological neurography. Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis. 27, 95-105
 - 38) McLardy, T. (1950) Thalamic projection to frontal cortex in man. J. Neurol. Neurosurg. and Psychiat. 13, 198-202
 - 39) Mettler, F. A. (1) (1935) Cortico fugal fiber connections of the cortex of *Macaca mulatta*. The occipital region. J. Comp. Neur. 61, 221-256. (2) (1935) Cortico fugal fiber connections of the cortex of *Macaca mulatta*. The frontal region. *ibid.* 61, 509-542. (3) Cortico fugal fiber connections of the cortex of *Macaca mulatta*. The parietal region. *ibid.* 62, 263-291. (4) (1935-36) Cortico fugal connections of the cortex of *Macaca mulatta*. The temporal region *ibid.* 63, 25-47
 - 40) Morison, R. S., K. H. Finley and G. N. Lothrop (1943) Spontaneous electrical activity of thalamus and other forebrain structures. J. Neurophysiol. 6, 243-254
 - 41) Murphy, J. P. and E. Gellhorn (1945) (1) The influence of hypothalamic stimulation on cortically induced movements and on action potentials of the cortex. J. Neurophysiol. 8, 341-364 (2) Further investigations on diencephalic cortical relations and their significance for the problem of emotion. *ibid.* 8, 431-447
 - 42) Pool, J. L. (1954) The visceral brain of man. J. Neurosurg. 11, 45-63
 - 43) Pribram, K. H., M. A. Lennox and R. H. Dansmore (1950) Some connections of the orbito-fronto-temporal, limbic and hippocampal areas of *Macaca mulatta*. J. Neurophysiol. 13, 127-135
 - 44) Rose, J. E. and C. N. Woolsey (1947) The orbito-frontal cortex and its connections with the medio dorsal nucleus in rabbit, sheep and cat. Res. Publ. nerv. ment. Dis. 27, 210-232
 - 45) Sakuma, S. (1937) Über die Faserbeziehungen der Area 7a und 7b unter besonderer Berücksichtigung der corticalen extrapyramidalen Bahnen beim Affen. Zeits. f. mikr. anat. Forsch. 42, 70-80
 - 46) Segundo, J. P., R. Naquet and R. Arana (1955) Subcortical connections from temporal cortex of monkey. Arch. Neurol. and Psychiat. 73, 515-524
 - 47) Sheps, J. G. (1945) The nuclear configuration and cortical connections of the human thalamus. J.

- Comp. Neur. 83, 1-56
- 48) Simma, K. (1) (1952) Die Ergebnisse der Thalamusforschung im letzten Jahrzehnt (1940-1950). Fortschr. d. Neurol. Psychiat. u. ihre Grenzgebiete. 2, 51-65. (2) (1955) Das Projektionsfeld des Nucleus anterior thalami beim Menschen. Monatschr. f. Psychiat. u. Neurol. 129, 234-242
- 49) Spiegel, E. A., H. T. Wycis, H. Freed and C. Orchinik (1951) The central mechanism of the emotions. Experiences with circumscribed thalamic lesions. Am. J. Psychiat. 108, 426-432
- 50) Stoll, J., C. Ajmore-Marsan and H. H. Jasper (1951) Electrophysiological studies of subcortical connections of anterior temporal region in cat. J. Neurophysiol. 14, 305-316
- 51) Toncray, J. E. and W. J. S. Krieg (1946) The nuclei of the human thalamus. A comparative approach. J. Comp. Neur. 85, 421-459
- 52) 内嶋盛文 (1) (1935) 皮質錐体外路系統の実験的研究 特にネコの大脳皮質分野22より発する皮質錐体外路に就いて 北越医学誌 50, 1282-1314 (2) (1936) 皮質錐体外路系統の実験的研究 特にネコ大脳皮質分野18及び19より発する皮質錐体外路に就いて 北越医学誌 51, 428-468 (3) (1936) Über die Corticalen extrapyramidalen Fasern aus der Area 8 der Gross hirnrinde der Katze. Zeitschr. f. mikr. anat. Forsch. 40, 541-556
- 53) Uesugi, M. (1937) Über die Corticalen extrapyramidalen Fasern aus den sog. sensibler Rindenfeldern (Area 1 und 2) beim Affen. Anat. Anz. 84, 179-197
- 54) Walker, A. E. (1) (1934) The thalamic projection to the central gyri in Macacus rhesus. J. Comp. Neur. 60, 161-184. (2) (1936) An experimental study of the thalamo-cortical projection of the macaque monkey. J. Comp. Neur. 64, 1-39 (3) A note on the thalamic nuclei of Macaca mulatta. J. Comp. Neur. 66, 145-155. (4) (1938) The thalamus of the chimpanzee. IV Thalamic projections to the cerebral cortex. J. Anat. 73, 37-93. (5) (1940) The medial thalamic nucleus. A comparative anatomical, physiological and clinical study of the nucleus medialis dorsalis thalami. J. Comp. Neur. 73, 87-115. (6) (1949) Afferent connections. Bucy "The precentral motor cortex" 111-132. II edit. The University of Illinois Press. Urbana, Illinois.
- 55) Wall, P. D. and G. D. Davis (1951) Three cerebral cortical systems effecting autonomic function. J. Neurophysiol. 14, 508-517
- 56) Wall, P. D., P. Glees and J. F. Fulton (1951) Corticofugal connexions of posterior orbital surface in Rhesus monkey. Brain. 74, 66-71
- 57) Waller, W. H. (1) (1934) Topographical relations of cortical lesions to the thalamic nuclei in the albino rat. J. Comp. Neur. 60, 237-267. (2) (1940) Thalamic connections of the frontal cortex of the cat. J. Comp. Neur. 73, 117-138
- 58) Ward, A. A. Jr. (1948) (1) The anterior cingulate gyrus and personality. Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis. 27, 438-445. (2) The cingular area: Area 24. J. Neurophysiol. 11, 13-23
- 59) Ward, A. A. Jr. and W. S. McCulloch (1947) The projection of the frontal lobe on the hypothalamus. J. Neurophysiol. 10, 309-314
- 60) Ward, A. A. Jr., J. K. Peden and O. J. Sugar (1946) Corticocortical connections in the monkey with special reference to area 6. J. Neurophysiol. 9, 453-461

Summary

Hori and Masaki had reported previously as follows:

The arrest of respiratory movements is elicited by injection of minimal amount of 2 mol natrium citrate into certain areas of cortex, diencephalon and septum of dogs, i. e., supracallosal and infracallosal areas of anterior cingulate, anteromedial and posteromedial areas of gyrus hippocampi, supra optic nuclei, paraventricular nuclei, medial preoptic areas, nuclei of Campus Forel H₁, anterior nuclei and the most posteromedial areas of the thalamus and septal nuclei, and each area has an initiating, but not continuative function.

We examined the correlation between these areas and found each descending pathway from the above mentioned various areas independent of each another.

(Surgical Clinic of Tokyo Dental College)

内臓及び下腹両神経刺激の回盲括約部の運動に及ぼす影響 612. 898

The Effect of Electrical Stimulation of the Peripheral Cut End
of the Splanchnic and Hypogastric Nerve upon the
Motility of the Ileocecal Sphincter.

宮 川 鉄 男 (MIYAGAWA-Tetuo)*

I. 緒 言

内臓神経は Elliott²⁾, Dale¹⁾, Hinrichsen and Ivy³⁾ の刺激実験の結果に基いて一般に回盲括約部に対する運動亢進神経と考えられている。

著者は胃小腸および大腸の神経支配の協同研究⁷⁾中、括約部に隣接する腸管では内臓神経は運動抑制神経であるにかかわらず、何故に上述の如き考察が生じたかに疑義を抱き、内臓神経を運動亢進神経であると認めるに到った実験根拠を再検討する必要があると考えていたところ、1903年 Katz und Winkler⁶⁾ が curare を与えた動物において灌流法を用いて内臓神経刺激にて括約口が開くことを証明していることに気付いた。この氏等の実験結果よりすれば内臓神経は運動抑制神経であり、隣接腸管と同様の神経支配を示すことになる。これより著者は括約部における内臓神経支配を再検討する意欲を益々強くした。下腹神経刺激を行ったのは Hinrichsen and Ivy³⁾ のみである。氏等はこの際括約部が収縮するのを観察しこの効果がこの神経の直接刺激によるか否かについて決定することが出来なかったと述べている。このように括約部において神経刺激の効果が混沌としているのは、従来の研究を再検討してみても実験条件の不一致に帰因することが明らかになったのでその結果を次に報告する。

II. 実験方法

さきに発表した論文⁹⁾において用いた方法を踏襲したので実験方法の詳細は省略するが、その大要は電気麻酔のもとに除脳した無麻酔動物にて腹膜外で大、小内臓神経及び腰部交感神経

幹を切除し、大、小、下、内臓神経及び下腹神経 (第1図¹¹⁾) を電氣的に刺激した。

ときにこの刺激効果に關与する神経線維が腹腔、前腸間膜動脈および後腸間膜動脈神経節にて、シナプスを形成しているや否やを研究する目的でこれ等の神経節に2% 酒石酸 nicotine 液 (関東製薬、以下 nicotine と記す)。および4~5% tetraethylammonium Bromide 液 (興和化学、以下 T. E. A. B と記す) を塗布した。なお従来の麻酔のもとに行われた実験結果を検討するため morphine-urethane 麻酔、或いは barbital, ether の単独麻酔のもとに神経刺激を行い、除脳・無麻酔動物より得た実験結果と比較検討した。なお括約部の開閉を研究するため、従来しばしば用いられた灌流法をも追試した。

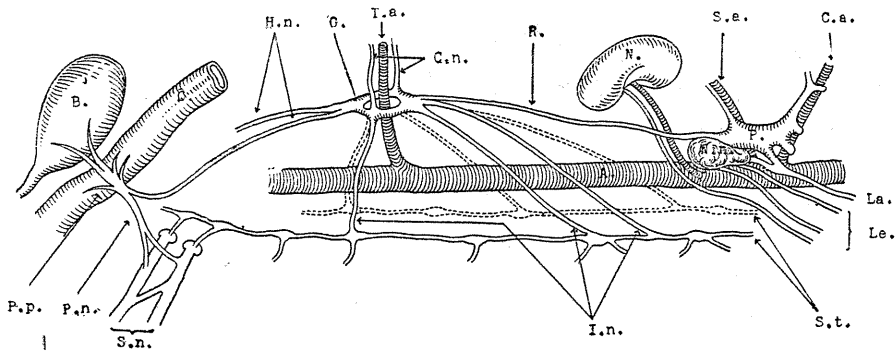
III. 実験成績

A. 内臓神経の緊張

除脳・無麻酔の状態においても一般に括約部にはほとんど運動が認められない。この動物で予め両側小内臓神経及び腰部交感神経幹を切除しても、なお運動は認められないが、両側大内臓神経を切断器にて切断すると約11秒の潜伏期の後、緊張が次第に上昇しこれに律動収縮が重畳してくる (第2図)。この亢進は小腸に比較してはるかに微弱で、その潜伏期は長い (十二指腸では約7秒)。これは腸管の尾側程興奮性が低いことに帰因するものと考えられる。この切断効果より大内臓神経は常に括約部に抑制的緊張興奮を送っているものと推察される。この成績は5頭のイヌにおいてよく一致していた。なお小内臓神経切断においても同様に軽度の亢進効果が認められた。

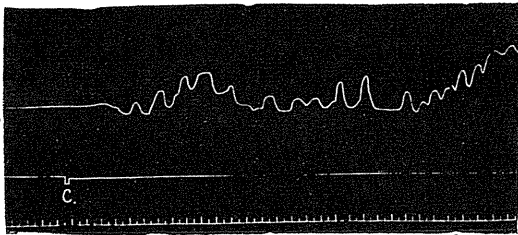
しかし両側下内臓神経を無傷のまま両側大内

* 岡山大学医学部第2生理学教室



第1図 腰仙部の自律神経系を示す

A.: 腹大動脈. B.: 膀胱. C.: 結腸. C.n.: 腰部結腸神経. G.: 後腸間膜動脈神経節. H.n.: 下腹神経. I.a.: 後腸間膜動脈. I.n.: 下内臓神経. La.: 大内臓神経. Le.: 小内臓神経. N.: 腎臓. N.n.: 副腎. P.: 腹腔及び前腸間膜動脈神経節. P.n.: 骨盤神経. P.P.: 骨盤神経叢. R.: 腹腔根. S.n.: 仙骨神経. S.t.: 交感神経幹 (Trumble の図を改変).



第2図 大内臓神経の切断効果

イヌ 7kg. 除脳・無麻酔両側小内臓神経切断両側腰部交感神経幹切除. 上: 括約部運動. 下: 切断標示(C). 時標 3 秒.

臓神経を一挙に切断すると十二指腸の亢進は著明であるが、括約部の亢進は全く認められない場合がしばしばあった。これは次の事実より下内臓神経を介して括約部に抑制的緊張興奮が送られているためであると考えられる。即ち両側大、小内臓神経を予め切断しておき左右の下内臓神経を一挙に切断すると第2図に示す様に亢進を認めた。

これより大、小内臓神経のみならず下内臓神経も括約部に抑制的緊張興奮を送っているものと考えられる。この際括約部を大腸及び小腸より切断遊離しているが、このおのおのの切断端より綿球にて括約腔内を清拭し、大腸尾側および小腸頭側の切断端に硝子管を挿入し、腸内容を浴槽外に導いた。これは内容が漏出するとこれによって括約部が汚染され、括約部の興奮性が低下することを防ぐためである。除脳・無麻酔ネコ 2 頭においてもイヌの場合と同様に内臓

神経の切断によって軽度の緊張上昇に重畳する律動収縮を見た。morphine-urethane 麻酔においても切断による亢進効果を認めたが、urethane 追加によって麻酔を深めるにつれて亢進効果が減弱した。なおここに附言したいのは morphine 麻酔の際の切断効果がしばしば顕著であることである。これは除脳・無麻酔動物において、morphine を静脈内に注射すると括約部の運動が亢進する事により、おそらく morphine により括約部の興奮性が亢進していたためであろうと推察される。

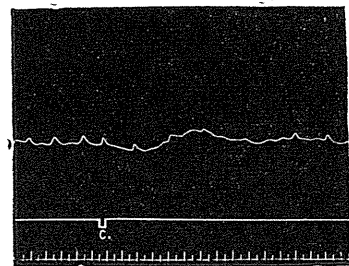
B. 大、小及び下内臓神経の刺激効果

1) ゴム球法

i) 除脳・無麻酔イヌ 35 頭の実験成績は極めてよく一致しておる。刺激効果は括約部の運動状態如何によって異なる。

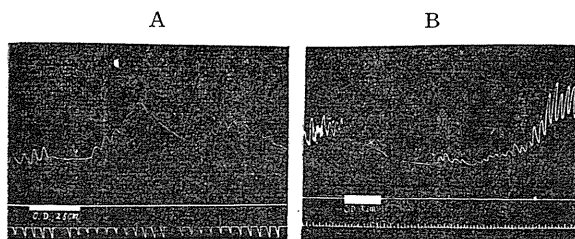
a) 運動が良好な場合

この場合の括約部の律動は回腸末端と一致し



第3図 下内臓神経の切断効果

イヌ 8.5kg. 除脳・無麻酔. 両側大、小内臓神経切断. 上: 括約部運動. 下: 切断標示(C). 時標 3 秒.



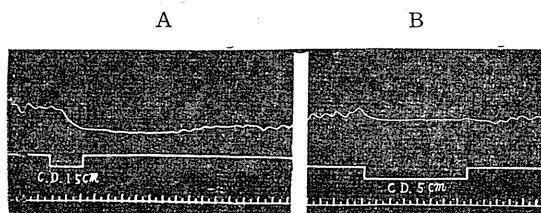
第4図 大内臓神経刺激効果

除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除
上: 括約部運動. 下: 刺激標示. A: イヌ 10kg. 時標 6秒.
B: イヌ 10.5kg. 時標 3秒.

ておる. このような運動状態において大内臓神経を刺激すると, 約12秒の潜伏期をもってただ律動収縮の停止を見るのみで著明な緊張の低下を見ないが(第4図A), 刺激強度が増すにつれて潜伏期はほとんど認められず, 緊張の低下が顕著になる(第4図B). しばしばこの緊張低下の初期に小腸で認めたと類似の軽度の緊張上昇を認めた(第4図B). 括約部の興奮性が良好であれば, 刺激中止後の反撥現象は著明で非常に振幅が増大した律動収縮が重畳する顕著な緊張上昇を示した. このような亢進状態においても律動収縮の週期は刺激前とほぼ等しい.

小及び下内臓神経の刺激においても大内臓神経と同様に抑制効果を認めたが, 抑制初期の軽度の緊張上昇並びに反撥現象は認められなかった. このような抑制効果は本質的に小腸及び大腸における内臓神経刺激効果と等しい(前論文⁵⁾参照).

b) 運動が不良の場合



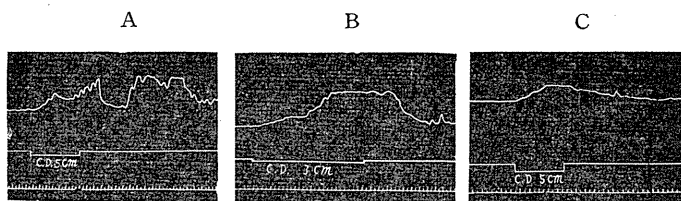
第5図 下内臓神経刺激効果

除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除. 上: 括約部運動. 下: 刺激標示. 時標 3秒
A: イヌ 6.2kg. B: イヌ 7.4kg.

除脳・無麻酔の場合においても時間が経過するにつれて括約部の状態が次第に不良となり, 運動が減弱してくる. このように状態不良の括約部においては, 大内臓神経の弱刺激では何等の効果も認められないが, 強刺激により時に反応が現われる. 即ち約3秒の潜伏期をもって緊張が上昇し始めこの緊張上昇に律動収縮を伴う場合としからざる場合(第6図A, B)とがある. また

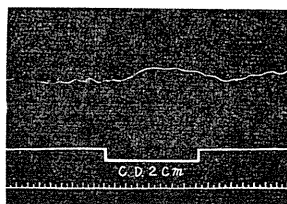
刺激中止後の反撥現象を伴う場合と伴わない場合がある(第6図A, B). この反撥現象は括約筋の興奮性が低下すればする程現われにくくなる. なお小及び下内臓神経にても同様に緊張上昇を示す(第6図C, 第7図).

上述の a), b) と類似の効果が第8図に示す如く小腸においても認められる. 即ち小腸において運動が良好に保たれている間は抑制効果が著明で抑制初期の緊張上昇は軽微であるが, 運動が不良になるにつれて明瞭になり, 遂には緊張上昇のみを示しこの緊張上昇に先行する極めて僅かの弛緩を示すに到る. この事実は大腸に



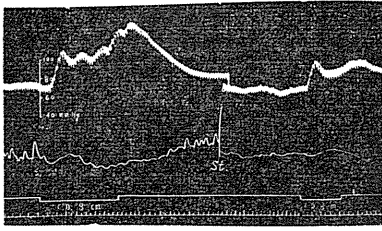
第6図 大, 小内臓神経刺激効果

除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除.
上: 括約部運動. 下: 刺激標示. 時標 3秒
A: イヌ 10kg. B: イヌ 7kg. C: イヌ 8.5kg.
右側大内臓神経刺激 右側大内臓神経刺激 右側小内臓神経刺激



第7図 下内臓神経刺激効果

イヌ 7.4kg. 除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経及び両側腰部交感神経幹無傷.
上: 括約部運動. 下: 刺激標示. 時標 3秒.



第8図

小腸の運動が不良になるにつれて大内臓神経刺激による抑制初期の緊張上昇が顕著になる
イヌ 8kg. 除脳・無麻酔.
両側大、内臓神経切断。両側腰部交感神経幹切除。
上：頸動脈血圧。中：空腸運動。下：刺激標示。
時標 3秒。St.: kymographion の回転停止約50分間

においても認められた。このような小腸の緊張上昇は全く括約部の運動不良の場合のそれに匹敵している。

ii) 麻酔括約部では運動が一般に不良である。したがって強い内臓神経刺激に際しては除脳・無麻酔で運動不良の場合 b) に述べたと同様に時に緊張上昇が認められる。しかしまた運動が良好であると a) に述べたと同様に内臓神経刺激によって抑制が起るが抑制初期の緊張上昇は認め難くなる。刺激中止後の反跳現象は麻酔動物では一般に顕著でない。

2) 灌流法

除脳・無麻酔イヌで Ringer 液を括約部の回腸側から大腸側へ灌流圧 35cmH₂O で流しながら大内臓神経に強刺激（コイル間距離5cm）を適用すると灌流流量が8cc/10秒より20cc/10秒に増加した。これより括約口は大内臓神経刺激にて開く即ち抑制されると考えられる。之はゴム球法の運動の良好な場合の成績と一致する。

3) 括約部の観察

除脳・無麻酔イヌで大腸壁を切開して括約口を観察した。まず迷走神経を刺激すると律動収縮の亢進及び内容排出が起る。しかるに大内臓神経の弱刺激の際には、回腸の運動抑制は顕著に認められ、括約口の律動収縮は抑制される。勿論律動収縮の増強もなく内容排出は一度も認められなかった。内臓神経の興奮は回腸末端の運動を低下させ、従って括約腔の内圧は低下するから、例え括約筋が弛緩しておっても括約口

は閉鎖したままにとどまるものと考えられる。このようにして内臓神経刺激は括約部の緊張或いは運動を抑制し、内容排出を阻止することになる。

強刺激の際には時に軽度収縮し、括約部のドーム状の突出部は僅かに白色になり大腸側に極めて僅かに突出した。この現象はおそらく第4図B(X)の抑制初期の緊張上昇に一致するものと考えられる。

閉鎖している括約口を予め綿球にて充分開いておき内臓神経刺激を行うと著明に収縮し括約口が閉鎖するのを見た。これが運動不良の場合の内臓神経刺激による緊張上昇に相当するのではなかろうかと推察した。

C. 内臓、迷走両神経刺激の拮抗

第9図の如く頸部或いは胸腔内（共通背枝）にて迷走神経を刺激すると約2秒の潜伏期の後運動が亢進し、この亢進期に内臓神経を刺激すると約1.5秒の潜伏期をもって律動運動が停止する。

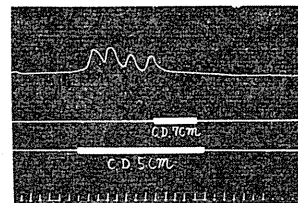
また第10図の如く内臓神経刺激を継続しているにもかかわらず抑制について再び亢進効果が出ることがある。これはおそらく迷走神経刺激による亢進効果が内臓神経刺激による抑制効果より優勢になったためであろう。

D. 下腹神経の刺激効果

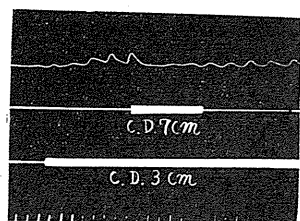
3例において如何なる強度の刺激を適用しても無効であった。

E. 腹腔、前腸間膜動脈及び後腸間膜動脈神経節に nicotine 及び T.E.A.B を塗布した後の神経刺激効果

除脳・無麻酔イヌ10頭の成績は一致していた。



第9図 内臓、迷走両神経刺激の拮抗
イヌ 6kg. 除脳・無麻酔。両側大、小内臓神経切断。
両側腰部交感神経幹切除。
上：括約部運動。下：刺激標示（第1段内臓神経
第2段迷走神経）。時標 3秒。



第10図 内臓、迷走両神経刺激の拮抗

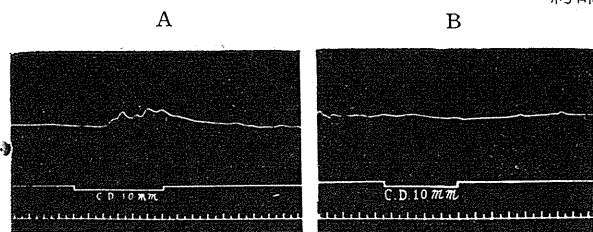
イヌ 6kg. 除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除.

上: 括約部運動. 下: 刺激標示 (第1段内臓神経第2段迷走神経). 時標3秒.

即ち大内臓神経を刺激すると上述の如く運動如何によっては著明な緊張上昇或いは抑制効果を示すが腹腔及び前腸間膜動脈神経節に nicotine 及び T. E. A. B. を塗布し, 数分後 (シナプス麻痺後) 同じ強度の刺激を適用しても, 早やこの緊張上昇或いは抑制効果は認められなかった (第11図).

nicotine は作用初期において神経節に刺激作用を及ぼす. この際括約部の運動が良好であると回腸と同様に完全抑制を見るが運動が不良であると回腸の抑制初期に出現する緊張上昇 (×) に全く一致して緊張上昇を認める (第12図A). また時に回腸には抑制初期の緊張上昇なく, 完全抑制を示すにもかかわらずこれに一致して括約部は緊張上昇を示した (第12図B).

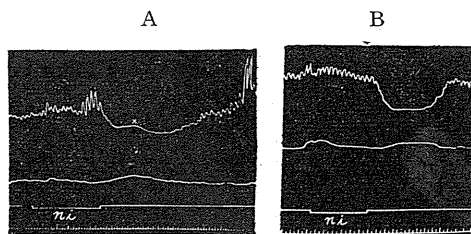
下内臓神経刺激によって括約部の運動が良好であると抑制を, 不良であると緊張上昇をみとめるが, 後腸間膜動脈神経節に上述と同様に nicotine を塗布し, 数分後に下内臓神経を刺激してもこれ等の抑制或いは緊張上昇は認められ



第11図 腹腔及び前腸間膜動脈神経節の nicotine 塗布実験

イヌ 6kg. 除脳無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除. 上: 括約部運動. 下: 刺激標示. 時標3秒.

A: 塗布前の右側大内臓神経刺激効果. B: 塗布後は刺激効果が消失する.



第12図

腹腔及び前腸間膜動脈神経節の nicotine 塗布実験
除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除. 上: 十二指腸運動. 中: 括約部運動. 下: 塗布標示. 時標3秒. A: イヌ 6kg. B: イヌ 7kg.

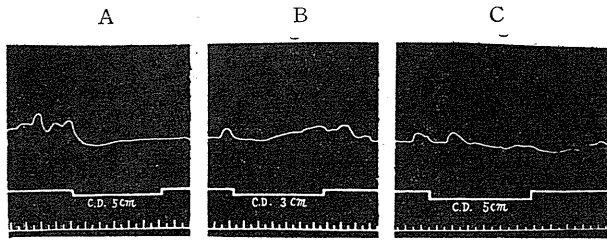
なくなった (第13図A, B, C).

F. 内臓神経刺激による運動亢進機序について

括約部の運動が不良であると内臓神経刺激により緊張が上昇する. 腹腔及び前腸間膜動脈神経節の nicotine 塗布の際にもその塗布直後一過性に同様の反応が認められる. 之はシナプスが該薬物の作用初期に刺激されるためであろう. この際小腸では第12図Aに見られるように抑制が起り, ただその初期に軽度の緊張上昇 (×) が起っている. この緊張上昇の時期は括約部の緊張上昇に一致している. この小腸の抑制初期の緊張上昇はさきに私ども⁵⁾が内臓神経の直接刺激効果でなく, 二次的に血管収縮によって引き起される anoxemia による事を証明した. この小腸の抑制初期の緊張上昇に時期を同じくして現われる括約部の緊張上昇は腹大動脈圧迫⁹⁾による anoxemia によっても引き起される点よりして私共⁵⁾の研究と同様に1つには anoxemia によるものと解さるべきであろう. この場合括約部の緊張上昇を起す因子は anoxemia のみで

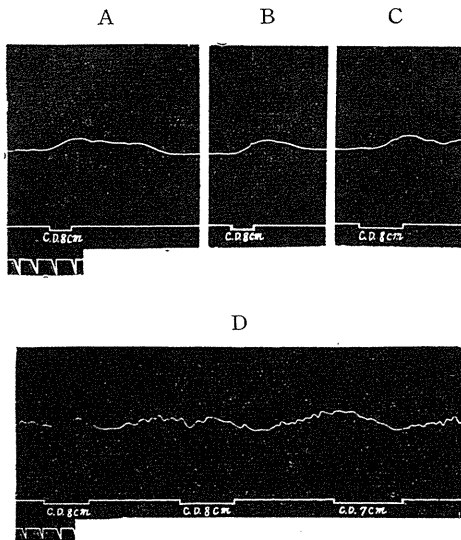
であろうか. 緊張上昇をひき起すような神経の存在は否定することができるであろうか.

この問題を検討するため括約部の緊張上昇をひき起す因子すなわち anoxemia を除外する目的で括約部を支配する腸間膜動脈を結紮し, 繰り返し内臓神経刺激を行った. 動脈結紮前には内臓神経刺激によって括約部は緊張上昇を示したとする (第



第13図 後腸間膜動脈神経節の nicotine 塗布実験

イヌ 7kg. 除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除. 上: 括約部運動. 下: 刺激標示. 時標 3 秒. A, B: nicotine 塗布前の下内臓神経刺激効果. A: 運動が良好な場合の抑制. B: 運動が不良な場合の緊張上昇. C: 塗布後は刺激効果が消失する.



第14図

腸間膜動脈結紮前後の大内臓神経刺激効果

イヌ 11kg. 除脳・無麻酔. 両側大, 小内臓神経切断. 両側腰部交感神経幹切除. 上: 括約部運動. 下: 刺激標示. 時標 6 秒. A: 結紮前の刺激. B, C, D: 結紮後の刺激. 各図の間隔 9 秒.

14図A). 次に動脈結紮直後においては神経刺激を行うに, 結紮前よりも幾分亢進した緊張上昇が認められる (第14図B, C). 腸間膜動脈を結紮しているため括約部は anoxemia に陥り緊張が上昇するとともに律動収縮が現われる. このような状態になった時この神経を刺激すると前とは逆に抑制効果に転じていく (第14図D).

この実験では腸間膜動脈を結紮しているから二次的に起る anoxemia の影響は除外されている. 従って動脈結紮直後に得られた緊張上昇効果は anoxemia によると考えることができない.

い. これよりこの緊張上昇は直接神経線維の興奮に帰因すると考えられる. そして神経の性質に関して次の問題が提起される.

即ち 1) 運動不良の場合の緊張上昇がヒヨリン性線維によるものか, それともアドレナリン性線維によるものか, 然してこの神経線維が腹腔及び前腸間膜動脈神経節でシナプスを形成しているや否や. 2) 運動不良の場合の神経刺激による緊張上昇が運動が良好になるにつれて抑制効果に転じていくのは如何なる機序によるか. そこでこの問題を解明する為予め腸間膜動脈を結紮し anoxemia の影響を防止しておき, 腹腔及び前腸間膜動脈神経節に nicotine を塗布し約 4 分 (交感神経シナプスを麻痺するに要する時間) を経た後内臓神経を刺激しても塗布前の如き亢進効果が認められない. 之より問題の神経線維はこの神経節でシナプスを形成していると解釈する事ができる.

つぎにこの神経線維がアドレナリン性であることはつぎの事実より推察される. 即ち, 1) 除脳無麻酔動物で神経節に nicotine を塗布するとまずその刺激作用のため, 括約部は運動が良好であると抑制, 運動が不良であると緊張上昇を示す. このようなシナプスの刺激効果と同様の効果が adrenaline の静脈内注射においても認められるが, acetylcholine ではこれとは異なり, 運動の如何にかかわらず常に亢進効果のみが得られる.

2) 括約部の運動が不良な場合に内臓神経刺激によって引き起される緊張上昇は atropine 投与により消失しない. ヒヨリン性の神経によってこの効果が引き起されるものであるならば, atropine 投与によって効果は消失するはずである.

以上述べた点より運動不良の場合の内臓神経刺激による緊張上昇はアドレナリン性線維の興奮即ち神経刺激の直接亢進効果と anoxemia による亢進効果の加重によるものであり運動が良好な場合は anoxemia による亢進効果に比較

して神経刺激の直接抑制効果が優勢なため抑制を示すことは明白であるが、このようにアドレナリン性線維が運動の如何によって抑制、亢進の二様の効果を現わす機序についてはこの度の実験では全く不明であり、その解明は将来の研究にまたねばならぬ。

つとに呉等⁷⁾は腹腔及び前腸間膜動脈神経節の nicotine 塗布実験より小腸における脊髄副交感神経系の存在を唱導しているが、この説に対して福原⁴⁾及びその協同研究者⁸⁾は小腸に関する限り所謂脊髄副交感神経系は存在しないと述べている。著者も又前述の実験結果から括約部に関する限り氏等の説を否定せざるを得ない。

ここに大いに注意を喚起しておきたいのは nicotine 塗布直後において神経刺激により括約部に亢進効果が認められたとしてもこれによって直ちに神経節を通過する亢進線維が存在すると結論するのは早計であることである。というのはいま神経節に nicotine を塗布して直後刺激するとシナプスの興奮期に相当するため、アドレナリン性節後線維の興奮が運動不良の括約部に塗布前より、より強く作用し亢進効果を将来するおそれがあるからである。神経節が完全麻痺に陥れば内臓神経を刺激しても血圧の動揺は最早認め難くなるゆえ、この時期の刺激効果をもって神経節を通過する神経線維の存在を論ずれば謬見を犯すことはないと考えられる。しかるに呉氏等は血圧を観察しておらず、運動不良の小腸において大多数が nicotine 塗布後約4分以内即ちシナプスの興奮期に内臓神経刺激を行っているゆえ上述の誤謬に陥るかもしれない。

IV. 論 議

内臓神経の切断効果に関しては著者は除脳・無麻酔動物において、この神経切断によって著明な亢進効果を見ておる。しかるに Elliott²⁾はこの神経切断直後何等の変化を認めなかった。この成績不一致の原因として次の事が考えられる。即ち Elliott は ether 麻酔で実験しておる。したがって括約筋の亢奮性は極めて不良になっておるから、この神経を切断し括約部が抑制よ

り解放されても運動の出現を見なかったのであろう。これに加えて中枢神経系及び内臓神経の機能もまた麻酔によって低下し、麻酔そのものによりすでに切断と同様の効果がもたらされていたためであろうとも推察される。

Elliott²⁾は第9或いは第10胸神経の高さ以下の脊髄を破壊したのち、9日或いは9週間生存し、外観上消化吸収に異常を認めなかったネズミにおいて、大腸に注入した液体が回腸へ逆流することを見ており、また開腹の結果回腸と大腸の内容が連続しておるのを見、これより括約部は閉鎖不全に陥っていると考えた。この慢性実験をもっとも信頼し、括約部の緊張は中枢から内臓神経へ介して送られる緊張性衝撃により高く保持されていると結論している。しかし大腸に注入した液体の逆流は神経無傷の場合でも認められる。又回腸と大腸の内容が連続していたから括約部が閉鎖不全に陥ったことは結論できない。というのはこの神経切断後は腸管の運動亢進がひき起され、内容がさかんに尾側に送られ、回腸末端は内容により充満される傾向が大となり、その結果括約口が押し開かれ、大腸と回腸の内容が連続したのではなからうかとも考えられる。なお氏が上述の如く結論するには僅か2例でなく多くの例数で検討すべきであったと考える。

内臓神経刺激効果に関しては Elliott²⁾, Hinrichsen and Ivy³⁾は亢進効果のみを見、抑制効果を見落している。Oettel¹⁰⁾は一般に麻酔剤の影響下においては腸管の緊張は低下すると述べているが、氏はこの麻酔剤の影響を考慮せず ether 或いは barbitol 麻酔の下で運動の不良な括約部において実験しておる。その結果運動の良好な場合の抑制効果を見落したのであろう。したがって内臓神経が括約部に対しては運動亢進神経であるという氏等の結論は早計である。

Dale¹⁾は ether 麻酔動物以外に除脳動物について実験している。内臓神経刺激の際 normal contraction を認めたと記載しているが、これはおそらく亢進効果であろう。除脳法については何等記載がないのであるが、同じ除脳法でも

著者の方法とは異なるものであり、除脳によって括約部の状態が悪化したために前述の如き結果が得られたのではなかろうかと推察する。ちなみに氏は除脳後の括約部の状態については何等言及していない。

このように殆んど研究者が内臓神経刺激にて亢進効果を認めているに反して、ただ Katz u. Winkler⁶⁾ のみが抑制効果を認めたのはおそらく curare 投与によって麻酔剤の影響を除いたためであろうと考えられる。

Hinrichsen and Ivy³⁾ は迷走神経刺激による亢進効果が内臓神経を同時に刺激しても抑制されず、むしろ更に顕著になり、迷走内臓両神経の拮抗性は認められなかったと述べているが、これはおそらく迷走神経刺激効果が内臓神経刺激効果より優勢であったためであろう。

なお前述の実験結果より推論すれば、回盲括約部に関する限り呉氏等の説は否定せざるを得ない。

V. 結 論

電気麻酔にて除脳した動物を 38°C の Ringer 液を満した浴槽中に沈め両側内臓神経及び腰部交感神経幹を切除し、大、小及び下内臓神経並びに下腹神経を電氣的に刺激した。この結果と麻酔動物より得た実験結果を比較し、従来の実験成績が不一致である点を検討し、次の成績を得た。

1) 大、小及び下内臓神経刺激効果は括約部の運動状態如何により異なる。即ち除脳・無麻酔動物は麻酔動物に比較して運動が良好な場合が多く抑制効果が得られる。これに反し麻酔動物は殆んど運動不良にして亢進効果を認める。これより従来の成績不一致は各研究者により括約部の運動状態が異っていたことに帰因するものと考えられる。

2) 運動が不良の場合の亢進効果は anoxemia を除外した場合にも認められる。この亢進効果

をひき起す線維はアドレナリン性であると推測される。この神経は運動が良好な場合には抑制効果をひき起すものと考えられる。

3) 迷走神経刺激による亢進効果は内臓神経刺激により消失する。

4) 下腹神経刺激は回盲括約部の運動に対して何等の影響も及ぼさなかった。

終りに臨み、懇篤なる御指導を賜った恩師福原先生に深く感謝します。

文 献

- 1) Dale, H. H. (1906) The intestinal sphincters. J. Physiol. 34, 179
- 2) Elliott, T. R. (1904) On the innervation of the ileocolic sphincter. J. physiol. 31, 157
- 3) Hinrichsen, J. and A. C. Ivy (1931) Studies on the ileocecal sphincter of the dog. Am. J. Physiol. 96, 494
- 4) 福原 武 (1935) Is the small intestine innervated by the so-called spinal parasympathetic nervous system? Quart. J. exp. Physiol. 24, 37
- 5) 福原 武・高木鉄男・山上松義 (1954) 大内臓神経刺激の腸管運動に及ぼす影響 日本生理誌 16, 368
- 6) Katz, A. und F. Winkler (1903) Über die Abhängigkeit Ileocecalverschlusses von nerveneinflüssen. Zbt. f. Physiol. 17, 596
- 7) 呉・市古・石川 (1932) On the spinal parasympathetic physiological significance of the spinal parasympathetic system in relation to the digestive tract. Quart. J. exp. Physiol. 21, 1
市古鈞一 (1931) 小腸運動の神経支配に関する実験的研究 東京医学会 45, 1239
- 8) 川崎元一 (1939) 小腸に於ける所謂呉氏脊髓副交感神経支配に関する疑義、脊髓後根刺激、小腸に対する影響 日本生理誌 4, 18
- 9) 宮川鉄男 (1956) 迷走及び骨盤両神経刺激の回盲括約部の運動に及ぼす影響 日本生理誌 18, 181-192
- 10) Oettel, H. (1935) Untersuchungen am normalen Dünndarm des Hundes. Arch. f. Exper. Path. u. Pharmakol. 177, 317
- 11) Trumble, H. C. (1934) The plan of the visceral nerves in the lumbar and sacral outflows of the autonomic nervous system. Brit. J. Surg. 21, 664-676

Summary

The effects of the electrical stimulation of the peripheral cut end of the splanchnic

nerve upon the motility of the ileocecal sphincter were investigated on dogs. The animal was decerebrated under the electrical narcosis and its splanchnic nerves and lumbar portions of the sympathetic trunks were severed, and then the animal was soaked in a bath filled with Ringer's solution warmed to 38°C. The movements of the sphincter were recorded on the smoked drum by means of the balloon inserted into the cavity of the sphincter. For the stimulation of the nerve the induction shocks were used. The results summarized as follows:

1) The motility of the sphincter was better in the nonanesthetized animal than in the anesthetized one. When the splanchnic nerves (large, lesser, or inferior splanchnic nerve) was stimulated, an inhibitory effect was elicited in the former, while a slight excitatory effect was produced in the latter. From these results it was considered that one of the cause of the disagreements among the results obtained by various workers can be attributed to the different condition of the sphincter at the moment of the stimulation of the nerves mentioned above.

2) The excitatory effect was not abolished after the compression of the mesenteric artery supplied to the sphincter. Hence the excitatory effect described above could not be attributed to the anoxemia induced by the excitation of the vasoconstrictor nerves. It was suggested that the excitatory effect might be produced by the excitation of the nerve fibers of an adrenergic quality and that the excitatory effect might be reversed to the inhibitory when the motility of the sphincter was good.

3) The excitatory effect produced by the stimulation of the vagus nerve was inhibited by the stimulation of the splanchnic nerve.

4) The stimulation of the hypogastric nerve did not cause any effect on the ileocecal sphincter.

(Physiol. Dept., Okayama Univ. Med. School)

間 接 刺 戟 に よ る 蛙 筋 の 疲 勞 と 其 の 塩 縮 と の 関 係 に 就 い て

612. 014. 424. 4: 612. 744. 2/21

The Anti-contractile Substance did not appear in the Fatigue of Fro's Muscle induced by Indirect Stimulation but it did after the Salt Contraction

千 葉 正 子 (CHIBA-Masako)*

I. 緒 言

蛙筋を 0.7% 食塩水に入れた時に見られる所謂塩縮の持続時間が、温度¹⁾、外液の組成、pH 及び滲透圧²⁾ 等の外部環境によって如何に変化するかはすでに当教室その他より報告されている。他方に於いて筋内に起った変化が塩縮の持続にどのような影響を及すかを明らかにする必要があるので私は出来る文生理的な筋の変化として電氣的間接刺激による筋の疲労を選び、それに就いて此の点を検した。

II. 実 験 方 法

がま又は食用蛙の 1 対の坐骨神経腓腹筋標本を同時に切り出し夫々 10cc の Ringer 液に浸ける。浸けてから 10 分経て一側の標本を坐骨神経を介して感応電撃で刺激し他側の標本は対照として使用する。

感応電撃による刺激は白金電極を介し富田式 Thyratron 刺激装置³⁾ を用いて刺激頻度と刺激強度の組合せを次の 3 種にして行った。

	刺激頻度	刺激強度
(1)	50/sec	極大刺激
(2)	50/sec	閾 刺 戟
(3)	1~3/sec	極大刺激

田崎⁴⁾ 等の実験結果に従うと此等の刺激条件の中 (1) に於いては速運動及び遅運動の両単位共刺激され、従って疲労は両単位の端板に相伴って起り得る。(2) の条件では刺激強度が遅運動神経にとって閾下であるため、又 (3) の条件では刺激頻度が遅運動単位の興奮にとって十分でないため何れの場合に於いても刺激効果は速

運動単位にのみ現われ疲労は其の端板にのみ限って遅運動単位は疲労に到らぬ事となる。即ち此の 3 種の刺激条件によって両運動単位の疲労を或る程度迄分析する事が出来るわけである。

刺激の持続時間は何れの場合も筋が神経からの刺激に応じなくなる迄としたので各例まちまちであった。

刺激が終わったら直ちに標本を両側同時に夫々 10cc 宛の 0.7% 食塩水に移して其の各々の塩縮の状況を観察し、且つ時々銅亜鉛弓及び感応電撃を用いて間接刺激に対する筋収縮の有無を検しつつ塩縮時間を測った。なお、其の際外液は時々攪拌する様に注意し、また塩縮停止の判定は肉眼で見て 3~5 分間筋に全く動きなきを目標とした。

実験の時期は主として 3 月下旬より 5 月上旬に亘り、室温 13~20°C の範囲であったが寒い季節に行った実験では 27°C 前後の恒温槽内で塩縮を観察した。

III. 実験結果及び其の考察

上記 3 種の刺激条件につき行った実験は (1) に於いて 9 例、(2) に於いて 5 例、(3) に於いて 5 例であり、其の結果は第 1 表に一括表示した。

此の表で先ず目につくのは 3 種の刺激条件を通じて一様に、被刺激側筋は対照側筋に比し塩縮時間及び塩縮の強さ (頻度及び振幅等) の著明な減少を示し、其の極端な例では塩縮が全く起らずに終わった点である。即ち疲労筋では其の遅運動単位の端板の疲労の有無とは関係のない塩縮抑制の要因が存在することが窺われる。なお、此の表では速運動単位の端板の疲労の存在する凡ての例に於いて塩縮の抑制が起っている

* 慶応義塾大学医学部生理学教室

第1表

実験例 番号	種別	被刺戟筋間接刺戟の条件			塩縮時間 (分)	
		頻度 (毎秒)	強度	時間 (分)	対照側筋	被刺戟筋
1.	(1)	50	極大刺戟	38	$80+a$	18
2.	(1)	50	極大刺戟	105	$70+a$	0
3.	(1)	50	極大刺戟	31	$60+a$	60
4.	(1)	50	極大刺戟	76	$125+a$	80
5.	(1)	50	極大刺戟	60	$60+a$	0
6.	(1)	50	極大刺戟	5	$60+a$	0
7.	(1)	50	極大刺戟	5	$450+a$	360
8.	(1)	50	極大刺戟	50	$210+a$	43
9.	(1)	50	極大刺戟	4	$180+a$	0
10.	(2)	50	閾刺戟	35		90
11.	(2)	50	閾刺戟	87		16
12.	(2)	50	閾刺戟	145	$85+a$	0
13.	(2)	50	閾刺戟	90		15
14.	(2)	50	閾刺戟	7	$300+a$	300
15.	(3)	1~3	極大刺戟	223	123	106
16.	(3)	1~3	極大刺戟	360	$200+a$	100
17.	(3)	1~3	極大刺戟	90	75	35
18.	(3)	1~3	極大刺戟	180	$220+a$	40
19.	(3)	1~3	極大刺戟	300	$240+a$	$240+a$

ことが示されてはいても、遅運動単位だけを選
択的に疲労させた条件に於ける実験結果を有せ
ぬ現在では両者の関係は断定し得ない。

次に3種の刺戟条件に於ける結果を夫々比較
すると全体的な傾向として疲労筋に於ける塩縮
抑制の程度が(1)の条件では強く、(3)の条件
では遙かに弱くなっている。例えば(1)の条件
では実験例9例中塩縮の全く起らずに終ったも
のが4例、塩縮時間が対照の1/5以下に減少せ
るものが4例、対照側7 $\frac{1}{2}$ 時間に対し6時間と
云う僅かな減少を示したものが1例であるのに
対して(3)の条件では実験例5例中塩縮の全く
起らなかった例は1つもなく、対照側の1/5以
下の塩縮時間のもの1例、1/2以下のもの2例、
対照側に比し極く僅かな減少を示したもの2例
となっている。他方(2)の条件に於ける結果は
5例中塩縮の全く起らなかったものは1例、対
照側の1/5以下の塩縮時間のもの3例、対照側
に比し僅かな減少を示したもの1例であって略
(1)の条件に於ける結果に近く、塩縮抑制の程度
に於いて(1)と(3)との中間に位している。

又、塩縮観察経過中に於ける塩縮の有無と電
氣的間接刺戟に対する筋収縮の有無との間の関

係を見ると、速運動単位の疲労は3種の刺戟
条件を通じて全例に存在するわけであるが、
その中塩縮も間接刺戟に対する収縮も共にな
いものが2例、刺戟後の恢復過程に於いて間
接刺戟に対する収縮は十分に再現したのに塩
縮は全く起らずに終ったものが3例、間接刺
戟に対する収縮は消失したままであるのに塩
縮は十分に認められたものが3例あった。即
ち電氣的間接刺戟に対する筋収縮の有無から
見た速運動単位の端板の疲労の有無と塩縮の
有無とは必ずしも一致しないと云う結果が得
られた。

以上の実験結果を考え合せると疲労筋に於
ける塩縮抑制の要因には端板の疲労の有無と
は別に筋繊維自身に起る変化が関与している
ことを知った。

IV. 総括及び結論

以上の実験結果を総括すると、

1) 実験に用いた3種の刺戟条件の凡てを通
じて疲労筋は対照筋に比し、塩縮時間及び塩縮
の強さ(頻度、振幅等)の著明な減少を示し、
其の極端な例では塩縮の全く現われない場合が
見られた。

2) 疲労筋に見られる斯様な塩縮の抑制は速
運動単位の端板の疲労の存する刺戟条件に於い
ては凡て起り、且つ其の際遅運動単位の端板の
疲労の有無は関係していなかった。

3) 一般に疲労筋に対する電氣的間接刺戟の
効果の有無と塩縮の存否との間には一定の平行
関係は認められなかった。

4) 50/secで極大刺戟の条件に於ける疲労筋
は1~3/secで極大刺戟の条件に於けるものに
比し塩縮抑制の程度が遙かに強いが、此の際端
板の疲労の程度と塩縮抑制の程度との間には一
定の平行関係が認められなかった。

以上総括した事実より次の如く結論し得る。
即ち、

5) 疲労筋に於ける塩縮抑制には遅運動単位
の端板の疲労の有無は関係なく、一般に遅、速
両運動単位の端板の疲労の有無とは別に、筋纖

維自身の変化が関係している。そして速運動単位の端板の疲労の有無とこの塩縮抑制との間の関係に就いては以上の実験結果だけでは断定し得ない。

本実験は、林教授の御指導と須田助教授の御助言の下に行った。終りに臨み深謝致します。

文 献

- 1) 田中政雄 (1950) 塩縮時間に対する温度の影響について (第27回日本生理学会総会発表) 12, 学 36
- 2) 長田良平 (1950) 諸種条件に於ける塩縮数 (第27回日本生理学会総会発表) 12, 学 37
- 3) 富田恒男 (1942) 慶応医学 22, 5号
- 4) 田崎一二 (1942) 特に遅い筋運動を司る運動性神経繊維に就いて 条件反射 5, 89

Summary

A certain inhibitory principle appeared in isotonic salt solution in which a muscle was immersed and it ceased to produce spontaneous contraction (it was called "salt contraction"). But it did not appear when the muscle was excited indirectly through the nerve till the total fatigue. It must be considered the so-called anti-contractile substance to be due to the production of the salt contraction was appeared.

(*Department of Physiology, School of Medicine, Keio-gijuk University*)

上気道よりの調節呼吸反射 612.288

Respiratory Reflex from the Upper Respiratory Tract

佐 藤 浩 (SATO-Hiroshi) *

I. 緒 言

気道或いは肺からの呼吸反射に関しては多くの報告がある。肺からのものについてはHering & Breuer¹⁾以来多くの人々により、迷走神経の呼吸反射として報告されており、最近には小口²⁾が肺に空気を送入すると多くは一過性に筋活動が亢進するが、その後は吸息筋及び呼息筋はともに抑制され、肺から空気を吸引すると吸息筋と呼息筋はともに活動を亢進すると報告している。

気道からの呼吸反射については刺激性ガスを吸入させたり、鼻粘膜を直接電氣的に刺激して生ずる三叉神経反射の研究があり、Kratschmer³⁾, Lewandowsky⁴⁾, Sandmann⁵⁾, 初岡⁶⁾, 吉川⁷⁾, 小田中⁸⁾等により報告されている。

また上喉頭神経の呼吸抑制作用⁹⁾, 舌咽神経の呼吸促進作用¹⁰⁾等の呼吸反射についても報告されているが、之等は化学的或いは電氣的刺激であって気道粘膜に対しては異常刺激であり、生体にとっての適合刺激ではない。

鼻腔、喉頭に対する自然的刺激である空気の流れは上気道を介して呼吸にどのように作用するものであろうか。

従来このような実験を企てた人もあるが少く一定の結論を得ていない。

Graham¹¹⁾は鶏の気管を持続的に空気を通し、呼息性通気では吸息が抑制されるが、吸息性通気では効果がみられないと述べているし、Lumsden¹²⁾は猫を用いて気管の下部で気管切開をなし、これを通して喉頭と気管の上部を連続的に通気し、吸息性通気は電氣的に求心性迷走神経を刺激したと全く同様な効果がみられ、これは吸息或いは Apneusis を抑制し、呼息性通気は呼息を抑制するらしいが効果が不明瞭で

充分にこれを検討することが出来なかったと述べている。

Lumsden の呼吸に対する迷走神経効果についてはすでに種々の異論のある今日、気道通気による反射は再検討を要するものである。

私は、正常呼吸時に生ずる呼吸気流によって上気道から生ずる呼吸反射を探索し、あわせて小口²⁾の述べている迷走神経肺枝様な性質が気道にも存するのではないかと思い私の考案した通気装置を用い人為的に気道を通気する次の実験を行った。

1. 瞬間通気法
2. 連続性通気法
3. 律動性通気法

何れの場合も呼吸相による差違、気流方向、気流の強さ、通気時間を特に慎重に考慮して実験をすすめた。実験方法の詳細は次項に於いて述べる。

II. 一般的実験方法

被験動物としては主として家兎、時に補助的実験として猫及び犬を用いた。家兎に於いては無麻酔または軽くウレタン麻酔を併用した。特に断わらない限り家兎を背位または横位に固定し、輪状軟骨下2.5cmの所で気管切開を行って肺側端に気管カニューレを入れてこれを通して呼吸させ、また気管の鼻側端にも気管カニューレを入れて、これを通して上気道を通気するようにした。

気道の方法は喉頭側より鼻孔へ通るのを上行性とし、逆に鼻孔より喉頭の方へ流れる気流を下行性気流と表現した。通気としてはちやうど蓄電気の放電電流のようにはじめ大きく、のち次第に弱まるような気流を流し1秒以内に気道を通り過ぎてしまうようなものを瞬間通気と称し、5秒以上、気道に一定速度の空気を通した

* 新潟大学医学部生理学教室 (高木健太郎教授)

ものを連続通気と表現した。被験動物の呼吸量と略々等しいと思われる空気量を律動的に上行性、下行性に交互に通気を続けた場合を律動性通気とした。

呼吸運動の描記法としては次の方法を用いた。

a. 機械的描記法

1) バネタンブール法 (高木¹³⁾)

バネタンブールにより横隔膜の運動を煤紙上に描記した。

2) 横隔膜背矢運動描記法 (福原¹⁴⁾)

横隔膜背矢に直接糸を結び、背矢の運動を郷原式ヘーベルで描記した。

3) 呼吸容量描記法 (高木・長谷川¹⁵⁾)

肺側のカニューレを呼吸容量描記装置に連結し、煤紙上に描記した。

b. 電氣的描記法 (小口¹⁶⁾)

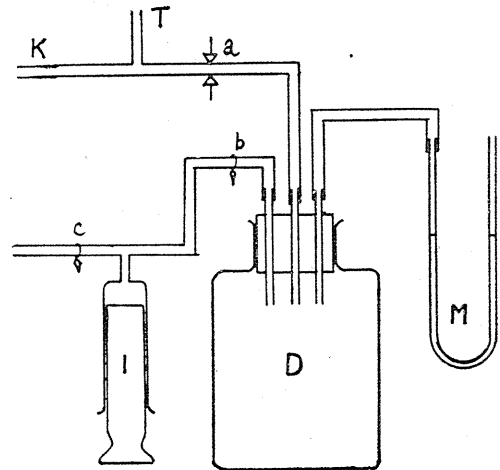
電極としては $1/4 \sim 1/5$ 皮下針に直径 80u 程度のエナメル銅線を封入した同心型針電極を使用し、push-pull 式電圧二段・電流一段の C-R 結合増幅器に導き、同時に呼吸容量描記装置からタンブールに導き横河式 3 エLEMENT の電磁オッシログラフに吸息筋・呼息筋の筋電図と呼吸容量曲線を同時に描記した。

Ⅲ. 実験成績

A. 瞬間通気

今まで多くの研究者が種々の実験に於いてまた臨床家が色々の疾病で気管切開を施しているにも拘わらず正常呼吸と気管呼吸との差を余り論じていない。故に私は呼吸に対する気道の反射作用があるとすれば、気流速度の変化が刺激として働くのではないかと考え、瞬間的に空気を流せば刺激として充分たりうると推定し、瞬間通気から実験をすすめた。

気管切開を施して鼻側端及び肺側端に気管カニューレを挿入し、鼻側端のカニューレを第 1 図に示すように K に連結し、a の部を鉗子でおさえておき 100cc の注射筒によってビン D の中に空気をおしこみ、また吸引してビン D 内の圧力を陽圧または陰圧にし b の部を閉じておく。その程度は水銀マノメーター M で知る。急激に



第 1 図 瞬間通気装置

M: 水銀マノメーター. D: ビン 1800cc.

I: 注射筒 (100cc). T: 描記タンブールに連結する。

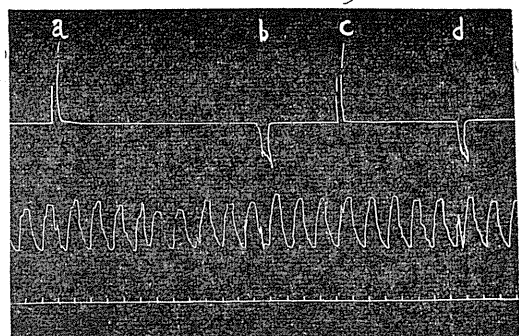
K: 鼻側端カニューレに連結する。

a のおさえをはなすと、ビン D 内の陽圧、陰圧に従って空気が上行性、下行性に流れる。同時に T に連結してあるタンブールが動いて刺激時点とその圧力の変化を、オッシログラフ、または煤紙上に記録出来る。

a. 機械的描記による成績

1) バネタンブール法によるもの

第 2 図の a は呼息時に、c は吸息時に上行性気流を通した場合であり、b は呼息時に d は吸息時に下行性通気をなしたものである。呼息時刺激では下行性及び上行性共にその呼息は抑制されて吸息に移り、吸息時では両方行性共にそ



第 2 図 瞬間通気の呼吸への影響 (1)

ウレタン微麻酔家兎。上よりシグナル: 上向きが上行性、下向きが下行性通気 (通気量 25cc), 呼吸曲線 (バネタンブール法による): 上向きが吸息。時標: 1 秒。

の吸息は抑制され呼息に移る。この様相の発現仕方はあたかも心臓の期外収縮に似ている。即ち瞬間通気によって、吸息相或いは呼息相の中に特別な呼息、或いは吸息が介在するように見える。それで吸息期に生ずるものを期外呼息、呼息期に生ずるのを期外吸息と仮称することとした。

一般に期外呼息及び期外吸息の後には、期外収縮時とちがって特別な休止期をのこすようなことはない。しかし期外呼息或いは期外吸息を生じた後に、一般的には呼吸全体の水準は吸息性となり、呼吸の振幅は小となり数の増加することが多い。しかし少数例に於いて呼吸水準は呼息性となり呼吸振幅は大となり呼吸頻度が減少する例もあった。特に管呼吸を営ませた後にはこの現象がよくみられ、甚しい時には呼吸は呼息性停止を来すこともあった。

呼吸の色々な時期に刺激してみたが、吸息期ではどのような時期でも常に期外呼息がみられた。しかし期外吸息は呼息の初期には生じにくく、呼息がすすむにつれて生じやすく呼息の末期には期外呼息に匹敵する位大きく生ずるようになる。

ビンD内の圧力を変えて、空気の量及び速度を加減して、この反射の閾値をしらべてみると、吸息期では5~10ccでも呼息への切りかえが起りうるが、呼息時の期外吸息は上行性通気でも下行性通気でも20cc以上でなくては起りにくかった。

原則的には上行性と下行性の通気では、同様な効果を示すが、下行性が幾分強く効くように思われる。しかし下行性通気は吸引する方法を用いたため、気道特に鼻翼が弁状に仿いたり、後鼻道の軟部組織が陰圧のため気道を狭めるため、上行性気流と同圧をビンDにかけても気流速度に差違が起る可能性は否定出来ない。

2) バネタンブール法と呼吸容量描記法による呼吸曲線の比較

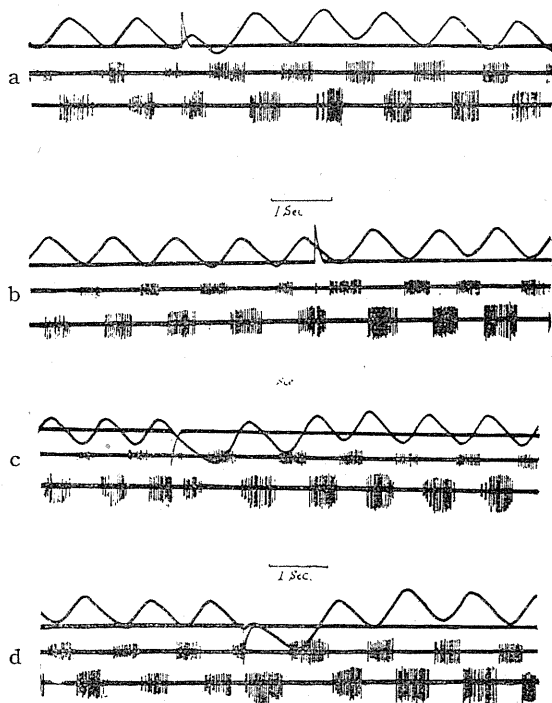
吸息時に於いて呼息に切りかわる状態、即ち期外呼息の生じ方はバネタンブール法に於

いても呼吸容量描記法に於いても同様に認められたが、期外吸息はバネタンブール法でも出にくかったが、呼吸容量描記法では更に出にくく全く機械曲線の上では見えない場合もあり、このような時には呼息がかえって延長している。この理由については次に論じよう。

3) 電氣的描記法によるもの

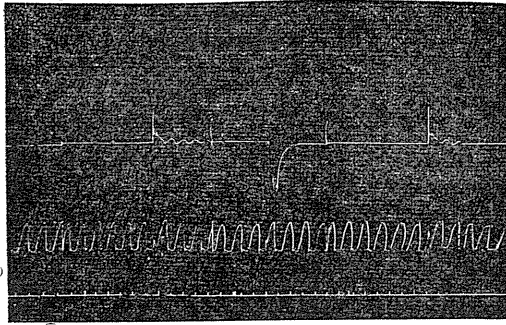
バネタンブール描記法と呼吸容量曲線の差違はどこから生じてくるのか、また実際呼息筋、吸息筋はどのように仿っているかを検査するため、呼息筋及び吸息筋の筋電図と呼吸容量曲線とを同時描記した。

筋電図によれば、第3図に示す様にバネタンブール法による変化を裏付けるような成績が得られた。慣性の大きいバネタンブール法及び呼吸容量曲線上からはこの反射の潜伏期は1/10~3/10秒と測定されたが、筋電図上では殆んど瞬間的に刺激された呼吸相はたちきられ、反対相の呼吸筋の放電がこれに続いて現われている。



第3図 瞬間通気呼吸への影響(2)

無麻酔家兔。通気量25cc。a, b, c, d共に上よりシグナル、上向きが上行性通気。呼吸量曲線：上向きが吸息。吸息筋筋電図，呼息筋筋電図。



第4図 麻酔による影響
家兎 2700g. エーテル麻酔第3期第2度。
上よりシグナル：上向き上行性通気 (25cc), 呼吸曲線
(パネタンプル法による)：上向きが吸息。時標：1秒。

然し吸息時の期外呼息に比し、呼息時の期外吸息は多くの場合非常に短く、すぐ呼息筋の放電が現われる。このように期外吸息の放電が微弱なために容量の大きい呼吸容量描記装置では、この期外吸息が隠蔽されて曲線上に現われてこないであろう。

4) 麻酔の影響

エーテルを用いて麻酔の深さを色々変えてその影響をみると第3期第2度の深さに至ると期外呼息はなお生じうるが期外吸息は最早認めることは出来ない (第4図)。

期外呼吸後の後効果は深麻酔ではみられなくなった。

5) 求心路及び中枢について

この反射を起させる受感部位を知るために喉頭の直上部で気道を切断し、後鼻道にも直接カニューレをつなぎ、気管・喉部と鼻道部に別々に空気を通してみた。

気管・喉頭部のみに瞬間通気をするとその効果は上行性・下行性ともに全気道を通気した時よりは弱い、略々同様の結果をうることが出来た。しかし呼吸性呼吸停止は1回もみられなかった。この時両側上喉頭神経を切断すればこの反射は消失する。

次に鼻道のみに瞬間通気すると、全気道通気に殆んど匹敵する位の強さで反射が起る。後効果も著明のことが多かった。

上部気管・喉頭及び鼻道に分布する神経として迷走神経、三叉神経、舌咽神経、上喉頭神経

及び反回神経があげられるが、この反射の求心路を知る為に之等の神経を切断してみた。

両側舌咽神経の切断では全く影響がない、声帯の状態を一定にし、通気の障害を除くために両側反回神経も切断してみたが、これによる影響は認められなかった。

上喉頭神経の両側切断では反射が生じにくくなる。切断前 20cc 位の空気では呼息休止期を除いては毎回反射を生じたが、同一被験動物で切断後同一空気量では反射を生じないことがあるし、反射もまた弱くなる。

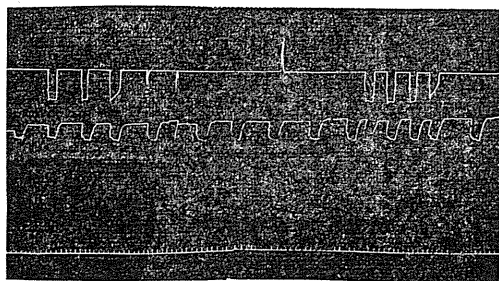
三叉神経は頭蓋内でその下行路を切断した。即ち載域後頭膜を破り後頭骨を大後頭孔から上部へ骨鉗子でけずりとり、門の両側で切断した。また別に小脳の一部を除きガッセル神経節の中枢部を硬脳膜内で切断した。どちらの場合も閾値はたかまるが反射は生じうる。この時の三叉神経切断の可否は刺激性ガスを吸入させることにより一応確めた。

三叉神経および上喉頭神経の両方を切断すると、各単独切断よりも更に著明に反射は減弱し発生頻度が減少する。

以上の実験でみると上喉頭神経・三叉神経は共に求心路として主なる役割をなし、上喉頭神経及び三叉神経の両方を切断しても反射を生じうるが、三叉神経・上喉頭神経共に手術操作がむずかしく、総ての線維が切断されているとは断言出来ず、またこの両神経以外にも迷走神経か舌咽神経の小さい枝が関与しているかもしれない。しかし上喉頭神経・三叉神経が主なるものであることは確かである。

次にこの反射の中枢を探索する目的で脳幹の切断実験を行った。単に開頭しただけで反射の消失することがしばしばあった事からこの反射は非常に不安定なものであるということがまずわかった。

開頭後も反射が存在する例に於いて第5図に示す様に聴糸部直上で脳幹を切断して apneustic の呼吸型を示しているときは反射が存在した。apneustic の吸息時に刺激すると呼息が生ずる



第5図 脳幹切断実験(聴条直上部にて切断時)
家兎(ウレタン微麻酔). 上よりシグナル: 下向きが
下行性通気(25cc). 呼吸運動(横隔膜背矢描記法):
上向きが吸息. 時標: 1秒.

だけで、この呼吸は非常に短くすぐ吸息に切りかわる。このため呼吸相に於ける反射の有無を確かめることは出来なかった。

B. 連続通気による実験成績

先の瞬間通気実験で短時間の通気がそのあと数呼吸にも影響を与えることから、連続的に一定圧力で通気することによって、切りかえ後の変化及び呼吸停止が如何になるかを追及しようとした。

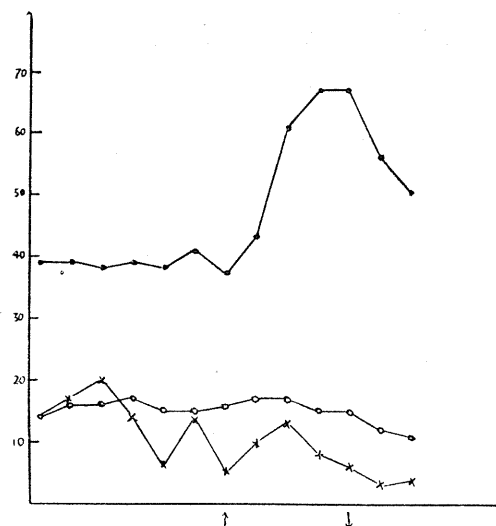
気管を切開して気管カニューレを装置した家兎の喉頭側のカニューレと吸引ポンプの排気口又は送気口につなぎ、カニューレを吸引ポンプ間に緩衝器として1,800ccのビンをおき、上行性又は下行性に一定した空気の流れを持続的に流してみた。又吸引ポンプの代りに Douglas-bag に空気を充して、水柱マンローメーターを側管につなぎ、このマンローメーターを読みながら手作的に一定圧力で連続的に空気を通した。このときの空気量は通気中家兎の口及び鼻をビニールの袋で被い重ねて、口及び鼻孔から排出される空気を取り、ガスマーターで測定することによって確かめた。

通気量を少くしようとする場合には100ccの注射筒を用いた。また呼吸筋及び吸息筋の活動量の1つの目安として呼吸及び吸息筋の放電面積を測定した。それには各筋電図の放電群を均等な紙に写しこれを切りとりトーションバランスでその個々の重量を測定し、その重量比をグラフにして示した。

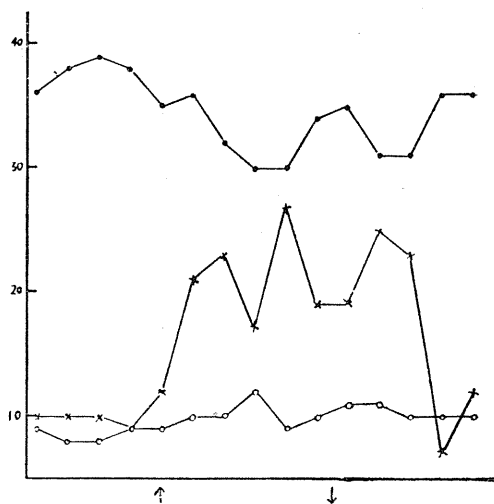
以下の実験も各筋の働きの強度を示す時には

この方法を用いた。但し呼吸筋の活動時間は図の上では考慮していないので実際には判定の一助とした。

連続通気を行ってみて、気道通気の呼吸に及ぼす影響は一定の刺激に対して一定の反応を常に示すものではなく、非常に不安定なものであることを知った。即ち個体差が大きく作用して



第6図 連続通気の呼吸への影響 (1)
無麻酔家兎. 1500cc/分の空気を上行性に連続的に
↑↓間を通気. ●-●-●呼吸間隔. ○-○-○吸息
筋放電面積. ×-×-×呼息筋放電面積.



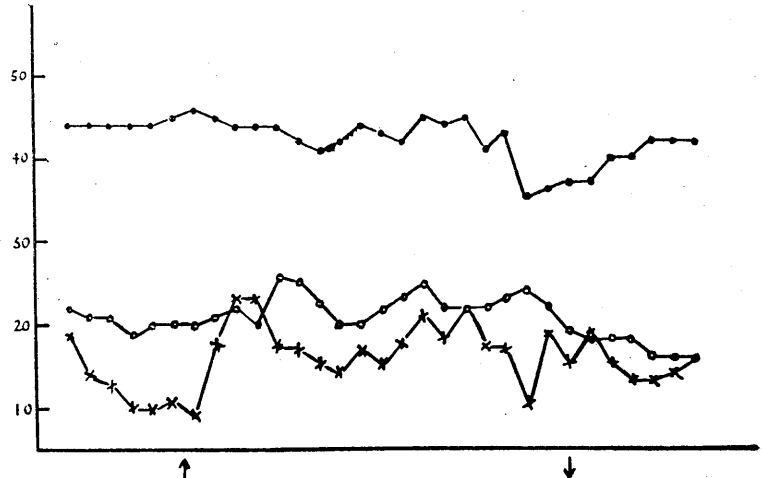
第7図 連続通気の呼吸への影響 (2)
無麻酔家兎. 1200cc/分の空気を上行性に連続的に
↑↓間を通気. ●-●-●呼吸間隔. ○-○-○吸息
筋放電面積. ×-×-×呼息筋放電面積.

おり緊縛していることとか刺激を繰返すことが次第に促進効果を失わせ、抑制効果をつよめ遂に抑制効果をも失わせ無反応へとすすめるようにみえる。緊縛したままでは刺激後いかなる時間においても状態が改善されることはない。

気流速度が大なるときは、個体による差、状態の如何によらず（第6図）呼吸間隔はのび大きな呼吸になるが、呼息筋及び吸息筋はむしろ抑制されてその放電の数と振幅は減っている。さらに強い刺激になると呼吸は呼息性停止を来とし、呼息筋はこの間長い疎らな放電を続けている。又これ以上に刺激を増すと、通気を連続すると呼息筋及び吸息筋は共に放電を中止する。

中等度の通気では第7図に示すように呼吸間隔は短縮し小さい呼吸となる。吸息筋の全放電面積は刺激前と略々同様であるが、放電持続時間を考慮に入れると刺激中の吸息筋の活動は増大している。また呼息筋の放電はその振幅も数も、従って放電面積も増加している。軽度刺激では中等度刺激と原則的には同様であるが唯程度が軽微である。

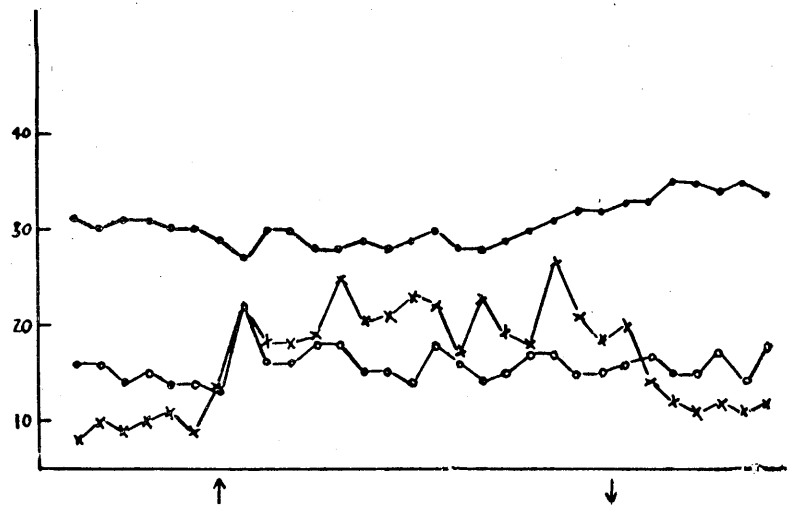
Graham, Lumsden は上行性通気と下行性通気で、呼息及び吸息に異った作用を示すとのべているが、家兎ではこのような事はなく同様の



第8図 律動性通気の呼吸への影響 (1)

無麻醉家兎。空気 20cc を呼吸と同方向に ↑ ↓ を律動性に通気す。

●-●-● 呼吸間隔。 ○-○-○ 吸息筋放電面積。 ×-×-× 呼息筋放電面積。



第9図 律動性通気の呼吸への影響 (2)

無麻醉家兎。空気 20cc を呼吸と反対方向に ↑ ↓ を律動的通気。

●-●-● 呼吸間隔。 ○-○-○ 吸息筋放電面積。 ×-×-× 呼息筋放電面積。

反応を示した。しかし下行性通気の方が上行性通気より幾分反応は強くあらわれた。これは瞬間通気の時と同一機転によるものと思われる。

C. 律動性通気による実験成績

正常呼吸時に呼吸気が気道を通過する時呼吸にいかなる影響を与えるかを知る一実験として家兎の呼吸気量に略々一致する 20cc 内外の空気を律動的に交互に気道を上行性、下行性に流してみた。

家兎の鼻側端のカニューレに100ccの注射筒を連結しこれで呼吸気流と同方向に、またはこれと反対方向に、空気20ccを律動的に通した。またメトロノームに合わせて呼吸に関係なく一定のリズムで行ってもみた。

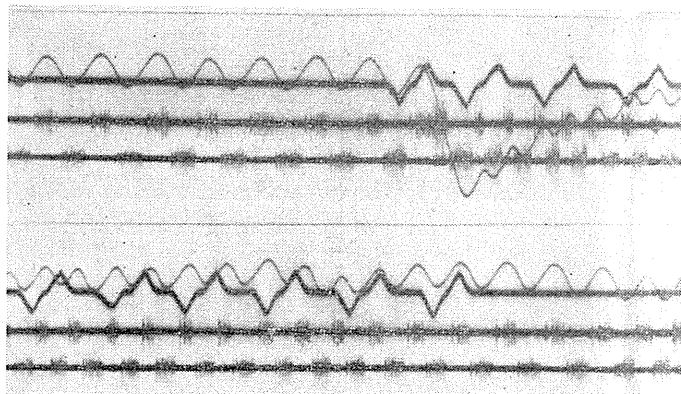
第8図は呼吸と同じリズムで呼吸と同方向に通気したものであり、第9図は反対方向に通気したものである。反対方向の場合の方が反応は幾分著明であるが、両者共に略々同様の变化を示す。呼吸数は幾分多くなり、吸息筋、呼息筋共に活動は促進される。

メトロノームに合わせて呼吸に無関係に一定のリズムで通気すると、その頻度が呼吸数以下のときは呼吸振幅は小さくなるが、頻度は甚しく増加し呼息筋及び吸息筋が共に強く攣き呼吸水準は吸息に傾く(第10図)。

頻度が略々呼吸数と同様の時には呼吸数には甚しい変化はみられないが吸息筋・呼息筋ともに強く活動するようになる(第11図)。

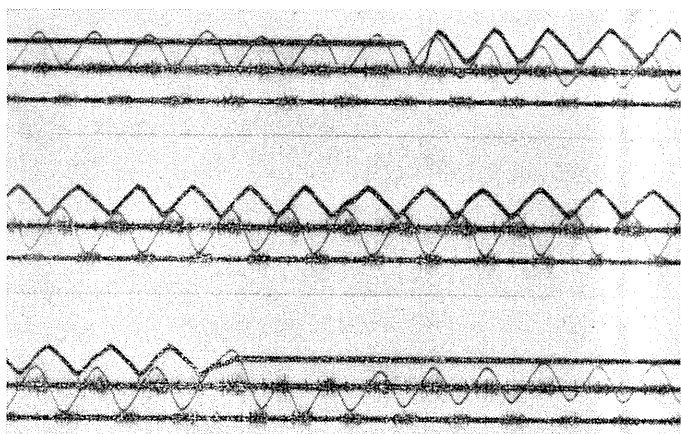
頻度が呼吸数より多くなると呼吸はこれに同期するような様子を示す。呼吸数約1分間に30位の頻度増加まで呼吸は気道通気に0.2~0.3秒おくれて同期しようとする(第12図)。

このときは勿論呼息筋及び吸息筋ともに強く活動してはいるが、呼吸数より少い時程強くない。しかし緊縛を長くするとか刺激を繰返えすと促進効果は次第に失われる。即ちこんな場合には呼吸数以上のリズムでは



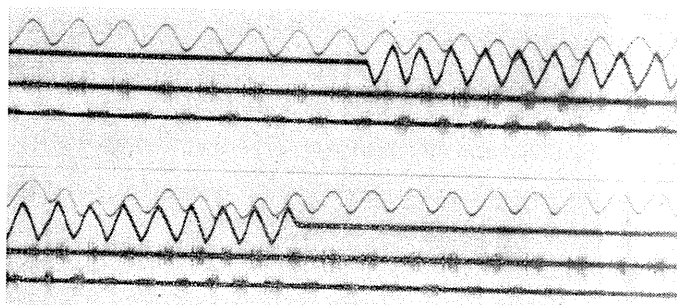
第10図 律動性通気の呼吸への影響 (3)

無麻酔家兎。空気20ccを47/分で律動性通気。上より時標：1/10秒。呼吸容量曲線：上向きが呼息。シグナル：上向きが上行性。呼息筋筋電図、吸息筋筋電図。



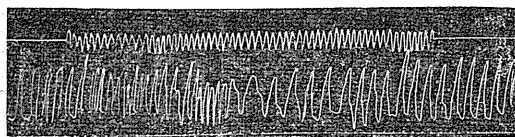
第11図 律動性通気の呼吸への影響 (4)

無麻酔家兎。空気20ccを75/分で律動性通気。上より時標：1/10秒。シグナル：上向きが上行性。呼吸容量曲線：上向きが呼息。呼息筋筋電図、吸息筋筋電図。



第12図 律動性通気の呼吸への影響 (5)

無麻酔家兎。空気20ccを100/分で律動性通気。上より時標：1/10秒。呼吸容量曲線：上向きが呼息。呼息筋筋電図、吸息筋筋電図。



第13図 律動性通気の呼吸への影響 (6)
無麻酔家兎。空気 20cc を 100/分 で律動性通気。
上よりシグナル：上向き上行性，呼吸曲線（パネタ
ンブール法）：上向きが吸息。時標：1秒。

促進効果はみられなくなり，かえつて抑制効果が現われ，更に時間がたつと抑制効果も失われて，全く影響がなくなってくる。呼吸数以上のリズムで抑制効果を示している時，呼吸数以下のリズムでは初め幾分促進効果を示すが間もなく抑制効果を全然示さず無反応となる。中には家兎により初めから促進効果を全然示さず抑制効果のみを示すものもあった。第13図は同じリズムで刺激を繰返している中に初め促進効果を示していたものが途中から抑制効果を示し次第に抑制効果も減弱して行く状態を一実験中に示したものである。

IV. 考 察

瞬間通気でも連続通気でも律動通気でも，とにかく上気道を空気が通るという事によって，呼吸に変化が起ることがわかった。即ち異常な化学的或いは電氣的刺激でなくて，空気が通るという正常な刺激でも呼吸に変化を及ぼすことを知った。そしてそれは Lumsden 等のいうように気流の方向にはほとんど関係なく呼吸の位相に関係し，それが吸息相のときは一時的に逆位相である呼息への切りかえが起り易いが，その反対は起りにくい。これ等の中樞は少くとも pneumotaxic center より下に存在し，gasping 呼吸になるまで観察出来たから，第一次呼吸中枢の部分にあるのであろう。これに関与する神経はその解剖学的分布より大体想像されるように，鼻腔では三叉神経，気管・喉頭では上喉頭神経が主として関係しており，舌咽神経・迷走神経も僅かながら関係している。

如何なる通気法によっても，それに共通なる結果は呼吸の促進であり，呼息筋も吸息筋もその活動は旺盛となり，殊に吸息が強くなること

である。動物が弱ったとき，或いは中枢が麻酔に陥った場合，或いは刺激が強すぎるときは抑制作用があらわれはじめ，呼息性呼吸，更に呼息性停止に陥る。この場合には筋電図から吸息筋も呼息筋の活動も共に抑制され，ちょうど小口²⁾ が強く肺をふくらませたときに似ている。

律動性通気の場合，そのリズムが正常呼吸よりおそいときに最も呼吸促進作用が強いのは正常呼吸のリズムと刺激のリズムとが殆んど常に全く喰いちがい，瞬間通気に於ける如く各呼吸相で逆位相への切りかえが起ることと，連続通気の或いは瞬間通気の後効果からわかるように通気が適當の強さであった場合には，吸息性の促進作用があることから説明されるであろう。正常呼吸のリズムにちかくなつた時には唯偽作流の上からだけ吸息，呼息の活動が強く見えるだけであまり呼吸頻度が増さないのは逆位相への切りかえが起りにくいためではなからうか。リズムが正常呼吸リズムよりも著しく早くなると呼吸の切りかえ作用よりも，強通気による抑制作用が強くなるからであろう。

以上の点を，迷走神経の刺激実験とくらべると気道反射の促進効果は肺をちぢましたとき，その抑制効果は肺をふくらませたときに相当する。小口²⁾ のいうようにその呼吸相を一過性に推進すると云う様ななればやの作用はなく，この場合にはむしろ逆位相的に働くのであって，しかも位相の末期に近い程この作用が強いのも切りかえとして作用することを暗示する。

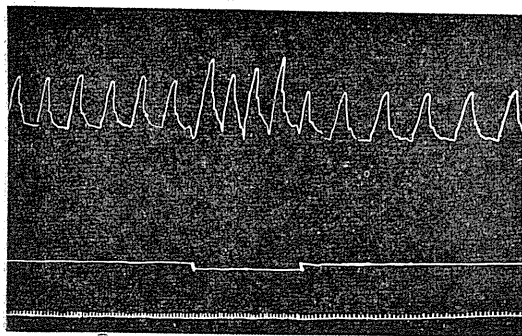
この結果は当然正常呼吸時に於ける気流が上気道を介して何らかの作用を呼吸に及ぼしていると考えざるを得ない。

そこで正常呼吸へはどの程度に関与し，且つ生理的意義は何であるかを考察したい。これには原理的につぎの2つの方法をとった。1つは上気道の除外法であり，他は上気道加算法である。前者ははじめ上気道を通して呼吸させてある家兎の呼吸を描かせながら，急に上気道に気流が通らないように上気道と気流抵抗の等しいゴム管（この方法を a）とする），或いは他の生きている家兎の上気道を介して呼吸させるよう

にする方法である（これを b）とする）。後者はその逆の c）法及び d）法である。2匹の略々同体重の無麻酔家兎に夫々気管切開を施し、一方のA家兎の気管の肺側切断端に三方括栓の一方を挿入し、反対側に気管の鼻側切断端をつなぎ、側管にはゴムをつなぐ。この方法で a）法及び c）法の実験が出来る。ゴム管の代りに他のB家兎の鼻側カニューレをつなぐことによって b）法及び d）法を実験出来る。

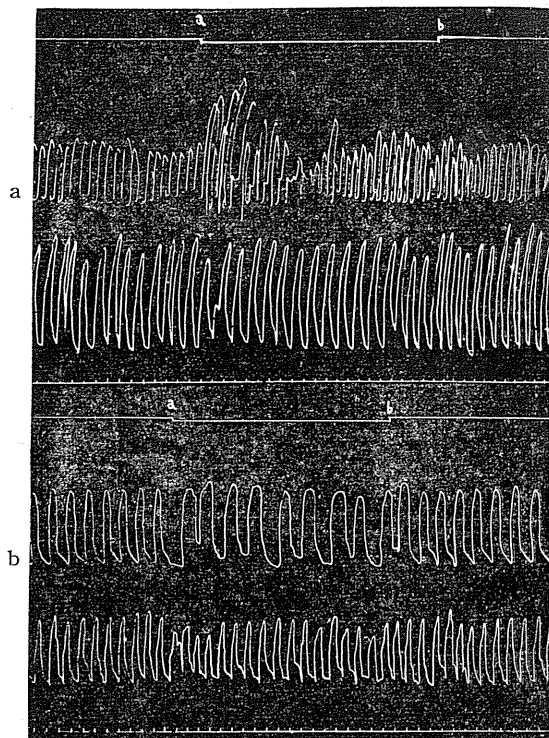
除外法の場合のゴム管は5~6cmとし、これにゴム管クレンメをつけて予めこれを適当に上気道とゴム管との気流抵抗を同様にしておく。呼吸描記法としてはバネタンブール法で煤紙に、またはゴム蛇管を上腹部にまきこれをゴム管でタンブールに導き呼息筋及び吸息筋の筋電図と共に電磁オッシログラフに導いた。第14図に示すように気道を空気が通ると呼吸間隔はちじまり大きな呼吸となり、明らかに呼吸の促進を示している。上気道を除外すると呼吸間隔はのび小さい前のカニューレ呼吸に戻る。

次に初めA家兎には自己の気道を通して呼吸させておき、B家兎にはカニューレを通して呼吸させておく。次に括栓を切りかえAにはBの気道を通して呼吸させるようにし、Bには依然としてカニューレ呼吸を続けさせる。つまりAには上気道除外法、Bには上気道加算法を施した事になる。このときB家兎の呼吸は甚しく大



第14図 上気道除外実験 (1)

無麻酔家兎。上より呼吸曲線（バネタンブール法）：上向き吸息。シグナル：下向き上気道加算。時標：1/5秒



第15図 a, b 上気道除外実験 (2)

無麻酔。A家兎 2700g, B家兎 2800g.

a, b 共に上よりシグナル：a, b 間にB家兎の上気道をA家兎の呼吸氣が通る。B家兎の呼吸曲線（バネタンブール法）：上向きが吸息。A家兎の呼吸曲線（バネタンブール法）：上向き吸息。時標：1秒。bはaの実験後10分にて施行した。

となり呼吸間隔は縮小し明らかに呼吸は促進していることを知る（第15図 a）。その後家兎の状態が変わってくると反応の仕方が次第に変わってくる。即ち第14図 b は第14図 a の実験後緊縛のまま数度同様の刺激を繰り返した後に行ったものであるが、今度は明らかに抑制効果を見ることが出来た。

除外法の場合には呼吸抑制、加算法の場合には呼吸はこれに比して促進された。

b), d) は原理的には a), c) と同様であり且つ正常の呼吸道及び呼吸氣の組成である炭酸ガス、酸素、水蒸氣を有するので最も生理的に近いものと考えられるが実際は他の家兎の上気道を通した為気道が長くなって抵抗が大となり、そのため呼吸が乱れ結局、上気道

の気流による影響を充分検討出来なかった。よって、a), b) に於いて、諸種濃度の炭酸ガス、水蒸気を空気に混ぜて空気温度も種々変えてみたが、普通空気の場合との違いはなかった。

以上の結果はどの実験的通气法の成績とも全く合致する。

そして上気道及び鼻腔の存在はちようど肺に於ける迷走神経の存在の様に、それによって、呼吸を促進することがわかった。但し実験が長い時間に亘り、動物が弱まったと思う場合には却って、加算によって抑制されることもありうる。即ちこれら上気道の部は単に異常刺激による呼吸反射 (Fremdreflex) ばかりでなく正常に於ける呼吸の調節にも参与していることを知るのである。

V. 結 論

正常呼吸時に生ずる呼吸気流によって上記道から起る呼吸反射について探索しつぎの結果を得た。

1. 瞬間的でも連続的でも律動的でもとにかく上気道を空気が通ると、呼吸に変化が起る。
2. 瞬間的に空気が気道を通るとその呼吸相はたちきられ反対相の呼吸が生ずる。
3. この反射に関与する神経としては主として三叉神経、上喉頭神経であり、中枢は第一次呼吸中枢の部分にある。
4. 気道を連続的に通気すると、弱い時には呼吸を促進せしめ、強い時には抑制せしめる。
5. 律動性通気ではそのリズムと正常呼吸数との相関により種々様々の反応を生ずる。呼吸数より少いリズムの時には促進作用が強く、リズムが増加するに従って促進作用が減弱する。

6. 上気道の存在は肺の迷走神経の存在のよりにこれによって呼吸を促進せしめる。動物が弱っている場合にはこの反射の存在は抑制的に働く。

7. 上気道は異常刺激による Fremdreflex ばかりでなく正常に於ける呼吸調節にも関係している。

文 献

- 1) Hering, E. und J. Breuer (1868) Sitzungsber. Akad. Wiss., Abt. 2, 58, 909
- 2) 小口周男 (1955) 呼吸筋の筋電図学的研究 (第2報) 日本生理誌 17, 8
- 3) Kratschmer, F. (1870) Über Reflex von den Nasen-Schleimhaut auf Atmung und Kreislauf. Sitzungsber. Akad. Wiss. 62, 147
- 4) Lewandowsky, W. (1896) Die Regulierung der Atmung. Arch. für Anat. und Physiol. 483
- 5) Sandmann, G. (1887) Über Atemreflex von der Nasenschleimhaut. Arch. für Physiol. 483
- 6) 初岡三千夫 (1935) 鼻粘膜刺激の呼吸に及ぼす影響についての実験的研究 日本耳鼻科臨床 30, 435
- 7) 吉川謹一 (1941) 鼻反射の実験的研究 北越医誌 56, 8
- 8) 小田中 貞 (1952) 三叉神経—呼吸反射 日本生理誌 14, 6
- 9) 油川貞敏 (1954) 上喉頭神経に関する研究 特に嚥下運動と嚥下呼吸について 新潟医誌 68, 4
- 10) 小田中 貞 (1953) 舌咽神経—呼吸反射に関する研究 日本生理誌 15, 7
- 11) J. D. p. Graham, (1940) Respiratory Reflexes in the Fowl. J. Physiol. 97, 525
- 12) Thomas Lumsden (1923) The Regulation of Respiration part II normal type. J. Physiol. 58, 111
- 13) 高木健太郎・池 苗雄 (1942) 迷走神経の呼吸調節作用について (第1報) 日本生理誌 7
- 14) 福原 武 (1950) 新呼吸運動の描記法 日本生理誌 12, 206
- 15) 高木健太郎・長谷川 弘 (1951) 呼吸気量及び呼吸中位連続描記装置 医学と生物学 19, 6

Summary

It has been well known that the respiratory movement is influenced by the abnormal stimuli on the upper respiratory tract. I have studied on the regulating effect of the normal air current in this tract on the breathing by means of artificial draught of this part.

Following results were obtained;

- 1) The normal breathing is modified by the artificial continuous or eruptive or rhy-

thmical air current through the upper respiratory tract.

2) Eruptive air current through the upper respiratory tract during inspiratory or expiratory phase cuts short this respiratory phase, which is converted into the opposite phase. Either direction of air current has similar affect.

3) The afferent nerves concerning to this reflex are principally N. trigeminus and N. vagus, and its center exists in the region of primary respiratory center.

4) Weak continuous air current through the upper respiratory tract facilitates the respiration, and the strong one inhibits it.

5) The effect of rhythmical air current is different concerning with its rhythm. When the rate of artificial draught is slower than natural breathing, the respiration is facilitated, and faster rate inhibits it.

6) The facilitatory effect described above is observed only when the animal is sensitive. Under deep anesthetized or utterly exhausted condition the inhibitory effect is obtained by the same stimulus.

7) From above mentioned results it seems that the reflex from the upper respiratory tract are not only concerned with protection of the tract against the abnormal stimuli, but normally it subserves a specific regulatory function on the respiration similar to vagal self-regulating reflex.

(Dept. of Physiol., Niigata Univ. School of Medicine)

昭和30年度生理学論文表題集 (1)

(日本生理誌に掲載の論文も含む)

北海道大学医学部第1生理学教室

- 1) 簗島 高・中村治雄・築詰弥彦(1955.3) 発熱物質に関する研究(第2報) 分光学的研究 日本生理誌 17, 118
- 2) 簗島 高・中村治雄・橋 高毅・小笠原光康(1955.3) デキストランに関する研究(其の1) 分子量に関する研究(其の2) C^{14} に依るデキストランの代謝に関する研究 日本生理誌 17, 133
- 3) 簗島 高・中村治雄・奥山文雄・藤田平治郎・植田勇貴男(1955.3) 老化の生理及びその予防に関する研究(第2報)(其の1) 血清リポ蛋白質の超遠心機の研究 日本生理誌 17, 192
- 4) 簗島 高・中村治雄・藤田平治郎・奥山文雄(1955.3) 老化の生理及びその予防に関する研究(第2報)(其の2) 血清リポ蛋白質の濾紙電気泳動的研究 日本生理誌 17, 193
- 5) 簗島 高・中村治雄・広瀬達蔵(1955.3) 老化の生理及びその予防に関する研究(第2報)(其の3) 血清遊離アミノ酸の定量的研究 日本生理誌 17, 193
- 6) 簗島 高・中村治雄・光錢吉郎・笠原嘉郎(1955.3) 人工血液に関する研究 人工血液による大量輸血及び交換輸血に関する研究 日本生理誌 17, 193
- 7) 簗島 高・中村治雄・藤田平治郎・奥山文雄(1955.4) 老化の生理 総合医学 12, 184
- 8) 田口暢茂(1955.6) 結核菌の電子顕微鏡学的研究 北海道医学誌 30, 339
- 9) 山田 巖・有江忠生・築詰弥彦・広瀬達蔵(1955.7) シロネズミアロキサン糖尿病の Zn^{65} 代謝に関する研究 医学と生物 36, 67
- 10) 山田 巖・築詰弥彦・有江忠生・寒河江和子(1955.8) 細菌性発熱物質の発熱作用機序に関する研究 医学と生物 36, 143
- 11) 田口暢茂(1955.8) ストレプトマイシン及びイソニコチン酸ヒドラザドによる結核菌の形態的变化の観察 北海道医学誌 30, 469
- 12) 田口暢茂(1955.8) 一人型結核菌の電子顕微鏡学的観察 北海道医学誌 30, 471
- 13) 藤田平治郎・奥山文雄・植田勇貴男(1955.8) 老化の生理及びその予防に関する研究(第3報) 血清の濾紙電気泳動的研究及び超遠心機の研究 北海道医学誌 30, 556
- 14) 光錢吉郎・笠原嘉郎(1955.8) 人工血液による大量輸血に関する研究 北海道医学誌 30, 591
- 15) 簗島 高(1955.11) 人工血液について 保安衛生 2, 468
- 16) 簗島 高(1955.12) 人工血液について 宮城県医師会報 30年12月号 37頁

北海道大学医学部第2生理学教室

- 1) 藤森聞一(1955.3) 皮膚電気反射の一般性質 臨床電気生理学 医学書院 85-96

北海道大学獣医学部生理学教室

- 1) Honma, K., O. Nakano, M. Makino, S. Honma (1955.4) Studies on a pyrogenic substance in blood plasma of virosis. Jap. J. Vet. Res. 3, 82
- 2) Kusachi, K. (1955.9) Fundamental studies on electrocardiograms of the horse. I. Unipolar lead. Jap. J. Vet. Res. 3, 120
- 3) Kusachi, K., H. Satō (1955.12) Fundamental studies on electrocardiograms of the horse. II. Bipolar lead. Jap. J. Vet. Res. 3, 195

北海道大学応用電気研究所

- 1) Mochizuki, M. und H. Bartels (1955.1) Amperometrische Messung des O_2 -Druckes in Vollblut mit der blanken Platine lektrode. Pflügers Arch. 261, 152
- 2) 浅野哲郎(1955.3) 亀心臓の酸素消費と搏動との関係について 北大応電彙報 7, 27
- 3) 浅野哲郎・切替弘夫・田中 明(1955.3) オキシゲラフによる測定の限界(pH及び CO_2 の影響について) 北大応電彙報 7, 41
- 4) 浅野哲郎・田中 明(1955.3) 体重量による白鼠筋肉の組織呼吸 北大応電彙報 7, 48
- 5) 岩瀬善彦(1955.5) 交流及び直角電流による睡眠反応の電気的特性(電気睡眠の研究第6報) 日本生理誌 17, 761
- 6) 浅野哲郎・池田敏夫・田中 明(1955.6) 白鼠諸臓器の酸素消費とレントゲン線照射の影響 北大応電彙報 7, 111
- 7) Mochizuki, M. und H. Bartels (1955.8) Elektrochemische Methoden zur Messung des O_2 -Druckes im Vollblut. Borderland Problems between Physical Chemistry and Physiology. p53
- 8) Bartels, H. und M. Mochizuki (1955.8) Über den Gasaustausch in der Lunge. Borderland Problems between Physical Chemistry and Physiology. p73
- 9) Iwase, Y. (1955.9) Electrophysiological Problems on Induced Sleep. Borderland Problems between Physical Chemistry and Physiology. p101
- 10) 田中 明(1955.10) 筋肉の組織呼吸特に酸素消費量について 日本口腔科学誌 4, 293
- 11) Iwase, Y. (1955.10) On the sleep response induced electrically in cats. Jap. J. Physiology 17, 420
- 12) Iwase, Y. (1955.10) Time factor in excitability of

the brain by the repetitive pulse stimulation. Jap. J. Physiology 17, 415

札幌医科大学生理学教室

- 1) 永井寅男・丸山俊蔵・牧之瀬 望 (1955. 12) A consideration upon the molecular mechanism of muscular contraction and relaxation. Jap. J. Physiol. 5, 302
- 2) 永井寅男・寺山良雄 (1955. 6) Actomyosin-ATP system の熱力学と筋肉の収縮弛緩機構 生体の科学 6, 21
- 3) 永井寅男・麦倉 元 (1955. 1) 筋収縮に対するATP 並びに Actomyosin-ATPase の意義 札幌医学誌 7, 35
- 4) 水原良樹 (1955. 1) 心臓自傷性に関する研究 (Ⅱ) 4. ATPase に関する研究 札幌医学誌 7, 40
- 5) 水原良樹 (1955. 2, 3) 心臓自傷性に関する研究 (Ⅱ) 5. Phosphatase に関する研究 札幌医学誌 7, 125
- 6) 水原良樹 (1955. 4) 心臓自傷性に関する研究 (Ⅱ) 6. 全編の総括並びに考按 札幌医学誌 7, 201
- 7) 藤野和宏 (1955. 2, 3) 筋肉繊維特に Glycerol 筋繊維のX線廻折的研究 札幌医学誌 7, 107
- 8) 牧之瀬 望・永井寅男 (1955. 3) Effects of anions upon muscular contraction induced by electric stimulation. Jap. J. Physiol. 5, 49
- 9) 牧之瀬 望・永井寅男 (1955. 6) Extensibility of glycerinated muscle fiber in relation to temperature. Jap. J. Physiol. 5, 160
- 10) 馬原魚郎 (1955. 1) 筋弛緩因子について (Ⅱ) 主として血液中の弛緩因子について 札幌医学誌 7, 47
- 11) 馬原魚郎 (1955. 2, 3) 筋弛緩因子について M. B-Factor の検討と Yeast 中の弛緩因子 札幌医学誌 7, 120
- 12) 鳥元健三 (1955. 2, 3) Actomyosin 溶液の粘度に関する研究 (Ⅰ) KCl 濃度の影響 札幌医学誌 7, 115
- 13) 鳥元健三 (1955. 4) Actomyosin 溶液の粘度に関する研究 (Ⅱ) Actin, Myosin 比の変化について 札幌医学誌 7, 205
- 14) 鳥元健三 (1955. 5) Actomyosin 溶液の粘度に関する研究 (Ⅲ) 犬の膀胱筋, Actomyosin の態度 札幌医学誌 7, 293
- 15) 鳥元健三 (1955. 5) Actomyosin 溶液の粘度に関する研究 (Ⅳ) “ひと” の膀胱筋, Actomyosin の態度 札幌医学誌 7, 297
- 16) 鳥元健三 (1955. 6) 膀胱 Glycerol 筋の研究 札幌医学誌 7, 346
- 17) 若狭智恵子 (1955. 4) Actomyosin の溶解性と Pyrophosphate (Ⅰ) 札幌医学誌 7, 210
- 18) 佐藤 寛 (1955. 6) 人膿漏症歯肉組織の ATPase に関する研究 (Ⅰ) 歯肉組織水溶性 ATPase の定量的検索について 札幌医学誌 7, 361
- 19) 尾崎精一 (1955. 6) 歯槽膿漏歯肉組織コリンエステラーゼに関する研究 札幌医学誌 7, 390
- 20) 尾崎精一 (1955. 6) Acetylcholine 前処置の Cholinesterase 活性に及ぼす影響と Cholinesterase の特

異性 札幌医学誌 7, 354

- 21) 湯田坂八重子 (1955. 10) Myosin 並びに Actomyosin の酵素化学的研究 ATPase 及び Superprecipitation に対する Actin の影響 生体の科学 7, 98
- 22) 湯田坂八重子 (1955. 12) Myosin 並びに Actomyosin の酵素化学的研究 Actomyosin-ATPase 及び Superprecipitation に対する温度の影響 生体の科学 7, 53

弘前大学医学部第1生理学教室

- 1) 王 老 全 (1955) 正常犬の白血球数 (2) 同一個体に於ける動揺範囲 弘前医学 6, 17

岩手医科大学生理学教室

- 1) 三田俊定・八重樫定夫・吉野悌市 (1955. 3) 視覚の研究 電流閾値と単色光エネルギーとの関係 日本生理誌 17, 166
- 2) 三田俊定 (1955. 5) 電気閃光法に基く視覚の研究 29年度文部省研究報告集録 医学及び薬学編 257頁
- 3) 高橋利兵衛・藤巻延吉・吉野悌市 (1955. 8) 眼に対する正弦波交流並びに矩形波電流刺激効果の比較 岩手医誌 7, 181

東北大学医学部第1生理学教室

- 1) Tsuyoshi Aoki (1955) Stimulation of the sweat glands in the hairy skin of the dog by adrenaline, noradrenaline, acetylcholine, mecholyl and pilocarpine. J. of Investigative Dermatology 24, 545-556
- 2) Masao Wada, Yoshikazu Nakaura, Koshiro Hatanaka and Tsuyoshi Aoki (1955) On the axon reflex sweating in the toe-pads of the cat. Arch. Internat. de Physiologie et de Biochimie 63, 203-212

東北大学医学部第2生理学教室

- 1) Isobe, K. (1955) Maxwell's spot and local difference of colour response in human retina. Jap. J. Physiol. 5, 9
- 2) Isobe, K., K. Motokawa (1955) Funktional structure of the retinal fovea and Maxwell's spot. Nature 175, 306
- 3) Motokawa, K., K. Isobe (1955) Spectral response curves and hue discrimination in normal and color-defective subjects. J. Opt. Soc. Am. 45, 79
- 4) 浜田宏信・和氣正好 (1955) 人間の耳下腺分泌に及ぼす諸種要因の影響 東北医誌 52, 129
- 5) 和氣正好・浜田宏信 (1955) 人間歯牙痛覚器の電氣的二重刺激による干渉作用 東北医誌 52, 136
- 6) 本川弘一 (1955) 視覚の生理学 東北医誌 7, 247
- 7) Kurosawa, T. (1955) Selective stimulation of retinal receptors with electric currents of various forms. Tohoku. J. Exper. Med. 62, 195
- 8) Katayama, S. (1955) Retinal induction caused by direct electric currents of various forms. Tohoku. J. Exper. Med. 62, 209

- 9) Ooba, Y. (1955) The relation between the magnitude of cone processes and the duration of illumination in the human fovea. *Tohoku. J. Exper. Med.* 62, 337
- 10) Suzuki, E. (1955) The relation between the electrical excitability and the duration of illumination at the peripheral retina. *Tohoku. J. Exper. Med.* 62, 345
- 11) Kurosawa, T., S. Katayama, T. (1955) Interaction of successive photic stimuli in the human retina. *Tohoku. J. Exper. Med.* 63, 9

福島県立医科大学生理学教室

- 1) 中根公正・新田貴一・村田和子 (1955. 6) 頸動脈腺-腎反射 高張食塩水注入による尿量及び尿中 Cl-濃度の変化 *日本生理誌* 17, 416-419
- 2) 入沢優氏 (1955. 6) 膀胱よりの圧反射 膀胱-小腸反射 *日本生理誌* 17, 420-427
- 3) 横山正松 (1955. 6) 人体に於ける Goltz 打腹実験 *日本生理誌* 17, 428-429
- 4) 横山正松・入沢優氏 (1955. 8) 蛙心臓に対する機械的刺激の影響 *日本生理誌* 17, 535-539
- 5) Yokoyama, S. (1955. 11) Teneur en acétylcholine des couches musculaires du tractus de digestif et des organes vaso-cardiaques *Compt. Rend. CXLIX* 850-851
- 6) Yokoyama, S. (1955) Jahreszeitliche Schwankungen der Vaguswirkung auf das Kartblüterherz I. Mit. *Fukushima J. of Med.* 2, 25-33

群馬大学医学部第1生理学教室

- 1) 松本政雄・後藤鹿島 (1955. 4) A new type of nerve conduction model. *Gunma J. of Med. Sci.* 4, 37
- 2) 秋山 勲 (1955. 4) The silver nitrate and iron system as an electrochemical model of nervous conduction. *Gunma J. of Med. Sci.* 4, 41
- 3) 松本政雄・後藤鹿島 (1955. 10) Electrochemical model of nonisolated conduction. *Gunma J. of Med. Sci.* 4, 214
- 4) 松本政雄・後藤鹿島 (1955. 19) Electrochemical model of irreciprocal nonisolated conduction. *Gunma J. of Med. Sci.* 4, 218
- 5) 後藤鹿島 (1955. 10) Studies on isolated and non-isolated conduction by means of electrochemical model. *Gunma J. of Med. Sci.* 4, 230
- 6) 松本政雄・後藤鹿島 (1955. 10) Model of synapse indicating phenomena of inhibition and facilitation. *Gunma J. of Med. Sci.* 4, 198
- 7) 石田純子 (1955. 6) 分極電圧生成に対する温度並びに電解質溶液の振動の影響に就いて *生体の科学* 6, 281
- 8) 町田都乎 (1955. 7) 数種の生理現象を示す模型並びにその機序に関する研究 *北関東医学* 5, 77
- 9) 後藤鹿島 (1955. 11) 電気化学的興奮模型に於ける Impedance の変化に就いて *北関東医学* 5, 250
- 10) 斎藤定雄 (1955. 11) 一度乾燥させた骨格筋の短縮性に就いて *北関東医学* 5, 264
- 11) 松本政雄 (1955. 3) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 偽作電位及び負傷電位の発現機序 *日本生理誌* 17, 107
- 12) 後藤鹿島 (1955. 3) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 興奮前後に於ける Impedance の変化に就いて *日本生理誌* 17, 108
- 13) 早川 勇 (1955. 4) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 陽性後変動に就いて *日本生理誌* 17, 279
- 14) 小林直哉 (1955. 4) 回復力と不応期に就いて *日本生理誌* 17, 279
- 15) 松本政雄・田中喜信 (1955. 4) 抗刺激作用と回復力 *日本生理誌* 17, 280
- 16) 秋山 勲 (1955. 6) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 熱刺激による強さ-期間-曲線 *日本生理誌* 17, 438
- 17) 富沢 隆 (1955. 6) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 被刺激過程に於ける興奮性膜の状態に就いて *日本生理誌* 17, 438
- 18) 町田都乎 (1955. 6) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 微生物の運動を示す模型 *日本生理誌* 17, 442
- 19) 松本政雄・町田都乎・秋山 勲 (1955. 6) 筋の攣縮の機序を示す模型 *日本生理誌* 17, 443
- 20) 松本政雄・後藤鹿島 (1955. 8) オジギ草に就いての刺激生理学的研究 (1) 対光反応に就いて *日本生理誌* 17, 564
- 21) 松本政雄・後藤鹿島 (1955. 8) オジギ草に就いての刺激生理学的研究 (2) 伝導系と運動系との興奮伝達に就いて *日本生理誌* 17, 564
- 22) 松本政雄・久保田裕一 (1955. 9) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 電気的刺激並びに分極に就いて *日本生理誌* 17, 624
- 23) 小林直哉・小林順次・吉沢 彰 (1955. 11) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 自然的刺激作用による被刺激過程の経過に就いて *日本生理誌* 17, 743
- 24) 角田智恵子・吉沢 彰 (1955. 11) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 過期性興奮模型の過期に及ぼす種々の作用に就いて *日本生理誌* 17, 743
- 25) 田中喜信 (1955. 11) 鉄と硝酸による刺激生理学的研究 電気化学的興奮模型に於ける Accommodation の研究 *日本生理誌* 17, 744
- 26) 武藤和雄 (1955) 電気化学的興奮模型を用いての陽極開放刺激に関する研究 *北関東医学* 6, 67
- 27) 田島和穂・後藤鹿島 (1955) 神経の太さと伝導速度に関する模型実験 *北関東医学* 6, 67
- 28) 後藤鹿島 (1955. 6) 電気化学的興奮模型の Impedance の変化に就いて *北関東医学* 5, 176

群馬大学医学部内分泌研究所生理部門

- 1) Suzuki, M. et al. (1955) Interrelation between the function of hemeproteins and the structural modifications of their protein parts. IV Effects of some protein perturbators upon the catalytic function of catalase. *J. Biochem.* 42, 99
- 2) 吉弘正久 (1955. 4) 甲状腺に対する Cortisone の直

接作用 内分泌 2, 140

- 3) Sugisawa, Y. (1955) Effect of thyroxine upon succinic dehydrogenase activity as observed by means of an improved Thunberg technique. *Endocrinol. Japon.* 2, 57
- 4) Suzuki, M. et al. (1955) On the mechanism of the activation of molecular oxygen by hemoglobin. *J. Biochem.* 42, 267
- 5) Hirosumi, Katsura (1955) Comparativ studies on the respiratory enzyme activities of thyroid, adrenal cortex and adrenal medulla. *Endocrinol. Japon.* 2, 155
- 6) 山本 清 (1955. 11) ホルモン作用と酵素 総合医学 12, 883
- 7) 下田新一・石川一郎 (1955. 12) 無機磷酸定量法 (Fisk-Subbarow 法) の一改良法について 北関東医学 6, 25

新潟大学医学部生理学教室

- 1) 山崎恒雄 (1955. 1) 圧反射の研究 自効的呼吸運動と他動的呼吸運動の四肢筋緊張及び膝蓋腱反射閾値に対する影響 日本生理誌 17, 32-38
- 2) 滝沢修三 (1955. 2) 肺の血液循環と気管枝径に及ぼす皮膚刺激の影響 日本生理誌 17, 59-64
- 3) 新島 旭 (1955. 2) 皮膚圧迫のカエルの呼吸数に及ぼす効果について 日本生理誌 17, 72-76
- 4) 小林庄一 (1955. 4) 皮膚-肺-反射 新潟県医師会々報 昭30. 4号 2-3
- 5) 松本良二 (1955. 4) 圧-発汗反射の中樞性経路について 日本生理誌 17, 263-270
- 6) 磯野 弘 (1955. 5) 皮膚圧反射の研究 (第1編) 眼球への皮膚圧反射について 日本生理誌 17, 318-326
- 7) 磯野 弘 (1955. 5) 皮膚圧反射の研究 (第2編) 眼球への皮膚圧反射と眼球への頸反射 日本生理誌 17, 360-373
- 8) 磯野 弘 (1955. 5) 皮膚圧反射の研究 (第3編) 眼球への皮膚圧反射と迷路 日本生理誌 17, 374-382
- 9) 小林庄一 (1955. 5) 肺機能検査の分野から 一最大換気能を中心として 新潟医学会誌 69, 436-439
- 10) 山崎恒雄 (1955. 7) 圧反射の研究 頸動脈洞加圧及びつまみ刺激の四肢筋緊張に対する影響について 日本生理誌 17, 445-450
- 11) 山崎恒雄 (1955. 7) 圧反射の研究 皮膚圧迫の正常動物 (兎猫犬) の四肢筋緊張に及ぼす影響について 日本生理誌 17, 472-477
- 12) 渡辺千春 (1955. 8) 圧反射の研究 (第2編) 蛙に対する皮膚圧刺激の効果について 新潟医学会誌 69, 640-647
- 13) 小口周男 (1955. 8) 呼吸筋の筋電図学的研究 (第Ⅱ報) 日本生理誌 17, 517-523
- 14) 渡辺澄男 (1955. 8) 人の胃運動に及ぼす皮膚圧迫の影響について 新潟医学会誌 69, 696-703
- 15) 渡辺澄男 (1955. 9) 家兎の胃運動に及ぼす皮膚圧迫の影響について 新潟医学会誌 69, 760-766
- 16) 岡井一雄 (1955. 9) 小脳除去犬における皮膚圧迫反射の研究 新潟医学会誌 69, 767-777
- 17) 小口周男 (1955. 11) 筋電図法による迷走神経呼吸

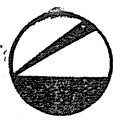
反射の研究 日本生理誌 17, 726-732

千葉大学医学部第1生理学教室

- 1) 鈴木正夫・大倉淳男・熊坂年成 (1955) 低周直角脈波電流の第3作用の研究 共同研究班年次報告集 Ⅱ, 1
- 2) 本間三郎・渡部士郎 (1955) 人体通流の限界 共同研究班年次報告集 Ⅱ, 5
- 3) 本間三郎・大倉淳男・渡部士郎・大浜博利・山川晋吾・藤岡玄治 (1955) 人体神経, 筋閾値 共同研究班年次報告集 Ⅱ, 12
- 4) 本間三郎 (1955) 皮膚の電気抵抗 最新医学 10, 936
- 5) 本間三郎 (1955) 筋電図より見たる人体反射活動について 千葉医学会誌 31, 819
- 6) 鈴木正夫・山崎 衛・元吉滋直 (1955) 上膜除去神経についての研究 日本生理誌 17, 112
- 7) 本間三郎・大倉淳男・渡部士郎・大浜博利 (1955) 人体神経, 筋通流と閾値 日本生理誌 17, 113
- 8) 鈴木正夫 (1955) 通流電極の作用について 日本生理誌 17, 223
- 9) 上山 巖 (1955) 陽極開放刺激に対する閉鎖時間の影響 (刺激電流自身の第3作用) 日本生理誌 17, 241
- 10) 西村文夫 (1955) 神経における直流第3作用の強さ-期間-曲線に及ぼす影響について 日本生理誌 17, 462
- 11) 本間三郎・大倉淳男・渡部士郎 (1955) 人体神経及び筋の閾値について (続報) 日本生理誌 17, 560
- 12) 巻岡 務 (1955) いわゆる筋疲労に際して現われる諸種の収縮の観察 日本生理誌 17, 700
- 13) 福山正臣 (1955) 魚類の全体刺激に関する研究 日本生理誌 17, 825

千葉大学医学部第2生理学教室

- 1) 福田篤郎 (1955. 2) 高血圧病について 診断と治療 43, 104
- 2) 水野重恒 (1955. 5) 抗ヒスタミン剤とカリウム代謝 日本生理誌 17, 327
- 3) 益子 博 (1955. 5) ビタミンCの糖尿作用 日本生理誌 17, 339
- 4) 横関珠治 (1955. 5) 火傷時の血液濃縮に就いて 日本生理誌 17, 345
- 5) 福田篤郎 (1955. 6) 家兎副腎欠損症状について 内分泌 Ⅱ, 202
- 6) 高木一男 (1955. 5) 食塩大量摂取と尿中 Vakato-O 日本生理誌 17, 333
- 7) 入江紀文 (1955. 9) 食塩摂取と尿中 Vakato-O の排泄 日本生理誌 17, 619
- 8) Fukuda, T., Mashiko, H. (1955. 9) Diabetogenic effect of ascorbic acid. *Jap. J. Physiol.* 5, 204
- 9) 板井忠正 (1955. 12) Viamine E と血糖 日本生理誌 17, 807
- 10) 倉沢和秀 (1955. 12) 家兎酸化炭素吸入時のアドレナリン分泌並びに血管拡張反応について 日本生理誌 17, 798



Nihon Kogaku Gijyuu Kaisha, Ltd.

画期的な性能を誇る

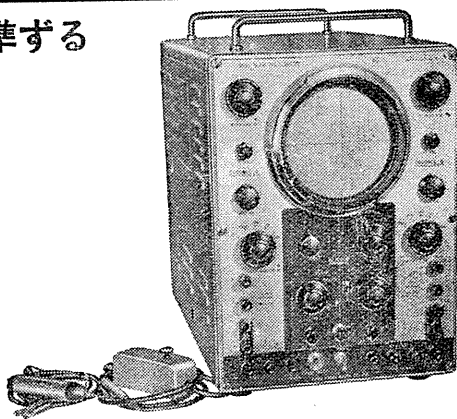
複合電子銃方式

二現象オシロスコープ

米国製 Dumont Type 322 に準ずる

画期的製品

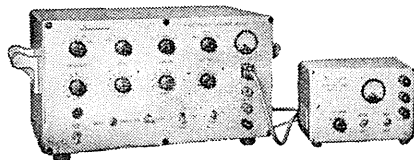
- 直流平衡増巾器自蔵（三段）
- X軸—200 kc 迄平坦
Y軸—500 kc 迄平坦
- 掃引周期：0.2~30,000 CPS
- 偏向感度：Dc 1 mv/1 mm
- 輝度変調可能（Z軸）



電子管刺戟装置

出力絶縁方式

- (特長)
1. 出力納縁回路 (Isolating Unit) が本体と分離され被刺戟体への誘導が殆どない。
 2. 感度治療器としても優秀な矩形波による感電治療器として使用出来る。
 3. 矩形波の振巾を自由に変調する事が出来る。
 4. 各諸元が直読出来る。



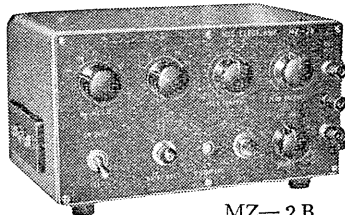
MSE—2

—説明書・カタログ送呈—

微細電極増幅器

特長及び性能

1. 入力格子電流が極めて少い ($5 \times 10^{-12} A$)
2. 入力インピーダンスが高い (100MΩ以上)
3. 波形の歪が少い
4. 入力電極に単位信号を重畳出来る
5. 入力電極抵抗格子電流測定可能
6. 電圧感度：本装置は当社製VC-5直結三段と組合せて使用
7. 微少信号の測定が出来る



MZ—2 B

(注意) 本器は当社製二現象オシロスコープ（直結三段増巾器付）と組合せて使用する様設計されて居ます。

日本光電工業株式会社

東京都新宿区西落合2丁目514番地 TEL. (95) 2709 6156

主要製品



バイシリン
ペニシリン
ネオエーラミザール
コートン
ハイドロコートン
オートオスライシン

(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)

シドロストマイシン
マイシリン
強バンチオニン
バンカイニン
ロンカイニン
パンパラゾ

東京都中央区日本橋本町2-7 萬有製薬株式会社 大阪・岡崎・札幌・福岡

基礎麻酔及び誘導麻酔に

成分 5.5イソアミル エチル ベ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、反射刺激性の減少、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
用法用量 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
 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

イソミタルゾール

京都市中京区壬生下瀬町38 日本新薬株式会社 札幌・東京・大阪・富山

昭和三十一年六月二十日印刷

編集兼
 発行人

戸塚 武彦
 東京大学医学部生理学教室内
 東京都文京区本郷土町

印刷者
 印刷所

山形県鶴岡市馬場町甲三
 中村作右衛門
 鶴岡印刷株式会社

発行所

日本生理学会
 東京都文京区本郷土町
 東京大学医学部生理学教室

定価
 振替東京八六四三〇
 郵便 百円

GIS 19