

日本生理誌・第15卷7号・昭和28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15卷 第7号

Vol. 15 No. 7

昭和28年7月1日発行

July 1953

原 著

- 福田邦三・大川真澄：Anomaloscope 第1型の原理に対する考察……………301
- 角 忠 明：小腸伸展の呼吸運動に及ぼす影響……………316
- 岡 田 博 匡：迷走神経のリンパ心臓運動の調節機序について……………324
- 福原 武・角 忠明・岡田博匡：正常呼吸中枢の電氣的刺激の呼吸運動に及ぼす影響……………334
- 馬 場 三 郎：延髄刺激の呼吸運動に及ぼす影響……………338
- 小 田 中 貞：舌咽神経-呼吸反射に関する研究……………346
- 小 田 中 貞：舌咽神経の嚥下抑制作用について……………350

地 方 小 学 會 報

- 第83回生理学東京談話会……………353

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

新 驅 虫 藥

個人・集團・地域に
能率的完全驅虫

指導完成
財団法人 長尾研究所

鉤虫(十二指腸虫) 蛔虫 蟯虫の綜合驅虫剤

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

アスカリドール^{ミナガ} 製剤
が理想的

一般用
3球入・4球入
8球入
液剤 8瓦入
集團用
2球・3球・4球入
30球入
液剤 500瓦入
醫家用
50球・300球入
液剤 500瓦入



東京市北品川
ナガ製薬株式会社



局方製品

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

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミケニ化學産業株式会社

Anomaloscope 第1型の原理に対する考察

On the Working Principle of the Anomaloscope of the 1st Type.

福田 邦三 (Hukuda-Kunizô)*・大川 眞澄 (Ohkawa-Masumi)**

Lord Rayleigh¹⁾ は特定の波長の緑光線（正常者が緑と感覚する波長の光線という意味・以下同様）と赤光線とを混合して出来る混合光線の色調を特定波長の黄光線に一致させる実験で、被検者の中には、正常者に於ける混合比より多くの緑光線を要する者と、反対に、より多くの赤光線を要する者との2つの異常型があることを発見した。この事実は後に、いわゆる色弱を異常三成分型として規定し、且つ緑色弱及び赤色弱とに類別する基礎の1つとなったものである。この赤緑両光線の混合の量的関係を示すものが、いわゆる Rayleigh の等色関係式である。周知の通り Nagel²⁾ の anomaloscope 第I型なる装置は1つの光源から出た光の中から670m μ の赤光線と536m μ の緑光線とを抜き出して、それらを種々の任意の割合に混合し、かくして生じた混合光線の色調（及びこれに伴って明るさ）が同一の光源から取り出された589m μ の黄光線の色調（及び明るさ）に一致する範囲を求め、Rayleigh の等色視関係を手軽に決定するものである。この Rayleigh 等色視に関する成績は、従来から色感覚の研究上、特に色覚に異常のある者の色感覚の研究上には、極めて重要なものとされている。近藤³⁾ は anomaloscope 第I型及び第II型を用いての調査の成績は、色弱乃至色盲に於て、その種類によって、それぞれ特徴的に違っているから、如何なる種類の色覚異常であるかを決定するためには、是非とも anomaloscope での Rayleigh の等色視関係を調査しなければならないと述べている。

著者等は色覚異常者と判定されたものに、スペクトロスコープの中に生じた連続スペクトルを見せて、注意深い問答法によって彼等の主観

的スペクトルを調査し、単純波長の光の色に対する彼等の感覚を推察し、その成績を正常者の主観的スペクトル⁵⁾に比較した場合、如何なる異常があるかの調査を実施して来た^{6)~11)}。著者等の調査によれば、色覚異常と判定された者でも、光の連続スペクトルの中に主要色調色で代表的に呼称された相当数の色調の違った色区域を識別していることが知られた。たゞ彼等が答申した代表的主要色調帯域が如何なる波長範囲に割り当てられているかを調べると、正常者のそれとは相当違っているのが特徴的である。中でも通性的に異常の最も著しいものは黄の波長範囲である。すなわち正常者には、連続スペクトルの中で黄に見えるのは極めて狭い範囲にとどまっているのである⁵⁾が、色覚異常者は、一般に広い波長範囲に亘って黄を感覚する。個人的或は個限的に程度差はあるが、正常者には赤乃至橙と見える比較的長波長の部分までも、或は緑と見える比較的短波長の部分までも、色覚異常者には黄に見えるものが多いのである。

さて従来の研究によれば anomaloscope 第I型に於ける Rayleigh 等色視は、正常者にあつては、特定の赤緑混合比という一定点でだけ成立するのであるが、色覚異常者にあつては殆どすべての、或は極めて広い範囲の混合比でも成立する。そして色盲者の中には同じ混合比の混合光線の色調（及び明るさ）が明るい黄と等色となるものと、暗い黄と等色になるものとの二種類があり、しかもこれは特徴的な違いであるとされている。しかし、このように広い範囲の Rayleigh 混色で等色関係が成り立つことは多くの色覚異常者に於て、その主観的スペクトルから考えて、少しも不思議ではなく、そして、そのことは検査にかからなかつた波長部分に他の色調感覚が配布されているといふに拘ら

* 東京大学医学部生理学教室

** 東京大学医学部生理学教室、横浜市立大学文理学部生物学教室

ず成り立つことである。したがって、われわれの言う多色性の異常と二色性の異常者とが、このような anomaloscope 法では選別できない筈である。

また Rayleigh 混色が明るい黄と暗い黄とのどちらと等色関係を現わすかということはスペクトルの長波長部の明るさの大小だけによるわけではなく、Rayleigh の等色視関係成立に用いた3つの波長部分に対する主観的明るさの配布状況如何にもあることである。

従来研究者の一致した報告によればスペクトルの各光線の波長とそれが引き起す明るさの感覚との関係を示す明るさの分布曲線 (Luminosity Curve) に赤色盲 (第一色盲) に於ては正常者及び緑色盲 (第二色盲) と異なり、長波長側が削られており、極大部も少し短波長側へ向つてずれている (等エネルギー曲線において $560\text{m}\mu$ に対して $540\text{m}\mu$)。即ち主観的スペクトルに就いても赤色盲に於ては正常者および緑色盲に比して長波長部の暗化があり、明るさの極大が少し短波長部へずれていることが予期される。実際にスペクトルを見せて注意深く問診して主観的に感覚される明るさの分布を検討した結果はこのような定型的明るさの分布を示す例もあるが、明るさの分布が二子山の曲線をなすような例もあつて、必ずしも一定しない。これは直接の異色フオトメトリーが困難であるという一般的事情のほか、不飽和ということと明るいということとの区別が被検者にとって、しばしば困難であつて、その間の混同が幾らか起り勝だという事情も関係していると思われる。

従来 anomaloscope 第I型によって第一色盲第二色盲を区別して、それを本質的な分類であると思つていたのは、その際に検査される色混合上の被検眼の特性がその色調感覚の特性を忠実、かつ全面的に代表するものときめてかかつていたものである。

ところがわれわれの見出した主観的スペクトルに於ける色覚異常者の特徴から考察すると anomaloscope を用いて彼等を分類する事は、決して、その色覚異常の総ての姿を捕えての分

類にはなっていない、のみならず anomaloscope によって検出された異常が各異常者にとって特異的な、分類の根拠に採り得るような本質的なものであるかどうか甚だ疑わしくなつて来た。そこでわれわれは定型的な色覚異常者若干名を選び、一方ではそれらの色覚異常の種々相をスペクトル光を以て検した成績をとり、また一方では各人の anomaloscope 検査成績を採つて、両方の成績を比較検討し、それによって anomaloscope 検査法を批判し、その真の意義を明らかにしようと企てた。

I. 実験の方法

被検者各人の主観的スペクトルの全域にわたる成績に就いては既に報告した^{6)~11)}。本研究に於ては被検者の主観的スペクトルの中から、正常者には赤く見える部分の一部、橙、黄及び緑に見える部と青と見える部分の一部、すなわち大略 $700\text{m}\mu$ から $500\text{m}\mu$ 附近までの色調配布だけを取り出して、その成績を同一被検者の anomaloscope 第I型の成績と比較検討した。

anomaloscope 第I型は100W マツダ昼光電球を光源として使用した。この条件で正常者の Rayleigh 等色視を調べると単色ネジ目盛19乃至21の或一点にあたる黄光線と混色ネジ目盛50乃至55の或一点にあたる混合光線との間に等色視が成立する (目盛の数字の幅は個人差或は個眼差を現わすものである。同一眼に於ては常に必ず一定点で等色視が成立する)。等色視が成立したときの両光線の色調は Na の D 線附近のような純一な黄ではない。むしろ橙色であつて、赤味のかなり強く入った黄である。これは細隙の開大によって“単色光”が真の単色光と見なし難いまでに橙光線を含むに至るからである。すなわち単色光線はネジの目盛0では細隙が閉ぢて暗く、目盛の読みが大きくなるにつれて、細隙が次第に大きく開き、明るくなる、と同時に色調も変る。混合光線は目盛0で緑光線だけが出て来るが、目盛の読みが大きくなるにつれて緑光線が減少し、赤光線が多く混入して来る。そして目盛73以上では赤光線だけになる。その

第1表 Anomaloscope 第1型 (東大眼科学教室備付) の混合光線及び“単色光線”を正常者が見たときに感じる色調。(1) 混合光線の成績 (2) 単色光線の色調

(1)												(2)											
混合光線の色調						“単色光線”の色調																	
被検者A		被検者B		単色 ネジ 目盛	被検者C		被検者A		被検者B		被検者C												
右眼	左眼	右眼	左眼		右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼											
0	緑	緑	緑が強い 味が少し黄 味あり	完全な緑 ではなく 黄味あり	0	緑	暗い	暗い	暗い	暗い	暗い	暗い											
10	緑	緑	緑に相当 黄の入っ た色	緑に黄の 入った色	10	緑	うすずみ 色少し赤 味がある	うすずみ 色少し赤 味あり	うすずみ 色少し黄と赤 がある	うすよご れた色	うすよご れた色	うすよご れた色											
20	緑	緑	緑に一層 黄が入る	カバ色に 緑の入っ た色	20	うすい緑	うすい緑	橙	橙	橙	よごれた 橙	よごれた 橙											
30	緑に黄の 入った色	緑に黄の 入った色	黄味が強 くなる。カ バ色	カバ色に 緑の入っ た色	30	うすい緑	黄橙	黄橙	黄味ある 橙	橙	橙	橙											
40	橙味ある 黄	橙味ある 黄	カバ色	カバ色	40	黄に少し 橙が入っ た色	黄に橙が 少し入る	黄に橙が 少し入る	赤味のあ る黄	橙黄	橙黄	橙黄											
50	橙の強い 黄	橙	橙	橙	50	橙色	黄橙味あ り	黄である が少し橙 味あり	赤のある 黄	橙黄	橙黄	橙黄											
60	赤	濃い橙	濃い橙	濃い橙	60	赤	黄である が少し橙 味あり	黄、かす かに橙味 あり	黄、少し 赤味があ る	橙黄、黄 が強い	黄、強い 橙黄	黄、強い 橙黄											
70	赤が濃く なる	赤	赤	赤	70	こい赤	黄、かす かに橙味 あり	黄、かす かに橙味 あり	黄、かす かに赤味 あり	明るい、黄 少し赤味 あり	明るい、黄 少し赤味 あり	明るい、黄 少し赤味 あり											
80	赤	赤	赤	赤	80	こい赤	黄、少し 橙味あり	黄、かす かに橙味 あり	黄、少し 赤味あり	黄、完全 な黄では ない	黄、完全 な黄と はいえな い	黄、完全 な黄と はいえな い											
90	赤	赤	赤	赤	90	こい赤	黄、少し 橙の感じ がある	黄、わづ かに橙味 あり	黄、少し 赤味あり	黄、完全 な黄では ない	黄、完全 な黄と はいえな い	黄、完全 な黄と はいえな い											

明るさの変化

被検者の Rayleigh 等色視関係		混合光線は混色ネジの目盛の読みが大きくなると共に暗くなる
A { 右眼 左眼	単色ネジ	
49.5	20.5	
50.0	20.5	
54.5	18.5	
54.5	18.5	
53.0	21.0	
53.0	21.0	

但し目盛60以上では殆ど相違はない

間に明るさも徐々に低下して来る。このように変化する単色光線と混合光線との色調が各ネジの目盛の位置で、どのように見えるかを正常者3名で調査した結果が第1表である。

主観的スペクトルを調査した場合には光源と細隙との距離は12 cmであったのに、anomaloscopeの場合はそれが30 cmほどあり、且つanomaloscopeの方がプリズムの数も多いのであるから、視野に現われる光はスペクトロスコープのそれより暗い。またanomaloscopeの色視野は小さい。故に両者は完全に同一条件での調査ではないのである。しかし著者等は主観的スペクトルとanomaloscopeの成績との比較によって、こまかい量的特質を云々しようとするものではなく、anomaloscopeの成績の意味する性格を主観的スペクトルから検討しようとする、いわば質的研究が主であるから両者の比較も可能であり、且つ有意義である。

被検者はすべて石原式国際色盲検査表(日本版、第8版)によって選出された色覚異常者48名である。検査表の規定に従って類別すると赤色盲7名、緑色盲21名、色弱11名であり、更に3名は異型(仮称)色盲、6名は異型(仮称)色弱である。ここに異型と仮称した色覚異常者に就いては別報¹⁰⁾に於て詳細に述べておいた。

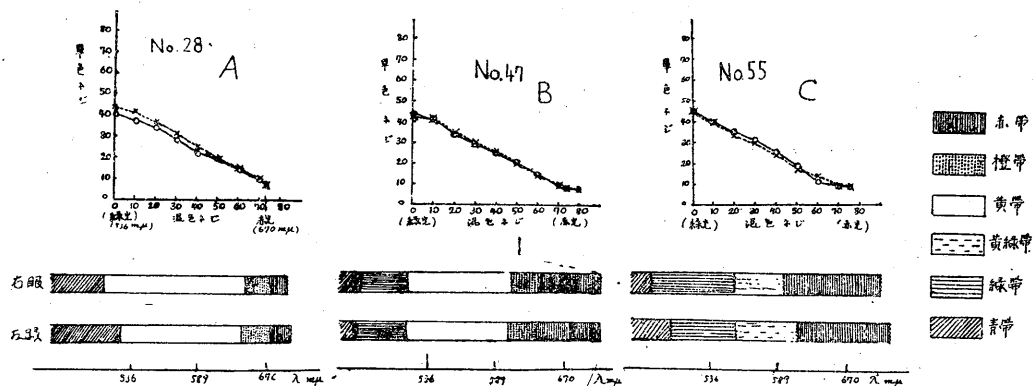
Ⅱ. 成績とその説明

(1) 赤色盲の場合

7名の赤色盲のRayleigh等色視関係は従来

得られている成績とはほぼ同様であった(第1図A、B及びC参照)。すなわち凡ての混合比の混合光線が単色ネジ目盛50附近から8附近までの、どれかの黄光線と等色に見え、等色視は広い範囲で成立した。しかしわれわれの得た成績では混色ネジ目盛0の緑光線そのものが単色ネジ目盛50附近の黄光線と等色に見えるという結果になって、緑光線が近藤⁹⁾の成績に比してやや暗い黄と等色に見えているのである。

7名の黄附近の主観的スペクトルを見ると、7名とも、多かれ少かれ黄の波長範囲は特長的に長い。特に6名にあっては連続スペクトルの536m μ までも“黄”、或は“黄緑”という申告であった。また大約550m μ 附近から590m μ 附近に亘たる帯域が主観的明るさの極大部にあたり、それより長波長部へは明るさが徐々に低下していると申告していた。従ってanomaloscopeの混色ネジ目盛0の536m μ の緑光線が比較的明るい黄光線と等色に見えるという結果が出るのも不思議ではない。また広い範囲の混合比の混合光線が、皆それぞれ適当な明るさの黄と等色視されている成績も黄帯が広いという特性から当然である。次に670m μ 附近を見ると6名中5名は、連続スペクトルのこの波長部まで“橙”、或は“黄味のある赤”という申告であり、1名だけが“赤”のみを申告していた。第1図Aは前者に属するもの1名(No. 28)のanomaloscopeの成績と主観的スペクトル(四色性である)の一部とであり、Bは後者に属するもの

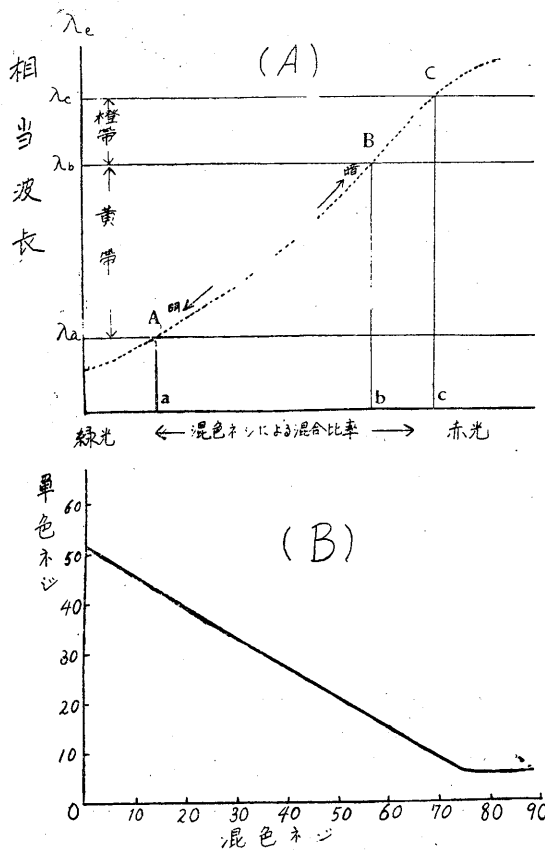


第1図 赤色盲と判定されたもの anomaloscope第1型の成績と同一人の主観的スペクトル。No. 28の主観的スペクトルは四色性。No. 47の主観的スペクトルは六色性。No. 55の主観的スペクトルは四色性

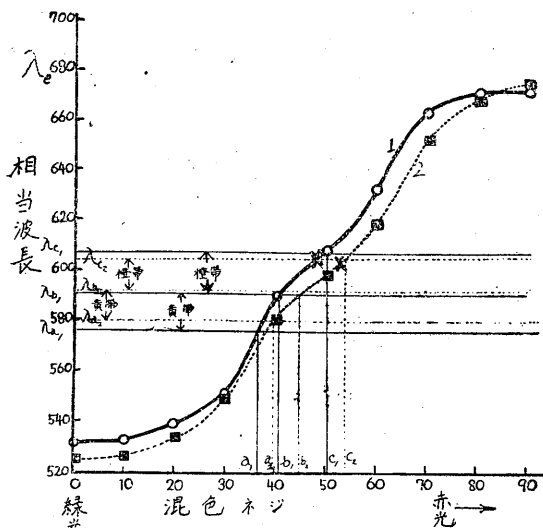
(No. 47 六色性) のそれである。前者では赤光線の混入が多くなり、長波長化した混合光線も $670\text{m}\mu$ の赤光線も、共に、暗い黄と等色視されているという anomaloscope の成績が容易に理解できる。後者の1名はスペクトロスコープの鮮明な色調列では赤を識別出来ても、anomaloscope の暗い、小さい色視野では赤が黄乃至は橙味のある黄と等色に見えていると考えられるものである。7名中、上述の6名を除いた1名 (No. 55) (第1図C) に於ては、その主観的スペクトル (四色性) を見ると、 $670\text{m}\mu$ は“赤”であり、 $536\text{m}\mu$ は“緑”であって、“黄 (少し緑がかっている)”は $600\sim 590\text{m}\mu$ から $550\text{m}\mu$ 位までであるのに、anomaloscope ではすべての混合比で等色視が成立している。もっともこの者の主観的スペクトルの色調配布には著しい動揺

が見られ、特に緑、黄、赤 (この者には橙の申告がなかった) の部分に於て、それが著しかった。すなわちはじめは黄は広い範囲に見えるのに、間もなく黄に緑が強く侵入して来て、黄が短縮したり、赤に暗化が起きたり、赤部に紫が見えて来たりすると申告したものである。

さて上記の赤色盲の場合は一般的に次のように説明することか出来る。まず第2図Aに於て横軸で anomaloscope の緑光と赤光との混合の比率 (混色ネジの目盛で示すものとする) を現わし、その比率が変るにつれて得られる混合色の相当波長 (equivalent wave-length) が λ_e であるとし、それを縦軸にとって考える。この λ_e の値は実測困難であるが、正常者の場合から推して、とにかく混合色が或る波長の単色光と色調に於て等価であることは考えられる。ところがわれわれが証明したように色覚異常者では黄と感覚される帯域が広いという特性から推して、図に黄帯と記した波長範囲に於ては、或る波長の単色光に対して、その色調の細かい識別が困難であると仮定すれば、anomaloscope の混色光と λ_a 乃至 λ_b が等色視される筈である。まして前項で述べたように“単色光”は正常者には相当橙色を帯びて見えることを考慮すれば、被検者の橙帯 ($\lambda_b \sim \lambda_c$) に於ても等色視が成立するであろうことが想像される。すなわち λ_a から λ_c に至る広い範囲で等色視が成立するであろう。また、たしかに λ_a から λ_b (或は λ_c) に至るにしたがって明るさは次第に暗くなるのであるから“単色光”としては次第に暗いものを用いなければ等色視が成立しない道理である。かくて anomaloscope による等色視関係の曲線は右下りになることが理解される (第2図B)。結局、このような anomaloscope の成績は緑光と赤光との混色実験に於ける被検者の色調感覚の特性と明るさ曲線の経過とによって決定されるものであって、他の帯域の色調感覚の特性や不飽和部の有無強弱は全く成績には読み込まれていないのである。つぎに正常者の場合を考えるに、第3図に示すように混合光線の相当波長が $\lambda_{a1} \sim \lambda_{b1}$ (或は $\lambda_{a2} \sim \lambda_{b2}$) の間でだけ黄光線と



第2図 A: いわゆる赤色盲に於ける赤光と緑光との混色曲線 (假想図). B: A図に対応する“赤色盲”の理論的 anomaloscope の成績



第3図 正常者2人の緑光と赤光とを混合した場合の混色曲線。×印は等色視の成立した位置。○1は第1表の被検者Aの成績。■2は第1表の被検者Cの成績

の等色視が成立がする（或は“単色光”は相当に橙色を帯びて来るから橙帯でも等色視が成立するとすれば、 $\lambda_{a1} \sim \lambda_{c1}$ （或は $\lambda_{a2} \sim \lambda_{c2}$ ）が等色視成立可能の範囲である）。何れにしても、その波長範囲は狭いのであるから、混色ネジ $a_1 \sim b_1$ （或は $a_1 \sim c_1$ ）（または $a_2 \sim b_2$ 、か $a_2 \sim c_2$ ）の狭い範囲に於てだけ等色視が成立し且つ細い色調の識別が容易であるから、一定点代で等色視される結果となるものである。

(2) 緑色盲の場合

緑色盲と判定された21名の被検者の等色視関係には大別して三種類の型が見られた。

第一の型は従来の報告に見られるものとほぼ同じであって、混色ネジ目盛0から73に至るすべての混合光線がどれも単色ネジ目盛20附近の黄光線（正常者にはむしろ橙に見える）と等色視されているものである。この型の成績は被検者21名中11名に見られた（第4図Aはその1例（No. 3）である）。

第二の型は混色ネジ目盛0から30乃至50附近までのかなり広い範囲の混合比の混合光線だけが単色ネジ目盛20の黄光線と等色視されるばかりで、他の混合比では全く等色視の成立しない

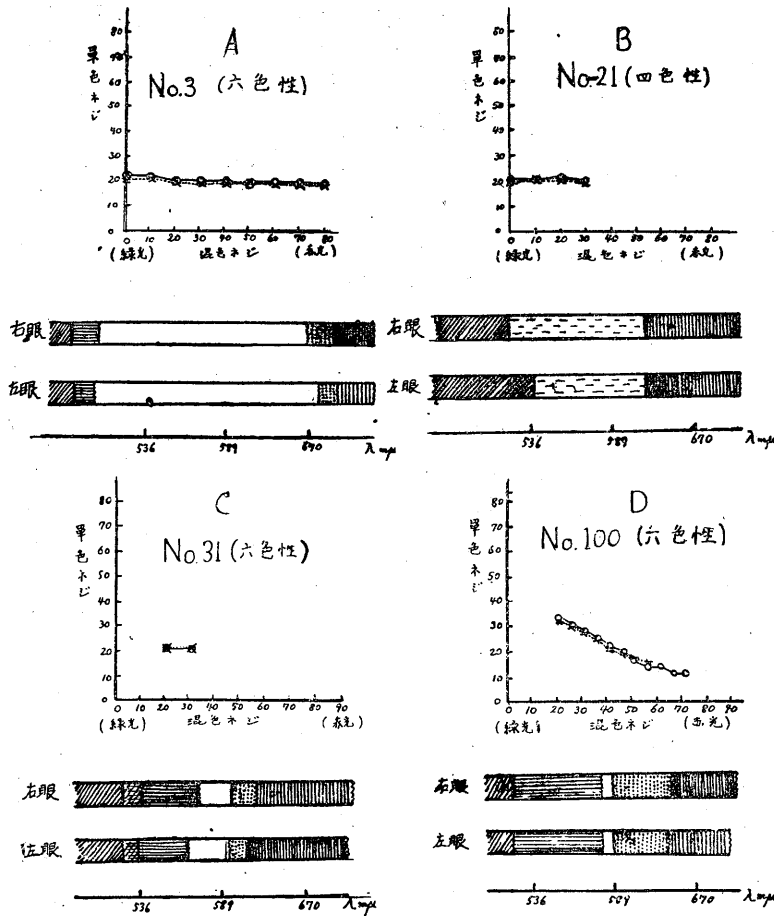
ものである。3名に於てこの成績が見られた（第4図Bはその1例（No. 21）である）。

第三の型は第二の型より等色視曲線が一層短くなったものである。すなわち、混色ネジ目盛10から30までの間、ある狭い範囲の混合光線だけが単色ネジ目盛20の黄光と等色に見えたものである。このような成績は6名に見られた（第4図Cはその1例（No. 31））。

上述の緑色盲の anomaloscope 所見は主観的スペクトルの成績から次のように説明することができる。

第一の型、すなわち定型的な緑色盲に属する11名の主観的スペクトルを見ると、6名は何れも黄帯が広い。536mμ 附近迄も“黄”、或は“黄緑”であり、670mμ 附近までも“橙”、または“黄味のある赤”という申告であった。主観的明るさの極大部は比較的ひろい範囲を占め、中には緑と青との境界辺に第二極大部のある者もあった。何れにしろ、これら6名のものの等色視関係はその主観的スペクトルから容易に理解出来る。すなわち第5図Aに於て混色ネジによる色混合比率aの時の相当波長 λ_a からbのときの相当波長 λ_b までは単色光の黄（或は橙がかった黄と考えるならば、Cの時の相当波長 λ_c まで）と等色視されるとすれば、等色視は色混合曲線上AからB（或はC）に亘って成り立つわけである。そして、それらの場合の混合光線の主観的明るさが等しければ anomaloscope の成績は水平な直線で現わされる筈である。今問題にしている定型的な緑色盲に於て、明るさ曲線が少くともこの部分で正常であるとすれば混色ネジの読みが進んでも混合色は暗くならないのであろうから、anomaloscope 曲線は右下りの経過はとらないで第5図Bのようになることが予期され、緑色盲がそのような anomaloscope 所見を示すことがよく理解される。

次に第一型に属する者の内4名では、主観的スペクトルを見ると536mμは“緑”、または“うすい青”、或は“空色”であり、670mμ 附近は“赤”という申告である。しかし anomaloscope では緑光も赤光も、ともに適当な明るさの黄



第4図 いわゆる緑色盲の anomaloscope の成績と主観的スペクトルの一部。主観的スペクトルの色調を示す 記号は第1図と同じ

(或は橙がかった黄)と等色に見られている結果を示していた。つまり、赤色盲の1名に於けると同様に、彼等は連続スペクトルの明るい色調列では $536\text{m}\mu$, $670\text{m}\mu$ の波長部分とその近くの波長部分の光の色は黄とはちがって見えるのに、anomaloscope では、それらが黄 (或は橙がかった黄) と区別出来ないのである。なおこの型の中1名はスペクトルの $670\text{m}\mu$ 附近は“橙”, $536\text{m}\mu$ は“青”という申告であるのに、等色視関係はすべての混合比で成立するものであった。

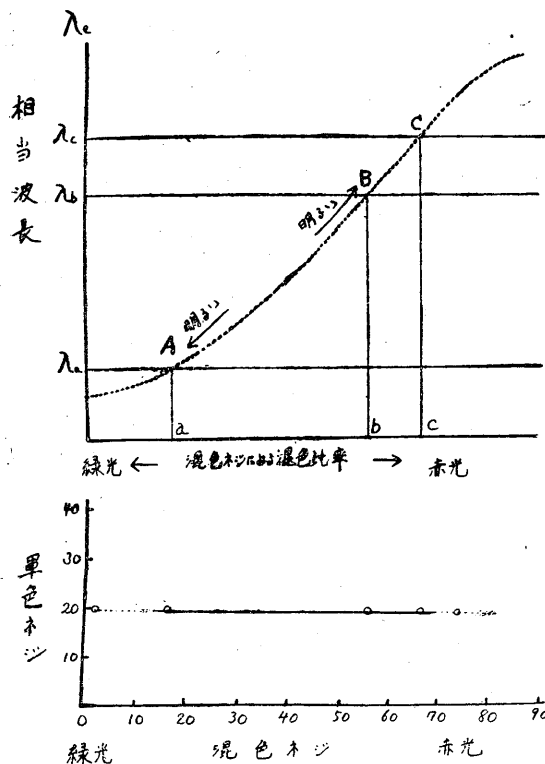
以上5名の場合に最も考えられる説明は、一般に他の色盲者に就いても考えられる事であるが、被検者の $536\text{m}\mu$ 及び $670\text{m}\mu$ に対する色調感覚が十分に切実でないという推定である。従ってスペクトロスコップの場合のように色光の

つよさが充分大きければ $536\text{m}\mu$ 及び $670\text{m}\mu$ の光は $589\text{m}\mu$ の光とはことなる色調として感覚されるのに anomaloscope のように、やや暗い色光に対してはその識別が出来ないということを意味していると思われる。

第二の型の3名中2名は $670\text{m}\mu$ 附近をあきらかに“赤”とみとめ、 $536\text{m}\mu$ は“うすい草色”(黄のまじった緑であろう), または“黄味の強い緑”という申告であった。この所見から Rayleigh 等色視関係が緑成分の多い部分だけで成立している anomaloscope の成績をよく理解することが出来る (第4図B)。他の1名はスペクトルの $670\text{m}\mu$ は“赤”, 536

$\text{m}\mu$ 附近は“緑”と明らかに独立的に区別して申告しているのに anomaloscope での等色視は緑成分の多い混合光でだけ成立していた。もっともこの者の“黄”は $585\text{m}\mu$ 辺りから $550\text{m}\mu$ 附近に亘っていて、黄の帯域が少し短波長側にずれているので $536\text{m}\mu$ 附近の光に対する“緑”の感覚が充分切実でなく、anomaloscope の視野の明るさに於ては $589\text{m}\mu$ 附近の単色光と等色視されたものと考えられる。

第三の型は狭い範囲の混合比だけで等色視の成立したものである。しかもこの型に属する6名中5名の主観的スペクトルに於ける黄帯は比較的狭かった (第4図C)。ただ6名中1名にあっては主観的スペクトルの黄は正常者に比較した場合相当広いのに、等色視は一定点 (混色ネ



第5図 (A): いわゆる緑色盲の混色曲線(假想).
(B): A図に対応する理論的 anomaloscope の成績

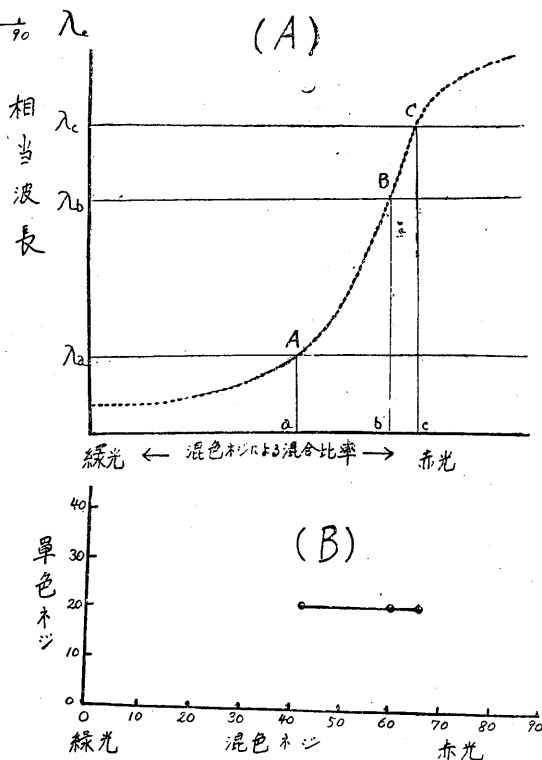
ジ60目盛と単色ネジ16目盛) だけでしか成立しなかった。

これらの場合も等色視は色混合曲線上A~B (或はA~C) (第6図) に於て成立するのであるから、この被検者の色混合曲線が右図のような急峻なS字状経過をとっているとすれば主観的スペクトルに於ける黄帯は、よし相当広くとも、等色視の成立は混合比 a~b (或は a~c) の間に限られ、その範囲は比較的狭くなることが考えられる。このような色混合曲線の経過は直接検証し難いものであるが、正常者に於ても組合わせる2つの色光の採り方によっては種々な経過をとる色混合曲線が得られることが知られている (L. A. Jones¹²⁾) から、この推定は根拠のあることである。

特別な1例 (第4図D). 石原式色盲検査表によれば緑色盲と判定されるものでありながら anomaloscope 検査では不完全な赤色盲の成績

を得た1名があった。すなわち混色ネジ20から70までの各混合比率の混合光が、それぞれ単色ネジ32から10附近の明るさの黄光と等色視されていた。このものの主観的スペクトルの色調配布はほぼ正常者に近く、六色性である。“黄”も狭く、その位置も異常ではない。ただ“橙”が640mμ附近まで伸び、700mμで赤端は終わっていて、明らかに赤端の短縮が見られた。明るさの第一極大部は570mμにあってやや短波長側にずれており、なお更に520mμ附近に第二極大部もあった (等エネルギー補正はしていない)。

この場合の等色視関係は主観的スペクトルの所見から次のように理解することができる。等色視の範囲が限局されていることはスペクトルの黄帯が狭いことから容易に理解される。その範囲が正常者より広いことは黄帯に隣接する部分の色調の差別関及び / 或はその部分の色混合



第6図 (A): いわゆる緑色盲であるのに anomaloscope 所見が部分的であるものの混色曲線(假想)
(B): A図に対応する理論的 anomaloscope の成績

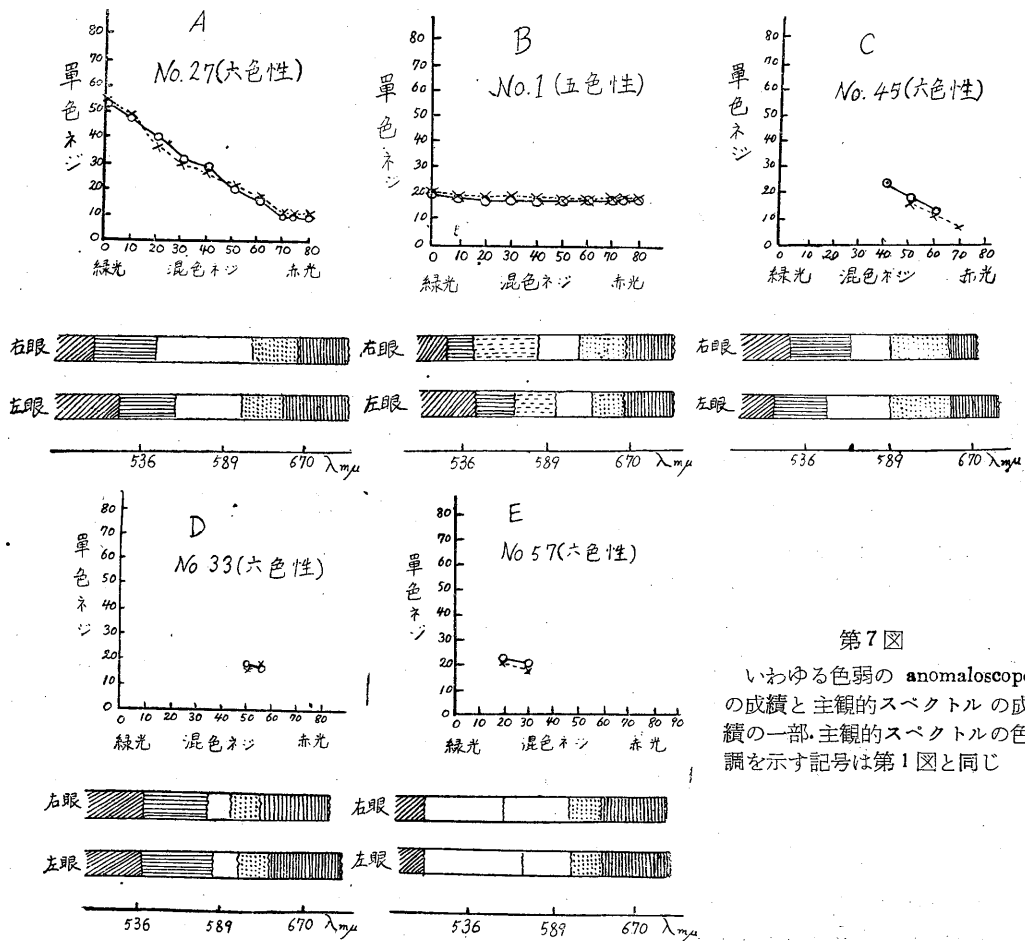
曲線（混合比と相当波長との関係を示す曲線）が敏感度に於て正常者より劣るに思われる。また等色視関係の曲線が右下りになっていることは波長 $670\text{m}\mu$ に於ける 明度が $536\text{m}\mu$ に於けるものより低い——即ちその点で一般のいわゆる赤色盲と似ている——からだと考えられる。実際このものの赤端には暗化があり、ために短縮が見られ、明るさも二子山型で、その上に第一極大部は少し短波長側へよっている。

(3) 色弱の場合

11名の色弱の中、6名に於ては第1項で述べた赤色盲の場合とおなじ等色視関係が得られた（第7図A）が、5名に於ては第2項に述べた緑色盲の場合と同じ種類の等色視関係が見られた。なお後者の5名の中には前述の第一の型と同様にすべての混合比で等色視の成立したもの

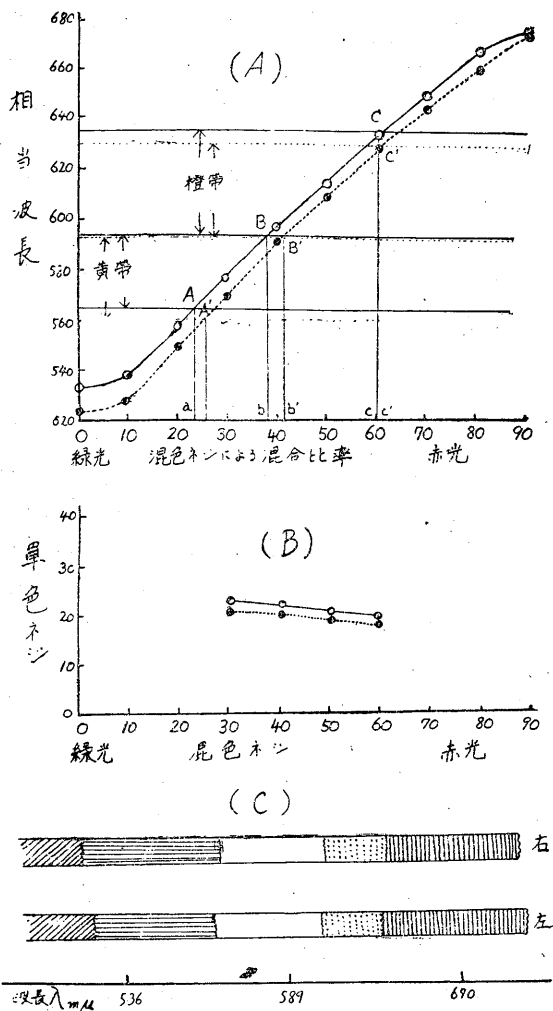
1名（第7図B）、第二の型と同様に比較的広い範囲の混合比で等色視の成立したもの1名（第8図B）と第三の型に類する極めて狭い範囲でだけ等色視の成立したもの3名とがあった（第7図C, D, E）。第三の型の所見を得た3名の中1名は赤色盲の成績の一部と考えられる成績であり（第7図C）他の1名の等色視はほぼ正常者の成績に近い混合比の、極めて狭い範囲で成立していた（第7図D）。

色弱者の主観的スペクトルの中の黄帯は、個眼差はあるが、平均的に見ると多少正常者のそれよりは広いが、しかし色盲ほどには異常が著しくない⁹⁾。従ってスペクトルの中で波長 $536\text{m}\mu$ 附近は“緑”、或は“青”、“空色”であり、波長 $670\text{m}\mu$ 附近は“赤”と申告するものが多い。このようなものでも主観的スペクトルの色



第7図

いわゆる色弱の anomaloscope の成績と主観的スペクトルの成績の一部、主観的スペクトルの色調を示す記号は第1図と同じ



第8図 いわゆる色弱と判定された被検者 (No. 13) の成績。(A) 中の○は右眼の成績。●は左眼の成績。他の説明は本文参照

調配布の有様から anomaloscope の成績を説明するためにはスペクトルの黄帯附近の色調識別感度が低いこと及び / 或は赤光と緑光との間の色混合曲線が相当波長 589 μ m 附近で急峻でないことを想定すれば足りる。第8図Aは緑色盲第二の型に類する等色視関係の所見を得た被検者 (No. 13) の赤緑混合曲線の実測値であり、同図Bは同じものの anomaloscope の成績である。また同図Cは彼の主観的スペクトル (六色性) の一部分である。各々の所見は今迄に述べて来た理由で彼の anomaloscope の成績を理解することができることをよく示している。

一方 536 μ m 附近まで“黄”，または“黄緑”が拮がっていて、670 μ m 近くは“橙”であるもの (例えば第7図A, B) ではその等色視関係が容易に理解できることは今迄にしばしば述べた。

第7図Cに示すように右下りの等色視曲線，すなわち赤色盲の成績の一部に相当する等色視関係は彼の赤端 (特に右眼に著しく 690 μ m 附近までしか見えない) の暗化が強いこと，“橙”が比較的長波長側へのびている (630 μ m 附近まで) こと，明るさの極大は (560 $\pm$ 10) μ m にあること等から説明可能である (なお異型色弱の項参照)。

一般的にいて等色視が狭い範囲でだけ成立している場合には，主観的スペクトルの黄帯もまた比較的狭く，黄帯の長さ等と等色視の範囲との間にはよい対応が見られた。

(4) 異型色盲 (假稱) の場合

異型色盲の名でわれわれが仮称しているものの3名の等色視関係は皆，第2項で述べた緑色盲の第一の型と同じ成績のものであった。すなわちすべての混合比の混合色が単色ネジ20附近の黄光と等色視されていた。しかも彼等の主観的スペクトルの黄帯はどの被検者に於ても皆，かなり長く，536 μ m 附近は“黄”，或は“草色”(黄緑の意味) であり，670 μ m 附近は“うすい赤”，或は“黄”，または“橙”であった。従って彼等の主観的スペクトルから anomaloscope の成績はよく理解できる。

(5) 異型色弱 (假稱) の場合

この類の6名の中，2名は第1項に述べた赤色盲と同型の等色視関係を示し，他の4名は比較的せまい範囲で等色視の成立したものであった。後者の4名の中3名は第2項の緑色盲の第二の型に類するもので，混合ネジ20から40までの混合光線が単色ネジ20附近の“黄”と等色視されていた。残りの1名は赤色盲と同型の等色視が成立していながら，しかもそれが不完全なものであった。混合ネジ30から60までの混合光が単色ネジ40附近から12までの“黄”と等色に見えていた。

等色視関係が完全に赤色盲的であった2名の主観的スペクトルを観察すると670m μ 附近は“橙”であり、536m μ 附近は“ぼーとした緑”，或は“うすい緑”という申告であるから、これまた今迄に述べたと同じ理由で容易にそのanomaloscopeの所見を理解する事が出来る。後者の4名中緑色盲第二型と同様な等色視関係を得た3名の中2名は、その主観的スペクトルの黄帯は、幾らか短波長側にのびているという程度で比較的短いから、そのanomaloscope所見も、この面から理解出来る。然し1名(No.46)では“橙”が615m μ 迄、“黄”が530m μ 附近迄抜っているのに等色視は狭い範囲で成立していた。

赤色盲の等色視の一部を示していた残りの1名(No.37)の主観的スペクトルは“黄橙”が630m μ までのび、“黄緑”が550m μ まで来ていて、黄味の感覚はかなり長く抜っていた。

この2つの例(No.46とNo.37)に於ては、主要色としての黄帯の範囲は広いのに拘らず、各波長に対する色調識別感度及び/或は赤緑色混合曲線が589m μ 附近で鋭敏に振舞うことを想定する事によって上記の成績が理解できる。このような想定は色覚がこの部分に於て鋭敏なことを意味している。

III. 考 察

anomaloscope 検査成績の内(i)等色視曲線の長さは589m μ 附近の色調差別閾 $\Delta\lambda$ の大小ということ及び/または赤緑混色曲線が相当波長 $\lambda_e=589m\mu$ 附近に於て如何に急峻であるか、すなわち $\frac{d\lambda_e}{dp}$ (但しpは混合比率)を示すものである。つまり主観的スペクトル及び色混合という感覚現象の中で、このような特定の部分を取出してcriteriaとしている。

anomaloscope 検査成績の内(ii)等色視曲線の傾きはスペクトルの明度曲線に於て670m μ と536m μ との両部の明度に等差があるか否かの関係を示している。

著者等がとり扱った色覚異常者のanomaloscope所見は主観的スペクトル所見から殆んど例外なく説明する事ができる。その際被検者の

色調感覚は、殊に色調差別性に於て、必ずしも鋭敏ではないこと、及び赤光と緑光との色混合曲線に個人差があること等を想定することはしばしば必要と思われた。しかしanomaloscopeの成績がその被検者の色覚の特異性の全貌をつかんでいないことは理論的にも明らかである。實際上に於ても、着色物体の色調の識別が如何によく可能であるかということ及び正常者とその感覚内容が一致するか否かということとはスペクトル可視部の範囲内に各色調がどのように配布されているかにかかり、特に主要色調或は色調概称としての黄帯が如何に広いということ及びそのような主要色調がスペクトル中に如何に多く存在しているかによることが大きい。黄帯が広いとうことはanomaloscope所見が完全な色盲型であることとよく一致することを示しており、また一方主観的スペクトルが多色性であるということは、他の部分が同じ場合に、その被検者が比較的好く日常生活に於て着色物体の色調識別をなし得る事とも一致している。例えば石原式検査表で色弱と判定された者の中にはanomaloscope検査の成績から見て比較的多数の色盲を含んでいる。それにも拘らずそれらが色弱と判定されたのには理由があるのである。何となれば、これらの被検者の主観的スペクトルに於て黄帯が広いという点以外に於ては正常者に近い多色性を示している事から見て、検査表の色素着色斑点の色を比較的好く識別し得ることが期待されるからである。すなわちこの意味からいえば石原式検査の方が、anomaloscopeよりも色覚異常の総括的程度をよりよく選別するものである。

石原式検査表に用いてある色素の色は単色光ではなく、みな多かれ少かれ幅の広いスペクトル分布を持っているものであるから、特殊の波長の光線に対する色調感覚を検するのには適当ではない。けれども、却ってスペクトルの比較的広い範囲にわたる色覚の特徴を捕え得る長所をもっているのである。しかし石原式検査表では色覚異常者が特に誤りやすい波長部分を摘出しようと企てて製作されているので、一般日常

生活に於ても、交通信号燈の場合に於ても、色調の識別や命名が正常者に劣らず且つ正常者と一致しているような者でも、強度の色覚異常者として評価されることになるのである。

このような方法上の欠陥を補うためにはスペクトロスコープ法などによって、スペクトルの全域にわたり色覚の内容を調査することが必要である。われわれの主観的スペクトル調査はそれを実用化したものである。しかし、この方法にも本質上次のような弱点があるのを免かれないから、実施に当っては必要な注意を怠ってはならない。

(i) 感覚内容を問診によって明らかにしようというのであるから、被検者が申告する色調の命名を無条件に受け入れるわけには行かない。正常に排列しているもの、正常に近い数の主要色調をもっているもの（六色性、五色性）に於ては申告がそれだけ信憑性を増すわけである。色調の名称そのものよりもスペクトルの隣接帯域の間に“際立った色調差があること”の申告の方を重要視しなければならない。

問診そのものが全然信憑性がないという意見は取るに足らない。何となれば感覚は主観的なものであるから、主観性の故を以て感覚内容の申告を却け去るならば、正常者の間にも、一般的に共通な色覚を云為することも意味をなさないということになるからである。けだし主観を離れては感覚の研究は成立しないものである。

(ii) 主観的スペクトルに於ける明度の分布は問診法によって得たものと、従来の文献によって定説の様に見なされているものとの間には不一致がある。この点は今後の追及に保固しなければならないが、不飽和帯、すなわち色度 (chromaticity) の低い帯域が被検者によって誤って明度の谷として申告される可能性を注意しておかなければならない。しかし、主観的申告による明度の極大部が多くの場合、赤色盲と緑色盲とで、明らかにずれていることは定説に一致しており、赤光と緑光とに対する明度の差を申告から採用して、赤色盲と緑色盲に於ける anomaloscope 所見の差異を説明する事が出来た。

異型色盲及び異型色弱と仮称して記述したものが石原式色盲検査表に於て何故正規の色盲または色弱の部類に判定されないで異型と仮称しなければならなかったかという理由については前報（福田，大川¹⁰⁾）に記述した所見を参照すれば次のように説明される。

(i) 水玉図表 第2～5表の関係

異型色盲と仮称したものは石原式国際検査表の中の水玉図表（水玉模様の文字及び背景）の第2～5表殊に第3～5表に於て淡紅と水色及び黄緑とがいくらか区別されて、色盲の様に明かな読み誤りをするとは限らず、さりとて正常者の様に読めない。

異型色弱の場合にもこの点はほぼ同様であるが、第2,3表に対しては大体正常者のように読む。彼等の色感覚もその程度に正常者に近いと云える。しかし各所で読み誤りをする。これらのことは等色視が正常者の様に狭い範囲で成立つ者が異型色弱に無いことと符合している。

一体石原式の第2～5表で検査されるのは、スペクトルの赤端部の色及び明るさと中央部の色及び明るさとの比較弁別能力であるが、このとき色調、飽和度、明るさの3つともが成績に関係するわけである——個々の被検者でそれらの何れかに就いての差別性が他の性質の不足を補うに足りたならば、この意味の弁別能力があることになる。

これらの点を一括的に見た異常性の程度は

正常—異型色弱—異型色盲—色弱—色盲
の順に甚しくなっている。

(ii) 水玉図表 第22～25表の関係

異型色盲がこれらの表に対して当面する困難は、正常者のように二桁文字に明らかに見えるか、定型的色盲の様に一桁文字に明らかに見えるか、のどちらかに割り切れないで多少迷ったり、定型的色盲及び正常者には明かに区別される赤及び/又はカーミンと鉄灰色との区別が明瞭でないことである。これの主なる原因はスペクトルの赤端に近い部分の明るさ及び色味が弱いことであると思われる。そしてこのことは第22～25表の作製の原理となったものである。

第2表 被検査者全部に於ける石原式検査, anomaloscope 検査及び主観的スペクトルの結果の比較

石原式検査による分類	Anomaloscope 所見 による分類 (称呼に 就いては本文参照)	黄帯					多色性の別				
		長い	長い	長い	長い	長い	長い	長い	長い	長い	長い
(人数)	(人数)	長波長側へ 長いもの (人数)	短波長側へ 長いもの (人数)	長波長側へ 長いもの (人数)	短波長側へ 長いもの (人数)	長波長側へ 長いもの (人数)	二色性 (人数)	三色性 (人数)	四色性 (人数)	五色性 (人数)	六色性 (人数)
赤色盲 (7)	赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
緑色盲 (21)	赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
色弱 (11)	赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
異型色盲 (假称) (3)	赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
異型色弱 (假称) (6)	赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑 赤緑赤緑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

異型色弱の方は水玉図表の22~25表は定型的色弱と同様に正常者のように読む。すなわちスペクトルの赤端には充分の明るさ又は充分の色味があると思われる。これは主観的スペクトルに於ける赤端の状況とも符合する事である。しかし石原式の22~25表で検査される性質は色調の差別性ではない事は注意を要する。

この様な検査から見た異常性(赤端部の明るさ及び/又は色味の缺乏)の程度は

正常一定型及び異型色弱一定型及び異型色盲の順に甚しくなっている。但し異型色盲の中にはスペクトルのこの部分で赤色盲と緑色盲との中間のものや、これらの何れとも趣を異にするものがある事を想定しなければ既報の成績¹⁰⁾が説明できない。

上に記載した各例を分析すると第2表のようになる。表中の anomaloscope 所見による分類とは次のような差異を目標として、かりに類別したものである。すなわち等色視の成立がすべての混合比で可能であれ、一部の混合比で可能であれ、何れにしる等色視曲線が右下になっているものをすべて赤色盲と呼び、等色視曲線が水平に近く、かつすべての混合比で等色視の成立したものを緑色盲と呼んだ。なお等色視曲線は水平であるが、緑光成分の比較的多い混合比でだけ等色視の成立したものを緑色弱、逆に赤光成分

の比較的多い混合光線だけで等色視の成立しているものを赤色弱としたのである。

この表からも明らかな様に石原式検査での成績と anomaloscope 検査での成績とは互に一致しない場合もある。のみならず、これらの成績は被検者がスペクトルの各波長の単色光を如何なる色として感覚するかという点についての正鵠を得た知見を、スペクトルの全域にわたっての知見を、提供するものでもない。

著者等は先に^{6)~11)}主観的スペクトルの観察からは色覚異常には種々様々の型があって、従来いわれている様には確然と類別する事は出来ない事を報告した。今回の anomaloscope の所から見てもその事はいい得る。思うに、色覚の部分的欠損或は欠損はなくても波長に対する色調配布が正常人に比して“ずれている”事、色度(飽和度)及び明度のスペクトル分布が正常人とは違っている事等が色覚異常の要項あり、それらの組合せ如何によって石原式検査および anomaloscope 検査によって正常とはちがった種々の成績を示すものであろう。したがって石原式検査表及び anomaloscope によって色覚異常を分類する事は異常の一部を捕えての人為分類をしているのであって、それらが異常色覚の本質的な差異をつかんで代表しているという証拠はないのである。このような分類は学説に立脚した分類にはなっているかも知れないが、三色説或は三要素説以外の諸学説も多々検討されている今日(Hartridge¹³⁾参照)に於ては、このような色覚異常の分類は再検討されなければならない。まして、このような古典的分類法に立脚して、第一、第二色盲、第一、第二色弱の遺伝子を正常に対立させて、その遺伝関係を想定することは行き過ぎの観がある。

IV. 要 約

1) 石原式色盲検査表によって選び出した48名の色覚異常者につき anomaloscope 第1型による検査と主観的スペクトルの検査とを行い anomaloscope の所見が殆ど例外なく、主観的スペクトルから説明されることを示した。

2) anomaloscope 検査によって得られる Rayleigh の等色視関係を示す曲線の成因に関して考察した。

3) 色覚異常者の異常の諸点を明らかにし、それに対する anomaloscope 検査の意義と限界とを明らかにし、そのみで異常性の全部を代表せしめることの不可なる所以を論じた。

4) 石原式検査表での成績が anomaloscope 所見と、一見不一致に思われる場合は、必ずしも前者が不備であるというべきではなく、却って総合性に於て勝っていると認むべき場合があることを指摘した。

5) 石原式検査表及び anomaloscope はともに色覚異常の全貌を捕えるものではなく、その結果、それらによる異常度の判定が、しばしば被検者の日常生活に於ける物体の色調判定や命名の能力と一致しない所以を明らかにした。

6) 極度の色覚異常者と正常者との間に連続的系列をなす種々の程度の中間型がある。従来の方法による色盲、色弱の区別は必ずしもこのような異常の全貌を捕えて評価したものではなく、結果からいって、特定の方法による人為分類になっている。

稿を終るに臨み anomaloscope の使用及びその他の点で御便宜を賜った東大眼科学教室の庄司、中島、萩原の三教授及び鹿野講師の御好意を謝し、併せて被検者の選出に御援助下さった東大教養学部長嶋長節助教授に心から御礼を申し上げる。

文 献

- 1) Rayleigh, L. (1881) Nature. 25, 64
- 2) Nagel, A. W. (1907) Z. f. Augenh. 17, 201
- 3) 近藤忠雄 (昭和6年) 日本眼科学誌 35, 1218, 1379, 1549
- 4) 近藤忠雄 (昭和11年) 大日本眼科全書 6, 380
- 5) 福田邦三・大川眞澄 (昭和25年) 日本生理誌 13, 179
- 6) 大川眞澄 (昭和26年) 日本生理誌 13, 385
- 7) 大川眞澄 (1952) 民族衛生 19, 1
- 8) 福田邦三・長島長節・大川眞澄 (1952) 民族衛生 19, 8
- 9) 大川眞澄 (1952) 民族衛生 19, 15
- 10) 福田邦三・大川眞澄 (1952) 民族衛生 19, 24
- 11) 福田邦三・長島長節・大川眞澄 (1952) 民族衛生 19, 34
- 12) Jones, L. A. (1914) Physical Review 4, 454
- 13) Hartridge, H. (1950) Recent advances in the physiology of vision. 358

Summary

1. Colour defectives, 48 in number, were subjected to examination with (i) Ishihara's pseudo-iso chromatic charts, (ii) anomaloscope of the 1st type, and (iii) spectroscope.

2. Anomaloscope findings are explicable, almost without exception, from the pattern of spectral distribution of different hues, or "subjective spectrum" as designated by the authors.

3. Rayleigh patterns of colour matching obtained with the anomaloscope are discussed as to their meaning and limit of evaluation.

4. Cases in whom Ishihara test yields result apparently inconsistent with that of anomaloscopic examination, cannot necessarily be referred to as showing inferiority of the former method.

5) Neither Ishihara test nor anomaloscopic examination does not disclose the full feature of colour defectives. Multiplicity of the hues in spectrum, especially when they are located differently from the normal, is often remain undetected with these procedures. This circumstance explains the discrepancy between the evaluation of colour defect by these tests and the everyday experience of colour discrimination on the part of individual colour defectives.

6. "Subjective spectrum" or colour pattern of the spectrum is an essential criterion of the colour defective. According to this criterion there exists continuous gradation of colour anomaly from normal to extreme defectives.

7. The above finding throws doubt on the validity of genetic theories assuming single genes for protanomaly, deuteranomaly, protanopia and deuteranopia. Genetic theories so far for the colour defective are based on conventional formulation of phenotypes, while the present result obviously indicates a different possibility of phenotype formulation.

*(The Department of Physiology, University of Tokyo Medical School and
the Department of Biology, Yokohama Municipal University)*

小腸伸展の呼吸運動に及ぼす影響 612.283.33

The Effects of Distension of the Small Intestine upon the Respiratory Movements.

角 忠 明 (Sumi-Tadaaki) *

I. 緒 言

腹部の内臓器官を刺激すると呼吸運動に変化の現れるということは、動物に限らず人体に於ても多くの臨床経験を通して認められてきた事実である。

小腸からの呼吸反射は、小腸壁の伸展、摩擦、牽引をはじめ、その支配神経である大内臓神経を電氣的或は機械的に刺激することによって、今まで多数の研究がなされている。Sjöblom¹³⁾, Pi Suñer et Puche¹²⁾, Morin et Vial³⁾, Crowley²⁾などによるものはその代表的なものである。Morin et Vial は現れた呼吸効果を a) 無呼吸となるもの、b) 呼吸数の頻繁になるもの、c) 最初無呼吸について頻繁となるもの、d) 振巾の増大だけ現れるものの四型に大別分類している。他の研究者は或は呼吸が頻繁にあるいは呼吸性に停止するといひ一定しないが、いずれも Morin et Vial の記載の範囲を出ていないように思われる。

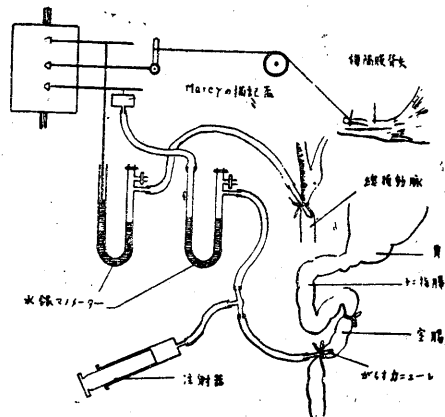
Morin et Vial もただ単に呼吸効果の観察分類のみに当まり、それぞれの効果間の相互関係及び発現機序に関しては殆ど触れておらない。

ここに於てこれ等の複雑多様な呼吸効果の間に一貫した法則性を見出し、その発現機序を明かにするための実験が必要となる。私はまず小腸の伸展をおこない、つぎに大内臓神経の中樞端を電氣的に刺激して前者の効果と比較し、さらに除脳を行うことによって惹起される呼吸効果を分析検討した結果、この問題について1つの新しい結論に到達することができた。以下はその研究のすぢみちである。

II. 実験方法

動物は専らイヌを用い、手術に先立って塩酸

モルフィン 0.005g/kg とウレタン 1g/kg の皮下注射を行い麻酔した。第1図に示したのは実験装置であり、その大要を述べれば次のようである。呼吸運動は福原の法⁴⁾により横隔膜背矢の



第1図 実験装置

収縮弛緩を標示し、血圧は右総頸動脈から導き前者と同時に描記した。小腸を加圧伸展するには前腹壁の正中線に沿ひ約 10cm の長さにあわたって切開口を作り小腸各部 (空腸を主とし時に十二指腸、廻腸を選んだ) の 5 乃至 10cm の範囲を一端は木綿糸で結紮して盲嚢とし、他端にはガラスカニューレを挿入結紮する。カニューレの末端は腹壁の切開口を経て腹腔外に出す。切開口はできるだけ速に縫合閉鎖する。カニューレは硬ゴム管によりガラスの丁字管につなぎ、これからの一枝は水銀圧力計に、他の一枝は容量 100cc の注射器にそれぞれ連結する。これらの管腔を温 Ringer 液で充しておけば注射器から一定量の液を送りこむことによって起る腸内圧の変化が水銀圧力計から導かれた Marey の描記盆によって示される。右側大内臓神経はすでに露出されている横隔膜背矢の前縁に沿って頭側へ辿りたやすく発見露出することができる。これを結紮切断した後その中樞端を種々

* 鳥取大学医学部生理学教室 (米子)

の強さの頻数感応電撃で刺激する。左側大内臓神経、両側迷走神経はそれぞれ実験目的にしたがって露出切断する。除脳はわれわれの教室で常に用いられる方法によって行い、四丘体後丘を含んでそれより上位の脳をすべて取去った。麻酔の影響をしらべる目的には10%チクロパンナトリウム水溶液を用いた。

II. 実験成績

1. a. 除脳しない場合の小腸伸展の呼吸運動に及ぼす影響

強さと速さを種々に変えて伸展を行うと呼吸運動にはつぎのような変化が現れる。まず急激弱度に伸展 (60~80mmHg) すると呼吸の頻数は次第に増し同時に振幅も大きくなる。伸展を中止すれば漸次伸展前のゆるやかな呼吸に復する (第2図A)。

伸展が急激しかも強度 (180~200mmHg) であれば伸展のはじめ一時呼吸性に停止したのち小さい急峻な呼吸が現われ、これは速かに頻数と振幅の大きさを増す。このとき瞳孔散大、叫聲などの疼痛症状を伴う。伸展を中止してから回復するまでの時間は上述の場合より長い (第2

図B)。

徐々に伸展する時はまず 50~60mmHg で軽く頻数を増す。さらにたかめて100~110mmHg にいたると一時呼吸性に停止し、ついで頻数振幅共に著しく増す (第2図C)。最初に現れる頻数の増加は常には得られず麻酔の浅いことが必須条件のようである。

1. b. 除脳した後の小腸伸展の呼吸運動に及ぼす影響

急激弱度の伸展によっては呼吸頻数はわずかに増すが、振幅には著変を認めない (第3図A)。

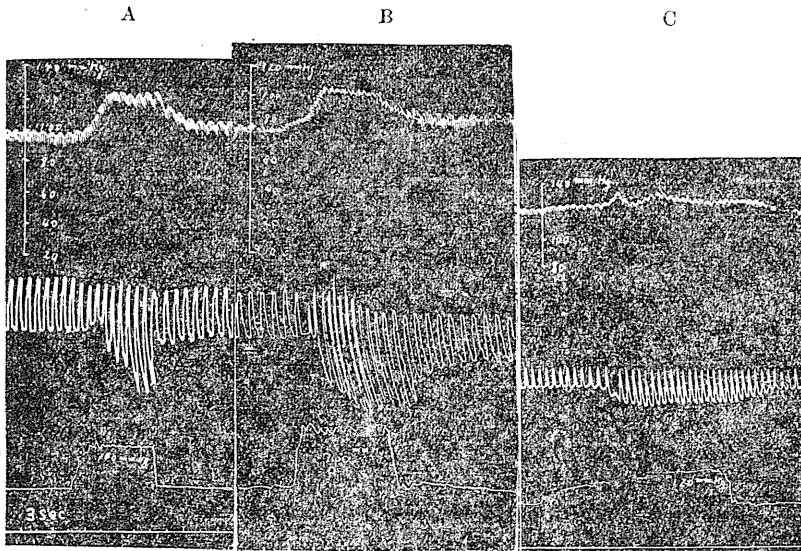
つぎに急激強度に伸展すると呼吸は直ちに呼吸に切換えられしばらく呼吸位に停止したのち、わずかに急峻となった呼吸が間遠に起って来る。伸展の後期になるにつれて呼吸効果は明瞭でなくなる。伸展を中止すると2~3回の大きく速い呼吸を経て元に戻る (第3図B)。この際除脳前に認められた著しい促進効果が消失したことは注目に価する。

伸展の速度をのろくして行くと腸内圧が 120 mmHg に達したときに呼吸運動の完全な停止が現れる。しかしこの停止は長く続かず、伸展を持続していても次第に伸展前の状態に戻ってゆく (第3図C)。

2. a. 除脳しない場合の大内臓神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

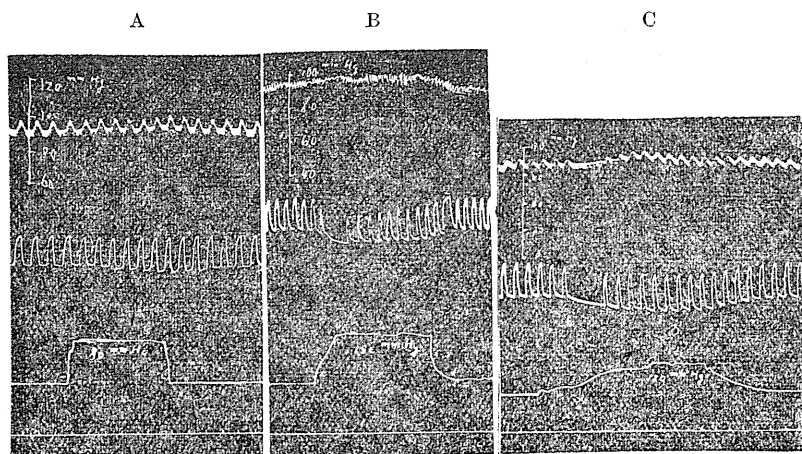
刺激の強度を次第に増して閾値に達すると呼吸はその頻度と振幅をわずかに増す。この効果は刺激の継続期間を通じて現れ刺激を中止すると次第にもとの状態に戻る (第4図A)。

さらに強度をたかめると呼吸運動は瞬時呼吸性に停



第2図 除脳しないときの小腸伸展の呼吸運動に及ぼす影響

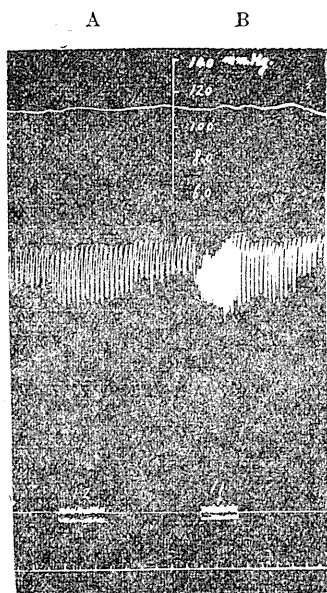
1952. 8. 5 室温28°C. イヌの体重7kg. 曲線は上からそれぞれ血圧, 呼吸 (上向きが吸息), A, Bは空腸, Cは十二指腸の加圧, 時標は3秒をしめす (他の図でも同様). Cは第3図に掲げた動物から得た曲線



第3図 除脳したのちにおける空腸伸展の呼吸運動に及ぼす影響
1952. 10. 7. 室温 22°C. イヌの体重7kg. 加圧曲線は全部空腸. Aに示すように促進効果はわずかであり見逃され易い

増加し振幅は小さくなる (第5図A). 強さを増して刺激すると直ちに呼息性に停止しやがて振幅の少しく小さい急峻な呼吸がゆるいリズムで現れる. 刺激を止めれば刺激前よりわずかに頻数が増し振幅も大きくなったのち次第に元にもどる (第5図B). 刺激の強さをさらに増すと

呼吸は刺激期間中完全に呼息性に停止している (第5図C).



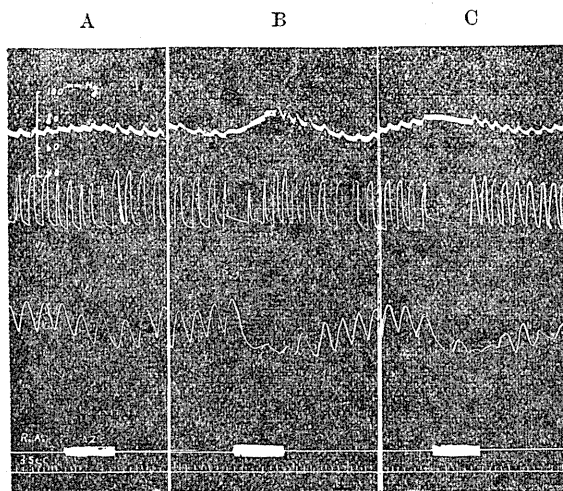
第4図 除脳しない場合の大内臓神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

1952. 10. 25. 室温 20°C. イヌの体重4.5kg. 両側迷走神経健存. Bにしめす最初の呼吸停止期間は麻酔が深い程長びく

止し, ついで頻数は著しく多くなり振幅は初め小さいが急速に増大する. このとき強度伸展の時と同じ種々の疼痛症状を現わす (第4図B).

2.b. 除脳した後の大内臓神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

刺激強度の弱いところで呼吸頻数はわずかに

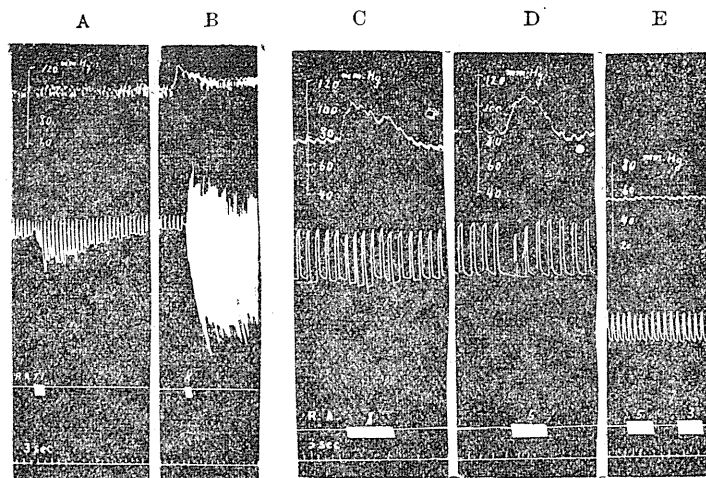


第5図 除脳した後の大内臓神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

1952. 10. 28. 室温 20°C. イヌの体重4.5kg. 呼吸運動の下に描記したのは十二指腸の運動曲線で抑制効果が著しい

3. 腸間膜神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

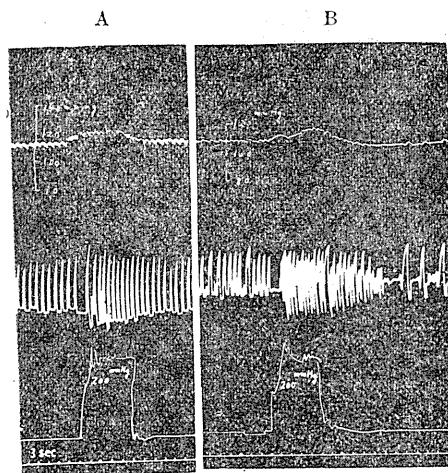
効果の様相は除脳の前後共殆ど上述の大内臓神経を刺激するときに見られるものとひとしいが, ただ除脳後に強度の刺激を行っても完全停止の期間の短いことが前者と異なる (第6図A~D). これは恐らく大内臓神経に比して呼吸中枢へ送られる衝撃数が少いことに起因するものであろう.



第6図 腸間膜神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響
1952.11.15. 室温 20°C. イヌの体重7.5kg. 両側迷走神経は健存. A, Bは除脳前, C, D, Eは除脳後. Eは両側大内臓神経を切断して呼吸効果の全く現れないことをしめす

4. a. 迷走神経の切断が呼吸効果に及ぼす影響

胃噴門の高さで両側の迷走神経幹を切断しても小腸の伸展によって引き起される呼吸効果には差異が認められない (第7図A, B).



第7図 腹部迷走神経の両側切断が呼吸効果に及ぼす影響

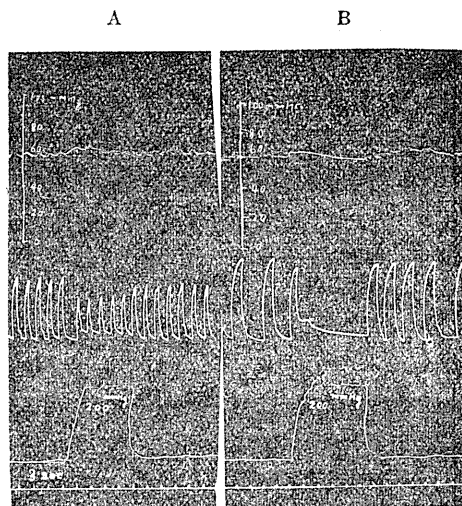
1952.7.29. 室温 28°C. イヌの体重1.3kg. 除脳しないときの強度伸展. Aは切断前, Bは切断後

しかし頸部で切断したのちに伸展をおこなうと現れる呼吸効果は切断前に較べて抑制の傾向がつよまる. あらかじめ除脳してあればこの影響は殊に著しく, 急激強度の伸展によって抑制効果が明かでないような例でも切断したのちに

於てはつねに完全な呼吸停止が認められるようになる (第8図A, B).

4. b. 大内臓神経の切断が呼吸効果に及ぼす影響

両側の大内臓神経を切断したのちに小腸を伸展しても切断前に認められた呼吸効果は全くあらわれなくなる (第10図C) また腸間膜神経を電氣的に刺激して惹き起される呼吸効果は両側大内臓神経の切断後においてはいかに両側迷走神経が健在であっても完く消失する (第4図E).



第8図 頸部迷走神経の両側切断が呼吸効果に及ぼす影響

1952.8.4. 室温 28°C. イヌの体重5kg. 除脳した後の強度伸展. Aは切断前, Bは切断後

5. 麻酔の深さが呼吸効果に及ぼす影響

除脳すると呼吸効果の様相が一変することはすでに述べたとおりであるが, このことから主として上位脳の機能を減退させる麻酔薬の適用によって, 除脳したときと類似の影響が及ぼされるだろうことが推察される. この問題について次の3通りの実験を行った.

a) 伸展の強さを一定にして麻酔の深さをかえた実験

麻酔薬 (クロロパンナトリウム10%水溶液) を漸次追加投与しながら呼吸効果の変移をしらべると、麻酔が深まるにつれて抑制効果が著明となり、ついに促進効果は全く見られなくなる (第9図A, B, C)。この最後の状態は後述する第10図Bの効果によく一致する。80 mmHg と言う比較的弱度の伸展にも拘らず抑制効果が現れるのは、麻酔の作用が呼吸中枢自身にも及び、

その興奮性を低下させた為であると解される。

b) 麻酔の深いときに行った伸展実験

投与する麻酔薬を実験法で述べたものより増量して動物を深麻酔の状態に陥らせる。ここで伸展実験を行うとすでに軽度るとき (80 mmHg) に呼吸運動はのろくなり、強度をつよめると (120 mmHg) 振幅は大きくなるが著しく間遠となる (第10図A)。除脳した後は第3図Aに似めすような促進効果は見られず、強度伸展のときの効果のみ著明にあらわれる (第10図B)。

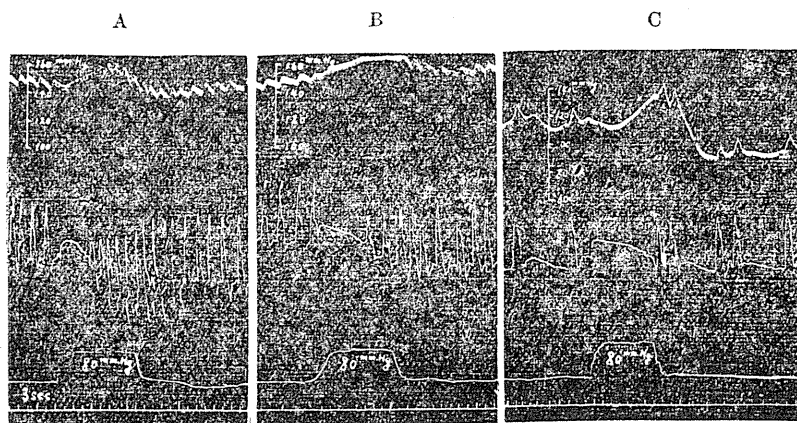
c) 麻酔の深いときに行った大内臓神経の刺激実験

伸展実験と併行しておこなった大内臓神経の刺激実験によっても得られた効果は前のものとほぼ同様である (第11図A, C)。

(第11図B) に似めす効果が伸展のときに得られなかったのは、伸展によって引き起される衝撃数に限度があり、上位脳の興奮が呼吸頻数を起す程につよめられないことに因るものと考えられる。

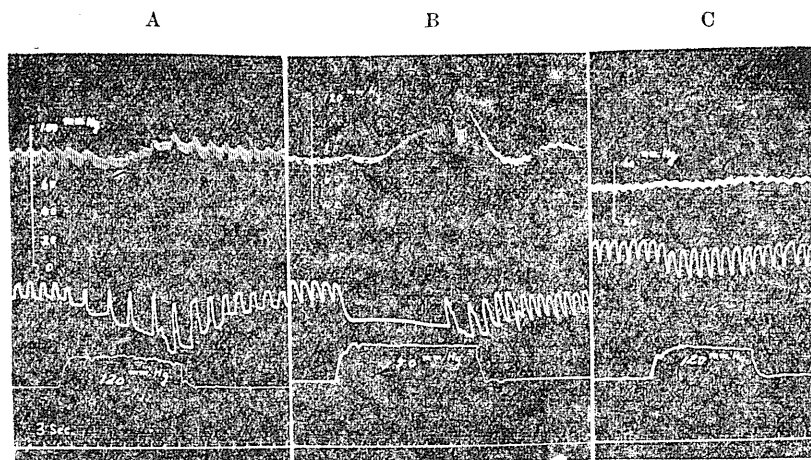
IV. 論 議

迷走神経を電気的に刺激したり、或は肺を機械的に拡大または萎縮するとき正常状態に於ては刺激の強さを増すにつれて、まず促進期ついで



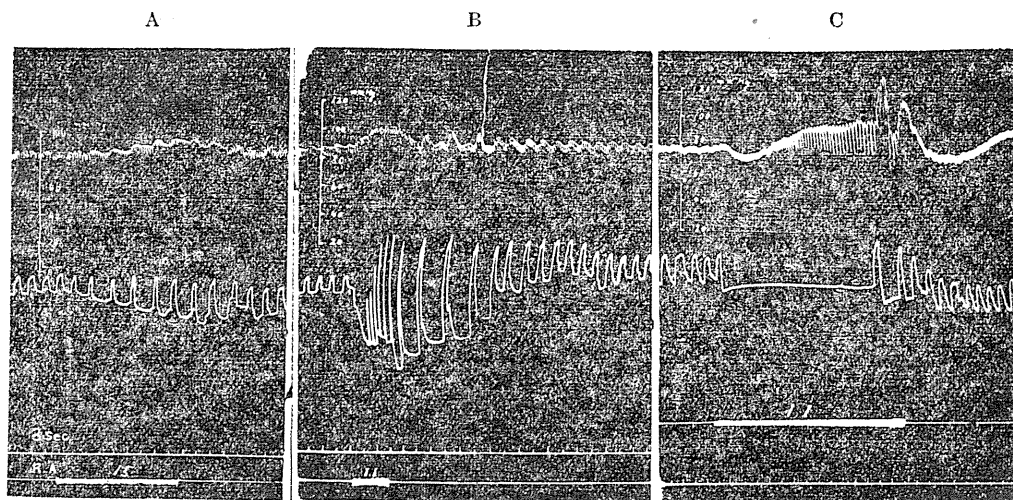
第9図 伸展の強さを一定にして麻酔の深さをかえたときの呼吸効果

1952. 10. 1. 室温 26°C. イヌの体重7kg. 除脳しないもの、両側の迷走神経及び大内臓神経いずれも健存. A: チクロパンナトリウム40mg/kg静注. B: 5分後さらに20mg/kg追加静注. C: さらに5分後20mg/kg追加, このとき伸展中止後に周期的呼吸の出現を見る



第10図 深麻酔のときに行った伸展の呼吸効果

1952. 8. 21. 室温 28°C. イヌの体重8kg. ウレタン3g+塩酸モルフィン0.005g/kg, 迷走神経は健在. A 除脳前. B, Cは除脳後. Cは両側大内臓神経の切断後に呼吸効果の消失をしめす



第11図 深麻酔のときに行った大内臓神経刺激の呼吸効果

動物は前図にしめすものと同じもの。A, Bは除脳前。Cは除脳後。Bで最初の無呼吸期間が延長している

抑制期がみられ、中枢の興奮性が著しく低下している場合には抑制効果のみ現れるという実験結果から、福原及びその協同研究者は呼吸運動の神経性調節の機序について1つの仮説を樹立した⁵⁾。其の後ひき続いて行われた多くの実験の結果は何れもその妥当性を根拠づけており⁶⁾ ⁹⁾ ¹⁰⁾ ¹¹⁾、上述の私の行った一連の実験の結果もまたこの例外ではない。この仮説に従えば小腸伸展の呼吸運動に及ぼす影響の機序は次のように考えられる。

伸展によってひき起された小腸からの求心性衝撃は両側の大内臓神経を通過して脊髄に入り、1つは橋延髄境界部に在る正常呼吸中枢にいたり、他はそれより上位に在ると思われる痛覚の中枢に達する。前者は直接に呼吸中枢に作用し衝撃数の少いときは呼吸促進的に、多いときには呼吸抑制的にはたらく。後者はまず痛覚の中枢を興奮させ、ついで2次的に正常呼吸中枢に影響して顕著な呼吸促進をひき起し、すでに現れている直接効果の様相を変ずる。かくしてこれまでの多くの研究者を混乱に陥れて来た多様な呼吸効果は正常呼吸中枢に対する直接効果と、上位脳を経てこれに達する2次的効果との混合されたものであり、さらにこの各々は麻酔その他の影響を受けて効果を益々変貌させる。

以上が私の到達した結論であるが、この見地

に立ってこれまでの研究者の実験成績をながめると、すべて私の記述した効果のなかにふくまれ、たやすくその成り立ちを説明することが出来る。まず比較的詳細に記述してあると思われる Morin et Vial の伸展実験の結果についての検討から始めよう。

氏等が無呼吸と血圧下降を伴う単純型として記載しているものは既述の第2図Bに相当するものであり、複雑効果と称するものは頸部迷走神経の切断によって伸展初期の抑制効果が著明になったものを指しておりこれも上の範疇を出でない。呼吸頻数の増加と血圧上昇を伴う単純型および Traube-Hering-Wave を伴う呼吸振幅の増大型もそれぞれ第2図A及び第10図Aに一致するものである。氏等は呼吸と血圧の効果のあいだに一定の関係がありこれから中枢の状態をうかがうことが出来さらにその状態の如何によって呼吸効果の多様性を説明しようとしているが、私の行った実験によれば、この2つの効果のあいだには従属的及び相関的なつながりは全く認められず、したがってこれらはそれぞれ互に独立した反射効果であると見られる。結局氏等が数多くの呼吸効果を観察しながらその発現機序について明確な結論に達し得なかったのは、呼吸効果の分析が不充分であったためであり、さらにその原因は第1に除脳を行わな

ったこと、第2に伸展の強さをかえなかったことに求められなければならぬ。

この他に同種の実験を試みた人として Cohnheim and Dreyfus¹⁾, Pi Suñer et Puche, 最近では Crowley 等を挙げることが出来るが得られた呼吸効果はすべて上述の Morin et Vial のものに含まれる。

つぎに Pi Suñer et Puche が両側迷走神経を頸部で切断すれば伸展による呼吸効果が現れ難くなると言う氏等の実験結果から、小腸に発した衝撃の一部は迷走神経を通して呼吸中枢に達し、これが大内臓神経を介する呼吸効果の発現に調節的な役割を演ずると結論しているがこれは妥当でない。効果が現れ難くなるというのは促進効果のみについて言えることであり、抑制効果は反って著明となる。この現象は頸部迷走神経の切断によって小腸からの求心性衝撃の伝導が断たれたためではなく、呼吸運動の調節に最も重要な働きを演じている肺からの衝撃群が遮断され呼吸中枢の興奮性を著しく低下させることによって起ると解すべきである。すでに明かにした様に両側大内臓神経を切断すれば、迷走神経が健存していても、伸展による呼吸効果が全く消失すること、この時腸間膜神経を電氣的に刺激しても呼吸効果が出現しないこと、及び腹部迷走神経の切断は呼吸効果の発現に影響を与えないことは呼吸効果をひき起す衝撃群或はその一部が迷走神経を通ると言う推論を完全に覆すに足る実験事実である。

大内臓神経及び腸間膜神経の中枢端を電氣的に刺激して現れる呼吸効果を研究した人として Graham³⁾, Lewandowsky⁷⁾, Sjöblom, Crowley 等の名を見出すことが出来る。除脳しない動物についてなされた Crowley の実験結果は第6図Bに掲げたものに一致する。除脳した動物で呼吸の促進効果を得ているものは全く見あたらず、刺激強度を種々変じて試みた Lewandowsky, Sjöblom も抑制効果のみしか認めていない。中枢の状態が麻酔・冷却・出血などの原因で不良になったときに神経を刺激すれば促進効果が漸次消失してついに刺激の強弱に拘らず抑

制効果だけになるという事実はすでに、われわれの教室で迷走神経⁵⁾・上喉頭神経⁹⁾・三叉神経¹⁰⁾の電氣的刺激実験の際に確認されている。このことは私の実験においてもまた同様であった。Sjöblom が促進効果を見逃したのは上述及びその他の原因で呼吸中枢の興奮性が低下されることに對して関心が少く、このような条件を顧慮して実験を行わなかったことに因ると思われる。

以上同一題目のもとになされた研究のうちその代表的なものについて批判したが、要するにこれまでの研究者が多様な呼吸効果を統一しその発現機序を鮮明にすることが出来なかった最大の理由は、除脳法を適用しその際の呼吸効果の分析を行わなかったことであろう。

V. 結 論

呼吸運動が小腸の伸展によって影響される現象をイヌについて分析しその発生機序を明かにしようとして一連の実験をおこなった。その結果はつぎの如く要約される。

1) 除脳前において腸内圧を急激に軽度にかめると呼吸はわずかにその頻数と振幅を増す。高度にかめると、一時直ちに呼息性に停止したのち速に頻数と振幅をます。内圧を徐々にたかめるときは、まず軽く頻数を増し、さらにたかまれば一時呼息性に停止し、ついで頻数振幅共に著明に増加する。麻酔が深くなれば上述のいずれの促進効果も現れ難くなる。

2) 除脳後において急激且つ弱度に伸展すると呼吸の頻数のみわずかに増加する。伸展が強度であれば頻数はつねに著しく減じ、しばしば完全な呼息性停止を來す。

3) 大内臓神経または腸間膜神経の切断中枢端を種々の強さの頻数感應電流で刺激すると伸展の場合と同様な呼吸効果が得られる。

4) 小腸の伸展によって現れる呼吸効果は両側大内臓神経を切断すれば全く消失する。腹部において両側迷走神経を切断しても呼吸効果の発現は影響されない。

5) 上述の実験結果から小腸伸展の呼吸運動

に及ぼす影響の機序は次のように考えられる。

小腸からの求心性衝撃は両側大内臓神経を通して脊髄に入り1つは橋延髄境界部に在る正常呼吸中枢に到り、他の1つはそれより上位に在ると思われる痛覚の中枢に達する。前者は直接に呼吸中枢に作用し、衝撃数の少いときは呼吸促進的に、多い時には呼吸抑制的にはたらく。後者は2次的に正常呼吸中枢に影響して顕著な呼吸促進をひき起しすでに現れている直接効果の様相を變ずる。

文 献

- 1) Cohnheim, O. and G. L. Dreyfus (1903) *Z. f. Physiol. Chem.* 58, 50
- 2) Crowley, R. T. (1941) *Reflex modification of respiration by intestinal distension. Am. J. Physiol.* 133, 253
- 3) Graham, J. C. (1881) *Pflügers Arch.* 25, 379
- 4) 福原 武 (1950) 一新呼吸運動描記法 日本生理誌 12, 206
- 5) 福原 武・馬場三郎・蒲原 沃 (1950) 呼吸運動の神経性調節の機序 日本生理誌 12, 208
- 6) 福原 武・角 忠明・岡田博匡 (1953) 眼球圧迫の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 15, 186
- 7) Lewandowsky, M. (1896) *Die Regulierung der Athmung. Arch. f. (Anat. u.) Physiol.* 195
- 8) Morin, G. et J. Vial (1934) *Réactions respiratoires et circulatoires provoquées par la distension brusque de l'intestin chez la chien. Arch. Internat. de Physiol.* 38, 428
- 9) 小田中 貞 (1952) 嚥下呼吸 日本生理誌 14, 114
- 10) 小田中 貞 (1952) 三叉神経-呼吸反射 日本生理誌 14, 355
- 11) 小田中 貞 (1953) 知覚神経-呼吸反射 (第1報) 日本生理誌 15, 143
- 12) Pi Suñer et Puche (1924) *Le sympathique sensitif. Compt. Rend. de Biol.* 90, 814
Ibid. 92, 802 et 812
- 13) Sjöblom, J. C. (1915) *Experimentelle Untersuchungen über die Einfluss einiger zentripetaler Nerven auf die Atmung. Skand. Arch. f. Physiol.* 32, 1

Summary

In order to explain the mechanism of the occurrence of the respiratory effects produced by intestinal distension a series of experiments were performed on the dogs. The results are summarized as follows:

1) In the animal not decerebrated the respiratory movements increase in rate and amplitude when the intestine is distended suddenly at low grade. In the case of strong distension the respiratory movements cease transitorily and then increase in rate and amplitude in the course of the distension in regular order. As distension is performed gradually one can see at first a slight increase of the respiratory rate, then a transitory cessation of the respiratory movements, and lastly again a remarkable increase in rate and amplitude.

2) In the animal decerebrated the weak distension of the small intestine produces a slight increase of the respiratory rate, while the strong distension usually the remarkable decrease of the respiratory rate and sometimes a complete cessation of respiratory movements in the expiratory state.

3) By the electrical stimulations of the splanchnic nerve and the mesenteric nerve the respiratory effects similar to those in the case of distension are obtained.

4) Bilateral splanchnectomy eliminates completely the respiratory effects produced by distension of the small intestine, but bilateral vagotomy in the upper abdominal cavity gives no influence upon them.

5) From the results above described the mechanism of the occurrence of the respiratory effects produced by intestinal distention can be considered as follows:

The centripetal impulses elicited in the wall of the small intestine pass through the splanchnic nerves bilaterally into the spinal cord, then one group of them arrive at the normal respiratory centers, and the other at the center of the pain sensation situated at the higher level than the pons and the medulla oblongata. The former act directly upon the respiratory centers and give acceleratory influence upon them when the impulses are few, while they give inhibitory influence when they are many. The latter act secondarily to the respiratory centers and disguise the figure of the direct effects by eliciting the remarkable tachypnea or hyperpnea.

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

迷走神経のリンパ心臓運動の調節機序について 612.833.424

The Regulatory Mechanism of the Vagus Nerves upon the Lymphatic-hearts Movements.

岡 田 博 匡 (Okada-Hiromasa)*

I. 緒 言

カエル及びガマにおいてはリンパ心臓は4個の搏動性の器官として存在し、そのうち2個は第三脊椎骨の両側にあり、他の2個は仙骨部の両側に位置する。その搏動性の起因については古来数おおくの研究がなされてきたが、最近緒方¹⁾ 森田²⁾ は脊髄の特定部位の切断或いは所属神経の切断によって搏動が停止することより正常搏動の自仲中枢は脊髄にあり4個存在することを明らかにした。また Brücke 及び Umrath³⁾ はリンパ心臓にいたる神経より直接律動的の活動電流を描記することに成功し、リンパ心臓が脊髄に存在する自仲中枢よりの律動的な衝撃群に一致して収縮するものであることを明らかにした。私も氏等と同様の神経より週期的な活動電流を描写し氏等の説を支持するものである。

このリンパ心臓自仲中枢に対して迷走神経がいかなる調節機能を演じているかについては Bonnet⁴⁾、森田⁵⁾ の研究がある。氏等は迷走神経の切断中枢端の刺激により、リンパ心臓の反射的抑制が引き起されることを見ているが、適刺激としての肺の伸展による影響は未だ研究されていない。私は当該神経の電氣的刺激実験及び肺の拡大萎縮実験を行い新しい結果を得たのでここに報告する。

II. 実験方法

実験材料としてガマ (*Bufo vulgaris Japonica*) 42匹を用い無麻酔にて実験した。

神経よりの活動電流の描写には C-R 結合3段増幅器にて増幅し、陰極線 oscillograph にて観察しながら、電磁 oscillograph で描写した。

リンパ心臓運動の描記法は懸垂法によった。な

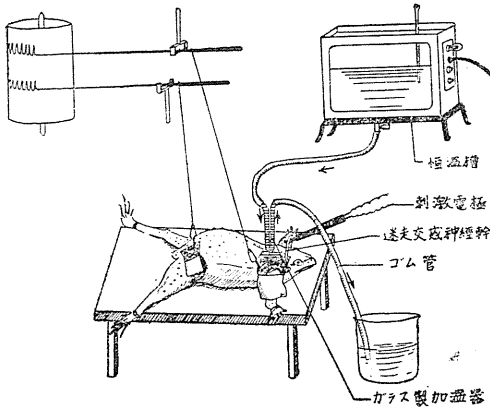
お描記横杆として岩本式 recording lever⁶⁾ を用いた。

迷走神経の露出は背面より入り、肩甲骨を鉗子で挟み外方に牽引すると肩甲骨の前縁の内側に肩甲骨筋が内前方より外後方に向って走っている。これをその中央部において切断すると後胸舌骨筋の外側下縁に沿って大皮膚動脈と一緒に走る迷走交感神経幹が現れる。なおこの神経と直角をなして走る舌下神経並びに第三脊髄神経がみられる。まず舌下神経を切断し、ついで迷走交感神経幹が第三脊髄神経と交わる部分において迷走交感神経幹を結紮切断し、分離すると約 2 cm の長さが得られ刺激実験の際に周囲組織への電流滑走を防ぐことができる。迷走神経切断中枢端の刺激には電源 3 V の頻数感応電撃を用い、種々の強さで刺激した。交感神経の作用を除外する為に頸静脈神経節が交感神経索に連なる部位を切断し、なお迷走神経刺激による上位脳への影響を避けるために視葉と延髄との境界部において除脳を施した。

6例においては実験結果においてのべる様な目的の為に脊髄リンパ心臓中枢の加温と迷走神経切断中枢端の刺激とを同時に行った。リンパ心臓中枢部位の加温には恒温槽よりの温水をゴム管を介してガラス製の加温器に通じ再びゴム管を介して加温器より持続的に流出させて加温器が一定温度に保たれる様にし、II III IV脊椎骨の後方半部を破壊して脊髄膜を露出し、その一定部位に加温器を当てて温めた (第1図)。

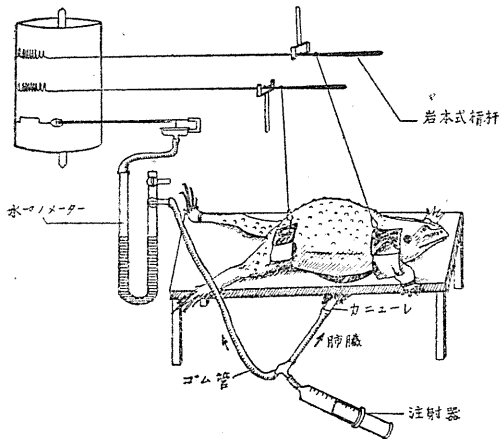
適刺激としての肺の伸展には、ガマ固定板の前方部分に円形の孔をあけたものにガマを固定し、まず前胸部の皮膚を切開し、ついで胸骨を正中線で切断して片側肺の尾端に小切開をくわえ、これにガラス製カニューレを挿入して結紮し、カニューレを固定板に固定すると同時に塗

* 鳥取大学医学部生理学教室 (米子)



第1図 脊髓リンパ心臓中枢の加温及び迷走神経刺激に用いた装置

中に注射器をとりつけたゴム管を介して水マンメーターに連結した。さらにこの水マンメーターをゴム管によって Marey 描記器に連結して、注射器より空気を肺に注入できると同時に肺内圧をキモグラフィオン上に描記できる様に装置した(第2図)。



第2図 肺の伸展・萎縮に用いた装置

Ⅲ. 実験結果

A. 後リンパ心臓にいたる神経よりの活動電流

後リンパ心臓にいたるⅨ脊髓神経より誘導された活動電流はリンパ心臓搏動に一致し律動性を有する。Ⅸ脊髓神経後根を切断してもその律動には変化がなかった。

B. 迷走神経切断中枢刺激の前リンパ心臓運動に及ぼす影響

刺激の強さを次第に増してゆくと、リンパ心臓搏動に次の変化が現われる。刺激を強めて閾値に達すると、まずその頻数が増加し(第4図Aの1), さらに少し強めると頻数が緩徐となるが(第4図Aの2), 一層強めるとついにはリンパ心臓は完全な弛緩性静止に陥る(第4図Aの3)。

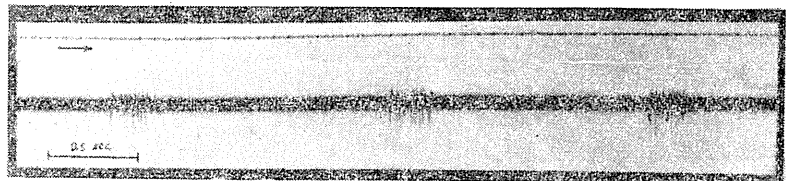
除脳した場合においても迷走神経刺激によって上にのべた促進について抑制の反射効果が現われる(第4図B)。

この一連の反射反応は一側の迷走神経刺激によって刺激側前リンパ心臓と刺激反対側の前リンパ心臓とにかかわらず同様に認められる。

弱い刺激でリンパ心臓搏動の促進が引き起された後、一度強度の刺激を加えて予めリンパ心臓搏動の抑制を起させ、ついで4分後に促進効果をひき起したよりも弱い刺激を与えてもリンパ心臓は弛緩性に停止し抑制効果がひき起される。即ち反射疏通の現象がみられる(第5図)。

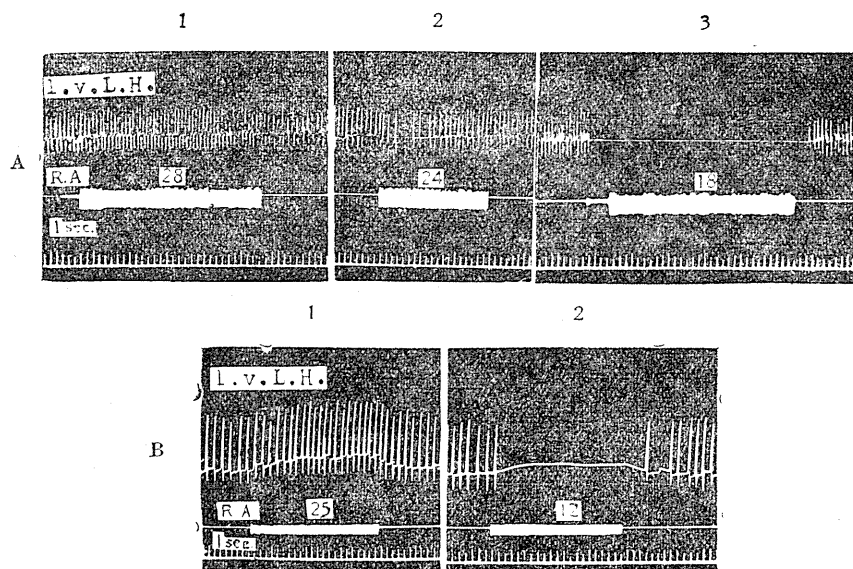
強刺激によってリンパ心臓が弛緩性に停止した後、刺激を止めると直ちに搏動を開始するが、この時屢々一過性に搏動頻数の増加が起り、ついで漸次正常律動に復帰する。すなわち反射抑制後の反撥現象がみられる(第6図)。この現象は呼吸運動の反射抑制後にもみられるが、また Gaskell⁷⁾ は血液心臓において、Sherrington^{8) 9)} は屈筋反射で反撥現象をみている。しかしリンパ心臓においては誰もみていない様である。

比較的強度の刺激でリンパ心臓は弛緩性に停



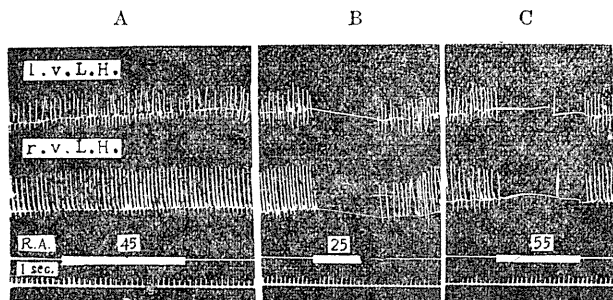
第3図 左Ⅸ脊髓神経前根の活動電流

止するが、さらに刺激を持続していると、間もなく緩徐な律動で搏動が始まる。且つその収縮高は初めは低いが次第に高くなり、ついには正



第4図 迷走神経刺激の前リンパ心臓運動に及ぼす影響

A : 除脳前, 1952.8.20. ガマ200g ♂. 室温25°C. 左迷走神経切断中枢端を刺激した. 1は弱刺激による促進効果. 2は中等度刺激による搏動頻数の減少. 3は強刺激による弛緩性静止
B : 除脳後, 1952.8.21. ガマ150g ♀. 室温25°C. 右迷走神経切断中枢端を刺激した. 刺激反対側の前リンパ心臓にも弱刺激で促進. 1. 強刺激で抑制効果2が現われる



第5図 反射疏通の現象

1952.8.18. ガマ200g ♀. 室温 24°C. 右迷走神経切断中枢端を刺激した. l.v.L.H. : 左前リンパ心臓運動. r.v.L.H. : 右前リンパ心臓運動. BとCとの間隔は4分間. A : 弱刺激で促進. B : 強刺激で抑制. C : 弱刺激で抑制効果

常時の収縮高にまでなる. 刺激を中止すると正常律動にかえる. 即ち反射抑制からの逸脱搏動がみられる (第7図).

C. 迷走神経切断中枢端刺激の後リンパ心臓運動に及ぼす影響

Pratt 及び Reid¹⁰⁾, Hennequin, Merklen 及び Renaudin¹¹⁾, 森田⁵⁾ によって同側の前後リンパ心臓中枢の間に連絡があるため両者の搏動が殆んど同側同時性であることが確められ, 又

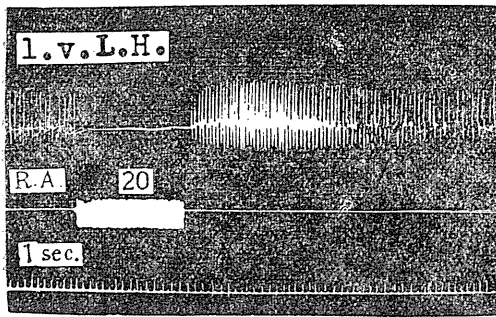
森田⁵⁾ は加温実験により前リンパ心臓中枢が後リンパ心臓中枢に対して優越性であることを証明している. 時には, 前後リンパ心臓の間に分離現象のみられるものもあり, 後リンパ心臓に前中枢性期外収縮が引き起こされることもある.

このために後リンパ心臓の運動について検討するには同時に同側の前リンパ心

臓の運動を描記する必要がある.

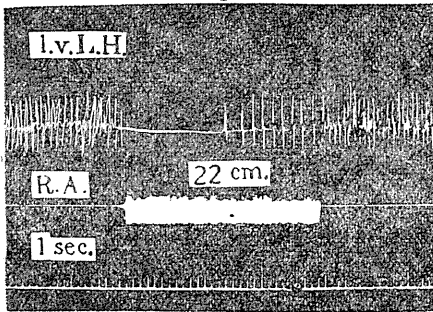
前リンパ心臓の場合と同様に刺激の強度を次第に増加してゆくと, 次の様な変化が現われる. 前リンパ心臓にはすでに搏動頻数の減少 (不完全抑制期) が現われているが, 後リンパ心臓搏動の頻数は著明な増加 (促進期) を示してくる. この際間遠に発生する前リンパ心臓の搏動に一致して後リンパ心臓に期外収縮或いは重加が現われる. この期外収縮を除外しても固有の後リンパ心臓の搏動頻

数は著明に増加 (促進期) している. 刺激を中止してもしばらくの間後リンパ心臓の促進効果は持続しているが, 間もなく刺激前の律動にかえる. 即ち刺激中止後においても反射効果の持続を示す後発現象がみられる (第8図). さらに刺激の強度を強めると, 前リンパ心臓は弛緩性に停止し (完全抑制期) 途中に唯1回の搏動が現われるのみであるが, 後リンパ心臓においては搏動頻数が緩徐 (不完全抑制期) となり且つ



第6図 反射抑制後の反撥現象

1952.8.20. ガマ 200g ♀. 室温 25°C. 右迷走神経切断中中枢を刺激した. 反射抑制後に一過性に搏動頻数が増加し, ついで漸次正常律動にかえる

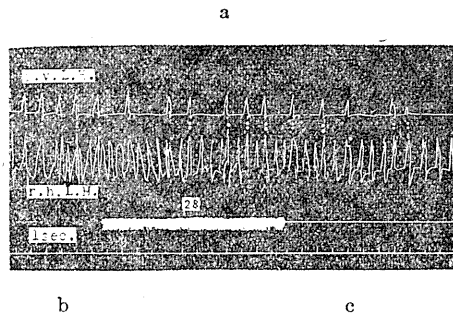


第7図 反射抑制からの逸脱搏動

その収縮高が刺激前後の収縮高に比して低くなっている (第8図b). 一層強い刺激を与えると前後リンパ心臓とも弛緩性停止 (完全抑制期) に陥り, 刺激を中止すると間もなく両者ともに搏動を発生してくる (第8図c). しかし一般に刺激中止後の搏動発生は前リンパ心臓におけるよりも後リンパ心臓においてより早く開始される.

上に述べたことより明らかな様に後リンパ心臓においても迷走神経刺激によって原則的には前リンパ心臓の場合と全く同様の効果が認められた. 即ち刺激が弱いときには後リンパ心臓の搏動頻数が増加し (促進期), 刺激を強めるとこの促進効果は消失して搏動頻数が減少し (不完全抑制期), さらに強いと弛緩性停止 (完全抑制期) に落ちいる. 一連の反射効果が存在する.

後リンパ心臓に発生する前中枢性期外収縮について興味深き現象がみられる. この期外収縮は自然的状態においても発生するが (第8図a), 迷走神経を中等度の強さで刺激し前リンパ心臓の搏動をいくらか緩徐とするとしばしば発生する (第8図a及び第9図). この期外収縮が後リンパ心臓の弛緩相に発生する場合その初期に生ずるものほど収縮高が低く, 末期に生ずるものほど高くなり, ついには固有の後リンパ心臓中枢のみの衝撃で発生した収縮高よりも高くなる (第9図). この現象は脊髄に存在する後リンパ心臓自伝中枢の神経細胞における興奮後の比較的不応期ついで過常期の存在するために生じた

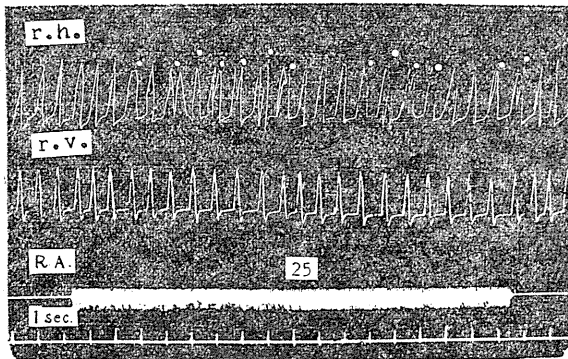


第8図 迷走神経切断中中枢刺激の後リンパ心臓運動に及ぼす影響

1952.8.19. ガマ 150g ♂. 室温 32°C. 左迷走神経を刺激した. r.v.L.H. は右前リンパ心臓運動, r.h.L.H. は右後リンパ心臓運動を示す. aとb.cは前後リンパ心臓搏動曲線の位置が反対になっている. aで: は前リンパ心臓と同側の後リンパ心臓との同時性を示し, ・は後リンパ心臓の前中枢性期外収縮を示す

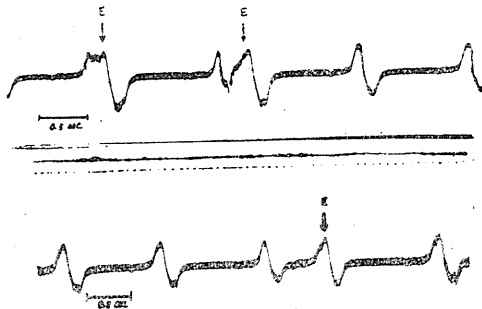
- a: 弱刺激で後リンパ心臓搏動頻数の増加 (促進期)
- b: 中等度刺激で搏動頻数の減少 (不完全抑制期)
- c: 強刺激で弛緩性静止 (完全抑制期)

ものと考えられる. つぎにこの期外収縮と休止期との関係について検討するに, 後リンパ心臓の前中枢性期外収縮と次に起る正常収縮との時間間隔は2つの正常収縮間の時間間隔にひとし



第9図 後リンパ心臓における 前中枢性期外収縮とその収縮高との関係

1952. 8. 20. ガマ 200g ♀. 室温 24°C. 迷走神経切断中枢端を刺激した. r. h. は右後リンパ心臓, r. v. は右前リンパ心臓の運動曲線. ・は前中枢性期外収縮を示す. 弛緩相の各時期に発生した期外収縮の収縮高に差異があることを示す



第10図 後リンパ心臓における 前中枢性 期外収縮と休止期との関係

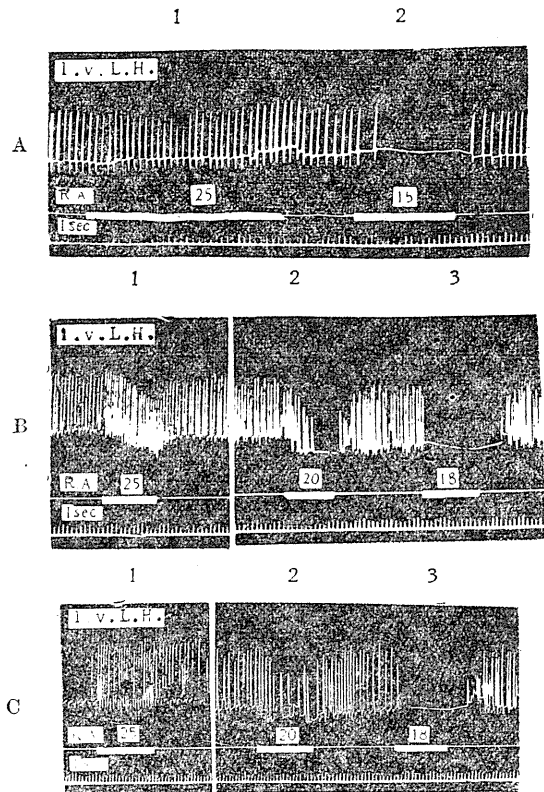
Eは前中枢性期外収縮

い. 即ち代償性休止期が認められない. この関係は後リンパ心臓の電気曲線を描記することによって一層はっきりと現わすことができた (第10図). この現象は血液心臓における洞性期外収縮に類似するものである.

D. リンパ心臓中枢加温後の迷走神経刺激のリンパ心臓運動に及ぼす影響

軽度の刺激で搏動頻度の増加が明らかでなく抑制効果のみしか得られなかった例に於て (第11図A), 3~4脊髄神経後根が脊髄に入る高さで緒方及び森田^{1) 2)} 等のいう前リンパ心臓中枢を40°Cに加温すれば, リンパ心臓の搏動は頻繁となる. 即ち中枢の興奮性がたかまる. この時さらに迷走神経を刺激すると, 弱刺激でより一層

顕著なる搏動頻度の増加がひきおこされ強刺激で弛緩性停止に陥る (第11図B), 中枢加温を停止すると搏動数は加温中におけるよりも緩徐となり且ついくらか不規則となるが弱い強度で当該神経を刺激すると律動が規則的となり, 促進効果が極めて明瞭になる. なおこの促進効果は刺激を中止してもしばらく持続する. 即ち後発現象が見られる (第11図Cの1). さらに刺激の強度を強めると搏動頻度の緩徐 (不完全抑制期) がひき起され, 刺



第11図 迷走神経切断中枢端刺激の リンパ心臓運動に及ぼす影響

1952. 8. 21. ガマ 150g ♀. 室温 25°C. 右迷走神経切断中枢端を刺激した

A: 加温前における迷走神経刺激. 促進期わからず (1) 抑制期 (2)のみ認められる. B: 中枢加温 (40°C) 中の迷走神経刺激. 1は促進期, 2-3は抑制期. C: 加温中止5分後における迷走神経刺激. 1は促進期, 刺激中止後も促進効果がしばらく続く. 2, 3は抑制期, 刺激を中止すると一過性の促進効果がみられる

激を中止すると顕著なる一過性の搏動頻度の増加 (反射抑制後の反撥現象) が起りついで正常

律動にかえる (第11図 Cの2). 一層強い刺激を与えるとリンパ心臓は弛緩性静止 (完全抑制期) に陥る (第11図 Cの3).

中枢加温前後におけるこの様な刺激効果の転換がいかんにして起るのかについては論議の項でべる.

E. 迷走神経切断中枢端刺激の各リンパ心臓に対する刺激効果の比較

完全抑制を起す効果をもって表示とし, 4個のリンパ心臓に対する刺激効果を比較した.

a) 左右の前リンパ心臓に対する比較

一般に刺激側の前リンパ心臓の完全抑制をひき起す刺激閾は反対側の前リンパ心臓に対するものよりも低い. (第12図 A). 時には反対側のものが刺激側のものに比して一定強度の刺激で強く抑制されることがある (第12図 B).

b) 左右の後リンパ心臓に対する比較

刺激側のリンパ心臓が反対側のリンパ心臓よりも完全抑制に陥る刺激閾が低い. しかしその

差は僅少である.

c) 刺激側の前後リンパ心臓に対する比較

前リンパ心臓が完全抑制に陥る閾値は後リンパ心臓が完全抑制に陥る閾値よりもはるかに低い (第12図 C).

d) 刺激反対側の前後リンパ心臓に対する比較

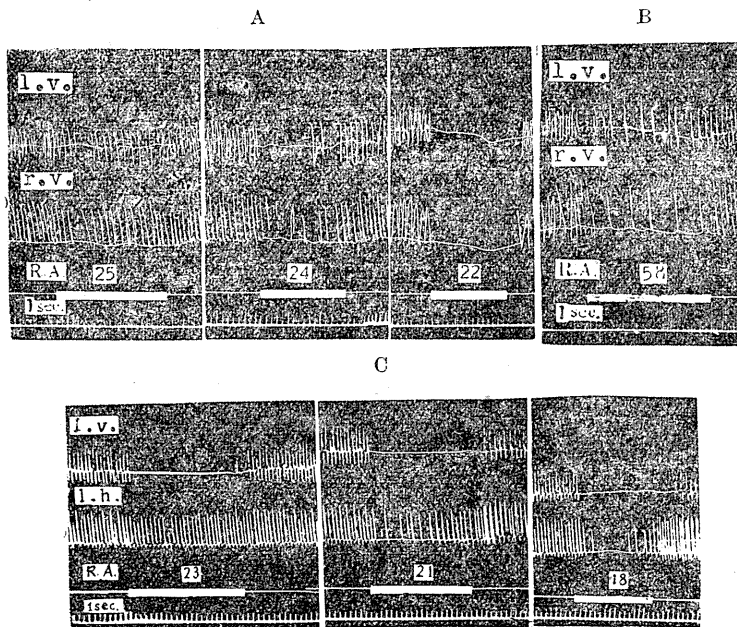
前リンパ心臓が後リンパ心臓よりも完全抑制に陥る閾値がはるかに低い (第8図).

即ち各リンパ心臓が完全抑制に陥る閾値は次の順序で高くなっている. 刺激側前リンパ心臓—刺激反対側前リンパ心臓—刺激側後リンパ心臓—刺激反対側後リンパ心臓. この刺激効果の比較より一定強度の刺激によってひき起された迷走神経の求心性衝撃群が4個のリンパ心臓中枢に達する数は上の順序で段々に少くなっているものと考えられる. Bonnet⁴⁾ は当該神経の刺激により後リンパ心臓で刺激側のものが反対側のものよりも抑制効果の起り易いことを見ている

が4個のリンパ心臓に対する関係についてはまだ誰も述べていない.

F. 肺の伸展・萎縮のリンパ心臓運動に及ぼす影響

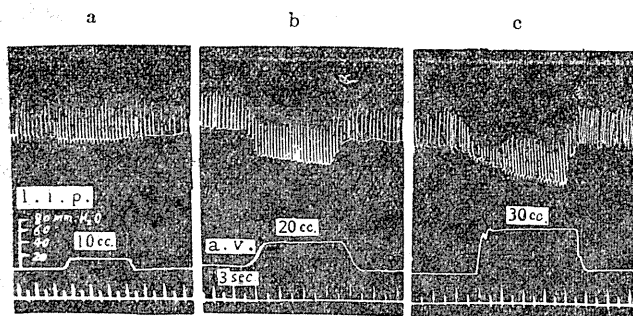
肺に種々の量の空気を注入或いは吸入すると次の様な変化が現われる. まず肺に10ccの空気を注射器より肺に注入すると肺内圧は20 mm H₂Oとなり, 直ちに前後リンパ心臓の搏動が頻繁となる. 空気注入中この促進効果は持続している. ついで同量の空気を吸入して肺内圧を0 mm H₂Oとなすと直ちにもとの律動にかえる (第13図 a. 第14図 a). つぎに20ccを注入すると肺内圧は40 mm H₂Oとなり前の場合よりも促進



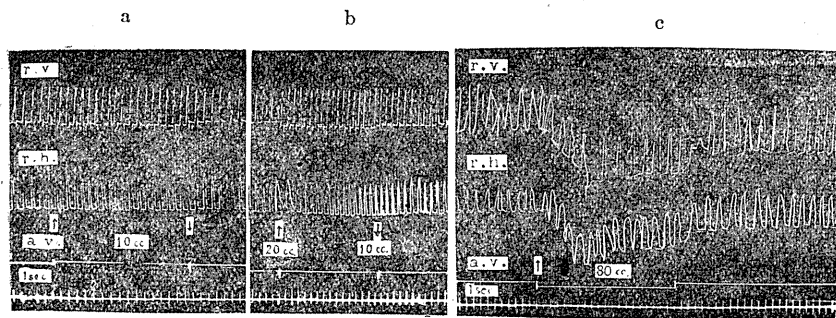
第12図 迷走神経切断中枢端刺激の4個のリンパ心臓に対する刺激効果の比較

A: 左右の前リンパ心臓に対する比較. 左迷走神経の刺激. l.v. は左前リンパ心臓, r.v. は右前リンパ心臓運動曲線を示す. 刺激側が反対側に比して抑制効果が強い. B: 左右の前リンパ心臓に対する比較. 時に刺激とは反対側の方が強く抑制されることがある. C: 刺激側の前後リンパ心臓に対する比較. l.h. は左後リンパ心臓運動曲線. 前リンパ心臓に対する効果が後リンパ心臓に対する効果よりも強い.

効果がわずかに強くなる (第13図 b, 第14図 b). 30cc を注入すると肺内圧は 60mm H₂O となり同様に顕著なる促進効果が現われる (第13図 c). これ以上の空気を注入すると空気は口腔をへて鼻孔より外界に漏れる. しかしこの際急激に大量の空気を肺に注入すると一過性に搏動頻数の減少 (抑制) が起るが完全なる弛緩性停止は現われない. 高度の肺伸展位より急激に肺を萎縮した場合にも一過性の搏動頻数の減少 (抑制) が見られる (第14図 c).



第13図 肺の伸展・萎縮のリンパ心臓運動に及ぼす影響
1952. 10. 7. ガマ 150g ♂. 室温 21°C. 右肺より空気を注入した.
上部曲線: 左後リンパ心臓運動. 中部曲線: 肺の伸展期間. 注入空気量 (a. v.). 肺内圧 (l. i. p.) を示す. 下部曲線: 時標 3 秒. 搏動頻数の増加がみられる



第14図 肺の伸展・萎縮のリンパ心臓運動に及ぼす影響
1952. 9. 29. ガマ 200g ♂. 室温 20°C. r. v.: 右前リンパ心臓運動. r. h.: 右後リンパ心臓運動. a. v.: 空気注入量. ↑は注入, ↓は吸入を示す. a 及び b: 前後リンパ心臓搏動数の増加 (促進期). b は a より促進効果が強い. c: 強度の肺の伸展及び萎縮による一過性の搏動頻数の減少 (抑制期) がみられる

上述の肺の伸展・萎縮による反射効果は両側迷走神経の切断によって消失した.

この実験によって肺からリンパ心臓への反射が存在することが明らかであり, 且つ肺から引き起された求心性衝撃群は迷走神経を通して延

髄に入りついで脊髄を下行してリンパ心臓中枢にいたり種々の効果をひき起すものと考えなければならない.

IV. 論 議

以上の実験結果を総覧すれば, 迷走神経の切断中枢端の電氣的刺激実験と肺の適刺激実験との間に密接不離な關聯性の存在することが明らかであろう. 即ちいずれの場合においても刺激の強度を次第に強めてゆくと, まずリンパ心臓

の搏動頻数が増加し, ついで搏動頻数の減少或いは完全な弛緩性停止がひき起される. しかもこの整然たる一連の反射効果は刺激側のリンパ心臓たると刺激反対側のリンパ心臓たるとを問わず 4 個のリンパ心臓において同様に認められる. また迷走神経刺激によって促進効果がひき起されず抑制効果のみが得られる例においてもリンパ心臓の自効中枢を加温してその興奮性をたかめ, ついで当該神経を刺激すると, その刺激の強度に応じて極めて顕著なる促進効果

ついで抑制効果がひき起されるようになる. 以上の成績が本実験における主要なる新知見である.

森田⁵⁾, Bonnet⁴⁾ は迷走神経の切断中枢端の刺激により抑制効果をみているが促進効果を

見遁している. この原因は氏等が一連の強度の刺激を与えなかった点並びに実験条件に対する考慮が不足した点に求むべきではないと思われる.

更にわれわれの教室の福原¹⁾・馬場²⁾・蒲原¹¹⁾¹²⁾

は呼吸運動の神経性調節の機序において迷走神経の切断中枢端の刺激によって引き起される呼吸運動の促進について抑制の現象を認め、これを Verworn¹³⁾ の干渉説によって説明しておく。私はリンパ心臓の神経性調節の機序においても同様の説明によって以上の成績を合理的に且つ容易に理解することが出来ると考える。

この一連の反射効果は脊髄に存在する4個のリンパ心臓自仿中枢において二種の衝撃群が相遭遇することによって引き起されるものであろう。即ちその一群は夫々4個のリンパ心臓中枢より律動的に発生している自仿衝撃群であり、他の一群は肺の機械的刺激によって発生し、迷走神経を通して延髄に入り、ついで脊髄を下行して夫々4個のリンパ心臓自仿中枢に達する求心性衝撃群である。この求心性衝撃群が小数であるときはリンパ心臓自仿中枢の衝撃群に加重して中枢の興奮性をたかめその律動的自仿衝撃群の発生頻度を頻繁にし、その結果リンパ心臓搏動頻度の増加を招来する。さらに多数の求心性衝撃群の達するときは中枢に干渉してその抑制を引き起し、その結果リンパ心臓搏動数の減少或いは完全な弛緩性静止が引き起されると思われる。

以上の説明はリンパ心臓中枢と迷走神経の求心性衝撃群との間に存在する反射反応の一般論であるが、つぎにこの求心性衝撃群の各リンパ心臓中枢に対する反射反応に差異の起ることは次のように説明される。まず一側の迷走神経刺激によって各リンパ心臓が完全な弛緩性停止に陥る刺激閾を比較してみると、刺激側前リンパ心臓—刺激反対側前リンパ心臓—刺激側後リンパ心臓—刺激反対側後リンパ心臓の順序でその閾値は上昇することより、迷走神経が延髄に入りついで脊髄を下降して各々4個の脊髄リンパ心臓中枢に連絡する線維の数は上の順序で段々に減少しているものと考えなければならない。例えば或る強度の刺激によって前リンパ心臓に抑制効果、後リンパ心臓に促進効果が現われるのは上に述べた閾値の問題から明らかな様に前リンパ心臓中枢に達する求心性衝撃群の数はす

でに抑制効果をひき起すほど多数となっているに拘らず、他方後リンパ心臓中枢に達する求心性衝撃群の数は前者に比して少く、いまだ抑制効果をひき起すにいたらず抑制効果の前階梯である促進効果が中枢における加重現象の結果として現われて来るものと考えられる。

また強い刺激で予め抑制効果をひき起し、ついで数分後に弱い刺激を与えても抑制効果が現われる現象は次の様に説明することができる。即ち強刺激によって迷走神経の知覚核或いは中枢にいたるまでの介在ノイロンの興奮性の亢進がしばらく持続しており、この時期にさらに衝撃が加えられるならば、たといそれが弱い刺激であっても容易に介在ノイロンが高度に興奮してリンパ心臓中枢に多数の求心性衝撃群が送られ、ために抑制効果がひき起されるものと考えられる。

なお迷走神経刺激実験においては肺の適刺激実験におけるよりも容易にリンパ心臓の反射的抑制を引き起すが、この原因は前者においては肺迷走神経の他に迷走神経の食道枝、胃腸枝、心臓枝をも同時に刺激しているからこれらの神経線維がもしリンパ心臓中枢に連絡していると、後者におけるよりもより多くの衝撃群をリンパ心臓中枢に送り得るから容易に完全抑制を起し得るものと考えられるが、また肺の末梢装置が拡大によって放出する衝撃頻度が迷走神経の強刺激時に放出される頻度に及ばないのかも知れない。

中枢加温前後における迷走神経刺激効果の間に差異が存在することを前に述べたが、この現象は或る例においては手術的侵襲によって中枢の興奮性が低下し、従って迷走神経刺激によって中枢における加重現象がひき起されず直ちに中枢性抑制に陥るが、中枢部位を温めてその興奮性をたかめれば迷走神経刺激によって容易に中枢における高度の加重現象がひき起され、従って加温前には見られなかった顕著な促進効果がひき起されるのである。

肺迷走神経の求心性衝撃群が延髄及び脊髄内のいかなる経路を辿って4個のリンパ心臓中枢

にいたるかは他日の報告に譲る。

V. 結 論

迷走神経の切断中枢端の電氣的刺激或いは肺の拡大・萎縮を行うことによって肺の圧受容器から発生した求心性衝撃群のリンパ心臓に対する反射反応を研究した。その結果を総括すれば次の如くである。

1) 迷走神経の弱刺激によってリンパ心臓の明らかな促進効果がひき起される。さらに刺激の強度を強めると促進効果は抑制効果に変わり、そして遂にはリンパ心臓は弛緩性停止に陥る。この一連の現象は4個のリンパ心臓において同様に観察された。

2) 迷走神経刺激によって促進効果が得られず抑制効果のみがひき起される例においても、リンパ心臓の脊髄自伝中枢を40°Cに温めると当該神経の刺激によって1)における同様の促進について抑制の効果が常にひき起される様になった。

3) 軽度或いは中等度に肺を拡大するとリンパ心臓搏動数が増加するが、さらに一層強い拡大によっては一過性の搏動頻度の減少がひき起された。肺からのこのような反射反応は両側迷走神経の切断によって消失した。

4) 上述の実験結果から私は肺迷走神経のリンパ心臓運動に対する調節機序を次の様に説明する。肺の圧受容器からの求心性衝撃群は迷走神経を通して延髄に入りついで脊髄を下行して4個のリンパ心臓中枢にいたり、この中枢より律動的に発生している自伝衝撃群に干渉して二種の効果をひき起す。即ち求心性衝撃群が比較的小数であるときには、その効果は中枢の興奮性をたかめ自伝衝撃群の律動を増加するところの中枢性重加であり、その結果リンパ心臓搏動数が増加する。他方求心性衝撃群が多数であるときには中枢性抑制となり、その結果リンパ心臓搏動数の減少或いは完全な弛緩性静止がひき起される。

5) 迷走神経刺激によって疏通現象、抑制効

果後の反撥現象、後発現象、及び抑制からの逸脱搏動が認められた。

6) リンパ心臓の弛緩性静止をひき起す刺激閾は次の順序で上昇する。

刺激側前リンパ心臓—刺激反対側前リンパ心臓—刺激側後リンパ心臓—刺激反対側後リンパ心臓。

7) 前リンパ心臓中枢の衝撃によってひき起される後リンパ心臓の期外収縮は代償性休止期を伴わず。またこの期外収縮は迷走神経の刺激によって容易にひき起された。

終りに臨み 御指導を賜った 福原先生に深く感謝致します。

文 献

- 緒方大象 (1947) 淋巴心臓 (淋心) 創元社
- 森田市郎 (1937) 淋巴心の生理学的研究 長崎醫会誌 15, 897
- v. Brücke, E. Th. u. K. Umrath (1930) Über die Aktionströme des Lymphherzens und seiner Nerven. Pflüger's Arch. 224, 631
- Bonnet, V. (1934) Sur les coeurs lymphatiques de la grenouille et sur leur innervation. J. Physiol. et Path. gén. 32, 745
- 森田市郎 (1938) 淋巴心の生理学的研究 長崎医会誌 16, 1937
- 岩本守弘 (1950) 私の考案したレコーディングレバー 生体の科学 1, 260
- Gaskell (1900) Schäfer's Textbook of Physiology vo 2, 220 8) から引用
- Sherrington, C. S. (1905) On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Proc. R. Soc. 76, 161
- Sherrington, C. S. (1947) The integrative action of the nervous system. Cambridge.
- Pratt, F. H. and M. A. Reid (1932) Homolateral synchronism of lymphatic-hearts in the frog and conditions attending neurogenic myogenic reversal. Am. J. Physiol. 101, 85
- Hennequin, L., L. Merklen et H. Renaudin (1935) Des coeurs lymphatiques homolatéraux chez la grenouille. C. R. Soc. Biol. 119, 871
- 福原 武・馬場三郎・蒲原 沃 (1950) 呼吸運動の神経性調節の機序 日本生理誌 12, 208
- Hukuhara, T., S. Nakayama and S. Baba (1952) The mechanism of the nervous regulation of the respiratory movements. Jap. J. Physiol. 2, 316
- Verworn, M. (1914) Die Erregung und Lähmung. Jena.

Summary

The reflex responses of afferent impulses originated from the pulmonary stretch receptors upon the lymphatic-hearts movements were studied by electrical stimulation of central cut end of the vagus nerve or inflation and deflation of the lungs. The results are summarized as follows.

1. The weak stimulation of the vagus nerve produced remarkable acceleratory effects on the rates of the lymphatic-hearts, and with further increase of the strength of stimuli the acceleratory effects changed in inhibitory effects and lastly the lymphatic-hearts fell into the complete relaxatory cessation. These phenomena were observed in all four lymphatic-hearts.

2. At times only inhibitory effects were produced by stimulation of the vagus nerve. In these cases, if the regions of the spinal centers of the lymphatic-hearts were warmed at 40°C, stimulation of the vagus nerve evoked constantly the same acceleratory and inhibitory effects as in 1.

3. When the lungs were inflated at the slight or moderate degree the lymphatic-hearts rates increased, and with the more stronger inflation the transitory decreasing of the rate was evoked. Such reflex responses were abolished by cutting of the vagi.

4. From the results described above, I explain the regulatory mechanism of the pulmonary vagus nerves on the lymphatic-hearts movements as follows: the afferent impulses from the pulmonary stretch receptors are sent to four spinal centers of the lymphatic-hearts through vagi, and the impulses produce two sorts of effects on the spinal centers of the lymphatic-hearts; when the afferent impulses are in the minority, effect is central summation producing the raise of the tone of the centers and the increase of the number of the automatic impulses, consequently the lymphatic-hearts rates accelerate, while, when the afferent impulses are in the majority, the effect is central inhibition, and consequently the lymphatic-hearts rates reduce or the lymphatic-hearts set in the relaxed cessation.

5. In all four lymphatic-hearts, the phenomena of facilitation, rebound after inhibitory effect, after-discharge, and the escaped beats from inhibition were recognized with the stimulation of the vagus nerve.

6. The threshold of stimuli at which the relaxed cessations of the lymphatic-hearts were caused increased in regular order as follows; the fore lymphatic-heart of the stimulated side—the fore lymphatic-heart of the opposite side—the coccygeal lymphatic-heart of the stimulated side—the coccygeal lymphatic-heart of the opposite side.

7. The extrasystoles of the coccygeal lymphatic-hearts which were evoked by the impulses of the centers of the fore lymphatic-hearts were not accompanied with the compensatoric pause and they were easily evoked by stimulation of the vagus nerve.

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

正常呼吸中枢の電氣的刺激の呼吸運動に及ぼす影響 612.28

The Effects of the Electrical Stimulation of the Normal Respiratory Centers upon the Respiratory Movements.

福原 武・角 忠明・岡田 博匡
(Hukuhara-Takesi・Sumi-Tadaaki・Okada-Hiromasa)*

I. 緒 言

著者の1人福原はその協同研究者とともに脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響を研究し、正常呼吸運動の中枢が聴条の高さに存在し、それより尾側で門の高さにいたるまでの延髄部位に gasping 型呼吸の中枢が存在することを推定した³⁾。

ついで私どもは正常呼吸中枢のさらに限局された位置を決定せんと試みた。その結果によれば、中枢は聴条の高さで両側対称的に位置し、第8脳神経の背核の腹側、第5脳神経の脊髄路の中心側、顔面神経核の背側に位置する外側網様体の細胞群中に局在する^{5) 6)}。

このように局在する呼吸中枢が直接に化学的に或は電氣的に刺激されるときどのような反応を示すかと言う事は興味ある研究題目である。次にはわれわれはまずこの中枢部位の電氣的刺激の呼吸運動に及ぼす影響について研究したのでその結果を報告する。

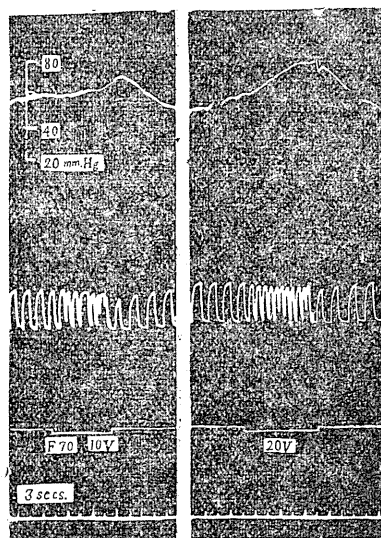
II. 研 究 法

体重1kgにつき10%フェノバル1cm³の割合で筋肉内に注射することによって麻酔したネコを前実験と同様の手術によって四丘体後丘をも含めてそれよりも上位の脳を除去した。しばらく後にさらに小脳を蔽う後頭骨を除き小脳虫部及びその側方に位置する小脳実質を取り除くことによって聴条部位を露出する。横隔膜背矢の収縮弛緩を呼吸運動の標示とし、血圧は頸動脈から水銀圧力計によって描記した。刺激電極としては外径0.3mmの注射針の内腔に0.1mm

の被覆銅線を封入固定した同心型針電極を用いた⁸⁾。刺激電流としては Thyatron stimulator によって刺激頻数を50~150/secとし電圧を変更することによって刺激効果を観察した。またときには感應電撃を用いたが効果の現われ方には特に差異は認められなかった。数例においては刺激後20V、2mAの電流を7~8秒通電することによって刺激部位の組織を凝固し、組織標本を作って刺激点の位置を確めた。

III. 実 験 結 果

前述した中枢部位の刺激の呼吸運動に及ぼす効果は刺激強度によって異なる。その効果の現われ方によって次の2種類に分ける事が出来る。



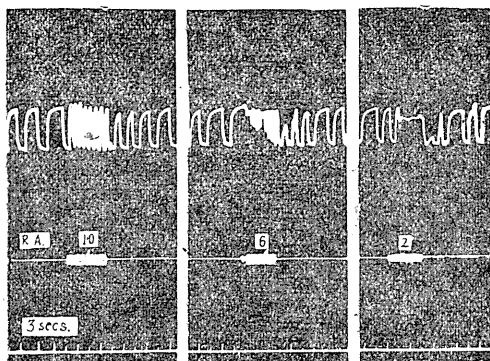
第1図 正常呼吸中枢刺激の呼吸運動に及ぼす影響
1952.7.10. ネコの体重1.0kg. 両側迷走神経健在. 上の曲線は血圧. 中の曲線は横隔膜背矢の運動(上向は収縮を示す). 下の曲線は刺激期間、時標3秒. 刺激は thyatron 刺激器. 呼吸頻数の著明な増加が認められる

* 鳥取大学医学部生理学教室 (米子)

1. 常に促進効果のみが現われる場合

刺激が強くなればなるほど呼吸頻数が増す。その際振幅は不変か或は少しく小さくなる（第1図）。

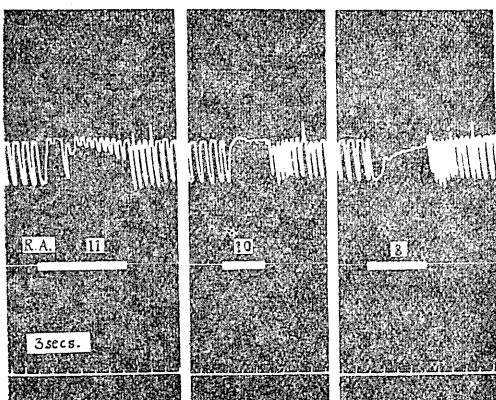
強刺激に際してはしばしば呼吸の頻数が増すと同時に振幅が著しく小さくなり、ときには呼吸はついに律動性を失って強直様収縮（吸息性停止）に陥る（第2図）。



第2図 正常呼吸中枢刺激の呼吸運動に及ぼす影響

動物は第1図に示したものと同一、曲線の説明も同様、ただ刺激は感应電流で数字はコイル間距離を表わす。呼吸頻数の増加、強刺激では強直様収縮を見る

これは呼吸のリズムが余りに頻繁となるためであると考えられるから、この強直様収縮は呼吸亢進の様式とみなすべきである。なお血压は中枢の刺激によって常に上昇する。このこと



第3図 正常呼吸中枢刺激の呼吸運動に及ぼす影響

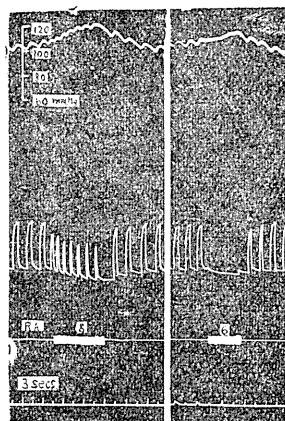
1952.7.10. 室温 26°C. ネコの体重 0.4kg. 両側迷走神経健在、曲線の説明は前図と同様。中等度の刺激強度で呼吸頻数増加、強刺激で強直様収縮、さらに強い刺激で一過性の抑制、ついで亢進を見る

はつぎに述べる例においても同様であった。

2. 促進及び抑制効果の現われる場合

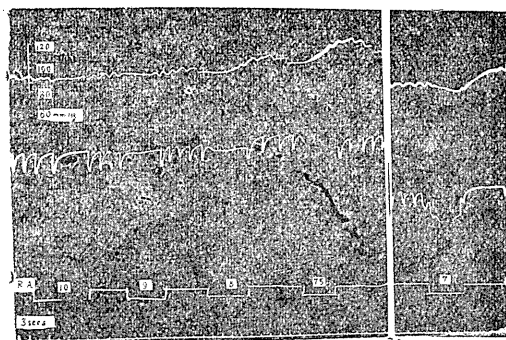
刺激を次第に強くしながら、それぞれの場合の刺激効果を見るに、弱及び中強のときには前例と同様に促進効果を示すが、さらに刺激を強めると刺激開始の瞬間一過性の抑制を見、ついで再び呼吸亢進を起すことがある（第3図）。

さらにまれではあるが（10例中2例）次にあげる例（第4図）のように強刺激によってついに呼吸の完全抑制の起ることもある。



第4図 正常呼吸中枢刺激の呼吸運動に及ぼす影響

1952.7.8. 室温 24°C. ネコの体重 2.9kg. 曲線の説明は前と同様、中等度の刺激強度で呼吸頻数の増加、強度刺激で完全抑制を見る



第5図 正常呼吸中枢刺激の呼吸運動に及ぼす影響

1952.7.1. 室温 28°C. ネコの体重 3kg. 曲線の説明は前と同じ。中等度の刺激強度では強直様収縮、刺激がこれより強いときは抑制を見る

またときには（第5図）に示すように頻数の増加が認められず、中等度刺激で完全強直様収縮（吸息性停止）を示し、強刺激で抑制を呈する

ものもある。

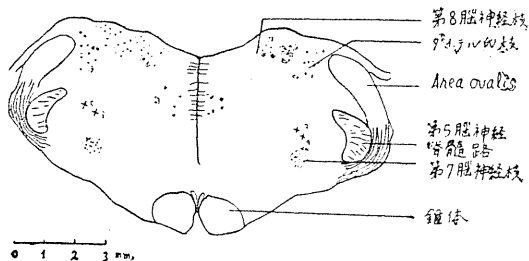
2に述べた抑制効果は促進効果と本質的に全く別個のものとは考えられない。これは恐らく肺迷走神経の呼吸におよぼす作用についての論文²⁾でのべたように、中枢細胞に与えられる衝撃の多少によって発現するものと考えられる。上述の結果を綜括すれば、次のように言うことが出来る。

正常呼吸中枢は電氣的に刺激されれば呼吸頻数の増加が起り、これが高度となれば、ついには強直様収縮（吸息性呼吸停止）に陥る。中枢の状態によっては、さらに強く刺激されれば呼吸頻数の減少、即ち抑制が起り、ついには完全停止（呼息性停止）が起る。

3. 刺激部位の組織学的検索

第1, 2, 4, 5図に示した曲線を得た実験例に於ては刺激部位を凝固した後組織学的検索を行った。即ち脳幹をホルマリンで固定しパラフィンで包埋したのち、その聴糸部位から30 μ の厚さの連続切片を作り Nissle染色を行って鏡検した。これによると、刺激部位は第6図に示すように常に外側網様体中にあり、しかも第7脳神経核の背側端から0.5~1.2 mm 隔たった部位に認められた。

第7図には上述のX₁の実際の組織像が示されてある。第7脳神経核の背側の0.8 mm 隔たった部位に見える組織の欠けたところが黒くくまどられているが、これが凝固部位であってそ



第6図 刺激部位を示す図

X₁~X₅はそれぞれ第1, 2, 3, 4, 5図を得た実験例に於ける刺激部位をしめす

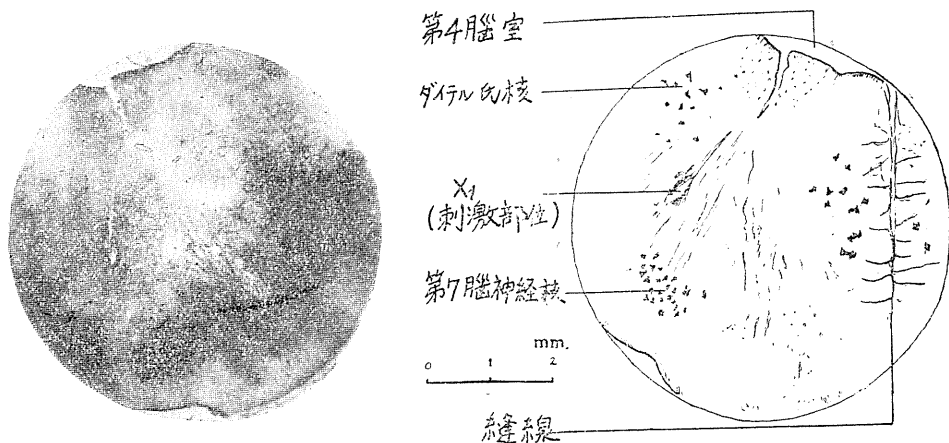
の背側に斜めに見える割目は刺激電導子の挿入によってできたものである。

これらの部位はさきに私どもが推定した呼吸中枢部位の腹側端に位しているが、或はこれがさらに正確な中枢部位であるかもしれない。

IV. 論 議

上述の如く呼吸中枢部位の刺激効果は刺激の強度によって一定の経過を示す。この経過様式が肺迷走神経及びその他の求心性神経刺激の呼吸運動に及ぼす効果といかにもよく似ていることは興味のあることである。

一般に中枢の電氣的刺激実験では神経細胞のみならず同時にこの細胞に連絡する求心性及び遠心性ノイロンが刺激されるであろうことは否定することが出来ない。このことはこれまでの中枢刺激実験には必ず伴う弱点である。私どもの実験もまたこの批難をまぬがれることは出来



第7図 刺激部位を示す組織像 第6図に示したX₁の実際の像、拡大20倍

ない。しかし現在のところ中枢細胞のみの限局刺激は不可能である。上述の刺激効果が果して中枢細胞の刺激によって惹起されたものであるかどうかは、なお決定さるべき将来の問題に属する。

私どもは私どもの推定した正常呼吸中枢部位以外には正常呼吸中枢とみなすべき部位はないと信じているから、Pitts, Magoun 及び Ranson⁷⁾, Brookhart¹⁾, Wyss 及び Croisiér⁹⁾ の延髄刺激実験における刺激効果は、種々の求心性及び遠心性ノロインの刺激によって得られた効果であると解釈されねばならぬと考える。

V. 結 論

私どもの行った一連の実験によって正常呼吸中枢が局在すると決定された部位、即ち聴条の高さに位置する外側網様体を電氣的に刺激しその呼吸運動に及ぼす効果を研究した。その結果は次のように綜括される。

正常呼吸中枢は電氣的に刺激されれば、呼吸頻数の増加が起り、これが高度となればついに

は強直様収縮（吸索性呼吸停止）に陥る。強刺激によっては、時として抑制的效果、即ち呼吸頻数の減少或は完全停止（吸索性停止）が起る。

文 献

- 1) Brookhart, J. M (1940) The respiratory effect of localized faradic stimulation of the medulla oblongata. *Am. J. Physiol.* 129, 709
- 2) 福原 武・馬場三郎・蒲原 沃 (1950) 呼吸運動の神経性調節の機序 *日本生理誌* 12, 208
- 3) 福原 武・中山 沃・馬場三郎・小田中 貞 (1951) 脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響 *日本生理誌* 13, 454
- 4) Hukuhara, T., S. Nakayama and S. Baba (1952) The mechanism of the nervous regulation of the respiratory movements. *Jap. J. Physiol.* 2, 316
- 5) 福原 武 (1952) 呼吸中枢の所在について *脳と神経* 4, 269
- 6) 福原 武・角 忠明・岡田博匡 (1953) 呼吸中枢の所在 *日本生理誌* 15, 196
- 7) Pitts, R. F., H. W. Magoun and S. W. Ranson (1939) Localization of the medullary respiratory center in the cat. *Am. J. Physiol.* 126, 683
- 8) 時実利彦 (1952) 筋電図 *生理学講座* 10, 53
- 9) Wyss, O. A. M., et M. Croisiér (1943) Le mécanisme central des réflexes respiratoire d'origine vagal 1. La localisation du centre inspiratoire. *Acta. Helv. Physiol.* 1, 89

Summary

The lateral reticular formations situated at the level of the striae acusticae, the regions within which, according to Hukuhara and his co-workers, the normal respiratory centers are located, were electrically stimulated and the effects of the stimulation upon the respiratory movements were observed. The results are summarized as follows.

The weak or the moderately strong stimuli produce increase in the rate and decrease in amplitude associated with or no rise of the base-line of contraction of the slip of the diaphragm and finally the successive contractions fuse together to remain contracted during the stimulation.

With the strong stimuli the inhibitory effects may be produced i. e., the decrease in the rate of contraction or the complete relaxation of the slip.

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

延髄刺激の呼吸運動に及ぼす影響 612.282

The Effect of the Electrical Stimulation of the Medulla Oblongata
on the Respiratory Movements.

馬 場 三 郎 (Baba-Saburo) *

I. 緒 言

延髄の電氣的刺激によって呼吸運動が吸息性
或は呼息性に傾くことから延髄に吸息中枢及び
呼息中枢が存在していると考えられるものが多い。
Monnier¹⁾ は延髄網様体の腹側部位に吸息性効果
を、その背側部位に呼息性効果を生ずるので
前者には吸息筋の緊張を調節し呼吸運動を促進
させる中枢があり、後者にはそれと逆の作用を
もつ中枢があると考えた。Pitts, Magoun 及び
Ranson²⁾ はオリブ核の頭側 4/5 を蔽う網様
体の腹内側部位に吸息性効果を、その頭背側部
位に呼息性効果を生ずるのでこれらの部位をそ
れぞれ吸息中枢、呼息中枢と考え橋脳にある呼
吸調節中枢及び迷走神経の作用によって2つの
中枢が交互に興奮することにより正常呼吸運動
が律動的にいとまされるという。Beaton 及び
Magoun³⁾ はサルを、Amoroso, Bell 及び Rosen-
berg⁴⁾ はヒツジを用いた実験で Pitts 等の成績
に一致する結果を得たとのべているがさらに
Woldring 及びDirken⁵⁾ はウサギを用いて吸息
性効果は迷走神経が延髄に入る高さの網様体の
腹内側部位に、呼息性効果はその背外側の網様
体で外側は三叉神経脊髄路に接し内側は弧束に
平行する部位に生ずると述べ、大体 Pitts 等の
見解を支持した。

これに反して Wyss 及び Croisier⁶⁾ は Pitts
等の呼息中枢の部位に吸息性効果を、吸息中枢
の部位に呼息性効果を見て2つの中枢の位置を
Pitts 等と逆に考えている。Brookhart⁷⁾ は吸息
性及び呼息性効果は一定の範囲に限局して得ら
れないので両中枢の細胞は局在していないと述
べ Pitts 等の説を否定した。

われわれ^{8) 9)} は脳幹の切断実験によって橋延
髄の境界部位にあたる聴条の高さに正常呼吸中
枢が存在することを報告したが、更に福原等¹⁰⁾
は電氣的凝固による破壊実験によって正常呼吸
中枢は聴条の高さの外側網様体の小細胞群に局
在することを示した。これによれば呼吸中枢は
延髄よりも嘴側に位置する。

ここにおいてわれわれは延髄の電氣的刺激実
験をさらに追試し、その効果の意味づけについ
て検討する必要を生じ、次に述べるような実験
を行った。

II. 実 験 方 法

実験動物としては主としてネコ (26匹)、時に
イヌ (3匹) ウサギ (2匹) を用いた。麻酔剤
としてはネコには Phenobarbital を体重 1 kg につき
0.1 mg, イヌには体重 1 kg につき塩酸モルフィ
ンを 5 mg とウレタンを 1 g, ウサギにはウレタ
ンを体重 1 kg につき 1 g の割合に皮下注射し
た。このように麻酔された動物の四丘体中央に
おいて脳幹を切断し、四丘体の上丘より頭側
にある脳を除去した。これによって中脳より上
位の脳の呼吸中枢に及ぼす影響を除くことが
できる。動物の頭部を口裂が約45度の傾斜を保つ
ように Cyon の頭固定器で固定した。刺激電極
には外側にエナメルを塗りつけた外径 0.3 mm の
套管針の中にエナメルを塗った 0.1 mm の銅線
を通した双曲電極を用いた。これを黒津の電極
保持器¹¹⁾ 或は著者の延髄刺激電極保持器¹²⁾ に挿
入した。前者を用いるには、その基礎板の一方
の二脚を 8 mm 延長したものを、電極をこの装
置に適用したさいにその尖端が矢状縫合と三角
縫合との交叉部位の真中を通過するように頭蓋
に固定した。そして出血や小脳圧迫をできるだ

* 鳥取大学医学部生理教室 (米子)

け避けながら基礎板にうがたれた楕円形の小孔に沿って、できるだけ広く後頭骨を除去し硬脳膜を剝離した後、小脳を貫いて電極を延髄に刺入した。後者は脳研式脳破壊刺激装置¹³⁾を延髄に適用できるように改変したもので電極を、小脳虫部及びこれに接する小脳の一部を除去して露出された第四脳室底より延髄の任意の点に刺入し固定する。このさい露出された延髄の状態をできるだけ生理的に保つように実験室の気温は20~30°Cに保ち、露出部を Ringer 液で潤した綿でおおい、その近くに電燈をおいて冷却をふせいだ。

電氣的刺激には thyatron 刺激装置より発する棘状の刺激波を用い、頻数を約 70 cycle に保ち、電圧を 0.1 V から 20.0 V まで徐々にたかめた。時には頻数感応電撃を用いた。刺激点は 20 V 3 mA の直流を 7~8 秒通じて凝固せしめた後再び刺激が与えられ、刺激が凝固された範囲内に限局するか否かを確めた。凝固後に刺激効果が変らないものは実験成績より除外した。電氣的に凝固された範囲は直径約 0.4 mm の球形をなしている。刺激点を確めるために 95% のアルコール或は 10% のホルマリンで延髄を固定し、パラフィン包埋を行って 30 μ の連続切片標本を作り Nissle 染色或いは Mayer 氏ヘマトキシリン染色を行った。

呼吸運動は横隔膜背矢を用いる福原氏法¹⁴⁾により、血圧は頸動脈より水銀圧力計を介して記録された。

刺激部位は Pitts 等の吸息中枢、呼吸中枢を中心に聴条の下縁より門の尾側約 2 mm に到る範囲で弧束核、第八脳神経の背側核、三叉神経脊髄路をも目標とした。刺激点は総数 231 箇である。

II. 実験結果

刺激効果は促進効果、抑制効果、促進ついで抑制効果の三主型に大別することができる。

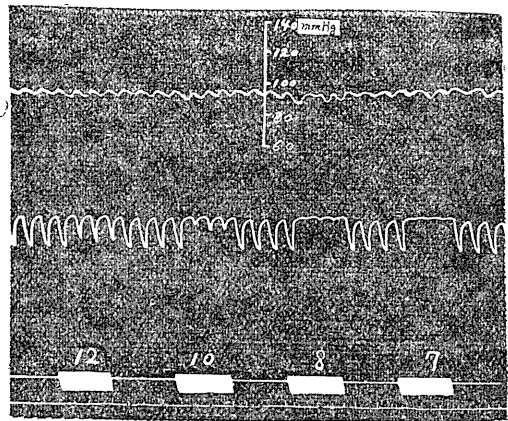
1. 促進的效果

所謂吸息性効果に相当するもので刺激効果のうち最も屢々見られた。刺激効果が認められた

81 例中 55 例に達する。この効果は更に持続的吸息の傾向を示す型と呼吸頻数の増加を主とする型に分けられる。

a) 持続的吸息の傾向を示す促進効果

刺激の強さをまじ閾値 (約 5.0 V) に達すると、呼吸筋の収縮が僅かに増加しこれと共に振幅が小さくなる。更に刺激の強さをますとこの傾向が一層顕著となり、遂には殆んど強直様収縮 (吸息性呼吸停止) を起すが、このさいでも僅かに呼吸律動が認められることが多い。呼吸頻数は殆んど変らぬか或いは幾分増加する (第 1 図)。



第 1 図 持続的吸息の傾向を示す促進効果

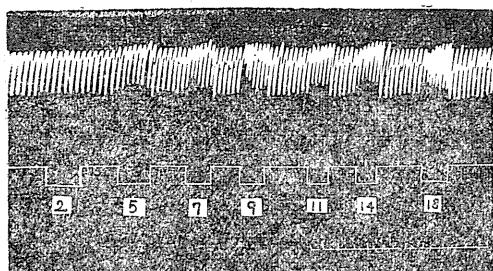
(実験 23) 1952. 4. 22. ネコ 体重 2.7 kg. 室温 24°C. 上の曲線は血圧、中の曲線は横隔膜背矢の収縮 (上向は収縮、下向は弛緩を示す) 下の曲線は刺激期間を示す。時標は 3 秒。刺激は頻数感応電撃、数字はコイル間距離 (cm) を示す。刺激部位は B (第 8 図) の高さのオリブ核の直背側の網様体 (Pitts 等の吸息中枢部位)

この効果を示す刺激点の大部分は、第 8 図に示すようにオリブ核を蔽う内側網様体の腹側部位に存在するが、一部は外側網様体或は内側網様体の背側部位にも認められた。この効果は促進効果 55 例中 40 例みられた。

b) 呼吸頻数の増加を主とする促進効果

刺激閾値 (約 5.0 V) に達すると呼吸頻数が僅かに増し、更に刺激の強さをましてゆくと呼吸頻数は次第に増加するが (第 2 図)、その程度は福原等の呼吸中枢の電氣的刺激¹⁵⁾でみられる呼吸頻数の増加に比較すれば軽度である。この効果は刺激の強さをまして強直性収縮となるこ

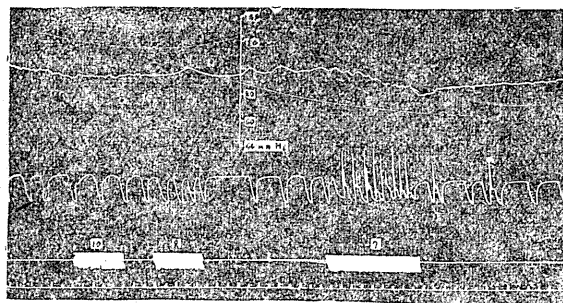
とはない。又呼吸振幅は正常の場合よりいくらか減少し、多くは吸息相で、時には呼吸相で頻数がましている。



第2図 呼吸頻数の増加を主とする促進効果

〔実験16〕1951.11.6. ネコ 1.5kg. 室温 20°C. 時標 3秒. 上の曲線は横隔膜背矢の収縮, 下の曲線は刺激期間を示す. 刺激は thyatron 電流, 数字は volt を示す. 刺激部位はE (第8図) の迷走神経背側核の直腹側部位

なお, この効果のなかには刺激の強さをますます所謂 gasping 型呼吸 (第3図) や, せき様の痙攣状呼吸を起すものがある。



第3図 弱刺激で呼吸の頻数がまし強刺激で所謂gasping型呼吸を生じたもの

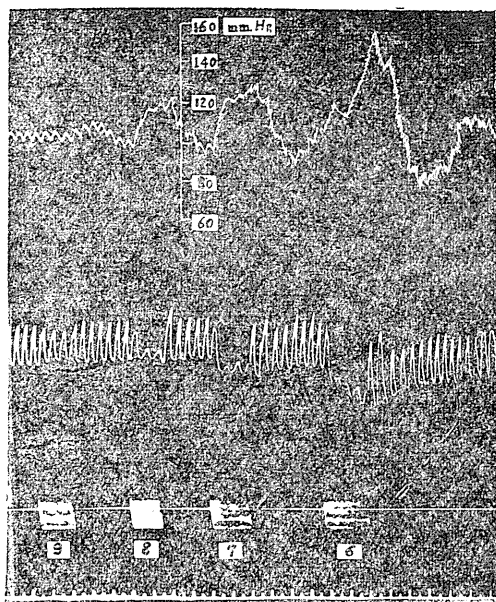
〔実験23〕1952.4.22. ネコ体重 2.7kg. 曲線の説明は第1図と同様. 時標 3秒. 刺激は頻数感応電撃. 数字はコイル間距離を示す. 刺激部位はC-D間 (第8図) の外側網様体の背側部位. ・はgasping型呼吸を示す

この効果は第八脳神経の背側核或は弧束核附近の網様体の背側部位に最も多く現われているが, 一部は外側網様体の腹側部位にも見られた. この効果は促進効果55例中15例現われている。

2. 抑制効果

これは所謂呼吸性効果に相当するものである。刺激閾値 (9~10V) に達すると, 呼吸の頻数と振幅のうちいずれか或はその両者がいく

か減少し, 更に刺激のつよさをますますこの傾向が一層顕著となる反応型である (第4図). この



第4図 抑制効果 (頻数, 振幅が減少する型)

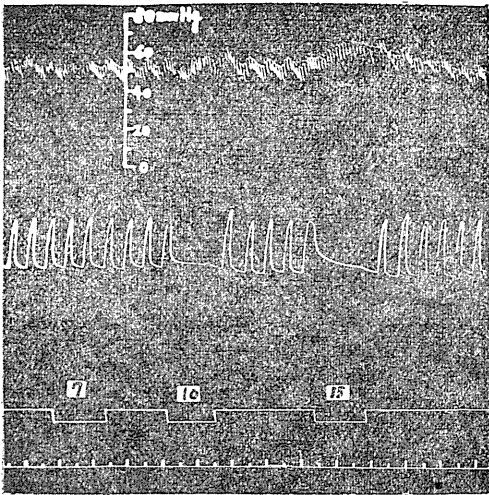
〔実験22〕1952.4.14. イヌ体重 5.0kg. 室温 21°C. 時標 3秒. 曲線の説明は第1図と同様. 刺激は頻数感応電撃. 除脳後小脳を除去し第四脳室底を露出. 刺激部位はB (第8図) の内側網様体の背側部位 (Pitts等の呼吸中枢部位)

効果のなかには吸息が抑制されて完全に呼吸性停止を生じ, 刺激のつよさをましてもこの傾向の変わらないものもある (第5図).

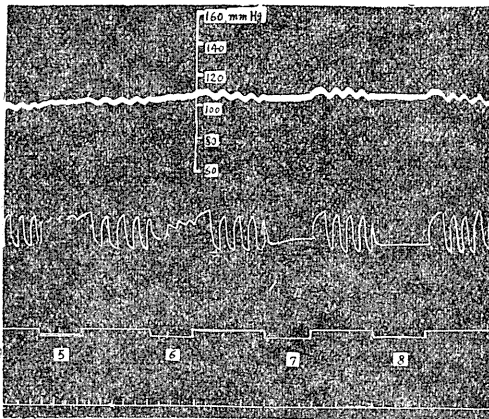
この効果は第8図に示すように, 弧束, 弧束核や第八脳神経の背側核を含む網様体の背側部位即ち後述する促進について抑制効果が生ずる部位に多く現われている。又この効果が認められたのは12例で, そのうち小脳を除去して第四脳室底部を露出した場合が7例, 手術によって状態があまり好ましくないで25%のアミノコルゲンを 0.3cm³ 静脈内に注射した所, 下肢の不随意運動が認められた場合が3例, 明らかに麻酔が深くかかりすぎたと認められた場合が2例であった。

3. 促進について抑制効果

刺激閾値 (約 5 V) に達すると促進効果を生じ, 刺激のつよさをますます促進効果と抑制効果



第5図 抑制効果(完全抑制を示すもの)
[実験20] 1952.4.7. イヌの体重 5.0kg. 室温 20°C.
時標 3秒. 曲線の説明は前と同様. 除脳後小脳を除去し第四脳底を露出. 刺激は thyatron による放電電流. 数字は volt を示す. 刺激部位は B-C 間 (第8図の内側網様体の中深部位)

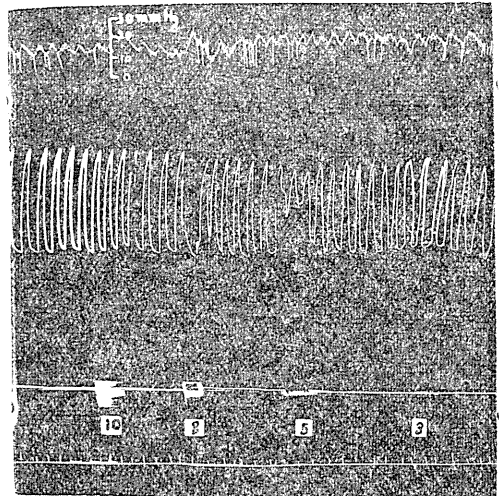


第6図 促進ついで抑制効果
[実験24] 1952.5.14. ネコの体重 3.5kg. 室温 24°C.
時標 3秒. 曲線の説明は前と同様. 刺激は thyatron 放電電流. 数字は V を示す. 刺激部位は C-D 間 (第8図) の舌下神経核の直腹側部位; (Pitts 等の呼息中枢部位)

との移行型が現われるが, 更に刺激の強さをますますついでには抑制効果を生ずるものである (第6図).

この効果は第8図に示すように第八脳神経の背側核, 弧束, 弧束核, 延髄内迷走神経の走行部位及び内側網様体の背側に現われている. 即

ち Pitts 等の呼息中枢の部位に相当する. これは14例見られたがこの中には更に刺激の強さをますます再び促進効果を起こすものが2例あった. 1例は血圧が非常に低下した場合であり (第7図), 他の1例は実験の末期で状態のあまりよくないと思われた場合であった.



第7図 促進ついで抑制効果の後に再び促進効果の認められたもの

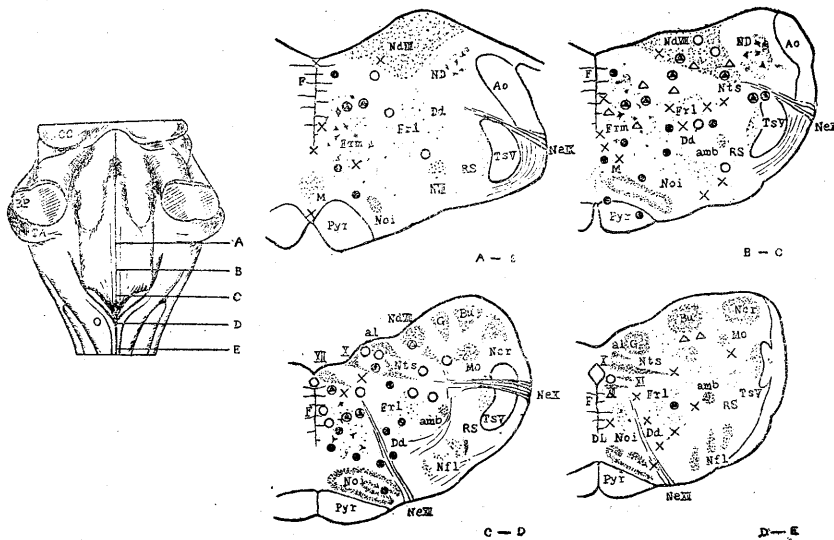
[実験18] 1952.3.27. イヌの体重 6.0kg. 室温 25°C.
時標 3秒. 曲線の説明は前と同様. 刺激は頻数感應電撃による. 刺激部位は A (第8図) の高さの内側網様体の背側部位 (Pitts 等の呼息中枢部位)

第8図は左側の脳幹模型図の各横断線間に該当する横断面上に存在する刺激点の部位並びにその刺激効果を示したものである.

IV. 論 議

Pitts, Mogoun 及び Ranson や Woldring 及び Dirken 等は延髄網様体の腹側半部の刺激によって持続的吸息性効果をみて, この部位に吸息中枢細胞群が存在すると考えているが, それは全くの仮説である. 呼吸中枢の細胞群が電気的刺激によっていかなる効果を示すものであるかは未解決の問題であると信ずる, この持続的吸息効果は第9図に示されたように切斷しない横隔神経刺激効果と殆んど同様である.

従って著者はこの効果を, むしろ正常呼吸中枢から発する遠心性のノイロン或は延髄網様体



第8図 延髄の刺激点及びその刺激効果を示す模図

左側はネコの脳幹背面の模図。この図の各横線間に一致する横断組織像をその横断線と同じ文字を以て示す。横断組織像中の●は持続的吸息の傾向を示す促進効果、○は頻数増加を主とする促進効果、△は促進ついで抑制効果、×は効果の認められなかったもの

al	Nucleus alaris
amb	Nucleus ambiguus
Ao	Area ovalis
BP	Brachium pontis
Bu	Nucleus Burdachi
CC	Colliculus caudalis
Dd	Tractus vestibulospinalis
DL	Decussatio lemniscorum
F	Fasciculus longitudinalis medialis
Frl	Formatio reticularis lateralis
Frm	Formatio reticularis medialis
G	Nucleus Golli
M	Lemniscus medialis
Mo	Nucleus Monakowi
Ner	Nucleus corporis restiformis
ND	Nucleus Deitersi
NdVIII	Nucleus dorsalis VIII
NeX	Nervus X
NeX	Nervus X
NeXII	Nervus XII
Nfl	Nucleus funiculi lateralis
Noi	Nucleus olivae
Nts	Nucleus tractus solitarius
NVII	Nucleus VII
O	Obex
Pyr	Pyramis
RS	Tractus rubrospinalis
TA	Tuberculum acusticae
TsV	Tractus rpinalis nervi V
X	Nucleus n. X
XI	Nucleus n. XI
XII	Nucleus n. XII

の腹側部位を通過して呼吸筋等の骨骼筋にトーマスを与えている錐体外路系の遠心路、たとえ

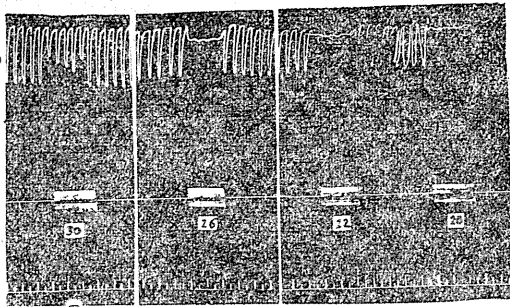
ば前庭脊髄路等が刺激されるために現われる現象ではないかと考える。強い刺激によって呼吸筋が強直様収縮を起しても、多くの場合その曲線上に正常呼吸の律動が認められるのはこれら遠心性のノイロンが刺激されて呼吸筋が強直をおこしても呼吸中枢からの律動的自衛衝撃群がこの上に重畳するためであると考えられる。

次に Pitts, Magoun 及び Ranson や Woldring 及び Dirken 等のいう呼吸中枢の部位には著者の研究によれば、彼等のいう呼吸性効果即ち抑制効果のみならず、促進ついで抑制効果及び促進効果（多くは頻数増加を主とする）型の三様の効果が見られている。

1) 先ず促進ついで抑制効果について

Wyss 及び Croissier は弧束附近の

刺激で頻数を変えると効果が逆になるとのべており、Brookhart も部位を明かにしていないが、



第9図 右横隔神経刺激による呼吸運動の変化
1952. 11. 12. 室温 18°C. ネコの体重 2.6kg. 曲線の説明は第2図と同様. 時標3秒. 除脳はしていない. 刺激は頻数感応電撃. 数字はコイル間距離を示す

刺激の強さを変えると効果が逆になる事実を認めている. ところが著者の実験においては, 門の高さより聴条下縁の高さにいたる間の内側網様体の背側部位即ち Pitts 等の呼吸中枢の部位に促進ついで抑制効果が屢々現われているのである. われわれ¹⁶⁾¹⁷⁾は軽く麻酔された動物の頸部迷走神経の中枢端を刺激したさいに弱刺激でまず促進効果が現われ, 更に刺激の強さをますと移行型をへて遂には完全な抑制効果が起ることを認めた. 又小田中¹⁸⁾¹⁹⁾は上喉頭神経刺激及び三叉神経刺激においても原理的に同様の現象を見ており, 更に著者の実験において弧束, 弧束核及び延髄内の迷走神経走行部位に同じ現象が現われているのである. これらの実験事実から推論して著者はこの効果を呼吸中枢に連絡する求心性ノイロンの刺激によって現われるものと考え. Pitts等は氏等の呼吸中枢部位の刺激によっては, 求心性神経の刺激効果に似た現象はみられないというが事実はそうではない. 氏等の呼吸中枢部位の刺激効果のなかには, 促進ついで抑制効果という一連の効果のうちの抑制効果のみを見て促進効果を見逃しているものがあると思はれる.

2) 次に抑制効果は, 多くは促進ついで抑制効果が現われている部位或はその付近で見られてをり, 又深麻酔とか手術的侵襲等によって呼吸中枢の状態が低下しているような場合に多く現われている. この事実とわれわれ¹⁶⁾¹⁷⁾が麻酔剤の連続的投与によって深麻酔におち入った動

物の頸部迷走神経の中枢端を刺激したさいに, 刺激の強弱に拘らず抑制効果のみが現われたこととを併せ考えるとこの抑制効果は, 呼吸中枢がある特殊な状態におかれた場合に求心路或はその介在核の刺激によって起ると考えられるのであって単に呼吸中枢の細胞を仮定し, これが刺激されるために起る効果とはかんがえ難い.

Woldring 及び Dirken が浅い麻酔状態ではあらゆる種類の興奮性の高い求心性ノイロンが刺激され比較的弱い刺激によっても呼吸調節を乱すという理由で深麻酔を行い氏等の実験中にも屢々麻酔剤を追加投与しているが, このような条件のもとでは延髄の背側半部を通過する各種の求心性ノイロンの刺激によって抑制効果のみが見られるようになるのは当然であろう. Pitts等や Brookhart の実験においてはいずれも延髄背面を露出して行っているが, 氏等が実験中に中枢の状態をできるだけ生理的に保つように保温等につとめたか否か詳細の点については知り得ないが, この点に充分の考慮が払われなかったとすれば, やはり Woldring 及び Dirken に対すると同様な批判をまぬかれないのではなからうか.

3) 次に頻数増加を主とする促進効果は, 既に Monnier や Brookhart もこれをみているが, Brookhart は吸息性ノイロンと呼息性ノイロンの両者が興奮するために生ずると考えているが, 著者はこの効果の多くは促進ついで抑制効果或は抑制効果が現われている部位附近で起ることから求心性ノイロンの一部が刺激されたために起る効果と考える. Hammouda 及び Wilson²⁰⁾ は頸部迷走神経をある程度冷却して刺激した場合に呼吸頻数の増加のみが現われるといい, 高木等²¹⁾はその麻酔実験で呼吸が促進する効果しかみられないと述べている. この機序について肺迷走神経の呼吸調節に関するわれわれの考えからすれば, 肺迷走神経の冷却或は麻酔によっても伝導機能を失わずに健存している一部の線維が刺激された場合に, 刺激の強さをましても呼吸中枢に干渉する求心性衝撃の数が抑制を生ずる程多くなりえない程度重加的に

干渉するにとどまるために起る現象と考える。著者はこの理論が延髄内の求心性ノイロンの一部が刺激された場合に起る促進効果にも適用できると信ずる。又この効果のなかには刺激のつよさをますと gasping 型呼吸を生じたり、或はせき様の痙攣状呼吸を生ずる場合があることから正常には呼吸調節に与らない延髄内の各種の中樞、たとえば gasping 中樞²²⁾や痙攣中樞²³⁾等の刺激興奮による拡散衝撃が呼吸中樞に干渉して呼吸運動を促進させることも考えられる。

即ち所謂呼吸中樞の部位には種々の効果が現われており、しかもそのなかには求心性ノイロンが刺激されたために起ると考えられるものが多いのであって、此の部位に現われる効果の一つである抑制効果即ち呼息性効果に拠って直ちに呼息中樞の存在を仮定することはできないのである。

要するに著者は延髄の網様体の電氣的刺激によって現われる諸効果を吸息中樞及び呼息中樞の細胞の刺激によるというこれまでのすべての研究者の考えに大いなる疑問をいだくものである。著者の研究によればこれらの効果の多くは呼吸中樞に関係する求心性ノイロン或は遠心性ノイロンの刺激効果と考えることができるのである。

V. 結 論

除脳動物の延髄に套管針電極を挿入し、thy-ratron 刺激電流、時には頻数感応電撃によってその諸部位を刺激して呼吸運動に及ぼす影響を研究し次の結果を得た。

1. 延髄網様体の腹側部位の刺激 によっては、持続的吸息の傾向を示す促進効果が見られた。
2. 延髄網様体の背側部位の刺激 によっては、促進ついで抑制効果、抑制効果及び頻数増加を主とする促進効果の三様の効果が見られた。
3. これらの効果は呼吸に関係する遠心性ノイロン或は求心性ノイロンの刺激によって起こると考えられる。

この研究費の一部は福原先生に与えられた文部省科学研究費によった。なお、この研究に終始御指導を賜った恩師福原先生に感謝いたします。

文 献

- 1) Monnier, M. (1938) Les centres bulbaire de la respiration posturale des mouvements respiratoires chez le chat. Arch. int. Physiol. 47, 133
- 2) Pitts, R. F., H. W. Magoun, S. W. Ranson (1939) Localization of the medullary respiratory centers in the cat. Am. J. Physiol. 126, 689 Interrelation of the respiratory center in the cat. Ibid. 126, 686 The origin of respiratory rhythmicity. Ibid. 127, 653
- 3) Beaton, L. E. and H. W. Magoun (1941) Am. J. Physiol. 134, 177
- 4) Amoroso, E. C., F. R. Bell and H. Rosenberg (1951) The localization of respiratory regions in the rhombencephalon. J. Physiol. 113, 2P.
- 5) Woldring, S. and M. N. J. Dirken (1951) Site and Extension of bulbar respiratory center. J. Neurophysiology 14, 227
- 6) Wyss, O. A. M. and Croisier, M. (1943) Le mecanisme central des reflexes respiratoires d'origine vagal, I. La Localisation du centre inspiratoire. Helv. Physiol. pharmacol. Acta, 1, 84 5) 及び R. Grandpierre et C. Franck (1950) Notions actuelles sur l'organisation et le fonctionnement des centres nerveux respiratoires (1) Extrait de la Medicine Aeronautique, tome 5, より引用
- 7) Brookhart, J. M. (1940) The respiratory effects of localized faradic stimulation of the medulla oblongata. Am. J. Physiol. 129, 709
- 8) Hukuhara, T., S. Nakayama, S. Baba and T. Odanaka (1951) On the localization of the respiratory center. Jap. J. Physiol. 2, 44
- 9) 福原 武・中山 沃・馬場三郎・小田中 貞 (1951) 脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 13, 454
- 10) 福原 武 (1952) 呼吸中樞の所在について 脳と神経 4, 296
- 11) 黒沢敏行 (1948) 自律中樞について 脳研究 3, 39
- 12) 馬場三郎 (1952) 橋延髄刺激電極保持器 第4回日本生理学会中国四国地方談話会
- 13) 小島徳造・栗田正文 (1951) 脳研式脳破壊刺激装置について 脳と神経 3, 90
- 14) 福原 武 (1950) 一新呼吸運動描記法 日本生理誌 12, 208
- 15) 福原 武・角 忠明・岡田博匡 (1953) 正常呼吸中樞の電氣的刺激の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 15, 334
- 16) 福原 武・馬場三郎・蒲原 沃 (1950) 呼吸運動の神経性調節の機序 日本生理誌 12, 208
- 17) Hukuhara, T., S. Nakayama and S. Baba (1952) The mechanism of the nervous regulation of the

- respiratory movements, Jap. J. Physiol. 2, 316
- 18) 小田中 貞 (1952) 嚥下呼吸 日本生理誌 14, 114
- 19) 小田中 貞 (1952) 三叉神経呼吸反射 日本生理誌 14, 355
- 20) Hammouda, M. and W. H. Wilson (1935) The presence in the vagus of fibres transmitting impulses augmenting the frequency of respiration. J. Physiol. 83, 292
- 21) 高木健太郎・長谷川 弘・石井公正 (1950) 迷走神経中枢端刺激の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 12, 216
- 22) 馬場三郎 (1952) Gasping 中枢の所在について 日本生理誌 12, 216
- 23) Borison, H. L. (1948) Electrical stimulation of the neural mechanism regulating spasmodic respiratory acts in the cat. Am. J. Physiol. 154, 55

Summary

On the cats, dogs and rabbits the effects of the stimulation of various points of the medulla oblongata upon the respiratory movements are studied. The electrodes used are of the concentric needle type and as a source of the stimulating current the thyatron or the inductorium is used. The results are summarized as follows.

1) The augmentative effect showing the tendency of tonic inspiration is obtained with the stimulation of the points situated ventrally in the reticular formaton.

2) With the stimulation of the points situated dorsally in the reticular formation the effects of three types are obtained: a) a type in which the augmentative effect is produced with weak stimuli and the inhibitory effect with strong stimuli, b) a type in which the inhibitory effect is produced with any strength of stimuli and c) a type in which the augmentative effect accompanied with increased frequency is produced with any strength of stimuli.

3) The effects mentioned above are seemed to be produced owing to the stimulation of the efferent or afferent neurons in the medulla oblongata.

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

舌咽神経-呼吸反射に関する研究 612.288

A Study on the Glossopharyngeal Nerve-Respiratory Reflex.

小 田 中 貞 (Odanaka-Tadasi) *

I. 緒 言

Marckwald³⁾ 4) は除脳ウサギの舌咽神経中枢切断端を電氣的に刺激することによって、呼吸抑制効果を認めた。また非除脳動物をもちいた Teitelbaum 及び Ries⁷⁾ の報告によれば、ウサギでは Marckwald と一致するが、ネコでは促進効果を、イヌでは極めて不定であり促進或は抑制効果が認められるという。Doty¹⁾ はイヌについて実験し Teitelbaum 等と同様に効果に規則性を認めることができなかった。各動物の実験結果がそれぞれ一致しないのは、単に動物の差異によるものか、または上位脳の影響及び麻酔の程度が関係しているものか不明である。著者はウサギ、ネコ及びイヌの舌咽神経の中枢切断端刺激の呼吸運動に及ぼす影響について一貫せる法則性を見出ださんとして、次のような実験を行った。

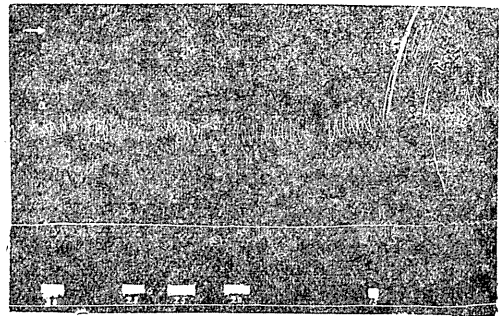
II. 実験方法

非除脳動物及び除脳動物、ウサギ (15例)、ネコ (20例) 及びイヌ (18例) を用いた。麻酔薬としてはウサギにはウレタン、イヌにはモルフィン及びウレタン、ネコにはフェノバルビタールを用いたが、その量は実験によって異なる。除脳動物は四丘体下丘より上位の脳を除去されている。呼吸運動及び嚥下運動の標示として、それぞれ横隔膜背矢及び甲状軟骨の運動を描記した。

III. 実験成績

1. 非除脳動物の舌咽神経刺激の呼吸に及ぼす効果
比較的少量の麻酔薬 (体重 1kg につきウレタンを約 0.6g) を皮下に注射せるウサギの舌咽神

経中枢切断端に種々なる強度の刺激を加えるならば、弱中等度刺激によって横隔膜の収縮が強まり、呼吸のリズムが速くなり、かつ曲線の水平位は吸息位に移動する (第1図のa)。



第1図 浅麻酔、非除脳ウサギの舌咽神経中枢切断端刺激の呼吸運動及び嚥下運動に及ぼす影響

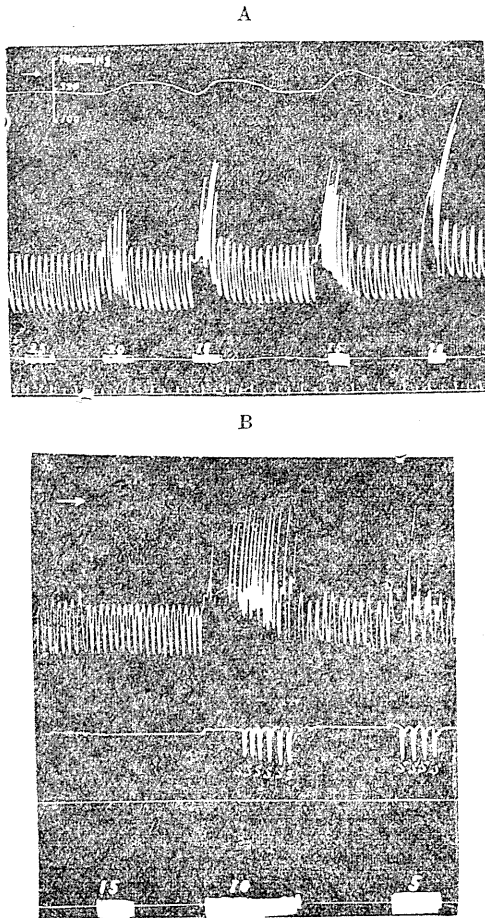
1952.5.10. ウサギの体重 2.5kg, ウレタン 1.5g 皮下に注射. 上の曲線: 横隔膜背矢の運動. 上向は収縮, 下向は弛緩を示す. 中の曲線: 嚥下曲線 S' は甲状軟骨の挙上を示す. 下の曲線: 感応電流による刺激時点を示す. 時標は 3sec. 説明は本文

さらに強度を増して刺激すれば、上述の呼吸促進効果に加うるに痙攣性過呼吸及びときには更にあえぎ様呼吸運動が重疊して現われる (第1図のb). ネコ及びイヌでは上述のような促進効果に弱、中等度刺激でも痙攣性呼吸が重疊して現われ易いという特徴がある (第2図及び第3図). そのため特にイヌでは過呼吸が著明で一見上述の効果は認め難い。

2. 除脳動物の舌咽神経刺激の呼吸に及ぼす効果

四丘体下丘より上位の脳を除外したウサギに於ては、弱刺激の効果は浅麻酔の場合とほぼ同様であるが、強刺激を加えてもはや過呼吸は起らず横隔膜の弛緩がみとめられるのみである。ただしその弛緩は不完全である。即ち完全抑制が得られ難い (第4図). 上述の過呼吸は既に著者⁶⁾ が坐骨神経刺激の際に論じたように、上位脳に存在する過呼吸中枢が刺激されて起る

* 鳥取大学医学部生理学教室 (米子)



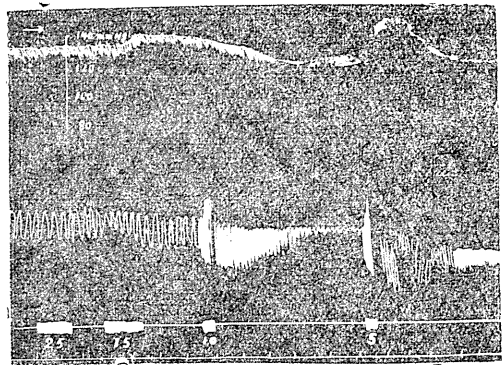
第2図 非除脳ネコの舌咽神経刺激の呼吸及び嚥下運動に及ぼす影響

図A: 1952.4.28. ネコの体重 2kg. フェノバルビタール0.02gを皮下に注射. 時標は3sec (図Bでも同様).

図B: 1951.11.8. ネコの体重 1.2kg. フェノバルビタール0.01gを皮下に注射. Sは嚥下を示す. 説明は本文

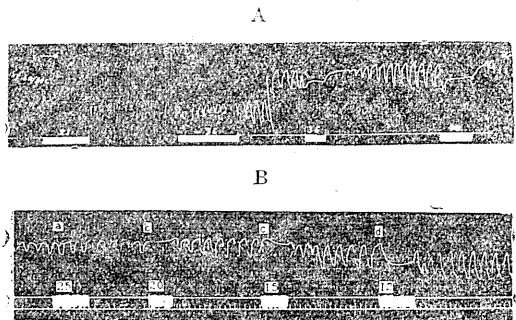
二次的現象である.

過呼吸は上述の原因によって発生するものであるから, 除脳によらず深麻酔によって上位脳の機能を麻痺させれば過呼吸が現われなくなる (第5図). しかし麻酔薬は呼吸中枢をも侵襲し既に福原等²⁾が述べたように特有の刺激効果が現われる. 即ち麻酔薬追加前に閾刺激はコイル間距離 25 cm であったが, 追加後には閾下刺激 (コイル間距離 35 cm) が抑制効果を示すのである (第6図のa). 刺激を強めれば追加前とほぼ同様の一連の効果が認められる (第6図).



第3図 非除脳イスの舌咽神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

1952.4.28. イスの体重 8kg. モルフィン 0.05g 及びウレタン4gを皮下に注射. 刺激が閾値に達すれば (コイル間距離15 cm) 呼吸促進効果が現われ, さらに強い刺激 (10 cm或は 5 cm) によって過呼吸が発生する. 時標は 3sec



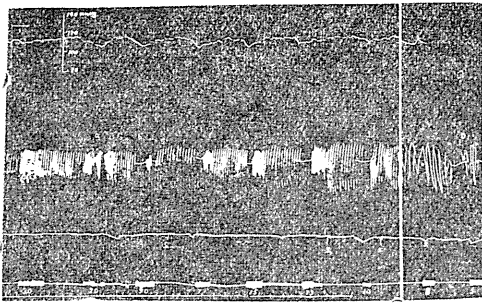
第4図 四丘体下丘より上位の脳を除去せるウサギの舌咽神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

A図: 1951.5.3. ウサギの体重 1.7kg. ウレタン (1.5g) 麻酔の下で除脳. 上の曲線は横隔膜背矢の運動, 下の線は thyatron 放電電流による刺激時点を示す. 刺激頻度は毎秒60回, 数字はvoltを示す. 21或は26voltの刺激で呼吸促進効果が, 36或は40 voltで抑制効果が現われる

B図: 1951.6.21. ウサギの体重 1.5kg. エーテル麻酔の下に除脳. 上の曲線: 横隔膜背矢の運動. 下の線: 感応電流による刺激時点. 時標は 3 sec. b 及び c は促進効果を, d は抑制効果を示す

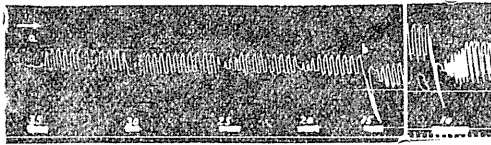
除脳ネコに於ける刺激効果はウサギの深麻酔時のように, ごく弱い刺激で抑制を示し, ついで刺激を強めれば促進, 抑制という一連の効果を示す傾向があり, さらにこれに嚥下呼吸, あえぎ呼吸及びせき等の異常呼吸が重畳参加する (第7図).

除脳イスでもネコの場合のように刺激によって順次まず抑制について促進最後に再び抑制効果



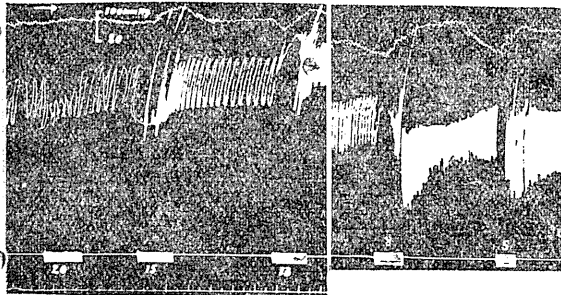
第5図 深麻酔、非除脳ウサギの舌咽神経刺激の呼吸及び嚥下運動に及ぼす影響

1952. 6. 17. ウサギの体重 2kg. ウレタン 2.3g 皮下に注射. S'は嚥下運動, 呼吸曲線に於て a は促進効果, b より c までの刺激効果は何れも不完全なる呼吸抑制を示す. D に於ては抑制効果にあえぎ型呼吸の重疊参加するのが認められる. 時標は 3 sec



第6図 深麻酔、ウサギの舌咽神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

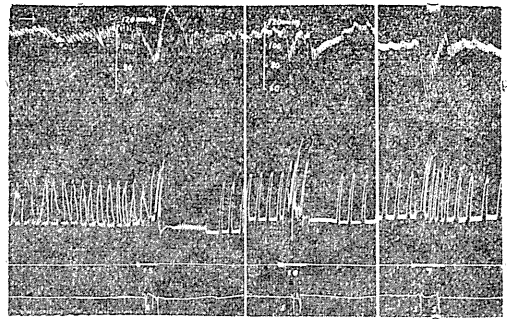
1952. 6. 20. ウサギの体重 3.1kg. ウレタン 3.8g 皮下に注射. 中の曲線は嚥下曲線であるが深麻酔であるために嚥下の発生は認められない. a は呼吸抑制効果, b は抑制効果にせきが重疊参加している. 時標 3 sec. その他の説明は本文



第7図 除脳ネコの舌咽神経刺激の呼吸運動に及ぼす影響

1952. 2. 26. ネコの体重 4.1kg. モルフィン 0.02 g 及びウレタン 2g を皮下に注射した後, 橋脳上縁の高さで脳幹を切断してある. 説明は本文

を示すものが多く, また著しくこれに異常呼吸が重疊して現われる (第8図). ネコ及びイヌに於てごく弱い刺激で抑制が現われるのは, おそらく除脳手術の際の出血等のため, 呼吸中枢の状態が不良となったことに帰因するものと考えられる. この推論が許されるならば, ネコ及び



第8図 除脳イヌの舌咽神経刺激の呼吸及び嚥下運動に及ぼす影響

1952. 6. 5. イヌの体重 9kg. モルフィン 0.02g 及びウレタン 5g を皮下に注射した後, 四丘体下丘より上位の脳を除去した. 最下線の S は嚥下を示す. 説明は本文

イヌの実験成績は本質的にはウサギの成績に一致すると言ふことができよう. しかしこの推論を確証するには, ネコ及びイヌについては, もっと良い状態におかれた除脳動物について実験する必要がある.

3. 舌咽神経刺激の嚥下運動に及ぼす影響を附記すれば次のようである. 嚥下運動は強刺激を加えることによってネコ, イヌでは容易に発生する. ウサギでは強刺激の末期或いは刺激中止後にかろうじて発生するにすぎない. なお嚥下運動に伴って呼吸曲線に嚥下呼吸が重疊して現れる.

IV. 考 察

非除脳動物で舌咽神経の強刺激によって発生する過呼吸が四丘体下丘より上位の脳を除外することによって消失するのは前報告⁶⁾で述べたと同様の原因によるものと考えられる.

除脳後に認められる舌咽神経刺激効果は他の求心性神経, 例えば迷走神経²⁾, 三叉神経⁵⁾ 及び坐骨神経⁶⁾ の刺激効果と

ほぼ同様である. したがって舌咽神経衝撃の呼吸中枢に対する作用機序については, 迷走神経の場合²⁾と同様の説明によって理解することができよう. ただし舌咽神経衝撃の呼吸中枢に対する抑制作用は迷走神経衝撃のそれに比較して弱いために, 呼吸中枢が完全に抑制されること

は極めて稀である。

従来の研究者が一貫せる法則性を示し得なかったのは、効果を複雑にする原因例えば刺激強度、麻酔及び上位脳の影響、さらに異常呼吸の介入等に対して十分に顧慮しなかったためと考えられる。例えば Marckwald³⁾ 4), Teitelbaum 及び Ries⁷⁾ のウサギについての実験成績には、弱・中等度刺激によって起る促進効果が見落されている。

V. 結 論

ウサギ、ネコ及びイヌの舌咽神経中枢切断端の電氣的刺激の呼吸運動に及ぼす影響を研究した。その実験結果を総括すれば次の様である。

1. 非除脳動物では弱刺激によって呼吸促進効果が現われ、強刺激によってはこれにさらに痙攣性過呼吸が重畳参加する。

2. この過呼吸は除脳すれば起らなくなる。ウサギでは刺激強度を強めれば上述の促進効果について抑制効果が得られる。ネコ及びイヌではまず抑制について促進最後に再び抑制効果が現われる傾向がある。

3. 舌咽神経-呼吸反射の機序は迷走神経-呼吸反射と同様に説明することができる。

4. 嚥下運動はネコ及びイヌでは強刺激によって容易に発生する。ウサギでは強刺激の末期或いは刺激中止後にかろうじて発生するにすぎない。

文 献

- 1) Doty, R. W. (1951) Influence of stimulus pattern on reflex deglutition. *Am. J. Physiol.* 166, 142
- 2) Hukuhara, T., S. Baba and S. Kanbara (1952) The mechanism of the nervous regulation of the respiratory movements. *Jap. J. Physiol.* 2, 316
- 3) Marckwald, M. (1887) Die Athembewegungen und deren Innervation beim Kaninchen. *Z. f. Biol.* 23, 149
- 4) Marckwald, M. (1889) Über die Ausbreitung der Erregung und Hemmung vom Schluckcentrum auf das Athemcentrum. *Lbd.* 25, 1-54
- 5) 小田中 貞 (1952) 三叉神経-呼吸反射 日本生理誌 14, 355
- 6) 小田中 貞 (1953) 知覚神経-呼吸反射 (1報) (2報) (3報) 日本生理誌 15, 143, 271, 276
- 7) Teitelbaum, H. A. and F. A. Ries (1935) A study of the comparative physiology of the glossopharyngeal nerve-respiratory reflex in the cat, rabbit and dog. *Am. J. Physiol.* 166, 142

Summary

In rabbits, cats and dogs the respiratory responses to stimulation of the central cut end of the glossopharyngeal nerve were studied. The results are summarized as follows.

1. In animals not decerebrated the weak stimulation produces respiratory acceleration and the strong stimulation produces the acceleration of the respiratory movements upon which the hyperpneic breathings superimpose.

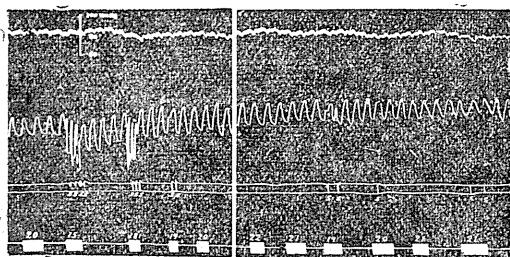
2. In decerebrated animals it is remarkable that these hyperpneic breathings are completely abolished; in rabbits with increase of the strength of stimuli at first the acceleratory effects and then the inhibitory effects are produced. As usual succession of effects in cats and dogs at first inhibitory, then acceleratory and finally again inhibitory effects are produced.

3. The mechanism of the glossopharyngeal nerve-respiratory reflex may be explained on the ground of the interference theory as is the case with that of the vagus nerve-respiratory reflex.

4. The strong stimulation of the glossopharyngeal nerve produces the deglutition frequently in cats and dogs, and rarely in rabbits.

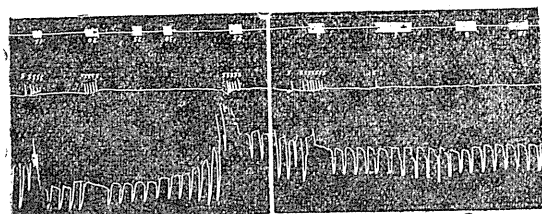
(Department of Physiology, Faculty of Medicine, Tottori University, Yonago)

筋の伸展或は収縮によって、舌咽神経末梢に発生する衝撃が嚥下中枢に抑制作用を及ぼすであろうから、この神経を切断すれば嚥下が起き易



第3図 片側の舌咽神経切断前後における上喉頭神経刺激による嚥下発生状況の比較を示す

1952. 3. 22. 除脳イヌの体重 15kg. 第1線：血圧曲線. 第2線：横隔膜背矢の運動. 第3線：嚥下曲線. 第4線：時標 3 sec. 第5線：上喉頭神経刺激時点. 左の図では舌咽神経はそのまま. 右の図は右側の舌咽神経切断後のもの. 切断前には嚥下発生閾値はコイル間距離19cmであるが切断後にはわずかに低下する (21cm).



第4図 両側の舌咽神経切断前後における上喉頭神経刺激による嚥下発生状況の比較を示す

1952. 3. 19. 非除脳イヌの体重 4.5kg. モルフィン 0.04g 及びウレタン4gを皮下に注射. 第1線：横隔膜背矢の運動. 第2線：嚥下曲線. 第3線：上喉頭神経の刺激時点. 時標は3 sec. 左の図では舌咽神経はそのまま. 右の図では両側の舌咽神経は切断されてある. 切断前には嚥下発生閾値はコイル間距離5 cmであるが, 切断後には著しく低くなり 25cmを示す

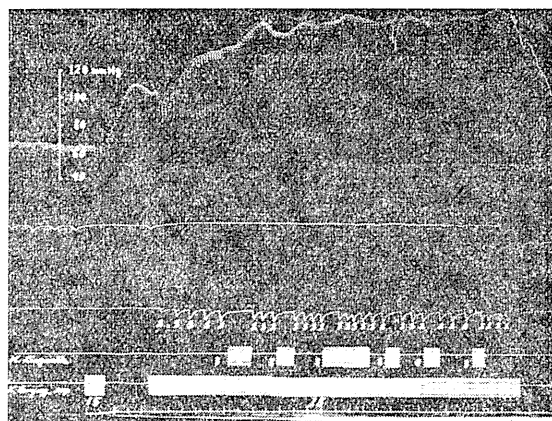
くなくなると考えられる. 次の実験はこの予想通りになった. 即ち片側の舌咽神経を切断すれば, 上喉頭神経刺激による嚥下発生閾値は切断前の閾値よりもわずかに低くなる (第3図). 両側の舌咽神経を切断することによって, 閾値の低下が著しくなる (第4図).

3. 上述の実験結果は上喉頭神経衝撃によって惹き起された嚥下中枢の興奮に対し舌咽神経衝撃群が干渉し, その結果中枢の興奮が抑制される結果であると考えられる. この様な現象はVerworn⁸⁾の干渉説及び福原等が迷走神経について述べた説²⁾と同一機序によって発生する現象であろう. 上述の見解にたてば, 舌咽神経の嚥下抑制作用はこの神経に特有の現象と解すべきではなく, 他の嚥下求心性神経でもその衝撃が嚥下中枢に於て

上喉頭神経衝撃と干渉するならば, 同様な抑制効果がみとめられると考えなければならない. この考の確からしさは次に示す実験によって証明される. 即ち上喉頭神経刺激によって嚥下が頻発している際に, 舌神経中枢の切断端に電氣的刺激を加えるか (第5図), 或いは舌の先端をクレンメではさみ舌体を前方に引張ることにより (第6図), 嚥下発生が抑制される.

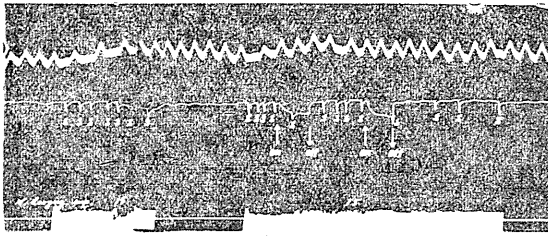
上述の舌神経の電氣的刺激による嚥下抑制作用は Miller 及び Sherrington⁴⁾ によって見出されたが, 舌咽神経と共に関連ずけて理解されていなかった. 上述の干渉説に立脚するならば, これらの抑制作用は中枢における一般性質を示すものとして統括することができる.

舌咽神経に嚥下抑制及び催起線維を仮定し, 前者は後者よりも刺激閾値が低いとする考^{1) 3)}によれば, 上喉頭及び舌咽両神経を同時に刺激した場合には, 舌咽神経の刺激が弱いときに抑制が起きるはずであるが, 事実は然らずして, 本実験で示す如く強刺激を加える事によって, はじめて抑制効果が顕著に現れる. したがって2種の線維



第5図 舌神経の嚥下抑制作用を示す

1952. 10. 15. 除脳イヌの体重 1.2kg. 第1線：血圧曲線. 第2線：呼吸曲線 (ブノイモグラフによる. 上向は呼息, 下向は吸息を示す). 第3線：嚥下曲線. 第4線：舌神経中枢切断端の刺激時点. 第5表：上喉頭神経中枢切断端の刺激時点. 最下線：時標 3 sec. 上喉頭神経刺激によって発現すべき嚥下が舌神経刺激によって抑制される



第6図 舌の伸展による嚥下抑制作用を示す

1952. 10. 15. 第5図と同一の除脳イヌを使用した.

第1線: 血圧曲線. 第2線: 嚥下曲線. 第3線: 上喉頭神経刺激時点. 舌の伸展によって, 上喉頭神経刺激によって発現すべき嚥下運動が抑制される. onは伸展開始, offは伸展止め

を仮定する説は不合理と云わねばならぬ.

IV. 結 論

1. 上喉頭神経刺激によって惹き起されるべき嚥下運動は他の嚥下求心性神経 (舌咽神経或いは舌神経) に強刺激を加えることによって抑制される.

2. 舌咽神経を切断することによって上喉頭神経の嚥下発生閾値は低くなる.

3. 上述の抑制現象は上喉頭神経衝撃によって惹き起された嚥下中枢の興奮に対し、舌咽神経衝撃群が干渉することによって起ると考えられる.

文 献

- 1) Best, C. H. and N. B. Taylor (1945) The Physiological Basis of Medical Practice. Baltimore
- 2) Hukuhara, T., S. Nakayama and S. Baba (1952) The Mechanism of the Nervous Regulation of the Respiratory Movements. Jap. J. Physiol. 2, 316
- 3) Kitajew, T. T. (1908) Thesis Kasan (Russian)
- (7) による
- 4) Miller, F. R. and C. S. Sherrington (1915) Quart. J. Exper. Physiol. 9, 147 (7) による
- 5) 小田中 貞 (1952) 嚥下呼吸 日本生理誌 14, 114
- 6) 小田中 貞 (1953) 舌咽神経-呼吸反射 日本生理誌 15, 346
- 7) Ranson, S. W. (1921) Afferent Paths for Visceral Reflexes. Physiological Reviews. 1, 477
- 8) Verworn, M. (1914) Die Erregung und Lähmung. Jena
- 9) Wassilief, N. (1888) Wo wird der Schluckreflex ausgelöst? Z. f. Biol. 24, 29

Summary

1. The strong stimulation of the glossopharyngeal nerve or the other centripetal nerve of swallowing e. g., the lingual nerve inhibits the swallowing movements which should be caused by the stimulation of the superior laryngeal nerve.

2. The threshold for the stimulation of superior laryngeal nerve at which the swallowing can be produced become lower when the glossopharyngeal nerves are cut.

3. There is reason to believe that the inhibitory phenomenon described above would be produced as the result of the interference of the impulses of the glossopharyngeal nerve upon the excitation of the swallowing centers which is by the impulses of the superior laryngeal nerve.

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

地方小學會報

第83回生理学東京談話会

時 昭和27年11月9日(日) 午前9時より

所と当番 文京区本郷1の1 順天堂大学医学部1号館講堂 坂本嶺嶺

1. 檜崎嗣郎(慈大生理名取研)

水晶体の粘弾性

水晶体の弾性が眼の調節機転に重要な役割を演じている事は、既くHelmholtzに依り明かにされている。然るに従来調節の研究は殆んど毛様体に集中されていて、水晶体の弾性に関するものは現在迄殆んど見るべきものがない。特に調節残差と云う現象を我々が考えた場合に、毛様体、Zin氏帯と共に水晶体の弾性がどの様なものかと云う事を調べて見る必要があると思つて、先ず水晶体の弾性から取り上げて見た。実験材料は豚の眼球。実験装置はリヒトヘーベル、及ホトキモグラフィオンを用い、オツシロベーパーに弾性曲線を撮影した。

実験方法は、水晶体、水晶体嚢を除去した水晶体、前嚢、後嚢、及び前、後両嚢合せたものに就いて各々0.1~2.0gの荷重を10秒間負荷した。

以上の方法に依り、前及後嚢を合せたものが最も完全弾性に近く、次で前嚢、後嚢、水晶体、及び水晶体嚢を取り去った水晶体の順になっている事が判った。この事は亦、水晶体嚢が水晶体の弾性に相当関与している事を示すものと思われる。次に人体に於ては調節の休止から最大調節に際して、水晶体の厚みの変化は約10%とされている。今私の実験成績が人体に適用され得るものと仮定すれば、水晶体の生理的弾性限界内に於ても、やはり二次弾性現象を示している事が判る。この事は調節残差に水晶体の弾性も関与していることが推察される。以上の結果から、①水晶体嚢が最も完全弾性体に近く、水晶体嚢を除去したのが最もそれから遠い事から、水晶体嚢が水晶体の弾性に相当関与している事が推定される。②私の実験成績が人体に適用され得るとすれば、水晶体の生理的弾性の限界内に於ても尚二次弾性現象を示し、この事は、亦調節の残差現象に水晶体の弾性も亦関与している事が推察される。

2. 大島正光(労研・労仿生理)

色彩の同時対比について

色彩の同時対比を色彩の組合せから考えると、色の3属性に分解して次の7つの種類に分けて考えることが出来る。

1. 色相對比
2. 明度對比
3. 彩度對比
4. 明度-彩度對比
5. 色相-彩度對比
6. 色相-明度對比
7. 色相-明度-彩度對比

この7つの種類についての対比の実例をしめした。さてこの中明度対比について、明度10から20までの色標(色研製)を用い、図柄と地づらの総ての組合せを作製して、対比量を各照度別に(10Luxから300Luxまで)検討した、この結果次の如き結果を得た。

- 1) 地づらの各明度につき、背景が異なる場合の等明度曲線は、地づらの明度によって異なる。
- 2) 背景の明度が10~20の範囲で変化した場合の総対比量(明度数で表す)は図柄の明度が低い程大きい。
- 3) 照度が大きい程総対比量は小さい。
- 4) 照度が10Luxのように小さくなると、図柄の明度の大きい処での総対比量が大きくなる。
- 5) 対比量を明度数を以て表わす事が出来る。これは先に学会で色の組合せの場合の視認度を明度数を以て表すことが出来ることを示したが、これに連関するものである。
- 6) 図柄の明度13, 17について正の対比量(図柄の明度が背景の明度よりも高い場合)と負の対比量(逆の場合)との関係を見ると、一般に正の対比量の大きいものは負の対比量が小さいようになる。

3. 本川弘一(東北大生理)

網膜の構造と機能に関する実験的考察

4. 伊藤秀三郎・鈴木 敬 (東京医大生理)

唾液の Prothrombin 時間に対する作用

動物が負傷時唾液で其部位を塗布する習慣に著者等は着目し、唾液と血液凝固との間に何等かの関係があるのではないかと考え、唾液と Prothrombin 時間 (Quick) (以下 P 時間とす) との間の関係を求めた次第である。

P 時間測定には、Quick の 1 段法なる加藤氏変法即ち、血漿、Thromboplastin 液 (以下 T 液とす) 及び 1/40mol CaCl_2 溶液を夫々 0.1cc 宛硝子板上に取り、3 者を混合し凝固開始迄の時間を記録する方法を用い、5 回の平均値を測定値とした。予備的の意味で温度と P 時間との関係を調べた所、温度による影響は凝血時間程ではないが、 45°C 迄は温度上昇に伴い P 時間の短縮が認められた。次に T 液力価の吟味で倍数希釈したもので P 時間を求めた所、希釈度と共に P 時間の延長を認めた。又促進因子を加える変法 1 段法による P 時間は、1 段法のものより稍々其時間の延長が認められるのみであり、両法に夫々唾液を加え P 時間しても其成績は殆んど平行して居るので、促進因子を考慮しないで行くことにした。

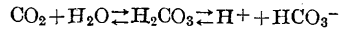
斯くて、唾液と P 時間の間に次の様な関係が観察された。In vitro の場合では、家兎 P 時間に対し、家兎、犬、人、及び馬の各唾液は其時間を短縮し、又、家兎、犬、及び人の P 時間に対し夫々の同種動物唾液も其 P 時間を短縮する。一方人耳下腺唾液、並びに舌下顎下腺唾液も共に家兎 P 時間の短縮を起し、後者の方が多少度合が大きい様である。又唾液腺ホルモン (Parotin) で其 P 時間の短縮が起される。In vivo の場合では、家兎に其混合唾液を注射すると P 時間の短縮がみとめられ、皮下注射の場合には、注射後 P 時間の一時的延長が認められるが 60 分で短縮し 120 分で回復する。又 Parotin を家兎に注射すると P 時間の短縮が認められる。以上の実験結果から唾液、唾液腺ホルモンは、血液凝固に対し、促進因子的働きをするものと思ふ。

5. 吉村寿人・高岡 涉・森 隆之助・岩崎準太 (京府大生理)

唾液の酸塩基平衡に関する研究

筆者等は先に唾液の酸塩基平衡はその分泌速度と密接な関係があり、分泌速度が高い程唾液の

pH は上昇し、この上昇は重炭酸塩の分泌の増す為である事を明らかにした。而してこの様な重炭酸塩の分泌は單に血液よりの重炭酸塩の濾過のみならず、腺細胞内にて產生せられた CO_2 より次の反応によって H_2CO_3 を生じ、その H^+ イオンが細胞膜を介して組織液の Na^+ と交換せられて NaHCO_3 を生じ、これが唾液中に分泌せられるとの見解を述べた。



其後この考えを確める為に上記の反応を促進したり、抑制したりする要因と唾液の酸塩基平衡との関係を研究している。先ず本反応を促進するものとしては Carbonic anhydrase (以下 C.A. と記す) の存在が問題となるが、これは犬の唾液腺中に可なり大量に存する事が Altschule & Lewis 氏法によって証明せられた。而して耳下腺と顎下舌下腺の夫を比較すると、前者の方が遙かに大量に含まれているのであるが、恐らくこれは C.A. が主として漿液細胞に含まれている為であろう。而して一方その唾液の pH や NaHCO_3 濃度を同一分泌速度下に於て比較しても耳下腺唾液の方が著明に高い。従って C.A. が唾液の NaHCO_3 の生成に深い関係のある事が首肯せられる。次に大に Sulfanilamid を注射すると、その pH は分泌速度に相当した対照唾液の pH よりも低下し、且 NaHCO_3 濃度も低い。Sulfanilamid は C.A. の Inhibitor であるから、この事実も亦唾液酸塩基平衡に C.A. が仍く 1 つの証拠となる。

次に Pilocarpin によって唾液分泌を起させた両側の耳下腺につき、一側の導管の出口を一時的に閉塞せしめて、その後の唾液の分泌量と重炭酸濃度を対照側の夫と比較するに、分泌量は閉塞側に於て著明に低下するが重炭酸濃度はそれ程減じない。併しその分泌総量としては可なりに減少している。従って導管の HCl 逆吸収によって Na^+ と H^+ の交換が行われるとしては理解し難く、この交換の場は主として腺細胞の基底膜にあるものと思われる。

要するに著者等が唱導した腺細胞膜に於ける Na^+ と H^+ との交換分泌の学説は逐次実証されつつあると言えよう。又以上の事実よりすれば、疲労によって唾液に渡辺-Zambrini 反応が陽性に現れるのは疲労によって腺機能が低下して分泌能力を減じ、酸性唾液を分泌する為である。

6. 正路倫之助 (神戸医大生理)

科学としての生理学の限界の問題についての疑問

生理学は科学の一科であるから其学説 (理論) は確実なる論理に基づいて、経験によって認め得た現象間の関係を実際に解明し得るものでなくてはならぬ。若し其学説が仮定を含んでいる場合には、其仮定から必然的に演繹せられる結果が実際に成立することを立証せぬ限り、科学的に正しい理論とは認められぬ。この事は生理学のみならず、廣く一般の科学のすべてに適用せられることである。然るに人間の意識、殊に行動の動機となる意志 (自由意志) は、未だ生理学的 (科学的) に解明せられていない。故に社会成立の基礎である人間の意志の唯物必然性を仮定する学説は、其結論が實地に立証せられぬ限り正しい理論とは認められぬ。例えば Marcks の唯物史観は、「人間の意識は人間の社会的存在、従って生活需用物質の生産関係によって定まる」という仮定の下に、物質生産力は人間の意志より独立して自動的に発達するものとして社会革命の必到を主張する学説であるから、此史観の推論の結果が人為によらずして必然的に実現するまでは、これは正しい理論とは認められぬ。まして此史観によって社会の将来の変貌を予言することは、科学としては許されぬ自家撞着であると考えすることは、必然の帰結ではなからうか？

7. 望月政司・切替弘雄 (北大応用電研)

痙攣時に於る大脳皮質の酸素濃度及び血流速度の測定

猫の大脳皮質に微小白金電極を刺入し、ベンタゾール静注による痙攣時に於る皮質の酸素濃度の変化を観察し、同時に熱電対を用いて、局所の血流速度を描記し、2, 3の知見を得た。

皮質の酸素濃度は痙攣が惹起されるや、殆んど直ちに上昇し、20秒で最高値に達し、其の後徐々に平常値に復帰した。血流速度は酸素濃度と同様に、痙攣開始と共に上昇するが、酸素濃度に比して、比較的早く旧値に復帰した。

エーテルを吸入させると、酸素濃度は徐々に上昇するが、血流は酸素濃度と全く反対の態度をとり、直ちに下降する。

8. 古河太郎 (大阪市立医大生理)

細胞内電極による筋肉静止及び動作電位の測定

先端外径 0.5μ のガラス製毛细管の内部に 3 Mol KCl 液をみたすと、抵抗 5 乃至 $30M\Omega$ の微小電極が出来る。これは細胞膜を透過せずに内部に貫通するので、その細胞の静止膜電位及び動作電位の誘導に利用出来る。

記録用増幅器には電極の抵抗が大きい為やや特異な要求が課せられるが、概ね Nastuk & Hodgkin に従って作製し、その入力容量は $3\mu F$ であった。実験材料は蛙又は鼠の縫工筋である。この筋を内面を上にして固定して Ringer にひたし、それに向けて上述の微小電極をほぼ垂直に下降せしめる。電極の先端が筋に接する瞬間に 80 乃至 $90 mV$ の静止膜電位が出現するが、別にしかけた銀電極で筋を刺戟すると単相性の動作電位があらわれる。同一筋の種々の場所で測定を反復実施すると測定値は正規分布に従った変動を示し、その標準偏差は $\pm 3 mV$ の程度である。この様な測定値の平均は筋によりてやや異なるが、蛙筋 12 例について平均した所静止膜電位は $84 mV$ 、動作電位は $117 mV$ であり、差引 $33 mV$ の所謂 over-shooting が見られた (Ringer は $2.5 m$ Mol の KCl を含む)。次に Ringer の $[K^+]$ を増加せしめると (その代りに Na^+ をへらす) 静止膜電位は $[K^+]$ の対数に比例して下降するが、その度合は K^+ 濃度 10 倍の変化に付電位の変化は $45 mV$ の割合であった。文献上得られる筋のイオン含量を用いて計算すると外液 (Ringer) の $[K^+]$ が $2.5 m$ Mol. の時に静止膜電位は $99 mV$ 。となり上述の測定値よりかなり高いが、 $[K^+]$ が $10 m$ Mol 以上の部分に就ては筋内部の $[K^+]$ 及び $[Cl^-]$ が Donnan 平衡に従って増加すると考えて計算した理論値と測定値とはよく一致する。結局静止膜電位の高い部分では他の要因が大となるらしい。次に外液の $[Na^+]$ と動作電位の値についても大略 Hodgkin 等と一致する結果が得られた。

9. 松本政雄・木暮 敬・式藤和雄 (群大生理)

山極-Lillie の興奮模型に於ける研究 (第 5 報)
刺激過程及び興奮過程に就いて

坂本は電氣的刺激に際し被刺激性形体に起る変化を刺激過程及興奮過程の 2 つに分け、此等の過程が如何に起るかを電氣的刺激理論から論議した

が、余等は山極-Lillieの興奮模型を用いてこの事柄に就いて実験的に研究した。

実験の材料は硝酸中に一定時間浸した鋼鉄線の周囲に形成された興奮性の膜を用い、刺激方法はNaCl溶液又は電流を用いた。

実験結果は(1) NaCl溶液刺激に際しては始め膜電位は徐々に減少しその値が大体一定の大きさに達すると急激に消失する。(2) 電氣的刺激に際しても(1)の場合と同様であり(3) 仿作電流による刺激に際しても全く同様の関係が見られた。(4) 尚鋼鉄線の周囲に膜が形成される過程即ち回復過程に於ても或る程度まで電位が出来ると其の点から急激に電位が増加して殆んど回復が終了する。

上述の実験結果から考えると鋼鉄と硝酸の間に形成される膜に於ては坂本の所謂刺激過程及び興奮過程に相当するものが明瞭に現れるのであるが、要するに刺激過程とは刺激作用によって起る分極(消極)の過程であり之に反して興奮過程とは消極が一定度に達すると膜電位は其れ自身の性質によつて自発的に消失する過程であることが知られる。換言すれば刺激過程は *passive* のものであり興奮過程は *active* のものである。回復過程も或る程度に達すれば急激に一定度まで進むものである。此等の事柄から上述の膜電位(余等は一般に被刺激性形体の膜に就いても同様のことを考えている)は静止状態の附近に於けるものから興奮状態に於ける状態に飛躍またはその逆を行うものでその中間点は存在しない。此の性質が被刺激性又は興奮性を有するものの特徴であると考え。尚坂本の刺激過程なる名称について余等は被刺激過程と呼ぶことにしたいと思う。

10. 高木健太郎・他10名(新潟大生理)

皮膚の圧刺激に関する研究

1) 呼吸相による膝蓋腱反射閾値の変動(長谷川 渙・山崎恒雄・岡井一雄)

呼吸の吸気相及び呼気相の間に(反応判定は四頭股筋のEMGによつた)浦本式膝蓋腱反射測定装置で閾値を測定した所、一般に吸気相に於ける

閾値の方が呼気相に於けるそれよりも明かに低い。深呼吸時には特にこの差異は顯著である。EMGの研究から呼吸時には上半身の殆んどすべての筋が呼吸に関係するといわれているが、この研究から呼吸と共に下肢筋の反射興奮性が変動していることが判り、周期性運動は元来全身性のものであることを示す。

2) 人の下肢筋緊張に対する圧迫の効果(長谷川 渙・山崎恒雄・岡井一雄)

上肢筋に対する皮膚圧迫の影響についてはすでに報告した。側胸部、臀部を圧迫したときの下肢筋の緊張変化をEMGより覗くと、猫、猿に於ける成績とは異つたものが得られた。

3) 立直り反射に対する圧の影響(高木健太郎・村田和子)

蛙の一部の皮膚をクリップではさむと、全身の筋緊張は弛緩し、任意の位置に床上に横たえることが出来る。兎の骨盤部を持って空中に支え、両耳の附根をクリップではさむと迷路性頭位反射は抑制されて、両迷路破壊兎の様に頭は重力の方向に垂れ、立直り反射は非常に拙劣となる。圧迫とショックとの関係について考えを述べた。

4) 体温に対する圧の影響(長谷川 弘・植木俊次・滝沢修三)

兎、猫を動物固定器に縛着し、尚その上に皮膚を強くクリップではさむと、著明に体温は下降し、クリップをとると、速かに元に戻る。椅坐位にある人の両側胸部を圧迫したときもこれと同様になる。但し、動物の種類により体温下降の経過は異なっている。

5) 血糖に対する圧の効果(真柄三夫・油川貞敏)

兎の血糖量は皮膚圧迫によつてまず著明に上昇し、圧迫をとると下降するようである。しかし個体差が大きい。

6) 涙液分泌に対する圧の効果(宮本清純)

唾液分泌に於けると同様に、圧迫側は減少し、非圧迫側は増加する。

ヒアルロニダーゼ製剤

診療しながら読書が出来る。

・包装・5000 V.U.M 5A
2000 V.U.M 5A

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

健保適用



スプレーゼ

モリダ

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

製造発売元

持田製薬株式会社
東京都中央区日本橋二丁目

文献集第2集(80頁)完成

ねむけのない

レスタミン

抗ヒスタミン剤

ネオレスタミン

ねむけのない、注射しても
少しも痛くない、新しい

レスタミンが出来ました

① 催眠作用なし・・・ねむくない
臨牀的に発現するねむ気は僅か2パーセント

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

③ 特に医家の御試用を賜わり度し

詳細文献ハガキにて請求次第郵送す。同一般
の方には十一月二十八日朝日新聞(東京)紙
上に説明されて居りますから御参照下さい。
交通従業員・炭鉱労働者 其他危険な作業
に従事する方には、なるべく本剤の御使用
をお奨め致します。尚、今までのレスタミン
コーワは従来通り製造販売して居ります。

蕁麻疹・掻痒性皮膚疾患

気管支喘息・其他アレルギー疾患

注射(四〇瓶 一〇管) 一三三〇円
錠剤(二〇瓶 三〇錠) 一五〇〇円

製造元 興和化学 東京・日本橋本町四ノ六
(興和薬業部) 名古屋市中区本橋町二ノ三
販賣元 中村瀧商店 東京・日本橋本町三ノ五

主要医薬品



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

東京日本橋本町 萬有製薬株式会社 大阪・岡崎・札幌

◎ 愈々眞価を發揮...

肝臓・関節の

各種疾患に新偉力!

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

〔包装〕
 5% グロンサン注
 2cc 5管 ¥ 350
 2cc 10管 ¥ 600

- グロンサンは特許製法による唯一の合成グルクロン酸として、その特異な治療価値が、最近益々賞揚されております。
1. 肝臓を庇護し、進んでその機能を高め、肝臓諸疾患を治癒させます。
 2. 生体内で行われる解毒機轉の主役として、各種中毒及び藥物副作用の治療に最適です。
 3. 同時に関節組織の重要素でもあるグルクロン酸は、関節の諸疾患にも卓効を認められています。

グロンサン

【文献送呈】 東京都中央区日本橋本町 中外製薬株式会社

GR-1

昭和二十八年六月二十日印刷

編集兼
 発行人

東京都文京区本富士町
 東京大学医学部生理学教室内
 戸塚武彦

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

東京都文京区本富士町、
 東京大学医学部生理学教室内
 日本生理学会

振替 東京八六四三〇
 価 百 円