

Vol. 13, No. 4

April 1951

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

日本生理學雜誌

第 13 卷 第 4 號

昭和 26 年 4 月 25 日 發行

編 集 幹 事

浦本政三郎・久保盛徳・坂本嶋嶺・鈴木正夫

戸塚武彦・林 麟・福田邦三

原 著

矢 作 善 一 郎 : Scheminzy 轉換効果ならびに直流通流及び温度のこれに及ぼす影響.....	163
錢 場 武 彦 : 腹腔血管から蹠膜血管への反射.....	175
福田邦三・大川眞澄 : 日本人の感覺する色調の名と波長の關係に就て.....	179
新 島 旭 : ヒキガエルに於ける迷走神經性呼吸反射.....	187
錢 場 武 彦 : Nicotin の心臟血管に對する作用.....	198
錢場武彦・入澤 宏 : Nicotin の血壓に及ぼす影響に就いて.....	203
長 谷 川 渙 : 人に於ける呼吸條件反射の形成實驗.....	211
福 場 友 重 : 皮膚血管と温度との關係.....	216

日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌
Nihon Seiri. Z.
J. Physiol. Soc. Jap.

★ 萬有の医薬品 ★

肺炎・梅毒・淋病・化膿性疾患

ペニシリン

油性・水性・軟膏・錠劑
結晶G・ミックス・膠坐藥

驅 梅 劑

ネオエーラミゾール

靜脈注射劑

驅 梅 劑

ミオエーラミゾール

筋肉注射液

驅 梅 劑

オスフルサン

内服606號



Banyu

結核化學療法劑

ジュンパス

(P A S)

肝臓障害・解毒劑

パンチオニン

メチオニン

神経痛・ロイマチス

ギトーザン

キノフェン注射液

局所麻酔劑

バンカイン

鹽酸プロカイン

● **東京・大阪 萬有製藥株式會社 岡崎・札幌**

喘息・蕁麻疹・濕疹……



その他凡ゆる **アレルギー性疾患に!**

抗ヒスタミン劑の出現はアレルギー性疾患の治療に一大進歩をもたらした。

本邦獨逸の抗ヒスタミン劑レスタミンコーワは現在ますますその應用範圍を擴大しつつある。

レスタミン

抗ヒスタミン劑

注・末・錠

▷ 無味レスタミン末の完成!! 25瓦 400円 100瓦 1510円

▷ レスタミンカルシウム完成!! (奏効迅速、効果確實、副作用極少) 500×10A 280円

▷ T.E.A.B (テブロンコーワ) との任意混合使用による神経痛、リウマチの治療に!!

最近の文献

眼科疾患に於ける抗ヒスタミン劑の使用例

京大・重松典雄

眼科臨床醫報44卷11號

レスタミンカルシウムによる皮膚疾患の治療

久留米醫大 多田章

臨床皮膚泌尿器科4卷11號

—興和化學製造—

販賣元

中村

瀧商店

東京 日本橋

Scheminzky 轉換効果ならびに直流通流及び温度の これに及ぼす影響 612. 741. 63

Inversigada Efiko de Scheminzky kaj Influoj sur ĝi de konstanta Traflluigado
kaj Temperaturo.

矢 作 善 一 郎 (Yahagi-Zenichiro) *

I. 緒 論

轉換効果とは Scheminzky がその門下 Gulácsy (1) (1929) の第1報より Kann (2) (1930) の第5報に至る諸論文 (3)~(5) にて明かにし、その後もなお種々取扱つた事実である。即ち腓腹筋を溶液中におき、これに適當間隔の直流電流脈を與えて、攣縮の高さが漸次減小してゆく経過、即ちいわゆる疲勞曲線を描き、いわゆる疲憊の後刺激電流の方向を轉換すると、攣縮は殆んど最初の高さに近き迄回復する。更に刺激を續けて疲憊に至り、轉換すればまた回復し、これを幾度も繰返すことができる。Scheminzky によればその原因は刺激電流による電極下の筋細胞限界膜透過性の変化にある。即ち陰極は膜を弛めてその透過性を増大せしめ、陽極はこれに反する。ために陰極下にては分極性が減じて刺激が起り難くなるが、電流方向を轉換すれば今迄陽極であつて分極性が増大していた場所が陰極となり、容易に刺激が起り易くなるというのである。

そもそも生体殊に神経に対する直流電流の生理学的性質への影響として、最も有名なのは電氣緊張 (Pflüger 6, 1859) であつて、陰極附近の閾値降下、陽極附近の閾値上昇を主な所見とし、いわゆる陰極電氣緊張及び陽極電氣緊張と稱せられ、電氣緊張電流と共に、神経纖維における分極現象の現れである。しかしこの閾値変化は実は直流通流後短い時間の間のことであつて、通流時間が経つに従い、或いは強い通流にては更に早くから、閾値に反対の変化が現れる。殊に陰極にて著しく、Werigo (7) (1883, 1901) に

より抑圧的陰極作用と名づけられた。陽極にては始め閾値の下降がそれとしては見られなかつたが、永き直流通流に於て陽極にて限界膜の透過性が低下し、陰極にて増大することは Bethe (8) (1920) の分極像の所見で明かにされ、Mackuth (9) (1926), Woronzow (10) (1927) 等によりイオンの同様の作用と重合または拮抗されることから陽極の復舊的作用と名づけられた。Scheminzky の轉換効果は、筋についてではあるが、正にこの電極の膜作用の生理学的表われを證明したのであつて、陰極における閾値の上昇と共に陽極におけるその低下に相當した事実である。

いわゆる電氣緊張より永き通流による限界膜の透過性の変化はその後、電氣緊張電流に対する変化として、兩極において明かに Hecht (11) (1931), 鈴木 (12) (1933), 三浦 (13) (1941) により計測された。杉 (14) (1936) は縫工筋につき、兩極における分極を完全に分離し得る隔絶法電極を用い、刺激閾値が陰極においては低下より漸次上昇に、陽極においては上昇より漸次低下に向つて正常値を越えることを明かに觀察し、また陰極における最大收縮は別の陰極通流にて漸次減小し、陽極通流にて増大することを認めた。また彼 (15) (1937) は本筋本装置にてもよく轉換効果の現れることを見、むしろ本方法にて現象が純粹に現出することを説いている。その後坂本 (16) (1944) は神経において永き陰極通流は基電流を高め、陽極通流はこれを低めることを明白に證明し、電氣緊張下と全く反対なるこの閾値の変化は、限界膜の透過性乃至分極性の変化によることを認めた。

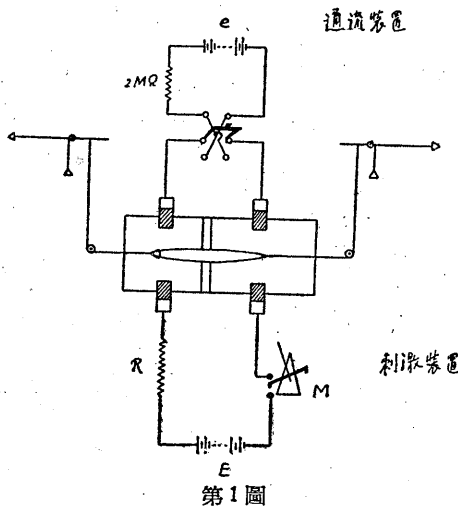
これらの事を基礎として鈴木 (17) (1948) は直流通流電極のこの膜作用、彼のいわゆる第3の

* 千葉醫科大学生理学教室

作用（分極を第1，刺激を第2として）を生体の興奮性に與うべき環境条件の適當なものとすし、他の種々なる条件と共に、その影響に従つて2つの条件群に対立分類をなし、この条件に特別の注目を置いた。私はこの電極作用の表現としての轉換効果を更に検討すると共に、鈴木的环境条件の対立分類を検證しようとして、別の直流通流や温度の変化を刺激電極下の筋に與えてこの効果に対する作用を観察した。

II. 実験方法

この実験は昭和22年の夏より24年の秋迄に行われ、実験材料は杉(15)に従いトノサマガエルの縫工筋をその隔絶電極に装置した。冬期は冬眠中のカエルを16°Cの恒温箱に2~3日間飼育したものを用いた。標本摘出後は1~2時間同様温度のRinger液に入れ、摘出操作による不安定状態の消失したと思われる時間より実験を開始した。



刺激装置は第1図に示す通りであるが、電極箱はセルロイドにて作られ、杉に従つて隔絶し、その一方の筋、または両側の筋部を筆挺子に連れ、攣縮線をキモグラフにて描記する。

図中Eは電源100V蓄電池、Mはメトロノームで、2秒1回の割合で断続し、その接触は銅と水銀である。Rは抵抗で各実験期を通じて一定ではないけれども、刺激が超最大刺激の且つ比

較的強い位置になるように抵抗を加減したが、1,200~2,000kΩの高抵抗である。Scheminzyk等(1~5)は真空管飽和電流を用いたが、標本の抵抗に比し十分大なる抵抗ならば、標本における分極による電圧の低下を無視し得る意味において、真空管と同様の意味に用い得るのである。

Ringer液はNaCl 0.65%, CaCl₂ 0.01%, KCl 0.01%, NaHCO₃ 0.01%である。第1図に示した通流装置は上述の刺激装置と別個の電極を装置し、同様高抵抗を介して効果を及ぼした。この際通流効果の強さはeの電圧を加減することにより調整する。兩者で用いられた電極は銀板をClメッキした大きさ約1cm²のものである。次に温度効果を見る場合は縫工筋の描記部の存する房中を温められ或は冷されたRinger液にて灌流せしめた(成績の項参照)。

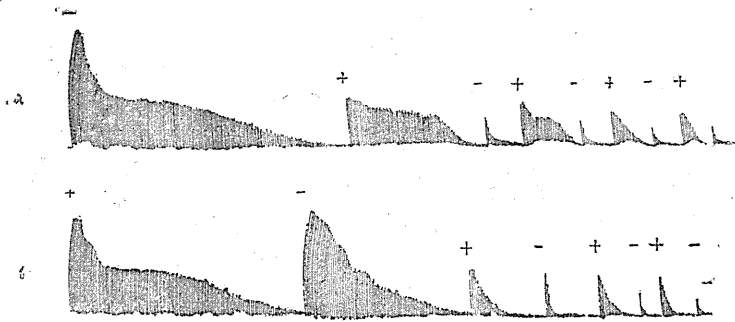
III. 実験成績

A. 豫備実験

兩電極部に特殊の環境条件を與えず、正常状態における轉換効果の現れ方を、種々の実験条件の下に檢したが、その現れ方に最も著しい差異を見たのは、筋の一端近くを隔絶して一房には筋のごく小部を露出せしめ、他房の筋を筆挺子に連れて描記する場合と、筋のほぼ中間を隔絶して、大体半分の長さの收縮を描記する場合との差であつた。いづれの場合もそのうちにおいて、骨盤端と下腿端とを交代することによる差異は見られなかつた。また後者の場合兩側を同時に描記しても、一側は固定して他側のみを描記しても、描記された側の曲線に著しい差は認められない。

1. 一端隔絶

1例づゝを第2図aとbに示す。aは描記側が一極刺激、bは+極刺激に始まる例である。見るが如くいずれにあつても、第1の收縮群は永くつゞき第1轉換後の第2收縮群は第1に比しやゝ短いがお相當永くつゞく。しかし第3群以下は短いものが相交代する。この第2群の第1群に比しての短かさは、一刺激→+刺激の

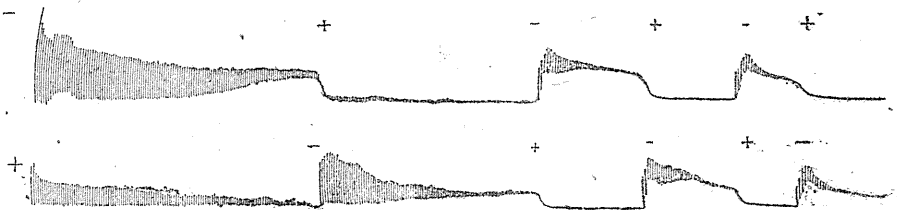


第2圖

轉換と $+$ → $-$ の轉換とにおいて殆んど差異を示さない例もあるが、多數の例にて見れば $-$ → $+$ にては第2收縮群が既に著しく短くなつてゐるのに対し $+$ → $-$ にては第2群がなお相當永く続き、時に第1群より永くなることさえある。しかし第3群以下の交代においては多數例についていえば、 $+$ 刺激群と $-$ 刺激群との永さの差異はないといふことができる。たゞこの場合 $+$ 群と $-$ 群との形の差は著しい。即ち $+$ 群では階段現象著しく、その後の收縮高の減小は最初徐ろで、頂点を連ねる曲線は凸彎を示す。然るに $-$ 群にては階段はなく、また收縮高の減小著しく頂点を連ねる曲線は著明な凹彎を示すのである。收縮残遺による基線の上昇は時に現れるが著しくない(第4圖以下の対照例参照)。

2. 中央隔絶

初めは一方の房中の筋端を固定して、他方の房中の筋半を筆挺子に連ね、 $+$ 刺激または $-$ 刺激より始めた。後に中央隔絶において兩房中の各筋半づゝを同時に描記した。この2法にて成績は殆んど差異なく、後者にては前者の2つの場合を同時に觀察すると同様の所見を與えた。



第3圖

すなわち一半の固定と收縮は、他半の收縮状態に異つた影響を與えず、また骨盤端半部と下腿端半部とは同様の態度を示すのである。図示(第3圖)は從つて後者のものを掲げることとする。

a. 一半の觀察 $+$ 刺激

より始めれば收縮群一定

の永さに続き、收縮が十分小となつて轉換すると、 $-$ 刺激による收縮は殆んど元に歸り、この收縮群は殆んど第1群と同じ位の永さ続く。しかしこゝで轉換すると、 $+$ 刺激にて收縮が殆んど回復しない。更に轉換を繰返すと $-$ 刺激では回復があるが、 $+$ 刺激では回復が殆んど見られない。 $-$ 刺激より始めれば、かなり永い第1收縮群が疲憊*の後轉換しても、 $+$ 刺激は殆んど回復せず、その後の轉換でも $-$ 刺激では一定の群を見るが、 $+$ 刺激では收縮が殆んど見られない。そして上の兩方の場合とも、 $-$ 刺激群の第2のもの(時には第1群の後半)より基線が上昇し、時にはこれが收縮の回復より著しく、 $-$ 刺激にはその上昇、 $+$ 刺激にはその下降が先づ目につく変化で、 $-$ 刺激の最初の部分に收縮群を見るのみの觀を呈することもある。上の兩方の場合とも第1群($+$ 、 $-$ とも)の最初は階段を示すが普通だが、 $+$ から轉換した第1一群ではすでに急峻な收縮高の減小を示す。

b. 兩半の同時觀察(第3圖) 上の所見は兩半を同時に見ると一層明かに見える。第1刺激群では $+$ 側も $-$ 側もよく收縮するが第1の轉

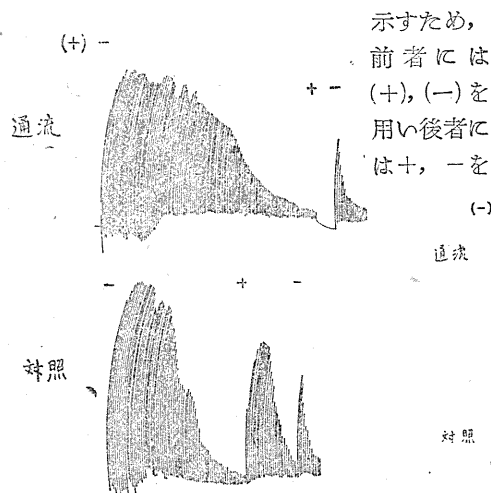
* 本實驗においては收縮高の減小を必ずしも直ちに疲憊とは見ないが、簡單のため「收縮高の十分小になる」事實を「疲憊」の語にて表現する。

換以後は一侧のみ収縮を示し、+側は最初極めて小な収縮を示すのみで後には全く収縮を示さない。これは更に轉換を重ねても常に同様である。そして一侧では基線が著しく上昇する。第2の一刺激群からは甚だ著しく、相次ぐ収縮はこれに乗るため一見階段の如く見えるが、実際は収縮高が急峻に下降している。

3. その他 疲憊に近くまで続けず疲勞の途中で轉換を繰返す実験、一侧隔絶と中央隔絶とを(別々の標本よりであるが)同一の紙に描記すること、また一端隔絶の骨盤端描記等の豫備実験を行つたが、大体上記の事実を追認する以上は出なかつた。

B. 直流通流の影響

本実験の第1として直流通流の影響を見る。すでに轉換効果そのものが刺激電流による通流効果の現れであるから、第2の通流により之が影響されるのは當然である。が相次ぎ加わる刺激電流の他に、一定の強さの(+)または(-)の通流電圧が、いかに轉換効果に作用するかは、鈴木(17)の條件分類の1つの吟味としても、更に興奮性に対する作用としての應用のためにも改めて検討に値する問題である。刺激電極を浸す隔絶房に別の通流電極を入れて轉換効果を觀察するのであるが、こゝにおいても一端隔絶と中央隔絶とで甚だ異つた所見を得る。なお以後通流電圧の符号と刺激電圧の符号とを區別して



第4圖

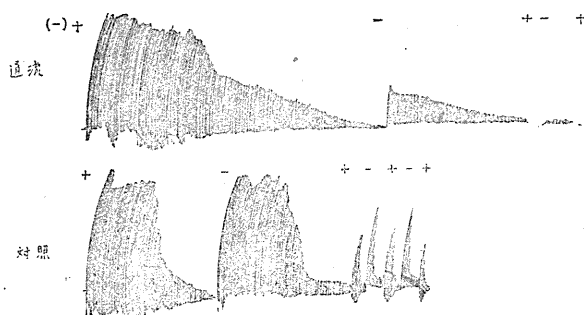
用いる。そして若干の豫備実験において+または-刺激に対してそれぞれ(+)または(-)通流は目立つた影響を與えないことを見たので、主力を第1回の刺激電圧が通流電圧と反対なる轉換効果觀察においた。すなわち例えば(+)-+……なる実験は(+)通流をしておいて-に始まり、+次に-, +……と轉換する際の効果の觀察である。なお標本は1つの実験の終りには十分変質させられていて同一標本にて対照実験を行ひ得ない故に、以下全実験を通じて同一蛙の他側標本に就き、別の対照実験をなし、それと比較することにした。

1. 一端隔絶

(+) - +……および(-) + -……ともに通流電圧および作用時間を種々試みた。すなわち100V 同時, 50V 10分, 50V 20分, 20V 20分などである。こゝに「幾V」というのは2MΩの高抵抗を介してこのVの電源を作用させる意味で、「同時」は通流と共に実験を始めること、「幾分」は通流をそれだけしてから通流しつゝ觀察することを意味する。

この程度の通流によつては、100V 同時のとき(+) - +の場合には一定の影響が現われ、50V 10分, 50V 20分としてもその程度は増大しない。が(-) + -においては100V 同時から50V 10分にすると影響の増大を認めるが、更に50V 20分としても一層の増大を認めない。また20V 20分は何れにおいても100V 同時より程度の遙かに弱い変化を見るのみである。今兩方共に十分の影響の現れている50V 10分の場合を第4図、第5図に示す。

a. (+) - +……の場合 (第4図, 下は対



第5圖

照). 第1の-刺激群の漸減は著しく遅れる. しかしその殆んど疲憊の後轉換すると+刺激の収縮は全然現れない. 第2の-刺激群はやゝ現れるが, その大きさは甚だ小さくなっている. この変化は100V 同時にて十分現れ50V 10分, 50V 20分, と変化しても作用の増強を認めない. 20V 20分にては第1の-収縮群漸減の遅れ著しからず, 轉換後の+収縮群は小ながら現れ, 全体として作用が弱い.

b. (-) + - の場合 (第5図, 下は対照). 第1の+刺激群の漸減が著しく遅れる. その殆んど疲憊の後轉換すると-刺激群は現れる. その収縮は対照に比して初めから小さく且つその漸減が始めから直線的に起る傾向となる. これより更に轉換した+刺激群にては収縮が全然現れず, 更に轉換した-刺激で低い収縮群を見る. これらの変化は100V 同時にては未だ著しからず, 50V 10分にては十分現れる. が50V 20分にしても作用は増強せず, また20V 20分にては第1+刺激群の漸減の遅れがやゝ見える程度で, 後に続く収縮は対照と余り変らない.

以上の成績の一部を概観するために, 第1及び第2 (第1轉換の前後の2つ) の収縮群の高さ及びその漸減の程度をこれらの収縮群が描記面を掩う面積により表わし, 各強さの通流における若干例の変化を第1表に示す. たゞしこの面積はプラ=メーターによつて計測した. なお附言することは, 50V 10分の(-) + - の場合の例のうちに, こゝに掲げない2例において, 最初の+収縮群が小であつて間もなく疲憊し, 続く-刺激群が永く現れる事実が見られ, 次に述べる

中央隔絶にて見る現象を思わせることである.

第1表
對照及び通流標本収縮描線群面積 (cm²)

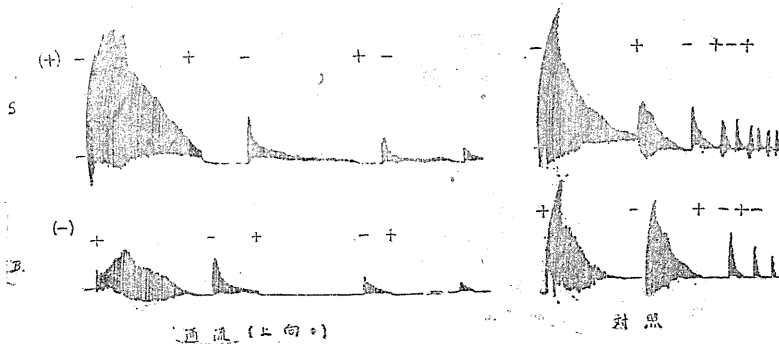
例	對照		通流		例	對照		通流	
	I	II	I	II		I	II	I	II
100V同時									
197	20.2	7.6	29.5	0	211	15.0	9.4	16.7	9.0
208	15.0	1.4	27.2	0	205	14.4	9.4	23.8	7.2
203	23.4	1.9	35.0	/	210	19.0	13.9	20.9	4.1
50V10分前									
224	11.8	4.9	31.8	0.8	217	13.9	11.5	34.2	3.8
225	7.6	2.0	17.9	0	218	10.7	8.2	36.7	2.6
226	11.9	5.6	14.8	0	221	16.7	15.1	33.0	5.3
228	13.0	3.7	11.7	0	222	12.4	7.7	14.2	3.1
231	12.5	3.3	13.5	1.1	223	12.9	15.5	41.7	7.1
20V20分前									
241	13.9	2.3	13.8	0.2	238	1.9	3.9	6.3	2.9
242	9.0	2.6	9.2	0.7	239	7.1	7.8	12.7	5.5
244	10.1	1.8	5.1	0	240	13.0	8.3	19.3	6.4

2. 中央隔絶

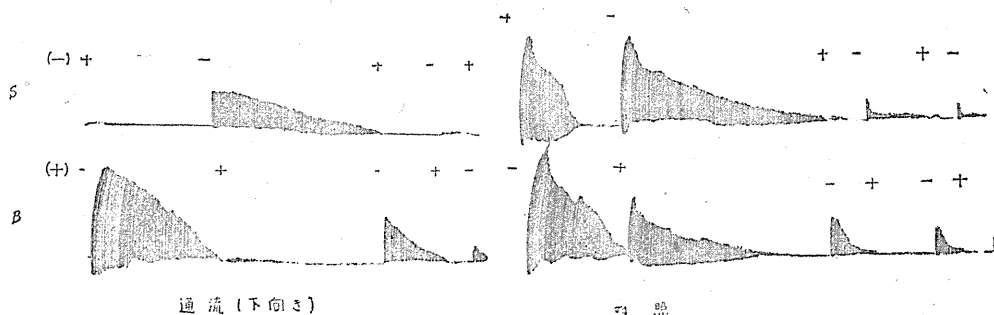
この系列においては筋の中央を隔絶して, 骨盤端及び下腿端兩方の収縮を描記する. 従つて上向き通流 (下腿側→骨盤側) に際しては下腿側は(+) + +……, 骨盤側にて(-) + -……となり, 下向き通流にてのその反対となる. そしてAにおけると等しく, 筋の兩半側の別による差は殆んど認められず, 上向き通流の下腿側と下向きの骨盤側, それぞれのまた対者同士の所見は同様に扱い得る. この中央隔絶にては一端隔絶に比して一般に変化が現れ難く, 上向き通流においては50V同時及び100V同時を行つたが, 変化は極めて僅かである. 下腿側 ((+) + +) で-刺激群がやゝ永くなるかと思われるほどで, それに続く+刺激群の消失だけ認められる. 骨盤側 ((-) + -) では変化は一層少く+, -の収縮群が幾分か小さくなると思われるほど

である. 従つて主な所見は50V 10分の通流にて行つた (第6図, 第7図; 何れにても右半は対照, またSは下腿側, Bは骨盤側を表わす).

a. 上向き通流下腿側及び下向き通流骨盤側, (+) + + の場合



第6圖



第7圖

1例づゝを第6図、第7図にて見る如く、また第1と第2の収縮群の面積を數例づゝ第2表に示す如く、第1収縮群（一刺激）は対照より収縮漸減がやゝ遅れる程度にて、その形は余り変らずやゝ階段が著しくなる傾向がある。第2すなわち+収縮群は殆んど消失する。第3以後の一収縮群は大きさは小さいが現れ、+群は現れない。即ち一端隔絶の場合と同様の变化でその程度が弱いのに相當する。

b. 上向き通流骨盤側及び下向き通流下腿側、(+) + - の場合 この場合は一端隔絶と甚だ異り、第1収縮群(+刺激)が全く現れぬか大きさが甚だ小さく、又著しく階段現象を示す。第2即ち一刺激群は対照より小ながら現れ、漸減の形は直線的に近くなる。第3以後の+刺激群は消失し、一刺激群のみ少しづゝ現れる（第6図、第7図、第2表）。

かくの如く中央隔絶にては一端隔絶においてより一般に作用が弱い。(+) - + の場合は一端隔絶と大なる質的差異がないが、(-) + - の場合は、第1刺激群(+刺激)の非常な減弱乃至消失が見られる。そしてこのことは筋の骨盤、

第2表

例	(+) - +				(-) + -			
	対照		通流		対照		通流	
	I	II	I	II	I	II	I	II
(上向き通流) 下腿側								
325	6.5	1.5	10.0	0	4.5	3.5	2.7	0.9
327	3.5	2.3	3.1	0.2	3.5	2.3	0.9	0.3
328	6.1	1.5	6.5	0	4.9	3.3	0.7	0.8
(下向き通流) 骨盤側								
315	9.3	6.4	11.9	0.2	5.7	10.0	0	5.7
323	4.2	0.3	7.2	0.5	3.1	3.6	2.6	4.6
324	17.9	3.5	12.5	0	10.2	8.9	6.9	11.2

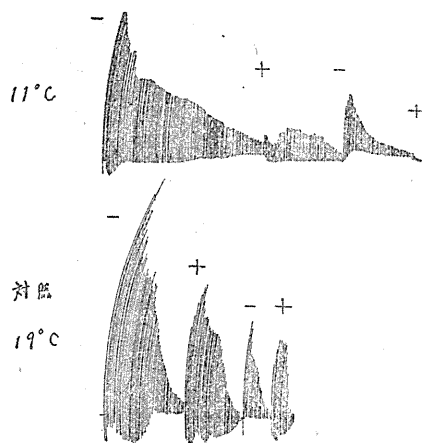
下腿の兩端の交代によつては変らず、通流反対の場合の反対名側同士が全く同様の变化を示すのである。

C. 温度の影響

環境條件の第2として温度の影響を検した。即ち一端隔絶法にて観察し、描記筋の房のRinger液を灌流せしめて種々の温度を與えた。即ちそのRinger液貯蔵を兼ねるMariotte瓶を氷を浮べまたは一定温度に熱して水中におき、その水温と灌流速度を調節して、房中温度を一定ならしめる。

1. 低温の作用

時期に従い常溫 19~21°C に対し 10~12°C をまた 16~18°C に対し 8~10°C の作用を比較する。これはまた低温に対して高温としての常溫の作用を見ることとなる (C-2 参照) のである。



第8圖

a. 一+.....の場合 (第8図、下は対照) 常溫 (高温) にて第1収縮群 (一刺激) の収

縮高が始めは大で、その漸減は急に起るに對し低温では最初の高さは小だがその漸減は緩徐である。従つて收縮線群の占める面積は後者の方が大である。第2收縮群(+刺激)も常溫にては收縮高大にしてその漸減は相當に急であるが、低温においては階段現象著しく收縮高も大ならず、全体の面積も著しく小さくなり、Bにおいて見た+刺激群消失を思はしめるものがある。第3の收縮群(-刺激)はやはり第1收縮群と同様の關係を示し、第4のものは第2のものと同様である。今數例についてその傾向を示すため第1、第2の收縮群の面積と最初の收縮の高さ(括弧内)とを第3表に掲げる。

第3表
收縮描線群の面積(cm²)と第1收縮高(cm)(括弧内)

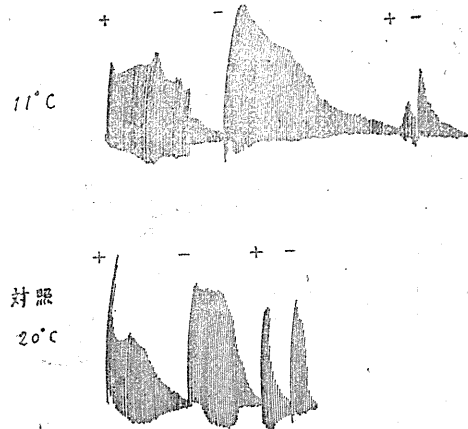
例	對 照		低 温	
	I	II	I	II
- + ...				
412	8.6 (5.1)	3.2 (4.3)	12.6 (3.5)	4.3 (3.5)
414	6.2 (6.3)	4.6 (3.3)	7.4 (3.8)	1.6 (0.5)
415	5.9 (3.1)	2.0 (0.4)	12.1 (3.3)	0.6 (0.5)
435	7.3 (3.3)	4.5 (1.4)	8.7 (3.5)	2.5 (1.0)
436	6.7 (3.9)	3.8 (2.7)	7.8 (3.3)	3.2 (1.5)
437	6.5 (5.2)	4.2 (3.2)	7.1 (2.7)	1.9 (0.5)
+ -				
417	3.3 (4.3)	8.0 (4.7)	4.1 (1.8)	7.5 (4.0)
418	3.9 (4.0)	5.4 (3.2)	5.7 (2.3)	8.3 (3.7)
439	3.7 (5.0)	7.2 (4.8)	5.0 (3.8)	9.3 (3.4)
441	4.3 (4.6)	5.4 (4.0)	9.7 (3.0)	5.9 (2.5)
445	6.3 (4.4)	7.2 (4.0)	10.2 (3.3)	4.2 (2.5)

b. + - の場合 (第9図, 下は対照)

常溫(高溫)にて第1收縮群は收縮高大、その減小も急であるが、低温では、初めから高さは大ならず、然し減小著しからずして直きに高平部に移行するか、または階段から高平部となる。全体として永く続き面積は大となる。第2收縮群は常溫にても第1收縮群より大、收縮高はやゝ小だが減小は徐である。そして低温にては收縮高は小となることがあるが、漸減に高平部が著しく、收縮群が永く続いてその面積は甚だ大となる。第3、第4の收縮群は第1、第2に比し小ながら、常溫時はほぼ同大であるが低温時には第3は小、第4はやゝ大が繰返される。數例の傾向を第3表にて示す。

2. 高溫の作用

16~18°Cを常溫とし、これに對して28~32°C



第9圖

の條件を與えてその影響を見た。この高溫の影響は大体低温の反對、即ち C-2 の低温に比し常溫の所見へ方向と一致するものであるが、生理學的條件としての境界に近づくためか、前節ほど著しく現れぬ変化もある。

a. - + ... の場合 (第4表)

第1刺激群は高溫の方が收縮高大なるも、減小の速度急となり群の占める面積は小となる。第2刺激群は常溫において第1よりも小、その減小率も緩徐であるが、高溫下にては收縮高大となり、減小率もやゝ速になる。その面積は大となるものもあるが、小となるものもあり著しい差を示さない。第3、第4も大体大となり減小が急となる。

第4表

例	對 照		高 温	
	I	II	I	II
- + ...				
427	7.9 (5.7)	6.3 (5.0)	8.0 (6.3)	5.0 (5.0)
429	13.2 (4.0)	2.5 (4.0)	8.3 (5.6)	5.3 (3.1)
430	9.9 (5.0)	4.7 (3.5)	11.4 (5.1)	4.3 (3.6)
431	12.1 (4.3)	4.5 (2.7)	7.1 (4.7)	2.5 (3.1)
434	7.8 (3.8)	3.4 (2.4)	4.3 (4.2)	2.2 (2.2)
+ -				
422	6.3 (5.0)	9.0 (6.2)	3.4 (5.3)	6.1 (5.9)
423	5.5 (5.0)	7.8 (3.4)	5.3 (4.9)	7.1 (5.2)
424	3.2 (4.4)	5.9 (5.2)	1.8 (4.0)	4.6 (5.4)
425	5.2 (5.0)	7.1 (5.0)	5.8 (5.8)	5.7 (6.2)

b. - + ... の場合 (第4表)

第1收縮群は高溫にて收縮高やゝ大となり、減小はやゝ急となつて、面積は小となる傾向であるが著しくない。常溫にて第2の收縮群は第1に比して收縮高も大、減小率も緩徐で面積は

大であるが、高温にて大体収縮高が更に大、減小率が急となつて面積は小となり、大体低温下と反対の変化を示す。第3、第4はそれ自身小さいが、大体第1、第2と同様の变化を示す。

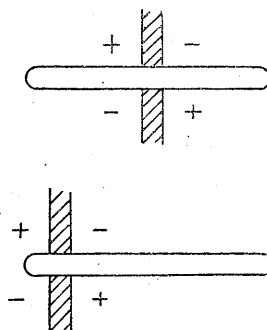
IV. 考 察

上に述べた轉換効果の描記條件に従つて現れる差異や、環境條件によつて招來される変化について考察を進めることにする。Scheminzyの原法においては筋は全体が溶液に浸漬されていて、その眞の電極、即ち膜透過性の変化が起る場所は、明確でないが、本実験にては縫工筋が隔絶法にて刺激されている、本法は杉(14)が筋にて兩電極における分極を完全に分離し得ることにより、推奨した方法であるが、彼自身も本電極によつて刺激される筋の最大収縮が、(+) または(-)の通流によつて受ける変化や、また Scheminzy の轉換効果に相當する変化(15)を観察しており、殊に本法によりこの効果が純粹に現れ、通常の刺激方法にては+-兩極の影響が混同して現れ得ることを示している。隔絶方法による刺激については鈴木及び佐藤(18)も詳細に調査し、筋の兩端を隔絶兩房におき、一端を描記することにより觀察される最大収縮につき、描記側の一極閉鎖にて現れる収縮は同極の下にて発生し同側の筋全体に傳わつて起り、+極閉鎖の際のものは他側の一極の下またはそれに隣接する筋部に発生し、描記側に傳導されて來てその側全体の収縮することによるものなることを明かにした。以下の考察もこの知識を基礎として行うこととする。

A-1, 2の豫備実験にて見た著しい事實は一端隔絶と中央隔絶との成績の差異である。即ち中央隔絶にては+-……の順序にては第2、+-+……にては第1の+刺激、即ち-から+への轉換において収縮の回復が殆んどないのに比し一端隔絶においては何れの順序にては最初の+刺激群は相當永く続き、第2回以後も決して消失せず、-よりの轉換に際してよく回復する。これに反し+→-の轉換の回復は中央隔絶にて著しく、一端隔絶においては-→+の回復と同様

の程度である。そもそも轉換効果はScheminzyにより、刺激電流の一極はその下の限界膜の分極性を減じ、+極はこれを増す。従つて電気刺激が前者の下では起り難く、後者の下では起り易くなる。このため刺激電流の陰極にて刺激効果は漸次減退し、轉換すれば今迄の陽極が陰極となつて、新らしく刺激効果が増すことによつて説明された。刺激陰極に対して(+)通流は最大収縮の増大を、(-)通流は減小を示す杉(14)の所見も同じ理由によりうなずける。

一刺激から轉換された+刺激の回復が中央隔絶では殆んど現れないのに、一端隔絶においてはいつまでも現れるのは、+刺激の収縮は前述の如く他側の一極に発生する興奮



第10圖

によるのであつて、そこの轉換前の+極の膜作用のため回復が起るのであるが、一端隔絶では、この部の表面が小さく(第10図)電流密度の大なるためこの膜作用が著しく、轉換後こゝに発生する興奮が大きい。そしてこれが描記側に傳わるのであるが、この側は轉換前は一極であつて、興奮が起り難くなつてゐる。然しその度は中央隔絶より表面が大きく電流密度小のため弱い。この兩方が重なつて+刺激の収縮がより大きく現れる。中央隔絶では之に反して、他側における轉換前の+極の膜作用は効果が小で発生する興奮は小さく、その傳導されて來た描記側では、轉換前の一極の膜作用が効果大のため収縮が殆んど現れないのである。これに反し+→-における回復が中央隔絶にて一端隔絶よりも著しいのは、このときの収縮は描記側にて発生するものであり、そこの興奮性に対する轉換前の+極の膜作用は、電流の密度の關係で、中央隔絶の方が一端隔絶よりも、強大であつたためである。なお一端隔絶において第2の収縮群が

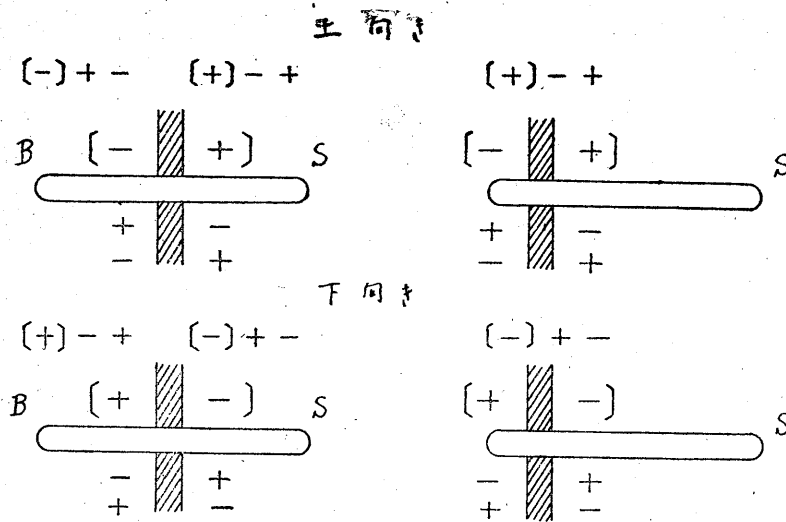
第1群に比して $\rightarrow +$ の轉換では既に短くなつてゐるが、 $\rightarrow -$ ではなお相當永く、ときに第1群を凌ぐことさえあるのは、前者にては描記筋部全面が轉換前に陰極作用にさらされてゐて、轉換後は筋の他端に発生した收縮がこの筋部に傳導され描記されるのであるから、この際陰極作用の残りを受けて收縮が速に減小するに対し、後者では轉換後刺激される筋面が、轉換前には陽極の作用を受けていた面であるから、その作用の残りのために、大きな收縮をなし続けられるためである。またこの一端隔絶における第3回以後の $+$ と一收縮群の著しい形の差であるが、この場合筋の限界膜の透過性は當初の状態からは相當変化してゐて、わずかに交代する刺激電流の作用にて若干の変化を交代するのみである。従つてその各刺激群内の收縮高の変化の経過は、この作用によつて理解される。即ち $+$ 刺激群にあつては、 $+$ 刺激電流を陽極通流と見るとき、杉(14)により收縮の増大を期待し得る。しかるにその收縮の根元なる他側(即ち一極)の興奮は通流としての陰極のために漸減する。この兩者の作用が加重して、最初増大(階段)後漸減の凸彎経過となる。一刺激群においては、收縮は描記側の興奮の現れであり、それが通流としての陰極の作用を受けて、初めから著しき漸減(杉-14)を示し、凹彎の経過を示すのである。

Bにおいては通流電極の作用を見た。これの意義は成績のその部に序言的に述べた如く、鈴木(17)の環境條件分類に従う作用の検討であつたが、通流電極作用の本性として、ある通流電極の一定の刺激電極に対する作用は、當然反対通流電極の反対刺激電極に対する作用を伴い、しかも前述の如く筋の一側に現れる收縮に他側の電極の事柄が関係する場合もあつたりして、通流電極の轉換効果に対する作用は意外に複雑である。

先づ一端隔絶の際 $(+) -$ の順のとき(B-1-a)、一刺激群の減小が遅れて永く続くのは、一刺激の起る極面に $(+)$ 通流あるため杉の見た如き收縮の増大が起るためである。それが杉における

如く永く増大を続け得ないのは、刺激が短い間隔で相次ぐため、その電極が通流陰極の作用をして收縮減小(本來のScheminzy効果)を來たすことによるのである。また次の轉換にて $+$ 刺激群の現れないのは一刺激群が永く続いてその極作用が著しく及ぶためである。(一) $+-$ の順のとき(B-1-b)、 $+$ 刺激群の減小遅れて永く続くのは、この收縮の根元の興奮の起る一極が $(+)$ 通流を受け(以下第11図参照)、且つその電流密度大なるため收縮は強大である。その傳導された $+$ 極面の筋は(一)通流を受けるが、面積が廣く密度が小さいため減小効果が小さく、群は永く続くのである。その轉換後の一刺激群が対照より回復著しからず減小も速かに起るのは、(一)通流ならびに自己の一極のためである。そしてまたそれらのため、それに次ぐ $+$ 刺激群は消失する。一般的に見て、効果が一定の通流の強さ(時間を含み)にて最大に達し、それ以上の強さにて効果の増強しないのは、これらの作用が通流電圧の膜作用によるからであつて、膜の変化は一定度以上に増強しないためなのである。

然るに中央隔絶(B-2)にては一端隔絶に比して異なる所見を示す。 $(+) - +$ の際は(B-2-a)一端隔絶に比しほゞ同様の變化で、たゞその程度が弱い。この事實は(一)極の作用が $(+)$ 極の作用より強いと假定するなら説明が容易につくのである。即ち一刺激群の減小が対照より遅れるのがこの際の見方で、それは上述の如く通流 $(+)$ 極の收縮に対する増強作用が、刺激電流の(一)極としての減小作用に打勝つことによるのである。今一端隔絶に比し電流密度は大であり、兩作用ともより強い筈であるが、上記効果の弱いことは陰極の減小作用が陽極の増強作用より強く程度を増したことに他ならない。實際直流通流電極作用は坂本(16)、本間(19)等の成績においても、陰極作用は現れ易いが、陽極作用は著しく弱い。従つて上の假定は十分根據を有するのである。次に $(-) + -$ においては(B-2-b)一端隔絶と全く異り、 $+$ 刺激群が甚だ小さいか全く現れない。一端隔絶にては、他側の $(+)$



第11圖

極が電流密度大で強力であり、描記側の(-)極は密度小のため作用弱く、ために他側で生じてこちらに傳つた収縮群の減小が少くて永く続いたが、今中央隔絶にては他側の(+)極の興奮増強作用が弱く(密度小)、描記側の(-)極は減小作用が著しい(密度大)ために、この結果を來たすのである。轉換後の一刺激群の減小の著しいのは、(-)極と一極とが共に作用するからで、それに次ぐ+刺激群の消失するのは(-)極のためである。(+)一+のときの一刺激群、(-)一+のときの+刺激群に階段現象の著しいのも目立つ。これは前者にては(+)極直接の、後者にては他側における根元の興奮の生ずる所に(+)極があつて、その収縮増強作用の現れである、一端隔絶にては若干は現れたのであつたが今は前者にては(+)極の密度の大、後者にては収縮高の小のため一層明かに見えるのである。かく一端隔絶と中央隔絶との間には大差があるが、Ⅲ-B-Iの末尾に附記した如く、前者の2例において、後者を思わせる成績が見られた。この兩隔絶の所見の差は上述の如く、同一原理の定量的の差によるのであるから、かく中間型も現れ得るのである。かくて轉換効果に対する通流電極作用の影響は、他側に対する反対極の作用、電流密度の関係、刺激電極の通流的作用等が相混和して複雑なる様相を呈するが、陰極

は膜を弛めて興奮を困難ならしめ、陽極は膜を固めて興奮を容易ならしめる作用があり、電流密度大なるほどその作用著しいことを理解することができる。

Cにおいては温度の作用を検した。先づ低温作用を見るため常温21~16°Cの対照に対し12~8°Cが観察された(C-1)が、これはまた低温に対しての高温の影響としても考察され

得る。大体の現象として、高温においては収縮群の収縮高が初めは大であるが、減小率著しくして群の占める面積は小なるに対し、低温では収縮高は大ではないが減小が徐ろでその面積は大である。一+……(C-1-a)においては、一刺激群が対照に比し明確に上述の差異を示す。そしてそれに次ぐ+収縮群の高さも持続も小なのは、先立つ一刺激群が永く続いたため、その一極の作用が強が残つたためである。かくてこの一端隔絶の所見は(+)極通流の場合(B-1-a)と著しく似て、低温が通流陽極と同列に置かれる鈴木(17)の環境條件分類と一致する。一+……の系列(C-1-b)にては高温、低温における上述の差異以外に、対照においても第2の一刺激群が第1の+収縮群より永く続く(高さは低いが面積大)傾きがあるのに、低温下にてその差異が更に著しくなるのを見る。正常にてのこの現象の理由は先に述べた如く+刺激中の陽極の作用の残りのためであるが、今低温においてはこれが共にはたらき、収縮減小阻止も強めたのであつて、これも低温と陽極作用とが同列する鈴木(17)の分類を支持するのである。

次に高温の作用を見るため、16~18°Cを常温の対照とし、28~32°Cを観察した(C-2)。一+……の系列(C-2-a)にては、第1収縮群は高温にて対照よりも収縮高大きく、減小は急激とな

り面積は減小を示す。第2群は対照において既に第1群よりも面積は小であり、高温にて面積は余り変らない。+-……の系列(C-2-b)にては、第1収縮群は高温にて上述と同様の变化を示すが著しくない。第2群は対照にて既に第1群より大(収縮高も面積も)であつて、高温における変化は著しい。かく高温は低温に比し収縮高を大、減小率を大、群の面積を小ならしめる。それが+の順でも+-の順でも、一収縮群にて著しく、+収縮群にて著しくないことは刺激陰極の通流作用が高温と同一に、そして陽極作用は反対にはたらくため、これまた通流陰極作用と高温とが同列におかれる、鈴木の種類を支持する事実である、

かくて Scheminzky の轉換効果を種々の実験的条件にて検討したが、その本態は刺激電流の電極における限界膜透過性に対する作用として理解せられ、且つそれに対して他の直流通流作用及び温度の作用は、鈴木により生体興奮性に対する影響についてなされた環境条件の分類と一致する変化を起さしめること知つた。

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

本業績は、本教室鈴木正夫教授に對する文部省科学研究費(電氣刺激要素に關する研究)により一部支辨されてなされたものである。

文 献

- 1) Gulácsy Z. V. (1929) Permeabilität u. Ermüdung, I. Mit., Pflügers Arch. 223, 407
- 2) Kann S. (1930) Permeabilität u. Ermüdung, V. Mit., Pflügers Arch. 225, 265

- 3) Scheminzky F. u. F. Scheminzky (1930) Permeabilität u. Ermüdung, II. Mit., Pflügers Arch. 225, 145
- 4) Heller R. (1930) Permeabilität u. Ermüdung, III. Mit., Pflügers Arch. 225, 194
- 5) Stiasny G. (1930) Permeabilität u. Ermüdung, IV. Mit., Pflügers Arch. 225, 230
- 6) Pflüger E. (1859) Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus, Berlin.
- 7) Werigo Br. (1893) Die sekundären Erregbarkeitsänderungen an der Cathode eines andauernd polarisierten Froschnerven. Pflügers Arch., 31, 417; (1901) Die depressive Kathodenwirkung, ihre Erklärung u. ihre Bedeutung für Elektrophysiologie. Pflügers Arch. 84, 547
- 8) Bethe A. (1920) Nervenpolarisationsbilder u. Erregungstheorie. Pflügers Arch. 183, 269
- 9) Mackuth W. (1926) Erregbarkeit u. Struktur des Froschnerven. Pflügers Arch. 214, 612
- 10) Woronzow D. S. (1927) Über die Einwirkung des konstanten Stroms auf den alterierten Nerven. Pflügers Arch., 216, 30
- 11) Hecht K. (1931) Über die Spannungsverteilung auf einem vom Gleichstrom durchströmten Nerven. Z. Biol., 91, 252
- 12) 鈴木正夫(1933) Beiträge zur Kenntnis der elektrophysikalischen ströme, Jap. J. med. Sci., Biophysics 2, 307
- 13) 三浦隆藏(1941) 中等度速度を以てせる電氣緊張電流の測定. 日本生理誌 6, 239
- 14) 杉 靖三郎(1936) 筋の分極性と電氣緊張, 日本生理誌 1, 330
- 15) 杉 靖三郎(1937) 筋の單極性刺激とその極的効果に就て, 日本生理誌 2, 88
- 16) 坂本健次郎(1944) 電氣刺激強まり要素測定の一新法及び夫による直流通流の神經に於ける該要素に對する影響の觀察, 日本生理誌 9, 433
- 17) 鈴木正夫(1948) 環境條件と生体興奮態度, 日新醫學 35, 192
- 18) 鈴木正夫・佐藤寛之(1944) 隔絶電極における刺激に就て, 日本生理誌 9, 798
- 19) 本間三郎(1950) 人体皮膚の電氣的分極について 日本生理誌 12, 261

Summary

La inversigada efiko trovata de Scheminzky en 1929 estas tia fenomeno, ke kontrakadoj de muskolo, elvokataj de senpera stimulado per sinsekvaj pulsoj de konstanta kurento kaj fariĝintaj tute malgrandaj pro longa daŭro de sinsekvado de stimuloj, revigligas kaj reakiras komencan grandecon, se oni inversigas la direkton de stimulantia kurento. La sama afero okazas ĉe denova inversigado, kaj la efikoj povas sin ripeti. Scheminzky atribuis tiun ĉi efikon al ŝanĝigo en ion-permeableco kaj polarigebleco de limmembrano de muskolaj fibroj sub elektrodoj kaŭzita de elektra kurento uzita por stimulado. Konstanta elektra kurento elvokas ja ĉe longdaŭra trafluado la nomitajn ŝanĝojn de membrano sub elektrodoj, pro kio rezultas

ŝanĝoj en stimulaĵoj tute kontraŭaj kiel tiuj sub la elektrotonuso. Scheminzky-a inversigada efiko prezentas nur unu flankon de la fenomeno. Suzuki (1948) rimarkis profunde tiun ĉi efikon de elektrodoj de konstanta trafuiĝo kaj aranĝis kun aliaj ĉirkaŭaj kondiĉoj de eksciteblaj objektoj la tiel nomatan klasifikadon de ĉirkaŭaj kondiĉoj en du sinkontraŭantaj grupoj.

Nun por studi la efikojn de la elektrodoj ĉe longdaŭra trafuiĝado pli detale mi eksperimentis pri la Scheminzky-a inversigada efiko ĉe muskolo muntita en la "separada elektrodo" (Sugi, 1936) en diversaj eksperimentaj kondiĉoj, kaj ankaŭ por serĉi diversajn interrilatojn de ĉirkaŭaj kondiĉoj mi aplikis unu alian konstantan trafuiĝadon aŭ temperaturan ŝanĝon al la stimulantaj elektrodoj kaj observis ŝanĝojn en la inversigada efiko. Kvankam rezultatoj ĉe 1' aplikado de unu alia trafuiĝado montriĝas, pro multaj kaŭzoj, en sufiĉe komplika maniero, oni povas konkludi, ke la ŝanĝoj pro tiu ĉi kondiĉo kaj ankaŭ pro la temperatura ŝanĝo koincidas kun tiuj antaŭvideblaj sur la bazo de la klasifikado de Suzuki.

(*Fiziologia Instituto, Tiba Medicina Kolegio*)

腹腔血管から蹠膜血管への反射 612.181.183

Studies on the Vascular Reflex.

錢 場 武 彦 (Semba-Takehiko)*

I. 緒 言

毛細血管から毛細血管への反射を追及して來た (4, 11) が, 血液の配分という機轉から言えば, Bayliss 等 (2, 9) の言う様な観点に従うと, 内臓血管と下肢の血管との間には Physiological antagonism の関係があると考えられるから, 今腹腔腸間膜動脈を閉鎖し腹部臓器の血流量を減じ, 反対に門脈を圧迫して, 腹部の充血を招來し, 又後大靜脈を圧迫して下肢の血液の還流を妨げる. そうする場合に, 内臓血管と下肢の血管との間に血管反射が成立しないかと考えて実験をすゝめた.

II. 実験方法

蛙 (*Rana nigromaculata* Hall) を用い, 0.1% curare (約0.5cc) 麻酔を施し, 背位に固定し腹壁を開き, 腹腔腸間膜動脈, 門脈及び後大靜脈 (腎と肝との間) を夫々動脈クレンメやピンセットで挟み, 糸を懸けて Micro manipulator にて牽引し, 又 1/5 注射針のマンドリンにて軽く触れその時の蹠膜の毛細動脈の口径の変化を観察した.

III. 実験成績

a) 腹腔腸間膜動脈, 門脈及び後大靜脈を夫々牽引, 挟む, 触れる等を行つた結果は第1表 A, B, C に示した.

何れも刺激直後より7秒前後の間に, 蹠膜毛細動脈は一過性に收縮し, B, 例1・2, C, 例2では血行が一時全く停止した. しかし10~35秒後には, 再び口径は回復した. これは刺激の持続時間には関係なく, A, 例2, B, 例2, C, 例

第1表 A. 腹腔腸間膜動脈を刺激

例	刺激方法	口 徑 の 変 化 (μ)
1	牽引	直後 12" 50→42.8→回復 7" 20"
2	つまむ 60"間	17.2→11.4→回復
3	つまむ 10"間	直後 10" とる直後 28.6→14.3→28.6→21.4

第1表 B. 門脈を刺激

例	刺激方法	口 徑 の 変 化 (μ)
1	牽引	7" 15" 22→7.2→回復 4" 30"
2	はさむ 60"間	22→7.2→回復
3	觸れる	2" 20" 54.2→28.6→回復

第1表 C. 後大靜脈を刺激

例	刺激方法	口 徑 の 変 化 (μ)
1	牽引	5" 10" 22→7.2→回復 2" 20"
2	つまむ 60"間	22→2.8→回復
3	觸れる	5" 12" 28.6→25.7→回復

2等にては, 腹腔血管がなお圧迫中に係わらず蹠膜血管口径は回復した. 又 A, 例3の様にクレンメやピンセットを取去つた瞬間にも, 再び一過性に收縮した例もある.

血管壁をマンドリンの尖にて, 單に軽く触れるのみにても, 蹠膜血管が收縮することは B, 例3, C, 例3 の様である.

b) 延髓下部で脊髓を切断し中樞との間を離断する. 脊髓切断後24時間以上経つて, 大血管に夫々実験 (a) と同様の刺激を加ふるに, 第2表の様であつて, 常に蹠膜血管の收縮が見られ

第2表 脊髓蛙

刺激部位	刺激方法	口 徑 の 変 化 (μ)
腹腔腸間膜動脈	つまむ	2" 18" 28.6→14.5→回復 2" 15"
門 脈	つまむ	28.6→11.4→回復

* 廣島醫科大学生理学教室

た。この反應の生起には、中樞との離断は何ら影響を及ぼさない事を示した。

c) 内臓神経を切断する

内臓神経を切断した後は、第3表に示す様な結果を得た。腹腔腸間膜動脈及び門脈では、大多數の例に於て蹠膜血管の收縮は見られなかつた。が、稀には收縮を認めた場合もある。後大靜脈では、内臓神経の切断は、この反應の生起には全く影響を及ぼさなかつた。

第3表 内臓神経切断後

刺激部位	刺激方法	口径の変化 (μ)
腹腔腸間膜動脈	つまむ	28.6→28.6 (±)
門脈	牽引 60"間	42.8→42.8 (±)
後大靜脈	つまむ	22→4.3→回復

d. 坐骨神経切断

坐骨神経を大腿の中央部にて切断し、蹠膜血管が正常口径に復した後、腹腔大血管に夫々機械的刺激を加えた。この時蹠膜血管口径の変化は、第4表に示す様に、全く認められなかつた。即ち坐骨神経の切断は、この反射の生起を妨げる。

第4表 坐骨神経切断後

刺激部位	刺激方法	口径の変化 (μ)
腹腔腸間膜動脈	牽引 60"間	28.6→28.6 (±)
門脈	つまむ 60"間	42.8→42.8 (±)
後大靜脈	つまむ 40"間	22→22 (±)

e) 脊髄後根を切る

脊髄を開き後根Ⅲ～Ⅳを切断し、蹠膜血管口径が正常に復した後、腹腔大血管を夫々刺激した。この場合多く無麻酔の下に実験を行つた(第5表)。

第5表 後根切断

刺激部位	刺激方法	口径の変化 (μ)
腹腔腸間膜動脈	つまむ	8" 17" 28.6→7.2→回復
門脈	つまむ	4" 79" 21.4→2.8→回復
後大靜脈	つまむ	0" 20" 31.5→7.2→回復

即ち何れの腹腔血管に機械的刺激を加えても蹠膜血管は、後根切断前と同様に一過性に收縮した。即ち後根の切断は、この反應の生起には

影響を及ぼさない事を知つた。

f) 前根を切る

後根を切断しても、反射の生起には影響しない事を知つたので、前根Ⅳ～Ⅺを切断する際、手術の便宜上、多く同時に後根をも切つてある。手術後動物は殆んど体を動かさないから無麻酔のまま実験を行つた。実験は蹠膜血管口径が正常に復したものに就いて行つた(第6表)。

第6表 前根切断 (A…前根 P…後根)

刺激部位	刺激方法	口径の変化 (μ)	切断根
1 門脈	つまむ	38.6→38.6 (±)	A.P共Ⅲ-Ⅷ
2 後大靜脈	つまむ	38.6→38.6 (±)	A.P共Ⅴ-Ⅺ
3 門脈	つまむ10"	20" 40" 57.2→28.6→回復	A Ⅴ-Ⅺ Pは切断せず
4 門脈	つまむ	5" 15" 28.6→21.4→回復	A.P共Ⅳ-Ⅺ
5 門脈	つまむ15"	0" 35" 42.9→14.3→回復	A.P共Ⅳ-Ⅺ

大多數の例に於ては、第6表例1・2に示す様に、前根切断後には、腹腔内大血管の刺激は何ら蹠膜血管の收縮を惹起しないのが、常であつたが、例3, 4, 5のみは、前根の切断後にも尙蹠膜血管の收縮を惹起した。即ち前根の有無は反射の生起に関與する場合と、そうでない場合とが認められる。

IV. 總括と考察

1) 腹腔腸間膜動脈を圧迫した場合は、腹腔臓器は貧血の状態にあり、門脈の場合は、これに反して充血する状態にある。又後大靜脈の圧迫によつては、下肢の血液の還流は妨げられる状態にある。

従つて実験(a)に示す結果は、先きに入澤(4)錢場(11)が、蛙蹠膜血管で見た、血行の変化に基いて生起される毛細血管相互間の反射と同じものであると一應考えられるが、然し実験(a)ではマンドリンの尖にて、單に大血管壁に軽く触れたにすぎないが、蹠膜血管は一過性に收縮して居る。この際には刺激部位の血行の変化は殆んど生じて居ないと思われる。従つて、実験(a)は血行の変化が主因ではなくて、血管壁が直接刺激されると解される。更に反射の主因が血行の変化にあるとすれば、坐骨神経の切断の有

無には影響されない筈である。

2) この考えを説明するものとして、大血管壁を刺激するに用いたと、同じ方法をもつて腸管、脾、肝、腎等を機械的に刺激する時は同様に蹠膜血管は一過性に収縮した(第7表)。

第7表 腹腔臓器と刺激

刺激部位	刺激方法	口 徑 の 変 化 (μ)
		7" 20"
小腸	つまむ	31.5→14.3→回復
		0" 22"
肝	つまむ	17.2→11.4→回復
		0" 6"
脾	觸れる	14.3→7.2→回復
		3" 25"
腎	つまむ	17.2→7.2→回復

又腸管等に弱い感應電流刺激を加えても同様な結果を得る。

これは Seeling & Lyon (10) が腸管 Manipulate により、後肢の血管の収縮を見た事や、Venulet & Dmitrowsky (3) が胃の伸展が血圧上昇を來した事を見たと同様な機轉によるのであろう。このために、実験 (a) は血管壁が直接刺激されたものと考えるのが妥當であらう。

3) これが血管壁からの求心性衝撃の結果とすると、これは Krogh (5) の言う 'psychic vascular reaction' の場合の特殊なものに外ならない。このため、0.1% cocaine をこれらの大血管に塗つて、同様の機械的刺激を反復して見るに、蹠膜血管の収縮は全く認められなくなる。

4) 然してその衝撃傳達の経路を見るに、脊髓蛙にては、常にこの反射を見ることが出来る(実験b)。内臓神経を切断した後に於ては、通常この反射は消失する(実験c)。然し僅少の例に於ては、内臓神経切断後に於ても、生起した。又後大静脈にては、他の血管と異り、内臓神経切断によつては全く影響されない。

坐骨神経を切断した後は、これらの反射は全て消失する(実験d)。

5) 脊髓内の反射経路を見るに(実験e)に示す様に、後根の切断は全く反射の生起には影響しない。然らば衝撃は全て前根を経過するかというに、実験(f)に示す様に、稀ではあるが確実に前根が切断された後に於ても、反射が起

つた。この際後根は反射の生起に影響ないのであるから、この反射は全く脊髓とは無関係であるという事が出来る。

この様な場合は、刺激の反應が心臓に及んだものであらうと考えられるが、更に追及しなくてはならない。この場合の反射経路は、迷走・交感神経の求心経路が考えられる。

6) 血管知覚に関連する研究から見ると、Langley (7) は普通の知覚繊維が交感神経と混在して居るといふ、Foerster (6) は交感神経性知覚繊維と名づけ、それが前根を通るものと、後根を通るものと、更に核が脊髓神経節内に有るものと、無いものとを區別しておる。Lehmann (8) はこれは後根を通らないと言う。又浅井 (1) は侵害反射を示標として、兎墓の血管の知覚経路は迷走、交感神経の二重支配であると言う。

本実験の場合、それが果して血管知覚刺激であるか否かは不明であるが、その衝撃の傳達される経路は、正常の場合にあつては、内臓神経→前根→坐骨神経が主であつて、その他の経路として、血管壁・自身に沿う経路とか、迷走神経を求心性に行つて、更にそれが下行する経路なども考えられて來るが、これらは更に追及しなければならない。

又この反射が血管知覚に関連ありとすれば、この問題の研究に従來用いられた侵害反射よりも、蹠膜血管の収縮を示標とする事によつて、より確実な追及が出来ると思う。なぜなら、侵害反射は前根を切断した場合に消失するからである。

V. 結 語

curare 麻酔を施した蛙にて、腹腔腸間膜動脈、門脈及び後大静脈に種々な機械的刺激を加える時、蹠膜毛細動脈は反射的に収縮する。この反射は坐骨神経の切断により消失するが、脊髓後根の切断によつては妨げられない。しかし内臓神経及前根の切断によつては、多數例に於て反射は消失し、稀な例に於て影響されない場合があつた。

文 献

- 1) 浅井四郎 (1927-8) 京都醫誌 24, 3; 25, 4
- 2) Bayliss W. H. & J. R. Bradford (1894) J. Physiol. 16, 10
- 3) Venulet, F & G. Dmitrowsky (1910) Arch. exp. Path. u. Pharm. 63, 460
- 4) 入澤 宏 (1948) 日本生理誌 11, 22
- 5) Krogh, A. (1930) The Anatomy and Physiology of Capillaries, Yale press, 153
- 6) 吳 建 (1941) 自律神経系 (克誠堂) 289
- 7) Langley, J. N. (1925) J. Physiol. 60, 17
- 8) Lehmann, W. (1921) Z. f. d. ges. exp. Med. 12, 331; ibid (1924) 40, 174
- 9) Mc Dowall, R. J. S. (1938) The control of the circulation of the blood. 78
- 10) Seeling & Lyon (1909) J. Am. met. Ass. 52, 45
- 11) 錢場武彦 (1948) 日本生理誌 11, 8

Summary

I studied on the vascular reflex from the blood vessel walls of the visceral region to the blood capillaries of the curarised frog's web.

When I stimulated mechanically the outside of the wall of Vena cava post., Vena portae and Art. coeliaca with a fine needle, a remarkable constriction of the arterial capillaries of the web was observed after a few seconds latency. These reflex to capillaries was not observed after cutting the sciatic nerve. When the posterior root from III to XI were cut, any influences to reaction was not observed, but when the splanchnic nerve and the anterior root from III to XI were cut, the stimulation of the visceral blood vessels failed produce a reflex contraction to the blood capillaries of the web.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

日本人の感覚する色調の名と波長との関係に就て 612.843.31

On the Colour Sensation of the Japanese with Reference to Wavelengths,
Representing Some Spectral Colours as Expressed in Japanese Terms.

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

種々の色調の名前と種々のスペクトル色との対応関係を日本人に就いて明らかにしようというのが、この報文の目的である。そのため1つの方法として考えられることは、光の波長によつて、各スペクトル色の名を定義することである。もし波長がきまれば色調の名がきまるというものならば、このやり方も可能であるが、実はこの假定は成りたない。人により、また照明条件により、同一波長の光が多少づゝ異なる色として感覚される。それ故、吾々はそれぞれの色の名に対して標準的な色調を設定した上で、それが一定条件のスペクトル光で、どの波長に相當するかを被検者ごとに検べるという方法をとつた。

色の名はふるくから、必ずしも色調に対してつけられたものではない。例えば染色法の違いから定義されたフタアイ(二藍)、とムラサキ(紫)とは、同じ色調であつても、色の名は別々になつてゐる。現代の色の名は感覚内容としての色調を代表するようにつける傾向がつよいが、それでも決して一定してゐるとは言えない。それ故に吾々の目的には、まず人為的に設定された標準色が必要である。このような基準として、吾々は上村、山崎著(1)“日本色名大鑑”(昭和18年4月20日甲鳥書林発行)の指示する色名及び色調を採用した。なお研究の都合上、日本色名大鑑に缺けている色調と色名の必要なときには、和田三造編(2)“配色總鑑”A篇、第1輯(昭和9年11月20日博美社発行)に用いられてゐる色名及び色調を参照して、その缺を補つた。つまり、これらの色づいた表面(色面)とスペ

クトルとを見比べて、前者に対応する単色光の波長を定めたのである。

感覚される色調は色面からの反射光線の組成によつても変ることは勿論であるが、一方人間の視覚そのものにも Purkinje の現象が現われるのであるから、あまり強い照明でも、あまり弱い照明でも吾々の目的には不適當であることは言うまでもない。實際吾々が日常、色の名前を云爲するのは太陽光線の間接照明による、いわゆる diffuse daylight による中等度の照明の場合であるから、吾々も観測条件としては、この程度のものを探ることとした。即ち100乃至300Lux(横河製マツダ照度計A型による測定)程度の日光の間接照明のもとで種々の色面を観察した。スペクトルの光源としては100W マツダ晝光電球を用いた。スペクトルの明るさを変えると v. Bezold (3) の現象として知られてゐる。同一単一波長の光でも色調の変化が起るので、スペクトルの各部の色調を云爲する時には、スペクトルの明るさを規定しなければならぬのであるが、この目的をみたすために必要なモノクロメーターのような特殊分光装置が入手困難であつたため、手許にあり合せたスペクトロスコープで、不満足ながら我慢しなければならなかつた。スペクトロスコープの細隙の幅は0.25mmとし、細隙と光源との距離は12cmとした。光の波長は望遠鏡の中に置いた接眼ミクロメーターを利用して測つた。このミクロメーターでは約420m μ から約700m μ までの間を最小目盛1/100に割つてあり、その最小目盛は波長600m μ 、500m μ 、450m μ の附近で、それぞれ波長差4.5m μ 、2.5m μ 、1.8m μ に相當している。したがつて、その意味の分光装置の分解能力は0.4~0.9m μ 程度と見るべきである。

* 東京大学医学部生理学教室

** 東京大学医学部生理学教室、横濱市立大学生物学教室

しかし吾々の條件では色調識別の差別閾は、このように小さくないので、マイクロメーターの読みを波長に換算するに當つては $5\text{m}\mu$ とびの概数を以て波長の数字を表わすことにした。

成 績

以上のような方法で注意深い被検者七名 (P, Q, …… V) に於て得た成績を次に掲げる。

1) 色名と波長との関係 第1表 A は色名と波長との関係について得た成績である。

表から知られるように、ウコン (鬱金) のように七人が甚だよく一致して感じている色もある。即ち被検者 Q だけがウコンを $580\text{m}\mu$ に定位しているが、他の六人の被検者は皆そろつて $585\text{m}\mu$ に定位した。これに反して、例えばヒワイロに就ては同一個人の左右差は $0\sim 5\text{m}\mu$ であるけれども、個人差としては、P と Q との間には $15\text{m}\mu$ の開きがある。また S のショウジョウヒのように同一個人に於ける左右差も著しく、 $20\text{m}\mu$ に達するようなものもある。これらの消

第1表 A. 種々なる色に對應する波長の記録

色の概稱区分	色 の 名	P		Q		R		S		T		U		V	
		右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼
赤	韓紅 (カラクレナイ)	685	670	680	670	685	680	680	685	670	680	675	680	685	685
	猩々緋 (シエウジョウヒ)	655	655	650	650	665	665	670	650	650	655	650	655	650	645
	紅 緋 (ベニヒ)	645	640	640	640	650	650	650	645	635	635	630	635	640	630
	黄 丹 (オウタン)	625	630	620	620	630	635	625	625	625	625	625	625	620	615
	眞 緋 (マヒ)	615	615	615	615	615	615	620	620	620	615	615	620	605	605
橙	纒 子 (ソヒ)	600	600	600	605	605	610	615	615	600	605	600	605	600	600
	柑 子 (コウジ)	595	595	595	600	595	600	600	605	595	595	595	600	595	595
黄	山吹色 (ヤマブキイロ)	590	590	585	585	590	590	595	595	590	590	590	595	590	590
	鬱 金 (ウコン)	585	585	580	580	585	585	585	585	585	585	585	585	585	585
	黄 麩 (キハダ)	580	580	575	575	580	580	580	580	580	575	580	575	580	580
緑	鵒 色 (ヒワイロ)	575	575	560	560	575	570	565	560	575	570	575	570	570	570
	鵒 黄 (ヒワモエギ)	565	560	545	540	560	560	555	550	570	565	565	565	550	550
	萌 黄 (モエギ)	555	550	535	530	540	545	545	545	550	550	555	550	535	540
	緑 青 (ロクショウ)	535	520	510	515	515	525	525	525	535	520	520	525	530	530
青	群 青 (グンジョウ)	465	475	480	490	480	490	475	475	470	475	465	475	495	490
	琉璃色 (ルリイロ)	450	460	465	475	460	470	450	465	455	455	450	455	470	460
	紺 青 (コンジョウ)	440	450	455	465	450	455	440	450	440	440	445	445	450	450
紫	桔 梗 (キキョウ)	430	435	440	445	440	445	430	430	435	430	435	430	430	435
	深 紫 (フカムラサキ)	415	425	435	435	430	435	420	420	420	420	425	420	415	415

第1表 B. 種々なる色に對應する波長の整理表

色	同一人の左右差		個眼差による對應波長の			
	限界(m μ)	平均(m μ)	動搖範圍(m μ)	平均(m μ)	平均の概數(m μ)	
赤	カラクレナイ	0-10	5.7	670-685	679.3	680
	ショウジョウヒ	0-20	5.0	645-670	654.8	655
	ベニヒ	0-10	3.6	630-650	640.7	640
	オウタン	0-5	2.1	615-635	624.7	625
	マヒ	0-5	1.4	605-620	615.0	615
橙	ソヒ	0-5	2.8	600-615	604.3	605
	コウジ	0-5	2.8	595-605	597.2	600
黄	ヤマブキイロ	0-5	0.7	585-595	590.4	590
	ウコン	0	0	580-585	584.3	585
	キハダ	0-5	1.4	575-580	578.6	580
緑	ヒワイロ	0-5	2.8	560-575	568.6	570
	ヒワモエギ	0-5	2.8	540-570	557.1	560
	モエギ	0-5	3.6	530-555	544.6	545
	ロクショウ	0-15	5.7	510-535	523.6	525
青	グンジョウ	0-10	7.1	465-495	478.6	480
	ルリイロ	0-15	8.6	450-475	460.0	460
	コンジョウ	0-10	5.0	440-465	448.2	450
紫	キキョウ	0-5	4.3	430-445	435.0	435
	フカムラサキ	0-10	2.8	415-435	423.2	425

息を示すために、第1表Bを第1表Aから誘導した。

この表の同一人の左右差の平均とは各人の左右差の絶対値を平均したものである。また個眼の成績の平均とは七人の14の眼の数字を平均したものである。左右差及び個人差の大きさから考えて普通の日本人の色調感覚が波長に対して、如何に分布しているかを大観するために、最後の欄に平均の概数を示しておいた。なお第2表は著者の一人(大川)の感覚(右眼)によつて、緑系統と青系統の色に就て、その色調と波長との関係を細かく示したものである。

第2表 色調と波長との関係を著者の一人(大川)の感覚によつて示す

番號	色 の 名	波長(mμ)
1	韓紅 (カラクレナイ)	680
2	猩々緋 (シヨウジョウヒ)	665
3	紅緋 (ベニヒ)	650
4	黄丹 (オウタン)	630
5	眞緋 (マヒ)	615
6	纒 (ソヒ)	605
7	柑子 (コウジ)	595
8	山吹色 (ヤマブキイロ)	590
9	鬱金 (ウコン)	585
10	黄蘗 (キハダ)	580
11	鶺鴒 (ヒワ)	575
12	鶺鴒黄 (ヒワモエギ)	555
13	萌黄 (モエギ)	540
14	緑青 (ロクシヨウ)	515
15	青竹の一* (アオダケ)	510
16	青竹の二 (アオダケ)	500
17	草色 (クサイロ) (和田)	495
18	若竹色 (ワカタケイロ) (和田)	490
19	青竹 (アオダケ)** (和田)	485
20	群青 (グンジョウ)	470
21	琉璃色 (ルリイロ)	465
22	琉璃と紺青の間***	460
23	紺青 (コンジョウ)	450
24	桔梗 (キキョウ)	440
25	深紫 (フカムラサキ)	430

(註) * 15號の色は和田の青竹の色紙の色にやゝ緑青の混入した色紙、16號は青竹にやゝ群青味の入つた色紙。

** 19號の色は和田の配色總鑑に使用されている色紙。

*** 22號の色は琉璃色と紺青の間に感じられる色紙。その他特に附記してないものは上村、山崎の色名大鑑の與える色紙の色。

この表の中で青竹色、草色、若竹色(ワカタケイロ)の三色は和田三造編“配色總鑑”に定義されているものである。上村、山崎の定義する名稱は染色家の使用するもので、和田のそ

れは画家の定義するものと考えられるが、この兩者では名稱と色調とが一致していない場合もある。青竹の一、二はそれぞれ大川の感覚によつて、表の註に附記したような色調に感じられる色紙である。第2表に記した波長の数字と第1表の被検者Rの数字とは実は同一人のものである。しかしながら同一の色紙に対して必ずしも成績が同一でない……その差は勿論僅小ではあるが……それは同一人でも検査の度毎にこの程度の動搖があることを示し、波長定位の不安定さを物語るものである。ちなみに被検者七人の出身地及生活環境の一部を次に示す。

P. 53才、男子、岡山縣津山に生れ、そこで中学校を了え、京都で高等学校、東京で大学を了え、以後一時名古屋に在住したほかすべて東京にて生活、妻は東京人。

Q. 37才、男子、愛知縣名古屋近郊に生れ、そこで中学校を了え、名古屋で高等学校、東京で大学を了つた。以後東京に在住、妻は東京人。

R. 44才、男子、静岡縣伊豆に生れ、そこで中学校を了え、静岡で高等学校、東京で大学を了つた。一時名古屋に在住したほかは東京及びその近郊に在住。妻は兵庫縣人。

S. 40才、男子、兵庫縣に生れ、そこで中学校を了え、東京で学生生活を終了、後引きつづき東京に在住。妻は東京人。

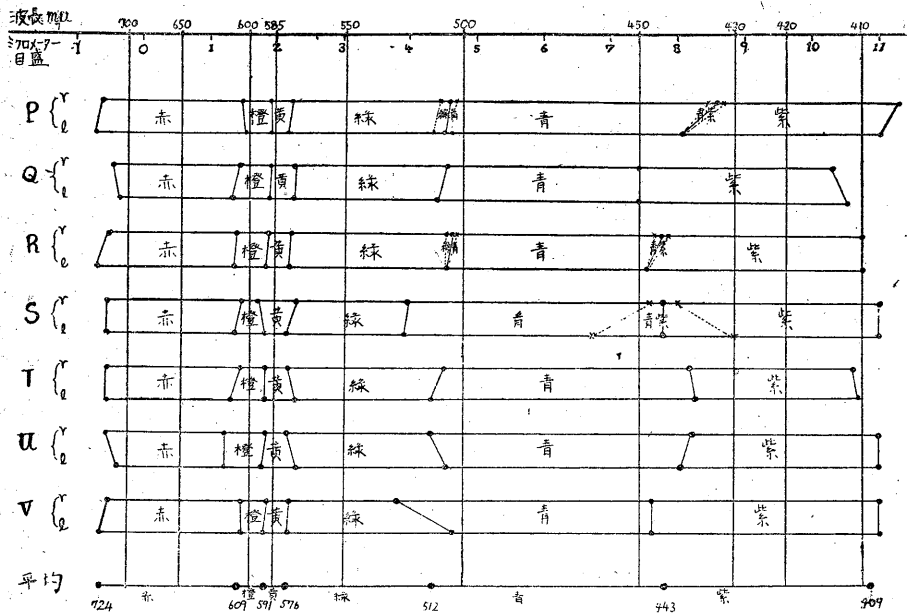
T. 31才、男子、東京に生れ、東京で中学校を、静岡で高等学校を、東京で大学を了つた。以後東京に在住。兩親とも東京人。

U. 30才、男子、横濱に生れ、大阪で小学校、中学校、高等学校、大学を了つて後東京に在住。妻は東京人。

V. 41才、男子、佐渡に生れ、そこで中学校を了え、浦和で高等学校、東京で大学を了つて。以後東京に在住。妻は東京人。

2) 色調概稱の波長範圍 第1表は19個の色の中心波長をスペクトルの中に定位したものであるが、これらの色の概稱の波長範圍については第1図及び第3表を以て現わしておいた。

これらの被検者の内Sは右、左兩眼とも緑が他の被検者よりも狭く、その代りに青が比較的長波長部へ擴がつているのが特徴である。そして殊に、その左眼に於て青と紫との間に廣い移行帶「青紫」を申告している。彼はこれに藍(Indigo)というような代表的概稱を與えることはしなかつたけれども、もしこれを1つの色調



第1圖 色調概稱の波長範囲 r右眼, l左眼, 平均とは14個の眼の平均を指す

第3表 色調の概稱の波長の範囲

矢印は限界移行点及びスペクトルの両端を示す

被検者	眼	色調の概稱					
		赤	橙	黄	緑	青	紫
P	右眼	728	606	590	576	504	406
	左眼	738	602	590	578	508	408
Q	右眼	716	608	588	574	508	415
	左眼	712	614	590	574	512	412
R	右眼	722	610	590	578	502	410
	左眼	738	612	592	578	506	410
S	右眼	722	606	596	574	523	408
	左眼	722	612	592	578	526	408
T	右眼	722	606	592	578	508	411
	左眼	722	614	592	574	517	410
U	右眼	722	618	590	578	514	408
	左眼	724	618	594	574	508	408
V	右眼	722	605	590	578	523	408
	左眼	728	605	594	578	504	408
14眼の平均		724.2	609.7	591.5	576.4	512.0	443.5

参考(Roafの成績よりとる)
L. Evans

630	590	560	500	425
780	650	600	550	450
400	380			

第4表 純一色の代表波長

	P		Q		R		S		T		U		V		平均±S.D
	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	
赤系統	690	670	650	650	665	665	680	685	670	680	650	655	685	685	670±14
黄系統	585	585	580	580	585	585	580	580	590	590	585	585	590	590	585±4
緑系統	535	510	535	530	515	525	555	545	535	520	565	565	535	540	536±16
青系統	465	470	465	475	460	470	450	465	435	455	450	455	490	490	464±13
紫系統	415	425	435	435	430	435	420	420	420	420	425	420	415	435	425±7

概稱として
彼が採用したとすれば
彼の左眼のみは Edridge-Green (4) の命名する Heptachromic として、他の13眼の hexachromic と區別されるわけである。第3表に於て色調概稱の限界移行点を平均する計算に於て

は中間移行帯を持つ眼に対しては便宜上その中央の点を以て限界移行点と見做した。

3) 純一色の代表波長 赤, 黄, 緑, 青, 紫の5つの名を以て概稱される色調系統に就て, Maximum に純一な感覚を與える場所をスペクトルに於て定位した成績を第4表に示す。

各個人に於ける左右兩眼の間の差及び個人同志の間の差は零の場合も多いが、時として20mμ程度に大きい結果も得られた。普通の日本人の平均値を示すために七人の14個の眼の数値の平均を最右の欄に示しておいた。±S.D と記したものは標準偏差即ち Variance の平方根である。

4) 色調概稱の個人差 この項の研究に就ては分光装置によらず第2表に示した色紙を用いた。これを被検者として採つた学生65名(横濱醫大豫科及び東大附属醫専男子学生)に見せ、

被検者が緑と呼ぶ範囲及び青と呼ぶ範囲を表中の色の番号を以て答えるという方法をとつた。そして緑の両端及び青の両端とをそれぞれ如何なる波長の色に定義するかを検べた。

第5表 色調概稱の個人差

色の番号	波長(mμ)	人数	平均波長±標準偏差
緑の黄端	10 580	0	564.6±24.6 (565) (25)
	11 575	32	
	12 555	11	
	13 540	16	
	14 515	3	
	15 510	1	
	16 500	2	
緑の青端	17 495	0	488.2±4.0 (490)
	15 510	0	
	16 500	2	
	17 495	4	
	18 490	28	
青の緑端	19 485	31	478.2±10.8 (480) (10)
	20 470	0	
	15 510	0	
	16 500	1	
	17 495	0	
	18 490	3	
	19 485	30	
青の紫端	20 470	30	457.4±8.4 (455) (8)
	21 465	1	
	22 460	0	
	17 495	0	
	18 490	1	
	19 485	0	
	20 470	1	
青の紫端	21 465	22	
	22 460	9	
	23 450	32	
	24 440	0	

(註) 1) 色の番号は第2表のものを示す。

2) 平均波長及び標準偏差の欄の括弧に入れた数字は概数を示す。

この調査は第(2)項に掲げた精密調査を補足するものである。その結果を第5表に掲げる。但し色の番号と波長の数字との関係は第2表に掲げた著者の一人大川の感覚によつたものである。

その成績によれば、少数の特例を除いて

- 緑の黄端…11番ヒワイロ、12番ヒワモエギ、13番モエギの邊 (540~575mμ)
- 緑の青端…18番ワカタケイロ(和田)、19番アオダケ(和田)の附近 (485~490mμ)
- 青の緑端…19番アオダケ(和田)、20番グンジョウの附近 (470~485mμ)
- 青の紫端…21番ルイロ、22番ルイロとコンジョウの中間、23番コンジョウの附近 (450~465mμ)

のようになつている。第6表に示す様にアオダケ(和田)を緑に編入する者31名と、青に編入す

る者33者とがほぼ同数である。アオダケ(和田)を緑に入れるか青に入れるかは感覚された色調の個人差と見るよりは、色の命名上の差であると思われる。日常の経験によれば、関西ではアオダケ(和田)に相當する色調の色を青と呼ぶ人が甚だ多い様である。ところが、東京附近ではこれを緑と呼ぶ人が可なり多い。このこともこゝに得た成績の中に表われている。しかし吾々の今回の調査の対照となつた学生は殆んど全部が関東地方の出身者であつたので(第6表参照)、同一色調に対する名稱の地方差を充分に解決するものではない。

第6表 アオダケ(和田)→485mμを緑又は青なる概稱に入れる者の数の比較

	緑に入れる者	青に入れる者
出身地別		
(東京及横濱)	23	20
關東地方	6	7
長野縣	1	1
静岡縣	0	2
合計	31	30

考 察

色の概稱を與え、スペクトル中からその波長範囲を定位させる場合には、その方法は Semantic と云うことが出来る。したがつて被検者の生活経験上、概念構成及び記憶像形成にあつて、一般に混合波長の光線によつて色を経験していたことは勿論ながら、この測定の際には混合光線による感覚という面は成績に混合してはいないのである。純一色の波長を定位せしめた場合にも同じことが云える。

しかし細かく云い分けた種々の色調をスペクトルに於て定位せしめる実験の際には、そのようなことは望まれない、即ちカラクレナイならばカラクレナイという色を実際に、特に何かの物体(吾々の場合には色紙)の色として提示しつゝスペクトル定位を行うという方法を探る以外には実施困難であるからである。したがつて上の成績の内第(1)項に挙げたものは、実は提示した各色紙の與える混合光線が引き起す感覚に対し、スペクトルの各部の單色光線が與える感覚を比較していつることになつてゐる。即ち一種の混色実験に相當している。したがつて、こ

の項で得た成績に現われた個人差、または個眼差は一面に於て、各眼による混色作用の差ということ、他面に於て各波長の光が引き起す感覚内容の差ということとを併せ含んでいるわけである。この点は事情から余儀なくされることで、あつて、常にこの種の実験では分析出来ない点である。従つて、(1)項の実験からは同じ標準色紙を人々が同じ色に感覚しているか否かは断定できない。何故ならば、例えば、モエギをPが555m μ の色と同定し、Qが535m μ と同定していることは、波長の数字の上では、明かな差異があるけれども実は同じ感覚が起つているかもしれない。つまり、異つた波長の光線が二人の被検者によつて同じ色に感覚されているわけである。また全く同じ条件下で被検者PとQとが、恰かもPに於ける555m μ と535m μ との差に相當する異なる色調を感覚しているのかも知れない。その場合には物理的に同じ組成の混合光線に対してPとQとが異なる感覚を起しているのである。そのことは混合光線を組成する各単一波長の引起す感覚そのものが異なる場合でも、また混合作用に個人差がある場合でも(或は兩者がともに存在する場合でも)成立し得ることである。理窟の上ではそうであるが実際には、例えばある単一光線に対して感覚の長波長化があるならば、混色作用の結果にも長波長化という方向にづれがあろうから、一般には混色作用の結果感覚に長波長化があるときには、スペクトル光に対する感覚に於ても長波長化が豫想される。したがつて(1)項の測定の結果の個人差は當然補償される傾向にある筈である。それにも拘らず、実際にはこのように明かな個人差を波長数字に現わしたということは、個人の色感覚の内容が、同じ物理的刺戟条件に対しても、充分同一でないということを考える根據になる。

第(2)項の成績の個人差は「黄」なら黄という概念に対応して各被検者が持つている色調Engramの内容が互に異なるによるか、或はまた各単一波長光線に対する個人の色覚が異なるによるか(或はその兩者によるか)不明である。

前者は色命名の差ということである。これはSemanticな実験には必ずつきまとう不利である。色調概稱の限界、例えば黄の橙端及び緑端というような場合には命名の個人差が相當の役割を演じていることは否めない。そのことの最も著しいと推定された緑の兩端と、青の兩端とに就て第(4)項の調査を行つた次第である。

しかし二人の被検者が全く同じ色覚を経験しているにも拘らず、甲はこれを黄に入れ、乙はこれを緑に入れるという場合には感覚に対して加えられた判断、分類という点に於て感覚よりも上位の意識活動の水準に於ける色認知の個人差を認めないわけにはゆかない。第(2)項の結果は感覚そのものと個人差をも含めて、この点を示しているものと見られる。

この項の成績に就て著者が奇異に感ずることは多くの成書に記載されている数字が、必ずしも著者の成績と一致せず、しかもその差異がかなり著しい点である。例えば橋田(5)、加藤(6)には535m μ 及び540m μ をそれぞれ黄と緑との界と認める意見を採用(原典不明)しているが、吾々の感覚ではこの波長部は明かに緑である。上野(7)は昭和4年版では黄と緑の境界を535m μ におき、昭和23年版では575m μ に改めている。また橙は吾々の感覚に比べて長波長側にはるかに擴がつて赤の分野へ喰ひ込んでいる。Evans(8)では650m μ までを橙としている。これでは水素のC線(656m μ)附近まで橙だという事になる。とにかく橙の範圍をこのように長波長部へまで延長して認めることは日本人の赤と橙とを區別するという概稱には當てはまらない。これは歐米人のOrangeの範圍に相當しているのではあるまいか。ちなみにZoth(9)の提案した命名によれば641m μ はOrange redであり、616m μ がReddish orange、593m μ がOrangeで、577m μ がOrange yellowである。また黄の範圍を加藤(6)、Evans(8)では著しく廣くとつてゐるが、これは吾々には決して認められないことで、光源が著しく強力であるためBezold現象が現われたによるか、細隙の幅が廣くOver-lappingが現われたによるものでもあろうか。吾々の調

査では色盲、または色弱と判定された被検者でなければこのように、590m μ 、540m μ (加藤)、600~550m μ (Evans) の黄が黄い範圍にわたつたり、短波長側えすれたりしたことはない。Helmholtz (10) は 5896Å から 5890Å までを Goldgelb, 5721Å 附近を Gelb, それより 5300Å 近くまでを Grüngelb と呼んでいる。なお藍 (Indigo) という代表的概稱を持つた色の範圍をスペクトルの青と紫との間に設定することは吾々七人の被検者にとつては感覚上必ずしも必要とは感じなかつた。この点では著者達を含む七人の被検者は Edridge-Green の所謂 Hexachromic に相當しているわけである。この点に於ても、また概稱色調の限界移行点の波長部位に於ても、吾々の成績と Roaf (11) の數字とは比較的よく一致している。たゞ吾々が紫と見且つ名づけているスペクトル部分には Roaf が Blue と云い、Helmholtz などが Indigo と呼んでいる部分を含んでいるようである。これに就て思出されることは著者の一人がイギリス滞在中 Blue と呼ばれる物体の色が、しばしば日本の青とは決して言い難く、むしろ明かに紫に属する場合を経験したことである。

第 (3) 項の實驗は純一の色に就てのものである。福田 (11) が純一の色を定義するに用いた方法は、主観的感覚分析であつて、スペクトルの2つの波長の色 a と b とを順に採つて比べたとき a と b とが同じ要素からなる Blend (要素の間の量的差異はあるにしても) である場合には a, b 間に純一の色は存在しないと、a と b とが異なる要素からなる Blend である場合には純一色が a と b との間に存在すると認めるものである。この様な手続きで黄緑 (黄の要素を含む緑) と青緑 (青の要素を含む緑) とから、狭めてゆくと、ある波長に相當する緑を純一な色として認めるに至るのである。スペクトル色ではないけれども、同様な手筈で赤紫と青紫とから検討するとき、スペクトル紫の純一性もまた認めなければならない。併し純一色として意識に訴える特徴の著しさという点から見ると、緑と紫とは、赤、黄、青に比して一段と低位にあ

ることが主観的感覚分析の際に認められるから、それが、よしある程度絵具の混合という生活經驗の所産であるにしても、一應純一度の低いものとして緑と紫とを赤、黄、青と程度的に區別した (福田 12, 13)。

從來純一な色 (Unitary Colours) として、心理学者、例えば Mrs. Ladd-Franklin (14) は、感覚上赤、黄、緑、青の4つを設定すべきことを唱えたが福田 (13) は更に紫を追加すべき事を提案したものである。

さて純一色として感覚に訴える波長は何であるかにつき、第 (3) 項の實驗は相當の個人差がある事を示めた。この種の實驗は命名の個人差という困難から開放されている。したがつてこの數字は色感覚の水準に於ける個人差を代表するものと見ることが出来る。勿論實驗にあつては端的な感覚作用のみならず、微細な比較を求める思考判断の作用も動員しているけれども、かといつて、この結果が思考作用の個人差によつて偏つた方向にづらされたとは考えられない。

要 約

著者は七人の正常日本人被検者につき

1) 日本固有の色名に對應する單色光の波長を決定した。この場合色名は標準として採つた色紙によつて與えられた。

2) 日本語の色の概稱に対するスペクトル範圍を定めた。この場合の色の概稱名は被検者の有する概念により、Semanticの實驗を行つた。

赤、橙、黄、緑、青、紫が代表的な色調を示す概稱として各被検者によつて採用された。その各々の間の限界の平均値は次の通りである。但し赤と橙との間に挿んだ波長 (m μ) の數字は概稱赤と概稱橙との限界である。また2つの概稱の間に移行帶を答えた被検者の値としてはその中間値を採つた。

可視限界-724-赤-609-橙-591-黄-576-緑-512-青-443-紫-409-可視限界。

3) 純一の色を決定した。その値は七人の14眼に於て

赤 (670m μ), 黄 (585m μ), 緑 (536m μ), 青 (464m μ), 紫 (425m μ)

である。

終に本研究に御協力下さつた, 教室同人諸兄の御援助を謝す。

文 献

- 1) 上村六郎・山崎勝弘 (昭和18年) 日本色名大鑑 甲島書林
- 2) 和田三造 (昭和9年) 配色總鑑. A. 第1輯. 博美社
- 3) W. V. Bezold (1874) Die Farbenlehre. 28
- 4) Edridge-Green (1920) The physiology of Vision. 168. G. Bell and Sons. London.
- 5) 橋田邦彦 (昭和10年) 生理学要綱. 131, 富倉書店
- 6) 加藤元一 (昭和23年) 生理学下巻, 143, 20版 南江堂
- 7) 上野一晴 (昭和4年) 生理学下巻, 134 及び (昭和23年) 生理学下巻, 306, 南山堂
- 8) L. Evans (1933) Starling's Principles of Human physiology. 338
- 9) O. Zoth (1923) Zeisch. f. Sinnesphysiol. Abt. II. Bd. 55. 171
- 10) H. v. Helmholtz (1911) Handbuch der Physiologischen Optik. 3 Auflage. 63
- 11) 福田邦三 (昭和18年) 東京醫學會講演
- 12) 福田邦三 (昭和24年) 人体生理学 451-458. 南山堂
- 13) 福田邦三 (昭和24年) 精神の生理学. 76. 文光堂
- 14) C. Ladd-Franklin (1932) The Colour and Colour Theories. 120, 283

Summary

1. Seven male Japanese were required to observe each piece of standard colour paper and to identify the colour sensation with that caused by a monochromatic light from a spectroscope. The standard paper each carries the classical Japanese colour name, as assigned by Kamimura and Yamazaki or by Wada.

2. Terms corresponding to groupings of spectral colours, i. e. to definite colours after Edridge-Green, were selected by the seven subjects:

aka or red, *daidai* or orange, *ki* or yellow, *midori* or green, *ao* or blue, and *murasaki* or violet.

These colour concepts of each subject were compared with the sensations due to the spectral lights, and spectral ranges respectively corresponding to the group colour terms were determined. Wavelengths of extreme ends and transition points between these six definite colours were found as follows in the average of 14 eyes of 7 subjects;

Dark-724m μ -red-609-orange-591-yellow-576-green-512-blue-443-violet-409-dark.

3. Unitary colours after Ladd-Franklin were determined in the spectroscope by 14 eyes of 7 subjects as follows;

Red (670m μ and longer), yellow (585), green (536), blue (464) and violet (425 and shorter)

The authors adopted violet as the fifth unitary colour, since it surpasses any blend colour with regard to the degree of purity of hue sensation.

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

ヒキガエルに於ける迷走神経性呼吸反射 612.287

Über den Atemreflex Durch N. Vagus bei der Kröte.

(昭和24年度文部省科学研究費の補助による)

新 島 旭 (Nijima-Akira)*

I. 緒 言

カエルの迷走神経性呼吸反射の研究は、Heinemann (1), v. Wittich (2), Schipiloff (3), Knoll (4), Couvreur (5), Soprana (6), Pari (7), Berti 及び Marzemin (8), Gaupp (9)等によつてなされているが、いずれも迷走神経の切断による脱落症状より迷走神経の機能を推測している程度である。

また、Wedenskij (10) 及び Nikolaidis (11) は迷走神経の切断実験及び簡単な刺激実験を行っているがこれとても甚だ不十分の感をまぬかれない。

そこで私は切断実験、刺激実験をより詳細に行い、加うるに迷走神経肺枝よりの求心性衝撃を観察し、この3者を総合して迷走神経の呼吸性反射機能を解明せんとした。

II. 肺の膨縮実験

A. 緒 言

哺乳動物で、人工的に肺を膨らませたり、縮めたりして、迷走神経肺枝の末端受容器を刺激することにより、呼吸に対する迷走神経の反射作用を研究することは、Hering Breuer (12), Hess (13), van Voor Thuisen 及び ter Braak (14), 高木 (15)等により詳細に行われている。

カエルについても、Wedenskij (12) によつて行われているが、簡単な記述がなされているのみである。即ち Wedenskij は人工的に肺を縮めると「つめこみ型」の呼吸が起り、水素ガスまたは窒素ガスを肺におし込むときに、ガスの量が比較的少いときは「はき出し呼吸」を、多いときは呼吸抑制を來し、迷走神経を切つてお

た場合にはそのようなことは起らない。と述べているのみである。

著者は次に述べるような方法で更に詳細な観察を行い、ヒキガエルの呼吸に対する迷走神経の反射作用を明かにしようとした。

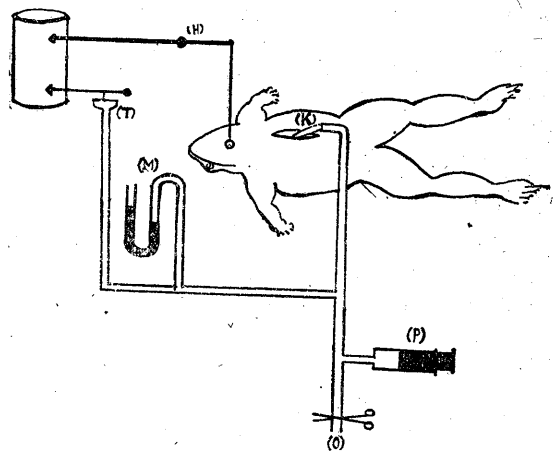
B. 実験方法

実験は昭和23年6月より8月にかけて行われた。実験動物としては中等大以上のヒキガエルを脊位に固定使用した。

気温は凡そ20°C以上30°C以下であつた。

呼吸運動は口腔底の動きをヘーベルによつて煤紙上に画いた。

一侧の肺にはカニューレ (K) を挿入し、これに並列にタンブール (T)、水マンメーター (M)、注射器 (P)、外氣との連絡に (O) をつなぎ、(T) で圧をかいせ、(M) をよみ、(P) で肺に空気を入れたり出したりする。(O) で空気を外にもらせるようにした。



第1圖

ヒキガエルは左右の肺がその基部で連絡しているので一侧の肺に空気を入れても左右の肺を同じようにふくらすことが出来た。

* 新潟大学医学部生理学教室 (高木健太郎教授)

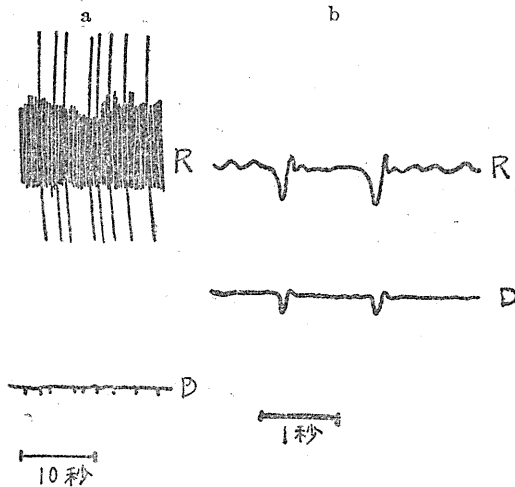
C. 實驗成績

1. 肺の膨縮實驗を行う前に正常呼吸及び迷走神経切断時の呼吸の変化を観察した。

a. 正常呼吸

加藤 (16) その他によると、カエルの正常の呼吸運動には、口腔底呼吸 (Kehloschillation) と換氣呼吸 (Ventilierende Atmung) があり、この2つが比較的不規則に交つてあらわれ、上方 (口腔底が凹込む方向) にも、下方 (口腔底が膨む方向) にも大体同じ幅で振れている。この他、つめこみ呼吸-休止-はき出し呼吸の一連の呼吸運動が行われることがある。

肺内圧を同時描記して見ると正常呼吸時には略 $10 \sim 20 \text{ mmHg}$ の所に一定して居り、換氣呼吸時にこれに相當した數 mmHg の動揺を示すのみである。



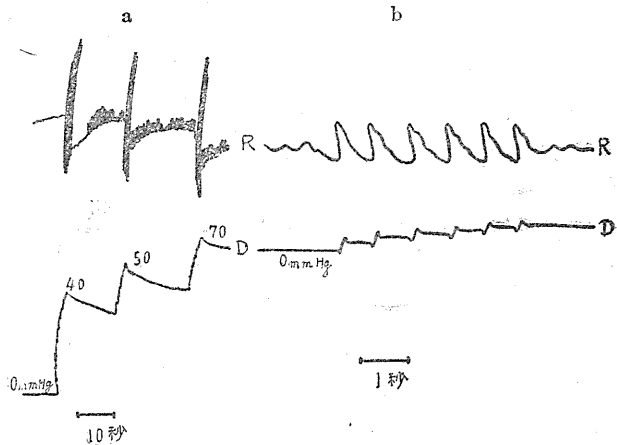
第2圖 ヒキガエル正常呼吸

- a. キモグラフオンを低速度で回轉したもの
b. 高速度で回轉したもの

R. 口腔底の動き (口腔底呼吸と換氣呼吸) D. 肺内壓

b. 兩側迷走神経切断後

多くの場合、兩側頸部の皮膚に小切開を加え、皮膚を剝して筋肉を露出する。M. cucullaris を充分に分離しておいてこれを切断すると、その下方に動靜脈と共に走っている迷走神経を見出し出来るだけ末梢部に於て切断する。



第3圖 兩側迷走神経切断時の呼吸

a. 低速度 d. 高速度

口腔底呼吸と集團的なつめこみ呼吸のみが行われる

またある場合には胸部を開き肺を露出して、迷走神経肺枝を確実に分離しこれを切断した。このどちらの場合に於ても、正常の換氣呼吸は止んで、數回のつめこみ呼吸の連続と、口腔底呼吸の連続とが交互にあらわれ、つめこみ呼吸の振幅は正常の2倍近くにも増大するが、特に上の方向に著しく、通常つめこみ呼吸についてあらわれるはき出し呼吸が行われないために肺は急速に増大し、そのため腹圍は著しく増大する。

このとき肺の膨大に伴つて肺内圧は階段状に上り 100 mmHg 以上にもなり、極めて圧の増大が大きい場合には、カニューレ挿入部が破れたり、呼吸裂孔 (Atemritze) を通つて空氣が幾分漏れ出ることもあるが、自発的なはき出し呼吸は全く見られない。

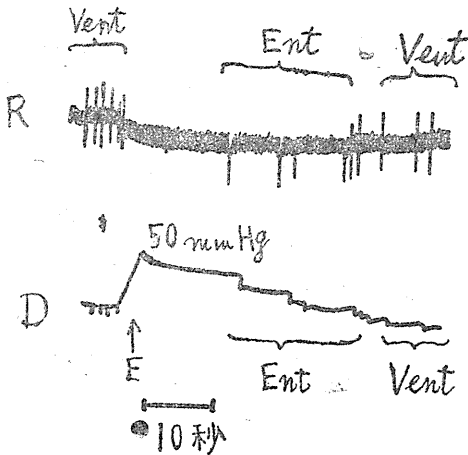
2. 左右の肺を膨ませ又は縮めた場合

a. 迷走神経健全なる場合

空氣を (P) により肺に入れると、内圧が略一定の値 (約 $25 \sim 30 \text{ mmHg}$) 以上に達すると、直ちに換氣呼吸は停止し、口腔底呼吸だけが行われるようになる。暫くたつて後はき出し呼吸が數回行われ、次で次第に正常の換氣呼吸に移行する。

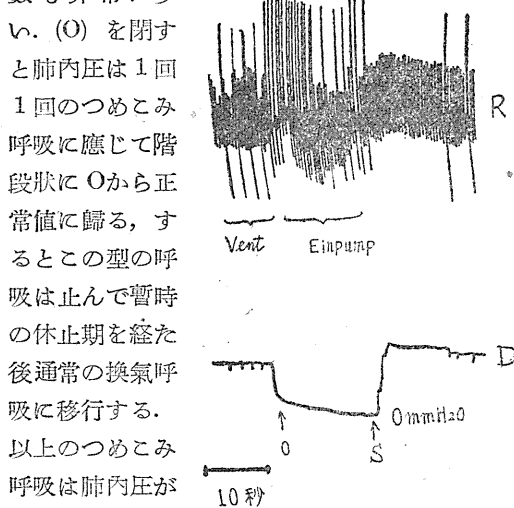
肺内圧は空氣を入れることにより一時高まり、換氣呼吸が停止している間はそのまま止つ

ているが、はき出し呼吸が起ると共に、肺内圧はこれに相當して次第に階段狀に減少し、遂に約10~20mmH₂Oの平常圧に歸る。このような換氣呼吸の停止及びそれに続くはき出し呼吸は肺内圧が正常値をはずれたと思われる高さ、即ち、25~30mmH₂O以上に達したとき起る。



第4圖 Eの所で肺に空氣を壓入する
Entははきだし呼吸、Ventは換氣呼吸

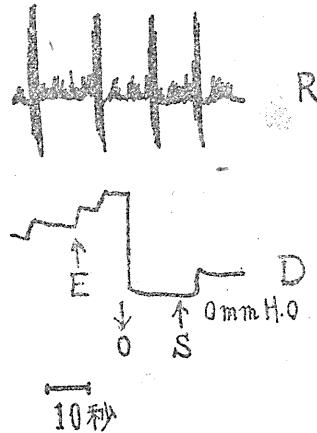
また、(O) なるコックを開くと、肺から空氣が出て、肺は萎縮する、すると以上とは反対に大きい強いつめこみ呼吸が連続して起る、その數も非常に多い。(O) を閉すと肺内圧は1回1回のつめこみ呼吸に應じて階段狀にOから正常値に歸る、するとこの型の呼吸は止んで暫時の休止期を経た後通常の換氣呼吸に移行する。



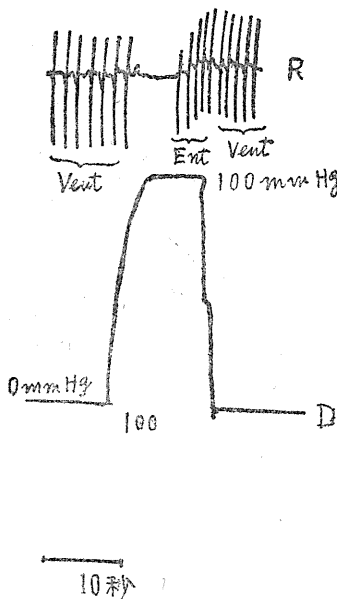
第5圖 Oでコックを開いて空氣を放出し肺を縮める。Sでコックを閉じる
Ventは換氣呼吸、Einはつめこみ呼吸

b. 迷走神経切断後

兩側迷走神経を切断した後は肺に空氣を壓入したり、放出したりしても、以上の現象は少しも現われず、唯最初にのべたような迷走神経切断時のつめこみ呼吸が、肺の膨張收縮には無



第6圖 Eで肺に空氣を壓入しても、Oで空氣を放出して肺を縮めても呼吸運動は変らない



第7圖

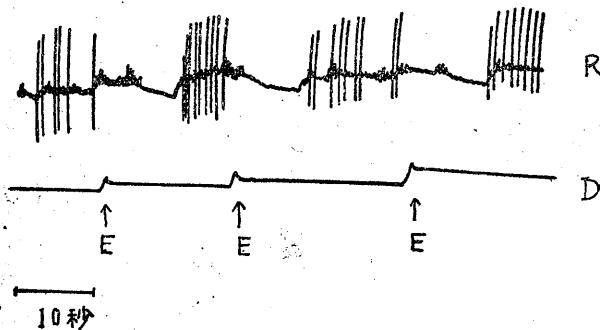
(O) を開けて一側の肺だけを萎縮させた時には上下に略等しい振幅で通常の換氣呼吸よりもやゝ振幅の大きい呼吸がつづく。これは換氣呼吸の一異型と見てさしつかえあるまい。

関係に行われる。

3. 一側の肺及び迷走神経はそのまゝにして他側の肺門を、迷走神経を傷けないように結紮し、空氣をこの側の肺に壓入すると、呼吸は一時停止するが、暫くして再び始まる。この経過は前にのべた肺門を結紮しないで左右の肺を膨ませたときの呼吸曲線とよく似て居り。そしてこの現象の起るのは大体25~30mmH₂O以上に肺内圧が上つたときであるから、前に見られた、はき出し呼吸より換氣呼吸へ移行する呼吸型と同様のものであると言えよう。

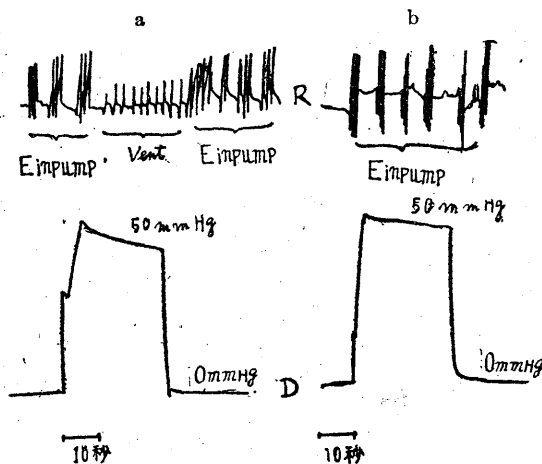
以上のべた現象は結紮しない側の肺の迷走神経が働いている上に結紮した肺側の迷走神経の働きがその肺の膨張収縮に応じて加わり、その加重されたものが反射的に呼吸運動に影響を及ぼしたものと考えられる。

また、階段状に肺内圧を上げると、上げた瞬間から暫時の間呼吸は停止しているが、やがてはき出し呼吸が起り、ついで換気呼吸に移行して、圧をそのまま上げておいてもこれはそのまま継続している。



第8圖 Eで肺に空気を壓入する

次に假に左肺を肺門部に於て迷走神経を傷けないように結紮し、右肺には孔を開けてこれを萎縮させておく。左肺の肺尖部から空気を抜いて萎縮させると、両側迷走神経を切断した場合に類似した呼吸が起る。左肺に空気を圧入してこれを膨らすと、今まで起つていたつめこみ呼吸は止み、呼吸は一時停止する。暫くして換気



第9圖 a. 迷走神経切断前 b. 迷走神経切断後

呼吸と覚しき呼吸が起つて来る。左肺を萎縮させると換気呼吸は止んで、もとのつめこみ呼吸にかえる。

左側迷走神経を切断しておいて以上の操作を繰返してもすべて無効であつた。

D. 結論及び考察

1. 肺を膨らませると換気呼吸は一時停止し、その後はき出し呼吸が起り、次第に換気呼吸に移行する。このような現象は肺内圧が正常値 (略25mmH₂O) 以上になつたときにあらわれる。

2. 空気を放出して左右の肺を萎縮させると直ちにつめこみ呼吸が起り、これは始めは連続しているが、後には群をなして断続するようになる。この様な現象は肺内圧が略5mmH₂O以下であるときにあらわれる。

3. 一側はそのままにして他側の肺門を結紮し、呼吸運動によつて肺の容積が変化しないようにしておいて、これに空気を圧入又は放出しても1, 2と略同様の現象が見られる。

4. 腹壁を充分開いて肺を完全に空中に露出して腹壁からの反射を除いた場合にも同様の成績を得た。

5. 迷走神経切断の後には之等の操作は呼吸に対して全部無効になつた。

以上より見ると、これ等が迷走神経性の呼吸反射である事は確實であるが、Wedenskijの云う、肺に入れるガスが少量のときははき出し呼吸、大量のときは呼吸抑制を來す、という所見とは完全に一致しない。

Ⅲ. 迷走神経肺枝よりの求心性衝撃について

A. 緒言

Einthoven (17) 以來温血動物の迷走神経肺枝からの求心性衝撃については、Kellr 及び Löser (18), Partridge (19)等によつて報告されて居り、最近はAdrian (20), 田崎 (21), Knowlton 及び Larrabeé (22) 等より單一神経纖維に於け

る求心性衝撃について報告されている。

しかし、ヒキガエルについてはあまり報告されていない。著書は最近ヒキガエルの迷走神経肺枝から単一神経繊維を分離し、その求心性衝撃を観察し、以て迷走神経性呼吸反射の解明に資せんとした。

B. 実験装置及び方法

先ずヒキガエルの一側肺をその迷走神経肺枝をつけて切出す。この際豫め肺門部にて肺を結紮しておく。また迷走神経はなるべく長くつけて摘出する。とり出した迷走神経-肺標本を用意した Ringer 液中に入れる。肺尖部には豫め孔をあけておく、次に田崎の方法に倣つて2本の針を使用して神経繊維を分離する。通常迷走神経肺枝は肺に入る直前に於て、数本の枝に分れているがその内最も細いものを残して他を切断する。神経繊維束よりの動作電流をみるとときにはこのまゝ使用するが、必要に応じて更にこの枝から単一或は数本の神経繊維を分離した。

手術を終つた後にはガラス板上にこれをのせたまゝ顕微鏡で繊維の太さを測定し、次でこれを実験装置にとりつけた。

先ず肺尖部の孔にカニューレを挿入する。これはゴム管で水マンメーター、注射器、肺内圧描写器に連絡している。肺に注射器で空気を圧入して肺が膨れると、その内圧は水マンメーターで読むことが出来、同時に感光紙上に描記出来る。

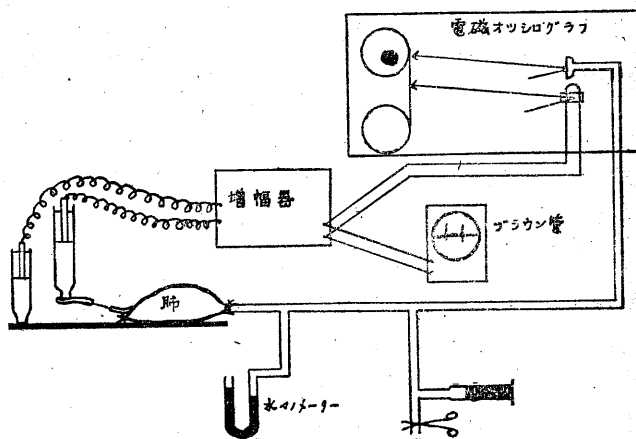
増幅器は通常の R-C 結合、電圧3段増幅のものを使用し、動作電流はブラウン管で観察しながら、同時に横河 N3 型オツシログラフにて H 型振動子を使用、描記した。

実験は23年12月より24年3月の間に行つた。

C. 実験成績

1. 肺内圧と神経繊維束からの動作電流

2月7日の実験例について述べると、肺がしぼんでいるときには数秒に1回位の衝撃を見るだけであるが、肺に空気をやゝ急に圧入して肺



第10圖

を膨らして肺内圧を 60mmHg に上げると、衝撃は急に増加し、毎秒15回位になる。3秒ほど経過するうちに衝撃数はどんどん減少して毎秒約1回になる。そこで又急に肺に空気をおしこんで肺内圧を 75mmHg まで上げると、再び衝撃は急激に増加し毎秒凡そ23回となり、10秒後には約12回となつた。14秒目に極めて緩かに肺を膨らして肺内圧を 90mmHg に上げて見たが衝撃数は増加せず減少をつゞけ30秒後には毎秒略1回となつた。そこで更に肺内圧を急速に上げて 130mmHg にした所、再び衝撃数は急にまして毎秒29回となり、その後徐々に減少して5秒後には凡そ毎秒18回となつた。

2. 肺内圧と単一神経繊維からの動作電流
標本の迷走神経は結合組織がかたく、また一般に神経繊維が細かくからまつているので分離が中々困難であり、特に単一の繊維にするのは難かしく、数本か単一の判定の困難なる場合がしばしばあつた。求心性衝撃のあらわれ方に2つの場合が見られた。

第1の場合、肺をしぼんだまゝにしておくと求心性の衝撃はほとんど見られないが、肺を膨らせると衝撃が急に現われ、毎秒数十回の頻度を示す。しかし数秒にしてたちまち減少して消失してしまう。こゝで更に肺を膨らせると同様の経過を繰返す。急に空気を抜いて肺を縮めるとごく短時間の間に数回の衝撃があらわれる。肺を膨らせた後の衝撃数の減少の仕方は必ずし

も正確に指数函数的な規則正しいものではないが大まかにはそのような経過になる。

第2の場合、肺がしぼんでいるときにはほとんど衝撃を見ないが、肺を膨らませて肺内圧が60 mmH₂O になると毎秒0.4回、100mmH₂O では毎秒0.7回、135mmH₂O では毎秒 3.2 回の衝撃

が見られ、圧を上げている間中殆んどその頻度は一様であることが注目を引いた。

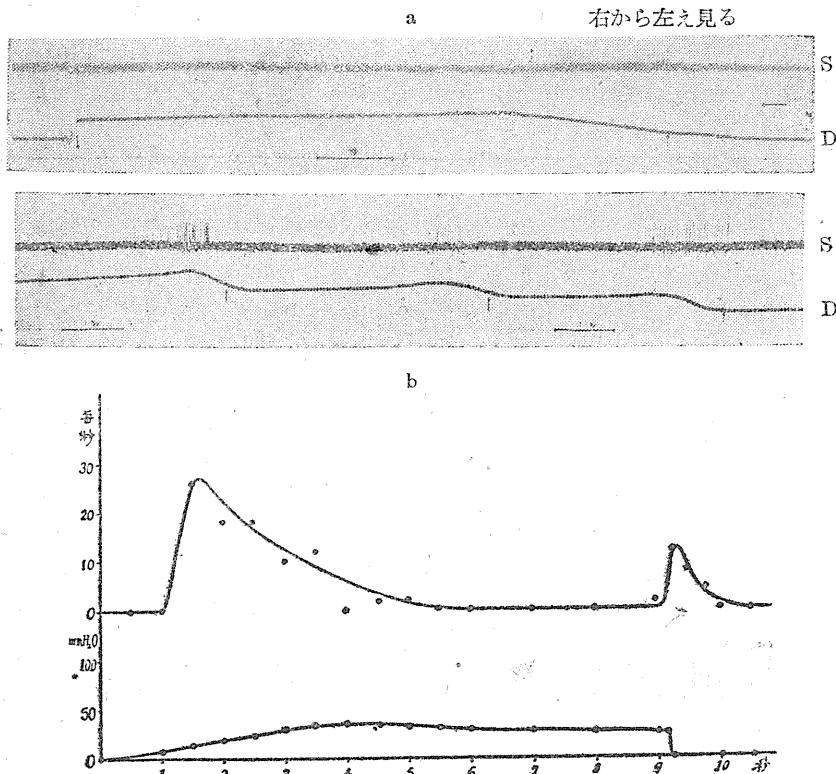
以上の実験に於ける繊維は太さ凡そ 7 μ 前後の有髓のものであつた。

また単一、或いは数本に分離し同神経繊維から、何等の求心性衝撃の見られないこともしば

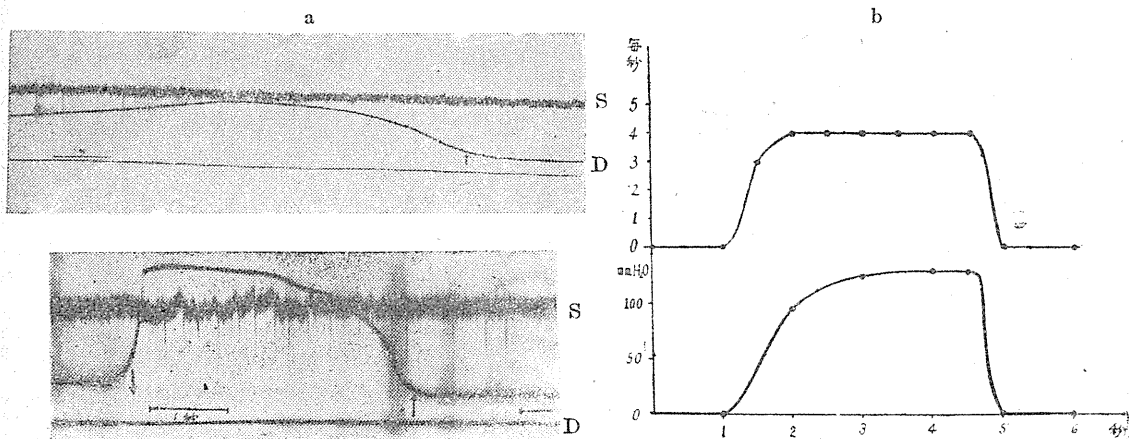
しばあつたがこの場合、繊維が傷ついた爲によるのでなければ、遠心性の衝撃を伝える繊維であるのかも知れない。

3. 肺の機械的 刺激と働作電流

空気を出し入れして肺壁を伸展或いは収縮させた時ばかりでなく、肺を外部より木片刺激毛等で突いたりこすつたり又圧迫したりした時にも求心性衝撃が見られた。神経繊維束から働作電流を導きつゝ肺を木片で圧迫すると圧迫し



第11圖 a. S 働作電流, D 肺内圧 b. 縦軸; 働作電流頻度, 肺内圧. 横軸; 時間



第12圖 a. S 働作電流, D 肺内圧 b. 縦軸; 働作電流頻度, 肺内圧. 横軸; 時間

た瞬間には一過性に頻度の多い衝撃が見られ、
圧迫中には一定頻度の衝撃が見られた。

肺を切り開き肺内面を刺激毛で突いて見た
所、外面よりはるかに感度がよいことがわかつ
た。これによつて伸展受容器は肺の外表にある
のではなく、むしろ内面に存在するものと想像
される。

4. 組織的検索

Bodian 法等により染色を行い、肺臓壁を組
織学的に観察した所、内面の所々に伸展受容器
ではないかと思われる小体を見出した、1888
Smirnow (23) により記載された Nervenknäuel
と同一のものかも知れない。

D. 考 察

Adrian (19) は温血動物で、求心性衝撃は肺の
伸展度によつて決つて居り、なれは遅いと報告
している。最近田崎 (21) はなれの遅いものと速
いものゝ2種があることを報告している。

Knowlton と Larrabée は猫で肺からの迷走
神経繊維を

a. 肺の膨みに應じなれが速く、閾値の低い
もの

b. 膨みにのみ應じてなれが遅く、閾値の高い
もの

c. 膨みと縮みに應じ、なれが速く閾値が高い
もの

d. 膨みと縮みに應じ、なれが遅く閾値が低い
もの

の4種に分けている。

著者の実験結果は迷走神経末端の受容器には
少なくとも2種あることを推論せしめる。その1
つはなれの速いもので、肺の膨みに應じて一過
性に衝撃を発し、縮むときにも僅かの衝撃を
発するもの(後者の見られぬこともある)、之は
Knowlton, Larrabée の a, c のどちらかに属
するものであろうがその區別は判然としなかつ
た。他の1つは、なれが遅く、肺の伸展度の大き
い程多い頻度の衝撃を発するもので、b に相
當するものであろう。田崎の言うなれの速いも
のと遅いものについては、肺の膨縮実験が行
われていないので、Knowlton, Larrabée のど

れに相當するか、私の成績と全く一致するかと
うかは不明であるが大まかに言つて、私の言う
なれの速いものと遅いものに一致するものでは
あるまいか、Knowlton, Larrabée の d に相當
するものは見出されなかつた。

IV. 迷走神経刺激実験

A. 緒 言

カエルの迷走神経中樞端を電気刺激して、そ
の呼吸への影響を見ることは Wedenskij (10),
Couvreur (5), Knoll (4), Nikolaides (11) 等によ
つてなされているがいずれも数十年前の報告
で、刺激には感應電流を用い、刺激頻度、強度
の調節等は今日から考えると不正確である。

そこで著者は新しい装置をもつて再実験を試
み、前に述べた肺の膨縮実験、迷走神経の求心
性衝撃の観察等からも合せ考えて、ヒキガエル
の迷走神経性呼吸反射の意義を明かにしようと
した。

B. 実験装置及び方法

やゝ大き目のヒキガエルを使用、麻酔には25
%ウレタン約2ccを皮下注射した。

先ずヒキガエルを合の上に背位に固定してから
左側迷走神経を切断する。この方法は肺膨縮
実験の項で述べたのと同じである。手術による
傷害を少なくするため皮膚切開は出来るだけ小さ
くした。次に胸骨を中央より離断して胸部を開
き、右肺を露出し、肺に入っている迷走神経を
たどりながら、出来るだけ長くこれを分離し、
肺に入る寸前にて切断し、傷つけぬように注意
しながら刺激電極に導いた。

電気刺激には長谷川 (24) が家兎迷走神経刺激
に使用したと同様の装置を用い、刺激頻度は毎
秒10回位より120回まで、強度は約0.6Vまでを
使用した。呼吸運動は口腔底をセルフインにて
つまみ、ヘーベルにより煤紙上に描記した。

C. 実験成績

刺激前には迷走神経切断時に特有の集團的な
つめこみ呼吸が見られる。刺激を與えるとその
強さが閾値(大体0.6V)以上であれば呼吸は停
止し、約10~30秒位これが続く。次いで呼吸が

始るが、これは始めははき出し呼吸に近いが漸時換氣呼吸に移行する。また始めから換氣呼吸に近い型のこともある。この呼吸型は刺激を與えている間中規則正しく連続する。

刺激を止めた直後でもまだ換氣呼吸が続き、やがてその振幅が大きくなり、つめこみ呼吸に変化する。このつめこみ呼吸は始めの間は連続して行われるが段々集團的な傾向を現わし、遂には刺激前の状態に歸る。以上の現象は刺激頻度の如何にかゝらず同様に起る。この刺激装置では刺激頻度をかえると強度も幾分変化するのであるが、ある刺激頻度及び強



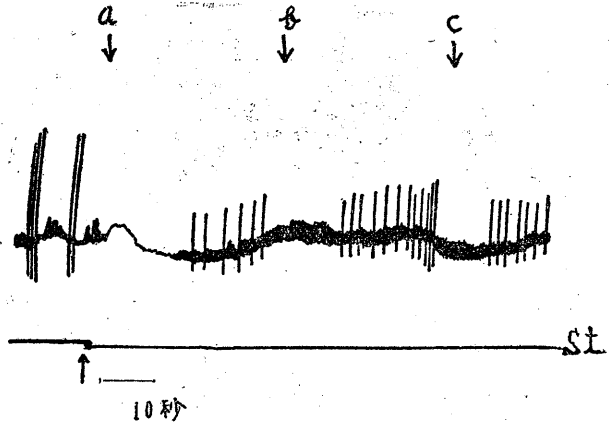
第13圖

R. 呼吸曲線 St. 電氣刺激のシグナル

↑. 刺激始め ↓. 刺激やめ

度で刺激しておいて、呼吸停止、次ではきだし呼吸、換氣呼吸が起つてから、刺激頻度又は強度のみを変化させると、再び呼吸停止、次ではきだし、換氣呼吸を繰返す。この関係は肺の膨縮実験に於て、肺門を結紮した側の肺に空氣を階段狀に圧入して肺をふくらせた場合に見られる呼吸の変化と類似している。極度に強い刺激(約3V)以上を用いると、全口腔筋内の強い收縮や、時には強い呼息を起し、肺が一度に收縮することも見られた。これは電流滑走によるためではないかと想像される。

また、刺激をやめた後に見られる連続したつめこみ呼吸から、刺激前の呼吸へもどる経過は



第14圖

- ↑. 刺激始め a. 毎秒10回の頻度で刺激
b. 毎秒40回の頻度にする c. 毎秒115回の頻度にする

ウレタン麻醉時には長い時間を要し、温血動物の迷走神経刺激後の解放現象と似ていて興味深い。

D. 考 察

迷走神経中樞端を刺激すると一時的に呼吸が停止することはNikolaides (11), Couvreur (5), Knoll (4), Wedenskij (10) の觀察した如くであるが、刺激をつづけていると、はきだし呼吸、及び換氣呼吸が生ずることは今までに報告されていない。

また以上の実験から、刺激の頻度又は強度がふえると呼吸は一定停止し、続いてはきだし呼吸次いで換氣呼吸が起るがそれより刺激の頻度又は強度がますます同様のことを繰返す、即ち單一神経纖維の興奮回数が多くなつても、また興奮する神経纖維の数が増加しても、呼吸停止、はきだし呼吸、換氣呼吸の一連の変化が起ることが考えられる。

これは前にものべた通り、肺を階段狀に膨ませた場合の呼吸変化と一致することは興味深い。また、刺激強度及び特に頻度の呼吸への影響については上記の人々によつてはほとんど報告されていない。

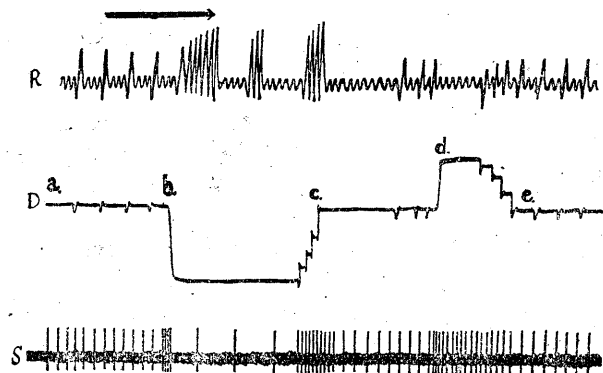
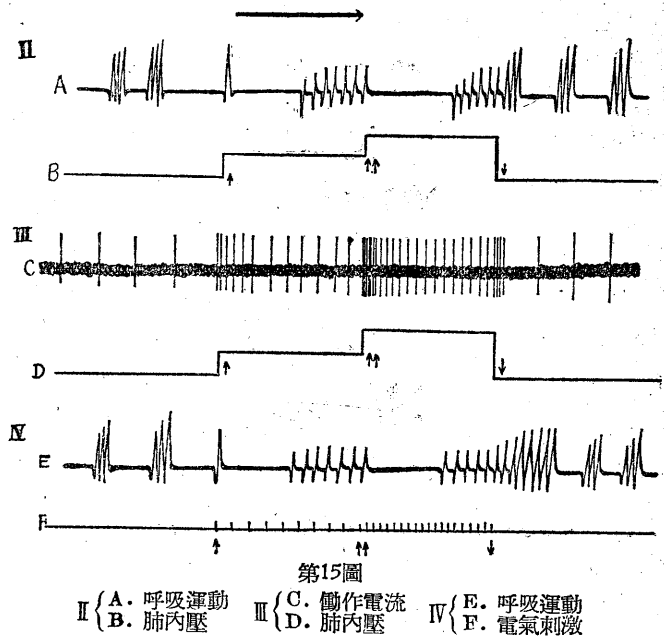
V. 總括及び結論

結論を述べる前にⅡ, Ⅲ, Ⅳの実験結果をこゝにもう一度總括して見ると、

Ⅱに於ては、胸部を用いて右側の肺門部を迷走神経を残して結紮し、左側迷走神経は切断し、左肺には孔をあけておく、右肺が萎縮しているときは迷走神経切断時と同様に集團的なつめこみ呼吸が若干の休止期をおいて繰返されている。空気を圧入して肺をふくらますと呼吸は一時停止する。暫くすると今度は呼吸が始まり、ついで換氣呼吸に移行する。こゝで更に肺をふくらますと、今までと同様に呼吸停止、はきだし呼吸、換氣呼吸をおこす、肺から空気を放出して肺を萎縮させると換氣呼吸は止んで、始めと同様のつめこみ呼吸になる。

Ⅲ. 迷走神経肺枝からの求心性衝撃については、肺が萎縮しているときには、わずかの頻度の求心性衝撃が見られる。肺を膨ますと衝撃の頻度は一過性に増加するがやがてなれの速い繊維の興奮は止んで衝撃数は一定する、しかしこの数も、もとの場合よりは多い。こゝで更に肺をふくらますと衝撃は更に一過性に増加し暫くして一定の数となる、この頻度は勿論前の頻度より多い。肺を萎縮させると一過性に數回の衝撃が表われるがすぐに衝撃数は減少して、始めの数にかえる。

Ⅳ. 兩側迷走神経を切断し、右側迷走神経中樞端を刺激する実験に於て、刺激前には迷走神経切断時に特有の集團的なつめこみ呼吸が行われている。今ある頻度をもつて、閾値以上の強度で刺激すると、呼吸は一時停止し、暫くして、はきだし呼吸、換氣呼吸が起る。こゝで更に、前より多い頻度で刺激すると、再び呼吸は一時停止し、更にはきだし呼吸、これに続いて換氣呼吸を來す。刺激を止めると換氣呼吸は段々つめこみ呼吸に移行し、やがてつめこみ呼吸は次



第16圖 R. 呼吸運動 D. 肺内壓 S. 動作電流

第に実験前に見られた集團的なものに歸る。

このⅡ, Ⅲ, Ⅳの事実より肺の膨縮実験に伴う呼吸の変化を説明して見ると、

a. 肺がある程度膨れているときには換氣呼吸が行われているその時迷走神経からはxなる頻度の求心性衝撃が見られる。

bに於て肺を萎縮せしめると、求心性衝撃はxより減少して0に近づく、このとき換氣呼吸は変化してつめこみ呼吸となる。

cに於て肺からの開孔部を閉じると、つめこみ呼吸により、肺は膨れて求心性衝撃は増加する。そのため呼吸は一時停止しなれの速い神経繊維の興奮が止むと、かるいはきだし呼吸が起

るが肺内圧はほとんど差がないので肺はほとんど縮まない、更にこれは換氣呼吸に移行する。このとき求心性衝撃の数は略一定である。

dにて肺に空気を圧入して肺を膨らませると求心性衝撃は増加しxより多くなる、すると呼吸は停止し、なれの速い神経纖維の興奮が止んで求心性衝撃が減少するとはきだし呼吸がおこる。このとき肺の内圧は口腔内圧よりずっと高いから肺から空気はどんどん放出され、肺は萎縮してもとの状態に歸る。求心性衝撃も次第に減少してxとなるがこのとき呼吸はもとの換氣呼吸となる。

以上よりなれの速い受容器からの衝撃は呼吸停止に一役買つて、この衝撃の減少がはきだし呼吸、換氣呼吸をおこすのに幾分役立っているのであろう。

またなれの遅い受容器からの衝撃がある頻度以下ではつめこみ呼吸が起り、ある頻度以上では、はきだし或いは換氣呼吸が起るのであろう。

加藤(16)は蛙の呼吸の色々な型について、これはいずれも口腔底の筋と、喉門開筋の收縮の時期のずれの大小によつて起ることを明かにした。即ち、つめこみ呼吸に於ては両者がほとんど一致し、換氣呼吸、はきだし呼吸となるにつれて、喉門開筋の收縮時期が早くなり、口腔底の筋の收縮時期までの時差が長くなる。このことを著者の実験結果とを合せ考えると、迷走神経肺枝より求心性衝撃が非常に少いときにはつめこみ呼吸、或る程度以上でははきだし呼吸、更に換氣呼吸をおこし、その結果肺の容量が一定に保持されることから、肺よりの求心性衝撃の少いときは、この2つの呼吸筋群の收縮時期のずれが少く、求心性衝撃数が或る程度以上ではずれが大きくなる。

即ち、ヒキガエルの迷走神経性呼吸反射は肺からの、迷走神経を通つての求心性衝撃により口腔底筋、及び喉門開筋の收縮時期を加減することにより、肺容量を略一定に保持するように行われていると結論出来る。

また最近廣神(25)は家兎を用い、腹腔内に空

氣を注入して横隔膜をおし上げ肺容量を減少させようとする、直ちに胸廓が擴大して、肺容量は一定となる。所が迷走神経を切つておくと、一時この作用は障碍されることから、迷走神経には肺容量を一定に保持させる働きがあると結論している。

このように冷血動物に於ても、温血動物に於ても迷走神経の呼吸に及ぼす働きについて同一の結論が可能であることは大変興味深い。

終りにのぞみ、色々御指導下さつた、高木教授に心から感謝いたします。

文 献

- 1) Heinemann, C. (1861) Ueber den Respirationsmechanismus der Rana esculenta und die Störung desselben nach Durchschneidung der Nn. Vagi. Arch. f. Pathol. Anat. und Physiol. 21, 22
- 2) v. Wittich (1886) Ueber die Beziehung der Medulla oblongata den Atembewegungen beim Frosche. Arch. f. Pathol. Anat. und Physiol. 37, 322
- 3) Schipiloff. (1886) Influence de la sensibilité générale sur puelque fonctions de l'organisme. Arch. de Sc. Phys. et Nat. (Winterstein: Vergleichende Physiologieより引用)
- 4) Knoll, P. (1887) Beiträge zur Lehre von der Atmungsinnervation 8. Mitteil. Sitz-ber. d. Wien., Akad. 96, 92 (Winterstein; Vergleichende Physiologieより引用)
- 5) Couvreur, E. (1888) Contribution a l'étude physiologique du pneumogastrique chez les vertébrés inférieurs. (1909) Contribution l'étude de la respiration aeriennne. J. De Physiol. et Physiol. et Pathol. génér. 561
- 6) Soprana, F. (1904) Del ritmo respiratorio nell'erane vagotonizzate. Atti. del R. Ist. Ven. di Sc. Vol. 63. (1904) Action de vague sur la respiration interne. Arch. Ital. de Biol. 142, 125. Du rythme respiratoire chez les grenouilles vagotomisées. p. 139 (Winterstein: Vergleichende Physiologieより引用)
- 7) Pari G. A. (1906) Sul meccanismo e sul ritmo respiratorio delle rane normali et delle rane vagotomizzate. Arch. di Fisiol., 13, 283 (Winterstein: Vergleichende Physiologieより引用)
- 8) Berti, A., M. Marzemin (1910) Sulla meccanica respiratoria et sulla eliminazione di CO₂ nelle rane vagotomizzate sotto l'origine del laryngee superiore. Arch. di Fisiol. 8, 389 (Winterstein: Vergleichende Physiologieより引用)
- 9) Gaupp, E. (1896) Zur Lehre von dem Atemmechanismus beim Frosche. Arch. f. Anat. (u. Physiol.) 239
- 10) Wedenskij, N. (1881) Ueber die Atmung des Frosches. (Rana temporalia) Pflüger's. Arch. 25, 129

- 11) Nikolaides R. (1908) Die Atembewegungen der Amphibien und ihre Registrierung. Ctbl. f. Physiol. 22, 753. (1910) Untersuchungen über die Innervation der Atembewegungen der Amphibien. Arch. f. (Anat. u) Physiol. 197
- 12) Breuer, J. (1868) Die Selbststeuerung der Atmung durch den Nervus Vagus. Sitzbed. Akad. wies, Wien Abt. 2. 58, 909
- 13) Hess, W. R. (1931) Die Regulierung der Atmung. (1930) Kritik der Hering-Breuer'schen Lehre von der Selbststeuerung der Atmung. Pflüger's Arch. 226, 198
- 14) Van Voorthuysen, ter Braak (1940) Weitere Beobachtungen über den tonischen Vaguseinfluss bei verschiedenem konstanten Lungenvolum. Pflüger's Arch. 243, 724
- 15) 高木健太郎・池 留雄 (昭和17年) 迷走神経の呼吸調節作用について (第1報) 日本生理誌 7, 303
- 16) 加藤初藏 紙上未発表 (第26回生理学会にて講演)
- 17) Einthoven, W. (1908) Ueber Vagusströme. Pflügers Arch. 124, 246
- 18) Keller, Ch. J. u. A. Löser (1930) Die zentripetale Lungenvagus. Zeitschr. f. Biolog. 89, 373
- 19) E. D. Adrian (1933) Afferent impulses in the vagus and their effect on respiration. J. of Physiol. 79, 332
- 20) Partridge, C. R. (1939) Respiratory accelerator action of the carotid sinus-cardiac depressor mechanism. J. of Physiol. 96, 233
- 21) 田崎一二 (昭和24年) 末梢神経内の各種求心性並びに遠心性繊維の働きについて 日本生理誌 11, 学4
- 22) Knowlton G. C., M. C. Larrabee (1941) A unitary analysis of afferent vagal fibers stimulated by changes in lung volum. Am. J. Physiol. 133, 351
- 23) Smirnow, A. (1888) Ueber Nervenendknäuel in der Froschlunge. Anat. Anzeiger 3, 285
- 24) 長谷川 弘 紙上未発表 (第26回生理学会にて講演)
- 25) 廣神俊郎 (同上)

Summary

1. Wird die Lunge der Kröte durch in die Lunge eingeführte Kanüle aufgebläht, steht die Atmung still, und dann beginnt die entleerende Atmung, so sinkt der Innendruck der Lunge herab, und die Atmung allmählich geht zur ventilierenden Atmung über.

Wenn die Luft durch die Kanüle mit einer Pumpe ausgesaugt wird und die Lunge zusammengezogen wird, beginnt die einpumpende Atmung sofort, und steigt dementsprechend der Innendruck bis zur normalen Grösse (20~30mmH₂O), und die einpumpende Atmung wechselt sich zur ventilierenden Atmung.

Der oben erwähnte geht aber nur, solange die Vagus intakt sind.

2. Die Aktionsströme von Bündel oder Einzelfaser des Vagus vom exstirpierten Lungen-vaguspräparate werden aufgenommen.

Wenn die Lunge aufgebläht wird, so gewinnt man von einer Einzelfaser rasch abnehmende frequente Impulse, und von anderer sehr langsame abnehmende und dem lungenvolumen entsprechende Impulse. Die erste ist "leicht akkommodierende Faser" und die letzte "schwer akkommodierende".

Es gibt zwei Arten von Faser in Bündel des Lungenvagus.

3. Bei der beiderseitigen Vagotomie beobachtet man nur die einpumpende Atmung. Durch die Reizung dieses zentralen Vagusstumpfes tritt erst der Atemstillstand auf, dann beginnt die entleerende Atmung, die, während der Reizung, zur ventilierenden Atmung geht über.

Die oben erwähnte Tatsache beweist die folgende; wenn die Lunge zusammengezogen wird, dabei die wenige Impulse durch den Vagus zentral gesendet wird, so ergibt sich die einpumpende Atmung; wenn die Lunge aufgebläht wird, dabei frequente Impulse gesendet wird, so-nach dem kurzzeitigen Atemstillstand ebeginnt die entleerende Atmung.

In den beiden Fälle geht die Atmung schliesslich zur ventilierenden Atmung über, und nun der Innendruck der Lunge erhaltet sich konstant.

Der Lungenvagus der Kröte beweist reflektorisch für die Konstanterhaltung des Lungenvolumens.

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

Nicotine の 心 臓 血 管 に 對 する 作 用 612.174.185

Studies on the Action of Nicotine
to the Blood Vessels of the Frog and Toad.

錢 場 武 彦 (Semba-Takehiko)*

I. 緒 言

Nicotine の冷血動物循環系に対する作用に於て、従來の業績を見るに、血管系に対してはこれを收縮させる (3, 9, 11, 18, 19, 21, 23, 26) といわれ、或は擴張させる (12, 18) といわれ、又一旦收縮させたのち擴張させる (1, 11, 13, 20, 30) 等々いわれ一定しない。殊にその作用・機轉に就ては、滑平筋への直接作用であるか、血管運動神経末端の刺激となるのか全く不明である。

一方心臓に対しては、vagus effect が認められるとするもの (2, 3, 10, 15) や、逆に心搏増加を認めるもの (7, 28) や、亦濃度によつて反應が異なるというもの (13, 18, 25) もある。

茲に於て、著者は nicotine の循環系に対する作用を決定しようと思ひ、蟾、蛙の血管灌流実験、正常血行に於ける觀察、心洞房標本に於ける作用等を追及して、その作用機轉に就て若干の知見を得たので報告する。

II. 実 験 方 法

nicotine (Merck) 10^{-2} ~ 10^{-7} , 0.25~1.0cc を用う。その pH の変化は循環系に対して余り影響を及ぼさなかつたので、その儘使用した (31)。蛙 (*Rana nigromaculata* Hall) は 0.1% curare 麻醉、蟾 (*Bufo vulgaris Japonica*) は ether 麻醉

を施した。実験は冬期 (室温 12° 前後) 行つた。

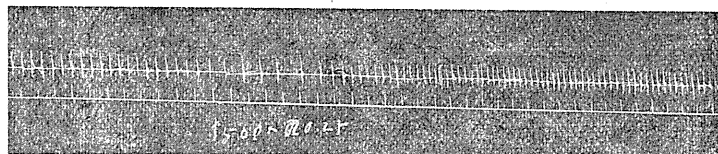
III (A). 灌 流 実 験

1) 実験方法: Löwentrendelenburg 氏法により墓の下肢を灌流した。灌流液は Ringer-會爾氏液を用いた。時に腸管を灌流した。nicotine は灌流輪道中に 1~0.5cc 宛注入したが、nicotine 溶液を灌流した場合もある。実験は全て灌流開始後 50 分以内に終了する事にした。

2) 実験成績

第 1 表

例	灌流部位	nicotine の濃度	注入量 cc	注入前滴數(分)	注入直後より毎分毎の滴數の変化
A1	腸管	10^{-2}	0.25	15	12, 18, 22, 24, 21
2	"	10^{-3}	0.5	48	24, 18, 16, 50, 62, 66
3	下肢	10^{-4}	0.5	47	42, 46, 43, 49, 50
4	"	10^{-5}	2	23	12, 18, 20, 20, 25
5	"	10^{-7}	1	32	32, 28, 26, 40, 36
B1	下肢	10^{-2}	1	39	36, 14, 22, 24, 24
2	"	10^{-3}	1	58	50, 40, 40, 34, 32, 36, 38, 36, 38, 40
3	"	10^{-3}	0.5	49	18, 20, 30, 30, 28, 34, 36, 44
C1	下肢	10^{-3}	0.5	44	50, 50, 43, 46
2	"	10^{-4}	1	26	26, 30, 28, 26, 26
3	"	10^{-5}	1	24	28, 26, 24
4	"	10^{-6}	1	27	28, 32, 28, 28, 25, 26



第 1 圖 500x nicotine, 0.5cc 注入。時間 6 秒

a) 血管は 10^{-7} 濃度以上の nicotine に反應した。多數例に於て nicotine 注入後 30 秒~2 分して流出滴數は著しく減少し、其後 1~2 分して滴數回復し來り、注入 4~5 分後よりは、滴數は注入前よりも増加し、以後 1~10 分持続する。

即ち血管は一旦收縮後擴張した。(第 1 表 A, 第 1 図)。

b) 10^{-2} , 10^{-3} 等の高濃度のものを注入し

* 廣島醫科大学生理学教室

た時は、單に血管の收縮のみを示す場合が多く、注入直後より十數分に亙り收縮が持続した (第1表 B)。

c) nicotine 注入により一過性に擴張を認めた場合がある (第1表 C)。

d) 高濃度の nicotine の反復注入により、nicotine に対する血管反應が変化する様な例には遭遇しなかつた。例えば2分間隔で、 10^{-3} Nicotine 0.5cc を反復注入した時、毎分毎の滴數の変化を示すと次の様で、常に血管の收縮を認めた。(→印で nicotine を注入する)。

62→16, 56→54, 58→54, 60→30, 53→32, 45

e) atropine 10^{-3} ~ 10^{-4} 0.5cc 注入1分後に 10^{-4} 濃度以下の nicotine 0.5~1cc を注入すると滴數の変化は認められない (第2表)。

第2表

例	atropine 注入後の滴數 (分)	nicotine 注入後より毎分毎の滴數の変化
1	44	44, 42, 44
2	53	51, 52, 54
3	50	50, 50, 50

これに反して nicotine 注入により收縮中の血管に更に atropine 10^{-3} ~ 10^{-4} 1cc を注入する時は、直ちに滴數増加を示す。即ち nicotine による血管の收縮は atropine により抑制される (第3表)。

第3表

例	原の滴數 (分)	nicotine 注入直後より毎分毎の滴數の変化	atropine 注入直後より毎分毎の滴數の変化
1	34	30, 18	26, 44, 50
2	54	28, 30	48, 60, 60
3	80	30, 30	52, 62, 72, 76, 80, 80

(B) 正常血行に於ける実験

1) 実験方法: (curare) 麻醉蛙の腸間膜血管を視野に置き nicotine を滴下して、その血管口径の変化を計測した。時に蹠膜を用いた。

2) 実験成績

a) 毛細動脈及分岐部では nicotine 10^{-4} 以上濃度に反應し、滴下60秒後に一過性に血管は收縮し、1~2分後には原の口径よりも擴張した。擴張は永く持続した (第4表 A, I)。收縮は常に一過性であつて、nicotine の適用継続中にも概ね60秒後には血管口径は回復する。又血管擴

張を來さず、收縮後原の口径に回復する例も多い (第4表 A, II)。 10^{-2} の様な高濃度のものを用いた時、直ちに $58.4 \rightarrow 69.4 \mu$ に擴張した例があつた (第4表 A, III)。血管擴張した場合、血行は概ね緩徐になつた。

第4表

例	部 位	nicotine 原の口径の濃度 (μ)	滴下後の口径の変化 (μ)
A I	毛細動脈	10^{-3}	47.5 43.8-51.1 (40%)
	分岐部	10^{-3}	23.9 21.3-26.6 (45%)
II	毛細動脈	10^{-3}	58.4 51.1-58.4 (65%)
	"	10^{-4}	43.8 36.5-43.8 (40%)
III	毛細動脈	10^{-2}	58.4 65.7-69.4 (50%)
B I	網状毛細管	10^{-3}	21.9 18.3-29.2
	"	10^{-4}	36.5 40.2 (+)
	"	10^{-6}	21.9 20.4
II	集合毛細管	10^{-4}	45.3 43.8
	"	10^{-5}	45.3 43.8
C	毛細靜脈	10^{-4}	116.8 131.4 (+)
		10^{-5}	131.4 138.7 (+)
		10^{-6}	102.2 109.5 (+)

b) 網状毛細管及集合毛細管にては、(a) に於けるよりもより稀薄な濃度で反應し 10^{-5} ~ 10^{-6} で收縮する。收縮後擴張する例は毛細動脈に於けるよりも一層屢々見られた (第4表 B)。

c) 毛細靜脈では、これに反して血管の收縮を認めず、常に擴張のみ見られた (第4表 C)。

d) atropine 10^{-3} ~ 10^{-4} 滴下後、3~33 分後 nicotine 10^{-3} ~ 10^{-4} を滴下する時は、毛細血管の何れの部位に於ても口径の変化を認める事が出来なかつた。即ち atropine により nicotine の血管作用は抑制されたと考えられる (第5表)。

第5表

例	部 位	原の口径 (μ)	atropine 滴下後の口径 (μ)	nicotine 滴下後の口径 (μ)
1	毛細動脈	39.9	33.3	33.5
2	網状毛細管	26.6	25.3	26.6
3	毛細靜脈	86.5	77.1	77.1

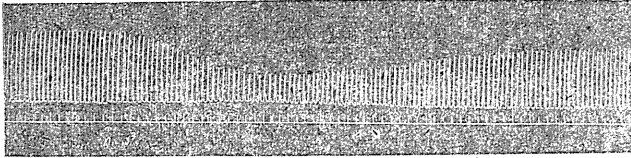
(C) 洞房標本に於ける実験

1) 実験方法: 臺洞房標本に nicotine 0.5cc を注入する。

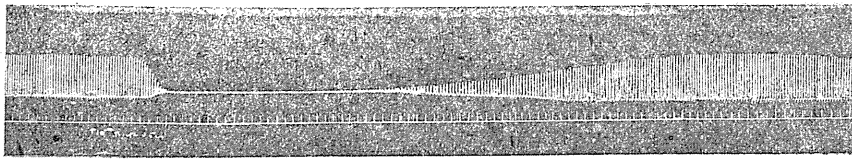
2) 実験成績

a) nicotine 10^{-3} ~ 10^{-4} 0.5cc の注入により洞房標本の收縮機械曲線の收縮高は著明に減少し、3~6分後回復する。この時搏動數に変化を來さない場合もある (第2図 A) が、多くは

搏動数も減じた。時には全く弛緩期停止に陥る(第2図B)。回復後僅かに収縮高を増す例はあるが nicotine により搏動数が増加する様な例には遭遇しなかつた。

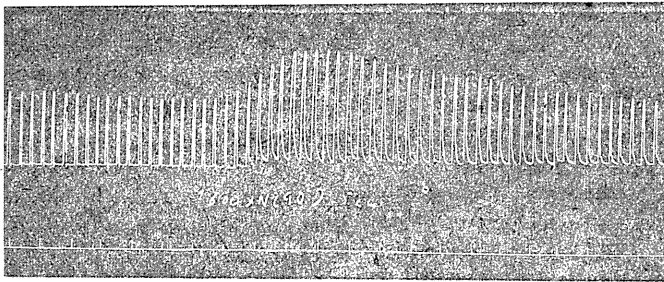


第2圖 A: 10^{-3} nicotine 0.5cc 注入



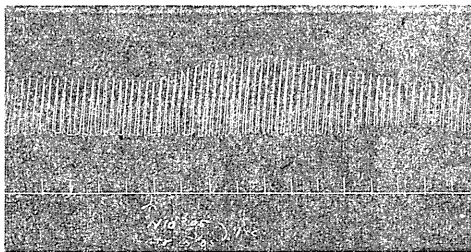
第2圖 B: 10^{-4} nicotine 0.5cc 注入. 時間6秒

b) atropine 10^{-3} ~ 10^{-5} , 0.5~1cc 注入後に nicotine 10^{-2} ~ 10^{-6} , 0.5~1cc を注入する時は, nicotine により (a) に示す様な vagus effect を呈さず, 反つて軽度の収縮高の増大を示し, 搏動数は不変に留るか又は僅かに減少した(第3図).



第3圖 500x nicotine 0.5cc 注入. 時間6秒

atropine 10^{-4} 0.5cc, nicotine 10^{-4} 0.5cc の混合液を注入した場合にも, 収縮高の増大のみが認められる(第4図). 而して nicotine の vagus



第4圖 10^{-3} nicotine 0.5cc + 10^{-4} atropine 0.5cc 注入. 時間6秒

effect は atropine 注入後 30~55分経過した後初めて認められる. 然るに atropine 注入後に於ける adrenaline, acetylcholine の作用を見るに, adrenaline 10^{-7} では atropine 注入後1分にして, acetylcholine 10^{-8} では4分後より夫々 adrenaline 又は acetylcholine の本来の心臓作用を見る事が出来る.

IV. 總括と考察

1) 血管灌流実験では, 多数例に於て nicotine による血管の収縮と夫れに随伴

する軽度の擴張を見たが, 單に収縮のみ認めた場合も多い. 少数例で單に擴張のみを見た例もある. 而して Vernoni (30) が示した様に濃度の高低により, 血管の収縮と擴張とを劃然と區別する事は出来なかつた.

2) 正常血行では, 毛細血管の部位によつて反應は明らかに異なる. 毛細動脈側には収縮のみ, 又は収縮のち擴張が見られ, 毛細静脈側にては擴張のみが認められた. 動静脈によつて反應が異なる事は Cohen (6) が温血動物の網膜血管で動脈は収縮し静脈は擴張するのを見ておる. 又落合等 (16, 23) は静脈は動脈に比し反應が弱いという.

3) Moore & Row (18) は灌流時には血管収縮し, 正常血行では擴張するというが, 著者はそういう例を見なかつた. 灌流液で tonus の消失を來した際に adrenaline, acetylcholine 等の反應が正常血行の場合と異なる事がある (22) が, adraenaline 10^{-7} が Ringer 氏液で血管灌流時に nicotine 10^{-5} 0.5cc を作用させたものでは, nicotine 注入前滴數14が注入後3分して6に減じ, 血管は常に収縮のみ見られた.

4) 血管の収縮及擴張機轉は, 血管内の化学的物質の濃度と血管壁の tonus の状態によつて

決定するものであらうと考えられる (22) が, nicotine が如何なる機轉に従つて, 時に收縮が著明に示され, 時に擴張が顯著であるかは不明である. 然し正常血行で見られる nicotine による收縮が常に一過性であつて, nicotine 適用中に係わらず約60秒以内に收縮は経過し, 且收縮が毛細動脈及分岐部に著明な事は, 血管收縮神経の分布密度と密接に関連する事を示すものであらう. 即ち血管收縮は nicotine による active の反應であり, 擴張は血管内圧等に関係ある passive のものであらうと考えられる.

5) 然して nicotine は血管系に対しては, 主として收縮を惹起するに反して, 心臓に対しては vagus effect のみ示される. Gotsev 等 (5, 7) はしかし心臓作用の促進を見た. 又 Langley 等 (13, 18, 25) は大量の nicotine を作用させた時のみ心臓作用の促進を見た. 然し著者の実験では atropine 注入後に於てのみ, 心臓收縮高の僅かの増大が認められたに過ぎない. 然もこの際に於ても搏動数は増加を示さなかつた.

血管にては之れを收縮させ, 心臓では心搏停止, 收縮高の減少更に心搏減少として示されるという事は, 一般に adrenaline や acetylcholine 等の血管及心臓作用と比較して奇異な現象といわなければならない.

6) nicotine は ganglion に特に作用するという考えよりして, Langley 等 (13, 18, 25, 28) は少量にては心臓機能の抑制, 大量では vagus の ganglion の麻痺により心臓機能の促進を來すというが, ganglion の存在しない心臓條片が nicotine により收縮する事が認められる (4, 17) し, 又 Langley (14) は横紋筋に於ける nicotine の直接作用を認めておる. 更に Thomas 等 (29) は腸運動に就いて交感迷走兩神経に作用するという. 此等の事実から, 著者は心臓では nicotine は ganglion よりも寧ろ血管と同様に神経末端機構に作用すると考えたい.

vagus の作用を消失させるために, 洞房標本に豫め atropine を注入する時は, nicotine の作用は全く一変し, 弛緩期停止を來さない (2, 10, 17) のみか, 收縮高の増大を示した (実験 C).

この收縮高の増加は, 交感神経末端機構への nicotine の作用と考える事が出来る. 即ち血管では直ちに交感神経末端が興奮し, 心臓では vagus の末端の興奮が交感神経のそれよりも優勢であると考え. これは恰も頸部迷走交感神経の電気刺激に於て, 常に vagus eect が優勢であることと歸を一にする.

7) atropine 注入により nicotine の作用は, 血管でも心臓でも消失する. 殊に心臓に於ては atropine 注入後30~55分以上経過しなければ, nicotine の作用は回復されない. 即ちその間に高濃度の nicotine を注入しても心臓の抑制作用は生じない. 然るに adrenaline, acetylcholine は nicotine の場合と同濃度の atropine 注入後1分及4分後には夫々本來の心臓作用を示した.

血管に於ても nicotine 注入後 adrenaline, acetylcholine が有効である (9, 20, 24, 31). 又 nicotine 灌流後にも尙内臓神経素の生成は影響されない (17, 27).

これらの事実から, adrenaline, acetylcholine 等と nicotine とは作用機轉が異なるという事を考える前に, 其等化学物質の濃度差に基づく反應の相違を考える可きであらう. 従つて nicotine と atropine との拮抗点が追及されねばならない.

V. 結 語

1) 墓下枝及腸管灌流実験にて nicotine 10^{-2} ~ 10^{-7} 0.25~2cc を作用させる時, 血管は一般に收縮して後擴張するが, 單に收縮のみ生ずる場合もある.

2) 蛙腸間膜を用い, 正常血行にて nicotine 10^{-3} ~ 10^{-6} を滴下する時は, 毛細動脈側の血管は收縮のち擴張か, 又は收縮のみを示し, 毛細静脈側の血管は擴張のみを示した.

3) atropine 作用では nicotine の血管作用は消失する.

4) 墓洞房標本に 10^{-3} ~ 10^{-6} nicotine 0.5cc を作用させる時は, vagus effect のみを見るが atropine を作用させた後30~55分間は, nicotine は心臓に対する vagus effect を失い, 單に收縮高の軽度の増大のみを示した,

文 献

- 1) Amsler, C. & E. P. Pick (1920) Pharmakologische Studien am isolierten Splanchnikusgefäßgebiet des Frosches. Arch. exp. Path. & Pharm. 85, 61
- 2) Anrep, B. (1879) Neue Erscheinungen der Nikotinvergiftung. Arch. f. Physiol. Suppl. Bd. 167
- 3) Barry, D. T. (1921) La signification des changements du rythme cardiaque produits par la perfusion avec la nicotine. Arch. int. Pharm. & Therap. 25, 391
- 4) Cheney, R. H. (1935) Ventricular response in caffeine-nicotine antagonism. J. Pharm. & exp. Therap. 54, 42
- 5) Clerc, A. & C. Pezzi (1912) Action de la nicotine sur le cœur isolé de quelques mammifères. J. Physiol. & Path. gén. 14, 704
- 6) Cohen, S. J. & L. Bothman (1927) Vasomotor fibers in retinal, choroidal and ciliary arteries. Amer. J. Physiol. 81, 665
- 7) Gotsev, T. (1935) Blutdruck und Splanchnikusgebiet. Pflüger's Arch. 236, 220 (1936) Über die Wirkung des nicotins auf das Herz, den Blutdruck und die Blutgefäße. Arch. exp. Path. & Pharm. 180, 275
- 8) Hamet, R. (1925) Sur l'inversion par la yohimbine. de l'hypertension provoquée par la nicotine, la cytisine et la lobéline. C. r. Soc. Biol. 93, 1274
- 9) Handovsky, H. & E. P. Pick (1913) Untersuchungen über die pharmakologische Beeinflussbarkeit des peripheren Gefäßtonus des Frosches. Arch. exp. Path. & Pharm. 71, 91
- 10) Hett, J. (1920) Die Nikotinwirkung am isolierten Froschherz. Arch. exp. Path. & Pharm. 88, 30
- 11) 石川才太郎 (1941) Nicotine の青蛙後肢血管に及ぼす作用. 京都醫誌 33, 1267
- 12) Krogh, A. (1919) Studies on the capillarmotor mechanism. I. J. Physiol. 53, 399
- 13) Langley, J. N. & W. L. Dickinson (1890) Pituri and nicotine. J. physiol. 11, 265
- 14) Loomis, A. L., E. N. Harvey & C. Mac Rae (1931) The intrinsic rhythm of the turtle's heart studied with a new type of chronograph, together with effects of some drugs and hormones. J. ges. Physiol. 14, 105
- 15) Maloff, G. (1932) Pharmakologische Versuche an isolierten Venen des Menschen. Pflüger's Arch. 229, 38
- 16) 望月温象 (1928) 温血動物心臓に於ける所謂迷走神経物質に就て. 福岡醫誌 21, 222
- 17) Moore, B. & R. Row (1897) A comparison of the physiological action and chemical constitution of piperidine, conine and nicotine. J. Physiol. 22, 273
- 18) Morita, S. (1915) Pharmakologische Untersuchungen an den Portalgefäßen der Froschleber. Arch. exp. Path. & Pharm. 78, 232
- 19) 長澤 博 (1925) アドレナリンの血管收縮作用に及ぼす諸種薬物の影響に就て. 京都醫誌, 22, 681
- 20) 永瀬正太 (1923) 青蛙内臓血管の薬物学的反應に就て. 京都醫誌 20, 1479
- 21) 西丸和義 (1949) 毛細脈管の研究. p. 19, 38, 日本醫學雜誌社, 東京.
- 22) 落合 明 (1928) 動脈静脈及毛細管の薬物学的反應に就ての比較研究. 日本薬物学誌 7, 258
- 23) Ranson, S. W. & W. D. Wightman (1922) Vasodilator mechanisms. III. Amer. J. Physiol. 62, 405
- 24) Salant, W. & H. Washeim (1925) The effect of potassium and calcium on the response of the isolated frog heart to nicotine. Amer. J. Physiol. 45, 6
- 25) 瀬戸文雄 (1926) 靜脈の薬物学的反應に就ての研究. I. 日本薬物学誌 2, 305
- 26) 篠崎尙次 (1944) 血管收縮神経に及ぼす nicotine, curare の作用に就て. 日本生理誌 9, 410
- 27) Sollmann, T. (1948) A manual of pharmacology and its application to therapeutics and toxicology. 342. W. B. Saunders Co. Philadelphia.
- 28) Vernoni, D. G. (1925) Contributo alla Fisiologia dei vasi sanguiferi. III. Arch. di Fisiologia. 23, 209
- 29) 山本直枝 (1916) ニコチンの血管作用に就て 東京醫事新誌 p. 455, 563, 792

Summary

1) The action of nicotine was examined on the blood vessels of the toad's hind-limbs and intestine with a perfusion method. As shown in table 1 and fig. 1. I found the perfusion rate decreased within few minutes after the injection of 0.25-2cc of 10^{-2} - 10^{-7} nicotine and then increase of perfusion rate followed for a several minutes, and then it became recovery. Sometimes, the perfusion rate only decreased for a few minutes and then recovered.

2) The difference in diameter of the different parts of the frog's mesenteric blood capillaries which maintain the normal circulation, was observed with the injection of nicotine. The result are shown in table 4. The diameter of the capillaries of the arterial side in some case constricted or in another case dilated after constriction, and these of the capillaries of the venous side dilated by application of 10^{-2} - 10^{-6} nicotine.

3) The action of nicotine to the blood vessels was abolished after the injection of 10^{-3} - 10^{-4} atropine (table 2, 3, 5).

4) The influence of the action of nicotine on the sino-auricular preparation of the toad was examined. The vagus effect of the heart was observed by the injection of 0.5cc of 10^{-2} - 10^{-6} nicotine, as shown fig. 2A, B. After the injection of atropine the vagal effect of the heart was abolished completely.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

Nicotine の血圧に及ぼす影響に就て 612.146.174.213

Studies on the Action of Nicotine to the Blood Pressure.

錢場 武彦 (Semba-Takehiko)・入澤 宏 (Irisawa-Hirosi)*

I. 緒 言

著者は先きに、冷血動物の循環系におよぼす nicotine の作用に就て報告した (33) が、更に nicotine が犬猫の血圧に及ぼす影響に就て追及した。

nicotine が温血動物の血圧に及ぼす作用に就ては、多数の研究があり (34), 特に心臓機能に就ても追及されて居る (2, 5; 8, 27).

又 Heymans 等 (13, 17, 39) は cross circulation 法等によつて、呼吸運動に就て説明して居る。

而して nicotine の注入により血圧が一旦急速に下降した後、著しい高血圧を示し、やがて回復する経過は、多数の研究者の一致する見解である (11, 34, 39).

血圧上昇の機轉に関しては、adrenaline の分泌 (35, 40), 末梢血管の収縮 (45), 腎・脾等の収縮 (11, 39), 等々により説明されて居るが、最初の血圧下降の機轉に就ては、これ迄何ら説明されて居ない。

そこで著者等は、この機轉に就て追及するうちに、呼吸と血圧との相関に於いて、Heymans 等の所見と若干異なる所が見出され、又犬と猫では、その呼吸曲線の変動に大きな差異のある事も明らかとなつたので茲に報告する。

II. 実験方法

morphine 及 urethane 麻醉犬 (体重3.7~8.5kg) 及 urethane 麻醉猫 (体重2.1~4.1kg) を用い、脊位に固定。血圧は總頸動脈より水銀 manometer により観血的に kymograph に描記し、呼吸運動は腹壁より導き横杆で描記した。気管 cannula を装置しおき、時に應じて人工呼吸を行つた。

* 広島医科大学生理学教室

薬物は股静脈より注入した。nicotine は Merck 製のものを Ringer 氏液に稀釋して 0.5cc 宛用いた。

III. 実験成績

1) 猫では nicotine 10^{-5} 0.5cc, 犬では 10^{-4} 0.5cc の注入により常に血圧及呼吸の変動が見られた。最も定型的な血圧呼吸運動の変化を示すと第1表第1図 (犬), 第2表第2図 (猫) の様である。

第1表 犬 No. 1

時間経過 (秒)	平均血圧 (mmHg)	脈 搏 (毎分)	呼 吸 (毎分)
注入前	108	170	14
注入後			
3→13	30	2	0 (呼吸性)
23	150	60	50 (深呼吸)
68	150~180 (持続)	140	4 (無呼吸と深呼吸)
107	118	140	12
227	102	170	12

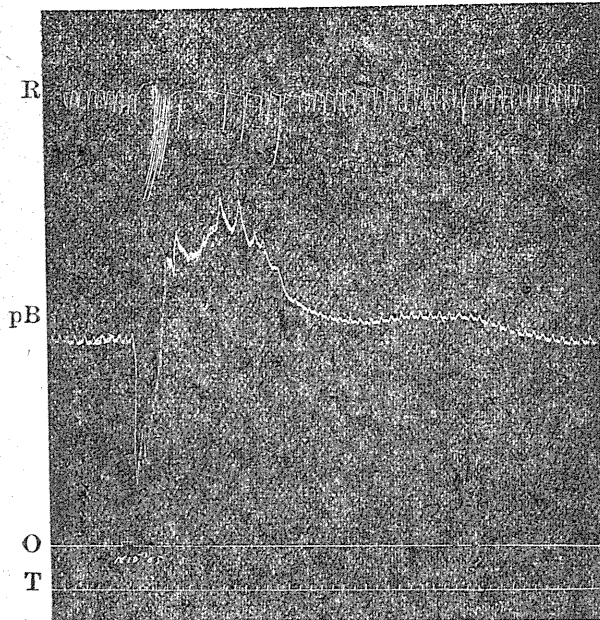
第2表 猫 No. 8

時間経過 (秒)	平均血圧 (mmHg)	脈 搏 (毎分)	呼 吸 (毎分)
注入前	116	228	32
注入後			
5→17	100	60	0 (呼吸性)
21	108	75 (5回/4秒)	90 (61回/4秒)
39	208	145	0 (吸息性)
63	218	291	280
139	80	194	216
169	58	196	36

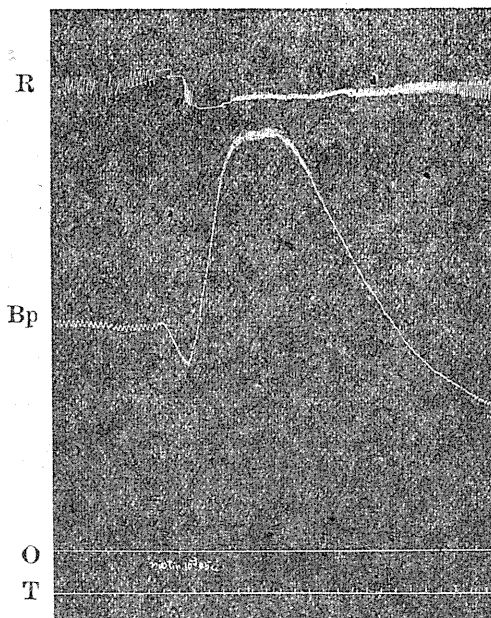
即ち血圧変動の経過は、猫と犬で著しい相違はない。注入5秒後より著しい血圧下降 (約10秒間) と脈搏緩徐があり、次いで急速な血圧上昇 (約15秒間), その持続 (20~40秒間), 脈搏頻数があり、凡そ2分後には血圧は注入前に回復する。

しかし、呼吸運動のリズムは犬猫間に著しい相違がある。即ち血圧下降が上昇に移行する瞬間より、犬では持続して居た呼吸性 apnoe は呼

吸頻数且深呼吸に変ずる。これは高血圧が殆んど頂点に達すると再び呼吸性の apnoe に陥る。



第1圖 犬 No. 1 10^{-3} nicotine 0.5cc 注入
(R:呼吸 Bp:血 O:零線及シグナル T:6秒)



第2圖 猫 No. 8 10^{-3} nicotine 0.5cc 注入
(記號は第1圖と同じ。以下同様)

以後 apnoe に間歇的に深呼吸を混え、漸次呼吸のリズムを増し血圧回復と共に呼吸も正常に

復する。然るに猫では、血圧下降時呼吸性の apnoe を生ずる事は犬に於ける場合と同様であるが、血圧上昇時に生ずる呼吸頻数が血圧回復時まで持続する例と、血圧の下降が上昇に移る瞬間(4秒間)にのみ頻数となり、のち再び apnoe (吸息性) に陥り、それは血圧上昇の頂点迄持続し、爾後突然に呼吸頻数となり血圧回復と共に漸次正常に復する場合とがある(第2図)。

言いかえれば犬では血圧下降時及高血圧持続時に呼吸性 apnoe が著しいのに反して、猫では呼吸性 apnoe は血圧下降時にのみ見られ、上昇時には寧ろ吸息性 apnoe が認められる。

又呼吸頻数は犬では血圧上昇時のみ短期間現われるに反して、猫では血圧上昇の瞬間及血圧の最高期以後に現われ持続するか、又は血圧上昇に移行以後血圧の回復まで比較的長く持続する。

脈搏の変化は、犬では血圧下降と共に著しい脈搏緩徐を生じ、上昇と共に回復に向う。血圧上昇時に頻数にはならない。猫では初め脈搏緩徐を示し、高血圧持続時に著しい頻数を示す。

2) atropine を注入した場合

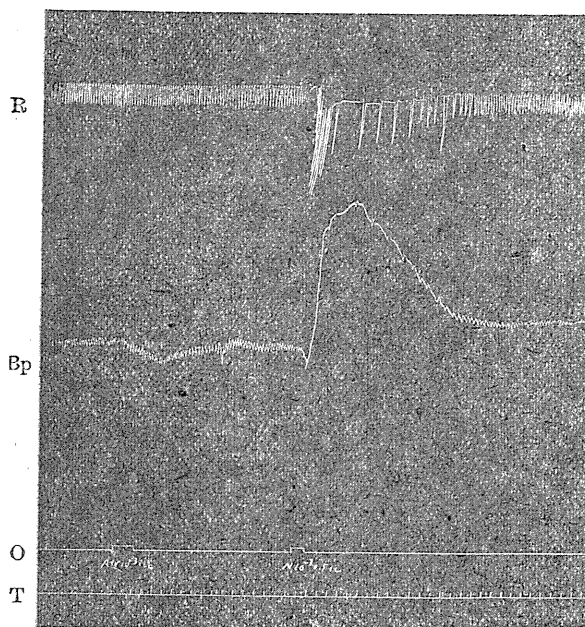
$10^{-3} \sim 10^{-4}$ atropine 0.5cc を股静脈より注入するに、犬、猫何れも血圧は一過性に僅か下降(103→100mmHg)、呼吸は一過性に吸息が延長しリズムが減する事もある。

atropine 注入後1~2分して nicotine を注入する時は、第3図の様に最初の血圧下降は全く消失するか、又は極めて僅かの下降(2~8mmHg)を示すに過ぎず、血圧は單に上昇のみを示す。

即ち犬(第1図)では atropine 注入前血圧下降は 108mmHg が 30mmHg 迄低下したが、atropine 注入後は、同一犬で(第3図) 106mmHg が 100mmHg になつたに過ぎない。

呼吸に就て見るに、僅かながら血圧下降ある場合は apnoe を生ずる。血圧下降なき時は直ちに呼吸頻発及深呼吸を伴う。

爾後の血圧呼吸脈搏の変化は、犬猫共に実験(1)に示す経過と異ならない。



第3圖 犬 No. 1
 10^{-3} atropine 1cc 注入 1'30"後
 10^{-3} nicotine 0.5cc 注入

3) vagus を切断した場合

両側 vagus を甲狀軟骨の高さで切断して 1~2 分後, vagus 切断による衝撃が消失してから 10^{-3} nicotine 0.5cc を注入した.

平均血壓は犬 (No. 1) では 112mmHg が 15秒間に 146mmHg に上昇し (第4図), 血壓下降は全く認められない (第1図は同一犬にて vagus 切断前のものである). 脈搏數は減少する. 血壓は頂点に達すると直ちに急速に下降し, 注入35秒後には, もとの高さに回復する. 脈搏も回復する. 猫に於ける血壓の変化も同様である. 呼吸は犬では血壓上昇と共に深呼吸を営み, apnoe は生じない. リズムは減ずる. 猫では呼吸への影響は余り著しくない.

4) 呼吸運動のリズムを一定に保つた場合

実験 (1) に於て, 呼吸と血壓は密接な相関にあるのを見たので, 呼吸運動を任意のリズムに保つことが, 血壓の変動に影響を及ぼすか否かを追及した.

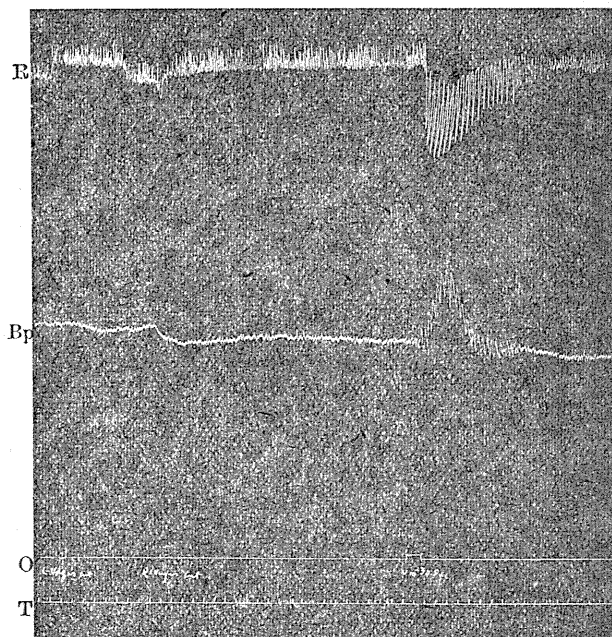
a) pneumo thorax にして人工呼吸を

行う. この場合血壓変動は実験 (1) と何ら異なる経過を示した. 呼吸筋の自発的運動が生じ, 人工呼吸のリズムが乱された.

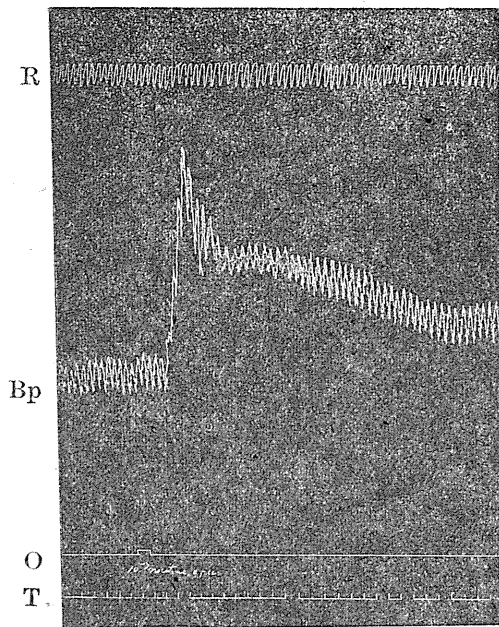
b) 1% curare 3~5cc (0.5cc/kg) を注入して呼吸筋の運動を除去した (第5図). curare により血壓は一時的に下降する. その回復を待ち (5~15分) nicotine 10^{-3} 0.5cc を注入した. 人工呼吸は継続する. 犬猫共に血壓は急速に上昇し (10秒後 100→212mmHg), 同時に脈搏は減少する (58→28/分) 約 2 分後兩者共回復する. 最初の血壓下降は起らなくなる. 人工呼吸の頻度及深さを種々かえて見たが血壓上昇の量も質も変える事は出来なかつた.

5) 頸動脈洞神経を切断した場合

頸動脈洞からの反射を無くするために左右頸動脈洞神経を切断した (第6図). 血壓変動は切断前と比較して大差なく, やはり著しい血壓下降後血壓上昇を示した. 脈搏の変化も切断前と異ならない. 呼吸は血壓下降時やはり呼吸性 apnoe を示し, 血壓上昇と共に深呼吸を営む. そのリズムは nicotine 注入前と大差ない. 即ち洞神経切断後は呼吸頻數のみが消失した.



第4圖 犬 No. 1
 左右 vagus 切断 2'20" 後 10^{-3} nicotine 0.5cc 注入



第5圖 犬 No. 8 人工呼吸
1% curare 5cc 注入5'後、
 10^{-3} nicotine 0.5cc 注入

其後に Vagus を切断する時は、nicotine 注入による最初の血圧下降が消失する事は実験 (3) と同様である。

IV. 總括と考察

(A) 血圧の變化

1) 定型的血圧變動は、犬猫共に初め下降し直ちに著しく上昇して後回復する経過である。これは多數研究者の夫れと一致する(実験1)(1, 11, 22, 34, 39, 41)。

然し血圧下降と、それに続く上昇が時間的にずれて起る場合がある。又 nicotine の濃度の薄い場合には血圧上昇のみ見られ(19, 25, 30, 31), 又血圧下降のみが著しく生ずる場合もある。(第7図A)。nicotine の注入を反復する時は、その血圧作用は漸次減弱することは、Gotsev (11) の実験に一致した。

2) 血圧の下降は常に脈搏緩徐を伴い、呼吸は常に呼吸性 apnoe となる。

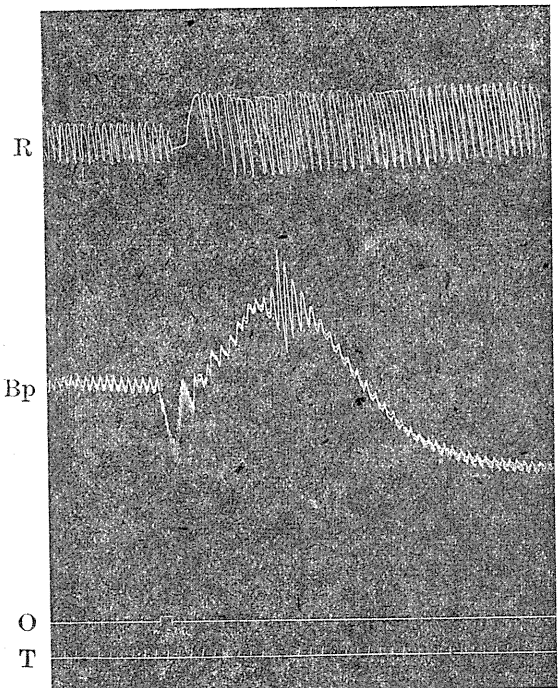
この血圧下降は atropine 注入により全く消失するか、又は下降の度合が著しく減弱する(実験2)(3, 18, 26, 42)。しかも atropine は血圧下

降を除き、血圧の上昇、呼吸の変化には影響を及ぼしていない。

温血動物の心臓が nicotine により擴張停止に陥り(5)、又は摘出牛心への nicotine の作用が atropine により無効とされること(27)や、著者(33)の墓の洞房標本で atropine は nicotine の心臓抑制作用を消失させる実験等から、この際 atropine は vagus 末端に働いて主として心臓に対する nicotine の vagus effect を除去するものと一應考えることが出来る。

しかるに実験(3)は vagus 切断によつて、この血圧下降が全く消失する事を示して居るから nicotine の作用は vagus を経過して末梢に影響するものと考えるべきである。即ち vagus を介する反射か、又は vagus の中樞そのもの興奮に歸せられる。

反射機轉としては、頸動脈洞神経からのものが主として考える。Heymans 等(14)は洞の灌流圧上昇が血圧下降、呼吸停止を來すという。

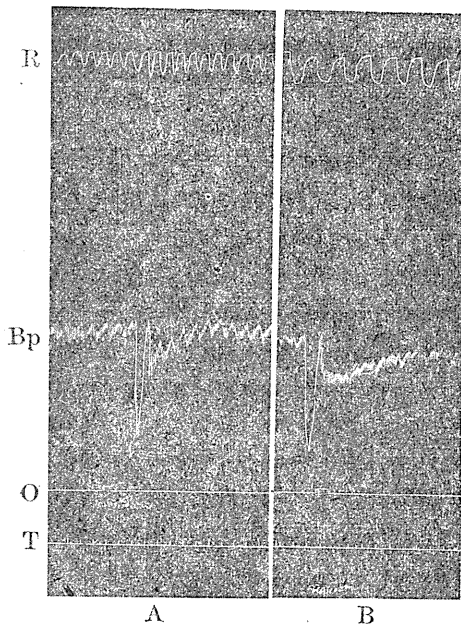


第6圖 犬 No. 10
左右頸動脈洞神経切断2'後 10^{-3} nicotine 0.5cc 注入
しかし洞神経の切断、左右頸動脈の閉塞等の後

に於ける nicotine の作用を見るに、著者等は常に血圧下降を除く事が出来なかつた(実験5).

血圧下降に際しては、常に apnoe を生ずるが lobeline や tri-methylamine 等の呼吸作用を見るに、何れもこれら化学的刺激によつては、頸動脈洞に作用して呼吸頻數を生ずる (15, 24, 44). 又 Owen 等 (24) は直接頸動脈洞に nicotine を塗布して呼吸頻數を見て居る. これらの事實は最初の血圧下降が頸動脈洞反射に関係があるとすれば、呼吸上には apnoe として現われずに、呼吸頻數としてあらわすべき事を示して居る. 然るに実験 (5) は頸動脈洞神経切断後も apnoe が生じた事を示す. 以上により、頸動脈洞からの反射は、この血圧下降には関係がないと考えられる.

今 10^{-4} nicotine 0.5cc を犬 (体重7kg) に注入した場合、呼吸上には認むべき影響なしに、一過性に血圧下降 (82→30mmHg) のみを示した例があつた (第7図 A). これは同一犬にて vagus



第7圖 犬 No. 2

A. 10^{-4} nicotine 0.5cc 注入

B. 同犬の vagus の電氣刺激 CD. = 10cm

の末梢端を電氣的に刺激した場合の血圧曲線と比較して區別する事が出来ない (第7図 B).

以上により nicotine による初めの血圧下降は

vagus を介して衝撃が傳達される結果に基くもので、この程度の濃度では nicotine の心臓血管に対する直接作用 (33) ではなくて vagus の中樞の興奮に起因するものと考えられる.

3) 下降後、血圧は急速に上昇して後回復する. 猫では同時に脈搏頻數となるが、犬では脈搏頻數に陥る事なしに次第に回復する. Heymans 等 (16) は血圧上昇時に脈搏の緩徐を認めた (犬) が、著者等は寧ろ脈搏數は増加しつつあるを認める.

血圧上昇の原因としては、副腎からの adrenaline 分泌が證明されて居る (4, 7, 9, 12, 20, 35, 36, 39, 40). Wada 等 (40) によれば、adrenaline の増加は、血圧上昇の直前に數百倍に達する. 然し一方副腎血管結紮後にも血圧上昇は認められ (1, 21, 23, 32, 38, 42), 必ずしも副腎のみの影響ではない. 内臓諸器管の收縮も起り (11, 23, 25, 26, 39, 42), 又末梢血管の收縮も認められる (6, 22, 29, 33, 45). この外心臓の機能昂進を認めるものもある (34). 脈搏頻數に就て、vagus ganglion の麻痺と同時に ganglionic accelerator の刺激があるという (34).

(B) 呼吸の變化

1) 初めの血圧下降に伴う呼吸性 apnoe は vagus の中樞からの衝撃によるものと考えられるが (考察 A の 2), vagus の切断により apnoe が消失した (実験3) ことは、一層この考えを支持する. Nicholson 等 (23) は IV 腦室底の nicotine 灌流実験から some expiratory mechanism の刺激によるものであらうと云う. 之に反して末梢性の呼吸筋の麻痺であるというものもある (10, 37).

2) 一過性の呼吸頻數が apnoe に続く (犬) 猫では、呼吸頻數が比較的長く持続する場合が多い. 呼吸頻數は初め深呼吸を伴う. Heymans 等 (15, 16, 17) はこれは頸動脈洞反射であつて、洞神経切断後にはこの変化は起らないという (犬). Mercier 等 (犬) (24), Wright (猫) (44), 赤星 (猫・兎) (1) もこれを認めた. 著者等も兩側頸動脈洞神経切断後に 10^{-3} nicotine 0.5cc の注入により呼吸頻數の消失を認めた (実験5). しかしこれ

だけではこの呼吸頻数が中樞性の影響によるものか、末梢性のものであるか、決定出来ない。

犬では呼吸頻数は單に血圧上昇時にのみ限られて居るが、何故猫ではそれが長く持続するか明らかでない。nicotine 注入5分後 apnoe が來た例もある (44)。之等は單に nicotine の pro kg の注入量の相違によるものではないらしい。

3) 高血圧から回復する経過中に、犬に見られる呼吸性 apnoe は、先きの呼吸頻数の結果に基くものと考えられる。時々長い吸息が apnoe を中断し次第に平常の呼吸に回復する。この chyne stokes 型呼吸を認めるもの (25) があるが自分等の例では、そういう場合は人工呼吸を施さない限り死亡した。

猫にて血圧上昇時に見られる apnoe は吸息性である。

4) 呼吸運動のリズムと血圧曲線とは密接な相関にあるから、人工的に呼吸のリズムを変えてみた (実験4) が血圧変動には認むべき影響がなかった。

5) atropine 注入後、nicotine により呼吸のリズムは認むべき影響を受けない (実験2) が、vagus 切断後は (実験3)、犬では nicotine 注入により apnoe を生ぜず、又呼吸頻数を生じない (Bernard) (43)。緩徐な規則正しいリズムで深い呼吸をする。この現象は Hering-Breuer の反射の中断のためであろう。猫では vague 切断の影響は著しく現われなかった。

V. 結 語

犬猫に nicotine 10^{-4} ~ 10^{-3} 0.5cc を注入してその血圧及呼吸に及ぼす影響を追及した。

1) 血圧は初め下降しのち著しい高血圧を示す。血圧下降時に脈搏緩徐があり、高血圧時に猫では脈搏頻数がある、犬にはない。血圧下降は atropine 注入及 vagus 切断により消失するから、vagus を経過する中樞性の影響である。而して頸動脈洞反射はこれに関與しない。

2) 呼吸は、犬猫共に血圧下降時に呼吸性 apnoe を生ずる。これは vagus 切断により消失する。犬では血圧上昇時に呼吸頻数となり、猫

では呼吸頻数を一瞬に経過して再び apnoe (吸息性) になるか、又は頻数がそのまま持続する。高血圧の頂点から血圧回復まで、犬では apnoe (呼吸性) と數回の深呼吸を反復する。猫では呼吸頻数が著しく、且永く持続する。

文 献

- 1) 赤星喜三郎 (1938) nicotine, lobeline, coramin 及 hexeten の呼吸興奮作用に及ぼす頸動脈洞神経の影響に就て。長崎醫誌 16, 252
- 2) Anrep, B. (1880) Neue Erscheinungen der Nicotinvergiftung. II. Arch. f. Physiol. 209.
- 3) Armstrong, C. W. J., R. A. Cleghorn, J. L. A. Fowler & G. A. McVicar (1939) Some effect of stimulation of sympathetic nerves and injection of pressor drugs in adrenalectomized cats. J. Physiol. 96, 146
- 4) Cannon, W. B., J. C. Aub & C. A. L. Binger (1912) A note of the effect of nicotine injection on adrenal secretion. J. Pharm. & exp. Therap. 3, 379
- 5) Clerc, A. & C. Pezzi (1912) Action de la nicotine sur le coeur isolé de quelques mammifères. J. Physiol. & Path. gén. 14, 704
- 6) Cohen, S. J. & L. Bothman (1927) Vasomotor fibres in retinal, choroidal and ciliary arteries. Amer. J. Physiol. 81, 665
- 7) Eichholz, F. (1923) Über den Einfluss von Nikotin und nikotinartig wirkenden Substanzen auf die Adrenalinsekretion. Arch. exp. Path. & Pharm. 99, 172
- 8) Frommel, E. (1928) L'action de la nicotine sur l'excitabilité et la conductibilité du coeur. J. Physiol. & Path. gén. 26, 384
- 9) Gley, E. (1914) Du rôle des glandes surrenales dans l'action des substances vasoconstrictives. Les substances vasoconstrictives indirectes. C. r. Soc. Biol. 158, H. 26, 2008
- 10) Gold, H. & B. Frederick (1935) A contribution to the pharmacology of nicotine. J. Pharm. & exp. Therap. 54, 463
- 11) Gotsev, T. (1935) Blutdruck und Splanchnikusgebiet. Pflüger's Arch. 236, 220 (1936) Über die Wirkung des Nikotins auf das Herz, den Blutdruck und die Blutgefäße. Arch. exp. Path. & Pharm. 180, 275
- 12) Hasama, B. (1937) Über die elektrischen Begleiterscheinungen der adrenalin ausschüttung aus der Nebenniere durch Nikotin. Arch. exp. Path. & Pharm. 186, 25
- 13) Heymans, J. F. & G. Heymans (1926) Recherches physiologiques et pharmacodynamiques sur la tét e isolée du chien. II. Arch. int. Pharm. &

- Therap., 32, 9
- 14) Heymans, C. & J. J. Bouckaert (1930) Sinus caroticus and respiratory reflexes. I. J. Physiol. 69, 254
 - 15) Heymans, C., J. J. Bouckaert & L. Dautrebande (1931) Sinus carotidiens et actions stimulantes respiratoires de la nicotine et de la lobéline. C. r. Soc. Biol. 106, 469
 - 16) Heymans, C., J. J. Bouckaert & L. Dautrebande (1931) Sinus carotidien et reflex respiratoires. III. Arch. int. Pharm. & Therap. 40, 54
 - 17) Heymans, C., J. J. Bouckaert, U. S. Euler & Dautrebande (1932) Sinus carotidiens et reflexes vasomoteurs. Arch. int. Pharm. et Therap. 43, 86
 - 18) Higgins, J. A., P. L. Ewing & H. A. Mc Guigan (1932) Slowing of the heart rate, due to irradiated synephrin, epinephrine, nicotine and related drugs. J. Pharm. & exp. Therap. 44, 353
 - 19) 片岡 侃 (1938) 血圧並に脳脊髄液壓に對する自律神經毒の影響に就て. 成醫會誌 57, 6
 - 20) Kusnetzow, A. J. (1927) Neue Daten über die Funktion der isolierten Nebenniere. Z. ges. exps Med. 56, 92
 - 21) Langley, J. N. (1918) On the stimulation and paralysis of nerve cells and nerve endings. II. J. Physiol. 52, 247
 - 22) Langley, J. N. & W. L. Dickinson (1890) Pituri and nicotin. J. Physiol. 11, 265
 - 23) Mc Crea, F. D. (1932) The stimulant action of nicotine upon the spleen. J. Pharm. & exp. Therap. 44, 457
 - 24) Mercier, F., M. C. Rizzo & J. Delphaut (1934) Sinus carotidiens et action stimulante respiratoire de quelques drogues nicotiniques. C. r. Soc. Biol. 115, 546
 - 25) Mercier, F. & J. Delphaut (1936) Sur l'action experimentale de la strychnine, de la cafeine, de la nicotine, de la lobéline administrees par voie sous-occipitale. C. r. Soc. Biol. 121, 1509
 - 26) Moore, B. & R. Row (1897) A comparison of the physiological actions and chemical constitution of piperidine, coniine and nicotine. J. Physiol. 22, 273
 - 27) 森田正文 (1937) 心臓の特殊筋系の生理補遺 II. 長崎醫誌 15, 1320
 - 28) Nicholson, H. C. & S. Sidney (1938) Respiratory effects from the application of cocaine, nicotine and lobeline to the floor of the IV ventricle. Amer. J. Physiol. 123, 766
 - 29) Preobraschensky, A. M., A. P. Nifontow & A. I. Skrypnik (1927) Materialien zur vergleichenden Pharmakologie des Gefässsystems. Arch. exp. Path. & Pharm. 122, 198
 - 30) Ranson, S. W. & W. D. Wightman (1922) Vaso-dilator mechanisms. Amer. J. Physiol. 62, 405
 - 31) Reymond, H. (1930) Action de la nicotine sur l'intestin in situ. Arch. int. Pharm. & Therap. 38, 382
 - 32) Rydin, I. & E. L. Backman (1927) Action de la nicotine sur l'innervation autonome de l'intestin. C. r. Soc. Biol. 96, 808
 - 33) 銭場武彦 (1950) nicotine の心臓血管に對する作用. 日本生理誌 13, 198
 - 34) Sollmann, T. (1948) A Manual of pharmacology and its applications to therapeutics and toxicology, 342. W. B. Saunders Co. Philadelphia.
 - 35) Sugawara, T. (1925) Effect of nicotine upon the rate of epinephrine output from the supra-renal gland. Tohoku J. exp. Med. 6, 430
 - 36) Stewart, G. N. & J. M. Rogoff (1919) The action of drugs on the output of epinephrine from the adrenals. III. J. Pharm. & exp. Therap. 13, 183
 - 37) Thomas, J. E. & F. E. Franke (1928) The site of the toxic action of nicotine on the respiratory mechanism. J. Pharm. & exp. Therap. 34, 111
 - 38) Tiba, M. (1938) Action of nicotine upon the blood pressure in rabbits, deprived of the coeliac and superior mesenteric ganglia and the supra-renals. Tohoku J. exp. Med. 33, 213
 - 39) Tournade, A. & M. Chabrol (1926) Sur l'adrénalino-sécetion que déclenche l'injection intraveineuse der nicotine part de l'hyperadrénalinémie dans l'apnée nicotinique. C. r. Soc. Biol. 94, 1002
 - 40) Wada, M., T. Hirano & M. Tiba (1938) A further study of the augmenting action of nicotine upon the epinephrine secretion from the suprarenals of the non-anesthetized dog. Tohoku J. exp. Med. 33, 189
 - 41) Waterman, L. (1939) Vasomotor reaction to β -nicotine. Arch. int. Pharmacodynamie. 62, 365
 - 42) Wertheimer, E. & E. Colas (1891) A l'étude de l'action de la nicotine sur la circulation. Arch. de Physiol. p. 341
 - 43) Winterberg, H. (1900) Über die Wirkung des Nikotins auf die Atmung nebst einem Anhang über die Wirkung des Nikotins auf den Kreislauf. Arch. exp. Path. & Pharm. 43, 400
 - 44) Wright, S. (1935) The mode of action of certain drugs which stimulate respiration. J. Pharm. & exp. Therap. 54, 1
 - 45) 山本直枝 (1916) ニコチンの血管作用に就て 東京醫事新誌 P, 455, 563, 792

Summary

Action of nicotine to both the general blood pressure and the respiratory movements of the dogs and cats were studied by an usual methods. Nicotine was used as the concentration of 10^{-4} ~ 10^{-3} to Ringer's solution and 0.5cc of them were injected intravenously via V. Femoralis.

In cats, after the injection of 10^{-5} nicotine solution in 0.5cc and in dogs 0.5cc of 10^{-4} nicotine solution always produced a remarkable variation of blood pressure and respiratory movements. They are shown in Fig. 1, Table 1 (in dogs) Fig 2, Table 2 (in cats). I. e, after 5 sec. of injection a remarkable fall of blood pressure developed and they lasted 10 seconds, at the same time bradycardia were recognized. Then the blood pressure rised rapidly within next 15 seconds and they lasted about 20~40 seconds, at this time the tachycardia were accompanied with this rise of pressure. This tachycardia were seen in cats and not in dogs. After 2 minutes, the blood pressure recovered to the original line.

The fall of blood pressure were disappeared after the bilateral section of vagi (Fig. 4), injection of 10^{-3} ~ 10^{-4} atropine solution (Fig. 3), and 1% curare 3~5cc injection (Fig. 5), but after the bilateral section of sinus nerves this fall of blood pressure was not disappeared as shown in Fig. 6. From these results of experiments, the nature of this fall of blood pressure was considered to be the central effect of the vagus nerve.

As to the respiratory rhythm, expiratory apnoea were produced correspondingly with the initial fall of blood pressure, after then in dogs apnoea changed to the tachypnoea (somewhat looks like a gasping movement) corresponding with the commencement of the rise of blood pressure. Then the respiratory movements changes again to the expiratory apnoea at the peak of high blood pressure. During this state of apnoea several intermittent deep breathing were mixed. But in cats after the periods of initial expiratory apnoea, a remarkable tachypnoea were produced for a moment and then again fell into the inspiratory apnoea. This inspiratory apnoea lasted to the peak of blood pressure, and then suddenly a remarkable tachypnoea produced until the recovery state of blood pressure. In some instances, this inspiratory apnoea could not seen and only the tachypnoea continued until the recovery time of blood pressure.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

人に於ける呼吸条件反射の形成実験 612.218

Experimental Formation of Conditioned Reflex on Respiration in Man.

長谷川 渙 (Hasegawa-Akira)*

I. 前 お き

人間を対象とした条件反射の研究は少くはないが、林 (1) は示標とすべき無条件反射の種類により、a) 唾液分泌を示標とするもの、b) 精神電流反応を用いるもの及び血管反射を示標とするもの、c) 感應電撃を皮膚に與えて起る局處性運動反応を示標とするものゝ3つに分類し、このうち人間の場合にも a) を用いるのが最も望ましいという (2)。Razran (3) もまた c) を不適とし正常な人間ならば千回の強化を行うも条件づけができないか、またはその結果がまちまちであるといっている。

他方本川 (4) は条件反射は全ての反射につき形成しうるものであるといひ、實際、唾液分泌を示標とした研究の外に、脳幹に中樞を有する無条件反射として「眼瞼反射 (5)」, 「電気皮膚反應 (6)」, 「眼球一心臓反射 (7)」等を用いて人に条件づけを行つてゐる報告があり、更に Wendt (5) は腰髄に中樞を有する膝蓋腱反射を示標として条件反射を作つたという。動物を用いた実験では示標として瞳孔反応を用いているもの (6, 7) 呼吸運動を用いたもの (6)、血管運動性反応を用いたもの (6) 等があり、殆んど全てに条件反射が形成されるようにみえる。

一方条件づけに用いられる無関刺激は Pavlov の云う如く大脳皮質で受領される知覚性の衝激ならば何でもよく、音、光、痛覚等の如く一般に用いられるものゝ外に、嗅覚、味覚 (6)、加速度知覚 (8) により条件づけを行つたという例もある。

無関刺激を與えて条件づけを行う場合、完全に陽性条件反射が形成されるまでには數十回、

數百回の強化工作が必要で、その間に於ける陽性反應の形成程度には波狀的な消長があるといわれ、一見条件反射の形成は困難であるかのように思われるが、これに反して、条件づけは比較的容易にできるといふ人もあり、Spiegel, Oppenheimer (8) は犬で運動性知覚を条件刺激とした際、最低4回、平均15回で条件づけができたといひ、また本川は人で電気性皮膚反射又は腦波を描記觀察することにより、条件反射の形成過程が容易に窺われ、且つそのでき方は從來考えられていたよりも遙かに速に行われるもので、先ず大脳皮質系に、次で皮質下、末梢の順に成立するという。

一旦条件反射が形成されると、これは長期間強化を行わないでおいでもそのまゝ保たれるか、または多小消失しかゝつても數回の強化により再度形成されることは動物実験に於てよく見られたことであるが、人間を対象とした場合にはこの点に關した報告は少く、Mateer 及び Jones (6) は夫々兒童と幼兒について条件反射が24時間、又は數週間は保たれるといひ、Switzer は16日たつても顯著な条件電気反應が成人に残留したのを見たということを知る位である。

人間のいろいろな生活現象中には条件反射を以て説明されうる多くの事柄があるが、結局上記の諸文献から見ると、實驗的に人に条件反射を形成することが困難であると見做す人のある一方、かなり容易なものであらうと云う人とあり一定した意見は得られない。また示標とすべき無条件反射のえらび方にも純粹に自律系に属すると考えられる分泌、血管運動反射等を用いるものと、意志に左右され易い局處運動反應を用いるものとあり、必ずしも林の云うように唾液分泌を示標とするのが唯一最上の方法とされ

* 新潟大学醫學部生理学教室 (高木健太郎教授)

ているわけではない。

私は運動時に於ける呼吸促進の原因の一端に大脳皮質が関与していると考え、その説明のために先ず人に於て呼吸運動、特に持続的な呼吸逼迫を示標とする条件反射の形成が可能であるかを実験的に追究してみた。

II. 実験方法

呼吸を示標とした条件反射については、動物を用いた人では Brown (6) が兎で光覚刺激を用いて行っており、また人を用いた Scott (5), Switzer (5) があるが詳しいことは判らない。

私は16~21才の健康な男子16名につき、昭和24年2月より4月にかけて以下に述べる方法で実験を行った。

条件刺激としては電鈴の音、又は低周波持続発振音波を用い、前者の時は被験者と同一部屋においた電鈴で相當に高い音を出させ、後者の時は自作真空管発振器により、被験者には頭戴兩耳受話器にて高低夫々約 10^3 及び 7×10^2 サイクルの可聴音を與え、同時に驗者も別の受話器によつて隨時聴音できるようにした。

無条件反射としては、吸入空氣に於ける炭酸ガス増加により必然的に起る呼吸促進を以てした。吸氣中に炭酸ガスを増加せしめるには直径約 3cm、長さ約 1m の蛇管を用いて死腔を大にし、大括栓により被験者の口の附近で外氣と蛇管の何れにでも隨時切り換えうるようにした。また炭酸ガスを 4~6% に混合した空氣をゴム袋に貯え、呼吸辨を介して吸入させ、呼氣は同一辨より外氣中に呼出せしめ、括栓により吸氣をゴム袋と外氣の何れにでも切り換え得る装置も使用してみた。

即ち、上記の方法により、先ず平靜に外氣を呼吸させておき、条件刺激を與えつゝ吸入氣中に炭酸ガスが増大するようにすると、普通10~20秒の潜伏時を以て呼吸の主として振幅が増大してくる。この呼吸促進は呼吸中樞の興奮に基くもので無条件反射であると考えることができる。

尙呼吸運動を煤紙に描記するには胸廓にまい

た蛇管プノイモグラフよりタンブールに導き、槓桿の感度を落して平靜時の呼吸運動の振幅がなるべく小さく描記されるようにした。これにより、呼吸促進の度合が槓桿感度の鋭敏な時よりも却つて觀察され易くなつた。

実験は薄暗い普通の部屋を用い、窓には暗幕を張り、一切の裝置、驗者も同一の部屋においた。

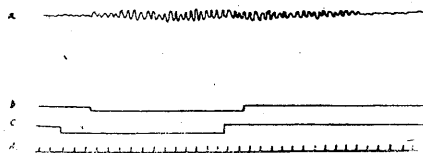
被験者には豫め実験の目的について察知せしめないように注意し、実験中はガーゼ目覆を施し、椅坐位で条件づけを行つた。外部からの刺激を排除するためできるだけ靜肅を保つように努めたが不完全であつた。

条件づけの強化工作は被験者1名につき1日1回3~40分以内に与ゑたが、これ以上極端に実験時間が長びくと呼吸運動には不規則な乱れを生じ易く不安定となつた。

III. 実験成績及び考察

A. 条件刺激と無条件刺激を繼時的に與えた場合

条件刺激として約 10^3 サイクルの持続音(これを H-音 とする)を與え、それと繼時的に(約 10~20秒おきて)無条件反射をおこさせるようにする。1.5~2分間その状態にしておいて、呼吸が次第に大きくなり、略ぼ一定の呼吸促進状態に達したと思われる所で刺激を止め、同時に呼吸も外氣を吸入せしめるように切り換えると、再び次第に平靜の呼吸にもどってくる(第1図)。これを1回の強化工作とし、1日1系列

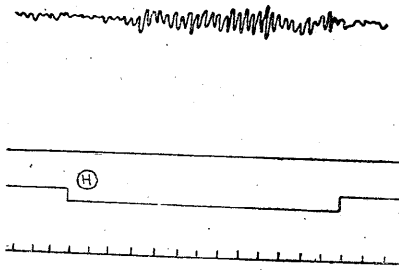


第1圖 強化工作による呼吸促進

a. 呼吸運動曲線, b. 無条件刺激 c. 条件刺激
d. 時標(6秒) (曲線は全て透寫したものである)

の実験時間中に6~10回くりかえして行つた。

呼吸促進を起させる手段として死腔を増大する方法をとつた場合は、強化工作を十數回くりかえしたあと(実験系列の2回目)では、單に H-音 を聞かせるだけで呼吸の振幅が大きくな



第2圖 陽性効果を來せる例

るのが認められた(第2図)。これは条件づけが一應できたことを示すものであるから、その程度が完全であるか否かは別としても呼吸を示標とした条件反射が比較的容易に形成されうることを想像させるものである。

これに反してゴム袋につめた炭酸ガスを吸入させることにより無条件反射としての呼吸逼迫を起させ、これとH-音とを条件づけるようにした実験は數十回の強化工作を行うも殆んど上述の如き効果がみられなかつた。これは恐らく使用した炭酸ガスの臭や呼吸器に及ぼす抵抗感等の感覚が制制的に作用しておつたためであろう。

B. 呼吸逼迫を起しておき、無条件刺激として普通外氣を吸入させた場合

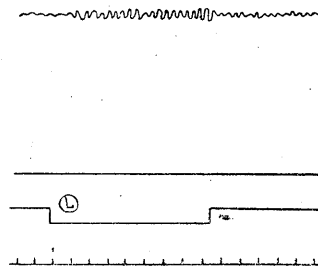
豫め死腔を大きくしておき、呼吸を促進した状態にする。こうしておいて条件刺激としてH-音を與え、継時的に呼吸氣を外氣に切り換える。暫くその状態をとらせた後H-音を止め再び死腔を増大する。即ち丁度実験Aと逆の方法をとつてみると、無条件刺激として外氣を吸入させれば呼吸運動は平靜にもどる筈にも拘らず、最初から始まつた呼吸促進の状態は仲々消失せず、30~40分の実験時間中終始呼吸逼迫の状態を保つたまゝであつた。実験系列を増すにつれ(3~4系列目より)次第に聴音時の呼吸は平靜時のそれに近づいてきたが、実験Aのように單に条件刺激のみで呼吸振幅が小さくなるような傾向を認めるには到らなかつた。

これは死腔増大による吸氣中の炭酸ガス増加が実験の最初から強く中樞に働かし、この異常刺激に対する防禦反射の方が極端にあらわれて

音に対する条件づけができなかつたものである。実験系列を數十回にも増せば或いは条件づけができたかも知れないが、少くも実験Aの場合のように容易に形成されるものでないことは明かである。

C. 呼吸条件反射に於ける汎化及び制止反應の形成実験

実験Aに述べた如く、H-音と死腔増大と組合せた呼吸条件反射は強化工作十數回以内に形成されるが、斯る時期に約700サイクルの音(これをL-音とする)を聞かせると、この時にも呼吸振幅の増大するのが認められた(第3図)。



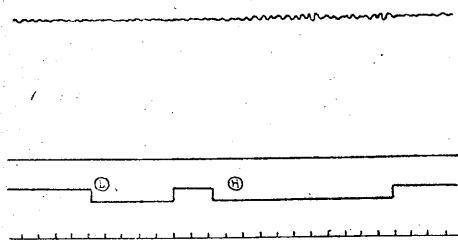
第3圖

汎化(H-音で強化を行つておき、L-音を與えた場合)

H-音には強化を行い、L-音にはこれを行わない実験の系列を続けて行くと、L-音を與えた時におこつた呼吸促進は次第に不明瞭となり、また同時にH-音に対しておこる条件反射も起らなかつたり、または不規則な現れ方をするようになった。

H-音で条件反射のできたときにL-音でも陽性効果があつたのは汎化の形式と同一であり、L-音には強化を伴わない実験系列を続けて行くと、L-音にも又H-音にも陽性効果が減弱して行つたのは分化工作中に現われる経過と考えれば納得のできる現象である。事実この系列をくりかえすうちに、L-音では陽性反應が制止され、H-音では条件反射の現われるのがみられた(第4図)。

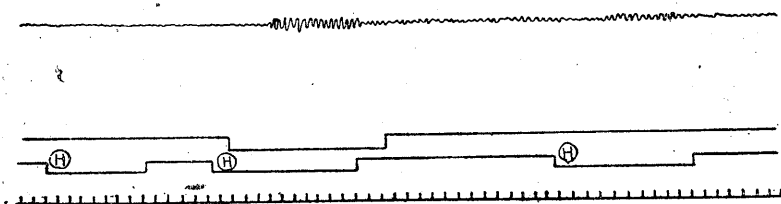
H-音で条件反射のできている時に強化工作を伴うことなしに、單に音刺激のみを與える実験をくりかえしてみると、陽性効果である呼吸促進の反應はその程度が次第に減弱して行



第4圖 分化制止の例

L-音には呼吸振幅増大せず、H-音に對して僅かに呼吸促進がみられる。

き、かゝる系列の連続5回目には条件反射が消失した。然しこの時に強化を伴つた条件づけを1回行つた所、次いで與えた条件刺激には陽性効果があらわれるのがみられた(第5図)。



第5圖 消去、強化、再生の系列

この現象は消去と同一であり、条件反射の消失、再生が容易に行われたことを示すものである。消去によつて生じた陰性効果の程度が甚だしい場合には當然再生に要する強化工作の回数は多くなるであろう。

IV. 總括

以上の結果を概観すると、私の実験では音刺激による呼吸逼迫反應の形成が、条件づけ、汎化、分化、消去、再生と1つの系統を追つて行われているから、人に於て呼吸促進を示標とした条件反射ができたものと考えすることは妥當であろう。

Hullは成人に於ては唾液分泌の条件づけは最も困難なものであるというも(6)、古武は1系列平均6回の強化を行い、2~3系列で条件反應ができたという(9)。呼吸運動の中樞は延髄にあるとはいえ、多分に高位中樞の影響を受けていることは、意志により自由に呼吸運動を変えることで明かである。このことは唾液分泌等の自律系反射よりも大脳皮質との連関性が濃厚である

ことを示すものであらう。

元來条件反射とは一定条件下に於て刺激と反應とが中樞神経系を介して暫時的に結合されたものであるから、刺激が十分に強い時には1回の強化でも条件づけられ、また消失し難いこともあり得、その反面刺激の程度によつては条件づけが軽度であり、消失もまた速であるような状態が存在しえよう。Smolenski及びMiassitchevは人で条件反應のでき方の難易から被験者の個人差を區別しようとし、性格的に4型に分類しているが(10)、一方Kriatchevは呼吸を示標とした条件反射の形成は容易であり、且つ長く保たれるという(6)。私は用いた被験者で条件反應

がどの位保たれるかについての実験を行うことはできなかつたが、上記の諸説を總合してみ、呼吸困難による呼吸促進を示標とした条件反射の形成は困難

ではないと考える。

運動時における呼吸促進の原因については化学的、神経等的いろいろ考えられてはいるが、何れも完全に説明しうるに到つておらない(11)。呼吸条件反射の形成の容易なことから考えれば、大脳からの影響も考えうる一因となり得よう。

V. 結語

a. 人に於て死腔増大による呼吸逼迫を無条件反應とし、約 10^3 サイクルの持続音を条件刺激として条件反射の形成実験を行つた。

1) 陽性効果は実験の2~3系列(每系列6~10回の強化を行う)であられる。

2) 陽性効果のあるとき約700サイクルの音刺激に対し汎化現象がおこつた。

3) 上記高低2つの音刺激に対し、分化、消去の制止現象がみられ、また一旦消去された反應が容易に再生されるのをみとめた。

b. 豫め呼吸逼迫の状態におき、刺激音と正常呼吸との間で条件づけを行わんとしたが困難

であつた。

文 献

- 1) 林 靄 (昭和15年) 条件反射学方法論 (東京)
- 2) 林 靄 (昭和20年) 航空医学綜説 16
- 3) Razran, G. H. (1934) Conditioned withdrawal responses with shock as the conditioning stimulus in adult human. Psychol. Bulletin 31, 111~143
- 4) 本川弘一 (昭和22年) 脳波 241~253 (東京)
- 5) 吉井直三郎 (昭和24年) 「高次神経活動の生理」へのノート 脳研究 4, 19~40より引用
- 6) 吉井直三郎 (昭和23年) 「高次神経活動の生理」への

のノート 脳研究 2, 54~70より引用

- 7) Schweitzer, A. (1937) Die Irradiation autonomer Reflexe. S. Karger Baselより引用
- 8) Spiegel, E. A., M. J. Oppenheimer (1939) Conditioned reactions to position and angular acceleration. Am. J. Physiol. 125, 265~275
- 9) 古武彌正 (昭和25年) 人間についての条件反応研究の十箇年 脳研究 6, 235~260
- 10) 三浦岱榮 (昭和24年) 精神—生理学 (東京) より引用
- 11) 高木健太郎 (昭和25年) 呼吸の調節 生理学の進歩 1, 127~197 (東京)

Summary

Conditioned reflex on respiration was experimentally performed in man. Increase of respiratory movements (hyperpnea) owing to enlarged dead space in respiratory tract was used as the unconditioned reflex, to which continued tone of about 1000 cycles per second was conditioned.

After 2 or 3 series of reinforcements, positive responses (conditioned hyperpnea) were established by application of conditioned stimulus, but were also obtained by other tone of about 700 cycles per second (generalization).

Internal inhibitions such as differentiation and extinction were established in this experiments.

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

皮膚血管と温度との関係 612.59.01

Relationship Between the Surface Temperature of Skin and the Blood Vessels.

福 場 友 重 (Hukuba-Tomosige) *

I. 緒 言

血管反射追及の方法の1つとして、皮膚温測定は古くから用いられており、皮膚温変化と毛細血管の関係も、既に小坂(1)、信夫(2)により追及されている。自分は大きい動脈から毛細血管に至る迄の血管の収縮擴張の容易に観察出来る家兎耳朶血管系を用いて、此の関係を追及し、又、動脈に見られる週期的収縮と、局所的な温熱及び寒冷刺激による血管反射に就て、二、三の実験を行つたので報告する。

II. 実験方法

家兎耳朶血管系の変化は、肉眼或はルーペで又口径測定は弱拡大顕微鏡で行つた。

皮膚温測定は、銅・コンスタンタン単線接合熱電対を用い、一乃至二の検流計(週期、6'', 2×10^{-11} Am, 週期、4.2'', 10^{-9} A)を偏位法により各部位の表面温を測定した。熱電対接合端は固定器内に入れ剃毛した無麻酔家兎の耳朶血管系の所要部位に、

コロヂウムを用いて接着させ、耳朶は軽く之を支持した。

尙実験は無風の室内で、昭和23年11月より翌24年4月にかけて行つた。

III. 実験成績

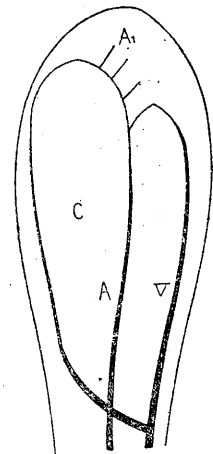
A) 耳朶血管系各部位に於ける温変化

家兎を固定器内に入れると、しばらくの間耳朶血管系は週期的収縮をくりかえすが、観察

※広島医科大学生理学教室

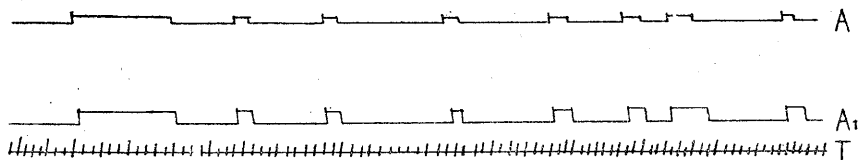
される。之は太い耳朶中心動脈(第1図A)から末梢の口径 75μ の小動脈(第1図A₁)に至る迄同期性収縮である事は第2回に見る如くであるが、その週期も、1分以上に及ぶものから6''位の短いもの、又擴張の程度も種々異つている。

此の自然な収縮擴張の見られる時、第1図A, C, Vの部に、熱電対を接着させ、耳朶中心動脈の週期的収縮を示標として、各部の温変化を測定すると、次の如くである。尙耳朶中心動脈の正常状態を明かにし得ないので、最も収縮せる状態から最大の擴張までを5楷



第1図

A: 耳朶中心動脈
C: 毛細血管領域
V: 静脈
A₁: 耳朶中心動脈末梢の小動脈



第2図 耳朶中心動脈及び末梢の小動脈の週期的収縮

シグナルを用いて血管の擴張を描記したもの

記號 A: 耳朶中心動脈(口径 = 625μ), A₁: Aの末梢の小動脈(口径 = 75μ)
T = 6'', 室温: 10°C (乾), 9°C (湿)

梯に分類した。

1) 耳中心動脈上

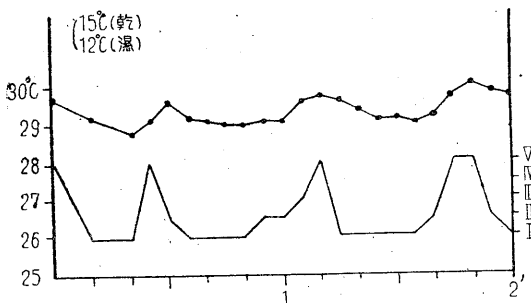
第1図のAの部即ち、耳朶中心動脈では、第3図に見る如く温下降は少く収縮と時間的ずれはあるが、温上昇下降共に、鋭敏著明に、血管口径の変化と平行するのを見た。而し最大の擴張をなす時も、その絶対値は等しくない。

2) 毛細血管領域

第1図Cの部、即ち肉眼で見える小動脈をさけた毛細血管領域でも、耳朶中心動脈の末梢小動脈の週期的収縮に應じて、週期的変動がなされると思われるが、第4図の如く毛細血管の色変化を伴う最大の擴張をなす時に、僅かな上昇が見られるが、それにつぐ収縮時には著明な下降が見られなかつた。

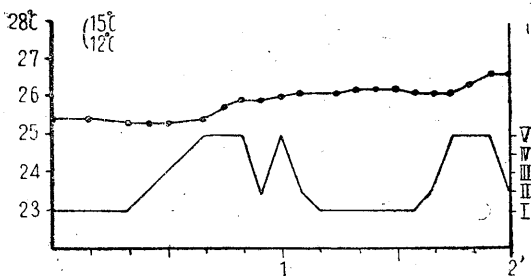
3) 静脈上

第1図のVの部即ち静脈上に於ては、第5図の如く通常動脈系の週期的収縮は波及しないが最大の擴張を動脈系がなす時、僅に上昇するのが見られるが、動脈上に見る如くではない。而し第6図の如く強烈な温熱刺激等の後に見られ

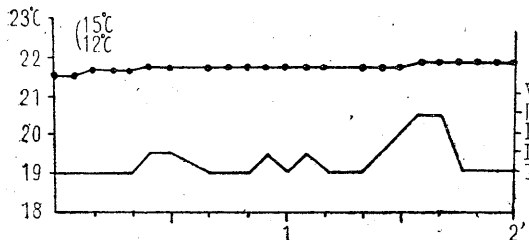


第3図 耳朶中心動脈上

記號(第4, 5圖も同じ) 耳朶中心動脈変化の度合 V: 最大の擴張 IV: 中間 III: 中等度擴張 II: 中間 I: 収縮

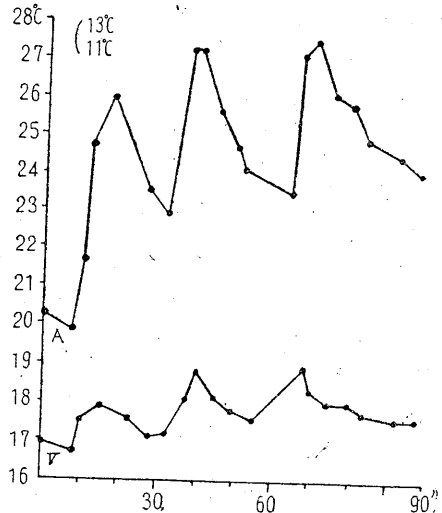


第4図 毛細血管領域



第5図 静脈上

る動脈の著明な週期的変動時には、静脈でも亦その表面温度の上昇下降が見られるが、4~6°Cも変化する動脈程著しいものではない。



第6図 局所的温熱刺激後の動脈並に静脈上の温度変化記號 A: 動脈上, V: 静脈上

4) 以上の總括

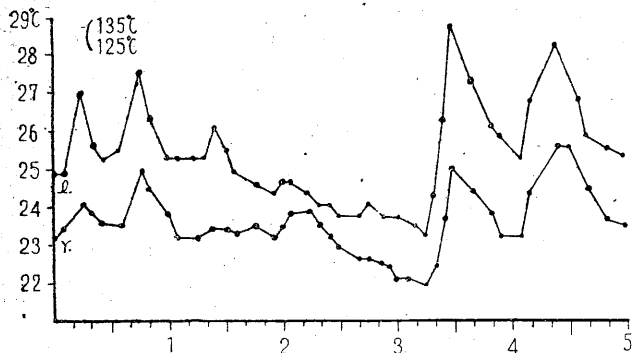
毛細血管領域、又静脈の擴張により、皮膚温は上昇するも著しいものではなく、主として皮膚温の上昇は、太い動脈の収縮擴張によるものと思われる。即ち単位時間内に流れる動脈血量に應じて皮膚温は変化する。

以上の事から太い動脈に於ける血管口径の変化は、その皮膚温変化と著明に平行するのを知つたので、之を用いて兩側耳朶中心動脈上に熱電対を接着させて、一側耳朶血管に見られた週期的収縮が、他側の耳朶血管ではいかに変化するかを、又一側の局所的な温熱及び寒冷刺激が他側に及ぼす影響を追及するため次の実験(B, C, D)を行つた。

B) 兩側耳朶血管系に見られる週期的収縮

先に述べた一側に見られる週期的収縮は、第7図の如く左右の耳朶中心動脈間に見られる。此の兩側に見られる同時性の週期的収縮に、時に異時性のものが混入する。

而し、此の週期的収縮はしばらく室内に置くと、見えなくなる。次の(C)及び(D)の実験はその後に行つたものである。

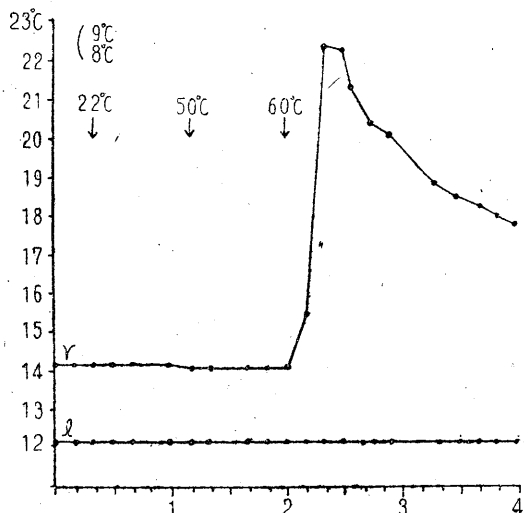


第7圖 兩側耳朶中心動脈間に見られる週期的收縮
記號 l: 左耳朶中心動脈, r: 右耳朶中心動脈
(第8, 9, 10, 11圖も同じ)

C. 局所的温熱刺激

先に自分 (3) は試験管内の水温度変化により、家兎耳朶血管系を局所に加温し、先ず局所血管の擴張と、その後30~60秒に生ずる全血管系の擴張が殆んど同時に全血管系に擴がるのを見て、血管反射に基づくものと考察したが、今回はガラス管内に挿入した、小ヒーターにより局所的に加温した。図中の加温々度は、ガラス管にはりつけた熱電対により計算した。

第8図に見る如く、皮膚温よりかなり高い温熱刺激を、耳朶の末端附近に與えると、1分前後して著明な温上昇、即ち耳朶中心動脈及び他の全血管系の擴張を見るが、之は反対側耳朶血管系には著変を與えない。

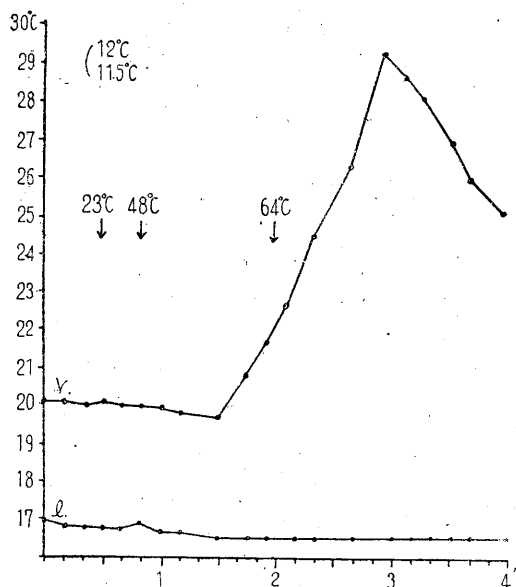


第8圖 右側耳朶の局所的温熱刺激

又此の反應は第9図の如く、耳朶中心動脈に沿う後耳介神経を耳朶基部に近く、或は上頸部交感神経節切除後、擴張した血管が1乃至2日後舊に服したものに於ても認められ、之は1週以後長く認められる。

D. 局所的寒冷刺激

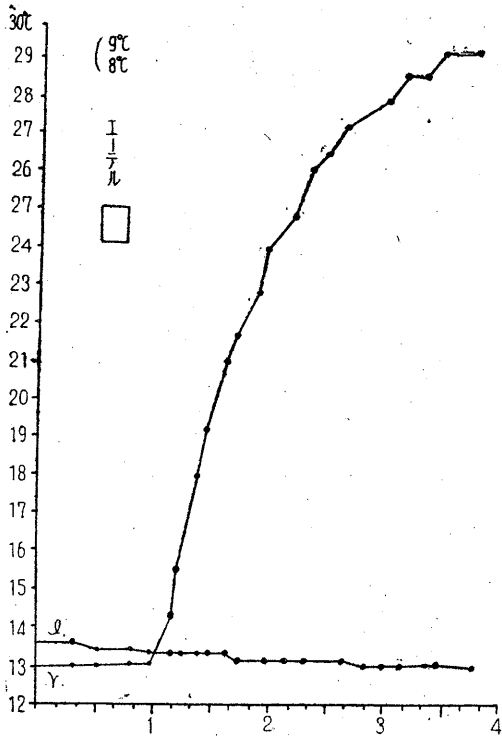
局所的に寒冷刺激として、エーテルを熱電対接合端を避けて、可及的小局部に止る如く、耳朶末端に短時間噴射



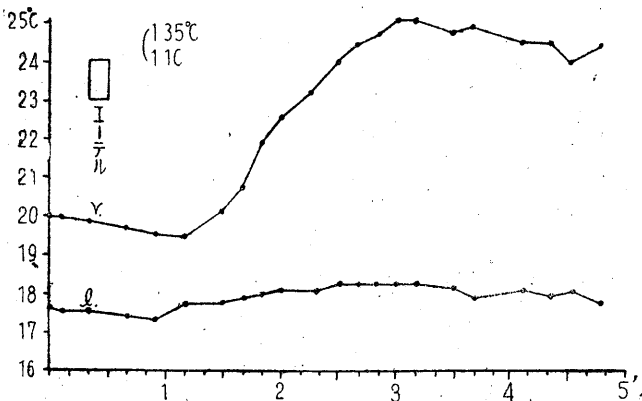
第9圖 右上頸部交感神経節切除8日後
右側耳朶の局所的温熱刺激

し、此の氣化熱により、室温10°C内外で殆んど瞬間的に-6--9°Cに局所的に冷却した。

此の寒冷刺激により、第10図の如く始めは著変は無いが、1分前後に著明な温上昇、即ち全血管系を含む擴張が見られ、反対側に著変を見ない。之はエーテル噴射による機械的刺激でない事は、水の噴射によりかゝる反應は無く、エーテルを浸した綿花をのせても、又アセトン噴射によつても見られる事から、エーテル氣化による寒冷刺激によると思われる。之も亦第11図の如く、前述の後耳介神経、或は上頸部交感神経節切除によつても影響されない。



第10圖 右側耳朶の局所的寒冷刺激



第11圖 右上頸部交感神経節切除13日後、
右側耳朶の局所的寒冷刺激

IV. 考 察

A) 太い動脈上の温度変化は、血管の収縮擴張に應じて最も鋭敏に平行する。従つて太い血管に於ける血管反射追及の方法の1つとして、温度変化測定は意義があると思われる。

B) 入澤 (4) は毛細血管領域の週期的収縮は、更に上位部の毛細動脈分岐部、更に小動脈の分

岐部の収縮性によると云つたが、此の耳朶中心動脈から、末梢の小動脈に至る迄の週期的収縮に應じて、毛細血管領域も週期的収縮をなすと思われるが、温度変化の上では著明ではなかつた。之は小石 (5) 等が云う如く、人体皮膚表面に見られる週期的な皮膚温度の変動の如く著明でないのは、熱電対接点、コロジウムによりかなり廣く接着しているのによるのかも知れない。

C) 血管系が比較的平面分布をなしている家兎耳朶血管系から、複雑な立体構造をなす、人体皮膚血管系への適應は困難であるが、奥田 (6) がプレチスモグラフを使用し、容積を変化せしめる血管は毛細血管及び之に直接する小血管部であり、皮膚温度を変化させるのは動静脈吻合枝であろうと云い、又、飯田 (7) は寒冷血管反應の際見られる指容積と皮膚温度の変化から、皮膚表面の微小血管と、深部の太き血管の反應による波と區別している点とくらべ、興味ある事と思われる。

D) 局所的温熱或は寒冷刺激により、全血管系に1分前後して擴張が瞬間的に擴がるのは、後耳介神経、交感神経を介さない局所的な血管反射によると思われる。之は新田 (8) が交感神経切除者の耳翼皮膚温度の冷却による反應性上昇を見たのと同じ結果であろうと思われる。

尙寒冷刺激の際著明な温度上昇があり、之が温熱刺激の時よりも、通常長時間続くのが見られるが、之が機轉竝に血管反射の機轉に就ても、今後尙追及さるべきと思う。

而も、此の血管反射は豫期に反して、他側に著変を見ない一側性のものであつた。

E) 家兎耳朶血管系に週期的収縮の見られるのは、既に入澤 (9) が明かにしたが、此の週期的収縮は兩側耳朶に同時性に存在し、時に異時性のものが混在する事は、温熱及び寒冷刺激の際に見られる如き、一側性の中樞と關係のない局所的な血管反射が混入しているのではないか

と考えられる。

尙週期的収縮に就ては、中樞との関係及びその発生機轉に就て、今後尙追及さるべきと思う。

V. 結 語

A) 家兎耳朶血管系では、耳朶中心動脈の上で、血管口径変化と皮膚温も鋭敏に平行する。

B) 家兎耳朶血管系に見られる週期的収縮は、兩側同時性であるが、時に異時性のものが混在する。

C) 一側耳朶の局所的温熱刺激により、1分前後にその側の著明な血管擴張が見られ、反対側に著変を見ない。

D) エーテル噴射による局所的寒冷刺激は、刺激側に1分前後に著明な血管擴張を見るが、反対側に著変を見ない。

E) 温熱及び寒冷刺激に見られる、1分前後に於ける血管の擴張は、刺激側の耳朶中心動脈

に沿う後耳介神経、或は上頸部交感神経節切除によつて影響されない。従つて之は中樞と関係のない、一側性の血管反射によると思われる。

文 献

- 1) 小坂隆雄 (1927) 濕布の皮膚毛細血管に及ぼす作用 満洲醫誌 6, 441
- 2) 信夫主税 (1931) 人体の手掌及手背血管の精神的並温熱的動機に因る変動に就て 満洲醫誌 14, 141
- 3) 福場友重 (1949) 温上昇と血管の反應 廣島醫學 2, 18
- 4) 入澤 宏 (1948) 毛細血管の週期的収縮に就て 日本生理誌 11, 19
- 5) 小石哲夫・小石秀夫 (1949) 皮膚温測定法に就て 日本生理誌 11, 283
- 6) 奥田 宣 (1942) 凍傷に關する研究 日本生理誌 7, 505
- 7) 飯田敏行 (1949) 寒冷血管反應に關する研究 日本生理誌 11, 79
- 8) 新田初雄 (1944) 人体耳翼皮膚温の冷却に對する反應に就て 日本生理誌 9, 427
- 9) 入澤 宏 (1946) 温上昇による耳朶動脈の擴張に就て 日本生理誌 10, 100

Summary

The surface temperature of rabbit's ear was measured with a method of copper-constantan thermojunction.

The change of surface temperature on the artery of rabbit's ear is parallel with the diameter of its blood vessels.

With this methode, the rhythmical contractions of blood vessels in both sides of ears are found sometimes synchronous and sometimes unsynchronous.

When a point of rabbit's ear is heated, its surface temperature increases within one minutes or so, namely the artery of the ear is dilated, and when a point of ear is cooled, the temperature also goes up within one minutes.

These changes of surface temperature are limited only in the stimulated side of the ears. It seems to me, due to the vascular reflexes without connection of the central nervous system.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical College)

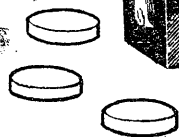
赤痢・疫痢・下痢に！



フタリルスルファチアゾール

フタリチン

フタリチンは消化管内から殆んど吸収されず直接腸管内の有害菌に作用し副作用は絶対にありません。通常服用後24時間で菌数は約 $\frac{1}{10}$ になります。



8錠	20錠
25瓦	250瓦

製造元 日本化成 販賣元 中村 瀧

— 日本薬局方 —



パンクレアチン 含糖 ペプシン

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化學産業株式會社

昭和二十六年四月二十五日印刷
昭和二十六年四月二十五日發行

編集兼
發行人

東京都文京區本富士町
東京大學醫學部生理學教室内
戸塚武彦

印刷所者

山形縣鶴岡市馬場町甲三
三浦武次郎
鶴岡印刷株式會社

發行所
東京都文京區本富士町
東京大學醫學部生理學教室内
日本生理學會

振替東京八六四三〇
會費一ヶ年金五百圓
(昭和廿六年度)

第二のダイアジン
第一のテラジアン

Sulfa

サルファ劑を撰ぶなら.....

吸收迅速一排泄は遅く長時間抗菌作用を營み速かに高い血中濃度に達し、腦脊髄への滲透性が強い、又他のスルファミン劑に比し、体内アセチル化合物の生成量が最も少く、又溶解度は最も高く、従つて腎臟障害尿道内に結晶を生ずる危険率は最も少い。(文献進呈)

第一製藥株式會社
東京日本橋・大阪道修町・福岡下祇園町

包裝 10錠 200円 20錠 380円 100錠 1,840円 500錠 8,500円
定價 25瓦 880円 100瓦 3,000円 500瓦 14,000円
10% 2cc×10 170円 5cc×10 880円 10cc×5 380円

中外製藥の良心的医薬品

腦溢血其ノ他
毛細血管強化劑

強力利尿劑

榮養・疲勞
恢復・脚氣に

肺炎・淋疾・其の他
一般化膿性疾患に

甲状腺機能亢進症
並に狭心症に

新合成
女性ホルモン

嫌・好氣性兩菌
を併殺する

特に神經痛
坐骨神經痛に

鎮痛・消炎・解熱に

ヒカルチン
注・錠・末

テオハルン
粉末

ビタミンⅡプロカノン
靜注

ネオⅡチセプタール
注・錠・末

メチオジール
注・錠・末

ロバール
注・錠

ホモスルフアミン
注・錠・末

アロピラⅡザルプロ
靜注

ザルソⅡプロカノン
靜注



製造元
中外製藥株式會社