

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第17巻 第7号

Vo. 17 No. 7

昭和30年7月1日発行

July 1955

原 著

山崎恒雄：圧反射の研究 頸動脈加圧及びつまみ刺激の四肢筋緊張に対する影響について.....	445
井上敏：脳温度に関する研究（第3編）脳血流と脳温度に就いて.....	451
井上敏：脳温度に関する研究（第4編）脳温の補正並に痙攣，麻酔等の場合の脳温度変化について.....	455
西村文夫：神経における直流第3作用の強さ-期間-曲線に及ぼす影響について.....	462
山崎恒雄：圧反射の研究 皮膚圧迫の正常動物（兎，猫，犬）の四肢筋緊張に及ぼす影響について.....	472
錢場武彦・三島久人・伊達辰之助：知覚刺激と大腸運動.....	478
宮川清：兎の脳血行遮断中並びにその前後の血圧並びに呼吸運動について.....	481
山上松義：幽門括約部の迷走神経支配.....	488

会 報

附：第32回日本生理学会評議員会.....	502
日本生理学会昭和29年度決算報告.....	503
会員移動.....	503

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

新しい……

本邦初製品!

★文献集試供品送呈★

酵素療法!!

〔トリプシン適応〕

膿胸・血胸 滲出性肋膜炎・壊死片
術後凝血・腔内癒着・挫傷 骨髄炎
潰瘍・膿瘍・壊疽・瘻孔・気管支炎
気管支喘息・気管支拡張症・肺結核
百日咳・火傷・空洞・血腫・切断面

〔スプレーゼ適応〕

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



持田製薬

〔健保採用〕

壊死組織溶解剤

結晶トリプシン

トリプシン

モチダ

1万HUM 5A・10万HUM 1VIAL・25万HUM 1VIAL

〔健保採用〕

擴散因子

ヒアルロナーゼ

スプレーゼ

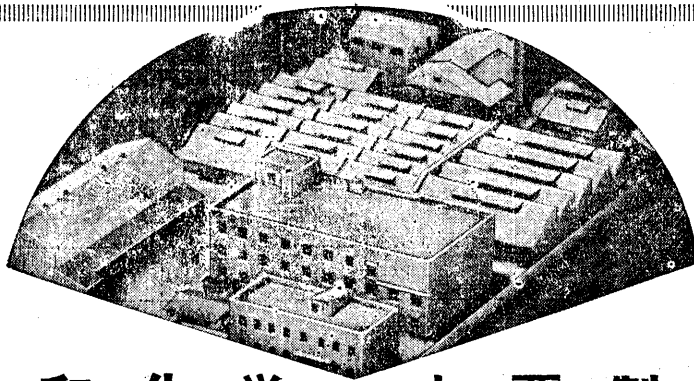
モチダ

2000V・U・M 5A

5000V・U・M 5A

IS-5

製造発売元 持田製薬株式会社 東京都中央区日本橋区



興和化学の主要製品

レスタミンコーワ	注・錠・散 抗ヒスタミン剤	スメルモンコーワ	糖衣錠 注 喘 息 剤
テブロン-Rコーワ	注 自律神経遮断剤	コルゲンコーワ	錠 胃酸胃子分泌抑制剤
複合ルチンコーワ	糖衣錠 散 高血圧治癒剤 脳溢血予防剤	Q & P KONA	糖衣錠 ミネラル入高単位 綜合ビタミン剤
アドボンコーワ	汁・錠 散 鎮痛鎮痙剤・消 化性潰瘍治癒剤	ネオシネジンコーワ	注 血管収縮・血圧上 昇剤
アベランコーワ	錠 強力溶化剤	ホスカコーワ	液・軟膏 水 虫 薬

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

圧 反 射 の 研 究 612. 833. 7

頸動脈洞加圧及びつまみ刺激の四肢筋緊張に対する影響について

Studies on the "Pressure Reflex".

Changes of the Muscle Tone of Extremities by Raising the Pressure in the Isolated Carotid Sinus and Clipping It.

山 崎 恒 雄 (YAMASAKI-Tsuneo)*

I. 緒 言

皮膚圧迫が四肢筋緊張に強く影響を与えることは、高木等¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾ によってはじめて報告され、これは皮膚圧-錐体外路系反射の一部をなすことがわかった。これと同時に内臓器官、例えば胃、膀胱⁹⁾、及び著者により肺¹⁰⁾からも皮膚圧反射と同様な機構で、筋緊張に変化を及ぼすことがわかり、高木は内臓の受容器と皮膚圧受容器との相同性を主張している。これ等の受容器はその向き方に於いて一種の伸展受容器であると考えられる。従って著者は頸動脈洞を他動的に加圧して、洞内圧を上昇させ、または外部より洞をつまむ方法を行って四肢筋緊張及びふるえに対する影響を筋電図学的にしらべ、併せて皮膚圧反射を比較検討した。

II. 実 験 方 法

実験動物としては家兎11例、猫5例、犬18例、計34例で行った。家兎は無麻酔、猫、犬はウレタン、或はエーテルで軽く麻酔して実験を行った。被験筋としては、三頭膊筋、四頭股筋、二頭膊筋、二頭股筋、腓腹筋、比目魚筋、を用いた。動物では筋緊張を一定に保たせることは仲々困難であるため、被験筋を適当な方法で軽く伸展し、これに同心型針電極を刺入し、ブラウン管オシログラフ及びスピーカー音を聞きながら、実験を行い、横河式電磁オシログラフに誘導して記録した。

頸動脈洞刺激には、内外頸動脈及び細かい分枝動脈を洞神経を傷つけないように注意しながら

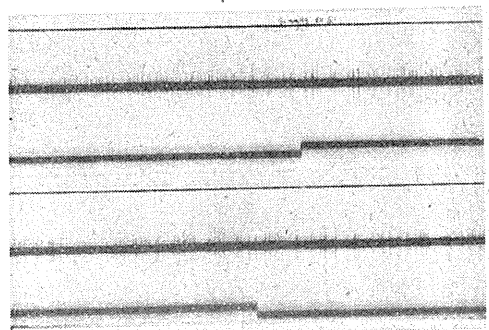
* 新潟大学医学部生理学教室 (高木健太郎教授)

ら、なるべく洞より離れた所で完全に結紮し、所謂 H. E. Hering, Koch の頸動脈洞標本を作って刺激した。即ち洞内圧を0にして洞内部より加圧、または洞外部よりつまむ方法を行った。加圧方法としては100ccの注射筒を用いて、Ringer 氏液を加圧送入し、つまみ刺激としてはクレンメ、またはピンセットでつまむ方法をとった。

III. 実 験 成 績

第1図は犬に於ける1例で、左の頸動脈は正常、右の頸動脈洞標本を作り、この内圧を急に40mmHgにあげたものであるが、加圧すると図に示すように左の二頭膊筋の筋緊張状態は、加圧前にくらべると僅かにスパイク放電が減少するに過ぎないが、加圧除去後もこの効果が残り、除去後10~20秒で元の状態に戻った。

次に同じ犬で“ふるえ”が起っているときに右の頸動脈洞内圧を急に80mmHgに上げると

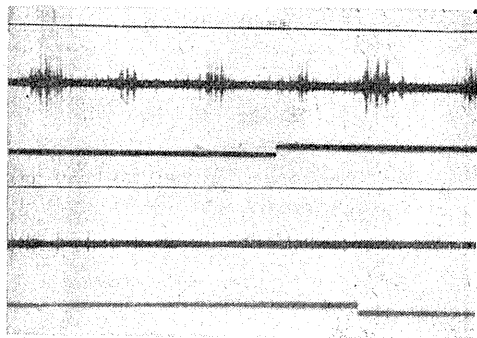


第1図 犬、♂ 1.8kg、ウレタン9cc皮下注射
右の頸動脈洞標本のみ作り、左の頸動脈は正常。左側の二頭膊筋より誘導。下段はシグナルで右の頸動脈洞に40mmHg加圧開始と停止時を示す

“ふるえ”は次第に小さくなり遂には“ふるえ”は消失し普通に見られるスパイク放電となった。加圧を止めると再び元の“ふるえ”の状態に戻った。

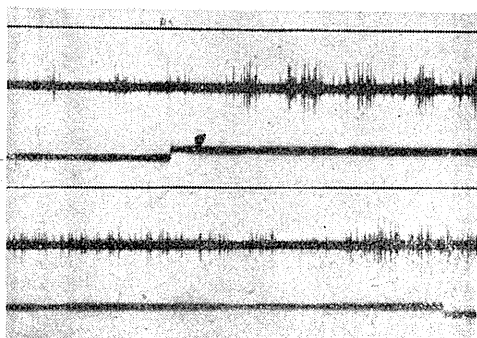
第2図は更に強く加圧した場合で、起っていた“ふるえ”は完全に止まり、またスパイク放電も著明に減少し、圧迫除去後30~40秒して漸く加圧前の“ふるえ”の状態に戻った。

今度は今までの実験例とは逆に洞内圧を0の状態から急に陰圧にすると、少数例ではあるが、第3図に示すように抑制されておいた“ふるえ”が再び強くなり、またスパイク放電も増加するのが認められた。即ち頸動脈洞の陰圧は“ふるえ”を促進し、筋緊張を増強させると云うことが出来る。



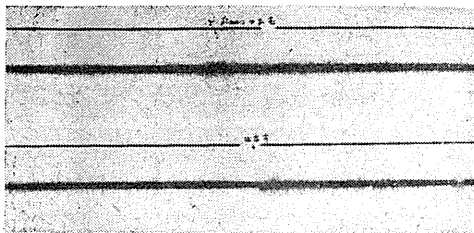
第2図 犬, ♂ 1.8kg, ウレタン9cc皮下注射

右の頸動脈洞標本のみ作り, 左の頸動脈は正常. 左側の二頭膊筋より誘導. 下段はシグナル, 加圧の開始時と停止時を示す



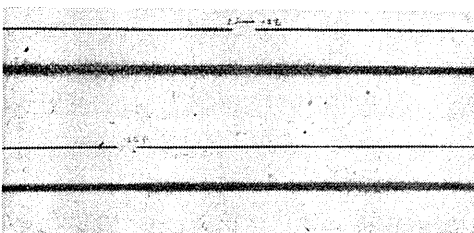
第3図 犬, ♂ 1.8kg, ウレタン9cc皮下注射

左は正常, 右のみ頸動脈洞標本を作る. 下段はシグナル, 陰圧の開始時と停止時を示す



第4図

兎, 無麻酔. 左, 右の頸動脈洞標本を作り, 左側の腓腹筋より誘導. 矢印は右頸動脈洞つまみ刺激の開始時と除去時を示す



第5図

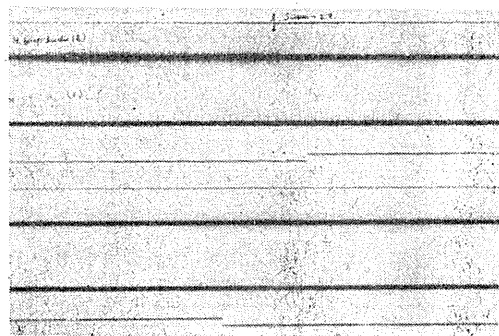
兎, 無麻酔. 左, 右の頸動脈洞標本を作り, 左側の腓腹筋より誘導. 矢印は左頸動脈洞つまみ刺激開始時と除去時を示す

第4図は兎の右側頸動脈洞に外部よりつまみ刺激を与え, その反対側である左の腓腹筋から誘導した1例であるが, 上述の実験例と同じく刺激後約2~3秒でスパイク放電が減少するのが認められた. 尙この図に示すように, つまみ刺激を始めると, 終りに一過性の大きなスパイク群の発生が見られるが, これは筋緊張に対する皮膚圧迫実験に於て圧迫刺激の始めと終りに見られる大きなスパイク群, 即ち触によって生じたものに相当するものと思われる. この変化は家兎に於いてはたびたび見られたが, 犬, 猫では余り著明ではなかった. 第5図は第4図と同じ実験動物で, 左の頸動脈洞につまみ刺激を与えて, その同側である左側の腓腹筋より誘導したものである. 図でわかるようにその抑制効果は第4図のそれにくらべると強いことが認められる.

以上から頸動脈洞の加圧及びつまみ刺激は筋緊張及び“ふるえ”に対して抑制的に働き, 時には内圧を陰圧にすると促進的に働くことがわかったが, 第4図及び第5図に示したようにそ

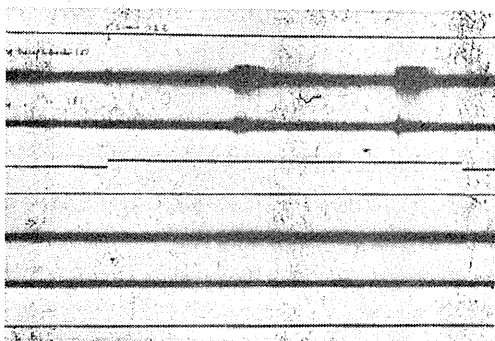
の抑制効果が刺激側と刺激対側とで異なることが認められたので、この抑制効果が果して同側性であるか、或は両側性であるかを明らかにするために、両側の頸動脈洞標本を作り、左右の同名筋より同時誘導して比較した。

第6図に示すように左の頸動脈洞に外部よりつまみ刺激を与えると、刺激側の二頭膊筋のスパイク放電は、刺激と同時に著明に減少するか、或は殆んど無くなるが、これに対して刺激と反対側即ち右側の二頭膊筋は刺激前にくらべて、スパイク放電が僅かに減少するに過ぎない。即ち同側の抑制効果は反対側のそれにくらべると遙かに強いと云うことが出来る。またこの抑制効果は刺激停止後30~40秒、時には1~3



第6図

犬、ウレタン麻酔、左右の頸動脈洞標本を作る。上から、時間、左側の二頭膊筋、右側の二頭膊筋、シグナル。矢印とシグナルは左側頸動脈洞つまみ刺激開始時を示す

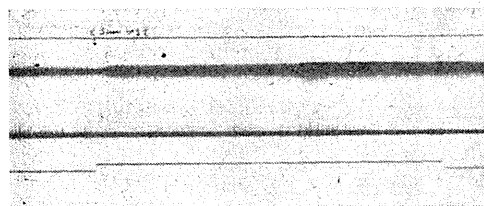


第7図

犬、ウレタン麻酔、左右の頸動脈洞標本を作る。上から、時間、右側の三頭膊筋、左側の三頭膊筋、シグナル。矢印とシグナルは右側の頸動脈洞つまみ刺激開始時を示す

分と非常に長いことが注目を惹いた。次に同じ動物で右側の頸動脈洞をつまんで見ると、これと全く反対の成績が得られた。

第7図は伸筋を代表して三頭膊筋より誘導したもので屈筋と同じく刺激側の筋即ち右の三頭膊筋は刺激後約10秒で殆んど完全に“ふるえ”は止まり、またスパイク放電も無くなったが、これに対して刺激対側の三頭膊筋では“ふるえ”は同様に無くなるが、スパイク放電は僅かに減少するに過ぎない。この図で判るように頸動脈洞刺激による効果は一般に潜伏時間が長いように思われる。



第8図

犬、ウレタン麻酔、左右の頸動脈洞標本を作る。上から、時間、左側の二頭膊筋、右側の二頭膊筋、シグナル。矢印とシグナルは右側頸動脈洞つまみ刺激開始時を示す

第1表

皮膚圧迫及び頸動脈洞刺激の四肢筋緊張に及ぼす影響

	皮膚圧迫		頸動脈洞刺激		
	一側圧迫		一側刺激		両側刺激
	同側	両側	同側	両側	
伸筋	+	-	-	干	-
屈筋	-	+	-	干	-

更に第8図に示したものは、数例に見られたもので、上述の実験成績とは異つた成績が認められた。即ち右の頸動脈洞をつまむと、図に示すように、つまんだ側の二頭膊筋は強い抑制を受け、スパイク放電は刺激後約6秒で殆んど無くなるが、刺激対側の二頭膊筋では刺激と同時にスパイク放電は著明に増加した。この抑制と促進効果は共に刺激停止後2~3分間続き、その後漸く元の状態に戻った。

以上の実験成績をまとめ、また皮膚圧迫の四

肢筋緊張に対する作用と比較すると第1表のようになる。

IV. 考 察

以上の実験成績から頸動脈洞刺激は四肢筋緊張に対し、一般的には抑制的に働くことがわかった。即ち同側の四肢伸筋、屈筋に対しては抑制的に働いて筋緊張を減少せしめ、反対側の伸筋、屈筋に対しても抑制的に働くが、時には逆に促進的に働いて筋緊張を増強させることが認められた。しかし頸動脈洞一側刺激により両側の伸筋、屈筋緊張が共に抑制効果を受ける場合には少くとも刺激側の抑制効果が反対側のそれにくらべて遙かに、その抑制される程度が強いと云うことが出来る。

頸動脈洞と骨格筋の緊張との相関性について報告したのは、Danieloplu で、彼は洞神経を刺激すると胸筋、および肋間筋の緊張が亢進するとしたが、Tournadeはこれと正反対で、寒冷による“ふるえ”は頸動脈洞神経を刺激するととまることを見た。また Koch¹¹⁾は頸動脈洞標本について、洞内圧をたかめると、動物は静かになることを証明し、更に洞内圧をたかめると、自発運動のみならず、腱反射の大きさも洞内圧に逆比例して小さくなることを実験し、この理由として頸動脈洞刺激によって全身の交感神経の緊張がへり、副交感神経の緊張がたかまったためであるとした。しかしこの理由に関しては否定する人もあり、まだ色々問題もあることと思われるが、今回は緒言で述べたように頸動脈洞について、皮膚、胃、膀胱に存在するような2つの受容器について考え、併せて圧-反射とを比較して考えて見たい。

高木により⁹⁾上記の器官に“なれはや”と“なれおそ”の2つの受容器があることが明らかにされ、前者は相的、促進的の反射作用を起し、後者は静的、抑制的の反射作用を起すものであることがわかった。また肺に於いても同様な受容器があり皮膚圧反射の一環をなすものとして著者によって証明された¹⁰⁾。即ち肺を他動的に加圧すると、四肢伸筋、屈筋に於いて加圧と同

時に見られる一過性の大きなスパイク群は“なれはや”の受容器によって起るものであり、その後続く筋緊張の減少は“なれおそ”の受容器によるものであることが分った。そして“なれはや”は皮膚圧反射の触に、“なれおそ”は圧に相当するものであるが、今回の頸動脈洞加圧、及びつまみ刺激の四肢筋に対する実験成績から見ると、実にこの反応と似て居り、頸動脈洞にも肺に於けると同様な反射作用があると云うことが出来る。ただ“なれはや”の受容器によって起る一過性の大きなスパイク放電群が、犬、猫では余り著明ではなく、兎に於いて著明に見られたが、このことは、皮膚の触、圧刺激の効果が下等動物に良く現われ¹²⁾、また大脳皮質除去動物に強く現われること¹²⁾、及び触の影響によって起る促進作用が人では局所的であるが、之に対し兎、蛙等の下等動物では全身的に反応することなどから大脳皮質の抑制中枢の興奮性の如何が関係しておるのではなからうか。実際 Miec¹⁴⁾¹⁵⁾も頸動脈洞を刺激して筋緊張が低下することを報告しているが、いつもこのような反応が起るとは限らないと云っており、少くとも筋緊張が低下するには迷路が完全なることが条件であるとした。そして迷路を剔出すると逆に筋緊張が増強すると云っているが、著者が迷路剔出時に於ける皮膚圧迫の影響を四肢筋緊張について、しらべて見たところ、迷路剔出直後では皮膚圧迫による効果は全く見られないが、4~7日後には皮膚圧迫の効果は正常時より更に強く現われることがわかった¹²⁾。また高木は皮膚圧迫と迷路とに類似性があることを証明したが¹³⁾このようなことから考えると、迷路の存在は確かに筋緊張には関係はあるけれども、このような反射の発現に必須なる条件とは考えられない。実際著者は実験34例中16例に筋緊張の低下を見たが、この現われる効果は同一個体でも異り、また迷路が完全であっても洞刺激により筋緊張が増強したのを4例で経験した。このようなことから、ますます中枢の被刺激状態の如何によって、このように変化するものと考えられる。

また皮膚圧反射に於ける圧-発汗反射¹⁶⁾では一側々胸部圧迫により、正中線を境として、圧迫側は抑制効果を、非圧迫側は促進効果を受け所謂、相互神経支配が殆んど常に見られるが、これは皮膚圧-錐体外路系反射でも第1表に示したように、この相互作用が明らかに見られる。しかし皮膚温¹⁷⁾、鼻甲介温¹⁸⁾となるとこの相互作用が不明確なことが少くない。

また相互作用は被験動物の種類によっても差違があり、蛙などの下等動物では圧迫刺激は全身的に抑制効果を及ぼし、相互作用は殆んど見られない。実際人に於ける圧-皮膚温反射はこの相互作用が割合規則的に行われるが、鶏に於けるそれは、相互作用の傾向が僅かに見られる程度で、全身的の抑制効果が強く現われる。このように受容器官及び被験動物の差異によって、現われる反応が異なるが、頸動脈洞反射は以上の実験成績を総合して見ると圧-反射に於いては丁度皮膚温、鼻甲介温反射と同じ位のレベルにある反射であるとも想像される。

次に一側洞神経の筋緊張に対する抑制作用が果して同側性であるか、或は両側性であるかについては、Hering が犬を用いて頸動脈洞心臓反射で洞神経の作用を報告しているが、氏はその遠心性衝撃は主として同側のみを通ると云っておる。また C. Heymans は始め同側のみを通ると云い後には反対側の経路を通るとも云ったが、同側性を主張する人が多い。しかし著者の以上の実験では明らかにその抑制効果は同側が反対側に比べて遙かに強いことが認められた。恐らく頸動脈洞からの遠心性衝撃は両側性に働くが、やはり同側が主なる経路であると思われる。

次ぎに両側頸動脈を同時に刺激すると、一側洞刺激に比べ、強い抑制効果を見たが、反応が強いときには死に至ることも3、4例に認められた。この強い抑制効果を皮膚両側圧迫のそれと比較すると全く同じ作用機構を持つと云うことが出来る。

結局頸動脈洞の四肢筋緊張に対する反射も皮膚、膀胱、胃及び肺からの反射と同様に取扱っ

てよいと考える。

V. 結 論

1) 頸動脈洞加圧、及びつまみ刺激の四肢筋緊張に対する効果は第1表に示す通りである。

頸動脈洞一側刺激は刺激側の伸筋、屈筋に対して抑制的に働き筋緊張を減少せしめ、刺激側の伸筋屈筋に対しては弱い抑制効果と時には促進効果を及ぼす。

少くとも両側に抑制効果を及ぼす時には刺激側の抑制効果は反対側のそれにくらべて遙かに強い。

両側洞同時刺激は一側洞刺激の抑制効果にくらべ更に強い効果を及ぼす。

2) “ふるえ”に対しても筋緊張に於けると同様に抑制的に働く。

3) 頸動脈洞刺激の四肢筋緊張に対する効果は一般に潜伏時間が長く、またその効果は刺激停止後もあとに残る。

4) 頸動脈洞刺激の始めと終りに一過性の大きなスパイク群が兎に於いて見られたが猫、犬では著明でなかった。

本業績は文部省科学試験研究費(本教室高木健太郎教授に対する)により一部支弁されたものである。

文 献

- 1) 高木健太郎・長谷川 渙・倉島昭示 (1952) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第1報) 生体の科学 3, 169-171
- 2) 高木健太郎・他 (1952) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第2報) 日本生理誌 14, 219
- 3) 長谷川 渙・倉島昭示 (1952) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第3報) 日本生理誌 15, 25-29
- 4) 長谷川 渙・山崎恒雄・岡井一雄 (1953) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第4報) 日本生理誌 15, 397-401
- 5) 長谷川 渙・山崎恒雄・岡井一雄 (1953) 皮膚圧迫の膝蓋腱反射閾値の変動について 生体の科学 4, 2-5
- 6) 高木健太郎 (1952) 自律神経並びに錐体外路反射 東京医事新誌 96, 16
- 7) 高木健太郎 (1953) 圧反射 (皮膚、内臓、筋、血管からの反射作用) 医学のあゆみ 15, 81-89
- 8) 高木健太郎 (1952) 皮膚の圧、触刺激の筋活動に及ぼす影響 (其の2) 医学 7, 159-164
- 9) 中根公正・入沢優氏 (1953) 胃膀胱よりの圧反射 日本生理誌 15, 105

- 10) 山崎恒雄 (1955) 自動的呼吸運動と他動的呼吸運動の四肢筋緊張及び膝蓋腱反射閾値に対する影響 (日本生理誌 17に発表の予定)
- 11) Koch, E. B. (1931) Die reflektorische Selbststeuerung des Kreislaufes.
- 12) 山崎恒雄 (1954) 正常動物, 除皮質, 除迷路時に於ける皮膚圧迫の四肢筋緊張に及ぼす影響 日本生理誌 16, 253
- 13) 高木健太郎 (1953) 圧反射と迷路性機能 脳神経領域 6, 179-191
- 14) Mies, H. (1933) Skelettmuskeltonus und Blutdruckzügler. Zeit. f. Biolo. 94, 108-118
- 15) Mies, H. (1935) Skelettmuskeltonus, Labyrinth und Blutdruckzügler. Zeit. f. Biolo. 96, 445-452
- 16) Kawase, T. (1952) Further studies on "Pressure sweat Reflex". Jap. J. Physiol. 3, 1-9
- 17) 山崎恒雄・宮本清純 (1951) 皮膚圧迫の皮膚温に及ぼす影響 新潟医学会誌 65, 826
- 18) 河合 仁 (1954) 人の鼻甲介温度に対する皮膚圧迫の影響 日本生理誌 16, 647-655
- 19) Heymans, C. (1929) Über die Physiologie und Pharmakologie des Herz-Vagus-Zentrums. Ergeb. d. Physiol. 28, 244-311

Summary

It was previously reported by Takagi that the pressure and the touch applied on the skin gives some definite influences upon the muscle tone of the extremities.

These Phenomena were called "Skin Pressure Extrapyramidal Reflex". Also it is supposed that the blood vessel, the lunge, the stomach, the bladder and other visceral organ have similar pressoreceptores to that in the skin.

From this point the author have studied electromyographically the effects of the pressure change in the isolated carotid sinus and its clipping up on the muscle tone of the extremities. Rabbits, cats and dogs were used in this experiments.

The results are as follows.

1) The effects of raising the pressure in the isolated carotid sinus and its clipping are shown in Table 1. It was proved that the muscle tone of bilateral extremities were inhibited by stimulation of the unilateral isolated carotid sinus.

This inhibitory effects upon the muscle tone of extremities are more stronger on the ipsilateral side of stimulation than on the contralateral side. Occasionally the facilitatory effects are seen on the contralateral side.

Bilateral stimulation in the isolated carotid sinus results in more intense inhibitory effects upon the muscle tone of extremities in comparision with unilateral stimulation.

2) Shivering due to cold is inhibited by stimulation of the isolated carotid sinus.

3) This inhibitory reflex frome the carotid sinus has generally a latency and larger after-effects than that from the skin.

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

脳温度に関する研究 612.563

(第3篇) 脳血流と脳温度に就いて

Studies on the Temperature of the Brain.

(3) On the Relationship between the Blood Flow and the Temperature of the Brain.

井上 敏 (INOUE-Satoshi)*

I. 緒 言

前論文に於て、脳は発熱器官であり従ってその活動如何によって脳温に変化を来すことが考えられること、又脳の内的並に外的温度環境が著明に脳温を変化せしめることを明かにした。

しかし、脳温に変化を与え得ると考えられる諸因子の中、脳血流の役割については未だ明かにされていない為、本論文では脳血管の結紮実験によってこの点を明かにしようと企てた。

II. 実験方法

脳温は前論文¹⁾と同じく、大脳皮質及び脳深部(視床下部及びその附近)に於て測定し、前論文¹⁾²⁾の理論に従って頭頂部皮下温(以下頭部皮下温と略称する)も同時に測定した。頸動脈血温は結紮手術を加える必要上測らなかつたが、直腸温及び股動脈血温を共に測定した。

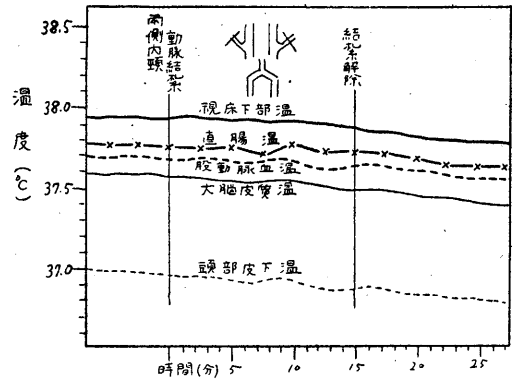
動脈結紮は総頸動脈、内頸動脈、外頸動脈並に椎骨動脈等を両側同時に測定した。

III. 実験成績

上記の脳動脈を個別的に左右同時に結紮して、脳血流変化を起さしめ、この際の脳温度の変化を見た。

A. 両側内頸動脈の結紮

両側内頸動脈を同時に結紮しても脳温は殆ど変化しない、結紮を解除しても同様に脳温には変化がない。この場合、動物は外観上全く異状を呈せず、時には少しく暴れるがすぐに安静となる。この場合の脳温の変化の状態は第1図の如くである。



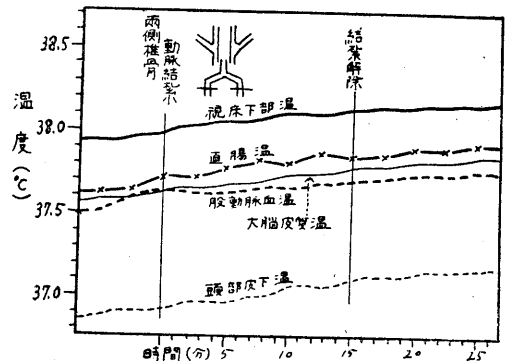
第1図 両側内頸動脈結紮と脳温

B. 両側椎骨動脈の結紮

両側椎骨動脈を同時に結紮しても動物は外観上大した動揺を示さず、脳温にも認むべき変化を来さない。結紮を解いても同様であつて、この例を第2図に示す。

C. 脳血管全部を漸次結紮した場合

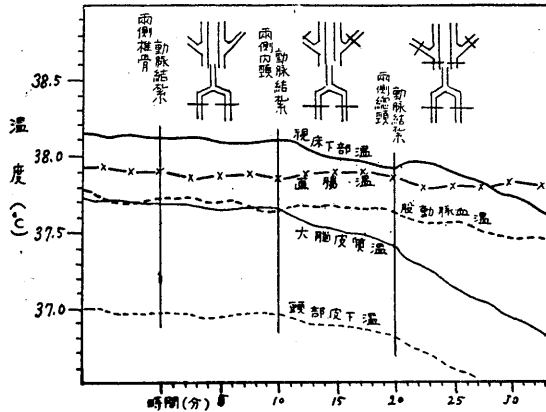
両椎骨動脈を結紮しても、動物の状態や脳温度にあまり変化を認めないが、之に両側内頸動脈結紮を加えると、動物は角膜反射が鈍くなり、呼吸も小数、浅表性となり、静穩にして麻



第2図 両側椎骨動脈結紮と脳温

* 大阪大学医学部第2生理学教室(吉井直三郎教授)

酔状となる。この際、直腸温や股動脈血温は殆ど変化しないのに脳温は急に下降しはじめる。そして1時間乃至2時間位して死亡する。両椎骨動脈結紮に加うるに両総頸動脈結紮を加えると更に死期を早める(第3図)。



第3図 両側椎骨動脈、内頸動脈及び総頸動脈を順次結紮した場合の脳温

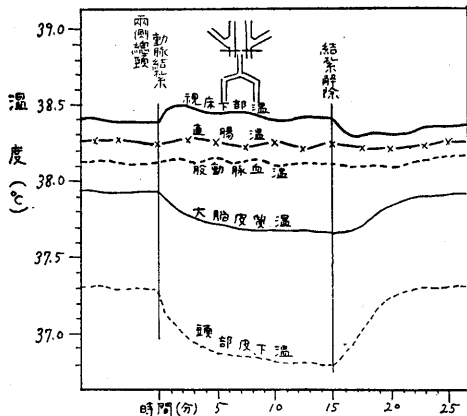
D. 両総頸動脈結紮

両総頸動脈結紮を行うと、脳温は第4図の如く常に一定の形を以て変化する。即ち深部脳温(視床下部温)は上昇し、脳皮質温は下降し、頭部皮下温は著明に下降する。

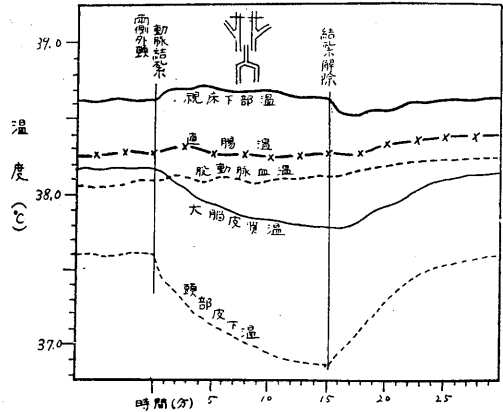
結紮を解除した場合は、各部の温度は比較的速かにもとに戻る。

E. 両側外頸動脈結紮

両側外頸動脈を結紮した場合の脳温の変化は、両総頸動脈を結紮した場合の脳温変化と全



第4図 両側総頸動脈結紮と脳温



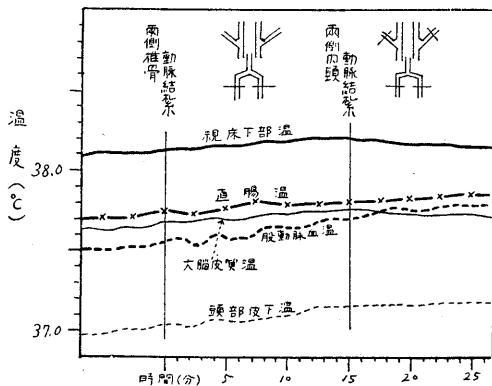
第5図 両側外頸動脈結紮と脳温

く同一である(第5図)。

IV. 考 察

両側内頸動脈、或は両側椎骨動脈結紮によって、脳内血流は一時的にもせよ可成り変化している筈であるが³⁾⁴⁾、この程度の脳内血流変化によっては脳温度は殆ど変化を示さない。このことは一見奇妙に見えるが、元来脳血液温は脳温との温差が僅かに1°C以内であり、外頸動脈結紮を含めぬ場合は頭蓋外温が概ね変化しないわけであるから、この様な状態に於て脳内血流が多少増減しても、それによって脳代謝に異常を起さぬ限りは、脳温に急な変化を来すとは考えられない。この場合、血管の結紮によってどれくらいの血流変化が脳に惹起されていたか、又如何なる条件の下に於ては脳血流変化が脳温に反映されるものであるかという問題については、著者等の別の研究⁴⁾によって次の事実が明かにされている。即ち、両側内頸動脈を結紮した場合、脳血流は正常の場合に比し平均37%に減少し、両椎骨動脈結紮によって正常の67%に減少しており、又脳灌流血温と脳温との差が1.5°C以内のときは、この程度の脳血流変化によっては脳温が殆ど変化せず、両者の温度差が1.5°C以上となるに及んで初めて脳血流の変化が脳温に影響を与え得るものである。故に普通の実験状態に於ては、脳血流の急変があったとしても脳温には反映してこないのである。

しかし、両側内頸動脈、両側椎骨動脈を共に結紮するときは、動物は角膜反射魯鈍、呼吸弱小、麻酔状となり、脳温は直腸温、股動脈血温に比して急激に低下し、遂に死に至る。故に、脳血流の急減は、之が脳の機能を2次的に低下せしむるに至って初めて脳温の低下をもたらすと考えられる。又両側内頸動脈、両側椎骨動脈を全部結紮しても、時には動物の一般状態が良好で脳機能に著しい障害がないと考えねばならぬ場合があり、この様な場合は脳温の低下が著しくない(第6図)。これは恐らく動物の固体差によるものであって、即ち、外頸動脈から脳に通ずる副行枝の発達の良いものにあつては上記動脈の結紮によつても、猶脳機能を維持するに足る血液が供給されるのであろう。

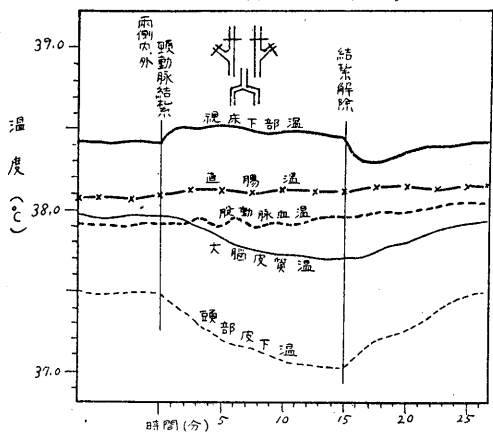


第6図 両側椎骨動脈、内頸動脈を結紮しても脳温に著変の無かつた1例

両側総頸動脈を結紮すると、頭部皮下温が著明に低下し、脳皮質温は大約その1/2の低下を示す。視床下部温は結紮直後上昇した後、漸次低下する。この変化は両側外頸動脈のみを結紮しても現われる。Lowenbach⁵⁾は猫に於て両側総頸動脈を結紮した際の視床下部温、大脳皮質温を測定して同様な結果を得て、視床下部温の上昇は Hypoxia による反射性代謝亢進によるものとなし、大脳皮質温低下について充分の説明をしていない。著者の実験によつても、視床下部温上昇の原因は充分説明しにくい、この温度上昇は両側外頸動脈結紮によつてもおこり、両側内頸動脈或は両側椎骨動脈結紮によつ

ては起らない故、脳の Hypoxia によるとは言えない。又前論文に述べた如く¹⁾、頭部皮膚面を冷却すると、視床下部に温上昇が見られること、及び外頸動脈を含む血管結紮の場合は必ず頭部皮下温の下降を伴っていることから考えると、総頸動脈或は外頸動脈の両側結紮の場合は、外頸動脈流域の広範囲な血流停止による温度下降がおこり、何らかの反射機構によつて視床下部附近の温度上昇を来したのではなからうかと考えている。何れにせよ、この部の温度上昇は単なる血流変化の物理的影響ではない。又大脳皮質温の低下は、その変化程度より見て、血流減少による脳代謝低下によるものではなく、明かに頭蓋周囲組織温の低下の直接影響であると考えられる。

又この場合の脳温の特殊な変化が頸動脈洞圧と何らかの関係があるかもしれないという考えを以て、内外両頸動脈の分岐部より頭側に於て、両側内、外頸動脈を結紮してみると、総頸動脈両側結紮の場合と全く同様の脳温変化を示した(第7図)。故にこの種の脳温変化は頸動脈洞圧とも関係がないと言えるであらう。



第7図 両側内頸、及び外頸動脈結紮と脳温

V. 結 論

1) 家兔に於て、脳血管を夫々各所に於て両側同時に結紮し、脳血流変化と脳温との関係を観察した。

2) 脳の血流の一時的急変は直接脳温に反映されてこない。脳代謝の変化を起すに至つて初

めて脳温に変化を招来すると考えられる。

3) 総頸動脈結紮による脳温変化についての Lowenbach の仮説を批判した。

本論文の要旨は昭和27年日本生理学会第5回近畿生理学談話会, 同年第9回日本脳神経外科学会に於いて発表した。

文 献

1) 井上 敏 (1952) 脳温度に関する研究(1) 日本生理

誌 14, 479

2) 井上 敏 (1953) 脳温度に関する研究(2) 日本生理誌 15, 163-164

3) 片山高明 (1950) Willis氏動脈環の血行調節作用 精神々経誌 52, 37-40

4) 井上 敏 (1954) 脳温度に関する研究(4) 日本生理学会第9回生理学近畿談話会

5) Lowenbach, M. (1951) Hypoxia and the Temperature of Hypothalamus of the Cat. J. Neurol. exp. Neurol. 10, 67-76

Summary

The internal carotid, vertebral or common carotid arteries of a rabbit were bilaterally ligated and the brain temperature was examined.

1) Bilateral ligation of internal carotid or vertebral arteries had no effect on brain temperature (Fig. 1, 2), but when both internal carotid and vertebral arteries were bilaterally ligated, brain temperature began to fall, while rectal temperature and femoral arterial blood temperature remained unchanged (Fig. 3). When brain temperature began to fall, the animal appeared to be anesthetized and died within 1-2 hours. So occasional changes of cerebral blood flow may not be reflected on brain temperature directly, so far as the metabolism of the brain was kept almost unaffected.

2) When bilateral common carotid, or external carotid arteries were ligated, the brain temperature always presented a specific curve, namely, temperature of hypothalamus rose, temperature in the subcutaneous tissue of head fell and temperature of cerebral cortex fell in 50% of that in the subcutaneous tissue of head (Fig. 4, 5).

This temperature elevation of hypothalamus is not to be considered as the effect of hypoxia, but is likely to be dependent on the reflexive process, which is presumably caused by a sudden fall in subcutaneous temperature of head.

Temperature fall in the cerebral cortex may be due to the influence of fall in temperature in the subcutaneous tissue of the head.

(Second Department of Physiology, Osaka University Medical School)

脳温度に関する研究 612.563

(第4篇) 脳温の補正並に痙攣、麻酔等の場合の脳温変化について

Studies on the Temperature of the Brain.

(4) On the Correction of the Brain Temperature Curve and the Brain Temperature Changes following Convulsion, Anaesthesia and Others.

(本論文要旨は昭和29年日本生理学会第9回近畿生理学談話会に於て発表した)

井 上 敏 (INOUE-Satoshi)*

I. 緒 言

さきに述べた如く¹⁾、脳温は次の諸因子によって左右されると考えられる。

- a. 脳組織の代謝による熱発生の変化
- b. 脳灌流血液温の変化
- c. 脳周囲組織温の変化
- d. 脳血流の変化

従来諸家の脳温に関する成績は、例えば痙攣²⁾³⁾⁴⁾、麻酔⁵⁾⁶⁾等の場合に於て一致せず、その解釈がまちまちであった。このことは、上に述べた諸因子の相互関係に対する考慮の不足が原因であると考えられる。若し脳代謝の変化を脳温から窺おうとするならば、少くともb, c, dの3因子の影響を補正しておく必要がある。さきに得た実験成績⁷⁾に基いて、脳血液温、脳周囲組織温並に脳血流等による影響を脳温曲線から除くことを試み、且つ之を2, 3の脳温成績について応用してみた。

II. 脳温の補正

A. 脳血流変化の影響についての補正

さきに述べた所により⁷⁾脳血流の急変は、普通の場合、直接脳温に影響しないことを認めたので、脳血流量の変化は、脳温の補正上考慮する必要がない。

B. 脳灌流血液温変化について

脳血液温の変化に対して、脳深部温は約80%、脳皮質温は約75%、頭頂部皮下温は約71%の影響を受け、脳温の急変は短時間内に血液温の著明な変化を来さないことを認めたので⁷⁾脳温実

測値からこの影響を引き去って、概ね血温影響を除いた脳温曲線を得ることとした。

C. 脳周囲組織温の変化による補正

脳周囲組織に循環変化が起ったり、或は頭部皮膚面よりの熱放出があったりした場合、頭蓋の直接外面の中で主として温度変化を蒙るのは頭頂部皮下であり、之に反して、厚い筋層その他の諸組織で覆われた側頭部や脳底部附近の頭蓋直接外面の温度には著明な変化がない⁷⁾。又鼻腔温変化も普通の場合脳温に影響しない⁷⁾。

そこで頭蓋外温変化については、頭頂部皮下温(以下単に頭部皮下温と称する)と大脳皮質温との間に補正を行った。猶、脳深部温は脳皮質温変化が0.5°C内外の場合、直接脳皮質温変化の影響を受けること無く、又この部の頭蓋外温は普通脳深部に影響する程の変化を示さず、鼻腔温変化も亦脳温に対しては問題とならないから⁷⁾、脳深部温については、血温変化による補正を行うに止めた。

頭部皮下温の変化に対して、之に接した大脳皮質温は約50%の直接変化を受け、逆の場合もほぼ同様であることはさきに述べた⁷⁾。そこで、血液温の影響を予め除いた脳温変化について、脳皮質温が自主的にBだけ変化し、頭部皮下温が自主的にCだけ変化して、相互に影響し合つて結局脳皮質温はP、頭部皮下温はQの温度変化となつてあらわれたとすると、

$$P = B + \frac{C}{2} \quad Q = C + \frac{B}{2} \quad \text{であり、}$$

$$B = \frac{4}{3} \left(P - \frac{Q}{2} \right) \quad C = \frac{4}{3} \left(Q - \frac{P}{2} \right)$$

である。脳代謝の函数として脳温を採上げる為

* 大阪大学医学部第2生理学教室(吉井直三郎教授)

には、P、QよりもB、Cの補正值を用いる方が合理的であろう。

そこで著者は上の補正を用いて、2、3の脳温成績を考察してみた。

II. 実験方法

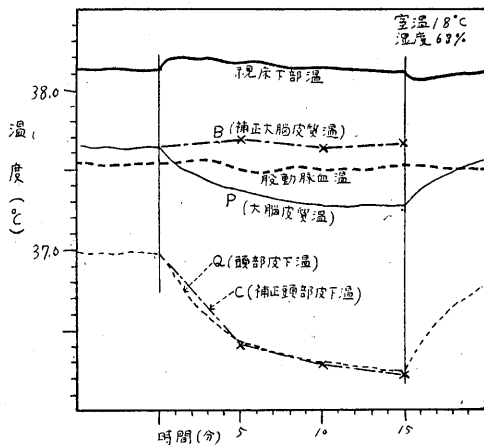
既報の実験と同様に、動物は2kg内外の家兎を無麻酔で用い、頭頂部の骨穿孔部より、黒津⁹⁾の原理に従って熱電対を大脳皮質並に視床下部に挿入し、偏位法によって脳温を測定した。

痙攣誘発には頭部電撃(30V、5秒)、或はカルデアツオール(10%、0.2cc/kg)を用い、麻酔は、エーテル吸入、オーロバンソーダ静脈麻酔、並に電気麻酔¹⁰⁾等によった。

IV. 実験成績並に考察

A. 両総頸動脈結紮時の脳温変化

両側総頸動脈を結紮すると第1図の如く、脳温は視床下部に於て上昇し、大脳皮質温に於て下降する。この際、股動脈血温は著変を示さ



第1図 両側総頸動脈結紮時の脳温変化並びにその補正曲線

第1表 第1図の場合の脳温補正

結紮後の時間(分)	P (°C)	Q (°C)	$P - \frac{Q}{2}$ (°C)	$B = \frac{4}{3} \left(P - \frac{Q}{2} \right)$ (°C)	$Q - \frac{P}{2}$ (°C)	$C = \frac{4}{3} \left(Q - \frac{P}{2} \right)$ (°C)
5	-0.24	-0.55	+0.04	+0.05	-0.43	-0.54
10	-0.34	-0.68	0	0	-0.51	-0.68
15	-0.34	-0.72	+0.02	+0.03	-0.55	-0.73

ず、頭部皮下温は急激に下降する。この場合、血液温には著変が無いから、第1表の如く、脳周囲温のみについて脳温を補正すると大脳皮質温はあまり変化していないのであって、頭部皮下温は実測温度曲線とほぼ同様である。

この成績は Lowenbach²⁾の猫に於ける成績と同じであるが、彼は脳深部温の変化はAnoxiaの結果、視床下部の代謝亢進が起った為であるとし、脳皮質温の低下については充分の説明をしていない。著者の成績によると、視床下部温の上昇は別に述べた如く⁷⁾、頭部皮下温或は脳皮質温の低下に原因した反射性のものではないかと考えられる。又大脳皮質温の低下は、この部のAnoxiaや代謝低下に基くものではなく、明かに頭部皮下温低下の直接影響であって、このことは、両側総頸動脈を結紮しても動物は外観上何らの異常も認められないこと、又両側総頸動脈を結紮しても条件反射に異常を認めなかったという実験(吉井¹¹⁾)に照して正しいと考える。

B. 痙攣時の脳温変化

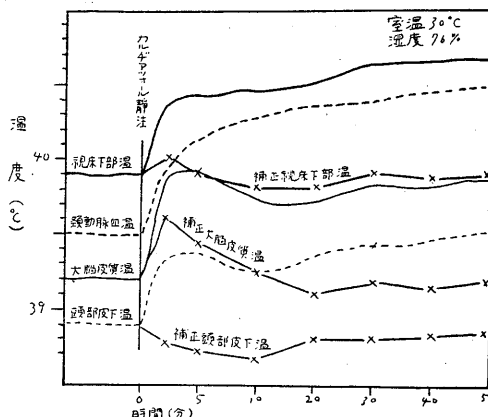
痙攣時の脳温変化については従来の成績は種々様々であって²⁾³⁾⁴⁾、一定した変化を捉えていない。著者の実験によっても、場合によりいろいろの形を示したが、之に上述の補正を加えることによって、次の一定した脳温変化を得ることが出来た。

第2図は10%カルデアツオール0.2cc/kg静脈注射によって典型的痙攣発作を起し、しかも頸動脈血温にあまり変化のなかった場合であり、第2表の如き方法で得た補正曲線を見るに、大脳皮質温は発作直後より2~3分間に亙る急激な上昇期があつて、後下降に転じ、1時間前後でもとにもどっている。視床下部温もほぼ同様の傾向を示すが、変化の程度は少い。頭部皮下温は初めに下降して、後恢復する。痙攣の場合の脳温変化と

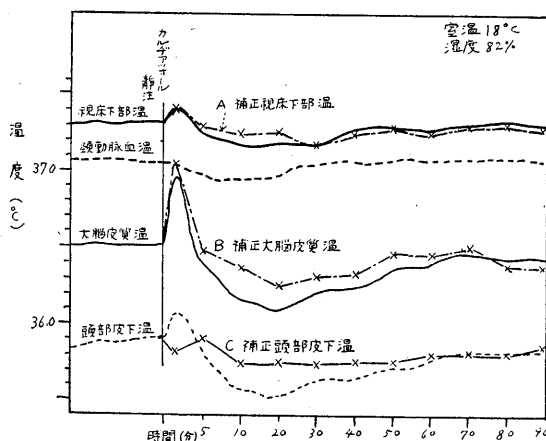
が、変化の程度は少い。頭部皮下温は初めに下降して、後恢復する。痙攣の場合の脳温変化と

しては、この二相性変化が基本型と考えられ、脳、特に皮質に於て初めに急激な代謝上昇による熱発生があり、次で昏睡期に代謝低下による温度下降があって、後回復に向うものと考えられる。痙攣の場合、頭部皮下温の下降が常に見られるが、之は外頸動脈流域の貧血を物語るのであろう。猶、この脳温変化形は、頭部電撃痙攣の場合でも、頸動脈血温の変化が著明でない時は同様であって、環境温度が比較的低い際によく見られる。

時には痙攣によって第3図の如く脳温は増加を続けることがある。之は夏季高温の場合に多く、頸動脈血温は著明な上昇を示している。然



第3図 カルデアツオール痙攣時の脳温変化とその補正曲線 (2)



第2図 カルデアツオール痙攣時の脳温変化とその補正曲線 (1)

るにこの場合でも補正曲線は概ね上に述べた基本型に近い変化を示している。

寒冷環境に於ては、第4図の如く、痙攣によって脳温が下降の一途を辿ることがあるが、この場合は頸動脈血温が著しく低下しているものであり、この場合でも補正曲線は基本型に近い。

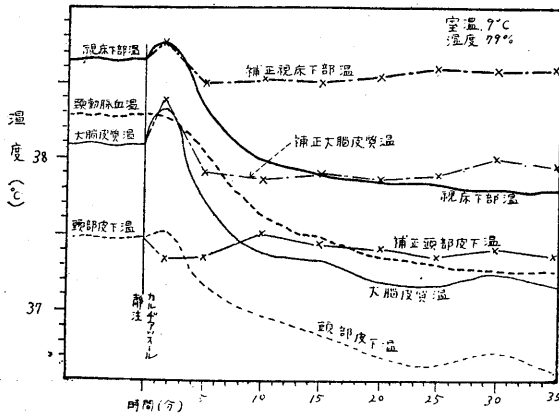
場合によっては第5図の如く最初大脳皮質温がわずかに上昇の気配をみせただけで、その直後に頭部皮下温の著明な下降の影響を受けて下降する例もある。

甚しい場合は、痙攣にも拘らず、脳周囲温や血温の低下に強く影響されて、全く脳温は上昇の傾向を示さぬ例もあるが、これらの種々の痙

第2表 第2図の場合の脳温補正

注射後時間 (分)	頸動脈血温変化 (°C)	視床下部 (°C)				大脳皮質 (°C)			頭部皮下 (°C)			B (°C)	C (°C)		
		a		b		c		d		e				f	
		血温変化の直接撮影	実際の温変化	血温変化の直接撮影	実際の温変化	血温変化の直接撮影	実際の温変化	血温変化の直接撮影	実際の温変化	血温変化の直接撮影	実際の温変化				
2	0	0	+0.07	+0.07	0	+0.47	+0.47	0	+0.16	+0.16	+0.52	-0.10			
5	-0.08	-0.06	-0.09	-0.03	-0.06	-0.13	-0.07	-0.06	-0.10	-0.04	-0.07	-0.01			
10	-0.10	-0.08	-0.16	-0.08	-0.08	-0.35	-0.27	-0.07	-0.35	-0.28	-0.17	-0.19			
20	-0.08	-0.06	-0.14	-0.08	-0.06	-0.43	-0.37	-0.06	-0.38	-0.32	-0.28	-0.18			
30	0	0	-0.15	-0.15	0	-0.30	-0.30	0	-0.29	-0.29	-0.21	-0.19			
40	+0.02	+0.02	-0.05	-0.07	+0.02	-0.27	-0.29	+0.01	-0.27	-0.28	-0.20	-0.18			
50	+0.03	+0.02	-0.03	-0.05	+0.02	-0.15	-0.17	+0.02	-0.20	-0.22	-0.08	-0.18			
60	+0.02	+0.02	-0.05	-0.07	+0.02	-0.13	-0.15	+0.02	-0.15	-0.17	-0.09	-0.13			
70	+0.03	+0.02	0	-0.02	+0.02	-0.05	-0.07	+0.02	-0.10	-0.12	-0.01	-0.11			
80	+0.05	+0.04	+0.01	-0.03	+0.04	-0.08	-0.12	+0.04	-0.10	-0.14	-0.07	-0.11			
90	+0.03	+0.02	-0.03	-0.05	+0.02	-0.10	-0.12	+0.02	-0.10	-0.12	-0.08	-0.08			

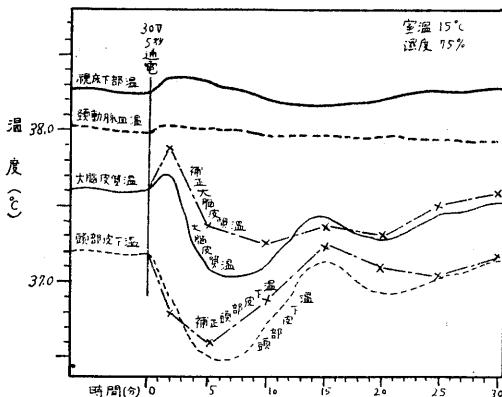
$$= \frac{4}{3} \left(P - \frac{Q}{2} \right) = \frac{4}{3} \left(Q - \frac{P}{2} \right)$$



第4図カルデアツオール痙攣時の脳温変化とその補正曲線 (3)

痙攣時脳温型も、血温変化や脳周囲温度変化による補正を行えば、概ね上述の基本二相性変化に近い形をとるものである。

中江³⁾は電撃並にカルデアツオール痙攣に於て、数秒間 0.5~1.0°C の下降を示した後上昇に転じたと報告し、カルデアツオール痙攣に於ては屢々最初の下降に先行して脳温上昇を認めたと述べている。Lowenbach²⁾は猫に於けるメトラゾール痙攣に於て、脳温は各部一様に上昇の一途を辿ると述べ、之を脳の Anoxia と関連して考察している。又教室の佐々木⁴⁾は聴原発作時の鼠の脳温変化を観察し、之を脳血流変化と結びつけて考察した。かくの如く、痙攣に関する脳温成績は一一致せず、その解釈もまちまちであるが、著者の研究によると、脳温変化は血液温や脳周囲組織温の影響をうけることが極めて

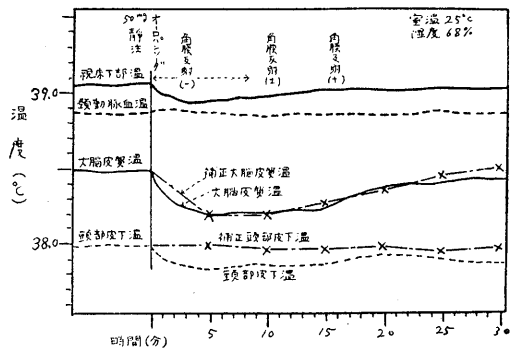


第5図 電撃痙攣時の脳温変化とその補正曲線

大きく、一方血液量も刻々可成りの変化を示すものであるから、これらの因子に対する考慮が不足しているときは脳温成績及びその解釈に混乱を来すのは当然である。要するに痙攣の場合の脳温基本変化は上述の二相性変化であり、之が脳の代謝状況を示すものであると考える。

C. 麻酔の場合の脳温変化

オーロパンソダ (20mg/kg) 静脈注射によって麻酔を行うと、血温に著変のない場合の脳温変化は第6図の如く、角膜反射消失と共に下降し、諸反射恢復と共にもとに戻る。

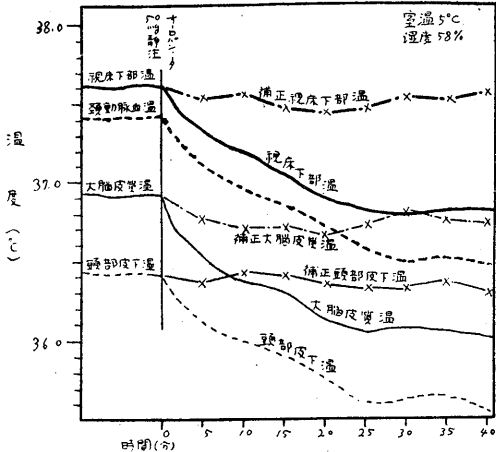


第6図 オーロパンソダ静脈麻酔時の脳温変化とその補正曲線 (1)

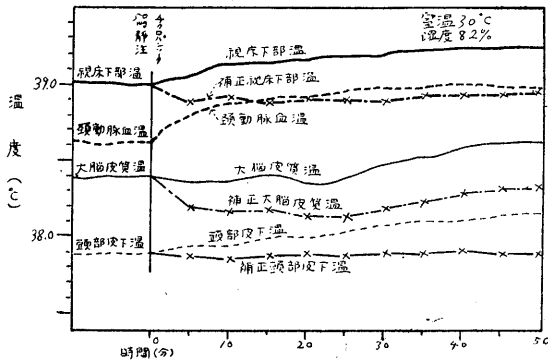
この場合、頭部皮下温は痙攣の場合と異り、著変を示さないが、之は外頸動脈流域に著しい血流変化がない為であろう。

寒冷環境に於ては、第7図の如く、麻酔によって脳温は各部共急激に下降の一途を辿る場合がある。この場合は頸動脈血温が著明に低下しているのであって、補正曲線を求めると、前の例と同じく下降並に恢復という型をとっている。

又特に高温環境に於ては、第8図の如く、麻酔に入るに拘らず脳温は低下せず、場合によっては却って上昇の一途を辿ることもある。この様な場合は頸動脈血温が著明に上昇しているのであって、この点を補正すれば、上例とほぼ同じく、麻酔の基本型脳変化に近い形を示しているのである。



第7図 オーロパンソーダ静脈麻酔時の脳温変化とその補正曲線 (2)



第8図 チクロパンソーダ静脈麻酔時の脳温変化

上の様に、同じく静脈麻酔の場合に於ても、脳温は血温変化によって全く異った形を示してくるが、その基本形は麻酔期の脳温下降と之に続く回復であり、之の形は麻酔の脳の代謝状況を卒直に示すものと考えられる。

以上述べた痙攣や麻酔の場合の血温変化が一定しないのは、主として環境温度の相違による様に思われる。即ち、この様な中枢機能の減退している状況下に於ては、血温が外気温に著明に影響されるのであろう。

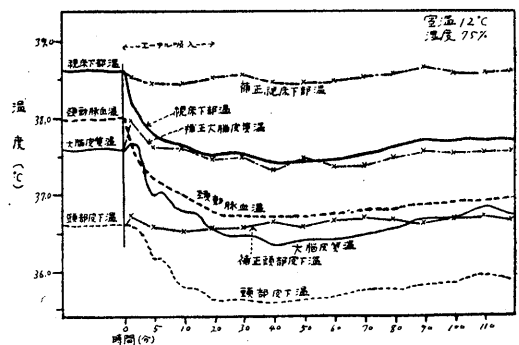
高温環境下に於て、深麻酔に入ると同時に血温が急激に上昇することが屢々見られる。この理由については別に研究しているが¹²⁾、高温の場合、家兎は呼吸数が非常に多く、1分間 300以上を示すのは毎常認めることであり、麻酔に入ると共に呼吸数は急激に減少して50分以下に

なるのであって、この呼吸数の激減による気道面よりの熱放出の減少によって、頸動脈血温が上昇するものと考えている。

エーテル吸入麻酔を行った場合の脳温変化は、第9図の如く、脳温は常に急激に下降し、下降度は屢々 -4°C に達することがある。この際頸動脈血温は常に著しく下降しているのであって、補正曲線を見ると、視床下部温は常に麻酔中下降して、後回復する。大脳皮質温は初期興奮期に於て一時的温上昇を示して、後下降に転じ、諸反射機能の回復と共にもとの戻る。頭部皮下温にはこの際著明な変化がない。

Grayson等⁵⁾は鼠に於てペントタール静脈麻酔やエーテル吸入麻酔を行い、この際脳温が急激に低下し、特にエーテル麻酔では甚しく、急激に $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ も下降するのを見て、之を全く異常な脳代謝機能低下に帰し、特にエーテル麻酔に於て脳代謝低下が著しいものであると述べている。しかし著者の成績によると、麻酔の際の脳温低下は全部が脳代謝低下に基づくものではなく、血温変化や脳周囲組織温変化が強く影響しており、静脈麻酔に於ては麻酔中にも拘らず見掛けの脳温は上昇することさえ認められる。殊にエーテル麻酔の場合は、気道よりの熱奪取が多くて頸動脈血温を下げ、又誤ってエーテルを頭部に附着せしめると、頭蓋表面よりの熱奪取が急激におこって、大脳皮質温の著明な低下が現われる。

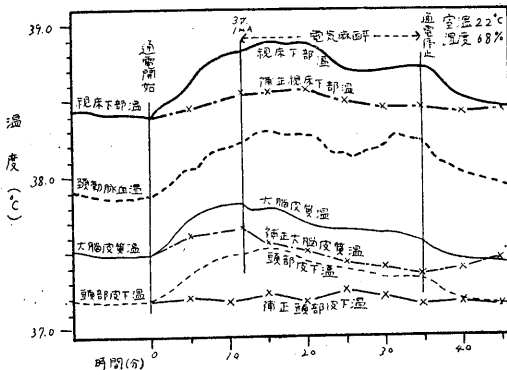
以上の様な事実を考慮に入れて考察すると、静脈麻酔の場合は、脳温は麻酔中低下し、エー



第9図 エーテル麻酔時の脳温変化とその補正曲線

テル麻酔の場合も同じく低下するが、初期興奮期に大脳皮質に一過性温上昇が現われる。これが麻酔の脳温変化の基本型であると考えられる。

次に堀口⁹⁾の方法によって、両側頭間に硬脳膜外より60c/s交流通電によって家兎に電気麻酔をおこし、この際の脳温変化を見た所、第10図の如く脳温は通電開始と共に一様に上昇し、諸反射消失と共に大脳皮質温のみ急激に下降に転じ、他の部の温度は徐々に上昇速度を減じ、或はわずかに下降に向う。之を血温、頭蓋周囲温について補正してみると、脳温は各部共に通電開始と共に上昇するが、麻酔に入ると共に、大脳皮質温は卒然下降に転じ、視床下部温は徐々に下降に向い、頭蓋外温はあまり変化していない。



第10図 電気麻酔時の脳温変化とその補正曲線

この際、脳を接地しておけば、電流の直接影響が熱電流回路に及ぶことを防いで便利である。又この程度の弱電流通電では、電流の熱発生効果は考慮する必要がない⁶⁾。故に、ここに得られた電気麻酔の場合の補正脳温曲線は、この場合の脳代謝状況を示すものと考えられ、脳は通電開始と共に代謝が亢進し、ある程度に達した後、卒然大脳皮質に抑制機構が働き、大脳皮質代謝が低下し、ついで深部脳代謝も抑えられて麻酔状態になるものと考えられる。この場合、頭蓋周囲温に変化が認められないのは、外頸動脈の血流には著変がない為であろう。

要するに、各種の麻酔や痙攣等の場合の脳温

変化は、脳の内的並びに外的温度環境の変化によって種々異った形を示すものであって、先人の脳温に関する成績並びに解釈の相違した原因もここにある。しかし之等の成績も血温や頭蓋周囲温について補正すると、以上述べた如き一定の基本形を抽出することが出来るのである。

V. 結 論

1) 家兎に於ける脳温変化を、脳の内的並びに外的温度環境によって補正し、脳温変化によって脳代謝状況を窺う方法を考え、その2, 3の応用方面について述べた。

2) 両総頸動脈結紮時の大脳皮質温低下は代謝低下によるものではなく、全く脳周囲組織温低下の直接影響である。

3) 電撃、カルデアツオール痙攣の場合は、脳温は強直性痙攣後数分に亙る急激な上昇期があって、その後昏睡期には下降し、次いで漸次恢復する如き2相性変化がその基本型である。

4) (i) 静脈麻酔の場合は脳温は、全般的に麻酔中下降し、諸反射恢復と共にもとに戻るのが基本型である。

(ii) エーテル吸入麻酔の場合は脳温は、見掛上、劇的に下降するが、上述の方法で補正すると、静脈麻酔の場合と同程度の脳温下降があり、次いで恢復するのであるが、大脳皮質温に於て、初期興奮期に一致して一時的温上昇が認められる。

(iii) 電気麻酔の場合は、弱電流通電開始と共に脳温は徐々に上昇するが、麻酔に入ると共に、大脳皮質温は急激に下降するが、視床下部温は遅れて下降する。

撰筆するに当り御懇篤なる御指導と御校閲を賜った吉井教授と松本助教に感謝を捧げます。

文 献

- 1) 井上 敏 (1952) 脳温度に関する研究(1) 日本生理誌 14, 479
- 2) Lowenbach, M. (1951) Hypoxia and the Temperature of the Hypothalamus of the Cat. J. Neurol. and exp. Neurol. 10, 67-76
- 3) 中江孝治 (昭和17年) 入脳の2, 3生物学的現象の熱電氣的計測による解明 精神々経誌 46, 374-375
- 4) 佐々木寛昌 (昭和25年) 聴原発作と脳及び末梢の

- 温度変化について 日本生理誌 12, 295-303
- 5) Biring, J. H. and J. Grayson (1952) Observations in Temperature Distribution and Liver Blood Flow in the Rat. *J. Physiol.* 116, 189-201
- 6) 井上 敏 (1953) 脳温度に関する研究(3) 日本生理誌 15, 595
- 7) 井上 敏 (1953) 脳温度に関する研究(2) 日本生理誌 15, 163-164
- 8) 黒津敏行 (昭和24年) 自律中枢に就いて 脳研究 3, 39-56
- 9) 堀口 隆 (昭和27年) 電気麻酔に関する研究(1) 特にその電気学的特質について 日本生理誌 14, 458-463
- 10) 堀口 隆 (昭和27年) 電気麻酔に関する研究(2) 特にその筋電図について 日本生理誌 14, 464-467
- 11) 吉井直三郎・陰山以文・藤堂 清 (昭和18年) 大脳循環停止に関する実験的研究 阪大医誌 42, 1836-1843
- 12) 井上 敏 (1954) 家兔固定時の体温低下に影響する因子について 日本生理誌 16, 674

Summary

A method of measuring correct brain temperature, avoiding any possible affecting factors of carotid blood temperature and subcutaneous temperature in rabbit's head, is presented, and the application of the method to some experiments on brain temperature have been discussed in reference to convulsions, anesthesia, etc.

1) Temperature changes in the hypothalamus, cerebral cortex and subcutaneous tissue can be corrected by reducing 80%, 75%, and 70% respectively, of temperature change in the carotid blood.

2) Temperature changes in the cerebral cortex and subcutaneous tissue of the head were corrected by the following formulae.

$$B=4/3(P-Q/2) \quad C=4/3(Q-P/2)$$

(P and Q are uncorrected, B and C are corrected temperature changes of the cerebral cortex and subcutaneous tissue of the head.)

3) Temperature fall of the cerebral cortex following occlusion of bilateral common carotid arteries is not the result of lowered metabolism, but is due to temperature fall in the subcutaneous tissue of the head (Fig. 1).

4) Electroconvulsion or cardiazol seizure gives fundamentally two phasic changes of brain temperature, which rises in the convulsive period and falls in the comatose period (Fig. 2-5).

5) (i) In the case of anesthesia with commercially labelled "Ouroman-Soda", brain temperature falls with the depth of anesthesia, and then regains its original value (Fig. 6-8). (ii) In ether anesthesia, brain temperature falls and then recovers as described above, but temperature of the cerebral cortex rises always in the early or excited stage of anesthesia (Fig. 9). (iii) In electronarcosis, brain temperature rises following the flow of electrical currents, but when the animal is narcotized, temperature of the cerebral cortex begins to show a sudden fall, followed by a slowly spaced drop in temperature of the hypothalamus (Fig. 10).

(Second Department of Physiology, Osaka University Medical School)

神経における直流通流第3作用の強さ-期間-曲線に

及ぼす影響について 612.816.1

La tria efiko de trafluigaj elektrodoj sur la forteco-daŭro-kurblinio de nervo.

西村文夫 (NISHIMURA-Humio)*

I. 前置き

被刺激性形体に於ける直流通流作用として、本教室にては年来分極作用、刺激作用、及び直流通流第3作用の3者を考えている。分極作用は電流の強さ如何に拘らず第1に及ぼす作用であって、その形体の細胞膜の半透過性に基づく逆起電力の発生であり、いわゆる電気緊張なる生理学的変化はその生理学的の現われと見ることが出来る。刺激作用は電流の強さその他が一定以上の大きさに達したときに起る生理学的変化であるが、これは今日の常識では、陰極性分極が一定度に達すると起るとされている。第3作用とは通流が強い長い時電極下の細胞膜の透過性を変化せしめて、その分極性を変化せしめる作用であって、生理学的現われとしては、陰陽両極下ともに於いて、閾値が電気緊張下の変化と正に反対の方向の変化を示すものであることを、鈴木²⁾³⁾が内外の文献や自らの教室の実験により整備立論しているところである。そしてその教室よりはこの通流電極第3作用として基電圧及び直線定数(坂本⁴⁾)、皮膚分極性(本間⁵⁾)、直角電流及び誘導電撃閾値(安藤⁶⁾)、絶対不応期(福田⁷⁾)、人体刺激における筋、神経閾値(井上⁸⁾)、筋攣縮高(浜中⁹⁾)に対する影響などが詳しく観察されている。

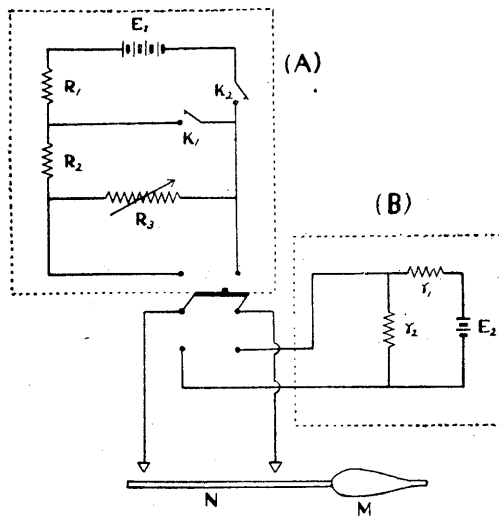
由来生体の電気刺激にあたり、その刺激作用あるいは興奮性を論ずるにあたっては強さ要素、傾き要素、時間要素なる各々独立したる要素の関連性に於いて之を捉えることが必要であり、且つこの間の法則を解明することが刺激生理学の根本の命題となるのである(鈴木²⁾)。この直流通流第3作用の影響についても強さ要

素については前記業績中坂本⁴⁾、安藤⁶⁾、井上⁸⁾、宇野⁹⁾等により見られているが未だ時間要素については直接観察されていない。鈴木¹⁾が種々の環境条件の生体の興奮態度に対する作用よりその対立分類を試みたときも、通流電極作用の時間要素に対する影響としては、他の要素を示す諸値に対する作用から間接に推測したのに過ぎなかった。その理由としては、時間要素を正確に測定するには、どうしても強さ期間曲線(v-t曲線)を描かねばならず、これを描くには相当の時間を要する。然るに一方通流電極第3作用は時間的に刻々その強さが変動する。従って通流時間中の一定時刻に於ける時間要素の測定のためには根本的困難が存するわけである。私はこの困難を打開するため特殊の方法を考案して、この第3作用のv-t曲線に対する影響を詳しく観察することができた。また鈴木¹⁾の上述対立分類群中の他の環境条件と通流作用との共力ないし拮抗の関係を見るため、低温下における両電極作用を検して興味ある所見を得たので、ここに報告する次第である(鈴木¹⁸⁾)。

II. 実験方法

実験材料はトノサマガエルの坐骨神経腓腹筋標本を用い、これを極間距離10mmの液体電極箱に装置した。実験は1951、'52年の冬期に行われ、冬眠ガエルを3~4日間16°Cの恒温箱中に飼育したのを用い、室温は13~20°C、多くは15~17°Cで1実験中の温度の変動は1°C以内とした。摘出後の残生時間は2時間とし、摘出操作による不安定性の除かれた後実験を開始した。電極はZn-飽和ZnSO₄-Ringerゼラチン又は寒天-Ringer液の不分極電極を用い、通流、刺激共に同一電極を通じて行った。刺激電圧に

* 千葉大学医学部第1生理学教室



第1図 実験装置

ては常に筋に近い側を陰極とし、この側に陰極又は陽極通流を与えた。

実験配線は第1図の如く、刺激回路(A)と通流回路(B)とを交互に同一電極によって電極箱に通ずる。 E_1 は刺激電圧100V, R_1 , R_2 は夫々50.4, 49.6k Ω のラジオ用固定抵抗棒, R_3 は1 Ω ~10k Ω の可変抵抗箱を用い、之で刺激電圧を加減した。 K_1 , K_2 は東式ペンデルの第1及び第2接触であって、ペンデルの常法に従って刺激を与えた。ペンデルの零点決定は若林¹⁰⁾、鈴木¹¹⁾に従い受話器及び標本を用いて屢々決定を繰返し、温度、湿度等の影響による誤差を可及的除去する様努めた。又その時間較正は、オシログラフにより水晶電磁音叉発振器の振動と比較して計算した。この刺激回路を通じて被刺激性形体に与えられる刺激電圧(V)は次式で計算される。

$$V = \frac{E \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \dots \dots \dots (1)$$

通流回路(B)の E_2 は通流電源, r_1 は20k Ω , r_2 は100 Ω のラジオ用固定抵抗棒を用い、所期の通流電圧を得る為には、原電圧を40V, 20V, 10Vとして、夫々0.2V, 0.1V, 0.05Vの直流通流を行った。

実験は先ず、対照として30秒間隔の刺激によ

り、正常時のv-t曲線を利用時(t)大→小へ1回追跡した。そして通流を閉鎖した後は次の方法にて閾値(v)の決定を行うのである。即ち刺激直前に通流回路より刺激回路に電極を切替え、刺激を与えて筋攣縮の有無を見、又直ちに電極を通流回路に移して刺激間隔中も通流をつづける。いわゆる刺激直前通流短時中断法(坂本⁴⁾)を1分間隔に行った。かくして求める通流中のv-t曲線は先づ(t)大→小へ1回(曲線I), 直ちに再び(t)小→大へ1回(曲線II), 最後にまた(t)大→小へ1回(曲線III), 都合3回のv-t曲線を追跡した。従って曲線I, II, IIIは夫々通流閉鎖後10~35分, 35分~(60~70分), (60~70分)~(90~100分)の間に得られたものであり、実験プロトコルには各閾値が通流閉鎖後何分に得られたかを併せ記録した。又各v-t曲線の初めと終りに基電圧を決定し、1曲線追跡の間に何れ程の基電圧の変動があったかを明らかにした。この際通流作用による基電圧の変動を考慮して、各閾値決定に要する時間を一定にしなければ滑らかな曲線は得られず、又その意義もすこぶる曖昧なものとなると考え、その時間を5分と定め、即ち1つの閾値を5回の刺激で決定する方針を取ったが、実験の進むに従い特殊の場合を除いては、基電圧の変動は通流閉鎖後5~10分の間に甚だしく、その後は比較的緩徐であって、1~2分の遅速は曲線に認め得る程の突起やゆがみを生ぜしめないことが明らかとなったので、厳格に5回の刺激で1つの閾値を決定することよりも、誤差を2%以内とすることに重きをおいて実験を行った。

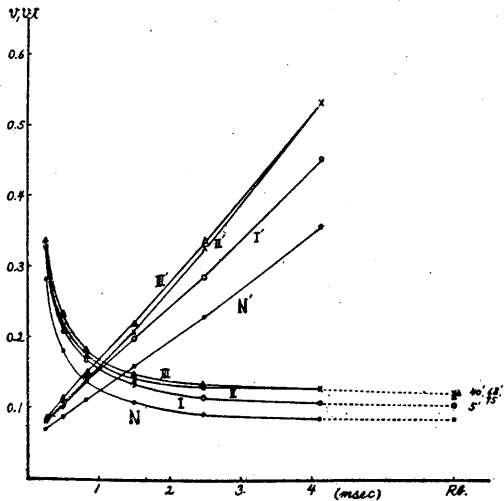
低温実験は標本摘出後1時間にして電極箱を6~10°C(多くは7~9°C)の水槽中に入れ更に1時間経過して、上述の方法と同様にして行ったものである。

II. 実験成績

A. 常温に於ける観察

1. 陰極通流

第2図に0.05V陰極通流の1例を示す。黒丸にて連ねられた曲線は通流前の正常時のv-t曲線で



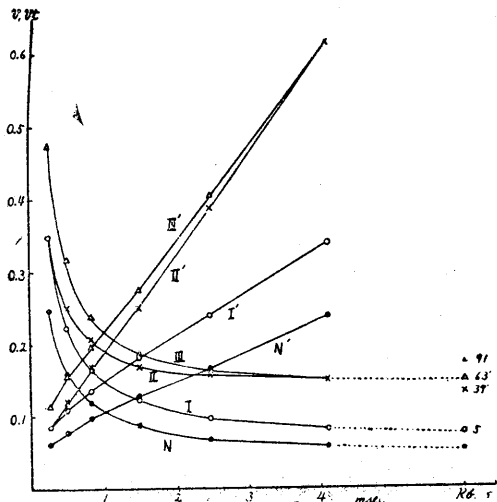
第2図 0.05V 通流陰極の影響

N, N': 正常時の $v-t$, $v \cdot t-t$ 曲線. I, I': 通流開始後10~34分迄の同曲線. II, II': 通流開始後34~64分迄の同曲線. III, III': 通流開始後64~92分迄の同曲線.

ある。その $v \cdot t-t$ 曲線は見るが如く直線をなし、 $v-t$ 曲線が双曲線なるを示して、Weiss の式の妥当することを見る。次に通流開始後5分にて基電圧を測り、以後つづいて白丸(I)曲線を t の大→小の順に、次に×印曲線(II)を小→大の順に、更に三角曲線(III)を大→小の順に測定する。そしてその間に数回(本例にては40分, 68分, 95分)に基電圧を測った。通流によって基電圧は上昇する。各利用時の閾値も同様に上昇するため、 $v-t$ 曲線は正常時のものに比して漸次上方に転位する。この状況は他の例でも同様であって、正常時の $v \cdot t-t$ 曲線は大体において直線を示す。例によっては t の小なる部分が下に軽く曲るかまたは“さじ”形を示すものがあるが、これまた一般の興奮性形体に見られる現象(鈴木²⁾, 33頁; 佐竹¹¹⁾)であって正しい所見なのである。陰極通流下の $v-t$ 曲線においてはこの強さの通流では変化が未だ少い。本例は比較的著しい変化を示したものであって、殊に曲線 III は II とほとんど重なる如く、差のなきが如く見える例が少ない。 $v \cdot t-t$ 曲線は大体直線であるが、何れも正常曲線より上方に転位し、且つ正常より I, I' より II, II' へと上になり、

また漸次横軸への傾度が増えてゆく。これらの曲線の描かれる順序に従って傾度が漸次増してゆく変化も観察されるが、この通流電圧では未だ著しくない。

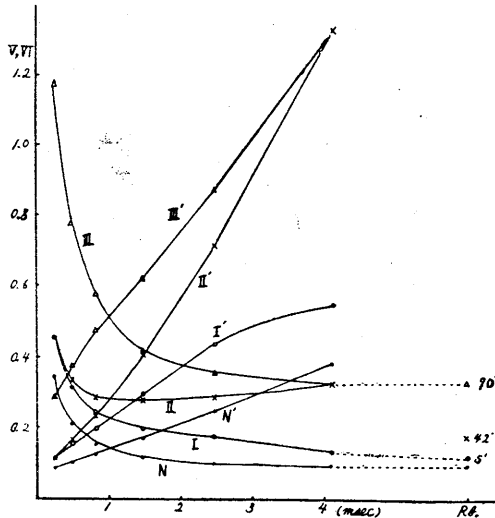
第3図に0.1V陰極通流の1例を示す。ここにもまたこの後も実験の順序、曲線の記号は上述と同様である。黒丸の正常時 $v-t$ 曲線はこの際も双曲線であって、 $v \cdot t-t$ 曲線は直線または t 小の部分で下偏する。通流によって基電圧は漸次上昇し、 $v-t$ 曲線は I, II, III と順次上方に転位する。この通流電圧にては正常, I, II,



第3図 0.1V 通流陰極の影響

N, N': 正常時の $v-t$, $v \cdot t-t$ 曲線. I, I': 通流開始後10~33分迄の同曲線. II, II': 通流開始後33~59分迄の同曲線. III, III': 通流開始後59~87分迄の同曲線.

III と転位が著明であり、III も明らかに II の上方を走る。しかし t の大なる範囲の v よりも、 t 小に当る v の方が通流による上昇の度が少い。そのことは $v \cdot t-t$ 曲線の大体の直線の傾度が、正常, I, II, III と漸増することにも現われる。また $v \cdot t-t$ の部分線分の横軸への傾度が、同一曲線内にあっても、漸次測定の順に従い増大の方向に変化しつつあることは、個々の $v \cdot t-t$ 曲線においても明らかに見られる。このことは通流中でも $v-t$ 関係は Weiss 式を満足し、そしてその定数が徐々に通流によって変化してゆくことを考えさせる事実である。



第4図 0.2V通流陰極の影響

N, N': 正常時のv-t, v·t-t曲線. I, I': 通流開始後12~36分迄の同曲線. II, II': 通流開始後36~67分迄の同曲線. III, III': 通流開始後67~97分迄の同曲線

v-t 関係が Weiss 式を満足するときは v·t-t 直線の延長が横軸を切る点の絶対値が時値を表わす故、この線分の横軸への傾度が增大することは、すなわち時値の減少を示すものである。即ち陰極通流は基電圧を上昇せしめ、時値を減少せしめることを見るのであるが、通流の経過に従って描かれた v-t 曲線の推移は、これらの変化が通流中絶えず進行しつつあることを示しているのである。

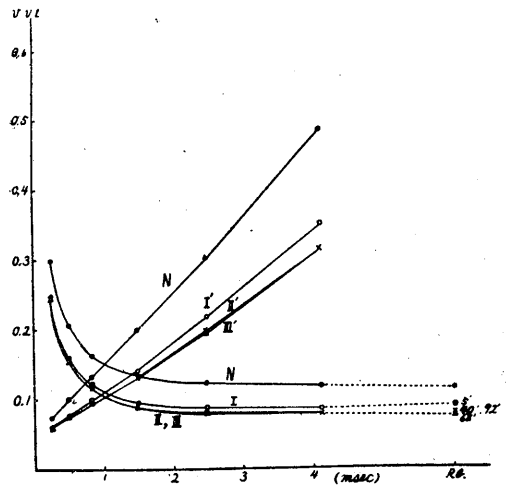
第4図に0.2V陰極通流の1例を示す。正常のv-t曲線は上述の場合と同様 Weiss 式が妥当する。通流後の諸変化は上述と同様であるが、その度が著しい。通流電圧大なるため、種々不規則な変化を示す例もあったが、一定の変化を示すものは大体本例の如き所見であった。即ち基電圧は著しく上昇する。v-t 曲線の時間に従っての上方への転位の度も著大であり、IIよりIIIへも非常に著しく転位する。従ってv·t-t 曲線も、個々の曲線全体としての直線の比較が無理な場合もある。しかしとにかくその部分線分の横軸傾度の増大は著しく観取される。

これら各電圧に於ける多数例につき、基電圧と時値を計算してその変化を観察することは、

陽極通流の効果を概観する後に廻す。

2. 陽極通流

第5図に0.05V陽極通流の1例を示す。黒丸曲線は正常時のもので、v·t-t 曲線は直線を示し、v-t 曲線が双曲線であってWeiss式に相当するを見る。各例とも大体そうである。基電圧は通流に従って下降する。各tのvも同様下降するため、v-t 曲線は下方に転位する。陽極通流に於いてもこの電圧にては変化未だ少く、III 曲線はほとんどII 曲線と重なって大なる差異を示さ



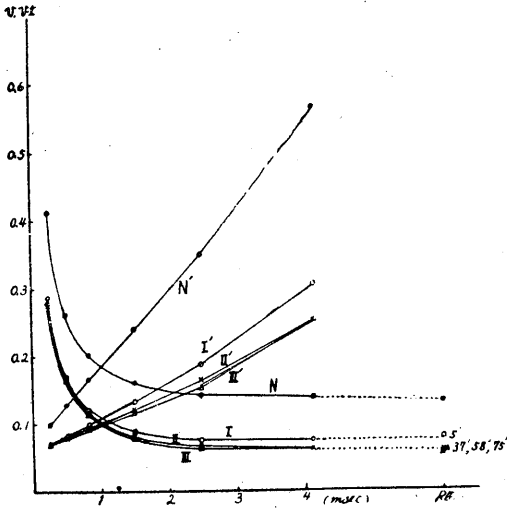
第5図 0.05V通流陽極の影響

N, N': 正常時のv-t, v·t-t曲線. I, I': 通流開始後10~35分迄の同曲線. II, II': 通流開始後35~64分迄の同曲線. III, III': 通流開始後64~88分迄の同曲線

ない。v·t-t 曲線を作るに、正常曲線の下方に移ると共にその傾度が減少する。II は I より減少すると共に、それぞれの中でも部分線分の傾度が測定の順に従い減少することが観取される。

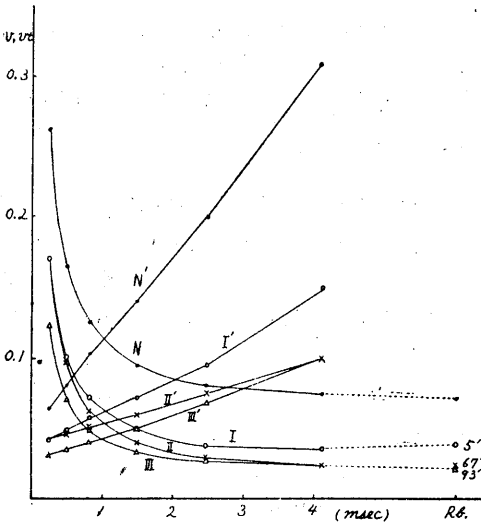
第6図に0.1Vの1例を示す。正常曲線は前述の通りであるが、通流による変化は0.05Vの場合より著しい。即ち基電圧の下降もその度が大きく、v-t 曲線の下方転位もその程度が大きい。IよりIIへの転位も0.05Vのときより大きく、IIよりIIIへの転位も認められるが、これらの転位は陰極通流にての同一電圧に於けるよりは著しくない。しかしv·t-t 曲線を作ると変化の様相が著明になる。即ち正常に比し遙かに下

方に転位した各曲線は、IよりII、IIよりIIIへと横軸傾度が減少し、また各個の曲線に沿って、測定の順に従う傾度減少の傾向を見ることが出来る。この傾度減少は前に説いた如く時値の増大に相当するから、陽極通流においてはそ



第6図 0.1V通流陽極の影響

N, N': 正常時のv-t, v·t-t曲線. I, I': 通流開始後10~31分迄の同曲線. II, II': 通流開始後31~54分迄の同曲線. III, III': 通流開始後54~73分迄の同曲線



第7図 0.2V通流陽極の影響

N, N': 正常時のv-t, v·t-t曲線. I, I': 通流開始後10~35分迄の同曲線. II, II': 通流開始後35~62分迄の同曲線. III, III': 通流開始後62~89分迄の同曲線

の時間の経過に従って、基電圧の下降、時値の増大を来さしめる変化が刻々と進行していることを知るのである。

第7図には0.2Vの1例を示す。ここに見られる変化は第6図についていったと全く同一であって0.1Vに於けるよりも変化が更に著しくして明かである。陰極通流にては0.2Vはすでに強すぎて、一半の例にて不規則な変化を示したが、陽極通流にてはむしろこの0.2Vの方が明かな変化を示し、陰極通流の0.1Vに相当する適度の通流であるのであろう。一般に同一電圧にて陽極効果が陰極効果より著しからぬことは本間⁶⁾安藤⁷⁾浜中⁷⁾等も見ていることである。

3. 通流による基電圧および時値の変化

前項1と2に於いて、陰極通流は基電圧上昇、時値減少、陽極通流は基電圧下降、時値増大なる変化を、通流時間の経過に従い刻々と進行せしめていることを観察した。しかしそれらは、各例の曲線を点検しての定性的観察のみであるから、各例につき定量的にその変化を測定して、通流電圧に従い比較するため次のことを行った。

各例においては正常の曲線1、通流後の曲線3が決定され、また各決定の間や全決定の前後に基電圧が測定されてある。これら各曲線の決定は固より各例に従い通流後の時間について若干の差はあるけれど大体II章で述べた如き範囲の時間で決定されている。従ってその前後や間に測定された基電圧も、通流開始後大体せまい範囲の差しかない時間で測られたわけである。よって基電圧については第1, 2, 3回の測定値をとり、大体のその測定時間よりして5分値, 40分値, 60分値と名づけた。また時値はv·t-t曲線延長の横軸との交点より算出するのであって、正常曲線は同曲線が直線をなすからその操作は簡単である。しかし通流後のv·t-t曲線は通流進行に従い、その傾度が変化しつつ描かれた曲線であるため次の約束を行った。III曲線はII曲線と著しい差のないことが多く、また時値としても余り著しく変化しなくなった時に相当することを考えて、この算出にては曲線IIIは除

外することとし、IとIIの曲線につき算出した。そしてこの両曲線の中央よりは、ややtの短い範囲に相当する一定部分を直線と見て、これを延長して横軸との交点を求め、その値をその時刻における時値とすることにした。この時刻も各例ではせまい幅の通流時間後の時刻に相当するから、この両値を25分値、50分値として比較することとした。

第1表には、陰極通流における0.05, 0.1, 0.2Vの実験例各5について、基電圧および時値の正常値と通流後の変化として上述の各値を示し、各通流電圧毎の平均値も併せて挙げた。また第2表には陽極通流について同様の値を掲げ、更に比較に便なるため各平均値のみを第4

表に示した。これらすべてにおいて、正常値はVおよび msec を単位とする絶対値にて示したが、各時間値即ちそのときの変化を示す値については、その変化が直ちに分るように、正常値に対する%としての比較値で記載した。

第1表によって、陰極通流はその時間の経過に従って基電圧を漸次上昇、時値を漸次減少せしめ、その作用は通流電圧大なるほどいよいよ大なることを知る。また第2表により陽極通流は上述と反対に、その経過に従い基電圧を漸次下降せしめ、時値を漸次増大せしめ、その作用も通流電圧大なるほどいよいよ大なることを見るのであって、これらの成績は鈴木¹⁾の対立分類に於いて、基電圧に関しては従来成績より想定し、時値に関しては間接的にその変化を考えたのと合致するところのものである。

第1表

陰極通流による基電圧および時値の変化

通流電圧	実験番号	基電圧				時 値		
		正常値 (V)	5分値 (%)	40分値 (%)	60分値 (%)	正常値 (msec)	25分値 (%)	50分値 (%)
0.05	32	0.066	124	141	170	0.67	97	81
	34	0.087	122	146	192	0.68	81	75
	35	0.091	126	119	112	0.76	91	37
	37	0.043	120	126	136	0.93	91	81
	38	0.136	128	135	143	0.79	89	80
	平均値	0.088	124	133	135	0.76	89	81
0.1	4	0.134	140	162	177	0.38	82	55
	13	0.071	138	154	159	0.49	86	74
	14	0.087	109	148	171	0.63	65	49
	44	0.055	142	246	275	0.96	101	48
	63	0.091	132	175	194	0.63	87	46
	平均値	0.092	132	177	175	0.62	84	52
0.2	49	0.083	125	211	322	0.82	140	61
	53	0.083	127	188	353	0.90	63	17.5
	57	0.087	128	150	415	0.84	68	39.5
	59	0.089	288	435	465	0.89	93	65
	61	0.088	257	116	113	0.75	92	66
	平均値	0.074	185	275	333	0.85	91	46

第2表

陽極通流による基電圧および時値の変化

通流電圧	実験番号	基電圧				時 値		
		正常値 (V)	5分値 (%)	40分値 (%)	60分値 (%)	正常値 (msec)	25分値 (%)	50分値 (%)
0.05	27	0.153	67		60	0.49	147	174
	23	0.114	79	69	63	0.53	128	145
	24	0.136	79	71	67	0.46	122	155
	26	0.150	85	77	73	0.51	106	126
	31	0.143	65	53	50	0.36	114	164
	平均値	0.139	76	68	63	0.47	123	154
0.1	7	0.072	50	43	37.0	0.91	151	192
	10	0.181	76	87	78	0.48	117	148
	16	0.104	53	40	27.0	0.64	165	165
	29	0.074	50	36.0	35.0	0.72	155	212
	42	0.085	57	56	48	0.73	110	180
	平均値	0.107	61	52	45	0.74	140	177
0.2	46	0.089	53	40	35.5	0.73	187	268
	49	0.103	51	37.5	22.0	0.85	170	341
	50	0.101	49	47	34.0	0.60	170	307
	52	0.084	37.0	27.5	28.0	0.67	233	317
	55	0.087	48	35.0	27.0	0.78	160	327
	平均値	0.099	49	38	29	0.73	184	312

B. 低温に於ける観察

1. 低温に於ける陰極通流および陽極通流の効果

前条Aは通常温度下に於ける所見であるが、鈴木¹⁾は環境条件の対立分類に於いて、通流電極第3作用を実験的環境条件として最も優秀なるものと推奨し、他の諸条件と共に2つの条件群に分類している。私は今その条件の1つとして低温を採上げ、両電極通流作用との共力または拮抗をこのv-t関係に対する影響に於いて検索してみたのである。

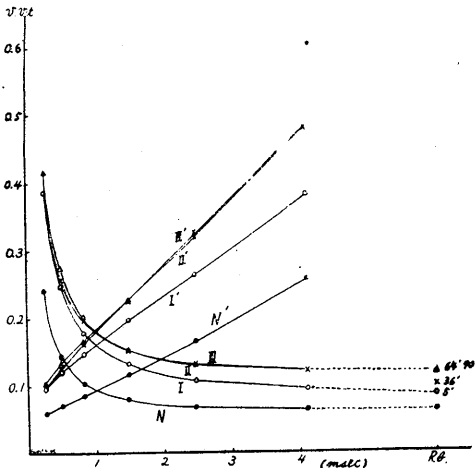
a. 陰極通流

低温に於いては0.1Vのみを試み、これをA-1の0.1Vの場合と比較した。その1例を第8図に示すが、見るが如く正常の曲線も通流後の諸値の変化の方向も、常温下の相当の場合、即ち第3図の場合と全く同一である。多くの例に於いても同様であるが、本図に於いてもその変化の大きさがやや劣り、例えばv-t曲線IIがIとほとんど重なることは、むしろ第3図よりも第2図に近きを思わせる。v-t曲線の変化も同様である。

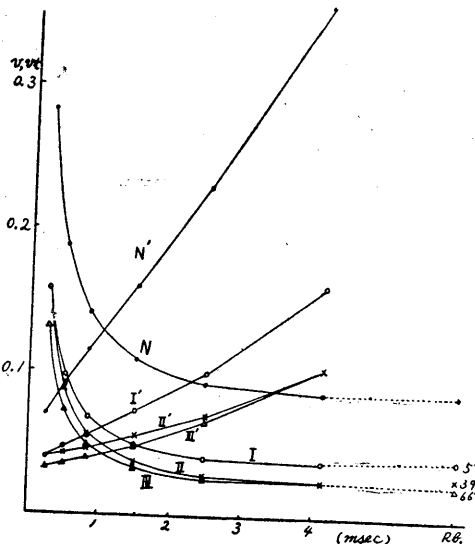
b. 陽極通流

同様に0.1Vの1例を第9図に掲げるが、これはA-2の0.1Vの場合、すなわち第6図と比較

さるべきものである。このときも正常曲線もまた通流による諸変化の方向も互いに同様であるが、この陽極通流に於いてはⅢ曲線とⅡ曲線との関係などで、第7図に近きを思わせ、諸変化が増強されているのを見るのである。



第8図 低温における0.1V通流陰極の影響
N, N': 正常時の $v-t$, $v \cdot t-t$ 曲線. I, I': 通流開始後10~32分迄の同曲線. II, II': 通流開始後32~60分迄の同曲線. III, III': 通流開始後60~86分迄の同曲線



第9図 低温における0.1V通流陽極の影響
N, N': 正常時の $v-t$, $v \cdot t-t$ 曲線. I, I': 通流開始後10~35分迄の同曲線. II, II': 通流開始後35~63分迄の同曲線. III, III': 通流開始後63~89分迄の同曲線

両極に於けるこれらの作用の差異を詳しく見るには、A-3に見たと同様の、基電圧ならびに時値の変化を定量的に跡づけることによらねばならぬ。

2. 低温に於ける諸変化と常温との比較

A-3に述べたと同様に、基電圧の正常、5分、20分、40分の諸値、および時値の正常、25分、50分の諸値を算出し、陰陽それぞれ5例に於ける値およびその平均値を第3表にて示し、その平均値のみ一覽用に第4表の下に併記した。見るが如く陰極通流は基電圧上昇、時値減少を、陽極通流は基電圧下降、時値増大を来すことが常温下と同様であるが、今第3表を第1および第2表の0.1Vの部分、また第4表に於ける低温欄と常温の0.1Vの部分と比較してみよう。

先ず基電圧の絶対値が低温にては常温より小、時値がより大なる値を示すことは、鈴木¹⁾の対立分類と一致する所見である。そして低温

第3表

低温における通流電極による基電圧および時値の変化

通流	実験番号	基電圧				時 値		
		正常値 (V)	5分値 (%)	40分値 (%)	60分値 (%)	正常値 (msec)	25分値 (%)	50分値 (%)
陽極 (0.1V)	74	0.059	58	46	44	0.84	190	255
	77	0.051	41	33.5	30.5	1.09	157	229
	78	0.079	53	39.5	34.5	1.10	159	209
	79	0.071	55	35.5	32.0	0.86	180	344
	80	0.056	51	36.0	29.0	1.25	115	248
	平均値	0.063	51	38	34	1.03	150	257
陰極 (0.1V)	65	0.062	137	159	173	0.95	103	84
	67	0.055	130	138	138	1.11	91	88
	68	0.101	126	136	136	0.96	84	94
	70	0.069	138	158	164	1.20	83	62
	75	0.056	114	132	135	1.40	94	80
	平均値	0.068	129	144	153	1.12	91	82

第4表 第1~3表の平均値のみ示す

温度	通流	電圧 (V)	基電圧				時 値		
			正常値 (V)	5分値 (%)	40分値 (%)	60分値 (%)	正常値 (msec)	25分値 (%)	50分値 (%)
常温	陰極	0.05	0.088	124	133	135	0.76	89	81
		0.1	0.092	132	177	195	0.62	84	52
		0.2	0.074	185	275	333	0.85	91	46
常温	陽極	0.05	0.139	76	68	63	0.47	123	154
		0.1	0.107	61	52	45	0.74	140	179
		0.2	0.099	49	38	29	0.73	184	312
低温	陰極	0.1	0.063	129	144	153	1.12	91	82
	陽極	0.1	0.068	51	38	34	1.03	150	257

の陰極作用を常温のそれに比すれば、基電圧の上昇も時値の減少も常温に於けるより明かにその度が低いものを見る。即ち陰極作用は低温のため減弱されているのに他ならない。次に低温の陽極作用を常温のそれに比するに、基電圧の下降も時値の増大も、はるかに常温下の変化より強大であって、陽極作用は低温にて増強されている。これらの事実は低温は陽極作用とは共力し、陰極作用とは拮抗することを示すものである。

IV. 考 察

本実験の前置きにも述べられた如く、通流電極第3作用の電気刺激時間要素に対する影響が、未だ直接検されたことがないので、これを見るために行われたのであった。すなわち鈴木¹⁾の環境条件対立分類を支持する内外諸業績について見ても、通流電極作用の他の刺激要素を示す値に対する影響は直接見られていたが、時値に対する影響は、時値と λ (に相当する値) との間に内外諸学者にて見られた関係を通じて、始めて導入されたのであって、時間要素に対する通流第3作用を直接観察されたことは未だなかったのである。これは時間要素の的確な測定には $v-t$ 関係の探究を要するが、一定の $v-t$ 関係を求めるにはどうしても20~30分の時間を要するのに、通流作用は時間に従ってその強さが変わってゆくために、通流後一定の時刻に於ける時間要素の測定が不能であったためである。しかし本実験に於いては通流開始後一定の順序によって $v-t$ 関係3個を、引きつづき且つ間断なく求めて、 $v-t$ 関係および $v \cdot t-t$ 関係の変化の推移より、時間要素および強さ要素に対する第3作用の影響を観察することができた。

上に実験成績にてくわしく述べた如く、 $v-t$ 関係は正常時には、ほとんど正しく Weiss 式を満足した。すなわち $v \cdot t-t$ 関係は直線をなすか、または t の小なる範囲にて佐竹¹³⁾ の見た如き偏位を示した。そしてこれらの所見は従来の内外諸家が、特に実験条件を厳密にするとき挙げた成績 (鈴木²⁾, 33頁) とよく一致したもの

である。そしてこの $v-t$ 関係は通流作用の下では、陰極にても陽極にても、一定方向に転位するが、Weiss 式を妥当することは変わらずして、その Weiss 式の定数が少しづつ一定方向に変化してゆくことは、各例の図に於いて明かに見るところである。そしてこの Weiss 式を特徴づける値として通常測られるのは、基電圧と時値であるが、この両者は本実験に於いては各例につき、■-A-3 にて述べた如き方法で、通流時間経過に従って測定されたのであった。

それによれば常温下にて陰極通流 0.1V により、平均値にて基電圧は正常値を 100 とするとき、5分、40分、60分値にて 132, 177, 195 と上昇し、時値は 25分、50分値にて 84, 52 と減少する。また同一電圧の陽極通流によって、基電圧は 100, 61, 52, 45 と下降し、時値は 100, 140, 179 と増大する。これらの変化を一方 0.05 V, 他方 0.2 V に於ける変化と比較すれば、第4表に見る如く、陰陽両極とも両値に与える変化の方向は同一であって、その変化の強度が通流電圧に従って変わっているのを見ることが出来る。ただ第4表にて陰極通流 0.2 V の時値 25分値に対する影響が過大に示されているが、これはこの通流電圧にては実験成績に述べた如く、不規則な変化を与える例が少からず、正しいと見るべき例のみにては第1表に5例を充たし得なかった事情によること、同表の相当欄を見れば明かであって、この平均値は更に小であることが正しいわけである。

陰陽両極通流の基電圧および時値に対するこれらの影響のうち、基電圧あるいは一定の刺激電圧閾値に対する通流作用としては、すでに坂本⁴⁾、安藤⁵⁾、井上⁶⁾ 等が見ているのであるが、ここに得られた変化ならびにその通流時間に従う経過は、正に坂本や安藤の見たところと一致するのである。然るに時値に対する作用は本実験にて始めて見られたものであるが、陰極通流による減少、陽極通流による増大のいずれもはなほだ著しく、また通流電圧に従ってその度を強大にすることも、両極大体同様である。そして基電圧に対する影響ともほとんど同様の

強大さに起っているのを見るのである。そしてこれらの変化は、鈴木¹⁾が対立分類にて間接に考察配属した両群の変化と正に一致しているのである。

次に低温度に於ける同様の作用を検したのであったが、これはしばしば述べた如く、鈴木¹⁾の対立分類群中の2つの環境条件の共力、拮抗を見んとしたのであった。しかしその事実の前に先ず正常 $v-t$ 関係の低温に於ける所見についてであるが、温度の $v-t$ 関係に対する影響として低温が強さ要素を低下せしめ、時間要素を延長せしめることは従来も一般に見られたことで、比較的近くはHou¹⁴⁾が実験し鈴木¹⁵⁾も見ていることである。本実験に於いては第1表、2表の0.1 Vの欄と第3表との比較、または第4表に於ける平均値の比較に於いて、低温にては常温よりも、基電圧の絶対値は減少し、時値のそれが增大しているが、これは従来の所見に一致し、また鈴木¹⁾の環境条件対立分類に一致した成績である。

次に通流電極と低温との共同作用についてであるが、今まで本教室にてこの両者を共同作用せしめたのは宇野¹⁰⁾と福田⁷⁾であった。宇野は神経の開放刺激に於ける $v-t$ 関係(開放まで閉鎖する電圧と閉鎖時間との関係)に対する、陰極通流作用を低温下にて見たのであって、この場合は時値に相当する値に対する陰極の延長効果を、より著しく見るため、当該値が常温より大きく出る低温を利用したのであった。また福田⁷⁾は神経の絶対不応期に対する陰極の延長効果、陽極の短縮効果が、低温下にていかに変化するかを見たのであったが、低温に於いては両効果とも常温より高度の変化を示した。しかし陰極効果に於ける延長の増加より、陽極に於ける短縮の増加の方が著しく、この事柄に於いて低温の陽極作用との共力、陰極作用との拮抗を認めたのであった。

私は本実験に於いて低温に於ける0.1Vの陰極および陽極通流作用を検して、これを常温における0.1Vの同様の場合と比較したが、上述の各表の比較に於いて明かなる如く、陰極効果は基

電圧上昇も時値減少も、低温にては常温よりも変化が減弱されて現われ、陽極効果は基電圧下降も時値増大も、変化が著明に増大されている。即ち低温下では陰極作用が減弱、陽極作用が増強されているが、これ低温は陰極作用と拮抗し陽極作用と共力することを示すものである。そしてこのことは鈴木¹⁾の環境条件の対立分類にて、低温が陰極第3作用とは反対の、そして陽極第3作用とは同一の分類群に配属されている事実から、当然期待される結果であって、上述の福田⁷⁾に於けるより一層美しくこの分類と一致する結果であり、また宇野¹⁰⁾の結果は閉鎖刺激と開放刺激の別はあるが、時間要素の問題としては、本実験の一部と一致するところである。なお低温と通流第3作用との関係は、本実験と同じ頃行われて、同時または続いて発表される上山¹⁶⁾、宮田¹⁷⁾の業績でも取扱われている。

V. 総括

本実験はカエルの神経標本を用い、直流通流下に於いて $v-t$ 曲線を継時的に追跡することにより、通流作用の強さ要素と時間要素の関係に及ぼす影響を観察し、又低温がこの上にいかなる作用を示すかを見たものであるが、その結果次のことが結論された。

- 1) 正常時の $v-t$ 関係は Weiss 式を満足する。そして通流作用なる環境条件下に於いても $v-t$ 間の関係は同式にて表わされ、その定数が通流作用のため徐々に変化すると見ることが出来る。
- 2) 通流中一定の順序 (t 大 \rightarrow 小, 小 \rightarrow 大, 大 \rightarrow 小) にて3個の $v-t$ 曲線を描き、 $v-t$ 曲線、 $v \cdot t-t$ 曲線の推移によって基電圧および時値の変化を追跡した。
- 3) 通流陰極によって基電圧は次第に大となり、時値は小となり、その程度は通流電圧の大なる程強大である。
- 4) 通流陽極によつては反対に、基電圧は漸次小となり、時値は大となり、その程度は通流程度の大なる程大である。

5) 低温下でも大体同様の事実を見る。低温下では常温下より基電圧の絶対値が小, 時値が大となる。そして基電圧, 時値の変化ともに, 陰極効果は低温下で減弱され, 陽極効果は増強される。これは低温が陰極作用と拮抗し, 陽極作用と共力するのであって, 鈴木 of 環境条件対立分類より予期される結果と一致する。

稿を措くにあって懇切なる指導を賜った恩師鈴木正夫教授に対して深甚なる謝意を表するものである。

文 献

- 1) 鈴木正夫 (1948) 環境条件と生体興奮態度 日新医学 35, 192
- 2) 鈴木正夫 (1951) 電気的刺激作用 生理学講座 2-1-B 東京 中山書店
- 3) 鈴木正夫・安藤 毅・宮田 誠 (1954) Effects of polarizing electrodes on the threshold of nerve stimulation. Jap. J. Physiol. 4, 251
- 4) 坂本健次郎 (1944) 電気刺激強まり要素測定の一手法及び夫による直流通流の神経に於ける該要素に対する影響の観察 日本生理誌 9, 433
- 5) 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
- 6) 安藤 毅 (1952) 神経並びに筋に於ける直流通流電極作用の研究 日本生理誌 14, 1
- 7) 福田 忠 (1953) 直流通流第3作用の神経絶対不応期に及ぼす影響 日本生理誌 15, 434
- 8) 井上正士 (1954) 人体神経並びに筋の電気刺激閾値及び直流通流第3作用に関する研究 日本生理誌 16, 503
- 9) 浜中健夫 (1954) 筋攣縮に対する直流通流第3作用に関する研究 日本生理誌 16, 688
- 10) 若林 勲 (1934) 零点の決定 生理学余外集 I, 3
- 11) 鈴木正夫 (1936) ガルヴァの箱 生理学余外集 III, 76
- 12) 宇野 幸 (1946) 開放刺激の強さ期間曲線に就いて 日本生理誌 10, 1
- 13) 佐竹結実 (1943) 等圧又は等流に依る骨格筋の電氣的刺激 日本生理誌 8, 167
- 14) Hou, C. L. (1931) Über die Veränderung der Reizzeit-Spannungs-Kurve durch Narkose, Kälte und Veratrin. Pflügers Arch. 226, 676
- 15) 鈴木正夫 (1939) Nervenreizung mit dem Sättigungsstrom der Vakuumröhre. Jap. J. med. Sci., III, Biophysics 4, 256
- 16) 上山 巖 (1955) 日本生理誌 17, 241
- 17) 宮田 誠 (近く本誌に発表の予定)
- 18) 鈴木正夫 (1955) 直流通流の作用について 日本生理誌 17, 223

Resumo

Inter rezultoj de la tria efiko de trafluigaj elektrodoj sur diversaj funkcioj de nervo aŭ muskolo, tiu sur la tempa faktoro ĉe elektra ekscitiĝo ne estis ĝis nun senpere mezurata kaj en la sinkontraŭanta klasifiko de Suzuki (1948) de ĉirkaŭaj kondiĉoj kaj de ekscitiĝaj sintenadoj, tiu ĉi rilato estis starigata nur pere per rilatoj inter aliaj kondiĉoj kaj aliaj sintenadoj. Ĉi tio estas kaŭzata de cirkonstancoj, ke por preciza mezurado de 1' tempa faktoro estas postulata la determinado de forteco(v)-daŭro(t)-kurblinio, por kiu estas bezonata iu certa daŭro de tempo, dum la tria efiko senĉese progresas laŭtempe en sia efika forteco. La aŭtoro determinis unue la kurblinion en normala kondiĉo, kaj poste 3 kurbliniojn dum elektra trafluigado de nervoparto ĉe stimulantanta elektrodo sinsekve laŭ certa ordo de mezurado (ĉe 1' unua kaj tria okazis mezuradoj de v de granda t al malgranda kaj ĉe la dua renverse), kaj el observo de irado de ŝanĝiĝo ĉe 1' kurblinioj li kalkulis la ŝanĝojn de la reobazo kaj kronaksio.

Estis observataj la efikoj de katodo de 0.05, 0.1 kaj 0.2V (Fig. 2, 4, 6) kaj tiuj de anodo de la sama tensio (Fig. 3, 5, 7). La v-t-kurblinioj obeas al la Weiss-a formulo, tiel en normala kondiĉo, kiel ankaŭ sub la efiko de trafluigaj elektrodoj, kaj la vt-t-kurblinioj prezentas sin kiel rektlinioj aŭ aroj de rektliniaj pecoj malrapide ŝanĝantaj siajn direktojn. El tiaj kurblinioj oni povas facile kalkuli reobazon kaj kronaksion. Oni vidas ke la katoda trafluigado altigas la reobazon kaj malgrandigas la kronaksion (Tab.1), kaj la anoda rezultigas ŝanĝojn en la mala direkto de ambaŭ valoroj (Tab. 2). Tiuj ĉi efikoj plifortigas kun pligrandiĝo de 1, trafluiga tensio, kaj la efiko progresas laŭ la daŭro de trafluigado, rapide en komenco kaj poste malrapide. Oni eksperimentis kun 0.1V ankaŭ sub malalta temperaturo (Fig. 8, 9; Tab. 3). La rezultato koincidas kun la Suzuki-a klasifikado, ne nur en la ŝanĝoj de mezurataj valoroj, sed ankaŭ en la maniero de kombinita agado de ambaŭ efikoj: elektrodo kaj temperaturo (Tab. 4).

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

皮膚圧迫の正常動物(兎, 猫, 犬)の四肢筋緊張に及ぼす影響について

Studies on the "Pressure Reflex"

The Effects of Pressure on the Skin upon the Muscle Tone Extremities in Animal.

山 崎 恒 雄 (YAMASAKI-Tuneo)*

I. 緒 言

高木¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾により半側発汗が非対称性の皮膚圧迫により起ることが発見されて以来, 皮膚圧迫が単に発汗に対してのみならずその他の自律神経機能に対し影響を与えることが我が教室より数々報告された. 一方皮膚圧迫が自律神経機能のみならず錐体外路系⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾にも影響を与えることも既に報告されたことである. 即ち皮膚からの求心性衝撃が筋緊張に変化を与えることは, Mangus¹²⁾, Rademaker¹³⁾, Fulton¹⁴⁾等により観察されておったが, このような反射が正常人でも起ることが, 教室の長谷川及び著者等により発見報告され, これは高木により圧-錐体外路系反射と命名された.

今回は筋電図を用いて正常動物(兎, 猫, 犬)の四肢筋緊張に対する皮膚圧迫の効果をしらべ, 併せて人に於ける皮膚圧迫のそれと比較検討するため以下の実験を行った.

II. 実験方法

筋緊張の変化を知るためには, 時実等¹⁵⁾¹⁶⁾により用いられた同心型針電極を使用し, 横河式電磁オシログラフに誘導して記録した.

実験動物としては, 兎, 猫, 犬を用い夫々の前肢, 後肢の伸, 屈筋を被験筋として用いた. 即ち, 伸筋として三頭膊筋, 四頭股筋, 前脛骨筋, 屈筋としては二頭膊筋, 二頭股筋, 腓腹筋, 比目魚筋を使用した. また動物に於いては一定の筋緊張を保つことは困難なため実験時には前以て適当な方法で被験筋に伸展を加えて筋緊張の動揺を防いだ. 兎は無麻酔或は軽くエーテル

で麻酔し, 猫, 犬は常にエーテルかウレタンで軽く麻酔して固定台に腹位緊縛固定した.

皮膚圧迫には検者の拇指頭で押すか, またはクリップ1個ないし数個で皮膚をつまむか, 或は手で皮膚をつまむ方法をとった.

圧迫部位としては既に発表したように, 側胸部(前腋窩線で3~4肋骨の附近)をえらんだ.

III. 実験成績

A) 兎における皮膚圧迫の四肢緊張に及ぼす影響について

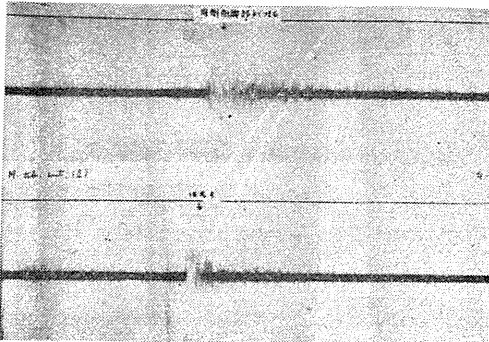
1) 片側々胸部圧迫

a) 同側々胸部圧迫

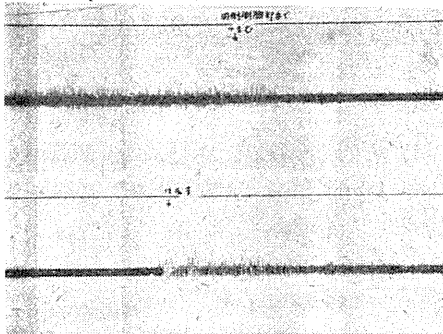
第1図の上図は伸筋を代表して左側の前脛骨筋から誘導し, 左側々胸部を手でつまんだ1例であるが, 図に示すように圧迫と同時に一過性の大きなスパイク放電群が見られ, それに引続いてスパイク放電は圧迫前にくらべて増加するのが認められた. また皮膚圧迫除去と同時に, 圧迫開始時と同様な一過性の大きなスパイク放電群が現れたが, その後次第に圧迫前の筋緊張状態に戻った. 三頭膊筋, 四頭股筋でも同じことが認められた. このことから皮膚同側々胸部圧迫は伸筋群に対して筋緊張を増加させるように働くことと云うことが出来る.

また第1図の下図に示すように屈筋群の1つである二頭膊筋の同側々胸部圧迫では皮膚圧迫と同時に一過性の大きなスパイク放電群が見られ, それに続いてスパイク放電は圧迫前にくらべて著明に減少するのが認められた. また皮膚圧迫除去時には除去と同時に再び一過性の大きなスパイク放電群が現れ, その後次第に圧迫前の緊張状態に戻った. 即ち同側々胸部圧迫の屈

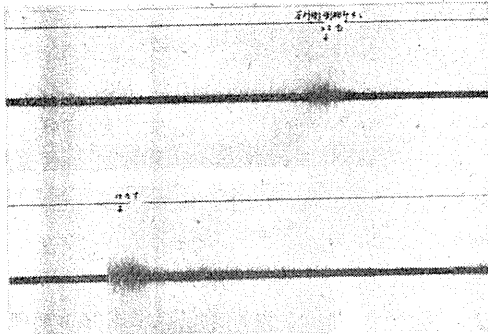
* 新潟大学医学部生理学教室(高木健太郎教授)



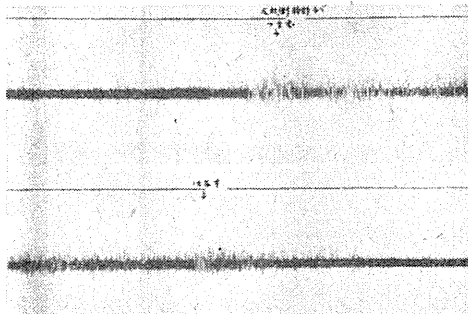
左側前脛骨筋(伸筋)より誘導, 矢印, 左側々胸部圧迫
M. triceps brachii (r) G



右側二頭膊筋(屈筋)よりの誘導, 矢印, 右側々胸部圧迫
第1図 同側々胸部圧迫(兎) G-36



左側前脛骨筋(伸筋)より誘導, 矢印, 右側々胸部圧迫
G-25



右側二頭膊筋(屈筋)より誘導, 矢印, 左側々胸部圧迫
第2図 反対側々胸圧迫(兎)

筋群に対する効果は筋緊張を減少せしめると云うことが出来る。

b) 反対側々胸部圧迫

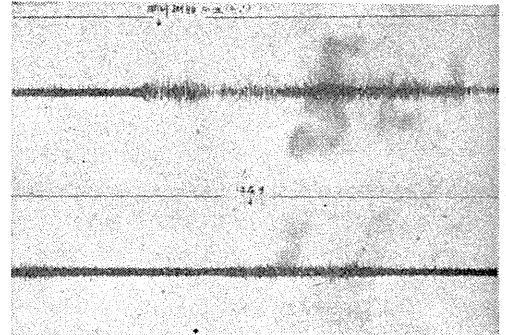
反対側々胸部圧迫の効果は同側々胸部を圧迫したときの効果と丁度反対であって, 第2図に示すように伸筋に対しては抑制的に侘いて筋緊張を減少させ, 屈筋に対しては促進的に侘いて筋緊張を増強させる。

2) 両側々胸部圧迫

第3図に示すように, 伸筋, 屈筋共に圧迫と同時に, 片側々胸部圧迫時にくらべて, 比較的長く続く一過性の筋緊張増加が見られ, それに引続いて著明な筋緊張の減少が認められた。この筋緊張に対する抑制効果は片側々胸部圧迫による抑制効果とくらべると更に強いことがわかった。

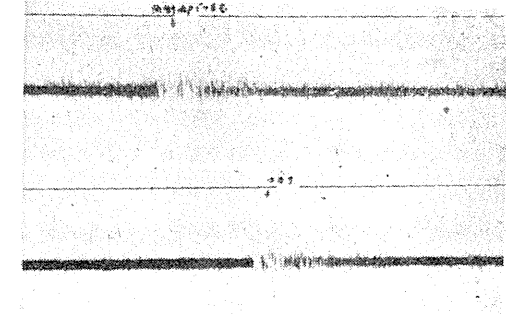
以上の皮膚圧迫の四肢筋緊張に対する効果は人に於けるそれと全く同じ成績であることがわかったが, 兎に於ける皮膚刺激の効果は人にく

M. triceps brachii (r) G-20



右側三頭膊筋(伸筋)より誘導, 矢印, 両側々胸部圧迫

M. biceps brachii (r) G-28



右側二頭膊筋(屈筋)より誘導, 矢印, 両側々胸部圧迫
第3図 両側々胸部圧迫(兎)

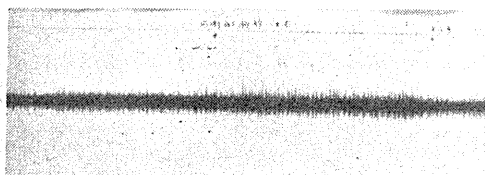
らべて遙かに著明に現れることがわかった。

3) 猫に於ける皮膚圧迫の四肢緊張に及ぼす影響について

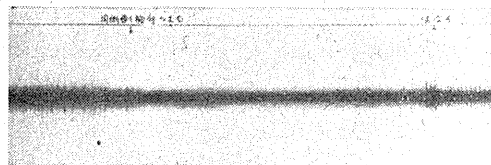
1) 片側々胸部圧迫

a) 同側々胸部圧迫

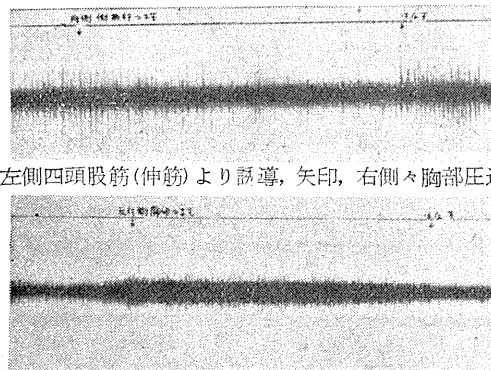
第4図に示すように同側々胸部圧迫により、伸筋群を代表した四頭股筋では筋緊張が増加し、圧迫を除去すると次第にスパイク放電は減少し、筋緊張は圧迫前に戻ることが認められた。また屈筋群に対しても図に示すように圧迫刺激は抑制的に仿いて筋緊張を著明に減少させることが認められた。しかし兎に於いて皮膚圧迫刺激を与えると、圧迫の開始時と除圧時に著明な一過性の大きなスパイク放電群が殆んど常に見られたが、猫に於いてはこの放電は第4図、第5図、第6図からわかるように餘り著明ではなかった。



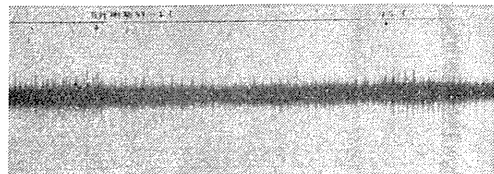
左側四頭股筋(伸筋)より誘導, 矢印, 左側々胸部圧迫



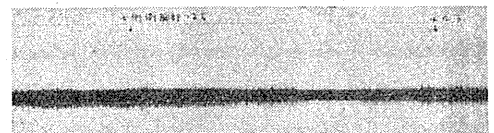
右側二頭膊筋(屈筋)より誘導, 矢印, 右側々胸部圧迫
第4図 同側々胸部圧迫(猫)



左側四頭股筋(伸筋)より誘導, 矢印, 右側々胸部圧迫
右側二頭膊筋(屈筋)より誘導, 矢印, 左側々胸部圧迫
第5図 反対側々胸部圧迫(猫)



左側四頭股筋(伸筋)より誘導, 矢印, 両側々胸部圧迫



右側二頭膊筋(屈筋)より誘導, 矢印, 両側々胸部圧迫
第6図 両側々胸部圧迫(猫)

b) 反対側々胸部圧迫

第5図に示すように、反対側々胸部圧迫は伸筋群(図では四頭股筋)に対しては筋緊張を増加させ、屈筋群(図では二頭膊筋)に対しては筋緊張を減少せしめる。

2) 両側々胸部圧迫

第6図に示すように伸筋、屈筋共に筋緊張は著明に減少を示した。しかしこの抑制効果は兎に於けるそれとくらべると弱いように思われる。

以上の成績からわかるように猫に於ける皮膚圧迫の四肢筋に対する効果は人及び兎に対するそれと殆んど同一効果を示したが、圧迫刺激に対する猫の感受性は兎のそれより弱く、人のそれより強いように思われる。また圧迫刺激の加圧時と除圧時に見られる一過性の大きなスパイク放電群が兎にくらべて遙かに少なかった。

C) 犬に於ける皮膚圧迫の四肢緊張に及ぼす影響について

犬に於て一定の筋緊張を保たせることは、兎、猫にくらべて更に困難なため、伸筋群としては主として三頭膊筋を使用し、屈筋群としては二頭膊筋、腓腹筋を被験筋とした。また圧迫刺激の強さは犬の体重に従って変えたが、兎、猫の強さにくらべて2~3倍の強い刺激を用いた。

1) 片側々胸部圧迫

a) 同側々胸部圧迫

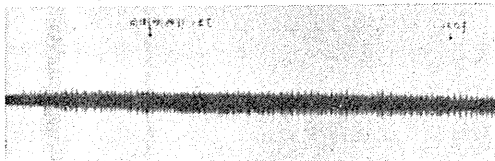
第7図に示すように、人、猫、兎と同じく同側々胸部圧迫は伸筋に対し促進的に仿いて筋緊張

張を増加させるが, 兎, 猫にくらべてその促進効果は僅かであった. また屈筋に対しては抑制的に働き筋緊張を減少させ, その程度は猫, 兎とほぼ同様であった.

b) 反対側々胸部圧迫

第8図に示すように, 同側々胸部を圧迫した

M. triceps brachii (r) L

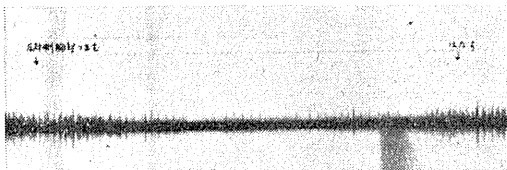


右側三頭膊筋(伸筋)より誘導, 矢印, 右側々胸部圧迫
1953. 11. 6 犬 M. gastro (l) L-1

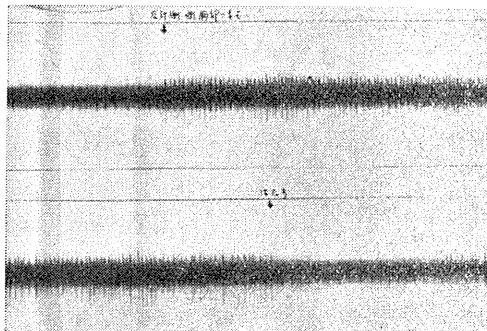


左側腓腹筋(屈筋)より誘導, 矢印, 左側々胸部圧迫
第7図 同側々胸部圧迫(犬)

11. 6 正常犬 M. triceps brachii (r) L-4



右側三頭膊筋(伸筋)より誘導, 矢印, 左側々胸部圧迫
M. gastro (l) L-2



左側腓腹筋(屈筋)より誘導, 矢印, 右側々胸部圧迫
第8図 反対側々胸部圧迫(犬)

ときの効果と丁度反対の効果を示したが, 動物の種類による効果発現の差異は同側々胸部圧迫と全く同じであった.

2) 両側々胸部圧迫

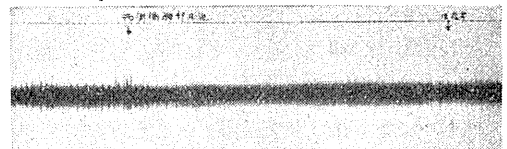
第9図伸筋, 屈筋共に抑制効果を受けることは, 兎, 猫に於けると全く同じであった. 以上の成績のように犬に於いても皮膚圧迫の効果は, 人, 兎, 猫に於けるそれと程度の差はあっても全く同じ現象を示したが, 兎, 猫の圧迫の加圧時と除圧時に見られる一過性の大きなスパイク放電群は犬では第7図, 第8図, 第9図で示すように殆んど見られず, また圧迫刺激の強さも兎, 猫の2~3倍の(クリップ使用のときは4~5個)強い刺激で効果が見られた.

以上兎, 猫及び犬に於ける皮膚圧迫の四肢筋緊張に対する効果を全体として見ると第10図のようになることがわかった.

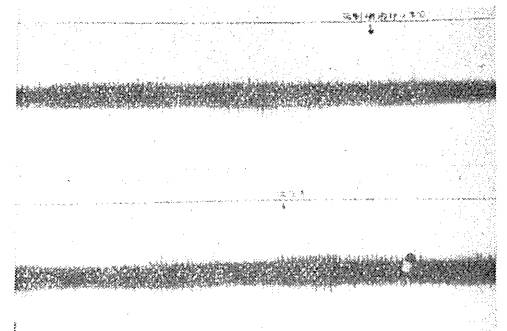
IV. 考 察

以上の実験成績から正常動物に於ける皮膚圧迫の四肢筋緊張に及ぼす効果は, 程度の差こそあれ, 人と全く同様であることがわかった. 即ち同側々胸部圧迫は伸筋に対し筋緊張を増強し, 屈筋に対してはそれを減少せしめる. また

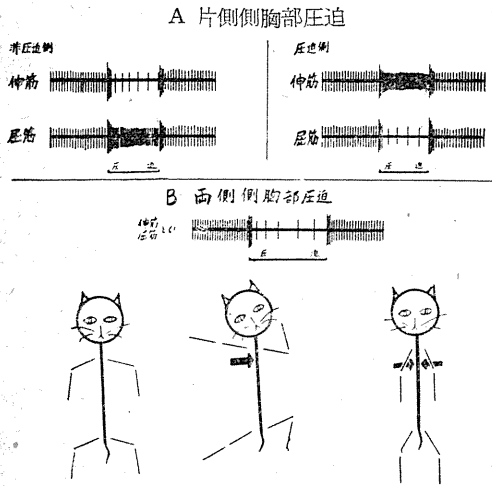
M. triceps brachii L-7



右側三頭膊筋(伸筋)より誘導, 矢印, 両側々胸部圧迫
L-3



左側腓腹筋(屈筋)より誘導, 矢印, 両側々胸部圧迫
第9図 両側々胸部圧迫(犬)



正常時 片側皮膚圧迫 両側皮膚圧迫
第10図 正常動物における皮膚圧迫の四肢筋緊張に及ぼす影響

反対側々胸部圧迫は丁度同側々胸部圧迫と反対の効果を示し、伸筋には筋緊張減少、屈筋には筋緊張増加を示した。両側々胸部同時圧迫は、伸筋、屈筋共に著明な筋緊張減少を示すことがわかった。以上の四肢筋に対する圧反射をまとめて見ると、動物に於ける体側部の一側皮膚圧迫によって起る反射は、人にくらべて圧迫側の前肢、後肢に更に強い伸展位をとらせ、圧迫と反対側の前肢、後肢には屈曲位をとらせるような反射である。この反射は正常人では極めて微弱で、肉眼的観察によっては見ることが出来ない。即ち放電間隔測定法により漸くその反射の存在がわかる位である。動物ではこの反射は長谷川⁸⁾が報告したように肉眼的観察によっても明らかにされるが、著者の以上の成績からわかるように、EMGを用いたことにより更に明確に証明することが出来た。更にEMGを使用したことにより、動物の種類によりこの反射の現われかたに違いがあることがわかった。即ち犬、猫、兔の反射の現われ方を比較すると、兔に於いてこの反射が最も強く、猫、犬の順に弱くなっている。このことは正常時にくらべて軽麻酔時に圧迫の効果が著明に現われること及び大脳皮質除去動物では正常時にくらべて皮膚圧迫の効果が強く現われることなどを考えると、恐ら

く大脳皮質の発育の程度の差によるものと思われる。

また長谷川¹⁷⁾も動物を固定すると体温が下降するがこの下降度も動物の種類によって異り、その回復時間も兔より猫が非常に長いことなどを報告しているが、著者の以上の成績と何か関連があるのではなからうか。

動物の圧迫部位についてしらべると、人とは異り、同じ動物でも圧迫部位により著しくその反射効果を異にし、所謂圧点とも云わべき最も鋭敏な圧迫個所が存在することは人と同様であるが、人ではこの圧点以外の皮膚圧迫ではあまり圧迫の効果が見られないが、動物ではこの圧点を中心として有効圧迫部位は相当広範囲にわたり、かつ、前述のように刺激に対する反射の出現が人より遙かに強い。

人では検者が拇指頭で相当強く圧を加える必要があるが、動物、特に兔ではクリップ2~3箇程度の弱い圧刺激で反射が出現するのが認められた。犬となるとクリップを用いてもなかなか圧迫の効果が現われにくく、手指で皮膚を強く圧迫するとはじめて圧の効果が現われる。

次に圧刺激を加えた場合、その加圧時と除圧時に現われる一過性の筋緊張亢進、即ち触の作用によって起るこの反応は人では前脛骨筋に於いて足蹠を圧迫した場合と、四頭股筋に於いて反対側々胸部圧迫及び反対側の臀部を圧迫した場合のみに現われた。即ち圧迫刺激が筋緊張に対し抑制的に作用する場合のみ、触と圧の反射的效果が区別されたが、動物特に兔では圧迫刺激が筋緊張に対し抑制的に作用する場合は勿論、促進的に作用する場合にも殆どの被験筋に対し、この触の影響が見られた。これに対して犬では触の影響が殆ど見られず、広範囲に皮膚を擦過した場合にだけ見られる程度である。

このように圧迫刺激に対する反射出現が動物により異ると云うことは大脳皮質の抑制中枢の興奮性の如何が大いに関係しているものと考えられる。従って抑制中枢である皮質の一番発育の悪いと思われる兔に皮膚圧迫の効果が、猫及び犬にくらべて強く現われ、次いで猫、犬の順

となるものと思われる。

以上から皮膚圧迫は動物の四肢筋緊張に対し人と全く同様な効果を及ぼすがその効果の程度は動物の種類によって相当変化して出現し、これには大脳皮質が関係し、これは圧反射に対し抑制的に働くものと云ってよいであろう。

V. 結 論

正常動物(兎, 猫, 犬)の四肢筋について皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響を筋電図学的にしらべ併せて人に於けるそれと比較検討した。

1) 片側々胸部皮膚圧迫は人に於けると同様に圧迫側の伸筋の緊張は増加し、屈筋のそれは減少するが、動物ではその効果は遙かに強い。非圧迫側の筋では丁度その反対となる。即ち伸筋の緊張は減少し、屈筋のそれは増加する。両側々胸部同時圧迫も全く人と同様であって、伸筋、屈筋共に筋緊張は減少する。しかしその抑制効果は人より更に強い。

2) 皮膚圧迫の加圧時と除圧時に一過性の筋緊張促進が見られる。これは加圧時の触によるものであろう。この効果は人にくらべ動物でははっきりしている。特に兎では殆どすべての被験筋に見ることが出来た。

3) 一般に正常動物に於ける皮膚圧迫の四肢筋緊張に対する影響は人よりも強いが、これは兎に於いて最も強く、次いで猫、犬の順に弱くなる。

4) 動物に於ける反射効果の現れる圧迫刺激

部位は人の様に局所的ではなく広範囲である。

文 献

- 1) 高木健太郎 (1950) 皮膚圧迫の自律神経機能に及ぼす影響 生体の科学 2, 1-8
- 2) 高木健太郎 (1953) 皮膚圧, 自律神経反射 最新医学 9, 639-654
- 3) 高木健太郎 (1951) 圧-自律神経反射 脳と神経 4, 3-4
- 4) 高木健太郎 (1950) 自律神経並びに錐体外路反射 東京医事新誌 96, 16
- 5) 高木健太郎 (1949) 体部圧迫と自律神経機能 新潟医学雑誌 64, 214
- 6) Takao, Kawase (1952) Further studies on the "Pressure sweat Reflex" Jap. J. Physiol. 3, 1-9
- 7) 高木健太郎・長谷川 渙・倉島昭示 (1952) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第1報) 生体の科学 3, 169-171
- 8) 高木健太郎・他 (1952) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第2報) 日本生理誌 14, 219
- 9) 長谷川 渙・倉島昭示 (1953) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第3報) 日本生理誌 15, 25-29
- 10) 長谷川 渙・山崎恒雄・岡井一雄 (1953) 皮膚圧迫の筋緊張に及ぼす影響 (第4報) 日本生理誌 15, 397-401
- 11) 長谷川 渙・山崎恒雄・岡井一雄 (1954) 皮膚圧迫の膝蓋腱反射閾値 生体の科学 4, 2-5
- 12) Magnus, R. (1924) Körperstellung. Berlin.
- 13) Rademaker (1931) Das Stehen. Berlin.
- 14) Bieber, I. F., Fulton (1938) Relation of cerebral cortex to the grasp reflex and to postural and righting reflexes. Arch. neurol. psychiat. Chicago. 39, 435
- 15) 時実利彦 (1951) 筋電図とその応用 生体の科学 2, 249-254
- 16) 時実利彦・津山直一 (1951) 筋電図とその臨床的応用 東京医会誌 59, 62-85
- 17) 長谷川 弘 (1953) 動物を固定することによる体温変化の原因について 日本生理誌 15, 253-256

Summary

Hasegawa and Yamazaki studied the effects of pressure on the body-surface upon the muscle tone of the extremities in normal man and these phenomena were called by Takagi "Skin Pressure Extrapyramidal Reflex".

The effects of the pressure on the body-surface were studied electromyographically upon the muscle tone of the extremities in rabbits, cats and dogs, and the results were compared with the effects in man.

The upper side-chest of the animal was either pressed with thumb or pinched so lightly as to give no pain.

The results are as follows.

1) The ipsilateral pressure causes the increase of extensor muscle tone and the decrease of flexor muscle tone.

The contralateral pressure causes the increase of flexor muscle tone and the decrease of extensor muscle tone.

The simultaneous bilateral pressure causes the decrease of tone in both extensor and flexor muscle. This was the same results as in man but the effects of pressure in animals are stronger than in man the strongest in rabbits and weaker in cats and then in dogs.

2) In rabbits the facilitatory effects of muscle are seen at the beginning and the end of pressure stimulation. This effects may be due to touch stimuli.

3) The region of skin-pressure causing these effects is not restricted within a small spot as in man, but occupies more large region.

(Department of Physiology, Niigata University School of Medicine)

知覚刺激と大腸運動 612.367.368

The Reflex Contractions of the Distal Colon due to the Sensory Stimulation

錢場武彦・三島久人・伊達辰之進
(SEMBA-Takehiko・MISHIMA-Hisato・DATE-Tatsunoshin)*

自分らは先きに知覚刺激の際に小腸の運動及び緊張の変化は、主に血圧変動と並行する、即ち血圧上昇時には小腸は抑制され、血圧下降時には促進される事を明らかにした²⁾が、この結果は大腸には必ずしも当てはまらず、多く促進が認められる。かかる知覚刺激に際して大腸が収縮する事は既に Surmont & Dubus (犬)²³⁾、Lehmann (犬)¹⁷⁾ 及び Gebhardt (人)¹⁴⁾ からも認めて居り、この遠心路は骨盤神経とされて居る¹⁷⁾。然し自分らの実験では、この際の大腸の収縮は単に骨盤神経を切断しただけではなくならないので更にこの反射機転を追及して見た。

I. 実験方法

犬を用い ouropan-soda 麻酔を施し背位に固定する。恥骨結合を開き、骨盤腔内にて両側陰部神経及び肛門拳筋を切断した後、肛門よりゴム嚢を附したガラス管を結腸内に挿入し、肛門より約2cmの所で大腸をガラス管と共に結紮する。之れで内外肛門括約筋の収縮の影響は結腸の運動から除外出来る。遠側結腸¹⁸⁾に挿入したゴム嚢内圧は約15cm水柱に保ち、この変化は Marey の tambour にて kymograph に描記する。同時に一般血圧を総頸動脈にて水銀 manometer にて測定する。坐骨神経又は大腿神経の中樞端を刺激装置(出力回路絶縁式、日本光電製)又は感応電流にて刺激する。室温は約30°C に保ってある。

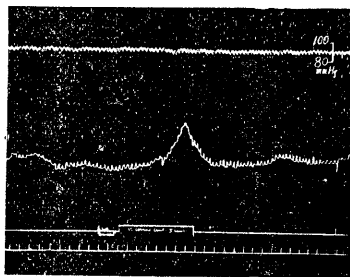
II. 実験成績

1) 結腸の神経支配は無傷のもので、実験するに上記知覚刺激によって遠側結腸(以下単に大腸と記す)は著しい収縮を来した。潜伏期は

比較的長く12~18秒のものが最も多い。収縮後は緊張は一旦刺激前よりも低下してから回復するものが多い。刺激が持続されても大腸の収縮は一過性で、ただ収縮と弛緩を数回反復する。刺激と共に血圧の上昇又は下降が伴われるが、血圧の変化に係わらず常に大腸の促進のみが認められた(第1, 2, 3図)。

第1仙髄の後根の中樞端刺激を行った場合にも、同様大腸の収縮は認められた。

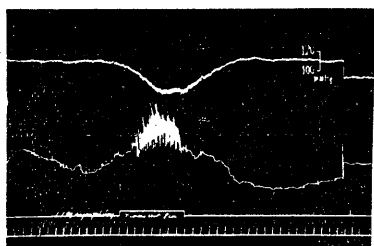
2) 脊髄を胸髄或は腰髄上部にて切断した後は、知覚刺激の際に呼吸上の変化は生ぜず、一般血圧も殆んど変化しないが、大腸の促進はやはり認められた。第1図では腰髄 III-IV 間切断後坐骨神経中樞端を刺激した。大腸は24秒の潜伏期ののち収縮を生じた。



第1図 L 3-4 間横断後、右坐骨神経中樞端刺激(5cm C.D.)。上から一般血圧、遠側結腸の運動、シグナル、時間6秒(以下曲線の説明は同じ)

3) 大小内臓神経、迷走神経の切断は何ら大腸の運動に変化を認めなかった。又予め大腸の交感神経支配を除いた場合、即ち第2図に示す様に、大小内臓神経及び腰部交感神経幹を摘出した後(骨盤神経のみ無傷)、坐骨神経の中樞端刺激により大腸の促進が認められた。この時一般血圧は112mmHgが75mmHgに下降した。

* 広島大学医学部生理学教室



第2図 大小内臓神経切断，腰部交感神経幹摘出11日後，右坐骨神経中枢端刺激 (8cm C.D.)

4) 他の神経は無傷で，一側の骨盤神経のみを切断したのでは，他側又は同側の知覚刺激の効果には差異を認めないが，両側骨盤神経を切断した後 (或は仙髄を全て摘出した後)，知覚刺激を行うに大腸の収縮の度合は著しく減少するが決して消失する事はない (第3図A, B).

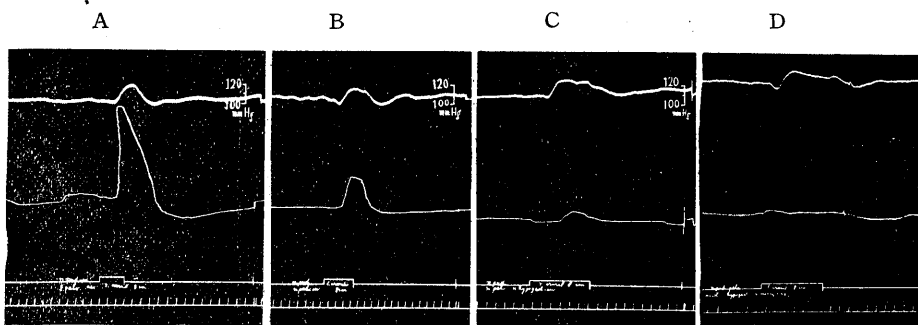
ここで更に両側下腹神経を切断するに，第3図Cに示す様に知覚刺激による大腸の収縮は一層減少するが，尙若干の収縮が認められる。之は腰部結腸神経をも切断した後，初めて大腸の運動への知覚刺激の影響を消失させる事が出来

た (第3図D).

5) 骨盤神経及び下腸間膜神経節を摘出 (或は下腹神経及び腰部結腸神経切断) 後には，知覚刺激によって大腸運動は所謂錢場ら²¹⁾の云う一般血圧の変動に並行した変化を認める事が出来た。即ち第4図では大腿神経中枢端刺激で血圧は94mmが108mmHgに上昇し，同時に大腸運動は1回だけ収縮が抑制された。

II. 考 察

1) 遠側結腸は促進繊維を骨盤神経から，抑制繊維を下腹及び腰部結腸神経から受ける事は一般に認められる所である⁶⁾⁹⁾¹⁰⁾¹³⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。本実験に於ても，大腸の促進は主として骨盤神経を遠心路とする事は実験(4)で明らかであり，Lehmann¹⁷⁾も之を認めて居る。然しLehmann¹⁷⁾とは異り骨盤神経を切断したのみでは，本反射は一般には消失せず，更に下腹及び腰部結腸神経を切断して (或は下腸間膜神経節を摘出して) 初めて反射を消失させる事が出来た (実験

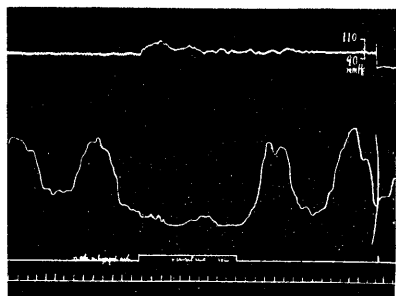


第3図 右大腿神経中枢端刺激 (8cm C.D.) A=左骨盤神経切断，右側は無傷。B=両側骨盤神経切断後。C=更に両側下腹神経切断後。D=更に腰部結腸神経切断後

4). 仙部交感神経は殆ど無関係である。この事実は両神経がこの反射の遠心路となる事を示すに他

ならない。

2) 従来，下腹神経或は腰部結腸神経が，大腸に対する促進繊維を含むと云う事は確定はして居ないが，輪走筋を収縮させると云う若干の実験がある⁵⁾⁷⁾⁸⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。尙，内肛門括約筋が之等の神経刺激で収縮するという成績⁵⁾¹⁵⁾もある。然し本実験方法では括約筋の影響は除外出来る。亦本来抑制神経と云われる内臓神経の刺激によって，胃小腸の収縮を認める成績¹⁾²⁾³⁾⁴⁾¹⁹⁾²⁴⁾からも，交感神経刺激による大腸の収縮は



第4図 両側骨盤神経切断，下腸間膜神経節摘出後，右大腿神経中枢端刺激 (10cm C.D.)

否定出来ない。自分ら²²⁾は、本実験に関連して ouropan-soda 麻酔犬又は脊髄犬で無麻酔のものに就て、下腹、結腸両神経の末梢端刺激を行って、大腸の収縮を明らかに認める事が出来たから、両神経が本反射の遠心路の一部をなす事は首肯される。

3) 脊髄(胸髓及び上部腰髓)の切断後も、この反射は成立する(実験2)から。求心路と遠心路との接続は腰髓下部及仙髓で行なわれる。即ち知覚神経と自律神経との結びつきが下位の脊髄で行なわれて、脳幹とは無関係に起り得ると云う事は興味ある事である。

4) 知覚刺激で血圧の変化が生ずるが、血圧の上昇或は下降を来す条件は明らかでない²⁰⁾。血行性の影響が単純に大腸に現われるのは、神経支配を全て除外した場合(実験5)で、この時、血圧上昇時には大腸は抑制され、血圧下降時には促進を生じた。この関係は“小腸と知覚刺激”で自分らが明らかにした結果²¹⁾と同様であった。

IV. 結 語

Ouropan-soda 麻酔犬に就て、坐骨神経又は大腿神経の中枢端刺激によって、血圧の変動の如何に係わらず、遠側結腸の促進が生ずる。之は脊髄(胸髓及び上位腰髓)の切断によっては妨げられない。又骨盤神経の切断によっても反射は消失せず、更に下腹及び腰部結腸両神経の切断後には消失するから、この反射の遠心路は

骨盤神経のみならず、下腹及び腰部結腸神経も関係する。

文 献

- 1) Bechterew, W. and N. Mislawski. (1890) *Neurol. Zbl.* 9, 173
- 2) Brown, G. L., B. A. McSwiney and W. J. Wadge (1930) *J. Physiol.* 70, 253
- 3) Bunch, J. L. (1898) *J. Physiol.* 22, 357
- 4) Carlson, A. J., T. E. Boyd and J. F. Percy (1922) *Am. J. Physiol.* 61, 29
- 5) Courtade, D. and J. F. Guyon, (1897) *Arch. Physiol. nor & Path.* 29, 880
- 6) Elliott, T. R. and Barclay-Smith, E. (1904) *J. Physiol.* 31, 272
- 7) Fellner, L. (1894) *Pflüger's Arch.* 56, 542
- 8) Frankl-Hochwart, L. and A. Fröhlich (1900) *Pflüger's Arch.* 81, 466
- 9) 福原 武 (1953) 消化管運動の生理 111 (医学書院, 東京)
- 10) Garry, R. C. (1934) *Physiol. Rev.* 14, 103
- 11) Gebhardt, H. (1934) *Z. ges. exp. Med.* 94, 528
- 12) 石川 昇 (1922) 東京医会誌 36, 29
- 13) Langley, J. N. and H. K. Anderson (1895) *J. Physiol.* 18, 67: *ibid* 19, 131
- 14) Lawson, H. (1934) *Am. J. Physiol.* 109, 257
- 15) Learmonth J. R. and J. Markowitz (1929) *Am. J. Physiol.* 89, 686
- 16) Learmonth, J. R. and J. Markowitz, (1930) *Am. J. Physiol.* 94, 501
- 17) Lehmann, A. (1913) *Pflügers Arch.* 149, 422
- 18) 梶田亀次郎 (1937) 日本生理誌 2, 320
- 19) McSwiney, B. A. and J. M. Robson (1931) *J. Physiol.* 71, 194
- 20) Ranson, S. W. (1921) *Physiol. Rev.* 1, 491
- 21) 錢場武彦・伊藤光彰・佐々木弘純 (1954) 日本生理誌 16, 643
- 22) 錢場武彦・三島久人 (1955) 広島医学 8, 5 (発表予定)
- 23) Surmont, H. and A. Dubus (1912) Cited from Stierlin, E.: *Ergebnis. inn. Med.* (1913) 10, 409
- 24) Veach, H. O. (1925) *J. Physiol.* 60, 457

Summary

The nervous pathways of the reflex contractions of the distal colon, due to the stimulation of the sensory nerve, were investigated on dogs anaesthetized with ouropan-soda, using the balloon tambour method.

1. In all instances it was observed that the stimulation of the central end of sciatic and crural nerves increased the contractions of the distal colon.

2. An increase of contractions of the colon was also noted after transecting the upper spinal cord and the bilateral pelvic nerves. However, after the removal of the pelvic, hypogastric and lumbar colonic nerves, the reflex did not occur in response to sensory stimulation.

3. There was no relationship between the increased contractions of the distal colon and the changes in carotid blood pressure.

4. It may be concluded, therefore, that the efferent fibers of these reflexes pass through not only the pelvic nerves, but also through the hypogastric and lumbar colonic nerves.

(Department of Physiology, School of Medicine, University of Hiroshima)

兎の脳血行遮断中及びその前後の血圧並びに呼吸運動に ついて 612.13:611.131:612.216

On the Blood Pressure and the Respiratory Movement during, before and after
the interception of the Blood Supply to the Brain in Rabbits.

宮 川 清 (MIYAKAWA-Kiyoshi)*

さきに著者は、家兎に於て人為的に脳血行を制御し、周期性血圧第3級動揺並びに呼吸様式の周期性変動を催起する方法を報告した¹⁾²⁾。

その際新たに考案した脳血行遮断方法を発表した³⁾が、その方法の実体を明らかにする目的で、31頭の家兎に対して87回の脳血行遮断実験を行った。これらの成績のうちで、この脳血行遮断方法を評価するのに参考になる点についてはその時記載した。なお同時に脳血行遮断時に血圧、呼吸運動にみられる諸現象に対して、実験繰返し、所謂血圧調節神経切除、脳切除が何のような影響を与えるかを観察した。今回はこれらの点につき前回の報告の補足をを行う。

その他、新たな所見として、脳血行再開後には、周期性呼吸水準動揺並びに周期性血圧第3級動揺の顕著化或は新規出現の傾向が観取されたのでこの点に関しても報告する。

実 験 方 法

実験動物には体重3kg前後の雄又は雌の家兎を用いた。麻酔としては10% urethan 溶液を体重1kgについて10ccの割合で下腹部に皮下注射を行った。

血圧は股動脈より水銀マンメーターを介して描かせた。呼吸運動は吸気に際し上腹部が膨隆するのを挺を用いて拡大、煤紙描記を行った。

脳血行遮断方法の概略は次のようである。両側の第3乃至第4頸椎の横突起の腹側面から、横突起孔のうえに穴を穿ち、その穴からガーゼを以て横突起孔内を充填し、椎骨動脈をはじめ、そこを通る動脈の血流を阻止する。この様な手術のあとで両側の総頸動脈を周囲の組織よ

り分離して、動脈クレンメにて挟み、それらの血流を阻止した。

これら脳血行遮断方法、並びに股動脈からの血圧描記の際の血液凝固による障碍除去の方法等、詳細なる点については前論文¹⁾を参照された。

実 験 成 績

脳血行遮断時の血圧、呼吸運動変化に及ぼす実験繰返しの影響、所謂血圧調節神経除去の影響、脳切除の影響について

さきの論文で述べた成績をみてもわかるように脳血行遮断時にみられる諸現象は、実験を繰返すことによって多少とも変化を蒙っているようにみえる。これら繰返しの影響を検討する場合、その実験間隔、実験間隔中に行った諸操作の種類、程度の差異を当然考慮に入れなければならないが、差し当って繰返しの影響があるかないかと云う点を窺う意味で行った。検討は脳血行遮断時にみられる血圧変化、呼吸運動変化を数量化する目的でさきの論文で任意に設定した諸項目の数値について行った。念のためその諸項目とは次のようである。

第1項目：脳血行遮断前の平均血圧値

第2項目：脳血行遮断中の最高平均血圧値

第3項目：脳血行遮断中の最高平均血圧値から遮断前の平均血圧を引いた値

第4項目：その差の遮断前の平均血圧に対する百分率

第5項目：血圧上昇時間（脳血行遮断時点から血圧上昇速度が急激に衰え始める時点までの時間）

第6項目：血圧下降時間（脳血行再開時点が

* 東京大学医学部生理学教室

ら血圧下降速度が急激に衰え始める時点までの時間)

第7項目：脳血行遮断時点から遮断時最高平均血圧値に達する迄の時間

第1項目：脳血行遮断時点から正常呼吸運動が完全に停止する迄の時間

第2項目：gaspng 様呼吸運動のみられた例に於ける、脳血行遮断時点から gasping 様呼吸出現時点迄の時間

第3項目：脳血行再開時点から正常呼吸運動出現迄の時間

これら任意設定の諸項目に関して、初回、2回、3回以後と3つの段階に分って統計的処理を行い、それらの結果を第1表に示す。同一個体にたいして脳血行遮断実験が3回以上複数回行われている場合には、3回以上のすべての値の平均値を以て3回以上の値としてある。

次にこれらの差異について検定を行うわけであるが、初回、2回、3回以上の値について同一個体の値と云う対応関係が存在するので、第1表の平均値並びに variance を以てするわけにはいかない。即ち2回目、3回目以上の値とそれらに対応する初回目の値との間に検定を行わなければならない。母集団が正規分布をなすと推定される項目について検定を行い、その結果を第2表に示す。

この表の F_0 とは i 個体の II 回目値 x_{IIi} と I 回目値 x_{Ii} との検定を例に取れば次のようである。

$$F_0 = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^N (x_{IIi} - x_{Ii}) / N - O \right\}^2 \cdot N}{\left[\sum_{i=1}^N (x_{IIi} - x_{Ii})^2 - \left\{ \sum_{i=1}^N (x_{IIi} - x_{Ii}) / N \right\}^2 \cdot N \right] / N - 1}$$

第1表 脳血行遮断成績の継時的变化
最左側列番号は任意設定諸項目の番号で本文参照。例数中括弧内の数字は III 回以上実験回数

	第 I 回目	第 II 回目	III 回以上
1) {	平均値 93.1mmHg	90.0mmHg	77.9mmHg
√	偏差 18.1mmHg	17.4mmHg	14.9mmHg
例	数 31	14	7 (19)
2) {	平均値 186.6mmHg	180.0mmHg	170.7mmHg
√	偏差 19.7mmHg	25.0mmHg	23.0mmHg
例	数 31	14	7 (19)
3) {	平均値 107.9mmHg	90.7mmHg	102.1mmHg
√	偏差 39.8mmHg	19.1mmHg	30.4mmHg
例	数 31	14	7 (19)
4) {	平均値 95.3%	92.9%	120.7%
√	偏差 36.4%	38.0%	52.5%
例	数 31	14	7 (19)
5) {	平均値 15.3sec	17.0sec	15.9sec
√	偏差 3.7sec	5.7sec	9.6sec
例	数 30	14	7 (19)
6) {	平均値 26.8sec	32.5sec	17.5sec
√	偏差 11.6sec	21.5sec	6.2sec
例	数 30	14	7 (19)
7) {	平均値 20.3sec	17.0sec	23.3sec
√	偏差 11.4sec	12.8sec	15.6sec
例	数 29	11	6 (15)
1') {	平均値 12.3sec	13.2sec	14.0sec
√	偏差 5.3sec	5.1sec	4.4sec
例	数 24	10	6 (15)
2') {	平均値 62.3sec	59.3sec	56.7sec
√	偏差 19.5sec	39.5sec	29.3sec
例	数 11	7	6 (14)
3') {	平均値 17.5sec	23.6sec	22.5sec
√	偏差 11.6sec	16.4sec	14.5sec
例	数 25	9	6 (14)

第2表 実験繰返し、所謂血圧調節神経切除、除脳の影響の検定。*は1%の危険率で有意の差、△は5%の危険率で有意の差、括弧内の数字は例数N、下に線のある数字は1/F₀。

比較対象 \ 検査項目	1	2	3	4	5	6	1'	2'
1 回目の成績と2回目の成績との F_0	0 (11)	12.00*(13)	7.32^(13)	1.13 (13)	4.03 (13)	354.9^△ (14)	1.43 (9)	19.28 (8)
1 回目の成績と3回目以上の成績の平均との F_0	1.88 (6)	12.76^△ (6)	2.29 (6)	1.50 (6)	2.61 (6)	1.36 (6)	1.66 (4)	0 (5)
1 回目の成績と減圧神経切除後の成績との F_0	32.13 (3)	3.00 (3)	3.00 (3)	13.82 (3)	39.88 (3)	1.83 (3)	4.23 (2)	3.95 (2)
1 回目の成績と洞神経切除後の成績との F_0	18.8 (1)	2.32 (1)	1.38 (1)	160.6 (1)	2.25 (1)	2.89 (1)		
1 回目の成績と減・洞神経切除後の成績との F_0	2.73 (2)	1.29 (2)	1.08 (2)	17.07 (2)	29.14 (2)	9.32 (2)	1.16 (2)	
1 回目の成績と減・洞・迷走神経切除後の成績との F_0	6.76 (1)	2.12 (1)	1.31 (1)	1.95 (1)	1.78 (1)	1.0 (1)		
1 回目の成績と除脳後の成績との F_0	37.79*(6)	10.53^△ (6)	1.29 (6)	7.35^△ (6)	1.34 (5)	3.59 (6)	1.46 (6)	1.15 (6)

これによると第2項目の2回目の値, 3回目以上値並びに第3, 第6項目の2回目の値に有意の差がみられる。然し第2, 第3, 第4項目は何れも脳血行遮断時の最高平均血圧値という1つの現象を異った角度からみたものであるから取り扱い方による差と云える。それを絶対値で云うときには繰返しによる有意の差がみられるが, その上昇の度を遮断前の平均血圧値の百分率で云い現わすときには繰返しによって有意の差がみられないと云えよう。

次にこれら脳血行遮断時に於ける血圧並びに呼吸運動にあらわれる諸現象に対して, 所謂血圧調節神経が如何なる関与をなしているかを追求する目的でこれらの神経を継時的, 累積的に切除を行いその影響を観察した。即ち両側洞神経切除並びに頸動脈球, 頸動脈洞部附近の動脈外膜剝離, 両側減圧神経切除, 両側迷走神経切断(全切断であるから求心性繊維のみならず遠

心性の繊維をも切断しているわけである)を様々の順序で行っては各切除後毎に脳血行遮断実験を行った。

先ず何れの所謂血圧調節神経の切除についても云われることは脳血行遮断時に出現する徐脈の程度を減少せしめると云うことである。特に両側迷走神経の切断はこの点に関して最も大なる影響を与える。前の論文¹³⁾第9図Aに於ては脳血行遮断時に血圧が上昇している際に, 一定時間図中矢印の間両側迷走神経に氷片を当てて一時的に機能を麻痺せしめてその影響をみているが, 明らかにその時間だけ徐脈が消失している状態が窺われる。

次にこれら所謂血圧調節神経切除が, 先に任意に設定した項目の値に対して及ぼす影響をみるために, 切除神経の種類別に統計的処理を行った結果を第3表に示す。なおこれらの値の調節神経無傷の場合の値との比較検定は, 実験繰

第3表 脳血行遮断成績に及ぼす調節神経切除, 除脳の影響。最左側列番号は任意設定の諸項目の番号で本文参照。例数の後の括弧内の数字は実験回数(nはgaspung様呼吸が起らないもの)

		減圧神経切除後	洞神経切除後	迷走神経切除後	減圧・洞神経切除後	減圧・洞・迷走神経切除後	除脳後
1)	平均値	80.0mmHg	70.0mmHg	64.0mmHg	91.7mmHg	101.0mmHg	65.0mmHg
	√ 偏差	23.8mmHg	14.1mmHg		10.4mmHg	12.7mmHg	16.3mmHg
	例数	4(6)	2	1	3(4)	2	7(8)
2)	平均値	160.0mmHg	165.0mmHg	144.0mmHg	262.8mmHg	162.5mmHg	150.7mmHg
	√ 偏差	31.1mmHg	21.2mmHg		27.4mmHg	7.7mmHg	26.4mmHg
	例数	4(6)	2	1	3(4)	2	7(8)
3)	平均値	80.0mmHg	95.0mmHg	80.0mmHg	71.2mmHg	61.5mmHg	82.1mmHg
	√ 偏差	31.1mmHg	7.1mmHg		18.1mmHg	20.5mmHg	19.7mmHg
	例数	4(6)	2	1	3(4)	2	7(8)
4)	平均値	125.0%	135.3%	125.0%	77.3%	62.7%	137.9%
	√ 偏差	98.3%	20.8%		13.3%	28.3%	64.7%
	例数	4(6)	2	1	3(4)	2	7(8)
5)	平均値	16.0sec	14.0sec	12.0sec	15.8sec	14.0sec	16.0sec
	√ 偏差	3.3sec	1.4sec		10.3sec	1.4sec	8.1sec
	例数	4(6)	2	1	3(4)	2	6(7)
6)	平均値	25.0sec	40.0sec	18.0sec	37.5sec	25.5sec	36.8sec
	√ 偏差	5.0sec	21.2sec		9.0sec	3.5sec	26.0sec
	例数	4(6)	2	1	3(4)	2	7(8)
7)	平均値	14.2sec	15.0sec		19.3sec	18.0sec	20.5sec
	√ 偏差	4.6sec	7.1sec		10.3sec	0sec	11.5sec
	例数	3(4)	2	0	3(4)	2	5(6)
1')	平均値	12.0sec	4.0sec	4.0sec	49.5sec	35.0sec	8.4sec
	√ 偏差	5.4sec				29.7sec	7.6sec
	例数	4(6)	1	1	3(4)	2	7(7)
2')	平均値	70.0sec	n	n	n	60.0sec	
	√ 偏差	11.9sec				10.8sec	
	例数	4(5)	1	0	0	2	2
3')	平均値	38.8sec	10.0sec	10.0sec	6.7sec	0	25.8sec
	√ 偏差	21.8sec					29.0sec
	例数	4(5)	1	1	3(4)	2	6(7)

返しとの与える影響をみた場合と同様の方針で行いその結果を第2表に載せてある。

これらの結果によれば脳血行遮断の際に血行遮断部位よりも循環上末梢側に受容器を有する洞神経の存在の有無も、またその部位よりも心臓側に受容器を持つ減圧神経並びに迷走神経内の一部求心性線維の存在の有無も、これら諸項目の値に対して有意な差を齎らす程の影響を与えていないと云うことが出来る。

なお第3表には脳切除後の脳血行遮断実験の成績を載せた。また第2表にはこれらの成績を各例の第1回目の無傷の場合の成績と比較検定の結果を示した。これらの結果を総合してみると、脳切除によって明らかに平均血圧の値が低くなるが、脳血行遮断中の最高平均血圧値からその遮断前の平均血圧値を差し引いた値には差があるとは云えないわけである。この場合脳切除の7例とは、所謂除脳に相当するもので、切除の高さの最高位は、腹側では脳脚、背側では四丘体上縁を結んだ平面で行われたものであり、最下位は腹側では橋の上縁より数mm尾側、背側では四丘体の下縁を結んだ平面に於て行われたもので、その他の例はこの最高位切除面と最下位切除面の間でさまざまな高さで行われたものである。

脳血行遮断の周期性呼吸水準動揺並びに周期性血圧第三級動揺に及ぼす影響について

脳血行遮断前には周期性呼吸水準動揺のみられなかったもので、脳血行再開後間もなく初めて呼吸水準動揺の出現してきたものがある（前論文¹⁾第5図A参照）。また脳血行遮断前既に周期性呼吸水準動揺のみられた例では、脳血行再開後その動揺の形が纏り、周期性が明確になり且動揺の振幅が増大してくると云う傾向が観取される。これら2つの場合は何れも脳血行遮断と云う処置が周期性呼吸水準動揺の発現に有効に作用した場合であるが、この点につき観察可能な63例中50.8%を占めている。これらの例とは反対にむしろ周期性呼吸水準動揺が遮断後、遮断前に比較してむしろ安静になったと思われる例がその63例中1例あった。然しその例の脳

血行再開後の観察時間は短く、一方その観察時間より後で周期性呼吸水準動揺の出現してきた例がほかにあるのでこの1例の採用は保留して置きたい。即ち脳血行遮断前と脳血行再開後で周期性呼吸水準動揺という点について、著明化したもの（新たに出現してきたものを含め）前後差異のみられなかったものと半々と云う状態である。

脳血行遮断前に偶々著明な周期性血圧第3級動揺が存在しているものが3例あったが、脳血行再開後何れの例に於ても振幅が増大し著明化した（前論文¹⁾第10図A参照）。其等の周期は2例が16秒、他の1例が6~7秒で、遮断前と再開後とでは周期の上に差異はみられなかった。脳血行遮断前には少しの周期性血圧第3級動揺のみられないものに脳血行再開後初めて周期6~7秒並びに16秒の周期性血圧第3級動揺の現われてきた例が各1例ある（前論文¹⁾第6, 7図A参照）。逆に脳血行遮断と云う処置が周期性血圧第3級動揺の出現に抑制的に作用した例は著者の実験の範囲内ではみられなかった。従って残りのものは、前後でこの点につき変化のみられなかった例で、脳血行遮断と云う処置は周期的血圧第3級動揺に対しても何ちらかと云えば促進的に働くものと考えてよいと思われる。

論 議

先の論文¹⁾に於ては緒言に於ても述べたように、新たに考案した脳血行遮断方法の手技並びに方法について報告並びに批判を行った。今回は本論文で報告を行った事実に関して考察を行う。

脳血行遮断時に催起される諸現象について

左右横突起孔内充填、次いで両側総頸動脈閉鎖と云う一定の操作によって脳血行の遮断を行った場合、体血圧、呼吸運動並びに全身症状として次のものがあげられる。即ち血圧上昇、正常呼吸運動停止、無呼吸、緊張性痙攣次いで左右交代性の、少数に於ては間代性の痙攣、gasp-ing 様呼吸運動の出現等が主なるものである。

今回の実験成績から所謂血圧調節神経の存在

の有無はこれら現象の発現と云うことには影響を持たないことがわかる。又出現してきた現象の程度もその除去によって大きな変化がないことが判った。唯脳血行遮断時にみられる徐脈には、調節神経除去がその出現に対し抑制的に働き、特に迷走神経（求心性線維、遠心性線維両者を含めて）の除去が大きな役割を演じていることが判った。

実験を繰返すと云うことも3回程度ならば、これら脳血行遮断成績に大きな影響を与えない。更にこの場合、又これとの関連現象取扱の場合、血圧上昇程度は血行遮断前の平均血圧値に対する百分率で表現した方が、実験繰返しの影響を避ける為にはより適切な方法と云える。

ついで今回行った脳切除実験の諸成績について考察を行う。この実験での最下方の切除面は、腹側では橋 (Pons) の上縁から数mm下方、背側では四丘体の下縁を結んだ平面であり、この平面で脳切除を行った場合でも血圧に関する限りは、除脳を行わない場合と略々同じ様な脳血行遮断成績を得ている。実験成績の項で述べられてあるように、一般に脳切除と云う手術後は平均血圧が低くなる。その為と思われるが、脳血行遮断時の最高平均血圧値の絶対値が低くなる。然し両者の差には、この点に関し無傷の動物と差があるとは云えないわけである。従って今回の程度での脳切除を行ったのでは、脳血行遮断に対して血圧上昇を以てする反応は失われていないと結論を下すことが出来る。云い換えるならば、今回切除を行ったうちの最下位の平面より上の中樞神経部位は、この血圧上昇と云う反応の発現に関する限り無くとも済まされたと云うことが出来る。この度は設備の関係もあって、これより下位での切除が行い得なかったが、今後かかる意味での限界はさらに尾側の方に移動することは当然予想される。

脳への血行遮断がもたらす脳内変化のうち、如何なる因子が、この血圧上昇の原因になっているかの点については、特別な実験は今回行ってない。脳内血圧と体血圧との関係については Anrep & Starling²⁾ による実験がある。脳

内循環血液の化学的組成と体血圧との関係については Mathison³⁾ の研究がある。これらの要因が、恐らく直接的に Ludwig その他の切断実験、Ranson 並びに Billingsley⁴⁾ の刺激実験等から想定されている処の延髄附近にある所謂循環中枢に作用して出現するのだと想定しても、今回の実験成績に矛盾は起らない。延髄と連絡の絶たれた脊髄にも同様の反応がみられるとの Mathison⁵⁾ の報告があるが、今回の実験に用いた方式により惹き起こされる貧血の範囲からみて、脊髄のかかる意味の役割を考慮する必要はないと思われる。

脳血行遮断中の呼吸運動に関しては、脳血行遮断後の存在可能性の順位、脳血行再開後の存続順位から云って、正常呼吸運動形式と gasping 様呼吸運動形式との間に明らかに一定の関係が観取せられる。

これら呼吸運動形式の何れが発現せられるかは恐らく関係諸中枢の化学的環境状態によって定められるのではないかと想像される。即ち正常に比して或る程度の炭酸ガス蓄積、酸素不足等が募った場合には正常呼吸運動は停止し、しばらくして gasping 様呼吸運動の発現が行われ、更に悪化する時には何れの呼吸運動も存在しなくなる。回復過程に於てはこれが逆に進むものと考えられる。そして正常呼吸運動形式の方が gasping 様呼吸運動型式に対して一般に dominant な関係にあると云えよう。

こうした中枢の化学的環境状態は脳血流停止中に現われる血圧の pattern にも対応が行われているように思われる。上述の一定の操作のもとに脳血行遮断を行った場合、17.3% 弱の例に正常呼吸運動の持続するのがみられたが、この例の4分の3近くに於て規則正しい正弦波状の周期性血圧第3級動揺がみられることは先の報告¹⁾に記載してある。然しこの事実は Mayer⁶⁾、L. Hill⁷⁾ に依って観察せられて居る。何れも呼吸形式との対応は行ってないが、殊に Hill は脳血流を完全でなく、少しく不完全に遮断した場合には体血圧に彼の所謂 Traube-Hering の波が出現すると述べている。波の名称は別とし

て不完全な遮断の場合出ると云う点には全く同感である。著者をして云わしむれば、脳血行を完全近く遮断するが、正常呼吸運動が尙持続する程度不完全である場合に出易いと云うわけである。

脳血行遮断中に正常呼吸運動が消え、無呼吸の段階に入って間もなく全身性痙攣が出現する。最初は緊張性痙攣であるが、しばらくすると、身悶え様の運動となる。此は左右交替的に行われる運動であって、これらは所謂 Kussmaul の anaemischer Krampf と云う可きものに包含されるのであろう。この身悶え様の全身運動は明らかに間代性の痙攣とは区別される可きものである。林等⁸⁾が交代性痙攣と云う名称を提唱しているが、恐らくこの運動を指して云うものと思われる。もっとも少数に於ては緊張性痙攣のあとに間代性痙攣の現われた例もあった。

脳血行遮断の周期性血圧第三級動揺並びに周期性呼吸水準動揺に及ぼす影響について

脳血行遮断と云う処置は周期性呼吸水準動揺出現に対して促進的に働くことが出来る。即ち脳血行を遮断する以前に於ては周期性呼吸水準動揺がみられなかった動物に、脳血行再開後には顕著な正弦波状の呼吸水準動揺が新たに出現して来たもの、遮断前に既に出現していたものあってはその水準動揺の振幅が増大し且波形が整ってくる明らかな傾向が観取せられた。

周期性血圧第3級動揺に関しても同様の傾向が認められたが、周期性呼吸水準動揺に比較して出現頻度は極めて少い。その周期性血圧第3級動揺の周期は6秒程度のものでも、16秒乃至17秒のものでも傾向は同一であって、遮断前にみられなかったものが、脳血行再開後新たに出現したり、遮断前既に出現していたものはその波高が高くなり波が顕著になる。

脳血行遮断が一般に脳全体の機能を低下せしめることが考えられるが Grenell⁹⁾等の組織学的検査に依れば、特にこの様な場合、比較的早期に侵され易いのは大脳皮質と云うことになって居る。このことは一応考慮に入れなければならない。また Babkin¹⁰⁾が大脳皮質除去並びに

除脳が chloralose-urethan 麻酔の際出現して来た周期性血圧第3級動揺の振幅を増大せしめるように働くこと云う業績も参考になる。加藤¹¹⁾が urethan 麻酔のみで周期性血圧第3級動揺並びに周期性呼吸水準動揺の出現をみた事実と云い、著者が先に発表した側圧負荷実験¹²⁾で、除脳後の方がむしろ血圧第3級動揺が出易いと云う経験からしても、周期性血圧第3級動揺については延髄に存在する所謂循環中枢が、呼吸水準の周期性動揺に関しては延髄以上中脳あたり迄を問題にしなければならないわけであるが、兎に角それらの部分が、より高位にあって抑制的な影響を与えている部分から開放されると云うことが、これらの周期性血圧第3級動揺並びに呼吸水準の周期性動揺の顕著化に関係があるのではなからうかとの想定も成り立つものと思われる。

最後にこれら周期性呼吸水準動揺と周期性血圧第3級動揺の発現に対し、無くとも済まされる中枢神経系部位の確認と云う意味で脳切除実験の成績について論じたい。

脳血行遮断が直接的な出現の動機となり、脳血行再開後新たに美しい正弦波状の周期性呼吸水準動揺が脳切除後に現われたが、それらの最下限は今回の実験範囲内では次のようである。背側面では四丘体の上縁より数mm上方、腹側面では大脳脚、これらを結ぶ切除面での脳切除で出現可能であった。これら脳血行再開後に出現する周期性呼吸水準動揺は、urethan 麻酔の場合に出現するものと同種類のものであることは確かであると考えているので、今後更に下方へ下がる可能性はあるが、この意味での一応の限界面とみて置いてよいと思われる。ちなみに側圧負荷実験によって出現した周期性呼吸水準動揺の出現可能の今回実験範囲内での最下限は、背側面では四丘体上縁、腹側面では動眼神経の発出部位を結ぶ面であり、上述の脳血行再開後並びに urethan 麻酔のみで出現する周期性呼吸水準動揺のそれと、大きな差異はないものと一応推定される。

ついで周期性血圧第3級動揺について考察を

行。この脳血行遮断方式で遮断を行った場合正常呼吸が遮断後も持続しているようなとき、血圧に周期性第3級動揺が現われると云うことは既に述べたが、この現象は脳切除後も可能であって1例そうした例に遭遇した。その時の切除面は背側面では四丘体の上縁、腹側部では橋の上縁を結んだ面での切除で出現したのであるから、少なくともこの現象発現に関してそれより上部の中樞神経系は不必要とは云えよう。

ちなみに側圧負荷実験での周期性血圧第3級動揺について脳切除実験成績の考察を行う。この意味での最下限は脳血行遮断時の血圧上昇のそれと全く一致して居り、背側では四丘体の下縁、腹側では橋の上縁より数mm下方を結んだ切除面で出現可能であった。

脳血行遮断中出現する周期性血圧第3級動揺に関する脳切除例は少いので将来、この種実験を繰返すことにより、側圧負荷の場合の周期性血圧第3級動揺のそれと一致する可能性は充分考えられるし、先にも述べたように側圧負荷の場合の周期性血圧第3級動揺の出現最下限も今回の成績よりも更に下方へ移動する可能性は充分にあることを云い添えて置きたい。

要 約

1) 新たに考案した方法で家兎の脳血行遮断を行い、遮断中出現する血圧、呼吸運動の変化に対して、実験繰返しの影響、所謂血圧調節神経除去、脳切除の影響を観察した。前二者の影響は著しいものはない。脳切除の場合一般に平

均血圧が低くなるためと思われるが、遮断中の血圧上昇が低い。

2) 脳血行遮断前と、脳血行再開後に於ける周期性血圧第3級動揺並びに周期性呼吸水準動揺を比較するに、明らかに脳血行遮断と云う処置は両現象に対し促進的に働くものである。

3) 周期性呼吸水準動揺並びに周期性血圧第3級動揺の出現可能の最尾端の切除面は、今回の実験成績内から前者に対しては、背側で四丘体の上縁から腹側では橋の上縁を通る面、後者に対しては背側で四丘体の下縁、腹側で橋の上縁から下方数mmの点を通る面である。

終りに臨み、研究並びに論文作成に当って懇切な御指導を給った恩師福田教授に厚く感謝致します。なお研究中協力された佐川喜一研究生、加藤保博士に感謝致します。

文 献

- 1) 宮川 清 (1955) 日本生理誌 17, 299
- 2) Anrep, G. V. & E. H. Starling (1925) Proc. Roy. Soc. 97B, 463
- 3) Mathison, G. C. (1911) J. Physiol., 42, 283
- 4) Ranson, S. N. & P. R. Billingsley, (1916) Am. J. Physiol., 41, 85
- 5) Mathison, G. C. (1910) J. Physiol. 41, 410
- 6) Mayer, S. (1876) Sitzungsberichte kais. Akad. Wien. 73, 85
- 7) Hill, L. (1900) Philos. Trans. 198B, 6
- 8) 林 譚 (1953) 生理学講座 10, II 1, 2., 41
- 9) Grenell, R. G. (1946) J. Neuropath. 5, (2) 131
- 10) Babkin, B. P. & W. C. Kite, Jr. (1950) Am. J. Physiol. 161, 92
- 11) 加藤 保 (1947) 日本生理誌 10, 151
- 12) 宮川 清 (1955) 日本生理誌 17, 383
- 13) 宮川 清 (1955) 日本生理誌 17, 392

Summary

1. Further study on the influence of interception of the blood supply to the brain on the blood pressure and respiration was carried out in rabbits. Complete interception caused the blood pressure rise and affected normal respiratory act. Repeated interception, section of modulator nerves or decerebration at a sufficiently high level caused no marked difference in the result.

2. A strong tendency toward the undulatory change of respiratory level and of blood pressure level was observed on the resumed blood supply to the brain.

3. Decerebration with the section below a plane connecting the upper border of corpora quadrigemina and the outflow point of oculomotor nerves abolished the above stated tendency of undulatory change of the respiratory level, while undulatory waves of the blood pressure survive the section of a plane connecting the caudal border of corpora quadrigemina and a site several millimetres below the upper pontine border.

(Department of Physiology, University of Tokyo Medical School)

幽門括約部の迷走神経支配 612.819.913

The Vagus Innervation of the Pyloric Sphincter

山上松義 (YAMAGAMI-Matuyosi)*

緒言

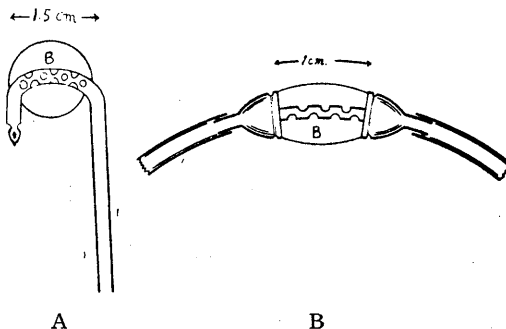
幽門括約部の運動の神経支配についてはこれまでの研究者の実験成績が一致していない。May²⁰⁾, Nakanishi²⁴⁾, Watanabe³⁵⁾, McCrea及び McSwiney²¹⁾ 等によれば迷走神経刺激は主として幽門括約部の運動の抑制効果をひき起し、Rosbach³¹⁾, Langley¹⁸⁾, Thomas 及び Wheelon³⁴⁾, Carlson 及び Litt³⁾, Stanke³³⁾ 等は促進及び抑制の2種類の効果を見、これ等の実験結果から今日では幽門括約部は迷走神経によって抑制線維及び促進線維の支配を受けるが、胃、小腸の場合とは逆に抑制線維の影響が強いと一般に考えられているように思われる。しかしながら Oser²⁷⁾, Yzeren³⁹⁾ は迷走神経刺激は促進的に作用するとし、Openkowski²⁶⁾ はウサギについて食道下部において両側迷走神経の吻合によって作られる分枝、氏の所謂Nervus dilatator cardiaeの末梢端刺激が噴門の哆開をひき起し同時に必ず幽門の収縮を起すとし、Paulson 及び Gladsden²⁸⁾ 両氏は迷走神経切断後の人の胃鏡所見において胃は拡張し無緊張状態で蠕動は殆ど認められないことが多く、幽門は迷走神経の健在な場合は多くはその一部乃至全部が時々瞬間的に瞥見されるだけであるが、迷走神経切断後にはその全貌が容易に観察され予期に反して持続的に開放され、ただ時々蠕動の通過に際して瞬間的に収縮するのみであって正常の所見に比して幽門口が広いことを認め、胃と幽門が自律神経により反対に支配されるという仮説は再検討する必要があると言っている。著者も又最近腸管運動の迷走神経支配に関する協同研究において¹²⁾迷走神経刺激は除脳・無麻酔イヌにおいては幽門括約部に常に純促進的に作用することを肉眼的に観察したのであ

る。上述のように研究者によって実験結果が大へん異なっているにもかかわらずその不一致の原因は不明であって、これを明快に解決した研究は見当らない。

著者はさきの協同研究において¹²⁾麻酔イヌにおける実験では除脳無麻酔イヌの場合と異なって迷走神経末梢端刺激が小腸運動に抑制作用を及ぼすことを見、これが腸管運動の神経支配を複雑にしていた重要な因子であることを知った。これに示唆を与えられて以下に述べる如き研究を行い幽門括約部の迷走神経支配を検討したので報告する。

実験方法

実験動物にはイヌ(6~10kg)30頭を用い食飼を与えたのち約1~2時間経過して実験を開始した。麻酔をさけるために四丘体中央で除脳し上位脳を完全に除去し、対照としてこれまでの研究者と実験条件を等しくするために麻酔剤として ether, morphine, urethane 等を使用した。除脳方法は既に他の論文において述べられているから省略するがやや異なることはイヌの前頭部に50~80V, 60cycleの交流を電導子を介して約5sec通電し、直ちに動物を固定して型の如く迅速に除脳する点である。この方法は全く



第1図 括約部に挿入した運動描記装置

B: ゴム球

* 鳥取大学医学部第1生理学教室

麻酔剤を使用せずに除脳できるが脳幹切断前に短時間 ether 麻酔を使用した場合が除脳後のイヌの状態が良好であるから大多数の実験例では脳幹切断直前になって極めて短時間 (1~2分間) ether を使用し除脳した。幽門括約部の運動描記装置は第1図Aに示すように多数の側孔のある彎曲したガラス管、或は第1図Bに示すような金属性の特殊な cannula に condom 膜を張りゴム球の直径を 1~1.5cm にして使用した。これ等の装置を幽門括約部に挿入するために右中腹部において右肋骨弓に平行に約 10cm 切開して開腹し、autrum と十二指腸起始部に小切開を加え antrum の側から挿入して運動描記装置の一端を十二指腸の切開口から腹腔に出し、幽門括約部がゴム球の中心にあたるようにしてゴム球の直口側端と尾側端でこれを胃壁及び十二指腸壁に固定した。イヌはこの開腹状態のまま括約部の運動を観察するために 37°C の Ringer 液を満した浴槽に沈め同時にゴム球内圧の変動を水 manometer を介して Marey の tambour で描記した。時には腹壁を閉じて単にゴム球内圧の変化を描記した。

迷走神経は頸部及び胸腔内で刺激及び切断実験を行ったが、胸腔内迷走神経の露出法は他の論文¹²⁾に詳述されているから省略する。

星状神経節の刺激には石黒氏法¹⁴⁾¹⁰⁾を用いた。

神経の電氣的刺激には主として induction coil (一次coil 3.5V) を用い又 thyatron 刺激装置による棘状波を用いて 1~120 cycle, 1~60V に頻数及び強度を変えて使用した。

使用した薬物は硫酸 atropine (Ingelheim), acetylcholine (Roch, 第一製薬) であって acetylcholine 水溶液は使用前に新調した。

室温は約 30°C にたもち腹壁を閉じている場合にはイヌの腹部の冷却を防ぐために電熱を使用

した。

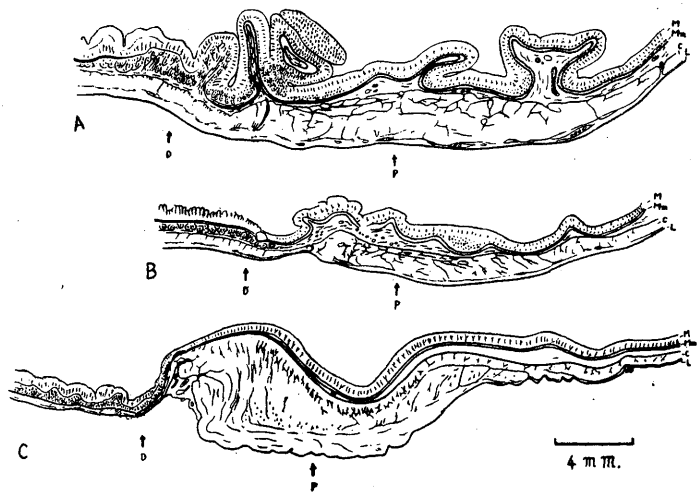
幽門括約部の組織学的検索ではイヌ、ネコ、ウサギの胃幽門部から十二指腸起始部までのツェルロイゲン縦断連続切片を作り、アザン染色²⁵⁾及びヘマトキシリン・エオジン重染色²⁵⁾を行い、胃幽門部の筋層の肥厚発育の程度、筋線維の配列及び十二指腸筋組織との連絡状態を研究した。

実験成績

1. 幽門括約部の筋組織について

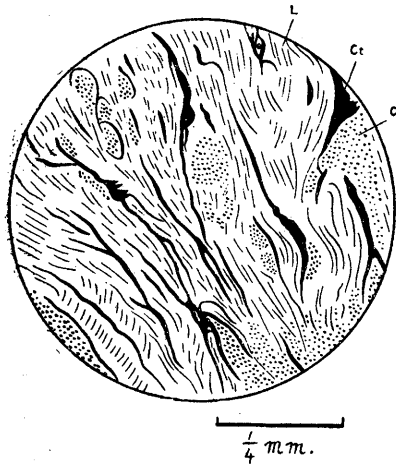
胃の各部の名称は区々であり統一を欠いているが便宜上 F. T. Lewis により Incisura angularis で胃を胃体と胃幽門部に分け、胃幽門部で幽門の直口側部を pyloric antrum と命名しておく (Alvarez¹⁾, 福原¹⁰⁾)。胃幽門部末端の筋層が肥厚し内腔に向かって突出している部分を一般に幽門括約部と称しているがそれと隣接筋組織との限界は明らかにされていない。

イヌ、ネコ、ウサギの胃幽門部の口側部では筋層は内層の輪走筋層とこれに比して極めて発育の悪い薄い外縦走筋層からなる。この外縦走筋層はネコではその発育が比較的良好であり、イヌでは殆ど除外し大彎側及び小彎側に認められるにすぎないが、胃幽門部末端に近づくに従



第2図 イヌ、ネコ、ウサギの幽門括約部及び十二指腸起始部
A: イヌ. B: ネコ. C: ウサギ. D: 十二指腸起始部. P: 幽門括約部. M: 粘膜. Mm: 粘膜筋板. C: 輪走筋層. L: 縦走筋層

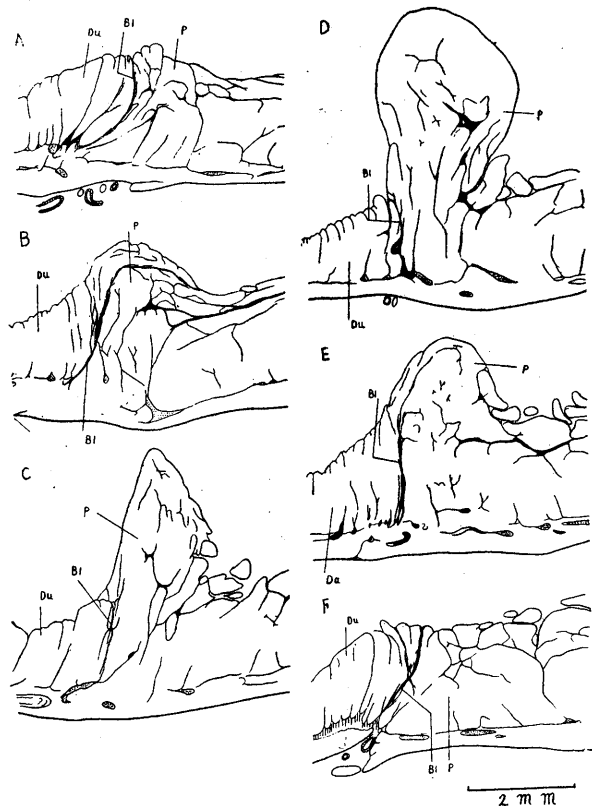
って両筋層共に次第に肥厚する。イヌ、ネコでは胃幽門部末端約1.5cmウサギでは約2cmの範囲にわたって特に両筋層とも著明に肥厚してイヌでは約2~3倍、ネコでは約2倍、ウサギでは約10~15倍の厚さとなり、イヌ、ネコでは輪走筋層が縦走筋層の約5倍の厚さを占める(第2図)。この筋層の肥厚にともなって両筋層の筋



第3図 幽門括約部の輪走筋層における輪走筋線維及び縦走筋線維の錯走状態を示す。C: 輪走筋線維。Ct: 結合組織。L: 縦走筋線維

線維の配列は乱れ、複雑となり縦走筋層に輪走筋線維が出現し又輪走筋層にも縦走筋層から縦走筋線維が侵入して、かなり筋線維が錯走する(第3図)。特にイヌでは縦走筋層内の輪走筋線維は所々数層を形成し又輪走筋層中の縦走筋線維は小彎側に著しく発育し斜に粘膜に向って走りその尖端が粘膜下結合組織まで達しているものがある。この筋肥厚部では内腔はcanal状に狭められているからおそらくこれが pyloric canal といわれる部分に該当するものである(Evans⁴⁾)。Rüdinger³²⁾ は縦走筋線維の一部分は斜に粘膜に向って走り、ある場合には輪走筋線維を環状に取巻いているから粘膜は輪走筋層ではなく縦走筋に附着しており、この縦走筋線維のloopを彼はdilator

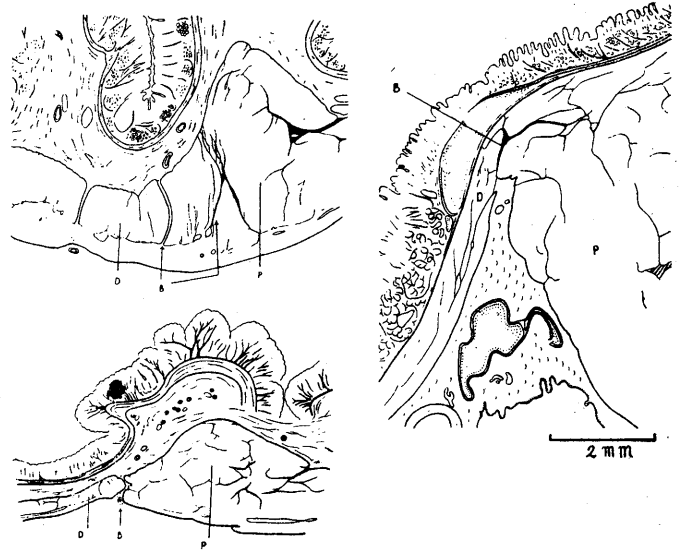
pylori と呼んでいる。又 Horton⁷⁾ は人について、数枚の切片では pyloric sphincter の末梢端が輪走筋線維ではなく縦走筋線維によって構成されていることを見ている。この輪走筋層内の縦走筋線維はその走向から判断して、もし生理的にこれが単独に収縮すれば幽門の開大を促進すると考えられるけれども、この縦走筋線維は所謂 pyloric canal の全周に様に発達しているものではなく所々に見られる程度であって周囲の輪走筋線維よりも小數であり、且単独に収縮し得るといふ生理学的根拠のない現在においてこれを dilator pylori と命名するには一考を要する。Horton⁷⁾ は人の胃、十二指腸移行部筋層の態度に関する研究で、数枚の切片において縦走筋線維のすべてが輪走筋層に侵入して pyloric sphincter の構成に参与していると言



第4図 イヌにおける幽門括約部末端の形態の変化を示す。A: 小彎側。B: 前壁。C: 大彎側。D: 大彎側。E: 後壁。F: 小彎側。P: 幽門括約部来端。Bl: 結合組織或は血管の浸入による筋性連絡の遮断部位。Du: 十二指腸起始部

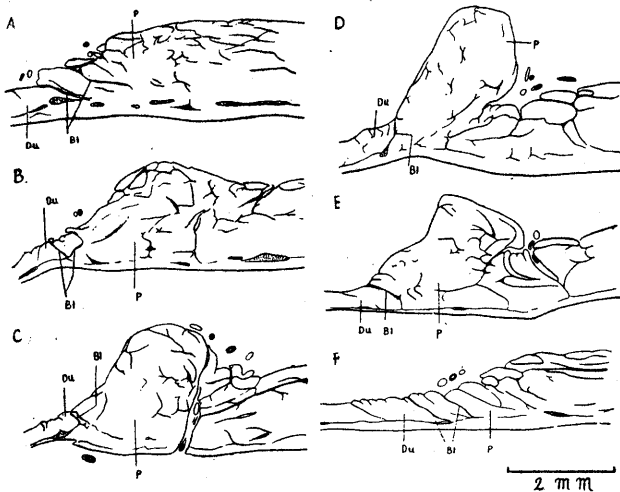
ているが、著者はネコ、ウサギの連続切片の数枚において胃幽門部末端が輪走筋層のみから構成され単に縦走筋層を欠除している所見は認めしたが、Hortonの所見はイヌ、ネコ、ウサギを通じて1枚も発見できなかった。

この胃幽門部末端において約1.5~2cmの範囲にわたって肥厚発育している筋組織は胃、十二指腸筋移行部で豊富な結合組織或は血管を介して十二指腸壁の筋組織と接し一部移行しているが、イヌでは十二指腸筋への移行直前に幅約2mmにわたって更に肥厚し(第4図)、ネコでは幅約1~1.5mmにわたって肥厚している(第5図)。しかしこの肥厚は全周にわたり平等に起るのではなく或は小彎側或は大彎側に限局する傾向があり、イヌでは全周の約63%、ネコでは約65%の長さを占めている。従ってイヌ、ネコでは幽門全周の37~35%はこの筋隆起が欠除しており、その部分ではむしろ口側部の筋組織よりも薄くなって十二指腸筋に移



第6図 胃及び十二指腸筋層相互間における筋性不連続を示す。左上:イヌ, 左下:ネコ, 右:ウサギ。P:幽門括約部。B:筋性連絡の遮断部位。D:十二指腸起始部

行していることが多い(第5図F)。この幅約1~2mmの胃幽門部末端で胃内腔に突出している筋隆起が所謂 pyloric sphincter (或は muscular ring, circular ring) と呼称されているものである。ウサギにおいてはイヌ、ネコに見るような内腔に突出している筋隆起は幽門全周にわたって決して見ることができず、胃、十二指腸筋移行部より口側約4mmの点で厚さが最大となりこれから急に薄くなる(第2図C)。イヌ、ネコにおける幅約2mmの muscular ring は連続切片の数枚においてはその直口側端で血管及び粘膜下結合組織の侵入によって胃幽門部の筋層と分離されていたが、他の全部の切片では単に輪走筋層の連続として存在し、筋線維の配列、結合組織の発達程度は直口側部の輪走筋層と全く差異を認めることができない。又 muscular ring の肥厚発育の程度は上述のように同一個体においても幽門全周で各々異なり各個体によっても差異があり幼少のイヌ、ネコでは更に貧弱な発育を認めるにすぎない。



第5図 ネコにおける幽門括約部末端の形態の変化を示す。A:小彎側。B:前壁。C:大彎側。D:大彎側。E:後壁。F:小彎側。P幽門括約部末端。Bl:結合組織或は血管の侵入による筋性連絡の遮断部位。Du:十二指腸起始部

イヌ、ネコ、ウサギの胃、十二指腸

筋移行部においては、胃幽門部の筋組織に比較して十二指腸壁の筋線維は整然と配列しているので一見して区別は容易であり、更に胃及び十二指腸の輪走筋相互間は豊富な粘膜下結合組織或は血管が浸入してイヌでは93%、ネコでは45%、ウサギでは75%の割合に筋性連絡が遮断されている(第6図)。しかし胃及び十二指腸の縦走筋層相互間においてはイヌでは67%、ネコでは79%、ウサギでは32%の筋性連絡がある。又イヌ、ネコ、ウサギに共通して胃、十二指腸縦走筋相互間に連絡がなくてむしろ胃の輪走筋層と十二指腸縦走筋層との間に明らかに筋性連絡の認められるものがある。この場合には連絡筋線維はウサギでは胃幽門部末端の輪走筋層の粘膜に面した表層部から起り、斜に十二指腸縦走筋層に向って走り、十二指腸起始部の縦走筋線維と混合し一部十二指腸輪走筋線維とも吻合するが、イヌ、ネコでは輪走筋層の縦走筋層に接している部分が細くのびて十二指腸縦走筋層と吻合している。Horton⁷⁾は人体胃の1210の連続切片についてその97.9%は胃幽門部及び十二指腸輪走筋相互間に完全に筋性連絡が遮断されており、縦走筋相互間には80%及び90%の筋性連絡があると言っているから多少の差異があるが著者のイヌの場合に近似している。

既に上述したごとく幽門内腔に突出している muscular ring は直口側部の輪走筋層と比較し、単に隆起していると言う点を除けば全く区別ができず又この筋隆起は同一個体でも決して完全な ring ではなく、イヌではしばしば胃、十二指腸移行部より約1.5cm口側部の筋層が著明に肥厚發育して、むしろこの部位が幽門括約部ではないかと思われることすらある。ウサギの胃幽門部末端はその全周にわたって決して内腔に突出している筋隆起はないが、約2cmにわたり顕著に肥厚發育しておりしかも幽門全周に一樣に認められ、これがウサギの幽門括約部であることは一見して明らかである。もしイヌ、ネコにおいて幽門内腔に突出せる muscular ring を幽門括約部と考えるならばこれをそのままウサギに適用することはできず、又イヌ、ネコで

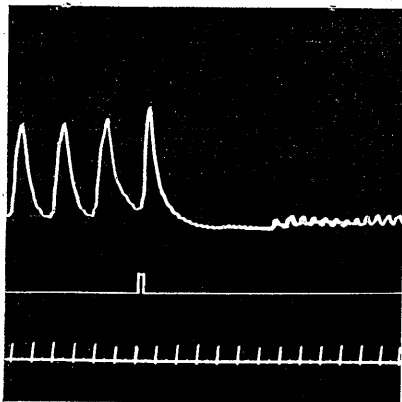
も幽門全周の35~37%は幽門括約部が排除していると言わねばならない。著者はイヌ、ネコ、ウサギの比較解剖学的見地において、上述の理由からイヌ(5~10kg)、ネコ(3kg)では胃幽門部末端約1.5cmウサギでは約2cmにわたり肥厚發育せる筋組織(輪走筋層及び縦走筋層)を幽門括約部と呼び、次に報告する生理学的実験結果はこの範囲の運動及びその神経支配を研究の対象とした。

生理学的実験結果

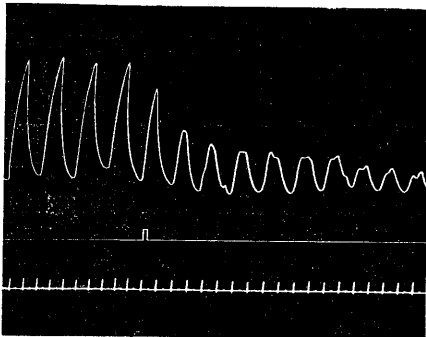
幽門括約部は除脳・無麻酔イヌでは10~14secの週期をもって律動運動を繰返しており、個体の状態によってかなり異なるが12secの週期が最も多い。この律動運動は収縮期、弛緩期及び休止期からなり括約部が最も旺盛に律動運動を行う時は休止期は殆ど認められない。しかし実験条件の悪化とともに休止期は延長し、収縮高は減少する。

1) 迷走神経の緊張

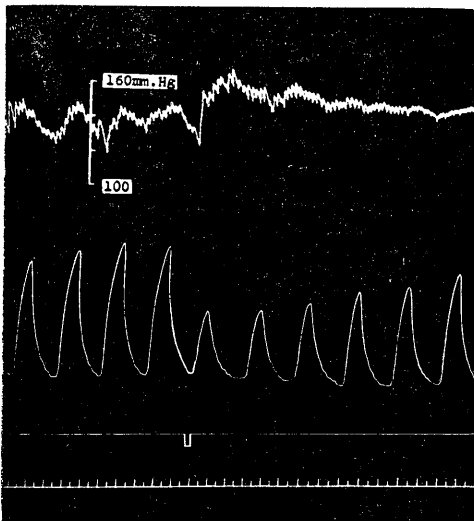
除脳・無麻酔イヌで括約部の運動を描記しつつ迷走神経を頸部又は胸部で両側切断すれば、直ちに律動運動が停止するか(第7図A)、或は徐々に筋緊張が低下し同時に収縮高も減弱し遂に消失するか(第7図B)、或は一過性の律動収縮の減弱の後徐々に恢復する(第7図C)。全例において律動運動の収縮高は顕著に減弱乃至消失するが緊張の低下はそれ程著明でない。第7図Cに示すように幽門括約部は迷走神経切断後においても切断前と同様に律動運動を行うことができ、又剔出した幽門括約部も38°CのRinger液中で律動収縮を行うから³⁰⁾、明らかに他の胃、小腸の平滑筋組織と同様に自働能を有している。しかるに第7図Aでは迷走神経切断後直ちに律動収縮が全く消失し、あたかも迷走神経自身に律動運動をひき起す原因が存在するかの感を与える。このような迷走神経切断後にひき起される律動運動の減弱乃至消失の程度の差が如何なる原因によるものか詳細な点は不明であるが、恐らく筋の興奮性に關係し第7図Aでは括約部の平滑筋組織は自発的興奮をひき起し得



A



B



C

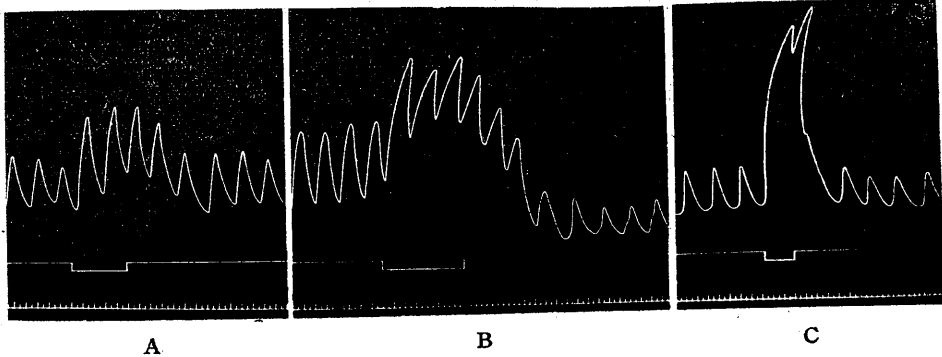
第7図 両側迷走神経切断の括約部運動に及ぼす影響。イヌ 8kg (A), 10kg (B, C) 除脳・無麻酔, 曲線は上から下へ括約部の運動, 迷走神経切断標示, 時標 6sec (A, B) 3sec (C) を示す。Aにおいて括約部運動の消失後に認められる曲線の変化は呼吸運動による受動的変動である

ない程度に興奮性が低下しており, 迷走神経から促進的緊張性興奮を受けることによって始めて週期的興奮を誘発されていたと考えられる。上述の結果は幽門括約部自身に迷走神経が常に促進的緊張性興奮を送っていることを示すものであるが, 麻酔・非除脳イヌ (urethane 1g/kg, morphine 1mg/kg) においても除脳・無麻酔イヌにおけると同様に迷走神経両側切断によって明らかに運動の減弱乃至消失が起るので, 迷走神経の緊張性興奮は四丘体より上位脳の除去或は日常使用せる程度の麻酔剤の投与では顕著な影響を蒙らないと考えられる。

2) 迷走神経刺激の幽門括約部運動に及ぼす影響

頸部或は胸部迷走神経はこれを両側切断すれば括約部の運動は極めて不良になり, 回復の困難な例も多いので, 一側を残して刺激側を切断しその末梢端を刺激し, 又消化管運動の抑制反射の主要な求心路及び遠心路となる内臓神経は予め両側切断しておいた。迷走神経の単一刺激は刺激強度を 1~80V に変化して行ったが全く無効であったので頻数刺激を用いた。

迷走神経頻数刺激は刺激閾値約3V 60cycleで潜刺激時約3secの後律動収縮の増大をひき起し緊張も軽度上昇する(第8図A)。刺激強度が増強するに従って潜刺激時は短縮して約0.5secになり律動収縮の増大と緊張の上昇が顕著となり律動運動の各週期はわずかに短縮される(第8図B, C)。筋緊張は刺激強度を増強すればするほど上昇するが, 律動収縮の振幅は緊張が極度に上昇した場合にはむしろ減少する(第8図C)。これ等の促進効果は刺激中止後1~2週期持続したのち正常の律動運動に戻るが, 迷走神経中強度或は強刺激によって顕著な緊張上昇と振幅の増大をひき起した後一過性に緊張の低下と律動運動の減弱及び消失を見ることがある。この現象は先行する促進効果が大きいほど程度が強く, これと同一の現象が同一個体において acetylcholine の静脈内注射によって括約部の運動が顕著に促進した後も現われるから1種の疲労現象であると思われる(第9図)。括約部が正常に律動収縮を繰返している場合に



第8図 迷走神経刺激の括約部運動に及ぼす影響

イヌ 10kg 除脳・無麻酔，曲線は上から下へ括約部の運動，胸腔内迷走神経刺激標示，時標 3sec，
Aは弱刺激（約3V，60cycle）Bは中強度刺激（約9V，60cycle）Cは強刺激（約20V，60cycle）

は迷走神経刺激による促進効果は刺激強度及び刺激頻数を如何に増大しても決して完全 tetanus 型を示さないが，実験状態の不良になるに従って緊張の上昇はひき起されてもこれに律動収縮が重畳せず完全 tetanus 型の収縮曲線となる。又この迷走神経刺激によってひき起される促進効果は刺激強度，刺激頻数或は幽門括約部の緊張の高低の如何にかかわらず除脳・無麻酔イヌでは全例（30例）において例外なく認められたものであり又 acetylcholine は括約部に純促進的に作用し，これ等の実験結果は描記された括約部の運動曲線によって明らかであるのみならず直接観察法によっても確認することがで

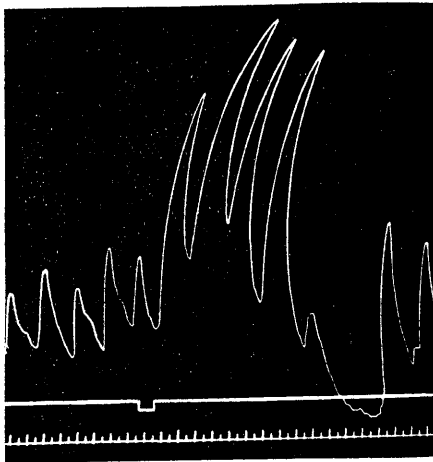
きるから，迷走神経は幽門括約部を促進的に支配していると考えなければならない。

従来の研究の批判実験及び論議

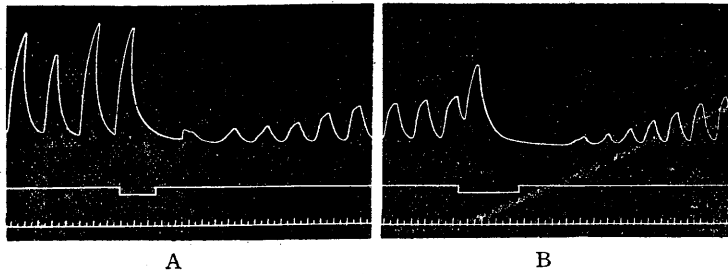
上述の研究は除脳・無麻酔イヌでは迷走神経末梢端刺激が常に純促進的に作用することを示しているが，これに反してこれまで多くの研究者はむしろ迷走神経刺激によって抑制効果 (May, Watanabe, McCrea 及び McSwiney) 或は抑制及び促進の混合効果を得ている (Langley, Nakanishi, Thomas 及び Wheelon, Carlson 及び Litt, Rosbach)。そこでこの不一致の原因を解明するために上記の研究者の行った実験方法及び実験結果を吟味した。ここで先づ第一に注目される点は上述の研究者がすべて麻酔・非除脳動物について実験を行っている点である。著者はこの実験条件の相違に実験結果の差異をひき起す原因が存在しているのではないかと考え，morphine, urethane, chloralose, ether 等を使用し麻酔・非除脳イヌについて再び迷走神経刺激実験を行い麻酔，無麻酔の差異によって実験結果が如何に異なるか追求した。

1) 麻酔イヌにおける迷走神経刺激実験

麻酔イヌにおける幽門括約部の運動は一般に除脳・無麻酔イヌにおける律動運動にくらべて顕著な差異を示さないが，迷走神経の切断末梢端刺激は除脳・無麻酔イヌで得られた実験結果とかなり異なった反応をひき起した。即ち頸部或は胸腔内で迷走神経切断末梢端刺激を行えば



第9図 acetylcholine の括約部運動に及ぼす作用
イヌ7.5kg 除脳・無麻酔，曲線は上から下へ括約部の運動，acetylcholine 5mg の注射時点，時標 3sec

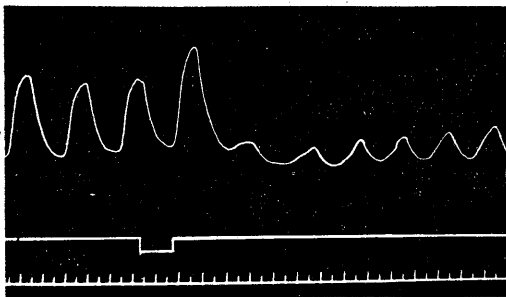


第10図 頸部迷走神経刺激の括約部運動に及ぼす影響

イヌ 10kg 麻醉・非除脳 (morphine 3mg/kg, urethane 1g/kg) 曲線は上から下へ括約部の運動, 神経刺激標示, 時標 3sec, Aは弱刺激 (約 6V, 60cycle) Bは強刺激 (約20V, 60cycle)

個体の状態と麻醉程度によってかなり差異があるけれども, 第10図に示すように一過性の初期亢進につぐ律動運動の消失をひき起すか (第10図B) 或は初期亢進なくして律動収縮の減弱乃至消失をひき起し (第10図A) 一般に後者よりも前者が多い. 又 acetylcholine の静脈内注射は一過性の運動亢進に次いで顕著な律動収縮の減弱乃至消失をひき起した (第11図).

上に述べたところから明らかなように麻醉した場合には無麻醉の場合に決して見られなかった抑制効果が現われてくる. この原因については既にさきの論文¹²⁾で述べたところであるが, 括約部においても以下に述べるように同様のことが認められた. 即ち麻醉イヌでは胸大動脈を横隔膜直上部で圧迫することによって幽門括約部の律動収縮は減弱乃至消失し, 又胸腔内で両側の迷走神経を予め切断した後頸部迷走神経末梢端刺激を行えば心臓抑制効果の二次的影響と



第11図 acetylcholine の括約部運動に及ぼす作用
イヌ 10kg, 第10図と同一の条件. 曲線は上から下へ括約部の運動, acetylcholine 2mg の注射時点. 時標 3sec

して括約部の運動は減弱乃至消失するから, 幽門括約部の anoxemia が律動運動に抑制的に作用することは容易に考えられる. 従って頸部迷走神経刺激によってひき起される括約部の律動運動の減弱乃至消失の原因の一部は心臓抑制によってひき起される括約部の anoxemia に基づくものと

考えられる. つぎに胸腔内迷走神経を刺激する場合には循環血圧は殆ど変化せず幽門括約部に anoxemia は起らないから, 括約部の律動運動の減弱乃至消失は前述の如き anoxemia に因るものではなく麻醉という非生理的実験条件と密接な関係があると考えられる. この抑制現象の機序は尙明らかでないが, 恐らく麻醉剤の投与によって筋の興奮性が低下している場合には一度大きい収縮を行った後, 正常よりも長く興奮性が回復しないことに因るのではなからうかと考えている. 従って麻醉イヌの場合にひき起される抑制効果に関しては常に一方に anoxemia 他方には麻醉による括約部の状態変化を考慮しなければならない. 従来研究者達の得た抑制効果のほとんど総ては迷走神経中に抑制線維の存在を仮定しなくとも上述の事実から容易に説明することができるものと信ずる. 例えば Thomas 及び Wheelon³⁴⁾等は麻醉イヌの幽門括約部の運動をゴム球法で描記して迷走神経刺激が通常促進的に作用することを認めたが, ただ2例においては弱刺激で抑制効果を認め, 氏等はこれを迷走神経中に抑刺線維が存在するためであると考え, しかも心臓抑制は刺激効果に対して何等の影響も及ぼさぬと考えている. これは既に上述の理由から明らかなごとく重大な誤謬であって Thomas 等の見た2例の抑制効果は麻醉剤の投与によってひき起された筋の depressant condition と心臓抑制の結果起る括約部の anoxemia に起因すると考えられる. 又 Carlson 及び Litt³⁾等も麻醉イヌについて幽門括約部の

運動をゴム球法で描記し迷走神経刺激は括約部が無緊張或は中等度緊張であると促進的に作用し、高緊張或は spastic pylorus のときは弛緩をひき起すとし、この結果から迷走神経には促進線維及び抑制線維が存在すると結論しているが既述の理由から明らかなごとく氏等の実験は麻酔イヌについて行われているから、これから直ちに正常状態の幽門括約部の神経支配を論ずることはできない。更に McCrea 及び McSwiney²¹⁾ 等は ether 麻酔のイヌ、ネコについて pyloric antrum を胃体より切断しその内圧の変動を描記しながら頸部迷走神経刺激を行い pyloric antrum が inactive の時は促進的に、active の時は抑制的に作用すると言っているがその運動曲線を一見すればわかるように潜刺激時が極めて長く (26~60sec) 神経刺激の直接の影響とは考えられない。

2) atropine 投与後の迷走神経刺激実験

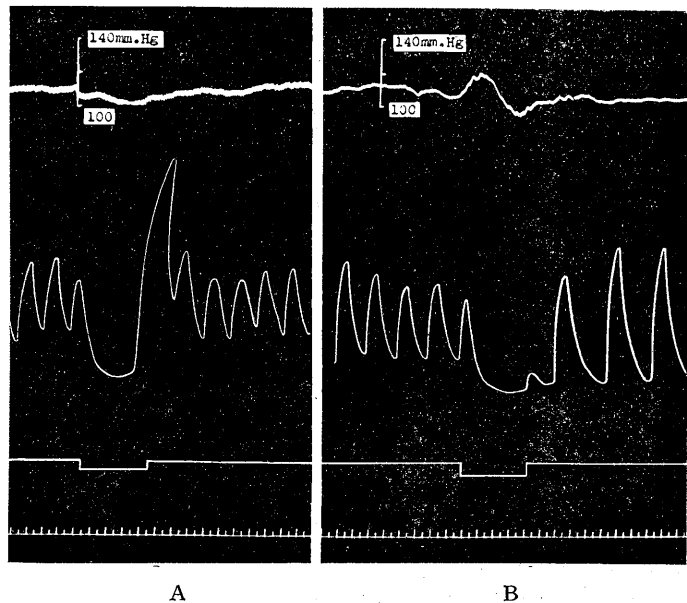
上述の実験は迷走神経刺激によってひき起される幽門括約部の運動抑制が麻酔剤の投与に密接な関係をもっていることを示しているが、更に Langley¹⁸⁾, May²⁰⁾, Nakaniishi²⁴⁾ 等は頸部迷走神経刺激によってひき起される心臓抑制を除くために予め atropine を投与して迷走神経刺激実験を行い、迷走神経に幽門括約部の運動抑制線維が存在すると考えている。そこでこの点を検討するために除脳・無麻酔イヌにおいて atropine 投与が括約部に対する迷走神経刺激効果に如何なる影響を及ぼすかを追求し、更にその機序について考察した。

除脳・無麻酔イヌの運動を描記しつつ 1~50mg の硫酸 atropine を静脈内に注射すれば括約部の運動は完全に抑制されて運動停止が起り筋の緊張もやや低下する。この抑制

効果は大へん長く数十分間持続し徐々に正常の律動収縮に恢復する。この恢復をまって迷走神経刺激を行った。

atropine 投与後の括約部の運動は迷走神経末梢刺激によって顕著に抑制され atropine 投与前における促進効果とは全く逆の反応をひき起した。即ち第12図に示すように約 1~3sec の潜刺激時の後筋緊張の低下と律動収縮の停止が起り、もし投与された atropine が少量であれば抑制効果は一過性でこれに促進効果が続くが (第12図A)、大量ならば顕著な運動抑制をひき起し後に続く促進効果は著明でない (第12図B)。又一般に迷走神経刺激強度の増強に伴って抑制効果も顕著となる。

この事実は幽門括約部以外では Bayliss 及び Starling²⁾ がイヌ、ネコの小腸において迷走神経刺激によって起る初期抑制現象が atropine 投与後に著明となることを観察し (著者もこの事実を追試して確めた)、又 McSwiney 及び Robson²²⁾ 等が胃体部から剔出した迷走神経平滑筋標品を 37°C の Ringer, Locke 又は Tyrode 液



第12図 予め atropine を投与しておけば迷走神経刺激は括約部の運動抑制をひき起す

イヌ 9kg, 除脳・無麻酔, 曲線は上から下へ頸動脈血圧, 括約部の運動, 神経刺激標示, 時標 3sec, Aでは予め atropine 10mg投与し, Bでは50mg投与してある。神経刺激強度はAもBも同一刺激強度 (中強度)

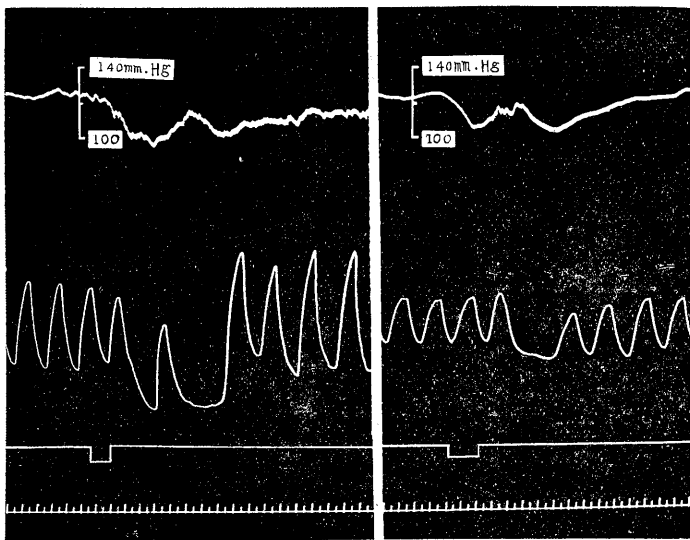
に吊して運動を描記し、atropine 投与後には迷走神経刺激が atropine 投与前とは逆に弛緩をひき起すことを見ているからかなり古くから知られている現象であるが、この抑制の起る機序は不明であった。

一方 Loewi 及び Navratil¹⁹⁾ 等のガマの心臓迷走神経標品についての研究によれば atropine 投与によって迷走神経刺激の心臓抑制作用は消失するが迷走神経刺激による Vagusstoff の分泌は消失しないことが明らかであり、やや後れて Gibbs 及び Szelöczy⁵⁾ はネコとイヌで、Henderson 及び Roepke⁶⁾ はイヌで鼓索神経刺激の顎下腺に及ぼす影響が atropine 投与によって消失した後尚鼓索神経刺激により Chordastoff (acetylcholine と考えられている) が分泌されることを確認している。従って化学的興奮伝導説の立場から考えれば atropine は迷走神経末端に所謂麻痺的に作用するのではなく、むしろ興奮媒介物質である acetylcholine の作用に拮抗してその機能を阻止するのであると考えられる。

最近著者は腸管運動に及ぼす atropine の作用機序に関する協同研究¹³⁾において小腸運動に対しては予め atropine を投与しておけば少量の acetylcholine は殆ど影響を及ぼさないが、もし投与される acetylcholine 量が一定量以上であれば逆に抑制的に作用することを知りこれを acetylcholine-atropine 奇異拮抗抑制と命名した。従って atropine 投与後、迷走神経刺激によってその末梢に遊離する acetylcholine 量が一定量以上であれば当然 acetylcholine-atropine 奇異拮抗抑制が起ると考えられる。atropine 投与後には第13図に示すように括約部の運動は acetylcholine の静脈内注射によって顕著に抑制され、緊張は低下して律動収縮も減弱乃至消失する。この抑制効果は予め投与された atropine が少量であれば運動抑制の後一過性の運動亢進が現われるが(第13図A)、大量では専ら運動抑制のみひき起される(第13図B)。

このように acetylcholine の括約部運動に及ぼす作用は atropine 投与前後では全く逆となり、atropine 投与前後の迷走神経刺激効果によく一致している。この結果から著者は atropine 投与後の迷走神経刺激による括約部の運動抑制は恐らく acetylcholine-atropine 奇異拮抗抑制であると考えられる。上述の実験結果から明らかな如く atropine 投与は単に心臓抑制線維を麻痺するのみではなく迷走神経刺激効果に対し甚大な影響を及ぼすものであって Langley, May, Nakanishi 等の実験結果から直ちに正常の幽門括約部の神経支配を結論することはできない。

3) 胃内容排出機序と幽門の開閉について Oser²⁷⁾, Langley¹⁸⁾, May²⁰⁾, Nakanishi²⁴⁾等は幽門括約部の運動の表示として温水或は一定体温の



第13図 予め atropine を投与しておけば acetylcholine は括約部の運動に対して抑制的に作用する

第12図と同一の実験条件、曲線は上から下へ頸動脈血圧、括約部の運動、acetylcholine 5mg の注射時点、時標 3sec. Aでは予め atropine 10mg投与し、Bでは50mg投与してある

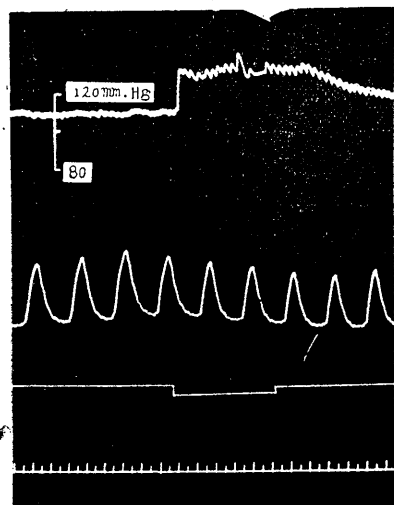
生理的食塩水又は Ringer 液を食道或は antrum に挿入された cannula から一定圧で流し、十二指腸或は空腸上端に挿入された cannula から外に導いて幽門を通過して流出する液量の増減を測定し、又 Watanabe³⁵⁾ はレントゲン法によって胃内容排出量の増減を観察して、迷走神経刺激が胃内容の排出を促進すれば幽門が哆開或は弛緩したとし、逆に排出量が減少すれば幽門が閉鎖或は収縮したと考えているがこれは正しい解釈であろうか。胃内容排出の原動力が蠕動波であることは福原⁸⁾⁹⁾、川崎¹⁶⁾、Werle³⁶⁾、Quigley²⁹⁾等の実験結果から既に明らかであって今日最早疑うことのできない事実である。又 Paulson²⁸⁾等の胃鏡所見によれば迷走神経切断後においては幽門が広く哆開しているにもかかわらず胃内容の停滞が起り、これは胃壁の緊張の低下と蠕動の減弱によるものであると考えられる。上述のことから胃内容排出機序を論ずるに当っては常に胃蠕動波を考慮しなければならない。しかるに上記の研究者達は幽門の開閉のみを重要視し胃内容排出に関係する重要な因子である胃蠕動の強弱を無視し、これがために誤った結論に到達したものと考えられる。Klee¹⁷⁾は断頭したネコにおいてレントゲン法により胃内容の排出を観察し、迷走神経刺激は胃蠕動の増強をひき起し大量の胃内容を十二指腸に押し出す但其際 Sphincter pylori は強い蠕動波によって二次的に開かれ幽門のリズムは直接迷走神経刺激によって影響されないと述べている。しかし氏は同一の論文で幽門は蠕動波の接近によって開き内容排出の後閉鎖するが 2~3 回大量の内容を排出した後短時間或は長く閉鎖して、迷走神経刺激を続行しているにもかかわらず最早蠕動を通過せしめないことを見ているから、迷走神経刺激は幽門括約部にも胃体部と同様促進的に作用するとせねばならない。又 Stanke³³⁾はイヌについてレントゲン法により胃運動を観察して迷走神経刺激を行い迷走神経には促進線維及び抑制線維があって Sphincter pylori を支配していると考えているが、氏は迷走神経を切断せずに刺激しているためにこれが

遠心性刺激によるものか又求心性刺激によるものか区別できないし、単に迷走神経刺激によって確実に幽門の閉鎖を見ているに反して幽門の哆開は Klee と同様迷走神経刺激によって直接開くのではなく austreibenden ringförmigen Abschnürungen の接近に際して始めて開くと言っており、氏の実験から直ちに迷走神経に幽門括約部の運動抑制線維が存在すると結論することはできない。

Wheelon 及び Thomas³⁷⁾、Meschan 及び Quigley²³⁾等は幽門括約部の運動をゴム球法で描記し幽門括約部の弛緩期と次の収縮期の間に筋緊張の低下せる運動曲線を掲げ、各収縮期に先行して抑制期 (inhibitory phase) が存在すると述べているが、除脳・無麻酔イヌ及び麻酔非除脳イヌを問わず幽門括約部は常に収縮弛緩を繰返すのみであってこれ以外の運動形式を著者は 1 例も発見しなかった。今この不一致の原因を明らかにすることはできないが、Bayliss 及び Starling の腸運動の法則 (law of the intestine) を信奉するために起った誤解であろうと思う。

4) 星状神経節刺激の括約部運動に及ぼす影響

石川¹⁵⁾はイヌに於て左の迷走神経を切断し 40 日後に開腹し、懸垂法によって幽門前部の運動を描記し右の星状神経節刺激 (4V, C. D. 0 cm) により運動抑制効果を得た。氏はこの結果から頸部交感神経は胃に対し抑制作用を営むとした。そこでこれを幽門括約部について検討するため除脳・無麻酔イヌの括約部の運動を描記し左或は右の星状神経節を刺激した。実験結果は第 14 図に示すように明らかに心搏は促進され血圧もやや上昇するが、括約部の運動は全く変化を示さないから星状神経節は幽門括約部に対し運動線維を送っていないと考えられる。石川の掲げている運動曲線を判断するに第 1 回目の星状神経節刺激では顕著な抑制効果がひき起されているが第 2 回、第 3 回目では抑制効果は極めて減弱し第 1 回目の抑制効果と比較し反応の程度に大なる異差があり氏も又これを認めてい



第14図 右星状神経刺激の括約部運動に及ぼす影響

イヌ 7kg, 除脳・無麻酔, 曲線は上から下へ頸動脈血圧, 括約部の運動, 神経刺激標示, 時標 3 sec, 刺激強度は強刺激

る。又氏は実験経過中に迷走神経刺激(4V, C. D. 3cm)を行っているが殆ど促進効果が認められない程度であり, 実験条件の不良を推察するに充分であって, 迷走神経強刺激によって顕著な促進効果をひき起し得ない実験条件で導かれた実験結果はこれに全幅の信頼を寄せることができない。

著者はゴム球法では迷走神経単一刺激が幽門括約部の運動に影響を及ぼさぬと述べ且 Alvarezも同様のことを記載しているが Rabinovich³⁰⁾, McSwiney 及び Robson²⁹⁾等は食道又は胃壁から剔出した迷走神経平滑筋標品において galvanometer mirror をとりつけ光学的に bromidepaper にその収縮を描記し単一刺激が有効であることを記述しているからこの問題の詳細については今後検討したいと思う。

結 論

除脳・無麻酔イヌ或は麻酔イヌにおいて幽門括約部の運動をゴム球法で描記し, 迷走神経切断, 迷走神経末梢端刺激及び acetylcholine の括約部運動に及ぼす影響を研究し又浴槽法を併用して直接観察法により実験結果を確認した。

その結果を綜括すれば次の如くである。

1) 幽門括約部は約10~14secの週期で収縮, 弛緩を繰返しており, この律動運動は麻酔・無麻酔を問わず迷走神経の両側切断によって直ちに停止するか, 或は徐々に減弱乃至消失するか, 又は一過性の減弱の後間もなく正常の律動運動に恢復する。これは除脳無麻酔イヌ, 麻酔・非除脳イヌを問わず迷走神経が幽門括約部に促進的緊張性衝撃を送っていることを示している。

2) 除脳・無麻酔イヌでは迷走神経末梢端刺激は潜刺激時約 0.5~3secの後括約部の運動を促進せしめ緊張の上昇と振幅の増大をひき起し, 強刺激によって筋緊張が極度に上昇した場合には律動収縮の振幅はむしろ減少する。この促進効果は刺激強度, 刺激頻度, 括約部の筋緊張の高低の如何にかかわらず認められ, 決して抑制効果をひき起さない。

3) これまでの多くの研究者は迷走神経に幽門括約部の運動抑制線維が存在すると考えているが, これはすべてその根拠となった実験に缺陷があるのであって

a) 胃内容の排出が迷走神経刺激によって促進されることから幽門が弛緩したと考えた場合

b) 麻酔動物の頸部迷走神経刺激によってひき起される anoxemia が括約部の運動抑制をひき起す場合

c) 麻酔剤の投与によって括約部の筋組織が不良且異常な状態に陥るためにひき起される場合

d) atropine 投与後に迷走神経刺激を行い acetylcholine-atropine 奇異拮抗抑制現象が括約部の運動抑制の原因となる場合のあることを指摘した。

4) 幽門括約部の運動は刺激強度に関係なく星状神経節刺激によって全く影響されないから, この神経節に関係する交感神経線維が幽門括約部を支配しているとは考えられない。

終りに臨み終始御懇篤なる御指導を賜った 恩師福原先生に感謝いたします。

文 献

- 1) Alvarez, W. C. (1948) An introduction to gastroenterology. 4th ed. Hoeber, New York
- 2) Bayliss, W. M. and E. H. Starling (1901) The movements and innervation of the small intestine. *J. Physiol.* 26, 125
- 3) Carlson, A. J. and S. Litt (1924) Studien on the visceral nervous system on the reflex control of the pylorus. *Arch. Int. Med.* 33, 281
- 4) Evans, C. L. (1945) Principles of human physiology. 9th ed. Churchill, London
- 5) Gibbs, O. S. und J. Szelöczy (1932) Die humorale Übertragung der Chorda tympani-Reizung. *Arch. exp. Path. Pharm.* 168, 64
- 6) Henderson, V. E. and M. H. Roepke (1933) On the mechanism of salivary secretion. *J. Pharmacol. exp. Therap.* 47, 193
- 7) Horton, B. T. (1928) Pyloric musculature, with special reference to pyloric block. *Am. J. Anat.* 41, 197
- 8) Hukuhara, T. (1935) Weitere Studien über die normale Dünndarmbewegung. *Pflügers Arch.* 235, 164
- 9) Hukuhara, T., S. Kinose und K. Masuda (1937) Beiträge zur Physiologie der Bewegung des Duodenums. *Pflügers Arch.* 238, 124
- 10) 福原 武 (1950) 生理学実験法 南山堂
- 11) 福原 武 (1953) 消化管運動の生理 医学書院
- 12) 福原 武・高木鉄男・山上松義 (1954) 迷走神経刺激の腸管運動に及ぼす影響 日本生理誌 16, 354
- 13) 福原 武・高木鉄男・山上松義 (1954) 再び Atropine の小腸運動に及ぼす影響について 日本生理誌 16, 586
- 14) Isiguro, Y. (1932) Über eine neue Methode zur Auffindung der Nervi accelerantes beim Hunde. *J. J. med. Sci. Biophysics* 2, 211
- 15) 石川久三郎 (1932) 胃の神経支配に関する研究 東京医学会誌 46, 616
- 16) 川崎元一 (1939) 血液灌流による剔出胃の運動及び内容排除に関する研究 日本生理誌 4, 225
- 17) Klee, P. (1912) Der Einfluss der Vagusreizung auf den Ablauf der Verdauungsbewegungen. *Pflügers Arch.* 145, 557
- 18) Langley, N. (1898) On inhibitory fibres in the vagus for the end of the oesophagus and the stomach. *J. Physiol.* 23, 407
- 19) Loewi, O. und E. Navratil (1924) Über die Übertragbarkeit der Herznerven wirkung. VI, Mitteilung. Der Angriffspunkt des Atropins. *Pflügers Arch.* 206, 123
- 20) May, W. P. (1904) The innervation of the sphincter and musculature of the stomach. *J. Physiol.* 31, 260
- 21) McCrea, E. D. and B. A. McSwiney (1926) The effect of stimulation of the vagi on the pyloric region of the stomach. *J. Physiol.* 61, 28
- 22) McSwiney, B. A. and J. M. Robson (1929) The response of smooth muscle to stimulation of the vagus nerve. *J. Physiol.* 68, 124
- 23) Meschan, I. and J. P. Quigley (1938) Spontaneous motility of the Pyloric sphincter and adjacent regions of the gut in the unanesthetized dog. *Am. J. Physiol.* 121, 350
- 24) Nakanishi, M. (1924) The innervation of the pyloric sphincter of the rat. *J. Physiol.* 58, 480
- 25) 緒方知三郎 (1954) 病理組織顕微鏡標本の作り方 手ほどき 第8版 南山堂
- 26) Openchowski, T. (1889) Über die nervösen Vorrichtungen des Magens. *Centralbl. Physiol.* 3, 1 : *Arch. f. Anat. u. Physiol.* (1889) 549
- 27) Oser, L. (1892) Experimentelle Beiträge zur Innervation des magens. *Z. f. Klin. Med.* 20, 291
- 28) Paulson, M. and E. S. Gladsden (1949) Gastroscopic appearances following vagotomy with significance of observations in relation to gastric innervation. *J. A. M. A.* 139, 151
- 29) Quigley, J. P. and M. R. Read (1942) The spontaneous motility of the pyloric sphincter and its relation to gastric evacuation : the "pyloric diagraph." *Am. J. Physiol.* 137, 234
- 30) Rabinovich, M. (1928) A smooth muscle vagus nerve preparation. *J. Physiol.* 65, proceedings 35
- 31) Rosbach, M. J. (1890) Beiträge zur Lehre von den Bewegungen des Magens, Pylorus, und Duodenums. *Deutsch. Arch. klin. Med.* 46, 296
- 32) Rüdinger (1879) B. T. Horton (1928) による
- 33) Stanke, E. (1924) Experimentelle Untersuchungen zur Furage der neurogenen Entstehung des Ulcus ventriculi ; zulleich ein Beitrag zur pathologischen Physiologie der Mageninnervation. *Arch. klin. Chir.* 132, 1
- 34) Thomas, J. E. and H. Wheelon (1922) The nervous control of the pyloric sphincter. *J. Lab. clin. Med.* 7, 375
- 35) Watanabe, T. (1924) Zur pathologischen Physiologie der motorischen Funktion des Magens. Einfluss von Lähmuug und Reizung einzelner und mehrer Komponenten des vegetativen Nervensystems auf tonus und Peristaltik. *Virchows Arch. f. path. Anat.* 251, 494
- 36) Werle, J. M., D. A. Brody, E. W. Ligon, M. R. Read and J. P. Quigley (1941) The mechanics of gastric evacuation. *Am. J. Physiol.* 131, 606
- 37) Wheelon, H. and J. E. Thomas (1921) Observation on the motility of the antrum and the relation of rhythmic activity of the pyloric sphincter to that of the antrum. *J. Lab. clin. Med.* 6, 124
- 38) 山上松義 (1955) 幽門括約部の内臓神経支配 日本生理誌 17, (8号に掲載の予定)

39) Yzeren, W. V. (1901) Die Pathogenesis des chronischen Magengeschwürs. Z. f. klin. Med. 43, 181

Summary

The vagus innervation of the pyloric sphincter was studied on the decerebrated and not anaesthetized dogs. For recording of the pyloric movements the small balloon was inserted into the pyloric lumen through the pyloric antrum and connected by the water manometer with Marey's tambour. The results were summarized as follows.

1) The rhythmic contractions of the pyloric sphincter were reduced or completely abolished when the vagus nerves were bilaterally severed in the neck or in the abdominal cavity.

2) The stimulation of the vagus nerve exerted always the excitatory action on the pyloric sphincter of the decerebrated and not anaesthetized dogs : a weak and moderately strong stimuli of the vagus nerve produces increased tone of the pyloric sphincter and augmentation of the amplitude of the rhythmic contractions, while a strong stimuli produced the enormous rise of tone of the sphincter muscles on which the rhythmic contractions with smaller amplitude were superposed.

3) On the anaesthetized dogs the vagus stimulation produced the inhibitory effects on the pyloric movements. These inhibitory effects were either due to the depressant condition of the pyloric muscles owing to anaesthesia or due to anoxemia which was produced by stimulating the cervical vagus nerves.

4) The inhibitory responses caused by the stimulation of the vagus nerve after giving atropine were explained as acetylcholine-atropine paradoxical inhibitory phenomenon.

5) The stimulation of the stellate ganglion had no effect on the pyloric movements.

6) From the results described above the results of the previous workers were discussed.

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

会 報

第32回日本生理学会評議員会

昭和30年4月3日 京都大学楽友会館において、笹川久吾当番幹事の司会によって評議員会を開催し、下記の報告の承認並びに協議事項の決定をした。

報 告

1. 庶務・会計報告(福田幹事)(別項の通り)
2. 日本生理学雑誌編集報告(戸塚幹事)
3. 欧文生理学雑誌編集・会計報告(久野委員)
4. 生理学用語委員会報告(戸塚委員)
5. 生理学大学教授候補者推薦委員会報告(若林委員)
6. 生理科学連合に関する報告(鈴木正夫教授)
7. 第19回国際生理学会の開催に関する報告(久野委員)

協議事項

1. 次の諸氏を新たに評議員に委嘱した。
30回評議員会で決定された方式にしたがい、予め教授候補者推薦委員会に提出されていた被推薦者につき協議の上、同委員会から次の諸氏を新たに評議員に委嘱することを評議員会に勧告したもので、評議員会でその様に決定された。

新評議員 10名(ABC順)

- | | |
|--------|-------------|
| 青木 健君 | 東北大学医学部生理 |
| 平尾 武久君 | 群馬大学医学部生理 |
| 藤本 克己君 | 大阪学芸大学生物 |
| 井上 文武君 | 御茶の水大学体育 |
| 岩坪 源洋君 | 徳島大学医学部生理 |
| 深山 幹夫君 | 千葉大学教育学部 |
| 及川 俊彦君 | 東北大学医学部生理 |
| 鈴木 利三君 | 名古屋大学医学部生理 |
| 佐々木 隆君 | 熊本大学体質医学研究所 |
| 内山 平一君 | 東京医科歯科大学生理 |
2. 生理学大学教授候補者推薦委員の半数改選の件
選挙の結果つぎの6氏が選ばれた(ABC順)

久野 寧君, 簗島 高君, 本川弘一君, 笹川久吾君, 瀬尾愛三郎君, 鈴木正夫君
因みに本年度任期の残っている委員は次の通り

林 麟君, 福田邦三君, 久保秀雄君, 大谷卓造君, 戸塚武彦君, 若林勲君

なお委員会は互選により選考委員3名を次の通り選出した。

福田邦三君, 本川弘一君, 鈴木正夫君
委員長 福田邦三君

3. 特別会員推薦の件

特別会員に久野寧君, 浦本政三郎君の2君を推薦することに決定した。

4. 各方面からの学術(科学)奨励金等に対する本会からの推薦に関する件

学士院受賞論文推薦委員会を学術奨励金等推薦委員会と改称し、必要ある場合はこの委員会に於て処理することに決定した。なお委員はその儘当任致することに決定した。

委員(10名) 林 麟君, 福田邦三君, 加藤元一君, 久野 寧君, 久保秀雄君, 簗島 高君, 本川弘一君, 西丸和義君, 坂本嶋嶺君, 浦本政三郎君(ABC順)

5. 第19回国際生理学会(1959年)日本に於て開催の件

開催に関しては委員を挙げ国際生理学会準備委員会で協議することに決定、委員の指名は久野寧君に一任した。

なお委員(13名) 林 麟君, 福田邦三君, 鈴木保次君, 加藤元一君, 久保盛徳君, 久野寧君, 名取礼二君, 坂本嶋嶺君, 杉 靖三郎君, 鈴木正夫君, 戸塚武彦君, 内山孝一君, 若林勲君(ABC順) 委員長 久野 寧君(今回は委員は委員会を開く都合上又関係学会との連絡上東京及びその附近の方々をお願いした。久野)

6. 各地区の幹事（計14名）の選出方法に関する件

各地区の定員数の内、北海道地区は1名（1名減）近畿地区4名（2名増）とすることに改正した。よって北海道地区及び近畿地区に於ては新幹事の選挙を行うこととなった。

幹事の改選期は来ているが常任幹事の任期とそろえるため、各地区幹事は昭和32年度に行う常任幹事の改選まで前任することに決定した。

なお議案として現在の常任幹事会を幹事会に属する在京小委員会と改称すること、小委員会は東京を含む関東地区選出幹事8名で構成すること。従って会則の7及び9の一部を改正することが審議された。上記の議案は昭和32年度の常任幹事の改選までに結論を出すこととなった。

7. 日本生理学雑誌以外の学術雑誌に発表された生理学論文の表題を本誌に掲載する件

再確認の上、編集部からアンケート方式で原稿を集め1年間に分けて掲載する方針を決定した。

8. 第5回生理科学連合会へ日本生理学会からの講演者の推薦の件

第5回は東北大学本川弘一教授の肝いりで開催される。本会は新潟大学高木健太郎教授に講演依頼を決定、高木教授の受諾を得、よって生理科学連合会へ高木教授を推薦した。

9. 昭和31年度第33回日本生理学会の開催地及び当番幹事委嘱の件

開催地 岡山市

当番幹事 { 岡山大学教授 林 香苗君
岡山大学教授 福原 武君

日本生理学会昭和29年度決算報告

(自昭和29年1月1日 至同年12月31日)

収 入		支 出	
昭和28年度より繰越高	24,892.	昭和29年度支出	1,424,800.
昭和29年度収入	1,488,920.	(内訳) 会誌発送料及通信費	126,217.
(内訳) 会 費	759,500.	人 件 費	264,000.
購 読 料	54,800.	会 合 費	12,981.
会 誌 分 冊 売	2,230.	交 通 費	17,900.
広 告 掲 載 料	21,000.	備 品 費	7,410.
論 文 掲 載 料	599,850.	編 集 費	19,000.
預 金 利 子	1,540.	綜 説 原 稿 料	2,000.
助成金及奨励金	50,000.	印 刷 費	896,886.
(内訳) 文部省助成金	40,000.	事 務 用 雑 費	59,516.
日本医学会	10,000.	用 語 委 員 会 費	18,890.
合 計	1,513,812.	昭和30年度へ繰越金	89,012.
		合 計	1,513,812.

会 員 異 動

(昭和30年6月31日まで)

(日本生理学雑誌第17巻5号に掲載しました会員名簿印刷後の6月30日までの異動を掲載致しました)

入 会 (評) は評議員, (再) 再入会
西川 喜方 大阪市立医科大学生理
佐藤 誠 岩手医科大学第1生理
藺田 芳澄 岡山大学医学部第2生理
上条 一也 昭和医科大学図書館気付
林 浩平(再) 群馬大学医学部生化学

田沢 美弥 東京女子医科大学生理
山中 妙子 同 上
小曾根 浄 京都府立医科大学生物理化学
真下 泰司 群馬大学医学部第1生理
野村 晋一 東京大学農学部家畜生理
礪戸 悟 熊谷市石原熊谷脳病院

(所属慈大生理名取研究室)
 永野倫太郎 横浜市神奈川県衛生局保健課
 (所属慈大生理名取研究室)
 加納 和雄 東京都北区稲付板橋病院
 (所属慈大生理名取研究室)
 藤本 辰一 東邦大学医学部生理
 鳥居 鎮夫 同 上
 戸塚 保 同 上
 松井 良友 同 上
 雨森 正高 大阪医科大学生理
 星本 武男 同 上
 西本 博 同 上
 寺井 晋 同 上
 水野 重恒 東京都練馬区東大泉町958

轉居・轉任

堀口 慶次 群馬県安中町(前東大物察内科)
 土井 弘正 静岡市追手町市立静岡病院
 (前千大生理)
 河合 仁 新潟市上大川前通竹山病院
 (前新大生理)
 齋藤 一郎 加古川市加古川町松本病院
 (前神戸市)
 樋渡 志良(評)所属 神戸大学教育学部
 (前阪大2生理)
 自宅 神戸市東灘区本山神岡住宅
 佐藤 素一 群馬県沼田市清水町4206
 (前新発田市)
 牛山 久司 長野県岡谷市小屋口区5304
 (前青梅市)

退 会

原田 弥 (阪大2生理)
 松本 良二 (新大生理)
 小阪 幹夫 (奈良県磯城郡川東村)

会員名簿(第17巻5号附録)正誤表

頁	誤	正
1	左17行 天野智美美	天野智恵美
11	左17行 九州大学医学部生理 学教室第1講座	第2講座
11	左23行 同 第2講座	第1講座
13	左15行 萩原一郎	萩原一郎

慈恵医大生理名取研究室が通信連絡先となっている
 方の内次の方々は勤務先、自宅住所となりました。

青山 一夫 浦和市仲町5の35

赤木 稔 鳥柄市鳥栖PL教団支部
 荒井 聰博 神奈川県湯河原町黒須病院
 伊藤 健夫 東京都杉並区高円寺231
 大下内 章 神奈川県中野町中野日赤病院
 大野 恒男 茨城県稲敷郡木原村
 大和田 実 東京都町田町原町461
 国香 直彦 横浜市保土ヶ谷区保土谷化学診療所
 桑川 延 宇都宮市尾上町3279
 小森 為郎 東京都江東区宇喜田町2881 内山方
 小山 忠七 神奈川県相模原町小山
 畔柳 繁 東京都大田区調布鶴ノ木町125
 篠原 進 東京都目黒区自由ヶ丘110
 高崎信二郎 平塚市平塚共済病院社宅
 高橋憲太郎 東京都台東区寺島町1の189
 高橋 清 東京都葛飾区本田立石町239
 田辺 正夫 東京都千代田区神田鍛冶町1の5
 土井 正夫 横浜市神奈川区三ツ沢下町29
 楡崎 嗣郎 東京都世田谷区玉川等々力町2の476
 丹羽 信善 東京都品川区小山台2の76
 根本 泰昌 東京都大田区雲ヶ谷40
 野間 伊予 横須賀市上町1の55
 古谷 浩通 市川市八幡町1722
 三上 鉄弥 静岡県庵原郡庵原村原
 三森幾二郎 福島県日河市愛宕町70
 森久保敏治 東京都南多摩郡生七村高幡
 山田 昌慶 清水市寿町清水厚生病院
 松永 朗 清水市外高橋1024
 森田 秀俊 熱海市東町318
 矢野 彦雄 東京都世田谷区池尻町399
 篠崎 宜雄 千葉県佐倉町並木町10
 岩崎 清暉 東京都世田谷区松原町2の255
 口羽 正雄 東京都港区芝二本榎西町2
 小森 了輔 川口市仲町3の1111
 佐藤 守 神奈川県中郡秦野赤十字病院
 小松崎恒雄 東京都足立区千住高砂町99
 足立 英夫 東京都豊島区推名町6の2278
 蓮沼 清夫 東京都渋谷区永住町46 栗山方
 野口 隆 東京都葛飾区本田立石町528
 井出 隆夫 神奈川県湯河原町井出医院
 松田 嘉正 千葉県浦安町猫突406
 三瓶 信夫 東京都大田区池上徳持町83
 石原 歳久 東京都港区麻布森元町1の4 長沢方
 佐々木 学 東京都台東区浅草千束町3の19
 上村 信 埼玉県南埼玉郡岩槻町2080