

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

原 著

千葉正子：諸種疾患のデルモグラフィーに就いて(第2報)心臓疾患のデルモグラフィー	283
添田泰孝：種々の容積弾性率の系に於ける心筋収縮の力学	287
坂井栄隆：諸種色素の運動神経終板に対する作用及び Guanidine, Amino Guanidine 等の影響	300
廖順元：犬の脳橋の呼吸運動に対する影響	309
伊藤善三郎：ストレス・クレアチン尿とビタミンE	321
本吉幸也：室温 Ringer-Locke 液で灌流した家兎別出心臓に関する研究	327
千田和子：骨骼筋の被刺激性に関する研究	345

地方小学会報

第10回西日本生理学会 (つづき)	366
第11回日本生理学会中国四国地方会	372
第12回日本生理学会北海道地方会	387
第134回生理学東京談話会	391
第135回生理学東京談話会	397
第22回近畿生理学談話会	400

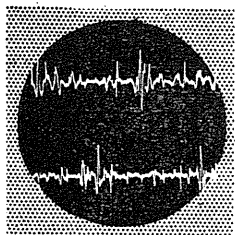
Originals

CHIBA-Masako : On the dermographic patterns in various diseases. Part 2. Dermography in cardiac patients	283
SOEDA-Yasutaka : Dynamics of the contraction of cardiac muscle in the elastic system	287
SAKAI-Eiriu : Blocking effects of various dye materials the moter end-plate transmission and recovering by guanidine or aminoguanidine	300
LIAO-Shun-Yan : Influences of the stimulation of pons of dogs upon the respiratory movements	309
ITO-Zenzaburo : Stress creatinuria and vitamin E	321
MOTOYOSHI-Yukiya : Studies on the isolated heart of the rabbit, perfusing by Ringere-Locke's solution in lower temperature	327
SENDA-Kazuko : Studies on the irritability of skeletal muscle	345

日 本 生 理 学 会

Physiological Society of Japan

新製品



筋電計 テープレコーダー付

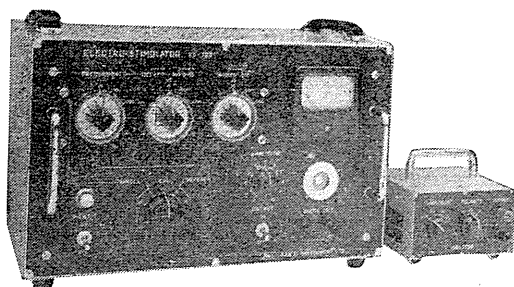
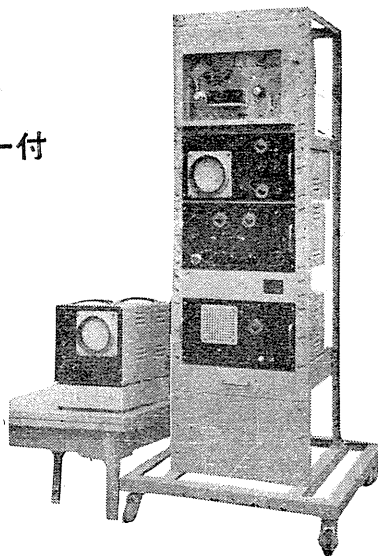
筋電図のほか脳波、心電図などの生体電気現象を2組同時に観測と写真撮影ができる——

筋電図の2現象を同時にテープレコーダーで録音できる——

スタートストップ方式のトリガー掃引回路を使用しているので

- ・刺激装置などの外部同期信号と掃引のスタート時間の遅れがない
- ・単掃引撮影のときフィルム面かぶらず鮮明に写真がとれる

掃引速度は0.1ms/cm～1sec/cmの直読目盛方式



新製品 電気刺激装置

ES-103型

—— 生理実験に 誘発筋電図等による臨床検査に ——

- ・単・複パルスと単発・反覆はツマミ一つで切換えられる
- ・マジックアイを併用して出力を監視できる
- ・波形は正確・安定
- ・アイソレーターを採用してアーチファクトの防止と取扱容易を考慮
- ・周波数の混乱防止機構を備えている

主要製品

脳波計・脳波分析装置
万能記録装置・筋電計
ブラウン管連続撮影装置
麻酔監視装置・電気刺激装置
電気衝撃治療器・光刺激装置・インク書きオシログラフ・電磁オシログラフ・直流増巾器

三栄測器株式会社

本社 東京都新宿区柏木 1-95 TEL (371) 7117-8 8114-5
工場 武蔵野市吉祥寺 1635 TEL (022) ② 4941・7825

諸種疾患のデルモグラフィーに就いて 612.795:616.12-008

(第2報) 心臓疾患のデルモグラフィー

On the dermographic patterns in various diseases
Part 2. Dermography in cardiac patients

千葉 正子 (CHIBA-Masako)*

慢性的な心臓機能不全により代償障害のあらわれる場合には、多くは皮膚にチアノーゼと浮腫が見られる。即ち皮膚最小血管領域には静血鬱滞と血漿水分の毛細血管外濾出が起っており、且つ其の程度は代償障害の軽重に応じて様々である。それ故心臓疾患患者のデルモグラフィーの観察には其の時の代償障害の程度を考慮する必要があった。

検査の方法は第1報¹⁾に記した通りである。

1. 検査成績

検査例は16例であるが、心臓機能代償障害の程度を所謂相対的なものと絶対的なものとに大別し、その各々に於けるデルモグラフィーの特徴を代表例2, 3例によって示すことにする。

1. 代表例の所見

A) 慢性的な相対的代償障害の例

此れに属する症例は安静時には肺、肝等の鬱血症状は殆んど認められず、且つ皮膚最小血管領域に於ける鬱血及び浮腫は軽度のものであった。

[例1] 女 (僧帽弁閉鎖不全症) 59才。

頬の潮紅が著明で、血圧は正常値を示し、安静時には十分に代償された状態にあった。背部では DR (+) でその潜時 6~7 秒。DA (+) で其の潜時15秒。下腿では臥位で DA (+)。即ち其のデルモグラフィーは凡て正常反応であった。

[例2] 女 (僧帽弁閉鎖不全及び狭窄症) 38才。

代償障害は軽度で、血圧も正常範囲内であった。背部では DR は (+)~(++) で、潜時 5 秒前後を示し、15秒で周縁の境界鮮鋭となり、色調は鮮やかな動脈血色であった。次いで其の周辺を囲んで白色条

が現われると共に、DR は2分以内に完全に消失した。そして跡には代って白色条があらわれて長く残った。DA は (++) で、その潜時15秒。又その持続時間は普通よりも長引いた。即ちDRも強いが、DAの増強は更に顕著であった。又擦過する時、局所の血液圧排によって生じた白条が特にクッキリと際立ち而も其の消え方が非常に緩慢であった。背部皮膚には小静脈の鬱血像が肉眼的に認められ、且つ其の部の吸引鐘試験では溢血斑は生じないがチアノーゼが著明に出現した。此等の所見は皮膚最小血管領域に於ける動脈側の血管収縮と乳頭下小静脈叢に於ける心臓性鬱血の存在を示している。

[例3] 男 (僧帽弁膜不全症) 54才。

代償障害の徴候は前記2例よりも強く、不整脈が常にある。血圧は120~80mmHgから100~60mmHgの範囲内で年令の割合には稍々低い。肩胛間部では DR は (+) で潜時 5 秒前後。其の色調は鮮やかな猩紅色を呈し、持続時間10~20秒で速かに且つ完全に消失し、その跡には白色条が残った。DA は (++)。腰部では DR は (++) でその発赤度は肩胛間部に於けるよりも更に強く、極めて鮮やかである。これに反し此の部の DA は (+) で肩胛間部に於けるよりも反応の程度が弱い。此の両部位に於ける DR 及び DA の反応強度の量的な差は水力学的圧差のため、下位の腰部の静脈鬱血の度が相当に増しているからであろう。下腿では浮腫のためか DA は不明瞭であった。

B) 慢性的な絶対的代償障害の例

此れに属する例は代償障害が高度且つ持続的で、安静時にも肺及び肝の鬱血症状、不整脈等が取れず、皮膚には強度の浮腫及びチアノーゼが認められる状態のものであった。

[例4] 男 (僧帽弁閉鎖不全及び狭窄症) 72才。

肺及び肝の鬱血症状及び皮膚の浮腫が極めて著明である。血圧は最高血圧が 160~155mmHg、最低

* 東京医科大学生理学教室
〔昭和34年12月25日受付〕

血圧が90~75mmHgの範囲にある。背部ではDRは(±)で其の潜時は略正常であるが、発赤は弱く、巾細く、紫青色を帯びる。其の周縁の境界は不鮮明で、消失後にも淡い色で跡が長く残る。DAは(-)。前膊及び下腿では立位、臥位共DR(-)、DA(-)であった。背部皮膚の吸引鐘試験の結果も全く無反応であった。これは高度の浮腫があるためとも思われる。

【例5】女(僧帽弁口閉鎖不全及び狭窄症)66才。

肺及び肝の鬱血症状は明瞭ではなかったが、心臓の代償障害及び恒久性不整脈の顕著に認められた初診時に、背部ではDRは(+)で、その潜時6~8秒であり、18秒目に周縁境界が明瞭となったが、淡い跡は長く残った。DAは(-)。前膊及び下腿では立位、臥位共に反応が不明瞭であるのは前例と同様の強い浮腫のためと思われる。

其の後塩酸キニーネとデギタリス末の投与が効いて恒久性不整脈が消失し、脈搏の性状も正常となり、皮膚の鬱血も相当に減じた。此の時背部ではDRは(+)で潜時5秒となり、20秒目に周縁の境界明瞭となったが、3分後も未だ跡を残していた。DAは(±)。下腿では立位で大理石紋様(Cutis marmorata)が見られ、DRは(+)で周囲に赤色量(flare)を伴ない、DAは(-)であった。併し臥位ではDR(-)、DA(+)となった。又前膊ではDR(-)、DA(+)であった。即ち代償障害が減じ、皮膚の浮腫及び鬱血の程度が軽減すると共に背部に先立って前膊及び下腿のデルモグラフィー、特にDAの増強があらわれたものである。

C) 急性の心臓機能代償障害の例

高度の代償障害が急激に進行し、内臓諸器官、特に肺の急性な鬱血及び水腫を生じた場合には以下に引用する例の示すように、前記のB)に記した例とはちがって皮膚には浮腫は著明でなかった。又其のデルモグラフィーも上記した慢性的代償障害の場合とは少々異った特徴を示した。

【例6】女(僧帽弁口閉鎖不全症)26才。

相対的に代償されていた状態から高度な心臓機能不全が急激に起り、肺、肝等の静脈鬱血が急速に生じ、急性肺水腫の症状があらわれた例であった。この時認められた光輝眼、眼球突出、血圧上昇(最高血圧180~150mmHg、最低血圧110~100mmHg)、頻脈(1分間120前後)等の所見から全身的な交感神経-

副腎髓質系の興奮が急激に起ったことが知られた。其の時背部ではDRは(±)で、その潜時は短縮していたが反応度弱く、周縁の境界不鮮明で色調は紫青色を帯び、非常に早く且つ完全に消失して其の跡に白色条を残した。DAは(++)で反応強く、且つ長く持続した。又背部皮膚の吸引鐘試験の結果は全く無反応であった。即ち此の場合、交感神経系の全身的な興奮によって皮膚最小血管領域にも細動脈から乳頭下静脈叢にまで至る血管平滑筋細胞の強い収縮が起っていたことがうかがわれる。これは肺等の鬱血、水腫に対する代償としての全身的な血流再分配の調節機序によるものと解される。

2. 所見の総括

A) 慢性的な相対的代償障害の場合

安静時に代償障害の無い状態ではデルモグラフィーの様式は正常であるが、代償障害が僅かに現われ、皮膚最小血管領域に軽度の静脈性鬱血の徴候が認められるようになると、一方ではDRの強さが増して動脈血性の鮮紅度を強め、他方ではDAの著しい増強が起った。心臓性静脈鬱血に際して見られるデルモグラフィーの斯様な特徴がその部の皮膚の鬱血の程度と関係のある事は著者の別の実験⁵⁾及びSchonzucker²⁾(1876)の観察やLewis³⁾の研究からも知られる。SchonzuckerによるとEsmarch 駆血帯をきつくなく腕に締めて静脈鬱血を起させた時はDRが極めて強くあらわれるという。又Lewisによると皮膚最小血管が静脈鬱血によるその内圧上昇に抵抗して収縮し得る場合の静脈圧の最大限値は40~60mmHgであるという。

B) 慢性的な絶対的代償障害の場合

此の場合のデルモグラフィーの特徴は背部ではDRは(±)で潜時延長し、発赤弱まり、巾細く、色調は紫青色を帯び、周縁の境界不明瞭のこと多く、又長く跡を残し易い。DAは常に(-)であり、背部皮膚の吸引鐘試験の結果も無反応である。下腿等のように鬱血及び浮腫の強い部位では立位、臥位に拘わりなくDRもDAも共に(-)である。斯様に全体として反応の弱まったデルモグラフィーは高度の貧血、老衰、悪液質等に於いても此の場合と似た形で認められた。これは内臓諸器官の高度な鬱血が一種の

体内性出血に似ることの他に、著明な浮腫によって最小血管の血液容量及び反応力が減じていること、及び浮腫介在により血管反応がおおひ隠されている事によるのであろう。而かも DR が長く跡を残すのは血流減退により作用物質が局所に滞留するためと思われる。

Ⅱ. 論 議

心臓機能の慢性的な代償障害にあっては、先ず末梢性の代償機序として、血液貯溜処である全身皮膚の乳頭下静脈叢に静脈血の滞溜が起る。斯様な状態に於いて浮腫の著しくない限り常に認められる特徴は、水力学的静脈圧の影響の少ない臥位で検した場合に DA が全身性に極めて強く現われることである。これは特に下腿に顕著に認められる。此の場合皮膚最小血管領域の動脈側の血管にも収縮のあることは、例えば前記した〔例2〕の示す種々の所見からも知られる。これは乳頭下静脈叢への流入側の血管壁筋細胞(細動脈, metarteriole¹⁾, precapillary sphincter⁴⁾, 小動静脈吻合枝分岐部等)が静脈鬱血によるその血管内圧上昇に対して緊張を増進したものと思われる。而かも此の場合、DR が動脈血性の強い鮮紅色を呈することは此等の血管筋細胞に対する拡張性物質の作用も増強していることを示すものである。

DA の発現機序については第1報¹⁾で触れたが、DR が DA とは全く独立した別個の反応であることも文献的事実及び著者の実験結果から次の様に解される。DR の有効刺激は伸展ではなく、強い擦過に伴う器械的な、一種の痛覚性刺激であり、これが皮膚表層部に DR の直接要因であるヒスタミン様物質³⁾を生ずるものである。斯様な物質がその遊離箇所近くの最小血管壁筋細胞に働いて DR をあらわし、また毛細血管内皮細胞に作用して DE (Dermographia elevata) を生ずると解される。そして此等の反応を生ずる最小血管部は此の物質の遊離箇所に近く、従つて DA を生ずる皮膚層よりも上層に位置し、恐らく表皮 (Epidermis) 近接の部位であらうと思われる。

慢性的な皮膚の鬱血状態に於て見られた DA の増強と関連して想起されるのは、正常でも見られる DA の強さの身体部位による差異⁶⁾である。即ち臥位で検した時、下半身、特に下肢に DA が最も強くあらわれる事実^{5,6)}である。Lewis³⁾によると DA 本来の生物学的意義は血管壁に対し擦過等による外部からの伸展性刺激と同じ効果をもつ血管内圧上昇に対する防禦反応としての局所血流調節であるという。下半身、殊に下腿では水力学的静脈圧の影響を絶えず受けているため、此の様な機序が身体他の部位よりも著しく発達していて、その部の皮膚最小血管は特に強い収縮性反応力をもっているとも想像される。慢性的な全身性皮膚鬱血に於いて見られた全身的な DA の増強も此れと同様の機序によるとも考えられる。

皮膚に限らず一般に各種器官の最小血管筋細胞が血管内圧上昇によるとその壁の伸展刺激に直接に反応して、血管の緩徐な緊張増加又は収縮を生じ、局所血流調節を行なうことは従来多くの研究者^{7,8,9)}によって認められていた。四肢その他の臓器の容積描記又は血流測定に於いて静脈鬱血解除後の“after drop”として知られている現象^{9,10,11,12)}は、種々の類似点から見て、DA と共通の発現機序をもつもののようである。なお斯様な慢性的相対的心臓代償不全とは異って、一種の急性体内出血にも似た急性の代償障害では〔例6〕に記したように DR の減弱と DA の増強が際立った。此の場合の皮膚最小血管の態度が Hb 40% 前後の貧血症に於けると恰度同じ¹⁾であったことは興味がある。

Ⅲ. 要 約

1. 慢性的な心臓疾患に於いて安静時に代償障害のない状態では、デルモグラフィーの様式は正常である。代償障害が僅かに現われ、皮膚に軽度の鬱血があるようになると DR も DA も共に増強するが、DA の増強は特に著しくて DR よりも優勢である。代償障害高度となり、肺、肝等の内臓器官の鬱血と共に皮膚の浮腫が著明になると DR も DA も共に減弱し、Hb 40% 以

下の強度の貧血症の場合と似た特徴を示すようになる。

2. 急性の心臓代償障碍に於いて一種の急性体内出血にも似た急激な肺、肝等の鬱血又は水腫が生じた場合には DR は減弱し、DA は増強して恰度 Hb 40% 前後の慢性貧血症の場合と同様な様式を示した。

文 献

- 1) 千葉正子(1960) 諸種疾患のデルモグラフィーに就いて(第1報) 日本生理誌 **22**, 237
- 2) Schonzucker, (1876) 6) に引用
- 3) Lewis, Th. (1927) *The Blood Vessels of Human*

- Skin and Their Responses*. London: Shaw
- 4) Zweifach, B. W. (1957) *Am. J. Med.* **23**, 684
 - 5) 千葉正子; (未発表)
 - 6) Sturm, (1940) *Z. f. klin. Med.* **138**,
 - 7) Bayliss, W. M. (1902) *J. Physiol.* **28**, 220
 - 8) Burton, A. C. and E. Rosenberg (1956) *Am. J. Physiol.* **185**, 465
 - 9) Greenfield, A. D. M. and G. C. Patterson (1954) *J. Physiol.* **125**, 508-525
 - 10) 長島長節・長島親男・上田五雨(1957) 人体血管の神経調整 東京大学出版会
 - 11) Patterson, G. C. and J. T. Shepherd (1954) *J. Physiol.* **125**, 501
 - 12) 野口文雄(1959) 日本生理誌 **21**, 341

Summary

Observations on dermographic patterns were made in patients suffering from cardiac decompensation. The following data were obtained.

When venous congestion in the skin appeared as the first sign of chronic decompensation, both DR (dermographia rubra) and DA (dermographia alba) increased unusually, the latter being preponderant over the former. As anasarca along with the signs of venous congestion in lungs or liver became manifest, both DR and DA decreased abnormally.

In case of acute cardiac decompensation when venous congestion in lungs and liver developed rapidly together with the sign of lungenedema, abnormal decrease of DR and unusual increase of DA occurred.

(*Department of Physiology, Tokyo Medical College*)

種々の容積弾性率の系における心筋収縮の力学 612.173

Dynamics of the contraction of cardiac muscle in the elastic system

添 田 泰 孝 (SOEDA-Yasutaka)*

心房或は心室が収縮の際に発生する張力や容積変化が、外部系の諸性質によって変わることについては、ふるく Frank²⁾ が、いわゆる isometric 及び isotonic な収縮を基礎として、透徹した考察を加えている。これは周知の Starling の “law of heart” の先駆的研究ともみなすべきもので、実際の循環系中における心臓のはたらきを考えるのに必要不可欠の知識となっている (Wiggers¹⁷⁾)。ところが生体内での収縮には、上記の両極端の収縮よりもいわゆる支持収縮 (Unterstützungskontraktion) を行なっているとみなすべきであり、既に Frank²⁾ もこの点について考察しているが、骨格筋についても Deblor¹⁾ 等の研究があり、殊に骨格筋、心筋の双方について特に詳しい検討を行なった Reichel⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ の研究は、特筆すべきものであろう。彼は心室収縮の際にはいわゆる支持収縮が営まれるものと考え、骨格筋について用いたと同じ 2 要素説で、種々の実験結果を説明している。

しかし心房や心室が血液を搏出する条件を考えると、心房の場合は太い静脈系及び心室、心室の場合は太い動脈系(力学的に Windkessel におきかえて考えられる)に対して仕事をなすわけであるから、太い静脈や動脈及び心室の容積弾性率(或は compliance)が、大であるか小であるかは収縮の形に影響し、ひいては仕事量にも関係して来るであろう。従って、働きかける系の compliance を、甚だ小さい状態(その極限がいわゆる等尺性収縮である)から次第に増大せしめて、甚だ大きい状態(その極限がいわゆる等張力性収縮である)まで連続的に変えていった場合に、心房や心室がいかなる収縮態度

をしめすかは、実際生体内における正常な心臓のはたらきを考察するに際して、欠かすことのできぬ知識である。しかるに、従来の検討はこの点の考慮に乏しく、僅かに Reichel⁹⁾ が auxotonische Kontraktion なる言葉をもって、この点を簡単にとりあげているだけで、この際 compliance の大きさによってこの収縮がいかに変るか等、細い点については殆ど検討を加えていない。

心臓の力学における従来のこの重大な盲点を補うべく、筆者は、ヒキガエルの洞房標本および心室標本を用いて、仕事の対象となる弾性系の compliance を広く変化させた時の収縮状態を力学的に検討した。尚かかる状態の心収縮は、ある一定の弾性法則をもった系に対して営まれる収縮であるから、等尺性或は等張力性等の名称との関連も考えて、一応弾性収縮 (elastic contraction) と呼ぶ事にする。又 compliance が一定の場合は等弾性収縮 (isoelastic contraction) と呼びたい。auxotonic という言葉は張力が増すという意味であって、筆者がここに用いようとしている意味と多少異なるから、敢えて採用しなかった。又本実験に用いたような袋状標本では、isometric とは容積を固定させた収縮であり、isotonic とは心内圧を固定させた収縮であるため、これをそれぞれ等容積性 (isovolumic) 及び等圧性 (isobaric) と呼ぼうとする人々もあるが、筆者はこの言葉を採用しなかった。isometric という言葉の真意には、長さが一定ということだけでなく、凡そ計量されるべき量が一定という意味が含まれるから、空間的要素の固定という意味に用いてよいし、又 isotonic の tonic という言葉は広く調子や張力を示すものであり、発生圧も又その一面であるから字義上の矛盾はないし、又等容積性、等圧性といって

* 横浜市立大学医学部生理学教室 (畠山一平教授)
[昭和35年1月8日受付]

も種々の場合が考えられるので、概念内容が明瞭に設定される迄多くの人々の慣用に従うのが妥当であると考えたからである。

1. 実験方法

体重 160g から 240g のヒキガエル (*Bufo vulgaris*) を用い、これから遊離洞房標本及び心室標本を作った。生体条件の好適な 2 月～5 月にわたって、室温 16°C ～ 22°C で実験を行ない、実験中室温は出来るだけ一定に保った。洞房標本 27 例、心室標本は 19 例について検討した。尙実験に使用した Ringer 氏液は、0.65% NaCl, 0.86% KCl, 0.88% CaCl_2 の各等張溶液を、96:2:2 の割合に混合し、これに磷酸緩衝液を加えて pH を 7.3 に規正したものを用いた。

実験装置の概要を、Fig. 1 に模式図として示す。心臓標本(H)は、加圧部(A)、測定部(PU)、compliance 調節部(C)等につながるカニューレの先端に固定し、Ringer 氏液を入れた水槽(G)にひたす。compliance 調節のための硝子筒(C)は、内容・最大 200cm^3 で、中にピストンを出入させて内腔容積を加減する。更に必要に応じて容積の大きな硝子筒をも使用した。三方切替コック (B_1) を操作し、硝子管口(A)と(C)との間を連絡し、且つ硝子筒の内筒

を移動させることにより、系の全 compliance を広く変えることができる。更に (B_1) で (A), (C), (E) 間を連絡し、(A) より陽圧又は陰圧を加えることにより、(C) 内における圧を任意の値に設定することができる。水槽(G)は充分大とし、その液面は標本(H)の結紮部と同じ高さにした。(E) は上下の硝子管に連絡する円筒状水槽にて、その内径 5cm, 高さ 1cm, その外壁中央に基準線を横に引き、その高さ迄標本内と同じ Ringer 氏液を満たし、外部水槽(G)との液面差は常に 6.5cm に設定した。尙、摘出心標本収縮に際しての (E) 内液面の上下移動は、常に 0.4mm 以下であるから、張力変化は主として内腔の空気圧によってあらわされることになる。硝子管(F)及びそれに連続する側管の内径は 0.5cm とした。圧変化の pick-up には、畠山⁵⁾の考案による electric capacitance manometer (PU) を用い、これを同じく畠山⁶⁾の考案による ECPG 用の微小電気容量変化記録装置を利用して拡大し、横河電機製 3 要素電磁 oscillograph を用いて記録した。

実験に際しては、先ず Ringer 氏液を (E) の基準線迄満たし、硝子管 (F) の先端に福田の法に従って作製した洞房標本或いは袋状心室標本を固定した。外部水槽 (G) 内の Ringer 氏液は標本結紮部迄満たし、弛緩期において、両液面の差 (Ph) は 6.5cm となるようにした。次に前述の如く三方切替コック (B_1) をもって (A), (C) 間を連絡後、硝子筒の内筒を移動することにより所定の compliance 値となし、次いで (B_1) をもって (A), (C), (E) 間を連絡し、弛緩期圧 (Pd) と 6.5cm H_2O の差に相当する陰圧 ($\text{Pd} > 6.5\text{cm H}_2\text{O}$ の場合は陽圧) を (A) より加えることにより Pd を決めることができる。Pd は原則として、1cm H_2O , 3cm H_2O , 9cm H_2O (少数例においては 1cm H_2O , 3cm H_2O , 4.5cm H_2O) の順に 3 種とした。compliance の変化はその空気容積を、洞房標本にては、 $1600 + a$, $800 + a$, $400 + a$, $200 + a$, $100 + a$, $50 + a$, $25 + a$, a (但し a は連絡管 D 及び

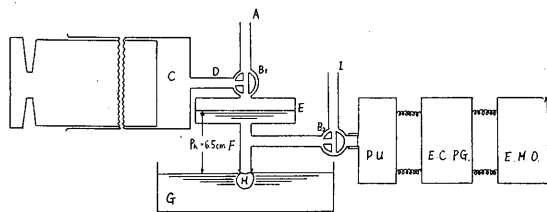


Fig. 1.

Experimental apparatus.

A...outlet or inlet of air.

B_1, B_2 ...three way cock.

C...air space for determining the compliance.

E...chamber for damping the movement of the surface of Ringer's solution.

G...external Ringer's solution.

H...isolated sinus-atrium or ventricle preparation.

I...outlet or inlet of Ringer's solution.

PU...electric capacitance manometer.

ECPG...electronic apparatus for measuring the change of electric capacitance.

E内の空気容積にて 18cm^3 及び, 10 (E内空気容積)とし, 心室標本にては, $800+\alpha$, $400+\alpha$, $200+\alpha$, $100+\alpha$, $50+\alpha$, $25+\alpha$, $10+\alpha$, α , 10の各容積 (cm^3)とし, 等張力性に近い状態より等尺性に近い状態迄の9段階を変換してこれらを1系列とし, これを各Pd毎に3回繰返し, 合計9系列81回の実験を行なった. 尚各compliance値について, 3~4搏動の記録を行なった. このようにして感光紙上に記録された収縮高を測定するわけであるが, その絶対値を較正するため実験中に次のような処置を行なった. 即ち (B_2) をもって (I) と (PU) を連絡後, (I) に連結したU字管マンメーター値を読むことにより圧の絶対値を, 又 (B_2) をもって (F) と (PU) を連絡し, (F) の先端より与えた既知容量から容積変化の絶対値を知る. 標本の均一条件を保持するために, 実験所要時間はできうる限り少なくするように努めたが, 一般に全系列の実験を行なうのに80min~90minを要した.

等尺性, 等張力性収縮を営ませるには, 前者にては, (E) 内の液を (B_1) 迄満した後外部との連絡をたち, (B_2) をもって (I), (F), (PU) 間を連絡し, (I) より既知液量を注入することにより可能となり, 後者は, (B_2) をもって (F), (PU) 間を連絡後, (C) 内の空気容積を極端に大きくし (約 2000cm^3), (A) より (C), (E) 内に所要の圧を加えることにより達しうる.

洞房標本を用いた実験では, 自動能により搏動を営むから刺戟を加える必要はないが, 心室標本では刺戟により収縮を起さねばならない. この為白金電極を, (F) 及び (G) 内に挿入し, 電子管刺戟装置に連結して刺戟した. 強度は閾値の約5倍, 周期3sec, 巾4msec~6msecの矩形波を用い, 電気刺戟開始後5min~10minに実験を行なった.

II. 計 算

圧容積関係から, 心臓のなす仕事の大部分が計算できることはいふ迄もない. 本実験においては, 系のもつ compliance があらかじめ分かっているから, 圧曲線のみからこの意味の仕事

の計算が可能なのである. しかしこの場合 dV/dP で定義される compliance は, 圧或は容積の函数であり, 次に計算するような値となり, 完全な常数とみなすことはできない.

系中の空気容積を V , その圧を P , 標本の弛緩期容積を V_d , 収縮期容積を V_s , 収縮期中に心臓が系に対してなす仕事を W とすると,

$$\begin{aligned}
 dW &= -P \cdot dV \\
 W &= - \int_{V_d}^{V_s} P \cdot dV \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

$$\text{又 } P \cdot V = R \cdot T = K$$

なる故

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{K}{P} \\
 \frac{dV}{dP} &= - \frac{K}{P^2} \dots \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

(2) は compliance が圧の自乗に反比例して変わることを示す. このことは一見弾性の一定条件を見る為には不都合のように見受けられるが, 実際の収縮に際しての圧変動はせいぜい洞房標本で $20\text{cm H}_2\text{O}$, 心室標本で $100\text{cm H}_2\text{O}$ であるから, 大気圧に比して殆ど無視することができる. compliance の変化は開放円筒管により簡単に調整しうるが, この際圧の増減は水柱圧により行なうため, 系の惰性に大きな影響を与え純粋に compliance の影響を分離することが困難である. 参考上筆者もこのような実験を多少行なってみたが, 表面張力その他の影響も無視しえず仲々安定した結果がえられなかった.

心臓が収縮期において外部になした機械の仕事については, 次のような計算をすることができる.

$$(2) \text{ より } dV = - \frac{K}{P^2} \cdot dP \dots \dots \dots (3)$$

これを (1) に代入し

$$\begin{aligned}
 W &= \int_{P_d}^{P_s} P \cdot \frac{K}{P^2} \cdot dP \\
 &= K \int_{P_d}^{P_s} \frac{1}{P} \cdot dP
 \end{aligned}$$

$$=K(\log P_s - \log P_l)$$

$$W = P \cdot V \log \frac{P_s}{P_d} \dots \dots \dots (4)$$

尙この場合の大気圧は 1033cm H₂O の一定値をもつと考え、Ringer 氏液の比重を 1.01 とした。又論議の項において述べる如く、心筋自身に対する仕事、速度仕事、摩擦その他の力学的仕事、化学の仕事等については一応考慮の外に置く。

Ⅲ. 実験結果

A. 洞房標本

実験に先立ち予備実験として、等尺性収縮及び等張力性収縮について実験したが、Fig. 2 はその結果の 1 例を示したものである。

横軸は標本内容積を、又縦軸は張力を示す。

R.D. は休止時伸展曲線、M.M. は等尺性最大曲線、T.M. は等張力性最大曲線である。初張力は R.D. が示す如く、標本内容積増大につれ初め緩慢に、その後は急速に増大する。発生張力は M.M. が示す如く、容積増大につれ次第に大きくなり、初張力が 2.8~4.4cm H₂O において最大となり、その後は次第に小となる。等張力性収縮においては、休止時伸展曲線 R.D. との

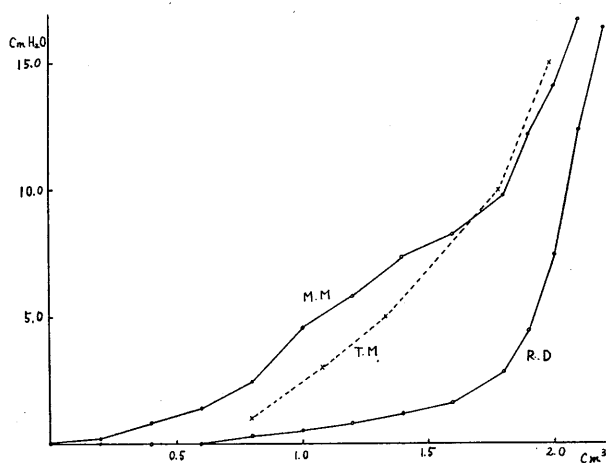


Fig. 2.

Distensibility curve (R.D.) in the resting state, isometric maximum curve (M.M.) and isotonic maximum curve (T.M.) of a sinus-atrium preparation.

比較より、3cm H₂O の時搏出量最大となり、初張力増大と共に減少して行く傾向が見られる。

洞房標本における仕事量計算の基準となる収縮曲線（張力曲線）の 1 例を、Fig. 3 に示した。図の I, II, III は繰返し実験の順を示し、結果は、compliance の大なるものより小なるものへの順に、左から右に配列してある。発生張力は、図の示す如く compliance 最大の時最も小さく、compliance が小さくなるにつれ増大する。即ち等尺性に近づくに従い発生張力は増大する。この図の計算結果より求められる仕事量は Table. 1 の如くなり、これを図に示す

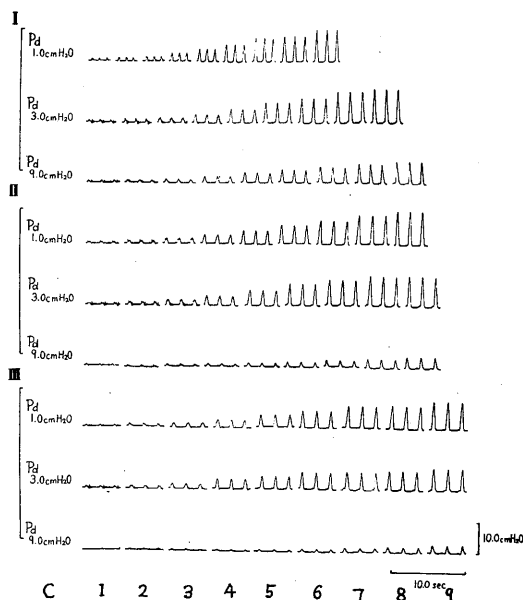


Fig. 3.

Contraction curve of the sinus-atrium preparation at the various diastolic pressures (Pd) and compliances (C).

- 1... (1618 cm³ of air volume.)
- 2... (818 cm³ of air volume.)
- 3... (418 cm³ of air volume.)
- 4... (218 cm³ of air volume.)
- 5... (118 cm³ of air volume.)
- 6... (68 cm³ of air volume.)
- 7... (43 cm³ of air volume.)
- 8... (18 cm³ of air volume.)
- 9... (10 cm³ of air volume.)

とFig. 4, I, II, IIIのごとく、いずれの Pd においても compliance 最小の時最も小さく、compliance 増大に従い大となり、空気容積 800cm³ 前後にて最大となるが、それ以後は減少するような傾向を示した。この傾向は繰返した実験についても同様であり、又他のすべての例においても一致していた。

第1回目の実験においては、Pd. 3cm H₂Oの時の仕事量は他の Pd の場合より大であり、2回目、3回目の実験においては、1cm H₂O, 3cm H₂O 等の低い Pd にては仕事量減少の傾向は少なく、少数例においては、1回目に比べ2回目の方が大きな値を示す事さえあったが、概して次第に減少する。しかし Pd. 9cm H₂O においては、2回目、3回目の値は1回目に比べ著明に減少する。しかしこの傾向は、compliance の小さい時には compliance の大きい時のように著明ではない。即ちこの仕事量をしめす曲線の実験回数による推移は、横軸にたいしてその角度を次第に減じつつ全体として下降する傾向

をしめし、これは Pd 大なる程著しいように思われる。

搏出量についても、Table. 1, Fig. 4, I, II, IIIに見られる如く、ほぼ仕事量と同様の傾向を示した。

搏動数は、実験開始直後に稍減少傾向を示すように見えるが著明のものではなく、同一系列の実験においてはおおむね同数を示す。

B. 心室標本

心室標本においても、やはり予備実験として等尺性収縮及び等張力性収縮について実験したが、その1例が Fig. 5 である。Fig. 2 と同様に、横軸に容積、縦軸に張力を取り、休止時伸展曲線 (R.D.), 等尺性最大曲線 (M.M.) 等張力性最大曲線 (T.M.) を呈示した。標本内容積増大に従い初張力は次第に増大し、1.2cm³~1.3cm³の点より急激に増大する。

発生張力は稍急激に増大し、1.2cm³前後で極大点に達し (この時の初張力は 5.4cm H₂O), 以後次第に減少する。等張力性収縮にては、その

値を洞房標本と同様に休止時伸展曲線と比較すると、5cm H₂O~10cm H₂O の点において搏出量の最大値が見られ、初張力増大と共に減少して行くような結果を得た。

心室実験に際して得られた収縮曲線は Fig. 6 の如くなり、洞房標本におけると同様に、発生張力は compliance が減少するに従い大となる。

またこれより求め得る仕事量についても、Table. 2, Fig. 7, I, II, IIIに示した1例の如く、洞房標本と同様に compliance 増大に従い大となるも、ほぼ全例において 400cm³ の空気容積において最大値が得られ (少数例にては 200cm³にて最大値を得る)、それ以上の compliance にお

		C cm ³									
		1600td	800td	400td	200td	100td	50td	25td	d	10	
I	1.0	W	45.56 (0.04464)	48.418 (0.04745)	46.121 (0.04520)	44.588 (0.04370)	40.418 (0.03961)	31.593 (0.03046)	26.685 (0.02615)	13.051 (0.01279)	92.02 (0.00902)
		Vs	0.35	0.39	0.37	0.37	0.342	0.29	0.248	0.145	0.102
		F	46	46	46	46	46	46	44	44	42
	3.0	W	53.480 (0.05241)	54.164 (0.05308)	55.339 (0.05423)	51.792 (0.05076)	46.688 (0.04575)	35.398 (0.03469)	27.534 (0.02699)	13.822 (0.01355)	95.20 (0.00933)
		Vs	0.41	0.44	0.44	0.43	0.39	0.325	0.256	0.153	0.106
		F	40	38	38	36	36	36	36	34	34
	9.0	W	41.74 (0.04091)	45.233 (0.04433)	42.763 (0.04191)	39.740 (0.03894)	33.509 (0.03284)	21.964 (0.02152)	16.964 (0.01662)	8.411 (0.00824)	64.18 (0.00629)
		Vs	0.32	0.36	0.34	0.33	0.28	0.205	0.162	0.092	0.0716
		F	34	34	34	34	34	34	34	33	33
II	1.0	W	47.960 (0.04700)	50.881 (0.04986)	48.700 (0.04773)	45.492 (0.04458)	42.790 (0.04193)	32.668 (0.03201)	26.883 (0.02635)	13.344 (0.01308)	91.90 (0.00901)
		Vs	0.37	0.41	0.39	0.38	0.36	0.30	0.25	0.148	0.102
		F	34	34	34	34	33	33	32	32	32
	3.0	W	58.334 (0.05717)	60.724 (0.05951)	58.691 (0.05751)	55.067 (0.05396)	49.874 (0.04888)	37.027 (0.03629)	28.391 (0.02782)	13.715 (0.01350)	93.91 (0.00920)
		Vs	0.45	0.49	0.47	0.46	0.42	0.34	0.264	0.152	0.104
		F	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	9.0	W	162.13 (0.01589)	180.59 (0.01769)	158.86 (0.01556)	129.34 (0.01268)	118.80 (0.01164)	89.83 (0.00880)	72.07 (0.00766)	40.63 (0.00328)	27.90 (0.00273)
		Vs	0.125	0.15	0.127	0.11	0.10	0.075	0.067	0.046	0.032
		F	32	32	32	32	32	32	32	32	32
III	1.0	W	41.88 (0.04036)	47.693 (0.04665)	46.580 (0.04602)	44.231 (0.04456)	40.176 (0.04171)	31.270 (0.03990)	24.742 (0.02424)	10.898 (0.01068)	82.83 (0.00812)
		Vs	0.325	0.38	0.37	0.36	0.34	0.287	0.23	0.121	0.091
		F	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	3.0	W	43.755 (0.04288)	47.604 (0.04665)	46.960 (0.04602)	45.461 (0.04456)	42.561 (0.04171)	30.508 (0.02990)	22.672 (0.02222)	10.179 (0.00998)	78.78 (0.00772)
		Vs	0.34	0.386	0.373	0.37	0.36	0.28	0.22	0.113	0.087
		F	32	32	32	32	32	32	30	30	30
	9.0	W	46.52 (0.00896)	114.45 (0.01127)	91.90 (0.00901)	77.40 (0.00758)	66.21 (0.00648)	53.48 (0.00524)	45.19 (0.00443)	33.48 (0.00328)	20.21 (0.00198)
		Vs	0.075	0.093	0.073	0.06	0.056	0.047	0.042	0.029	0.022
		F	30	30	31	31	31	30	30	30	30

Table 1.

Mechanical work W [g. cm². sec⁻², (Joule's value)], stroke volume Vs (cm³) and heart rate F (number per min) per beat at the system of various compliances (expressed by volume of air) of sinus-atrium preparation shown in Fig. 3.

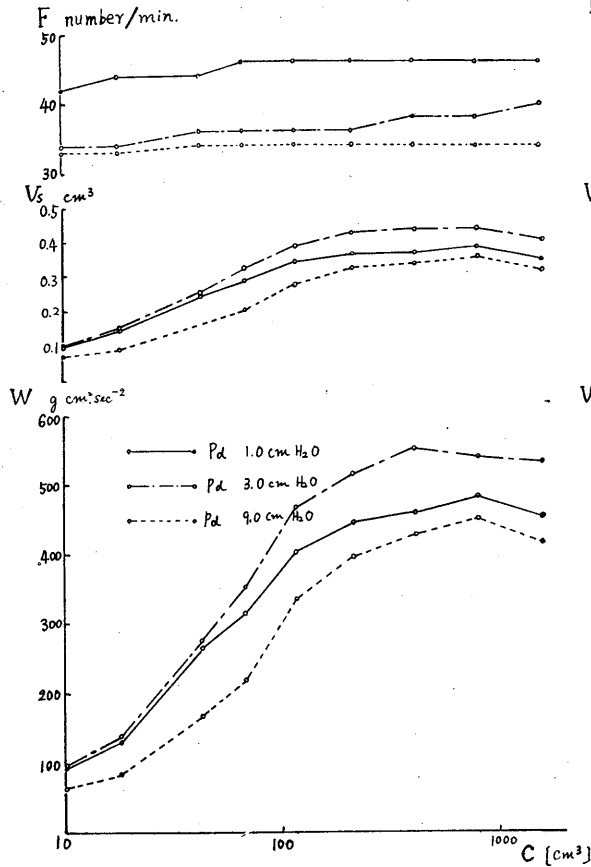


Fig. 4-I

いてはむしろ減少する傾向をしめした。この傾向は、繰返し行なった2回目、3回目の実験においても同様の結果を示した。

第1回目の実験においては、Pd. 3cm H₂Oにおける仕事量は、1cm H₂O, 9cm H₂Oにおける値に比べ、いずれの compliance においても概ね大である。繰返し行なった2回目、3回目においては、どの Pd においても洞房標本に比べ急激な仕事量の減少をしめし、この傾向は Pd 大なる程著しい。然しながら compliance/小なる時に示す値においては、かかる Pd による仕事量の有意の差が認め難く、且つ実験回数を重ねることによって生ずる仕事量減少の傾向も少ない。即ちこの仕事量を示す曲線の実験回数による推移は、横軸に対してその角度を急激に減じつつ、全体として下降するが如き傾向を示

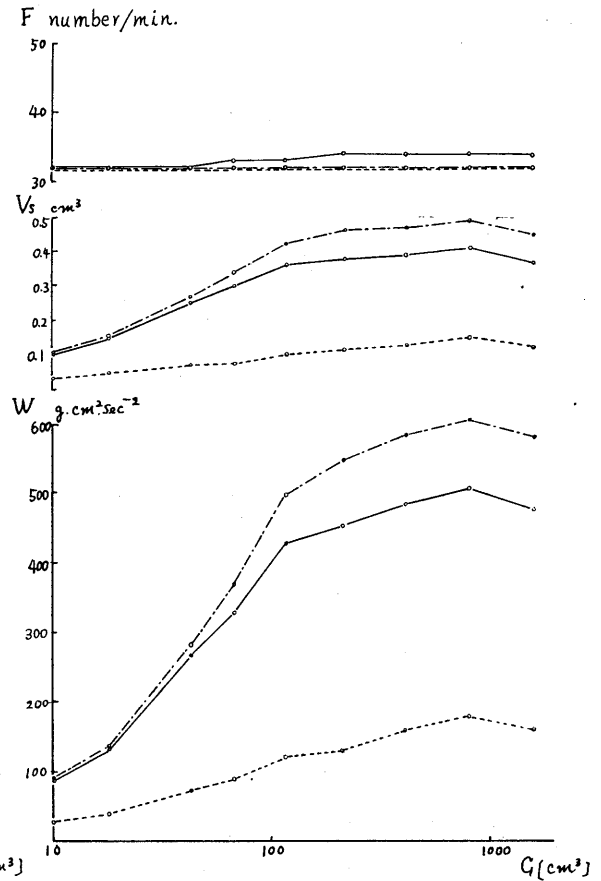


Fig. 4-II

し、これは洞房標本におけると同様に、Pd 大なる程著しい。

搏出量についても、洞房標本の場合と同様に、仕事量の変化と並行する傾向を示した。

IV. 論 議

Frank²⁾ は約60年前、循環理論の基礎とすべく心筋の圧容積関係を追求し、心臓の仕事について数理的分析をなした。その後、骨格筋について或は心筋について幾多の力学的研究がなされた。なかでも Reichel⁷⁾⁸⁾¹²⁾¹³⁾ は、いわゆる2要素説をもって筋収縮を説明し、この理論をもって筋収縮の各種形態を説明しようとした。彼は、圧容積曲線上において、休止時伸展曲線と張力零の際の最大短縮から、支持収縮更に打撃収縮の位置関係を作図的に求め、これが実験

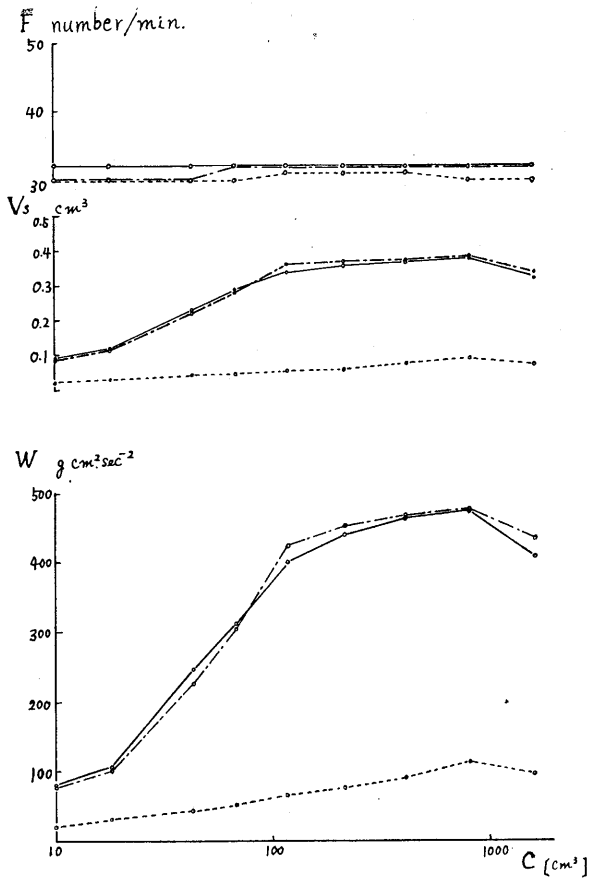


Fig. 4-III

Fig. 4.

Heart rate (F), stroke volume (V_s) and mechanical work (W) in the system of various compliances of a sinus-atrium preparation shown in Fig. 3.

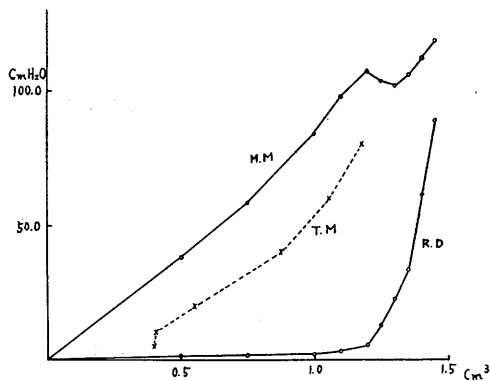


Fig. 5.

Distensibility curve (R.D.) in the resting state, isometric maximum curve (M.M.) and isotonic maximum curve (T.M.) of a ventricle preparation.

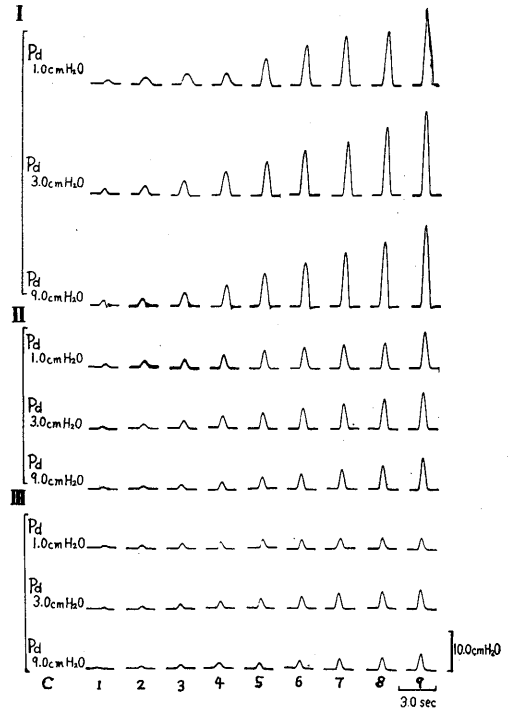


Fig. 6.

Contraction curve of the ventricle preparation at the various diastolic pressures (P_d) and compliances (C).

- 1... (818 cm^3 of air volume.)
- 2... (418 cm^3 of air volume.)
- 3... (218 cm^3 of air volume.)
- 4... (118 cm^3 of air volume.)
- 5... (68 cm^3 of air volume.)
- 6... (43 cm^3 of air volume.)
- 7... (28 cm^3 of air volume.)
- 8... (18 cm^3 of air volume.)
- 9... (10 cm^3 of air volume.)

		C cm ³	800+d	400+d	200+d	100+d	50+d	25+d	10+d	α	10
I	1.0	W	592.60 (0.05807)	597.09 (0.05851)	535.39 (0.05247)	451.21 (0.04422)	421.84 (0.04134)	397.37 (0.03894)	333.68 (0.02279)	219.98 (0.02156)	154.39 (0.01513)
		Vs	0.48	0.50	0.43	0.39	0.36	0.35	0.26	0.23	0.17
	3.0	W	746.23 (0.07313)	754.47 (0.07394)	753.55 (0.07385)	620.15 (0.06077)	526.91 (0.05164)	431.60 (0.04230)	340.81 (0.03340)	275.67 (0.02702)	198.69 (0.01947)
		Vs	0.60	0.62	0.61	0.49	0.45	0.32	0.35	0.29	0.22
	9.0	W	606.41 (0.05943)	628.84 (0.06163)	644.52 (0.06316)	567.14 (0.05558)	481.47 (0.04718)	429.44 (0.04209)	342.22 (0.03354)	259.68 (0.02535)	198.81 (0.01948)
		Vs	0.51	0.52	0.523	0.44	0.43	0.38	0.327	0.273	0.22
II	1.0	W	490.44 (0.04806)	503.13 (0.04931)	437.15 (0.04284)	354.76 (0.03477)	280.89 (0.02754)	225.98 (0.02215)	151.34 (0.01483)	148.44 (0.01455)	59.04 (0.00578)
		Vs	0.40	0.41	0.37	0.28	0.23	0.20	0.144	0.142	0.065
	3.0	W	359.63 (0.03534)	366.93 (0.03560)	371.62 (0.03642)	319.33 (0.03129)	238.45 (0.02337)	199.04 (0.01951)	161.13 (0.01579)	120.66 (0.01182)	83.96 (0.00823)
		Vs	0.29	0.3	0.297	0.25	0.20	0.174	0.153	0.13	0.093
	9.0	W	198.44 (0.01945)	209.72 (0.02055)	218.70 (0.02143)	212.94 (0.02087)	170.41 (0.01670)	155.25 (0.01521)	122.68 (0.01202)	94.60 (0.00927)	70.77 (0.00694)
		Vs	0.16	0.17	0.175	0.17	0.145	0.133	0.12	0.099	0.078
III	1.0	W	268.34 (0.02630)	280.96 (0.02753)	262.40 (0.02572)	217.25 (0.02129)	124.43 (0.01219)	88.38 (0.00866)	66.43 (0.00665)	45.11 (0.00442)	26.31 (0.00258)
		Vs	0.22	0.23	0.21	0.15	0.106	0.078	0.063	0.047	0.029
	3.0	W	196.42 (0.01925)	209.74 (0.02055)	218.68 (0.02143)	177.51 (0.01739)	144.87 (0.01420)	114.21 (0.01119)	84.33 (0.00826)	65.37 (0.00644)	43.81 (0.00430)
		Vs	0.16	0.17	0.175	0.14	0.12	0.101	0.081	0.068	0.049
	9.0	W	99.82 (0.00978)	104.84 (0.01027)	109.37 (0.01072)	88.79 (0.00870)	85.26 (0.00836)	73.31 (0.00718)	58.21 (0.00570)	49.11 (0.00481)	42.57 (0.00417)
		Vs	0.075	0.08	0.09	0.07	0.07	0.064	0.057	0.052	0.047

Table 2.

Mechanical work W [g. cm². sec⁻², (Joule's value)] and stroke volume V_s (cm³) per beat at the system of various compliances (expressed by volume of air) of ventricle preparation shown in Fig. 6.

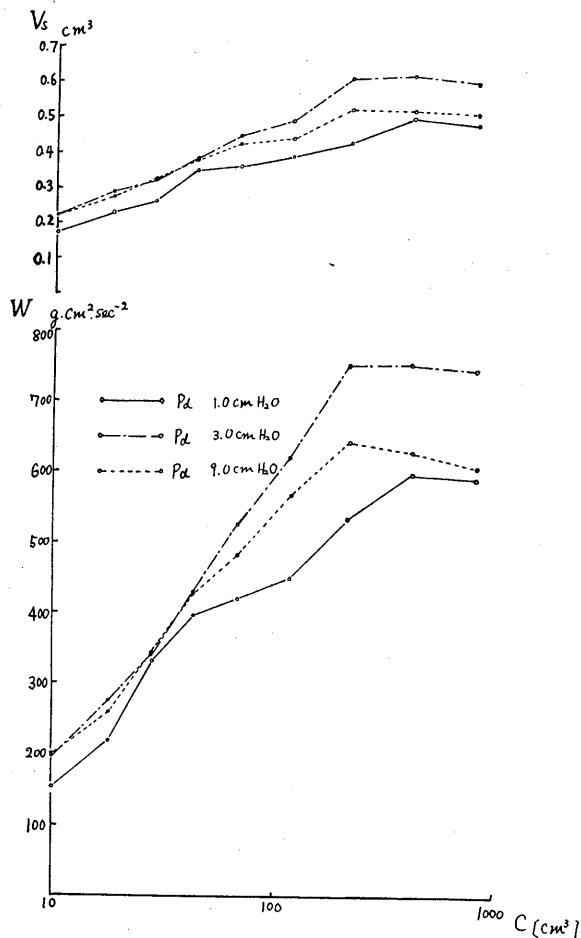


Fig. 7-I

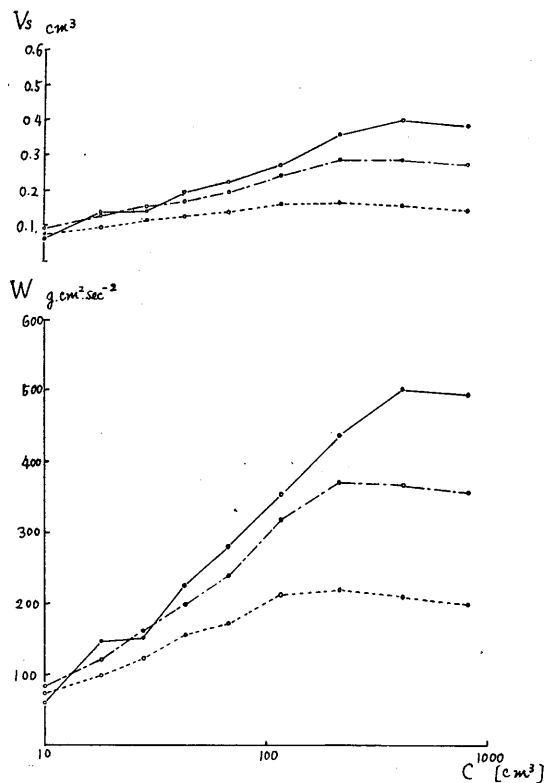


Fig. 7-II

値とよく一致することを示している。又彼は球の公式を用いて、或る心室容積からの搏出量を計算し、これが実測値とよく一致することを認めている。Starling が犬の心肺標本の実験において見出したところの、搏出量増加が充満度の増加に伴って起るという事実 (law of heart) も、この2要素説をもって説明出来るとしている。

筆者の実験成績において見られたところの、compliance 増大に従い心搏動によってなされる仕事量が大となるという事実も、Reichel のこの2要素説の考えを導入して、Fig. 8 のごとく、一端を固定した筋条片にバネを接続しさらにバネの他端を固定したものを想定し、筋収縮に際してなされる仕事量が、バネの有する compliance が変化した時如何に変化するかを考えてみると、下式のようになる。

即ち Fig. 8 において、筋条片が短縮した時

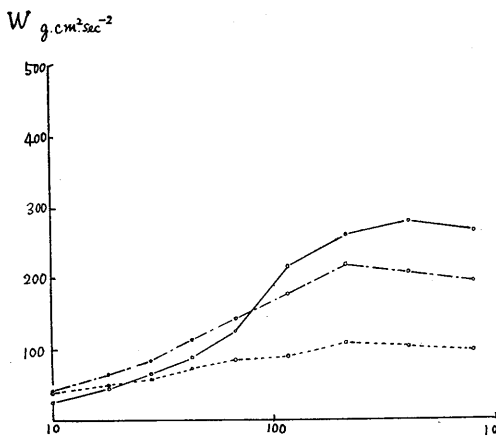
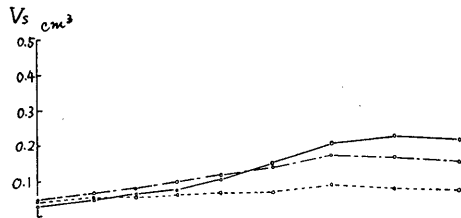


Fig. 7-III
 Fig. 7.

Stroke-volume (V_s) and mechanical work (W) in the system of various compliances of a ventricle preparation shown in Fig. 6.

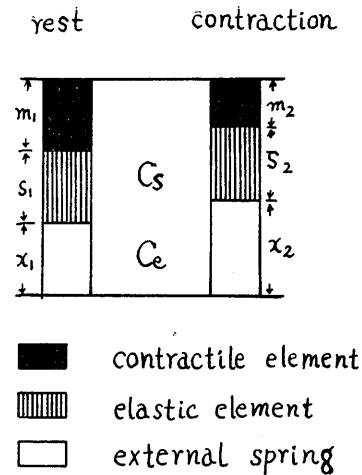


Fig. 8.

The schema of contraction based on the two-elements theory.

を考えてみると、

収縮要素の実際の短縮…… $m_1 - m_2$

収縮要素の見掛上の短縮…… $x_2 - x_1$

弾性要素 S_1 の張力…… $\frac{S_1 - S}{C_s}$

弾性要素 S_2 の張力…… $\frac{S_2 - S}{C_s}$

バネ x_1 の張力…… $\frac{x_1 - X}{C_e}$

バネ x_2 の張力…… $\frac{x_2 - X}{C_e}$

但し C_s , C_e は夫々弾性要素、バネの compliance を示す。

S_1 , x_1 及び S_2 , x_2 は夫々つり合っているから、

$$\frac{S_1 - S}{C_s} = \frac{x_1 - X}{C_e} \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{S_2 - S}{C_s} = \frac{x_2 - X}{C_e} \dots\dots\dots (6)$$

(5) (6) より

$$\begin{aligned} \frac{S_2 - S_1}{x_2 - x_1} &= \frac{C_s}{C_e} \\ m_1 - m_2 &= (S_2 - S_1) + (x_2 - x_1) \\ &= \frac{C_s(x_2 - x_1)}{C_e} + (x_2 - x_1) \end{aligned}$$

$$m_1 - m_2 = \left(\frac{C_s}{C_e} + 1 \right) (x_2 - x_1) \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{張力を } f(x) = \frac{x-X}{C_e}$$

とおくと、

$$W = \int_{x_1}^{x_2} f(x) \cdot dx = \frac{1}{C_e} \int_{x_1}^{x_2} (x-X) dx$$

$$= \frac{1}{C_e} \left\{ \left[\frac{x^2}{2} \right]_{x_1}^{x_2} - \left[x \cdot X \right]_{x_1}^{x_2} \right\}$$

$$= \frac{1}{2C_e} (x_2^2 - x_1^2) - \frac{1}{C_e} (x_2 - x_1) X$$

(7) より

$$x_2 - x_1 = \frac{C_e(m_1 - m_2)}{C_s + C_e} \dots \dots \dots (8)$$

なる故

$$\begin{aligned} W &= \frac{m_1 - m_2}{2(C_s + C_e)} (x_2 + x_1) - \frac{m_1 - m_2}{C_s + C_e} X \\ &= \frac{m_1 - m_2}{C_s + C_e} \left(\frac{x_2 + x_1}{2} - X \right) \\ &= \frac{m_1 - m_2}{C_s + C_e} \left\{ \frac{m_1 - m_2}{2(C_s + C_e)} C_e + x_1 - X \right\} \end{aligned} \quad (9)$$

m_1, m_2 を恒数と考え一定の初期張力から収縮が発したと考えると、これは $x_1 - X/C_e$ が

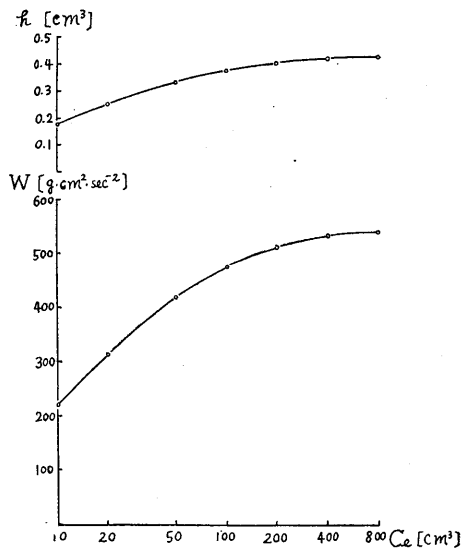


Fig. 9.

The contraction height (h) and mechanical work (W) in the system of various compliances (C_e) calculated from the theoretical basis [formula (10) and (11)].

一定ということであるから、 $x_1 - X = k \cdot C_e$ (k は初期張力)、又 $m_1 - m_2 = A$ は一定であるから、収縮高を h とすると、(8) より

$$h = \frac{A \cdot C_e}{C_s + C_e} \dots \dots \dots (10)$$

であり、又

$$W = \frac{A}{C_s + C_e} \left\{ \frac{A \cdot C_e}{2(C_s + C_e)} + k \cdot C_e \right\} \dots \dots (11)$$

により収縮に際してなす仕事計算される。従って、 $C_e = 0$ 及び $C_e = \infty$ の時の収縮高及び仕事は、それぞれ、 $h = 0$, $W = 0$ および $h = A$, $W = k \cdot A$ (初期張力×収縮高) となる。 dh/dC_e , dW/dC_e をとってみれば分かるように、 h , W は C_e の増力と共に増加し極大極小点をもたない。この関係に適当な C_s , C_e , A , k の値を入れて曲線にあらわすと、Fig. 9 のようになる。

以上の計算は筋線維の長さの変化について行なったものであるが、syncytium をもって袋状をなす心室筋については必ずしも同じことが成り立たぬであろう。これについては既に Reichel⁸⁾が論じているところで、また弾性論の立場から、球全体のもつ compliance を構成物質の弾性的性質から計算することも困難ではないが、例えいかに正確な数式を導いても、実際の収縮の様相を正確に表現し得るとは考えられない。さらにここで行なった実験では、compliance が空気圧の自乗に比例して減少するのであるから、単純に理論の結果と直接比較することができない。若し比較するとするならば、compliance が収縮中余り変わらぬところ即ち比較的高 compliance の状態での弾性収縮について考えるべきであろう。殊に初期張力の大きい時に比較的高 compliance に近いものが成立する。何れにしろ compliance が圧との間にいかなる関係をしめそうとも、搏出量や仕事は、compliance の増大と共に単純に増大すべきものと考えることができ、ある compliance の時に搏出量や仕事の極大点があったという実験結果に反する。

然しこれをもって2要素説が誤っていると速断することはできない。ここに用いたような袋

状標本では、収縮に伴う搏出量は初期容積によって限定されるからであり、もしそうだとすると、初期容積の多い時、即ち同一空気容積では初期張力の大きい時の方が飽和に達することが少ないと考えられる。然しながら実験事実はむしろそれと反対に、比較的低い初期張力の際に搏出量も大きく仕事量の最大点も大きい部分にある。後の事実については、同一空気容積では compliance は空気圧の自乗に反比例するのであるから、(8) 式において C_e は圧の高い程減少するから、初期張力の高い方のなす仕事の方が小さくてもよいわけであるし、又 $m_1 - m_2$ そのものも、予備実験や Reichel⁷⁾ の研究結果によって明かなように、初期張力によって変わると考えられる。従って上記の結果は、定性的には必ずしも 2 要素説と矛盾しない。

これらの点を総合して考えると、種々の compliance 下での心臓の搏出量やその仕事についての大体の性質は、筋線維に含まれる弾性的要素によって説明出来る点もある半面、到底これをもっては説明出来ぬ点もあるということになる。

それでは 2 要素説で説明できぬ点を如何に解釈するかについては、現在のところ収縮要素の諸性質が明確に分かって居らず、筋弾性自体が複雑な様相をしめすこと (Reichel¹¹⁾) を考えると、早急に憶測を加えることは出来ない。又仕事についても Frank²⁾ が詳細に述べているように、ここで計算したもの他に、液の各部分部分のもつ速度仕事を始めとして多くの要素があるし、実際の循環系では弁が存在し、弛緩が完全に受動的に行なわれるわけではないから、(4) 式で計算された仕事は、全仕事の中の大きな部分をしめすものの、必ずしも仕事全体を代表するものとはいへぬかも知れない。しかし compliance の値が心機能の重要な力学的要素に、どの程度の影響をあたえるかを考える基礎的資料としては、十分に役立つであろう。

実際のヒキガエルの血管系が、どの程度の compliance を持っているかについての確実な data を知らぬが、直接大動脈を測ると初夏の

頃で、血圧は水銀柱で 30mm~50mm 位の平均血圧をもち、血圧振巾は 20mm 位に達したから、Windkesseltheorie¹⁶⁾によって計算すると、搏出量 0.3cm^3 位として、空気容積におきかえて、 60cm^3 位が大ざっぱに動脈系の Windkessel の compliance として評価できる。この値をもって、本実験の最大仕事量を示す compliance の値と比較すると、生体内においては、弾性的に充分余裕をもった収縮を営んでいるものと考えられる。心室の compliance は本実験での静止時伸展曲線のしめす通りで、空虚時には相当大きく拡張するに従い急激に減少するが、それでも張力 $20\text{cm H}_2\text{O}$ 程度で $6\sim 7\text{cm}^3$ の空気容積に相当する compliance を有する。更に静脈系は伸展性が大きいので、これよりもずっと大きい compliance をもっているであろう。しかし心房収縮に伴う静脈系への逆流は、心房筋の走行上制限されるといわれているから、実動 compliance はそれ程大きくないかも知れない。然し動脈系よりも大きな compliance があることは想像に難くない。実際筆者の実験結果において、洞房標本における方が、心室標本におけるより compliance 大なる点において、仕事量の最大点が見られることは、この点より考えて興味が深い。

心室標本の方が洞房標本に比べ、実験を繰返すと仕事量が急激に減少する点については、心室は壁が厚く、酸素不足や代謝産物の蓄積が起り易い為かと考えられる。

弛緩期圧 $3\text{cm H}_2\text{O}$ においては、第 1 回目の実験値についてみる時、同一 compliance の下において他の圧の場合よりも仕事量が大である点、および予備実験において行なった等尺性曲線、等張力性曲線上の値については、Suzuki¹⁴⁾、内海¹⁵⁾、福原³⁾⁴⁾ 等の実験結果からの値と近似する。しかし実際の静脈圧は、この最大仕事を示す圧に近いが、弛緩期動脈圧がこれより大きい理由については不明である。

V. 要 約

ヒキガエルの洞房標本及び心室標本を用い、

これらの収縮状態及びそのなす仕事量が、外部系の compliance によりいかに変わるかを検討した。その結果、次のような事実が観察された。

1) compliance の増加に伴い搏出量及び収縮時になす仕事量は漸増し、或る値で極大を示し、非常に大きな compliance ではかえっていずれも減少することが見られた。

2) 洞房標本における方が心室標本におけるより compliance の大なる点において、その収縮による仕事量の極大点が見られ、これは生体内における心機能の点より考えて、合目的々であるという事が出来る。

3) いずれの標本においても、弛緩期圧 3cm H₂O の時の収縮による仕事量は、1cm H₂O、9cm H₂O の場合より大であった。

以上の事実を、Reichel¹³⁾ の 2 要素説に従い説明しようと試みたところ、或る点では確かに理論と事実の一致が見られたが、又或る点では全く矛盾した結果を得た。

終りに臨み、御懇篤な御指導御校閲を頂いた恩師畠山一平教授に深甚の謝意を表し、併せて、種々御協力にあずかった教室員各位に心から御礼申上げる。

文 献

- 1) Debler, C. (1936) Zur Dynamik des quergestreiften Muskels. Z. Biol. **97**, 93
- 2) Frank, O. (1899) Die Grundform des arteriellen Pulses. Z. Biol. **37**, 483
- 3) 福原 武 (1941) ヒキガエルノ心室ノ等長性並ビニ等張力性収縮 日本生理誌 **6**, 305
- 4) 福原 武 (1942) ヒキガエルの心臓の洞心房標品についての力学的研究 日本生理誌 **7**, 95
- 5) 畠山一平 (1959) 循環系の力学的現象の電氣的測定 医用電子装置研究専門委員会資料 電気通信学会
- 6) 畠山一平 (1959) Electrocapacitography. A methode for recording changes in volume of body and organs. Jap. J. Physiol. **9**, 387
- 7) Reichel, H. (1936) Quantitative Beziehungen zwischen Ruhe- und Reizzustand des Skelettmuskels. Z. Biol. **97**, 429
- 8) Reichel, H. (1938) Die Beziehungen zwischen Länge und Spannung, Volumen und Druck des Herzmuskels. Z. Biol. **99**, 63
- 9) Reichel, H. und E. Kapal (1939) Die Mechanik des Herzens bei Änderung des arteriellen Drucks. Z. Biol. **99**, 581
- 10) Reichel, H. (1952) Das plastische und elastische Element des Herzmuskels. Pflüg. Arch. ges. Physiol. **257**, 202
- 11) Reichel, H. (1952) Muskelelastizität. Ergebn. Physiol. **47**, 469
- 12) Reichel, H. und F. Zimmer (1955) Über die Spannungsabhängigkeit der Erschlaffung des Skelett- und Herzmuskels. Z. Biol. **108**, 294
- 13) Reichel, H. (1956) Die Herzdynamik unter dem Einfluss des peripheren Kreislaufs. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung. 22 Tag. 3
- 14) Suzuki, T. (1935) On the optimum condition of pressure stretching the musculature of the sinus-atrium preparation of the Heart of Japanese Toad. The Nagoya J. Med. Sci. **9**, 1
- 15) 内海文章 (1952) 心房の内圧及び容積変化とその外部的仕事 日大医学誌 **11**, 46
- 16) Wezler, K. und A. Böger (1939) Die Dynamik des arteriellen Systems. Ergebn. Physiol. **41**, 292
- 17) Wiggers, C. J. (1952) Circulatory Dynamics. Physiologic Studies. Grune and Stratton.

Summary

The influence of the elasticity of the external system on the contraction of cardiac muscle was investigated. The sinus-atrium preparations and ventricle preparations of Japanese toads were used.

The results obtained were as follows:

1) Generally, the stroke volume and mechanical work increase with the increase of compliance. However, in the system of large compliance, they were rather prone to decrease.

2) The compliance in which the maximum work were made, was larger in the sinus-atrium preparation than in the ventricle preparation.

3) The maximum work was observed at 3cm H₂O in both preparations. These facts were discussed on the basis of the two elements theory of Reichel¹³⁾.

(Department of Physiology, Yokohama University School of Medicine)

諸種色素の運動神経終板に対する作用及び Guanidine,

Amino Guanidine 等の影響 612.815.2:612.014.469

Blocking effects of various dye materials the motor end-plate transmission and recovering by guanidine or aminoguanidine

坂 井 栄 隆 (SAKAI-Eiriu)*

I. 緒 論

坐骨神経筋標本をカルシウム不足の等圧溶液に入れておくと、伝達中断が起りこれがグアニジンを与える事により伝達回復が起る事、カルシウム不足の代りに植物油を外液とした場合も同じ現象が起る事等については、堤及び著者等の既に研究した所である²⁾⁵⁾。

著者はグアニジンとほぼ同じ様な働きを持つ諸種色素を用いて、これ等が運動神経終板に如何なる作用を持つか、又その作用は如何なる機制によるかと云う問題を研究しようとして以下の実験を行なった。

1) 色素はエオジン、メチレンブルー、トリインブルー、イサミンブルー、コンゴーレッド、スカーレットレッド等を用い、之れが適当濃度の Ringer 氏溶液を作り次章に示す様な各種の実験を試みた。

参考としてグアニジン、アミノグアニジンをを用いている。

2) 実験の方法は、上記各種の物質の等圧 Ringer 氏溶液の中に先ず神経筋標本を浸して果してグアニジン収縮に似た諸種色素収縮が起るかどうかを決める。以下この収縮を仮りに「グアニジン様収縮」と呼ぶことにする。もしグアニジン様収縮が起るとすればその潜時はどれ位で、且つ又その持続時間はどれ位であるかを測定する。

3) 上記実験でグアニジン様収縮が起った後、神経筋への伝達中断が起るかどうかを決定する。即ち 2) に於いて測定した持続時間と伝

達中断時間とが等しいかどうかを調べ、もしも等しい時或いは、等しからざる場合でも伝達中断が起きた時、ただちにグアニジン又はアミノグアニジン収縮を起す濃度を与え伝達回復があるかどうか、若しあるとすればどれ位の持続時間があるかを定める。

4) 各々の物質について縫工筋の中央一部にこれを投与し、1つの筋端に刺戟を与えて生ずる収縮が果して他の筋端に伝わるかどうか。即ち伝導中断が起るか否かを見る。もし伝導中断が起る場合には投与した物質の濃度と中断時間との間に如何なる関係があるかを定める。同様の実験を神経の一部に投与することにより、神経の伝達中断が起るや否やを検定する。之等の実験は何れも神経及び筋に諸種色素を投与する実験であるから、若しも始めに投与しただけで連続収縮が起るとすれば、筋にも神経にも化学的刺戟となるや否やを決定することが出来る。

若し上記の実験で神経及び筋で塩縮に似た収縮が起らないとすれば第1の実験で得た答は運動神経終板の作用に帰することが出来るから生理学上の意義がある。

II. 実験方法

の臺左右の坐骨神経縫工筋標本を使用した。

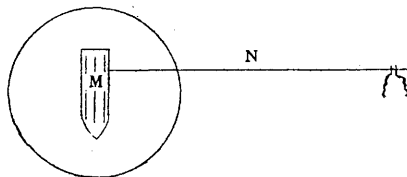


Fig. 1.

M: Muscle, N: Nerve.

* 慶応義塾大学医学部生理学教室 (林 麟教授)
〔昭和35年1月14日受付〕

Fig. 1 の如くシャーレに各種色素の適当濃度の Ringer 氏溶液を入れ、その中に神経筋標本を浸漬し坐骨神経の中枢端に単一極大開放刺激を与え、筋が間接刺激に応じなくなるのををもって伝達が中断されたものとした。

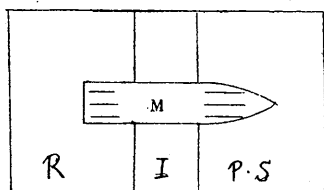


Fig. 2.

M: Muscle. R: Ringer's solution. I: Indicator. PS: Physiological solution.

猶伝達中断に陥った神経筋がグアニジン、アミノグアニジンによる回復の効果を調べる為にも上記同様の方法を用いた。又筋に対する影響を検する為に筋を三等分する如く、Fig. 2 の様な3室を有する容器を歯科用パラフィンワックスを用いて作製し、この中に筋を入れ、その各室境界部を白色ワセリンで固定し、中央室に Ringer 氏溶液で至適濃度とした試薬を、その左右の各室に夫々 Ringer 氏溶液、生理的食塩水を満し、互の液の交流を防止して、生理的食塩水中で筋の一端に起きた塩縮¹⁾の他端への伝導を観察した。

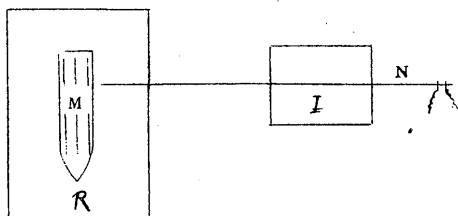


Fig. 3.

M: Muscle. N: Nerve. I: Indicator. R: Ringer's solution.

また神経自体に対する試薬の影響を調べる為に、Fig. 3 の如き麻醉箱を歯科用パラフィンワックスで作製し、その1室に Ringer 氏溶液を入れその中に神経筋を浸し、神経の一部を麻醉箱の中を通す様に装置し、この中に試薬を入れ境界部を白色ワセリンで固定し薬物の流漏を防

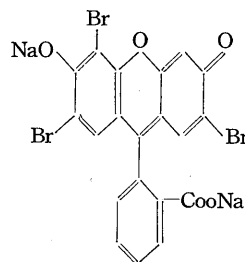
止した。この際麻醉箱に入れる神経の一部を脱鞘したもの、摘出の儘のものとの各々について調べた。

刺激装置には Porter 型感應電気機 (捲軸距離 9cm, 二次コイルの傾斜角度 180°) を、刺激電極は、極間距離 2mm の白金電極を使用した。猶電源には 25V の蓄電池を使用し水銀スイッチを開閉して下降電流を断続せしめた。

実験に使用した物質は次のものである。色素は、

1) Eosine Y (Eosine Yellowish)

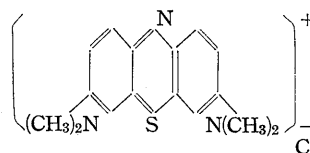
Bromoeosine: Tetrabromofluorescein



mol wt 691. 91 (純正化学 K. K)

2) Methylene Blue

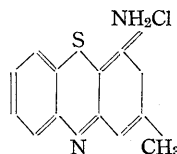
Methylthionine chloride



mol wt 373. 90 (Koso chemical Co. L td)

3) Toluidine Blue

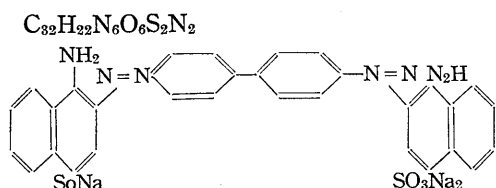
Dimethyltoluthionine chloride



mol wt 305. 83 (東京化成工業 K. K)

4) Congo Red (Kongorot)

Sodium diphenyldiazo-bis- α -naphthyl-aminesulfonate

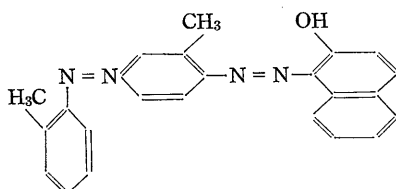


mol wt 696. 67 (E Merch AG-Darmstadt)

5) Scarlet Red (Bieblischer Scharlach)

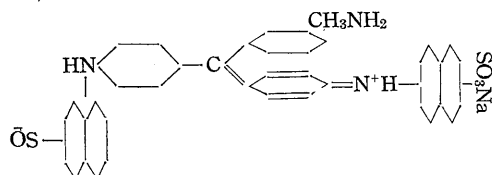
O-Tolylazo-O-tolylazo- β -naphthol

$\text{C}_{24}\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}$



mol wt 380. 43 (Chroma-gesellschaft Schmid & Co)

6) Isamine Blue (Isaminblau)



(Q. Grüber & Co)

以上6種の色素の外に Guanidine は Guanidine Carbonate を用いた。

$(\text{CH}_5\text{N}_3)_2\text{H}_2\text{CO}_3$

mol wt 180. 17 (東京化成工業 K. K)

Amino Guanidine は Bicarborate を用いた。

$\text{NH}_2\text{NHC}:\text{NHNH}_2\cdot\text{H}_2\text{CO}_3$

mol wt 152. (Eastman Organic Chemicals)

また端板のクラレ剤として, Amelizol (吉富製薬) を使用した。之れは 1cc 中に Tubocurarine Chloride 3.0mg 及び, クロロブタノール 5mg を含んだ等張食塩水溶液である。

以上の薬物は, 冷血動物用 Ringer 氏溶液を用いて至適濃度となし, 特に色素は光に対する感受性を考慮して実験の当日 Ringer 溶液で溶いて実験に使用した。

III. 実験成績

其の1 アミノグアニジンの実験

既に堤・増田⁶⁾等が神経筋標本を, 適当濃度

の塩化グアニジン溶液(又は炭酸グアニジン)に入れると, 筋はリズムある収縮を繰り返す事を確認し, その収縮を仮りに「グアニジン収縮」と名付けた。そのグアニジン収縮はグアニジンがどこに作用して起るか云うに, 神経又は脱鞘神経に与えても起らないし, 筋に直接与えても起らないが, 神経標本で起るのであるから必然的に運動神経と, 骨骼筋との間の組織即ち, 運動神経端板そのものに作用し, 之れを刺戟して, 持続的に筋収縮を繰り返させるものと考えねばならない。然かもそのグアニジン収縮は永久に続くものではなくて, 濃度の函数ではあるが一定の時間で生じなくなる。然かもその時は, 再び伝達中断が神経と筋との間に於て起るのである。又 Ca イオン欠乏溶液中で伝達中断に陥った神経筋の端板にグアニジン作用させた時に起る刺戟伝達の回復の際も又グアニジン収縮の連続する時間丈け有効で, その時間以上経過すると再び伝達中断を起す。

さてアミノグアニジンは上記のごとくグアニジン構造式はわずかに違うが同族物質であるから, 果してグアニジンと全く同じ性質を持つであろうか, 次に実験的に之れを決定しよう。

実験 A

筋に対しアミノグアニジンでグアニジン様収縮が起るか, その潜時および持続時間はどの位か, 又神経筋に対し中断現象を起すか, 若し起すならその潜時はどの位かを調べた(実験方法の項, Fig. 1 参照)。

実験結果は Table 1 の如くである。

Table 1.

アミノグ アニジン Ringer濃 度 (%)	グアニジン様 収縮を起す迄 の潜時 (分)	グアニジン様 収縮の持続時 間 (分)	室 温 (C)
0.2	63	149	20
	56	153	20
	59	122	20
	36	142	20
	29	154	20
	16	105	27
	4	52	30
	5	83	30
	10	48	30
	33	60 + α	27
0.15	25	60 + α	27
0.1			20
			20

Table 2.

アミノグ アニジン Ringer濃 度 (%)	グアニジン様収縮		筋にグアニジン 様収縮が起きて より、神経筋に 伝達中断の起 る迄の潜時 (分)
	潜 時 (分)	収縮の持続 時間 (分)	
0.2	18	77	87
	35	97	91
	56	153	56
	59	122	50
	36	142	107
0.1	∞		

アミノグアニジンも炭酸グアニジンと同様、筋のグアニジン収縮が停止するのと相前後して神経よりの間接刺激が無効となり伝達中断を起す。

猶使用したアミノグアニジン重炭酸塩は、水溶性であるが極めて難溶で、0.2% 以上の濃度を得る事は出来なかった。

実験 B

次に筋繊維に対する影響を筋三分法で調べた(実験方法 Fig. 3). 生理的食塩水に浸した筋の一端に塩縮が起ると、中央室のアミノグアニジンの影響を何等受ける事なく、直ちに他端に伝わり2時間を経過しても、その伝導の中断は起きない。勿論電機刺激は直ちに伝わる。

実験 C

神経に対する影響を調べる為に、脱鞘、未脱鞘神経について実験を試みた(実験方法 Fig. 3). その各々について2時間を経過して何等の影響も及ぼさない。

以上の実験結果より、アミノグアニジンも又炭酸(塩酸)グアニジンと同様に神経筋の端板に特異的作用のある事がわかる。

実験 D

Ca イオン不足或いは、d-Tubocurarineで伝達中断に陥った神経筋に対してアミノグアニジンにもグアニジン同様の回復の効果があるか、次の実験を試みた。

Ca イオン不足で伝達中断に陥った神経筋に対してはどうか (Table 3).

先きに堤、増田が d-Tubocurarine による基の神経筋の伝達中断に対し、炭酸(塩酸)グアニジンが回復の効果ある事を調べたが⁶⁾⁴⁾、アミノグアニジンは如何、第4表の如くであり、

Table 3.

Ca イオン 欠乏 Ringer で神経筋の 伝達中断に 要する時間 (分)	0.2 %ア ミノグア ニジンで 恢復する 潜時 (分)	筋にグア ニジン様 収縮の起 る迄の潜 時 (分)	恢復し てより 再中断 する迄 の時間 (分)	筋にグ アニジ ン様収 縮持続 時間 (分)	室温 (C)
111	2	18	50	25	20
50	4	10	29	22	20
50	3	14	72	70+a	27
69	4	2	34	70+a	27
82	3	18	14	60+a	27
21	1	31	92	60+a	27

ミノグアニジンは、炭酸(塩酸)グアニジンとその性質が殆んど同一である。

Table 4.

0.15% d-tubocura- rine で神経筋の伝 達中断に要する時 間 (分)	0.2 %ア ミノグア ニジンで 恢復する 潜時 (分)	グアニ ジン様 収縮	恢復して より再中 断する迄 の時間 (分)	室温 (C)
15	4	(-)	7	21
5	1	(-)	10	19
12	1	(-)	10	19
6	28	(-)	7	23
6	35	(-)	8	23
7	5	(-)	3	24

そこで以下の実験に炭酸(塩酸)グアニジンの代りにアミノグアニジンを用いている場合もあるが上記の基準となる成績から判断する事が出来るから両者を共に用いる事にした。

其の2 諸種色素による実験

実験其の1に示した様な諸性質を持つ端板現象を、仮りにグアニジン現象と名付けるならば、グアニジン及びアミノグアニジンの他に同じ様な結果を起させる物質があるだろうか。著者はこの点に関して諸種色素の中にありはしないかと考え、前記6種の色素を用いて実験を試みた。即ちグアニジン又は、アミノグアニジン様収縮を起すか、下記の如くである (Table 5).

Table 5.

物質名	エオ ジ ン Y	メチ レン ブル ー	トル イ ン ブル ー	イサ ミ ン ブル ー	コン ゴ ー レ ッ ド	スカー レ ッ ト レ ッ ド
濃 度 (Ringer) %	1.0~ 5.0	1.0~ 3.0	0.1	3.0~ 5.0	0.5~ 1.0	3.0
グア ニ ジ ン 様 収 縮	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)

Table 5 の如く、コンゴレッドと、スカー

レットレッドの濃度の高いものには、グアニジン様の筋収縮があるので、その潜時及び、筋収縮の持続時間及びそれ等の濃度との関係を調べた所、Table 6 にしめす結果を得た。猶エオジン、メチレンブルーは、次第に筋肉を萎縮硬化せしめて遂には電氣的刺激にも応じない様になる。

Table 6.

物質名	濃度 (Ringer液) (%)	筋にグアニジン様収縮を起す潜時	筋のグアニジン様収縮の持続時間 (分)	室温 (C)
コンゴアレ ッド	1.0	40'	72	24
		45'	75	24
		85'	35	24
メチレン ブルー	0.5	90'	30	24
		5''	5	21
		8''	6	21

次に神経筋の刺激伝達に対しては如何、実験成績を表示すると Table 7 の如くである。

Table 7.

物質名	濃度 (Ringer液)	神経筋の伝達中断を起す迄の時間 (分)
エオジンY	0.5	∞
		11
		32
	1.0	57
		72
	2.0	36
		42
	3.0	23
		24
	5.0	17
メチレン ブルー	1.0	79
		106
	3.0	69
		72
	0.05	∞
トルイジン ブルー		44
		53
	0.1	60
		63
		77
イサミ ンブルー		130
	1.0	∞
	3.0	95
		147
	5.0	80
コンゴ アレ ッド		88
	2.0	∞
	2.5	45
	3.0	30
		35
スカー レット レッド	1.0	∞
	3.0	45
		59

Table 6 及び Table 7 の結果よりコンゴアレッドとスカーレットレッドには、筋にグアニジン類似の収縮を起させる性質はあるが、この収縮と、神経筋の伝達中断との間には、グアニジン程顕著な関係は認められない。

ではこの神経筋の伝達中断現象は、神経筋のどの部分に作用して起るか、筋繊維か、筋三分法で之を調べた所、Table 8 の如くである。

Table 8.

物質名	濃度 (Ringer液) (%)	塩縮の伝導	伝導の持続時間 (分)
エオジンY	1.0	(+)→(-)	3~20
メチレン ブルー	1.0	(+)→(-)	168
	3.0		103
トルイ ジンブルー	0.1	(+)	180+a
イサミ ンブルー	3.0	(+)	180+a
	5.0		
コンゴ アレ ッド	0.5		
	1.0	(+)	180+a
	2.5		
スカー レット レッド	3.0	(+)	180+a

上表の如くトルイジンブルー、イサミンブルー、コンゴアレッド、スカーレットレッド等は3時間の観察を通して、最初より最後迄筋の一端に生理的食塩水で起きた塩縮を、中央の試薬部を通して他端の Ringer 液側に伝え、筋繊維に何等の影響をも与えない、即ち 180'+a 刺激の伝導が見られるが、エオジンとメチレンブルーは一定の時間で伝導中断するから筋繊維に或る程度の影響があることが分ったが、伝達中断

Table 9.

物質名	濃度 (Ringer液) (%)	伝導中断	
		神経の潜時	脱鞘神経の潜時 (分)
エオジンY	1.0	∞	17
			21
			25
メチレン ブルー	5.0	∞	8
			9
	3.0	∞	24
トルイ ジンブルー	0.1	∞	34
			∞
イサミ ンブルー	3.0	∞	∞
コンゴ アレ ッド	3.0	∞	57
			67
スカー レット レッド	3.0	∞	101

の時間に比すればこれが伝達中断の原因ではない。

では神経繊維についてはどうかを調べた所 Table 9 の成績を得た。

次に本実験で使用した諸種色素が、神経筋の刺激伝達を中断させる事を Table 7 で示したが、之等の伝達中断はグアニジン又は、アミノグアニジンにより恢復するかどうかを調べた。その結果は Table 10 の如くである。

Table 10.

物質名	濃度 (Ringer 液) (%)	伝達中断 を起すに 要した時 間 (分)	0.4% 炭酸グアニジン 又は 0.2% アミノ グアニジンによる	
			恢復の潜 時 (分)	再中断す る迄の時 間 (分)
エオジン Y	1.0	43	∞	∞
		47		
		47		
		67		
メチレンブ ルー	1.0	79	∞	∞
		106		
		44		8
		59		4
トルイジン ブルー	0.1	60	11	12
		77		
		83		5
		130		8
イサミンプ ルー	3.0	147	6	120+a
		158		
		80		9
		88		10
コンゴーレ ッド	3.0	30	8	75
		35		4
スカーレッ トレッド	3.0	45	3	89
		59		3

Table 10 の如くエオジン、メチレンブルーによる神経筋の伝達中断にたいしては、グアニジン、アミノグアニジンは全く恢復の効果を示さないが、他の色素により起きた神経筋の伝達中断に対しては、一過性の恢復効果のある事が認められる。

其の 3 Ca イオン欠乏又は、d-Tubocurarine による神経筋の伝達中断に対する諸種色素の恢復効果

之等の伝達中断に対して、諸種色素が、グアニジン、アミノグアニジンの如く恢復の効果があるだろうか、次表の如くである。

即ちエオジンは Table 11 に示す如く、Ca イオン欠乏 d-Tubocurarine 両者で起る神経筋の

伝達中断に対し、共に一過性の恢復の効果がある。但しこの場合筋にグアニジン様収縮は伴わない。

Table 11.

物質名	濃度 (Ringer) (%)	伝達中断 を起させ た薬物	エオジン による恢 復の潜時	恢復して より再中 断する迄 の時間	エオジ ンの筋 に対す る影響
エオジ ン Y	1.0	Ca イ オン欠 乏 Ringer	30"	105'	痙縮
			45"	56'	
			30"	20'	
	1.0	0.15% d- tubocur- arine	3'	4' 55"	痙縮
			2' 20"	2' 40"	
			1' 30"	7' 40"	

メチレンブルーは Table 12 に示す如くで、エオジンと同様グアニジン様収縮を伴わない一過性の恢復効果がある。

Table 12.

物質名	濃度 (Ringer) (%)	伝達中断 を起させ た薬物	メチレン ブルーに よる恢 復の潜時	恢復して より再中 断する迄 の時間	メチレ ンブルー の筋に 対する 影響
メチレ ンブル ー	3.0	Ca イ オン欠 乏 Ringer	2' 10"	18'	痙縮
			10'	23'	
			1' 30"	50'	
	1.0	0.15% d- tubocur- arine	18"	1' 27"	痙縮
	3.0		30"	8' 15"	
			38"	5' 17"	

トルイジンブルーも同様一過性の恢復効果がある事は Table 13 で分る。

Table 13.

物質名	濃度 (Ringer) (%)	伝達中断 を起させ た薬物	トルイジ ンブルー による恢 復の潜時	恢復して より再中 断する迄 の時間	トルイ ジンブル ーの筋に 対する影 響
トルイ ジンブ ルー	1.0	Ca イ オン欠 乏 Ringer	2' 30"	5' 30"	ナシ
			30"	5' 30"	
	1.0	0.15% d- tubocur- arine	20"	5' 40"	ナシ

イサミンプルーも Table 14 の如くグアニジン様の筋収縮を伴わないで、一過性の恢復効果がある。

Table 14.

物質名	濃度 (Ringer) (%)	伝達中断 を起させ た薬物	イサミン ブルーに よる恢 復の潜時	恢復して より再中 断する迄 の時間	イサミ ンブルー の筋に 対する 影響
イサミ ンブル ー	5.0	Ca イ オン欠 乏 Ringer	30"	20' 30"	ナシ
			20"	11' 30"	
			10"	15'	
		0.15% d- tubocur- arine	20"	3'	ナシ
	5.0		1'	3' 30"	
			2' 30"	5' 30"	

コンゴーレッドとスカーレットレッドは、夫々 Table 15, 16 に示す如く、共に Ca イオン欠乏で起った神経筋の伝達中断に対しては、ごく短時間ではあるが筋にグアニジン様収縮を起させ、共に一過性の恢復効果があるが、グアニジン、アミノグアニジンの如き恢復と筋収縮の関連性は認められない。

以上の諸実験を総括すると、Table 17 の如く

Table 15.

物質名	濃度 (Ringer) (%)	伝達中断を起させた薬物	コンゴーレッドによる恢復の潜時	恢復してより再中断する迄の時間	コンゴーレッドによる筋のグアニジン様収縮	
					潜時	持続時間
コンゴーレッド	1.0	Ca イオン欠乏	2'	117'	2''	1'
			1'	82'	2''	1' 30''
	3.0	Ringer	1'	2'	30''	2' 30''
			3	30''	25''	3'
	1.0	0.15% d-tubocurarine	1'	12' 50''	ナ	シ
	3.0		1'	5' 10''		

Table 16.

物質名	濃度 (Ringer) (%)	伝達中断を起させた薬物	スカーレットレッドによる恢復の潜時	恢復してより再中断する迄の時間	スカーレットレッドによる筋のグアニジン様収縮	
					潜時	持続時間
スカーレットレッド	1.0	Ca イオン欠乏	3' 10''	19'	10''	8' 10''
			5' 30''	25'	2'	1' 20''
	3.0	Ringer	2'	9'	30''	7' 30''
			1'	14'	20''	8' 40''
	1.0	0.15% d-tubocurarine	10''	9' 20''	ナ	シ
			8''	7' 20''		
	3.0		20''	5' 40''	ナ	シ
			40'	5' 20''		

Table 17.

物質名	エオジン Y	メチレンブルー	トルイジンブルー	イサミンブルー	コンゴーレッド	スカーレットレッド
神経筋の伝達中断	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
伝達中断前後の筋のグアニジン様収縮	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)
	但筋は萎縮	但筋は萎縮				
筋三分法による塩縮の伝導	(+)→(-)	(+)→(-)	(+)	(+)	(+)	(+)
神経の伝導中断	脱鞘神経	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)
		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
グアニジン及びアミノグアニジンによる恢復	(-)	(-)	(±)	(+)	(+)	(+)
その際のグアニジン様収縮	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)
Ca イオン欠乏による伝達中断時の神経筋に対する恢復の効果	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
		加重効果	加重効果			
d-tubocurarine による伝達中断時の神経筋に対する恢復の効果	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

であり、即ちエオジンとメチレンブルーは、互に相似た性質を有し、共に端板現象であるが、筋に対しても甚だ毒物で痙縮 (Contracture) を起す。

トルイジンブルーとイサミンブルーも、甚だ相似た性質を有する。

又コンゴーレッドとスカーレットレッドは、互に相似た性質があり、筋にたいしてはグアニジン様収縮を起すのみで痙縮 (Contracture) はない。

IV. 総括的考察

グアニジン、アミノグアニジンは、既に諸家の研究によっても著者の研究によっても、冷血動物神経筋標本をこれに浸漬すると、一定の潜時の後にリズムある収縮を起し永く続く⁶⁾。之れを仮りにグアニジン収縮又は、グアニジン様収縮と名付けるならば、その発生部位は神経筋接続部位即ち、端板に存在する事は確かである。以下同じ様に神経筋標本を浸漬する事により起る同様の現象を、「グアニジン様収縮」と名付ける事にする。

カルシャームが不足した Ringer 氏溶液に神経筋標本を浸漬すると、端板麻痺が起り、神経より筋に伝達中断が起る²⁾。

又 d-Tubocurarine についても全く同様である⁴⁾。この2つの端板麻痺は適当濃度のグアニジン、又はアミノグアニジンで恢復する³⁾⁴⁾。即ち一度中断した伝達が再び起る様になり、然かもこの際伝達恢復が起るとグアニジン又は、アミノグアニジンによるグアニジン様収縮が生ずる。本来グアニジン様収縮は一定時間経過すると止み、その

あと伝達中断が起るものであるが、グアニジン又はアミノグアニジンによる端板伝達の恢復も一定時間文けで、再び伝達中断がくるところをみると、第2の伝達中断はグアニジン又はアミノグアニジンの作用であろう。するとこのものの端板に対する刺戟作用が、Ca 欠乏又は d-Tubocurarine の中断を恢復させるのであって、即ちグアニジン又は、アミノグアニジンの端板刺戟作用が受け取られている間は、伝達も又行なわれていると考えてよい。

扱てグアニジン及び、アミノグアニジンの他に諸種色素が同じ様なグアニジン様収縮を生ぜしめるという報告があるので、著者はエオジンY、メチレンブルー等を含む6種の色素を用いて実験を試みた。

まずグアニジン様収縮は、エオジンY、メチレンブルー、トルイジンブルー、イサミンブルーにはない。コンゴレッドとスカーレットレッドには存在する事が分った。之等のグアニジン様収縮もその持続時間は、40分乃至90分程度で勿論濃度にもよるが収縮が止んだ時は、神経を刺戟すると伝達中断が起っているからグアニジン様収縮と同性質を持つ。但しグアニジン程正確に一致する現象ではない。

エオジンY、メチレンブルー、トルイジンブルー、イサミンブルーについても伝達中断に対しては全く同じで、一定時間に神経筋の伝達中断を起す。

然らば之等の色素が伝達中断を起すという証拠には、神経（脱鞘）の一部又は筋の一部に与えて試みると、エオジンY、メチレンブルーは伝導を中断せしめるにかかわらずトルイジンブルー、イサミンブルー、コンゴレッド、スカーレットレッド等は、筋の伝導を中断せしめず、又脱鞘神経については、トルイジンブルー、イサミンブルー、コンゴレッド、スカーレットレッド伝導を中断せしめるという成績を得た。

では之等の色素によって起る神経筋の伝達中断が、グアニジン又はアミノグアニジンで恢復するのであろうか、エオジンY、メチレンブルーでおこった中断は恢復しないにかかわら

ず、トルイジンブルー、イサミンブルー、コンゴレッド、スカーレットレッドでおこった伝達中断は恢復する。

さて最後にカルシウム欠乏又は d-Tubocurarineによる神経筋の伝達中断が、之等色素により恢復するであろうかというに、その恢復時間よの持続時間の長短こそあれ、総ての色素において伝達を恢復せしめるという結果であった。

上記を総括して述べると、

1) グアニジン、アミノグアニジン、コンゴレッド、スカーレットレッドは、神経筋標本に対しグアニジン様収縮を起させる。然しそれには一定の潜時があり、更に再び伝達中断が起る。

2) グアニジン、アミノグアニジン、エオジンY、メチレンブルー、トルイジンブルー、イサミンブルー、コンゴレッド、スカーレットレッドは何れも伝達中断を起すが、この中エオジンY、メチレンブルーは筋の伝導をも中断せしめ、又エオジンY、メチレンブルー、コンゴレッド、スカーレットレッドは脱鞘神経の伝導をも中断せしめる。

3) カルシウム欠乏による伝達中断又は d-Tubocurarine による伝達中断は、グアニジン、アミノグアニジン、エオジン、メチレンブルー、トルイジンブルー、イサミンブルー、コンゴレッド、スカーレットレッド等により総べて一時的に恢復せられ、一定時間伝達恢復のまま続きその後再び中断に陥る。

上記3項に総括した所を更に一般化して記載するならば著者の検した6種の色素及びグアニジン及びアミノグアニジンは、何れもCa不足による伝達中断および d-Tubocurarine による伝達中断を一時的に恢復せしめる働きがある。然るにこの恢復はグアニジンおよびアミノグアニジンに於ては、グアニジン様収縮と不即不離の関係にあるのかかわらず、エオジンY、メチレンブルー等はグアニジン様収縮を起さないにもかかわらず、起すものと同じに恢復せしめる。猶永久恢復ではないという点でもすべて一致している。上記の8種の物質は筋及び脱鞘神

経の伝達中断に対しては、或るものは之を起し、或るものは之を起さないが、之を起すものについても神経筋で伝達中断を起す時間よりも長時間を要するのであるから、これ等8物質の伝達中断は同じ意味を有するが、その他にいろいろの性質を有するものもあるということになる。即ち、これを概説して見ると次の結論になる。

1) グアニジン、アミノグアニジン、エオジンY、メチレンブルー、トルイジンブルー、イサミンブルー、コンゴレッド、スカーレットレッドは、何れも一定濃度で神経筋端板に作用して伝達中断を起す。

2) 上記伝達中断を起す濃度に於いて、Ca不足による伝達中断、及び d-Tubocurarine による伝達中断を一時的に恢復せしめる。即ち端板に対し特殊の働きを持つことに於て共通している。

3) アミノグアニジン、コンゴレッド、スカーレットレッドは伝達中断を起す迄にグアニジン様収縮を起す。然るにエオジンY、メチレンブルー、トルイジンブルー、イサミンブルー

はグアニジン様収縮を起さない。

4) グアニジン様収縮の有無にかかわらず上記諸物質は、伝達中断を恢復せしめるのであるから、端板刺激と中断恢復とは同じ働きではない。

終始御懇篤な御指導と御校閲を賜った林 麟教授に深謝し御鞭撻を賜った加藤元一教授、富田恒男教授に感謝の意を表する。

猶多大の御協力を下さった教室の方々に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) 林 麟 (1955) 塩縮の研究 本田書店
- 2) 堤 時彦; Ca 欠乏等圧イオン溶液の伝達中断について (日本生理誌に掲載の予定)
- 3) 堤 時彦 (1959) Ca イオン欠乏による運動神経終板の伝達中断に対する Guanidine の恢復作用について 日本生理誌 21, 15
- 4) 増田四郎 (1959) d-tubocurarine の骨格筋端板に対する作用と中枢運動系細胞とに対する作用の比較 日本生理誌 21, 839
- 5) 坂井栄隆; 運動神経終板の油麻痺について (慶応医学に掲載の予定)
- 6) 堤 時彦・増田四郎 (1959) Guanidine 及び Tetramethylammonium による筋の反復収縮について 日本生理誌 21, 50

Summary

1) A certain concentration of guanidine, aminoguanidine, congo red and scarlet red produced the rhythmic contraction by stimulating the motor endplate of excised muscles for several ten minutes, and after that they blocked in transmission of the end-plate.

2) When an excised nerve-muscle preparation was bathed in the solution without Ca^{++} ion the motor end-plate transmission was blocked with a certain latent period. This blocking through Ca^{++} free Ringer's solution was recovered temporarily by the applying of guanidine, aminoguanidine.

3) The blocking of the motor end-plate transmission through d-tubocurarine was also recovered by guanidine or aminoguanidine.

4) The same recovering effects as above were showed by guanidine, aminoguanidine.

5) The same recovery effects as above were showed by also congo red, scarlet red, eosine Y, methylen blue, toluidine blue, and isamine blue.

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

犬の脳橋の呼吸運動に対する影響 612.2:612.826.8

Influences of the stimulation of pons of dogs upon the respiratory movements

廖 順 元 (LIAO Shun Yan)*

I. 緒 言

1812年 Legalois が呼吸中枢が延髄にあることを指摘して以来これを立証する文献は多数あるが、1890年 Markwald¹⁶⁾ が家兎の下丘横断により無呼吸を惹起せしめて下丘に延髄呼吸中枢に対する呼吸を調節する中枢の存在を提起し、爾來延髄上位の脳幹が呼吸運動に重要な役割をなしていることが注目され、ことに1923年 Lumsden¹⁵⁾ が猫の下丘より延髄部に至る迄逐次切断実験をなし、下丘切断によっては呼吸運動に何らの影響をもたないことを証明して Markwald¹⁶⁾ の説をくつがえし、下丘より 2~3mm 尾側の橋尾端を切断することにより始めていわゆる“apneusis”を発起せしめることに成功し、ここに延髄呼吸中枢よりの上位の脳幹ことに橋が主要な特殊な位置を占めることが明らかとなった。この劃期的な Lumsden¹⁵⁾ の業績につづいて橋と呼吸運動に関する研究が多数なされている。我が教室では高濃度クエン酸ナトリウム微小刺激法を用いて大脳皮質、間脳および中脳と呼吸運動についての実験成績を発表してきたが¹⁰⁾¹⁹⁾²⁰⁾、著者は同様の方法をもって橋と呼吸運動との関係を調査し、副次的に同時に発する色々の体制運動あるいは自律系変化を観察し、あわせて切断実験を行ない、いささか知見をえたのでここに報告する。

II. 実験方法

実験動物は5ないし15kgの成犬92頭。

犬は Penthal sodium 静脈麻酔のもとに気管切開を行ない、気管内にカニューレを挿入して Marey のタンプールに接続して気流曲線を描か

せ、また必要に応じて胸下部あるいは腹上部の Band を介して胸廓運動変化を描記した。犬を腹臥位に固定し、頭蓋底をほぼ水平に保持した上で開頭、ついで硬膜を開き、後頭葉を挙上して小脳天幕を除去したのち、小脳と大脳後頭部との間に篋を挿入して大脳を前方に圧排し、海馬回と中脳外側部とを小綿球で丁寧に鈍性に剝離して中脳および橋吻側を露出する。さらに後頭骨および側頭骨を鑿除すれば容易に橋尾側に達しうる。

また橋腹側部の刺激の際は背臥位をとらせ、両側口角より顎関節部迄切離して顎関節を脱臼させ、過度開口位にて口蓋を充分視野のうちに露呈し、該部より頭蓋底にいたり、これを掘鑿して硬膜を開き橋腹面を露出した。

これらの手術手技は何れも容易であって、ある程度慣れれば手術の侵襲によって直接死にいたらしめることはほとんどないが、ただ経口蓋法において脳底の硬膜を切開する際に脳底動脈を損傷しないよう細心の注意を払わないと、ときには出血死を招くことがある。

刺激に用いた化学物質は 2mol クエン酸ナトリウム溶液であるが、あとの組織学的検索を容易にする目的で良質の墨を混じ、その約0.005~0.01cc を特殊な注射器 (0.01cc 毎に目盛が刻んである) で注入した。

刺激後一定時間の呼吸運動変化を観察したのち、Formalin 中毒死もしくは Penthal sodium 麻酔死に陥らせ、ただちに橋を剔出して15% Formalin に固定、そののち Celloidin または Paraffin 連続切片を作成し、Haematoxylin-Eosin 重染色により検鏡して刺激部位を確認した。

なお血圧変化は股動脈を介して Kymographion に呼吸と同時に描記したが、血圧を測定

* 東京歯科大学野口外科学教室 (野口好之教授)

〔昭和35年1月14日受付〕

しなかった例では刺激直後脳血管からの血液の流出を示標として血圧上昇と認めた。

呼吸型の判定については Pitts, Magoun & Ranson²³⁾ は主として延髄の電気刺激で呼吸運動変化を次の5種類, すなわち, 1) 最大吸気性無呼吸, 2) 最大呼気性無呼吸, 3) 軽度の吸気性無呼吸あるいは中間位であって吸気へ傾くもの, 4) 軽度の呼気性無呼吸あるいは中間位であって呼気へ傾くもの, 5) 中間位無呼吸あるいは中間位における振幅の減少に分類したが, 著者は一応, 1) 最大吸気性呼吸停止 (1分以上), 2) 中等大吸気性呼吸停止 (30秒~1分), 3) 軽度吸気性呼吸停止 (30秒以内), 4) 最大呼気性呼吸停止 (30秒以上), 5) 中等度呼気性呼吸停止 (15~30秒), 6) 軽度呼気性呼吸停止 (15秒以内), 7) 最大中間位呼吸停止 (1分以上), 8) 中等度中間位呼吸停止 (30秒~1分), 9) 軽度中間位呼吸停止 (30秒以内), 10) 最大呼吸促進 (過呼吸), 11) 中等度呼吸促進 (振幅が著しくは増大しない比較的短時間の頻度過多), 12) 軽度呼吸促進 (振幅頻度わずかに増加し, かつ短時間) に分類し, 中間位呼吸停止で吸気に傾いたものは吸気性呼吸停止に, 同じく中間位呼吸停止で呼気に傾いたものを呼気性呼吸停止に編入した。はなはだ軽微な変化は無視した。

著者は以上のごとく12の呼吸型に分けたが, Pitts²³⁾ 等の指摘するように, これらの分類に単純にあてはまらない幾多の変化があり, 簡単にあれこれに入れられないことがあるため, ある程度分類に無理があることを強調する。たとえば吸気性呼吸停止ののち中間位呼吸が続くことが多い。この場合吸気性呼吸停止を重視して, 吸気性呼吸停止としてとりあげたり, あるいは短時間の中間位呼吸停止ののち過呼吸が起った場合は一応中間位呼吸停止として, 本文中に過呼吸を伴ったことを記載した。

Ⅲ. 予 備 実 験

A) 注射針による機械的刺激, あるいは蒸溜水または生理的食塩水注入による呼吸運動にお

よぼす影響

谷²⁷⁾は中枢神経に単に1/4ないし1/2注射針を刺入しただけでは全く体制運動の変化を認めないと述べ, 教室成田²⁰⁾はこれを中脳について再認識したが, 著者もまた橋においてこれを追試し同様の結果をえた。さらに空気の微量注入または針先を微動することによって一定範囲内の脳実質損傷を起した場合を検討したが, 損傷範囲が $3.0 \times 3.0 \times 3.0\text{mm}$ 以内である限り, 何れの部位においても何等の体制運動, 呼吸運動変化または自律系現象も発現しなかった。また蒸溜水あるいは生理的食塩水に墨汁を混じて, 著者の慣用する微量より多少多い0.01ccないし0.05ccにおよぶ注射を行なっても0.05cc以下の量と同様に何等の変化をも認めなかった。故に0.05cc以下の量の化学物質による微小刺激によって何等かの体制運動, あるいは呼吸運動変化または自律系現象を認めたとすれば, それはその化学物質によってもたらされたものといえるが, さらに組織学的検索で脳実質損傷範囲が $3.0 \times 3.0 \times 3.0\text{mm}$ 以内であればより確実なものと断定してよいであろう。

B) 脳室2molクエン酸ナトリウム溶液注入による呼吸運動変化

教室成田²⁰⁾は側脳室, 第Ⅲ脳室あるいは中脳水道内に微量の2molクエン酸ナトリウムを注入すると急激な呼吸停止を主とする変化を来たすばかりでなく, 激烈な体制および自律系現象が発現することを認めて詳しく発表しているが, さらに第Ⅲおよび第Ⅳ脳室から遮断した中脳水道底に2molクエン酸ナトリウムを滴下すると, むしろ呼吸運動は促進して体制, 自律系の両現象も弱いことを注目している。ところが著者の第Ⅳ脳室における実験によると, 脳室を開放せず注入した場合と, 開放してから滴下した場合の両者とも, 呼吸運動は定型的に停止し, 体制, 自律系の何れも激烈であった。これらの問題についてはなお詳細な検討を必要とするが, 第Ⅳ脳室底に流動Paraffinを流入したあと2molクエン酸ナトリウムを滴下した際には全く変化を来さなかった事実にもとづき, 橋

背側刺激にはこの流動 Paraffin 注入を応用し、脳実質非解放刺激にあたっては、組織学的検索によって脳室に注入されていない事実を確認した上で始めて注入部位を調査した。

C) 内頸動脈内 2mol クエン酸ナトリウム溶液迅速注入による呼吸運動変化

頸動脈洞神経叢に圧を加えない程度に緩徐に注入すれば呼吸運動に変動なく、我々が慣用する量より遙かに多量の急速な注入によって一過性の過剰呼吸ののち短時間の呼吸抑制がみられるが、我々の用いる微量では変化がほとんどないことはすでに教室成田²⁰⁾、神野¹⁴⁾の報告しているところである。

D) 椎骨動脈に迅速注入した際の呼吸運動変化

我々が通常使用する量より遙かに多量の 2mol クエン酸ナトリウム溶液を注入すると同時に、呼吸は振幅頻度ともに増すが、1 分位にして旧に復するに反し、我々の使用する微量では変化がみられないことも、すでに教室神野¹⁴⁾の報告の通りである。

胸下部および腹上部を介しての呼吸曲線、ことに後者に関しては気流を介しての気流曲線に比し、呼吸の様相を判然と把握出来るが、すでに Lumsden¹⁵⁾ の指摘した如く、その「読み」に慎重を要することは言を俟たないところであって、必要に応じて気流曲線と対比して解釈した。

IV. 実験成績

A) 橋内高濃度クエン酸ナトリウム微小刺激実験

橋において高濃度クエン酸ナトリウム微小刺激を行ない、何等かの呼吸運動変化ことに呼吸停止の起った際は（その後場所によりたとえ Biot 呼吸ないし Cheyne-Stockes 呼吸変化などが起ったとしても）、結局呼吸停止後早かれ遅かれ Breckenridge & Hoff²⁾ のいわゆる失調呼吸 (ataxic respiration) の起ることは特徴的といえる。

1) 下丘領野

中脳の下丘そのものを刺激しても何等呼吸運動に変化を認めないばかりでなく、体制運動および自律系現象は全くみられなかった。

2) 室周灰白層領野

本来中脳に属する下丘尾側断位では主として最大および中等大の呼吸停止がみられ、吸気性呼吸停止のおこる場合は、停止時間は 1～2 分で、最初に発起した呼吸は振幅はなほだ微細な失調型であるが、次第に複雑な経過をとりつつ増大してゆくのを常とする。しかし最後迄失調呼吸が終始一貫つきまとい、結局は失調型正常呼吸となるか、あるいは不規則 Biot 呼吸ないし Gasping 呼吸などに移行してゆく。以上述べたような呼吸抑制分野の中に呼吸促進部が入り交って散点しているのが注目される。

橋中部断位の室周灰白層に注入された例は少ないので、一般的なことはいえないが、内側に注入された 1 例では中等度中間位呼吸停止ののち失調型呼吸が続き、最後は不規則 Biot 呼吸に移行しており、青斑核に注入されたと思われる。

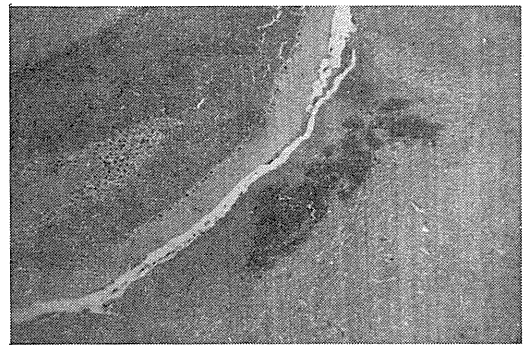


Fig. 1.

Photograph showing the region of the locus caeruleus.

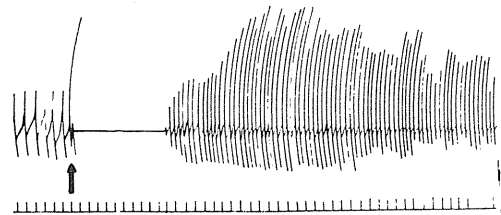


Fig. 2.

Respiratory change resulted by injection of minimal amounts of concentrated sodium citrate into the locus caeruleus.

る1例では約40秒の最大吸気性呼吸停止ののち不規則な呼吸促進を認めた (Fig. 1, 2).

一般に室周灰白層領野の刺激では、全身間代性痙攣 (以下 K. K. と略す) 等の体制運動がみられ、下丘尾側断位では往々にして一瞬体をすくめる姿勢をとる。血圧急昇に伴う脳血管からの出血、瞳孔拡大等の自律系現象があり、橋中部の青斑核附近からは著明な唾液および鼻汁分泌を目撃したが、下丘尾側断位ではこれらの所見に乏しい。

3) いわゆる Eodengrau

a) 外転神経核領野

顔面神経膝部とそれに近接する内側縦束との間の外転神経の Reticularisanteil (Fuse⁵⁾) と考えられる部に最大中間位呼吸停止と過呼吸が現われるが、また顔面神経直下部の Reticularisanteil 外端, Ventrikelbodenanteil (Fuse⁵⁾) に

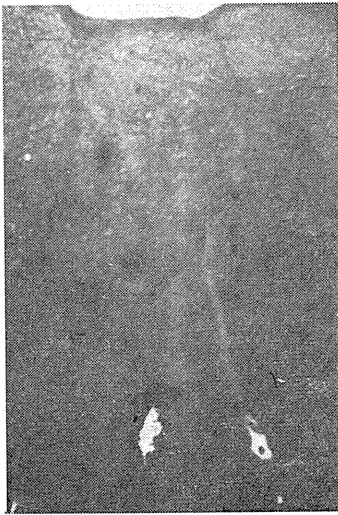


Fig. 3.

Photograph showing the region which lies near the raphé, immediately dorsal to the trapezoid body in the level of caudal end of the pons.

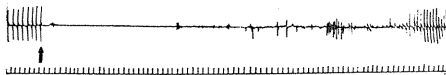


Fig. 4.

Respiratory change elicited by injection of minimal amounts of concentrated sodium citrate into the region represented in Fig. 3.

近く軽度の呼吸促進がみられる等種々の反応が現われている。

この領野の長時間呼吸停止をおこした場合は、一瞬頭部を刺激側への回向、軀幹をすくめる姿勢、開口、同側前肢硬直等の体制運動および異常体位の外、血圧高度上昇、瞳孔散大等の自律系現象を認め、軽度鼻汁分泌もみられた。ただし眼球の偏位には気がつかなかった。

b) 前庭神経核領野

前庭神経内側核に注入された例では、中等度の中間位呼吸停止をみとめ、外側核領野の IAK の外側野 (Das laterale Feld des IAK) (Fuse⁵⁾) と Intravestibulare Gruppe des Deitersschen Kernes (Fuse⁵⁾) に相当する部分からも中等度中間位呼吸停止がみられた。外側核の IAK の外側において血圧が中等度ないし高度に上昇したことは注目される。また顔面を刺激側へ回向したのもあったが、血圧変化以外の自律系現象はなく、眼球の震盪もみられなかった。

4) 網様体

a) 網様体

下丘尾側断位において、下丘のすぐ腹側から最大の中間位および吸気性の呼吸停止がみとめられ、下丘の腹側で外側絨帯と結合腕に近接する部から軽度の呼吸促進がみられた。中間位呼吸停止の場合全身 K. K. を、吸気性呼吸停止および軽度促進せるものは血圧の漸増を伴っている。また網様体腹側に中等大中間位呼吸停止が観察された。

橋中部断位においては、腹内側に中等大吸気性呼吸停止ののち過呼吸が現われ、内側絨帯直背側からは最大吸気性呼吸停止をみ、網様体腹外隅では中等大中間位呼吸停止ののち、次第に過呼吸に移行している。網様体の大部分が (Fig. 10) のごとく空白になっているのは、注入の際第Ⅳ脳室を避ける関係上注入困難であることと、通常用いる量より多量に注入された例を省いたためであり、このことは次の (Fig. 11) にも当てはまる。腹内側に軀幹をすくめる運動、刺激の反対側凸側弯、刺激側前肢硬直をみとめたが、その他の部位では特別の体制現象あるい

は自律系現象の発生をみていない。

橋尾端断位において、梯形体の直背側、縫線と上オリブ核群との間で縫線に近接したところからは最大中間位呼吸停止が起り (Fig. 3, 4), そのすぐ外側でも軽度中間位呼吸停止をみとめた。

両者とも頭部を刺激側へ回向したが、前者からは開口、舌退縮、舌尖捲上、顔面項部の強い K. K. 盛んな出血、不整脈がみられた。オリブ核群の背部からは軽度の呼吸促進が発生している。外転神経核の Ventrikelbodenanteil (Fuse⁵⁾) と前庭神経内側核との中間から中等大中間位呼吸停止が現われ、開口、舌退縮、両眼裂開大、顔面及び頸幹の K. K., 少量の脳血管よりの出血、暫くたってからの嚥下運動がみられた。また外転神経の腹内側の内側縦束に接する網様体から軽度中間位呼吸停止がみられている。顔面神経核に注入された例はなかったが、顔面神経核の外側に最大中間呼吸停止とともに、全身 K. K., 挙尾、出血等がみられた。三叉神経脊髄路に接したその内側から、中等大中間位呼吸停止および軽度の呼吸促進ののち最大中間位呼吸停止の2種の呼吸変化がおこり、両者ではのちに Cheyne-Stockes 呼吸に移行して脳血管からの出血多く、後者からは顔面及び項部 K. K., 両前肢伸展、脳血管より多量出血、唾液および鼻汁の滴下などがみとめられた。

以上の如く網様体では何れの断位でも中間位呼吸停止がみられる。

b) 縫線領野

橋中部断位では不幸にして縫線に刺入された例がないのでこの部位の言及は避けるが、下丘尾側断位ならびに橋尾端断位では一般に最大ないし中等大の呼吸停止が起る。下丘吻側ないし中部断位の脚間核を刺激すると長時間の呼吸停止が起ることはすでに教室成田²⁰⁾が報告したところである。下丘尾側断位でも同様の所見をみたばかりでなく、脚間核直背側でもそれに等しい成績をえた。1例では最大中間位呼吸停止、1例では中等大吸気性無呼吸に eupnea が重畳する Breckenridge & Hoff²⁾のいわゆる吸気性

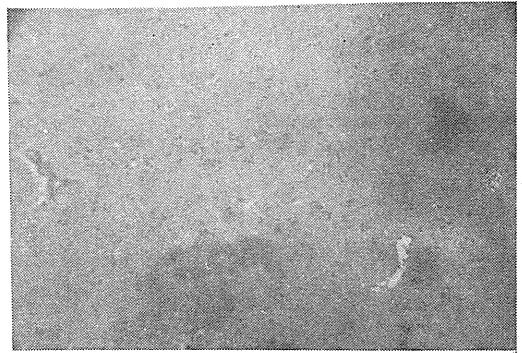


Fig. 5.

Photograph showing the region immediately dorsal to the interpeduncular nucleus at the level of caudal part of the inferior colliculus.



Fig. 6.

Respiratory change produced by injection of minimal amounts of concentrated sodium citrate into the region represented in Fig. 5.

apneustic 呼吸をみた (Fig. 5, 6). それより背側の縫線でもほぼそれに近い結果をみるが、ときとして長時間呼吸停止ののち、軽度の呼吸促進をみることがあった。

橋尾端断位では中間位の最大呼吸停止ののち、直ちに、あるいは間もなく Biot 呼吸に移行する傾向がある。しかし内側縦束背側の縫線の近接部からも最大ないし中等大の中間位呼吸停止が出現しているが、Biot呼吸はみられなかった。

体制運動に関して下丘尾側断位では、両前肢伸展、全身 K. K. 等がみられるに反し、橋尾端断位では一瞬刺入側への頭部回向運動が現われることがあるが、下丘尾側断位にみられたような体制運動ないし特殊な肢位をとらないのが特徴的である様である。また何れの断位からも脳血管からの多量出血がおこり、下丘尾側断位の脚間核直背側の1例において吸気性 apneustic 呼吸とともに放尿を認めたことは興味深い。

c) 内側縦束領野



Fig. 7.

Photograph showing the superior olive nuclei. Indian ink indicating the tissue between them.

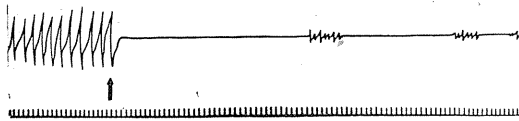


Fig. 8.

Respiratory change resulted by injection of minimal amounts of concentrated sodium citrate into the region indicated in Fig. 7.

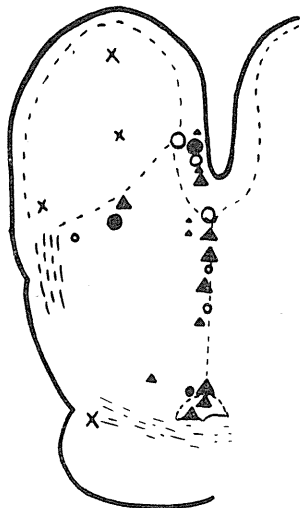


Fig. 9.

Map showing the points which elicit the respiratory changes at the level of caudal part of the inferior colliculus.

橋尾端断位では内側縦束背側部の縫線附近において最大中間位呼吸停止をみとめたことは前述のごとくであるが、同断位で背外隅に中等大の中間位呼吸停止ののち軽度の呼吸促進がみられた。なお縫線近接部では開口のほか、脳血管からの出血、唾液分泌等の自律系現象が出ている。

d) 上オリーブ核群領野

上オリーブ核群そのものに注入されたものはなかったが、梯形体と上オリーブ核副核との間と考えられる組織内に注入されたものが1例ある。この場合最大中間位呼吸停止が現われたばかりでなく、この呼吸停止は時折微細不規則呼吸を交えつつ約4分の長さに亘り、注入と同時に頭部の刺激側への回向、軀幹 K.K., 出血が起り、暫くして肩甲部に立毛をみとめたことが注目される (Fig. 7, 8).

橋の吻側の一侧に注入し、尾端の同側あるいは反対側に注入しても、橋の尾端の一侧を刺激し、橋の吻側の同側あるいは反対側を刺激しても呼吸運動に著しい差異はなかった。

以上を総括するとつぎの如くである (Fig. 9, 10, 11).

室周灰白層領野：下丘尾側断位に主として強い呼吸停止がみられるが、呼吸促進部がその間にかなり入り交っており、橋中部断位では呼吸停止だけがみられた。血圧昇騰、体制運動、自

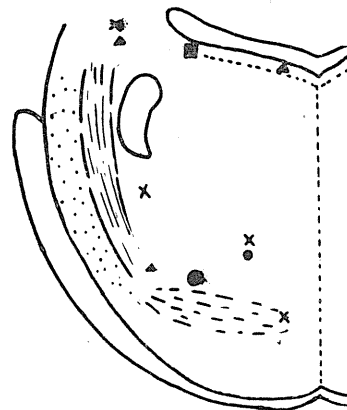


Fig. 10.

Map showing the points which produce the respiratory changes at the level of midpons.

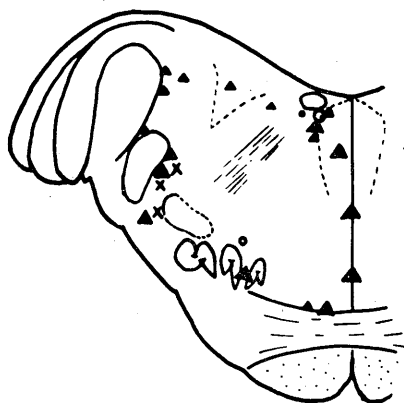


Fig. 11.

Map showing the points which the respiratory changes are observed at the level of the caudal end of the pons.

In Fig. 9, 10, and 11.

Solid large circle indicates the maximum inspiratory apneusis, solid moderate circle, inspiratory apneusis of the middle size and solid small circle, inspiratory inhibition.

Solid large square indicates the maximum expiratory apneusis, solid moderate square, moderate square expiratory apneusis of middle size and solid small square, expiratory inhibition.

Solid large triangle indicates maximal mid-positional apneusis, solid moderate triangle midpositional expiratory apneusis of middle size and solid small square mid-positional inhibition. Hohl circle indicates hyperpnea and moderate respiratory acceleration. Crossing indicates no response.

律系現象は毎常みとめられる。青斑核に注入された例では呼吸停止ののち不規則な呼吸促進をみた。

いわゆる Bodengrau: 外転神経核領野では呼吸促進, 呼吸停止等多様な呼吸運動変化があった。体制運動変化, 血圧上昇のほか軽度の鼻汁分泌が呼吸停止ののちみられた。前庭神経領野では内側核および外側核領野でも呼吸停止が出現し, とくに IAK 外側野に頻発しており, 血圧上昇と刺激側への頭部の回向運動があった。

網様体: 網様体では各断位ともに背側, 腹側, 内側ならびに外側何れも主として呼吸停止ないし呼吸抑制が圧倒的に多く, とくに外側網様体において顕著であり, かつその大部分は中間位呼吸停止である。体制運動については橋中部よ

り吻側は発生が乏しいが, 橋尾端断位では随所に現われ, 自律系現象も橋尾端断位で頻発し, ことに血圧上昇は網様体の腹側および外側に多いようである。

縫線では橋中部は調査されていないからこれを除き, 下丘尾側断位でも橋尾端断位でも一般に強い呼吸停止がおこる。橋尾端位ではのちに Biot 呼吸が発生する傾向がある。体制運動変化は下丘尾側断位にのみみられたが, 血圧の上昇は何れの断位からもみられた。

内側縦束領野では橋尾端断位の縫線附近に呼吸停止が顕著にみられた。縫線附近でない部位も呼吸停止の傾向がある。縫線附近では体制運動, 出血, 唾液分泌が現われている。

上オリーブ核群領野では最大呼吸停止ののち不規則微細呼吸がみられ, 血圧上昇および体制運動変化は強く, 肩甲部に立毛があった。

下丘: 呼吸運動, 体制運動および自律系諸変化はない。

最大吸気性呼吸停止がみられた場所は: 下丘尾側断位の室周灰白層領野, 下丘腹側の網様体, 脚間核の直背側の縫線近接部および橋中部断位の内側絨帯内の背内側網様体である。

最大呼気性呼吸停止をみとめたところは: 青斑核領野だけである。

最大中間位呼吸停止のおこる箇所は: 室周灰白層, 縫線ならびに脚間核, 下丘腹側網様体, 外転神経腹内側部, 前庭神経ことに IAK 外側野 (Fuse⁵⁾), 顔面神経核と三叉神経脊髓路との間, 上オリーブ核群領野および梯形体背側の腹内側網様体である。

橋の一侧に注入し, 尾端の同側あるいは反対側に注入しても, 橋の尾端の一侧を刺激しても呼吸変化に著しい差異はなかった。

B) 高濃度クエン酸ナトリウム橋内に注入直後注入部位破壊実験

橋の大部分に高濃度クエン酸ナトリウム溶液の微量を注入して呼吸停止, 抑制あるいは促進がおこった場合, 針を抜かないで直ちにその局所を破壊してみても, 呼吸運動に何等の変化を認めなかった。これは延髄呼吸中枢に対し発動

作用あって継続作用を有しないことを物語る。しかるに橋尾端の高さでは往々にして大なり小なりある程度の呼吸の様相を変ずる事がある。したがって橋尾端断位では刺激の発動作用とともにある程度の継続作用があるようである。

C) 両側頸部迷走神経切断し、去脳後、高濃度クエン酸ナトリウム微小刺激

両側頸部迷走神経切断により呼吸は少しく振幅を増し、おそくなることは諸家の一致した観察の通りである。両側迷走神経切断後、諸所に高濃度クエン酸ナトリウム溶液を注入した成績は迷走神経を切断しないものとほぼ同一であった。

上丘と下丘の間で脳幹を切断し、暫くして呼吸の安定したのち、室周灰白層領野、内側網様体等至高濃度クエン酸ナトリウムを注入したが、去脳の有無にかかわらずほぼ等しい成績をえた。したがってかかる呼吸運動変化は橋自体から発生するものと考えられる。

また両側頸部迷走神経を切断後、去脳し、橋の数カ所に高濃度クエン酸ナトリウムを注入したところ、通常の両側頸部迷走神経切断も去脳もしない動物に対する結果と大局的に異なるものではなかった。

D) 両側頸部迷走神経切断して去脳後の橋切断実験

あらかじめ両側頸部迷走神経を切断し、上丘と下丘との間で去脳、呼吸の安定を待って橋を吻側から切断してゆくと、Lumsden¹⁵⁾のいう通り下丘から 2~3mm 離れたところの切断で吸気性無呼吸が現われるが、著者の 2~3 の実験ではこの吸気性無呼吸は比較的短時間で且つ反復しなかった（この点に関して教室上井がさらに詳細に触れる予定）。また延髄に近づくにつれて Biot 呼吸ないし Gasping 呼吸が現われる傾向がある。なお 2~3 の実験の成績では橋尾端腹側を切断するとかかる呼吸が出ることは村上¹⁸⁾、池田¹¹⁾の所見と一致する。Biot 呼吸ないし Gasping 呼吸の出現は両側迷走神経切断と無関係で、切断の有無にかかわらず橋尾端を切断するとおこる。

V. 考 察

Markwald¹⁶⁾、Lumsden¹⁵⁾等に始まる脳幹切断実験を除き、脳幹下部に電気刺激をなして呼吸運動変化をみている諸家は何れも延髄のみを問題にして、橋についての記載に乏しい。たとえば Gesell, Bricker & Magee⁶⁾ は呼吸性電気反応のおこる場所は延髄のみであって、最上段は舌下神経核、疑核および孤束核の上 1/4 であるとし、Pitts²³⁾等も最大吸気性反応のおこる場所はオリブ核のすぐ背側の網様体で、オリブ核の下 4/5 の背面に板状に横たわっており、最大呼気性反応のみられるところはそれより背側でやや吻側に位置し、呼気性反応が最初に現われるのは顔面神経核のすぐ上方であって、以下の断位にゆくにしたがい最大吸気性反応、最大呼気性反応が顕著にみられるという。

電気刺激実験により大脳皮質から視床下部および橋に至る迄は、吸気性あるいは呼気性変化はなく、延髄に至ってはじめてその区別が識別されるというのが多くの学者のほぼ一致した所見である。この場合刺激に継起した変化が果して介在せる節細胞自体からおこったのか、下行線維を刺激したためか判然としないのは電気刺激の性質として当然である。ここに節細胞のみを刺激して線維群に対して作用しない化学物質の登場が意義をもつ所以である¹²⁾。

著者の成績では、中脳において教室成田²⁰⁾が報告した如く顕著な呼吸運動変化の出現した中心灰白層と縫線とが、その尾側への継続として橋の室周灰白層と縫線において同じく著明な呼吸運動変化をおこしておけることは注目される。そして中脳の中心灰白層に呼吸停止ないし抑制がみられるほかに呼吸促進がみとめられる事実と相応して、下丘尾側断位でもある程度その性格を保持するに反し、橋中部になると呼吸促進がみられないで主として呼吸停止が観察される。また縫線でも下丘尾側断位では呼吸停止とともにある程度呼吸促進が時折みられるにたいし、橋尾端断位では呼吸停止のみが挙げられるのは、室周灰白層と対比して興味がある。

さらに橋尾端断位を概観すると呼吸促進部の発生部位ははなはだ寥々たるもので、外転神経領野および上オリブ核群背側に散発するのみである。著者の実験例は残念ながら比較的少なく、例数を重ねればさらに促進部位が増加するものと想像されるが、全体としてそれ程多くなるとは考えられない。これに反してその他の部位に圧倒的に多く呼吸停止がみられるのは、脳幹の下部へ行けば行く程呼吸停止の要素が優位になることを暗示する。Pitts²³⁾等も延髄において呼吸促進がおこらないと断言している。

著者の実験結果では呼吸停止のうち中間位呼吸停止が大部分であって、吸気性停止を明かに認めたところは意外に少なく、最大吸気性停止を起した部位は前述の如く、下丘尾側断位の室周灰白層、下丘の直腹側の網様体、脚間核の直背側の縫線近接部および橋中部断位の腹側網様体であって、橋尾端断では1例も遭遇しなかった。呼気性停止の顕著な例に至っては青斑核領野のみであった。

何位呼吸停止のうち中間位呼吸停止がもっとも多くみられたかについては、おそらく実験方法、手技および電気刺激と化学刺激の差に帰せられるであろうが、Pitts²³⁾等の成績(彼等の最吻端図は著者の橋尾端断位に相当する)でもかなり広汎に中間位を記載している。又Pitts²²⁾の同図を調査してみると、亜最大呼気反応(Submaximal expiratory reactions)が主として顔面神経核、上オリブ核群を中心とする腹外側網様体ならびに内側網様体に広く認められているが、著者の実験は上述の如くほとんど大部分中間位呼吸反応であった。

何故著者の実験では定形的な呼気反応がはなはだ少ないかという疑問が当然提起せられるが、これもやはり主として実験方法の差によるものと考えられる。勿論例数の一層の増加により呼気性反応を示す場所の増加する事は充分考えられるところであるが、さりとて今迄の成績から類推して呼気性反応が吸気性反応を凌駕するとは到底思いえざるところである。著者は著者なりに、吸気性反応が呼気性反応よりはるかに

に多く出現する方が事実ではないかと考えている。それは通常の呼吸の胸廓運動において吸気が能動的であるに反して呼気は受動的であり、下丘以下の切断実験でMarkward¹⁶⁾, Lumsden¹⁵⁾等が吸気性中枢が呼気性中枢よりはるかに強い作用を有しているとしていること、Lumsden¹⁵⁾が延髄の聴条にあると主張する吸気中枢に続いて聴条以下の尾側にありと唱える呼気中枢の存在の説明に彼自身相当無理をしている点、さらにStella²⁴⁾はLumsden¹⁵⁾にならいほぼ同様な部位に吸気性中枢を認めながら呼気中枢を否定していること、Pitts²³⁾等も呼気中枢を呼気中枢と呼ぶよりも吸気抑制中枢(Inspiratory inhibitory and expiratory center)と名付けた方がふさわしいと述べ福原⁴⁾は家兎において聴条以上の吸気性反応の存在をも否認している事等から充分思い合わされる。

Broockhart³⁾は電気刺激により犬の延髄のどの核群でもどの線維束群でも全然反応しないものではなく、また呼吸促進だけを、あるいは呼吸抑制だけを示す組織はないとし、吸気性中枢とか呼気性中枢とかいう限局したものはないと主張してRanson学派に真向うから反対しているものであるが、それでも彼は外側網様体および内側縦束から主として促進、内側縦束、内側網様体核、顔面神経核および顔面神経線維束からは促進、あるいは抑制または無反応がほぼ同率に現われ、また前庭神経核群は主として無反応であるといっている。Gesell, Bricker & Magee⁶⁾は外転神経核を無反応としており、何れも著者の成績とかなり異にしている。

Lumsden¹⁵⁾はその歴史的実験において、猫の迷走神経切断後、上丘下丘間で去脳し、下丘尾側から始まって尾側へと切断してゆき、下丘から2~3mm隔った部を切断すると、突如として吸気性無呼吸が現われることから、その部に呼吸を周期的に調節するPneumotoxic centerの存在を考え、聴条切断でもっとも顕著に吸気性無呼吸の起ることからここに吸気性中枢をおき、聴条から門迄に呼気中枢を割り当て、門以下にGasping中枢なるものを想定し、延髄に

は元来呼吸の自律性はないと主張した。その後それを批判するものが相当に現われ Henderson & Sweet⁸⁾, Henderson & Craigie⁷⁾ 等は赤核ないし赤核脊髄路の破壊によるものとしたが, Stella²⁴⁾ はこれを反駁してしからざることを証明し, Lumsden¹⁵⁾ のいう Pneumotaxic center を吸気中枢と同一のものとし, かつ Lumsden¹⁵⁾ の呼吸中枢を否定した。

Breckenridge & Hoff²⁾, Hoff & Breckenridge⁹⁾ は橋中央切断で吸気性無呼吸がおり, 延髄吻側切断により, Biot 呼吸, Cheyne-Stokes 呼吸等のいわゆる “all or nothing breathing” なる周期性呼吸を生じ, 延髄尾側切断により ataxic breathing を観察し, 元来延髄そのものに呼吸運動の自律性があり, Pneumotaxic center については Stella²⁴⁾ とほぼ同様の見解をとっている。これに対して Pneumotaxic center の存在を主張するものも少なくなく, Ngai, Frumin & Wang²¹⁾, Tang & Ruch²⁶⁾, Tang²⁵⁾, Johnson & Russel¹³⁾, Baxter & Olszewski¹⁾ 等はこの中枢が橋の網様体の吻背外側 (Orodorsolateral portion) にあると主張し, Johnson & Russel¹³⁾, Baxter & Olszewski¹⁾ はこれを青斑核に擬している。

著者は前述の如く下丘に近接した橋吻側切断により吸気性無呼吸をえ, 更に尾側に進み橋尾端迄の切断は Lumsden¹⁵⁾ と同様に吸気性無呼吸をみとめ, 切断面が延髄吻側におよぶと Biot 呼吸ないし Gasping 呼吸がおこる。Pneumotaxic center なるものが果して存在するか否かは未だ追求していない (この問題は教室上井が報告する予定) ので, ここでは単に事実を報告するに止める。

これを要するに, 著者は大脳皮質から橋に互って呼吸の介在核なるものが存在し, それが広くちらばっていると信じているものである。このことは従来の我が教室の業績ならびに著者の成績において, 呼吸運動をおこす部位が延髄の呼吸中枢にたいして呼吸の発動作用のみあって継続作用がないことによって容易に証明出来るところである。ただし延髄に近い橋尾端である

程度の呼吸の発動作用とともに継続作用があることから, この性質を呼吸中枢ということにきめるなら呼吸中枢といってよい。

刺激と同時に頭部を刺激側へ回向する運動 (向方運動) はしばしばみられたが, 縫線を含めた網様体に広く出現している。これは橋尾端の高さに特有であるようで他の断位ではみられなかった。また刺激側の反対側を凸側に向けた軀幹の側弯 (側弓姿勢) が橋中部断位の腹側の網様体に出現した。

血圧上昇を認めた部位は, 室周灰白層全体, 外転神経核, IAK 外側野 (Fuse⁵⁾), 橋尾端断位の網様体の大部分 (ことに呼吸停止する場所), 橋尾端断位の縫線に近接した内側縦束, 上オリブ核群領野である。Wang & Ranson²⁸⁾ は電気刺激により血圧上昇部位をつぎの如く挙げている。すなわち下丘尾側断位では下丘の腹内側縁, 室周灰白層, 網様体および縫線, 橋中部断位では室周灰白層, 赤核脊髄路および網様体で, 結合腕の腹内側がもっとも強く, 軽度上昇部は網様体に広く散布されている。そして橋尾端断位では顔面神経核, 上オリブ核群, 外転神経内側網様体のほか外側網様体に広くちらばっており, 三叉神経下行路から不規則な血圧変化と Gasping がみとめられると述べている。著者は主として呼吸運動を追求し, 副次的に血圧反応を検査したため, 実際に血圧変化を測定したもののほか, 刺激の直後の脳血管からの出血状態によって血圧上昇を類推したものもかなりある。それ故著者の成績は比較の対称とならないが, 室周灰白層, 下丘尾側断位の縫線, 顔面神経核領野, 上オリブ核群領野および各断位の網様体等から血圧上昇反応が起った点が Wang & Ranson²⁸⁾ の結果とほぼ一致している。ことに網様体に広くみられる事は Magoun, Ranson & Hetherington¹⁷⁾, Wang & Ranson²⁸⁾ 等の所説と同様である。

下丘尾側断位の脚間核の直背側に刺激後排尿をみとめたが, Wang & Ranson²⁸⁾ はこの部に膀胱収縮反応があると記載していない。

唾液および鼻汁分泌が橋中部断位の青斑核領

野、橋尾端断位の縫線に近接した内側縦束内および三叉神経脊髄路の内側にみられた。

後期嚥下運動は橋中部断位の室周灰白層内側および外転神経核と前庭神経内側核との間の背側網様体で観察されている。

VI. 結 論

著者は成犬92頭の橋に高濃度クエン酸ナトリウム微小刺激法を用いて呼吸運動変化を観察し、つぎのような結論をえた。

1) 室周灰白層、下丘尾側断位では主として強い呼吸停止がみられ、その間に促進部位がかなり入り交っているが、橋中部断位では呼吸停止のみがみられる。

2) 外転神経核領野、呼吸促進あるいは呼吸停止など多様な変化がおこる。

3) 前庭神経核領野、内側核及び外側核から呼吸停止がみられ、とくに IAK 外側野 (Fuse) に頻発する。

4) 網様体、各断位の背側、腹側、内側および外側に何れも主として呼吸停止ないし抑制が出現している。

5) 縫線、下丘尾側断位では主として顕著な呼吸停止がみとめられ、その間に時折促進部位がみられるが、橋尾端断位では著明な呼吸停止のみが出現し、腹側では Biot 呼吸を伴う傾向がある。

6) 内側縦束、橋尾端断位では縫線附近に呼吸停止がみられ、その他の部位にも呼吸抑制の傾向がある。

7) 上オリブ核群領野、長時間の呼吸停止がみとめられる。

8) 下丘核は呼吸運動に関係がない。

9) 高度の吸気性呼吸停止の出現したところは、下丘尾側断位の室周灰白層、下丘腹側の網様体、脚間核の直背側の縫線近接部および橋中部断位の内側絨帯の背側である。

10) 強度の呼気性呼吸停止のみられたところは青斑核領野である。

11) 著明な中間位呼吸停止のみとめられたところは、室周灰白層、縫線ならびに脚間核、下

丘側網様体、外転神経腹内側部、前庭神経ことに IAK 外側野 (Fuse)、顔面神経核と三叉神経脊髄路との間、上オリブ核群および梯形体背側の網様体である。

12) 橋において呼吸停止の出現する場合は大部分が中間位呼吸停止である。

13) 橋の大部分は刺激の直後その部を破壊しても呼吸運動は変化しないから、延髄呼吸中枢にたいして刺激の発動作用のみあって継続作用はない。これに反して橋尾端ではある程度呼吸運動の変化が認められるので、延髄の呼吸中枢と一連の関係をもっているかも知れない。

14) 下丘以下の脳幹切断実験では Lumsden の成績と相似た結果をえた。

15) 橋の吻側の一侧に注入し、尾端の同側あるいは反対側に注入しても、橋の尾端の一侧を刺激し橋の吻側の同側あるいは反対側を刺激しても呼吸変化に著しい差異はなかった。

(本論文の要旨は第15回日本脳神経外科学会において発表した)

稿を終るにあたり、終始御懇篤なる御指導、御校閲を賜った、慶大生理学教室林 巖教授に深甚なる謝意を表するとともに、常に直接御指導御鞭撻御校閲を賜った当教室野口好之教授に満腔の謝意を捧げます。

文 献

- 1) Baxter, D. W. & Olszewski, J. (1955) Respiratory responses evoked by electrical stimulation of pons and mesencephalon. *J. Neurophysiol.* **18**, 276
- 2) Breckenridge, C. G. & Hoff, H. E. (1950) Pontine and medullary regulation of respiration in the cat. *Am. J. Physiol.* **160**, 385
- 3) Brookhart, J. M. (1939-40) The respiratory effects of localized faradic stimulation of the medulla oblongata. *Am. J. Physiol.* **126**, 448, **129**, 709
- 4) 福原 武 i) (1952) 呼吸運動の所在について 脳と神経 **9**, 4 ii) (1954) 呼吸中枢について 呼吸と循環 **2**, 3
- 5) Fuse, G. (1912) i) Die innere Abteilung des Kleinhirnstiels (Meynert), IAK. Arbeiten aus dem hirnanatomischen Institut des Universität in Zürich. ii) über den Abduzenskern der Säuger. Arbeiten aus dem hirnanatomischen Institut in Zürich **6**, 401
- 6) Gesell, R., Bricker, J. & Magee, C. (1936) Structural and functional organization of the central mecha-

- nism controlling breathing. *Am. J. Physiol.* **117**, 423
- 7) Henderson, V. E. & Craigie, E. H. (1936) On the respiratory centre. *Am. J. Physiol.* **115**, 520
 - 8) Henderson, V. E. & Sweet, T. A. (1930) On the respiratory center. *Am. J. Physiol.* **91**, 94
 - 9) Hoff, H. E. & Breckenridge, C. G. (1954) Intrinsic mechanisms in periodic breathing. *A. M. A. Archiv. Neurol. Psychiat.* **72**, 11
 - 10) 堀佐喜子 (1956) i) 犬の大脳皮質帯回における呼吸抑制ならびに促進領野について *日本生理誌* **18**, 948 ii) 犬の大脳海馬回皮質の呼吸抑制ならびに促進領野について *日本生理誌* **18**, 958
 - 11) 池田陽一 i) (1951) 脳橋の呼吸調節作用 *熊本医誌* **25**, 984 ii) (1952) 脳橋の呼吸調節機能に関する実験的研究 *医学研究* **22**, 807
 - 12) 石塚 保 (1942) i) 皮質性痙攣物質について 条件反射 **3**, 442 ii) 運動現象を標示とする大脳灰白質微小刺激法 条件反射 **4**, 455
 - 13) Johnson, F. H. & Russel, G. V. (1952) The locus caeruleus as a pneumotaxic center. *Anat. Rec.* **112**, 46
 - 14) 神野 一 (1960) 犬の中脳刺激による血圧の変動 *日本生理誌* **22**, 28
 - 15) Lumsden, T. (1923) i) Observation on the respiratory centres in the cat. *J. Physiol.* **57**, 153 ii) Observation on the respiratory centres. *J. Physiol.* **57**, 354
 - 16) Markwald, M. (1890) Bedeutung des Mittelhirns für die Atmung. *Z. Biol.* **26**, 259
 - 17) Magoun, H. W., Ranson, S. W., and Hetherington, A. (1938) Descending connections from the hypothalamus. *Archiv. Neurol. Psychiat.*
 - 18) 村上通美 (1942) 呼吸中枢に関する研究 *福岡医学誌* **35**, 126
 - 19) 正木光児 (1955) i) 視床下部の呼吸運動におよぼす影響 *日本生理誌* **17**, 649 ii) 視床及び中隔部の呼吸運動に及ぼす影響 *日本生理誌* **17**, 691
 - 20) 成田 稔 (1956) i) 中脳と呼吸運動 *日本生理誌* **18**, 919 ii) 中枢神経内クエン酸 Na 微小刺激による呼吸運動に関する基礎的研究, 呼吸制止領野, 脳室および血管内注射の呼吸抑制閾値について *日本生理誌* **18**, 935
 - 21) Ngai, S. H., Frumin, M. J. & Wang, S. C. (1952) Organization of the central respiratory mechanisms in the cat. *Fed. Proc.* **2**, 112
 - 22) Pitts, R. F. (1941) The differentiation of respiratory centers. *Am. J. Physiol.* **134**, 192
 - 23) Pitts, R. F., Magoun, H. W. & Ranson, S. W. (1939) i) Localization of the medullary respiratory centers in the cat. *Am. J. Physiol.* **126**, 673 ii) Interrelations of the respiratory centers in the cat. *Am. J. Physiol.* **126**, 689
 - 24) Stella, G. (1938) i) On the mechanism of production and the physiological significance of "Apneusis". *J. Physiol.* **93**, 10 ii) The dependence of the activity of "Apneusis centre" on the carbon dioxide of the arterial blood. *J. Physiol.* **93**, 263
 - 25) Tang, P. C. (1953) Localization of the pneumotaxic center in the cat. *Am. J. Physiol.* **172**, 645
 - 26) Tang, P. C. & Ruch, T. C. (1951) Localization of the pneumotaxic center in cat. *Am. J. Physiol.* **167**, 830
 - 27) 谷 道也 (1942) 中枢神経に対する機械的刺激について 条件反射 **13**, 9
 - 28) Wang, S. C. & Ranson, S. W. (1939) i) Autonomic responses to electrical stimulation of the lower brain stem. *J. Comp. Neurol.* **71**, 437 ii) Descending pathways from hypothalamus to the medulla and spinal cord. Observations on the blood pressures and bladder responses. *J. Comp. Neurol.* **71**, 457

Summary

The author examined the respiratory changes induced by injection of minimal amounts of concentrated sodinm citrate into dog's pons.

The results are as follows:

The regions from which the maximal inspiratory apneusis is produced are the periventricular gray matter at the level of the caudal part of inferior colliculus, the reticular formation ventral to the inferior colliculus, the raphé immediatly dorsal to the interpeduncular nucleus and also the region dorsal to the inner lemniscus at the level of the middle part of the pons, while maximal expiratory apneusis is observed from the locus caelureus: on the other hand marked midpositional apneusis is seen on the periventricular gray matter, raphé, interpeduncular nucleus, reticular formation ventral to the inferior colliculus, ventromedial part of nucleus vestibular nucleus, especially medial field of IAK (Fuse), the area between the nucleus V_l, and spinal tract of nucleus V, superior olive nuclei and reticular formation dorsal to the trapezoid body. Apneusis elicited in the pons is in many cases the midpositional one. As respiratory changes following injection into many parts of pons continue invariably when these once start, in spite of lesion of injected points immediately after injection, it is concluded that these regions may have only starting functions, but not continuing ones, on the other hand as in the caudal part of pons the another respiratory changes occur after lesion in relatively many cases, these resion may be a part of respiratory center.

(Department of Surgery, Tokyo Dental College)

ストレス・クレアチン尿とビタミンE 612.461:612.392.01E

Stress creatinuria and vitamin E

伊藤善三郎 (Iro-Zenzaburo)*

I. 序 言

ビタミンEが各種のストレスに対して抵抗性増強的に働くことは多くの研究によって認められている事実である。当然のことながら下垂体前葉-副腎皮質系活動との関連が問題とされ、Quaife等¹⁾は白ネズミのエピネフリン投与或は寒冷曝露といった急性生理的ストレスに際し皮質ビタミンC減少よりみた皮質活動は抑制されぬことより、組織の皮質ホルモン利用に変化をみるのではないかと推論した。しかし抗酸化作用を有するビタミンEの生体機序に関しては未だ充分明らかでなく、最近阪大田村等²⁾は四塩化炭素中毒時の肝組織の酸化的磷酸化の低下をビタミンEが抑制することを報告している。

ストレスに際する生体反応の代謝面での特性は蛋白質異化であり、それに伴う現象として血中クレアチンの増量、クレアチン尿³⁾がみられることが知られている。当教室に於いては多年各種のストレスに際するクレアチン尿の出現機序の検討が行なわれ、それが副腎糖質ステロイドの存在を前提としてみられることが明らかにされた⁴⁾。よって著者はここに cortisone により招来されるクレアチン尿がビタミンEにより抑制されうるか、更にそれを母体として発現される thyroxine クレアチン尿⁵⁾、progesterone クレアチン尿⁶⁾ 或は餓餓クレアチン尿とビタミンEの関係を検討し、最後にX線照射後のクレアチン尿に対する影響を調べストレス抵抗性機序を明かにせんと試みた。

II. 実験方法

実験動物としては2.0kg前後の成熟した白色

* 千葉大学医学部第2生理学教室 (福田篤郎教授)
〔昭和35年1月19日受付〕

雄ウサギを用いたが、progesterone 投与実験のみは雌ウサギを使用した。progesterone によるクレアチン尿出現は androgen によって抑制され、雄ウサギでは出現し難いからである⁶⁾。飼料としてはオカラ 300g を与えた。

尿は24時間蓄尿とし導尿により残尿を総て排泄せしめた。夏季の採尿にあっては尿器にトルオールを加え、氷醋酸を1~2滴たらし細菌によるクレアチン体の分解をさけた。

尿中クレアチン体定量は佐藤・福山氏等の法⁷⁾により、血中クレアチン体定量は Peters氏法⁸⁾に従った。血糖定量は Somogyi 氏法⁹⁾を用いた。

Cortisone は Merk 製 Corton を、progesterone は帝国臓器の Oohormin luteum を、thyroxine は Lilly の Thyroid (1錠中甲状腺末 1/2 grain 含有) を、insulin は清水の Iszilin を使用した。ビタミンEは衛材のユベラ注射液を筋肉内注射により投与した。

X線照射は島津製 200kV (本学放射線学教室) の装置により総線量 400r を背部より全身照射した。条件は2次電圧 200kVP, 2次電流 20mA, 濾過板 0.7mmCu 及び 0.5mmAl, 焦点皮膚間距離 100cm, 線量率 12.5r/分 とした。

III. 実験成績

A. Cortisoneクレアチン尿とビタミンE

正常ウサギに対し cortisone 1.0mg/kg/1日 を筋注すると既に翌日の尿中にはクレアチンが出現し、連日投与に際してはその排泄が次第に増加する。図1にみるごとくこの際ビタミンE 20mg/日の筋注を行なうと24時間後にはクレアチン排泄が著明に抑制せられ、3日間連日投与により完全に停止する。Cortisone の投与量を 3.0mg/kg/日 とすればクレアチン排泄はより

増量し、この際においてはも早やビタミンE 20mg/日を以てしては完全に抑制することは出来なくなる。

Cortisone の大量連日投与に際してはクレアチン尿の他、N負平衡、過血糖、糖尿をみるに至るのである。よってこの様な現象に対しても果して抑制効果がみられるか、過血糖経過に対する影響を検討するに図2の如くである。即ち過血糖は著しく抑制され、その間体重の減少速度も低下し、蛋白異化・糖新生の減少すること

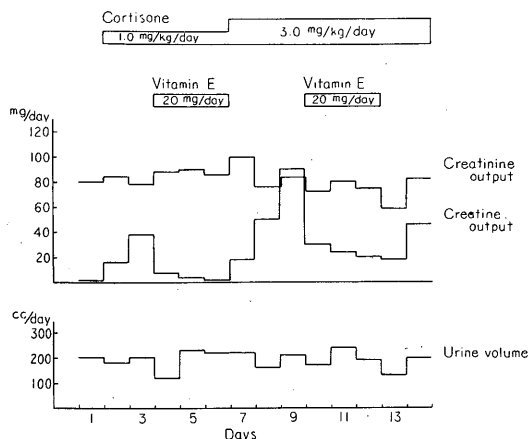


Fig. 1.

Effect of vitamin E upon the cortisone creatinuria.

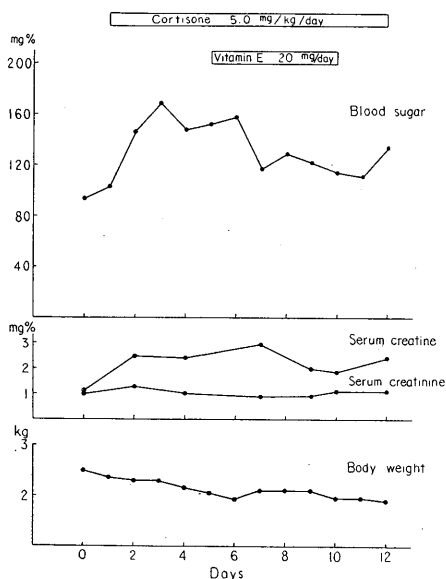


Fig. 2.

Effect of vitamin E upon the cortisone hyperglycemia.

がうかがわれる。血清クレアチンの上昇にも抑制的に働き、上記のクレアチン尿減少機序が理解されうる。しかしこれ等の抑制は完全とはいえない。

上記のごとく大量 cortisone 連日投与の場合はビタミンEのクレアチン尿抑制効果が減弱することに関し、更らに検討を試みた。即ち大量 cortisone連日投与に際して出現するinsulin抵抗性に対しビタミンEがこれを改善するか否かを検した。図3に示す如くcortisone 5.0mg/kg/日を5日間投与すると insulin 静注による血糖低下度が減弱する。更らに cortisone 投与を続けると血糖値は上昇し insulin に対し無反応となる¹⁰⁾。よって6日目より cortisone とビタミンE (20mg/日)を併用し、9日目に再び insulin 反応をみるに、抗insulin性は増強しビタミンEはそれを抑制し得ないことを知った。cortisone による抗 insulin 性は福田¹⁰⁾によれば直接の糖新生作用の他2次的変化に基く諸因子、例えば acidosis も加わることによるといわれる。この様にして招来される現象に対してはも早やビタミンEが抑制効果を呈し得ないとすれば、上記のクレアチン尿抑制の不完全さも理解されうるであろう。なおビタミンEを 50mg/日に増量するも抑制効果は増強されなかった。

B. Thyroxine 及び progesterone クレア

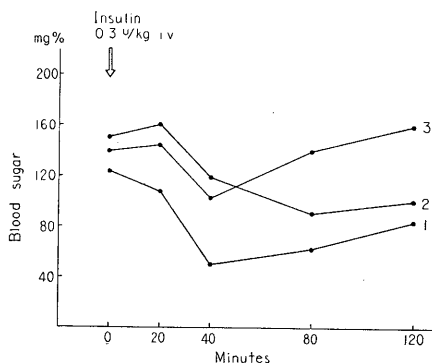


Fig. 3.

Antiinsulin effect of cortisone.

1. Before cortisone treatment.
2. Cortisone treatment for 5 days.
3. Thereafter, cortisone+vitamin E for 4 days
Cortisone : 5mg/kg/day.

チン尿とビタミンE

序言に述べた如く thyroxine, progesterone といった蛋白異化性のホルモンによるクレアチン尿は皮質糖質ステロイドの有するクレアチン尿機序を母体に、それを顕現させることによって出現すると考えられる。よってこれ等クレアチン尿がビタミンEによって抑制されるか否かを検した次第である。

Thyroid 1錠/日 の経口的連日投与および progesterone 2.5mg/kg/日 の連日筋注に際してみられるクレアチン尿の出現に対するビタミンE 20mg/日 の投与効果は、それぞれ図4, 図5に示す如くである。cortisone クレアチン尿と同様にそれ等も抑制されることを知った。おそらく根底機序の cortisone 作用出現の抑制によるものと考えられる。

C. 饑餓クレアチン尿

饑餓も一種のストレスとしてクレアチン尿をみることは古くより知られている。これが副腎皮質糖質ステロイドの存在を前提として出現するか、即ち上記のクレアチン尿の如く糖質ステロイド異化作用の顕現に伴なって出現するか否かは検討されていない。よって先ず正常並びに副腎摘除ウサギについて比較検討するに図6に示す如くである。この際尿量維持のため連日水 150cc, 食塩 0.5g を与えた。

正常ウサギに於いては絶食3日目よりクレアチン尿の出現をみる。これに対し副腎摘除ウサギでは1週間以内にはこれをみることなく、体重減少著しく一般状態のおかされるに至って始めて出現する。よって初期の饑餓クレアチン尿は副腎の存在を前提として出現することを知る。なお副腎摘除饑餓ウサギでは少量のcortisone投与でクレアチン尿を来すことより、糖質ステロイド作用の顕現であることが判る。よってビタミンE投与を正常ウサギ饑餓時に行なうに同図Cにみる如く

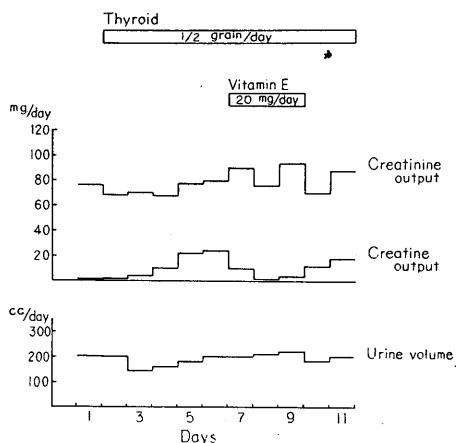


Fig. 4.
Effect of vitamin E upon the thyroid creatinuria.

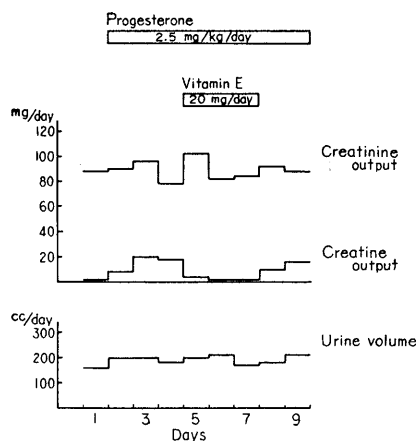


Fig. 5.
Effect of vitamin E upon the progesterone creatinuria.

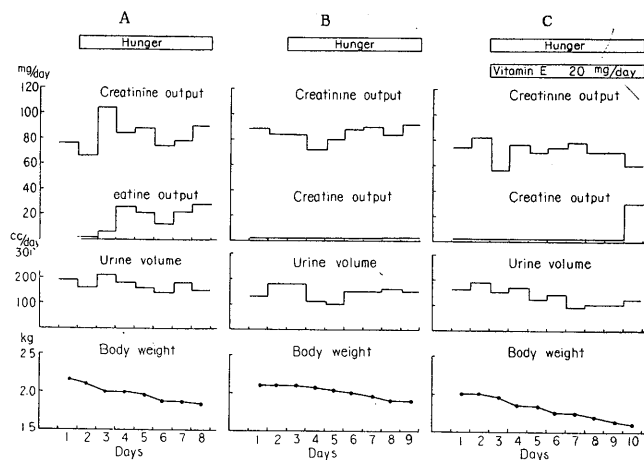


Fig. 6. Effect of vitamin E upon the hunger creatinuria.
A. intact. B. adrenalectomized. C. vitamin E treated.

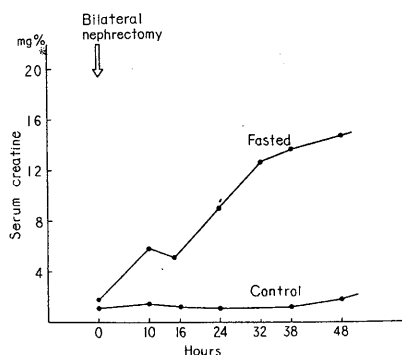


Fig. 7.

Effect of previous 3 days fasting upon the after bilateral nephrectomy.

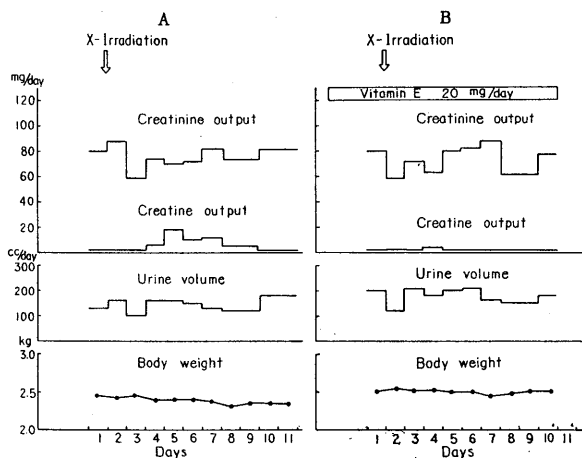


Fig. 8.

Effect of vitamin E upon the creatinuria induced by X-irradiation.

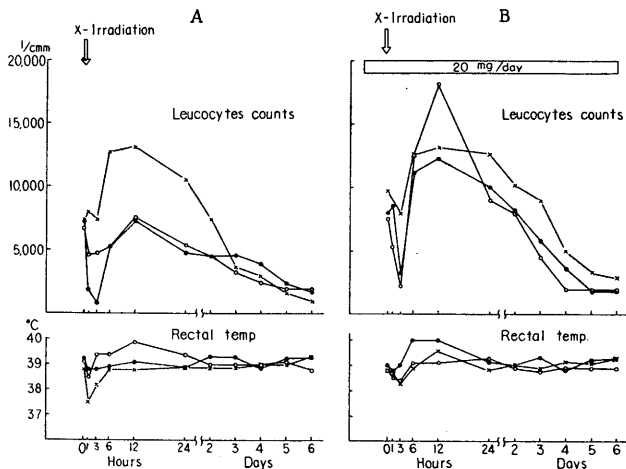


Fig. 9.

Effect of vitamin E upon the leucocytic and febrile response induced by X-irradiation.

よくこれを1週間余にわたって抑制し、体重減少高度となるに及んで始めてクレアチン尿をみることに副腎摘除ウサギと同様である事を知った。饑餓に際してのクレアチン尿は血清クレアチンの増量に基くものであることは図7にみる両腎摘除後の血清クレアチン濃度の顕著な増加によって知ることが出来る。即ち正常ウサギでは腎摘除後48時間内には血中クレアチン濃度の上昇をみないが、予め3日間饑餓にしクレアチン尿の出現開始される時期に腎摘除を行なえばほぼ直線的にそれが上昇する。

D. X線照射後のクレアチン尿に対するビタミンE効果

X線照射ストレスに対する抵抗性とビタミンEに関して考察に述べる如く、明白な事実が認められていない。致死量を以てする実験ではビタミンE大量投与は死亡率を高めるとすらいわれる。よって線量を致死量の約半分とし、総線量 400r を背部より全身照射する条件下でクレアチン尿出現を主体に観察を行なった。

ビタミンE投与例は予め1週間前より全経過を通じ 20mg/日のビタミンEを連日投与した。クレアチン尿出現経過は図8に示すごとくである。食欲に異常なく摂食量は不変であった。対照例では何れも照射後3日目より数日間にわたってクレアチン尿をみた。ビタミンE投与例ではそれが殆んど完全に抑制され、体重減少度も多少軽減された。

なお図9に示す如くビタミンE投与例では照射直後の直腸温下降は軽微にとどまり、白血球数経過には大差なく1週間後の減少度にも差をみなかった。

即ちビタミンEはクレアチン尿抑

制では効果顕著であったが、他の傷害所見並びに一般状態よりみては効果を認めなかった。

Ⅳ. 考 察

本実験に於いてビタミンEが蛋白異化作用を呈する cortisone, thyroxine, progesterone 或いは餓餓によるクレアチン尿出現に対し抑制的に働き得ることを明らかにしえた。これ等はいずれも皮質糖質ステロイド作用の条件付けによる顕現と解され、ビタミンEが糖質ステロイド作用に抑制的に働くことによるものであることを結論する次第である。ここに著者はビタミンEのストレス抵抗性増強機序に関し、それが皮質糖質ステロイドの蛋白異化・糖新生作用の出現を軽減し、過度な異化による消耗を防止するのではないかと推定するのである。

さてストレス・クレアチン尿の根源である cortisone クレアチン尿機序に関し、当教室早船³⁾はそれが筋 phosphagen の分解に基くものであることを両腎摘除実験より論じ、おそらく酸化的磷酸化の非共軛化によるのではないかと推察した。かかる推定が的中するとすればビタミンEは非共軛化を抑制し、phosphagen 分解を防ぐものと考えることが出来る。

X線照射ストレスとビタミンEに関しては過酸化物形成説に従えば、必須脂肪酸破壊防止の上からもビタミンEの有効性が推測され、2, 3の研究者によって取上げられたが、致死照射量を以てしては有効性が認められず、ビタミンE大量投与は逆に死亡率を高めるといわれる¹¹⁾。一方白ネズミの腸管膜点状出血の出現は抑制すると有効性を物語る報告もある¹²⁾。これは要するに照射量及び効果判定目標が問題となるのであろう。本実験に用いた如き程度の照射量では照射後のクレアチン尿出現はビタミンEにより完全に抑制され、その意味ではストレス軽減がみられたといえよう。しかし白血球の減少等よりみればX線照射に対する抵抗性には殆んど影響がないと考えられる。

なお序言にも述べた如く阪大田村等もビタミンEが四塩化炭素中毒時の肝組織の酸化的磷酸

化の低下を阻止するとし、且つ Klein 等および Tulpul等によって指摘された必須脂肪酸の欠乏に基く DPNH の酸化に関係する酸化的磷酸化能の減退に関連して、ビタミンE作用を必須脂肪酸保護作用 (antioxidant) に求めんとしている。今後この方面の研究によってビタミンE作用機序、ストレス抵抗性増強機序も生化学的解明を得るであろう。

Ⅴ. 結 論

ビタミンEの示す各種ストレスに対する抵抗性増強機序を物質代謝面より明らかにすべく蛋白異化作用を呈する諸条件cortisone, thyroxine, progesterone 投与或は餓餓によるクレアチン尿に対する影響を検討した。何れの場合のクレアチン尿をも或る限度内に於いては明白に抑制することを知った。それ等の機序並びにビタミンEによるストレス抵抗性が過剰異化作用を防止することによるであろうことを考察した。X線照射後のクレアチン尿もビタミンEにより抑制されるが白血球減少には影響なく、ストレス抵抗性増大は認められない。

筆を擱くに当り、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜わった恩師福田篤郎教授に深く感謝致します。併せて教室員諸兄姉の御援助に厚く御礼申し上げます。

なおX線照射について種々御指導、御教示を頂いた本学放射線学教室寛 弘毅教授並びに渡辺勲講師に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) Quaife, M. L. & P. L. Harris (1951) Relation of vitamin E to acute physiological stress. Proc. Soc. Biol. & Med. **78**, 188
- 2) 田村珍彦・他 (1958) 四塩化炭素障害肝におよぼすビタミンEの効果 阪大医誌 **10**, (補冊) 1553
- 3) 早船喬一; (日本生理誌に投稿中)
- 4) 福田篤郎 (1955) 家兎副腎欠損症状について 内分泌 **2**, 207
- 5) 奈良輝樹 (1957) 甲状腺機能と副腎皮質 日本生理誌 **19**, 621
- 6) 吉田泰次郎 (1959) Progesterone クレアチン尿について 日本生理誌 **21**, 545
- 7) 佐藤徳郎・福山富太郎 (1956) 尿クレアチンおよびクレアチニンの精密測定法 臨床病理 **4**, 235
- 8) Peters, J. H. (1942) The determination of creatinine and creatine in blood and urine with the

- Photoelectric colorimeter. *J. Biol. Chem.* **146**, 179
9) Somogyi, M. (1945) The determination of blood
sugar. *J. Biol. Chem.* **160**, 74
10) 福田篤郎; (未発表)
11) Haley, T. J. et al. (1954) Influence of water-soluble
vitamin E on survival time in irradiated mice.
Science **119**, 126
12) Ames, S. R. et al. (1951) *Intern. Rev. vitamin
Research* **22**, 401

Summary

It has been demonstrated that vitamin E can inhibit creatinuria induced by cortisone. Also creatinuria induced by thyroxine, progesterone, hunger and X-irradiation which depend upon the presence of glycocorticoids, could be inhibited by vitamin E.

(2nd Department of Physiology, Chiba University School of Medicine)

室温 Ringer-Locke 氏液で灌流した家兎剔出心臓に関する研究 612. 172-083

Studies on the isolated heart of the rabbit, perfusing by
Ringer-Locke's solution in lower temperature

本 吉 幸 也 (MOTOYOSHI-Yukiya)*

I. 緒 言

従来剔出心臓の灌流実験は、蛙等の冷血動物に於いては室温で行なわれて居るが温血動物を用いた場合は Langendorff¹⁾の方法に従って、体温程度に加温し、而も血液そのものを用いて灌流を行っている。

著者は剔出家兎心臓を室温 Ringer-Locke 氏液（以下単に R-L 液と略記する）を以て灌流する方法につき、先にその要旨を報告したが²⁾³⁾、引続き実験を行なったので、その結果をまとめて茲に報告する。

II. 方 法

A. 心臓剔出

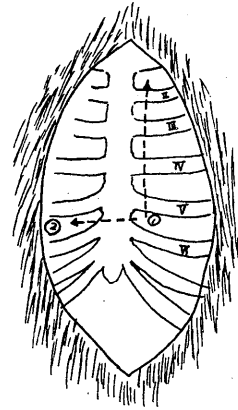
家兎は雌雄の別なく、成熟せるものを用い、背位に固定し、第1図に示した様に、無麻酔の下に胸骨左縁に沿って皮切を加え、広く鈍的に開創し、次いで胸骨左側の第4～第5肋間に切開を加え左胸腔を開き、該部からコツヘル鉗子2本を鎖骨下迄深く挿入して、胸壁全層を縦に挟み、両コツヘル間の部に於いて肋骨ごと胸壁を鉗断する。

これは剔出前の出血が後の実験に大きな影響があるので、内乳動脈からの出血を防止する為である。

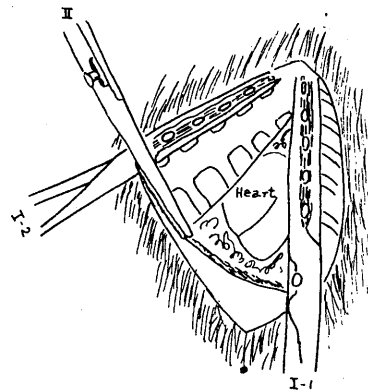
次いで開胸創の下端より前記胸骨縁のコツヘル鉗子と直角に第3のコツヘル鉗子を挿入して、胸骨ごと挟み、その下で横に鉗断して広く胸腔をあける。

その際鎖骨下動脈を損傷しない様細心の注意を払った。

* 日本医科大学生理学教室
〔昭和35年1月20日受付〕



The chest-skin of rabbit is incised lengthwise.



The left breastwork is cut open and the sternum is turned up.

Fig. 1.

The extract method of the heart.

そして心嚢を切開して心臓を露出し、その後方に左示指及び中指を挿入して心臓を持ち上げ気味とし、指の下から鉗を入れて心臓と背面の連絡を先づ切断し、更に前上方の指尖部から大動脈弓部を一挙に切断して剔出した。

著者は開胸から剔出迄の操作を30秒以内で行

なう様に努めた。

B. 剔出心臓の冷蔵

剔出した心臓は予め約 5°C に冷却した R-L 液に直ちに投入し、液中で軽く揉み血液を洗い去り、そのまま約10分間冷却 R-L 液中に保存した。

心臓は投入直後少しは自動するが、間もなく停止する。

C. 剔出心臓の灌流

Mariotte の方法に従い、冷 R-L 液中に保存した剔出心臓の大動脈断端より逆行性にカニューレを挿入結紮し、気泡の混入していないことを確めて、室温の R-L 液を灌流した。

その際酸素を通ずる等の操作は特に行なわなかった。

灌流装置は第2図のものを使用した。

灌流圧は $40\sim 55\text{ cmH}_2\text{O}$ として行なったが、灌流液は大動脈起始部から冠状動脈に流入し、心臓を均霑して冠静脈、右心房、右心室を経て肺動脈断端から滴下するに至るのである。排出された R-L 液は濾過して再び使用した。

剔出心臓は灌流開始後一般には直ちに自動を開始し、一定時間（多くは4～5分）後には安

定した拍動を持続するに至るものである。灌流液温は $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ の室温に相当する時が良い様に思えたが、剔出心臓の冷却温度、冷却時間、灌流液温等の関係に就いては教室の遠藤が目下詳細に実験中であるので、如何なる条件が最適であるかはその報告を待つこととするが、前記の条件で本論文の実験は十分観察することが出来た。

D. 小括

家兎心臓を剔出して室温 R-L 液で灌流するには次の点が重要である。

1. 心臓剔出は30秒以内で術を終ること。
2. 心臓を離断する迄無益な出血を避けること。
3. 5°C に冷却した R-L 液中で剔出心臓を軽く揉んで内部の血液を十分に排除すること。
4. 剔出心臓は 5°C R-L 液中に放置して約10分間冷却すること。
5. 剔出心臓灌流液の温度は $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ を適当と考える。尚灌流圧は $40\sim 55\text{ cmH}_2\text{O}$ とすること。

Ⅲ. 室温灌流家兎剔出心臓のメカノグラムに就いて

A. 実験方法

前記方法により室温 R-L 液灌流剔出心臓は灌流開始後直ちに自動を開始するが、その際心臓は収縮と共に肉眼的には引き上げられる様に見える外、ねじ上げられる様に見えるので、心尖部、右室、左室等の部分に横杆を取り付け、該部のメカノグラムを検討した。

尚灌流直後は自動が不安定であるので灌流開始5分後より記録した。

B. 成績

1. 心尖部のメカノグラム

心臓全体の動きを見る為に、先ず第1に心尖部のメカノグラムを44例に就いて検討したが、その結果は次の通りである。

a. 拍動持続時間

拍動持続時間は最短2時間、最長13時間、44例の平均7.2時間であった。

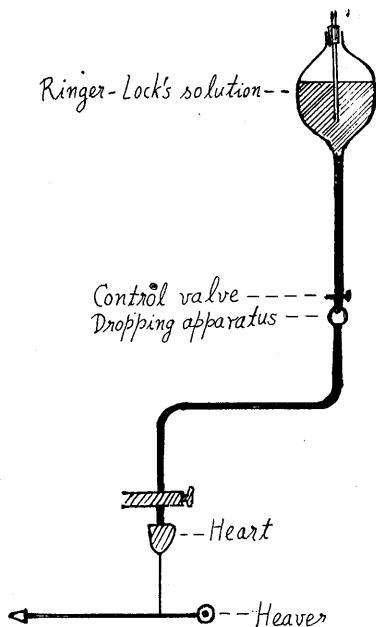


Fig. 2. The perfusing apparatus.

b. 収縮の大きさ

収縮の大きさは灌流当初が最も大きく、2 時間目位迄比較的急激に、その後は比較的緩徐に減少して行くものが大部分であったが、拍動数の増加した際に飛躍的に増大した例も見受けられた。

c. 拍動のリズム

灌流開始直後は多くは大小不同で、完全弛緩、完全収縮を行なわないものが混り、全く不規則であるが、30分乃至1時間の間に、拍動数は漸次減少して、リズム、メカノグラムの大きさに共に安定した時期に移行し、その後再び不規則となって終るのが通例であるが、その経過にはいくつか型が認められた。即ち、

i. 早い拍動から急に緩徐になり安定し、平均1時間位で再び促進し、その後又緩徐となって終るもの (51例中21例, 43.1%)。

ii. 逆に当初比較的緩徐だったものが1~2時間目に急に拍動数を増し安定し、その後又緩徐となるもの (51例中11例, 21.6%)。

iii. 大さには差があるが当初から比較的安定していて次第に緩徐となるもの (51例中11例, 21.6%)。

iv. 不規則な拍動に始まり、次いで大小の収縮が交互に起り、次第に大きさの差がなくなると共に、大きさ、リズム共に安定して来るもの (51例中7例, 13.7%)、の4型である。

d. 灌流液温と拍動数との関係

一般的に云って灌流液温の上昇により拍動数は増加の傾向にある様に思われたが、第1表の如く、液温 24°C 以上の場合に安定時の拍動数毎分10前後の緩徐なものが認められた。

之等の例では 1~2 時間の短時間内に拍動が停止しているの、液温のみの関係ではないかも知れない。

e. 末期拍動の状態

末期に至り拍動を停止する迄の型には次の4型が認められた。即ち、

i. 次第に波形が小さくなり、リズムも不定となりつつ停止するもの。

ii. 促進した拍動がそのまま波形が小さくな

Table 1.

The relation between temperature of perfusing solution and heartbeat after 30 minutes perfusion.

Temp. of solution. (°C)	Heart beat (at 30 min. after perfusing)							
17	16	12						
18	10	31	19	28	19			
19	30	18	36	45	22	19	44	19
20	30	32	20	21	21	19	23	
21	26	19	30	38	34	16		
22	22	19	30	46				
23	20	21	34	20	24			
24	40	8	20	64	63	31	8	20
25								
26	46	46	70	15				
27	6	12						

り、不定となり停止するもの。

iii. 拍動数、波形の大きさ共次第に減少して停止するもの。

iv. 肉眼的に十分認められる程度の大きさの波形のものが突然停止するもの。

f. 代表例

家兔体重 2.65kg, 心重量 11.5g, 水圧 55cm H₂O.

灌流開始直後より運動は活潑であるが非常に不規則であったが、35分頃までに1収縮毎に大きな収縮を見たが次第に規則的な拍動になった。その後再び不規則になり、45分より2段脈が出現し、55分後は全部2段脈に変わった。1時間18分後急に小さくなり2段脈は消失し新に大きな休息を見る様になった。1時間50分より2時間50分迄再び規則的な拍動を呈し、その後不規則になり、新に休息を見た。3時間30分頃新に早い収縮を営み5時間57分後心拍動は全く停止した。

g. 不整脈

i. 灌流経過中の不整脈

1) 灌流当初の不規則脈で一定の規則なく大部分のものは全く不規則で、大小不同で完全弛緩、完全収縮の極期に至らない拍動を混ざる。一定時間後次の様な種々の拍動を呈する (Fig. 3 の1)。

2) 一収縮毎に大収縮し、大小収縮の大きさは各々一定しているが、時間的には全く規則的である (Fig. 3 の2)。

3) 大きな2段脈。第1収縮は大で、次いで

完全弛緩に至らない中に第2収縮が始まる。第2収縮は第1収縮より小さく次いで完全弛緩に至って次のグループの第1収縮が始まる。グループ間の休息は大きい (Fig. 3 の3)。

4) 2段脈。第1脈は大きく且つ巾が広い (Fig. 3 の4)。

5) 2段脈。第1脈が小さく第2脈が大きい (Fig. 3 の5)。

6) 規則的な拍動に混ざる2段脈。第1、第2脈間の弛緩が大きい。次の休息は収縮が大きい (Fig. 3 の6)。

7) 2段脈。第1及び第2脈の大きさが同じ

か又は第2脈が大きい。次の休息期は長く且つそれに次ぐ収縮は非常に大きく、大収縮後の第2収縮は他よりやや小さい (Fig. 3 の7)。

8) 2段脈。2段脈後の休息及び休息後の収縮に何等の変化を見ない (Fig. 3 の8)。

9) 3連続脈。第1脈は非常に大きく第3脈が最も小さい (Fig. 3 の9)。

10) 3段脈。最初の2段は普通の2段脈と同じであるが第3脈が非常に大きい (Fig. 3 の10)。

11) 2連続脈。前後は大体規則的であるが、その中に2連続脈を認める。第1脈は通常大きく第2脈はこれより小さい。次の休息は大きく、それに次ぐ収縮は非常に大きい (Fig. 3 の11)。

12) 2連続脈。第1脈最も大きく、第2脈は小さく第1脈の2/3の大きさ (Fig. 3 の12)。

13) 3連続脈。第1脈は最も大きく第2脈が最も小さい。各間の休息は非常に大きい (Fig. 3 の13)。

14) 3連続脈。第1脈は最も大きく連続脈後の休息期弛緩は最も大きい (Fig. 3 の14)。

15) 3~4連続脈。休息後の第1脈最も大きく、第2、第3、第4脈の大きさは同じで、弛緩位置も一定である (Fig. 3 の15)。

16) 2~3~4連続脈。収縮極期の位置は同じだが、各間の弛緩が非常に大きい (Fig. 3 の16)。

17) 連続脈。連続間の弛緩が非常に大きく、第1脈が最も大きい (Fig. 3 の17)。

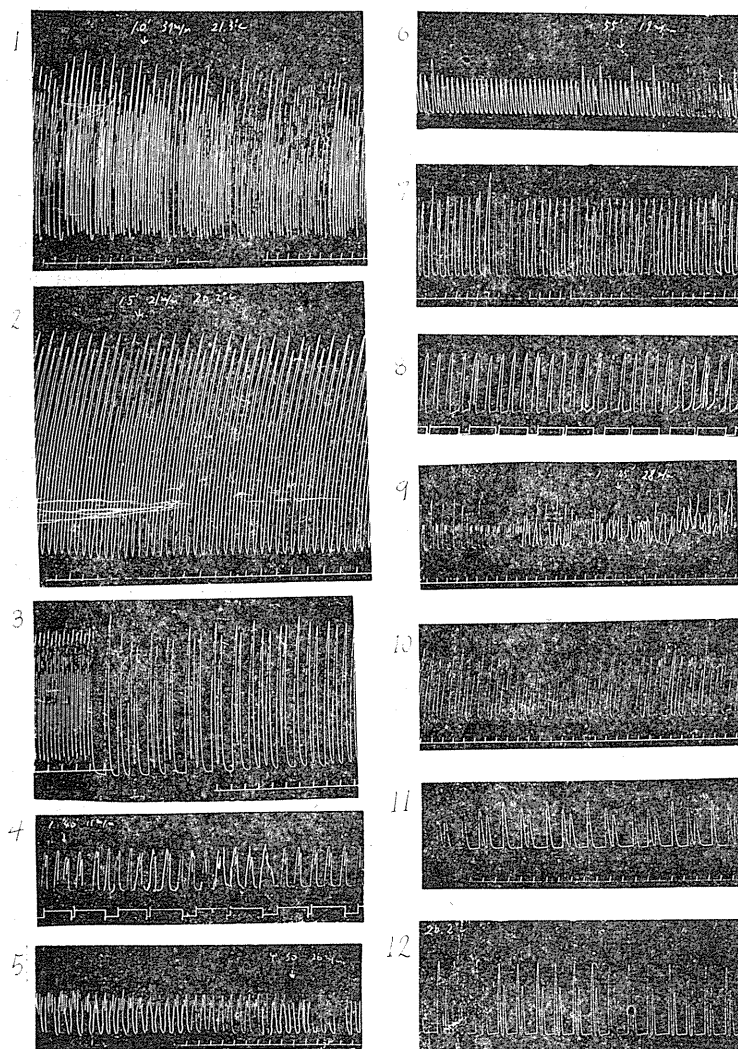


Fig. 3 の 1

18) 連続脉. 連続間の弛緩が大きく, 第1収縮最も大きい. 極期の位置は一定であるが弛緩が1つおきにやや大きい (Fig. 3 の18).

19) 連続脉. 各間の弛緩休息大きく, 第1脉は最大, 他は一定であるが, 最後に2段脉を営んで休息に入る (Fig. 3 の19).

20) 数個連続脉. 第1収縮は最も大きく次第に収縮極期が小さくなり, 最後に2段状をなし, 大きな休息を見ずに, 次の大収縮を営むようになる (Fig. 3 の20).

21) 緩徐な収縮から急に早い収縮に変化する. この時の収縮極期及び弛緩の位置は上昇し, 孤線を書いて再び下降し緩徐な拍動に変化する (Fig. 3 の21).

22) 緩徐な拍動から急に早くなり弛緩位は上昇し急に大休止に入り, 次いで大収縮を営む. 次の2, 3収縮は緩徐で小さく, 弛緩位が下降している. 次第に正常にかえり弛緩位置も元にもどり, これをくりかえす (Fig. 3 の22).

23) 緩徐な拍動から次第に早くなり, 長い休息後再び同様の収縮をくりかえす. 休息後の第1収縮は最も大きく, 早くなると上昇のカーブを画がく (Fig. 3 の23).

24) 2段脉を混ざる連続脉 (Fig. 3 の24).

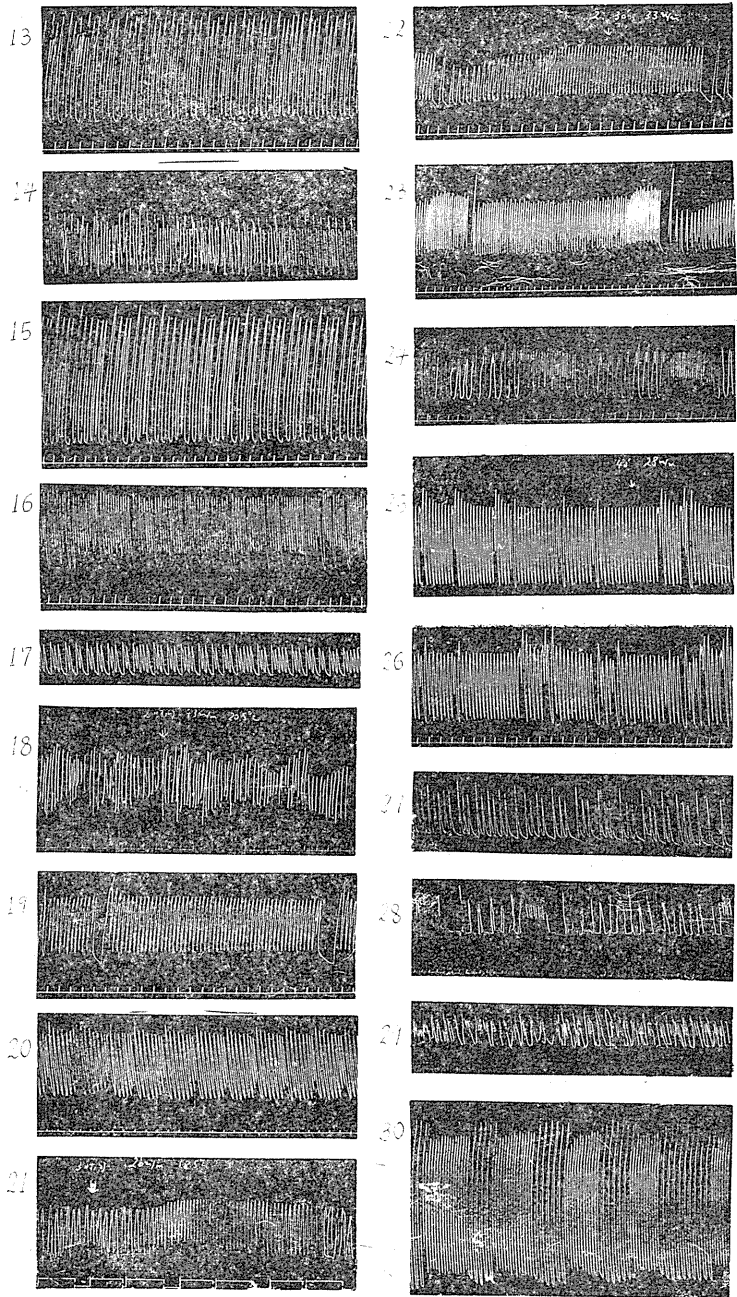


Fig. 3. (つづき)

Mechanogram of a isolates heart of the rabbtr, perfusing by Ringer-Lock's solution.

25) 数コ〜10数コ規則的な拍動をするが, 最後に2段脉を呈し2段脉後の弛緩は完全でなく次の大きな収縮を営む. 次の2〜3コの収縮は

極期の大きな収縮であるがその後再び元にもどる (Fig. 3 の25).

26) 数コ〜10数コの規則的な拍動を営み、3段脈を呈して次のグループに入る。3段脈後の弛緩は大きいが休息がない。第1脈から2〜3コは収縮極期の位置が大きい (Fig. 3 の26).

27) 所々に休息。休息後の収縮は大きく次の収縮は小さい。休息時の弛緩は大きい (Fig. 3 の27).

28) 2〜数コのグループになり各間の休息は大きい (Fig. 3 の28).

29) 1〜2コ毎に数コの段状脈間に大きな連続脈がある (Fig. 3 の29).

30) 緩速交代脈。各々の拍動は大体規則的であるが、緩徐な拍動が数コ続いた後、急に早い拍動に変化する。前者は収縮極期に高く弛緩位も低い。後者も前者より小さい。此等の拍動は数コ乃至10数コ毎に休息期なしに繰返えされる (Fig. 3 の30).

ii. 心拍停止前に現われた不整脈

1) 収縮位に於いて、フラッテルン様の小刻みの小収縮を営み、20秒〜1分30秒で急に小収

縮は止み、急激に下降して長い休息後緩徐な収縮を営む (Fig. 4 の1).

2) 正常収縮の約2.5倍の大きさの収縮を行ない、動揺的収縮を行ないながら1分30秒で正常収縮極期の高さまで下降し、その後弛緩位まで急激に下降、約1分間の休息後、正常収縮の2倍の大きさの収縮を営む (Fig. 4 の2).

3) 数コ収縮毎に大収縮しその後の休息はやや大きく、大収縮は極期前に2段状を成す (Fig. 4 の3).

4) 休止直前の2段脈 (Fig. 4 の4).

5) 2〜3段脈、極期に於いて2〜3の小収縮で、第1脈は巾広く第3脈の次の休息及びそれに次ぐ収縮は大きい (Fig. 4 の5).

6) 急に早い収縮で、大休息後再び緩徐となる (Fig. 4 の6).

7) 小収縮の極期に於いて2段状脈 (Fig. 4 の7).

8) 小さな連続脈。心搏停止1時間30分前 (Fig. 4 の8).

9) 急に収縮極期位置に於いて下降せず、そのままやや上昇し収縮時に下降を示す様になる (Fig. 4 の9).

10) 収縮時下降。最初は収縮時一時的に下降し、次いでやや上昇し徐々に元にもどるが、次第に上昇が少なくなり、次に上昇は全く消失し収縮時下降を示すのみとなる (Fig. 4 の10).

11) 収縮時下降。肉眼的には心尖で蹴って収縮するように見える (Fig. 4 の11).

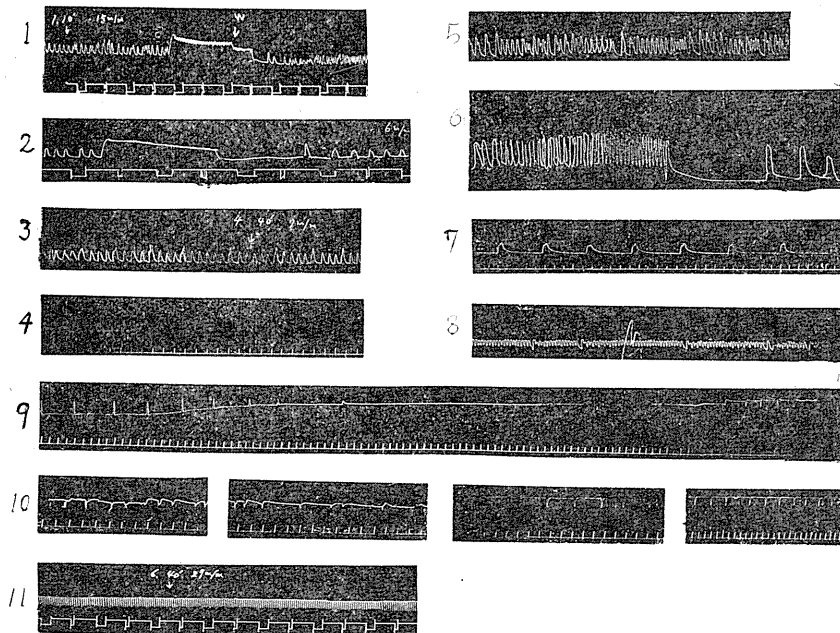


Fig. 4. Mechanogram of a isolated heart at the later stage.

2. 心尖並びに左右心室のメカノグラムの比較

灌流心臓の動きを見ていると、心房、心室共に円滑な運動をする場合と、各所ばらばらの運動をする場合とが認められる。

全般的に云って灌流液温 20~24°C 附近に於いて1時間より2時間目位の間は房室の運動に平衡の取れている場合が多い。

又心室に於いても左右の心室の動きに相違のある場合も認められるので、心尖、左右心室のメカノグラムを取って比較検討した。

a. 拍動持続時間

心尖、左室、右室のメカノグラムを取ってみると、運動の最も早く停止するのは心尖で、右心室が最後迄運動を続けるものが一番多かった(第2表)。

b. 収縮の大きさ

3者共灌流開始直後が最も大きく、停止迄の時間の長短によって多少差はあるが、大体に於いて、1~2時間以内は比較的急激に小さくなり、其の後は緩徐に大きさを減じて行く。

唯その場合3者は平行して小さくなるとは限らないで、或1つは増大を示すのに、他の2者は縮小を示すと云った様なものも屢々認められた。

一般にメカノグラムの大きさは右心室、心尖、左心室の順に小さい様に思われた。

c. 拍動リズム

3者のリズムは大体一致するが同一収縮によって描かれる3波形には屢々相違があり例えば左心室のみが収縮極期に於いて2段状の小収縮をなし、右室、心尖に於いては認められないとか、或いは又、右室では収縮極期の直前に2段状を呈し、左室、心尖では極期直後に2段状の小収縮を認め、而も下降時に左室のみは階段状下降を行なう等の現象が認められた。

d. 代表例

家兎体重2.1kg, 心重量7.1g, 水压50cm H₂O. 灌流直後より運動は活潑であるが、やや不規則、25分後大体規則的にして所々2段脈を混じた。55分不整脈が出現し数コ連続脈を呈し、1時間10分後3連続脈となる。2時間10分後やや

Table 2.
Order of coming to a standstill.

	r. vent.	l. vent.	apex of heart.	r. vent. apex.	l. vent. apex.	l. vent. apex.	l. vent.
first	0	5	10	5	1	2	0
next	6	4	4	0	0	0	0
latest	10	6	1	0	0	0	0

規則的になり2時間20分後より規則的となった。4時間以後心尖画は動揺的となり、5時間20分後左心室画及び心尖画は直線状となった。6時間以後右心室画も直線化し心拍は全く停止した。

e. 拍動の個々の相違

1) 規則的な拍動であるが左室画のみが収縮極期に於いて2段状の小収縮をなす。右室、心尖画はこれを見ない。左室画が2段状をなしている時に右心室画、心尖画は極期に達して、其の後3者一緒に下降する。従って左室が極期に至る時間が早い。しかし出発は同時である(Fig. 5の1)。

2) 規則的な拍動であるが、左室画のみ弛緩期前半にて2段状をなす(Fig. 5の2)。

3) 規則的な拍動であるが、全部が弛緩期2段状をなす。右室は弛緩期の前半1/3部で2段状を呈する。左室は弛緩期の前半1/4部で2段状を呈する。心尖は弛緩期に移った直後に2段状を呈する。3者共この2段状になった箇所から一緒に完全弛緩に至る(Fig. 5の3)。

4) 規則的な拍動であるが、右室、左室画のみに変化がある。右室画は弛緩直後に2段状で弛緩位置は直線である。左室画は収縮極期に於いて2段状の小収縮があり、弛緩位は一段下降して後やや上昇する。心尖画は変化なく正常であり、弛緩位置に於いては次第に下降をしめす(Fig. 5の4)。

5) 規則的な拍動であるが左右心室、心尖画に変化がある。右室画は極期に至る直前に於いて2段状をなし、左心室では極期直後に2段状の小収縮を営み、その後再び段状をなして下降する。また心尖では極期直後に2段状となる(Fig. 5の5)。

6) 規則的な拍動であるが左右心室画に変化をみる。右室では極期直前に 2 段状をなして極期に至る。左心室では極期後に 2 段状をなし、心尖画に変化はない (Fig. 5 の 6)。

7) 規則的な拍動であるが全部に段状小収縮を見る。右室は極期前に、左室は極期直後に、心尖は極期に於いて 2 段状の小収縮をなす (Fig. 5 の 7)。

8) 規則的な拍動であるが 3 者に異った形を

見る。右室画では極期直後に 2 段状小収縮を、左室及び心尖画では極期直後に 2 段状を呈する (Fig. 5 の 8)。

9) 規則的な拍動であるが右及び左室画に変化を見る。右室では弛緩後期に 2 段状をなし、左室では弛緩前半の極期直後及び弛緩期の半ばで 2 段状をなし、3 者共極期に至る時間は同時であるが、左室は早く 2 段状をなし、右室が 2 段状をなす時に左室は再び 2 段状の小収縮を呈

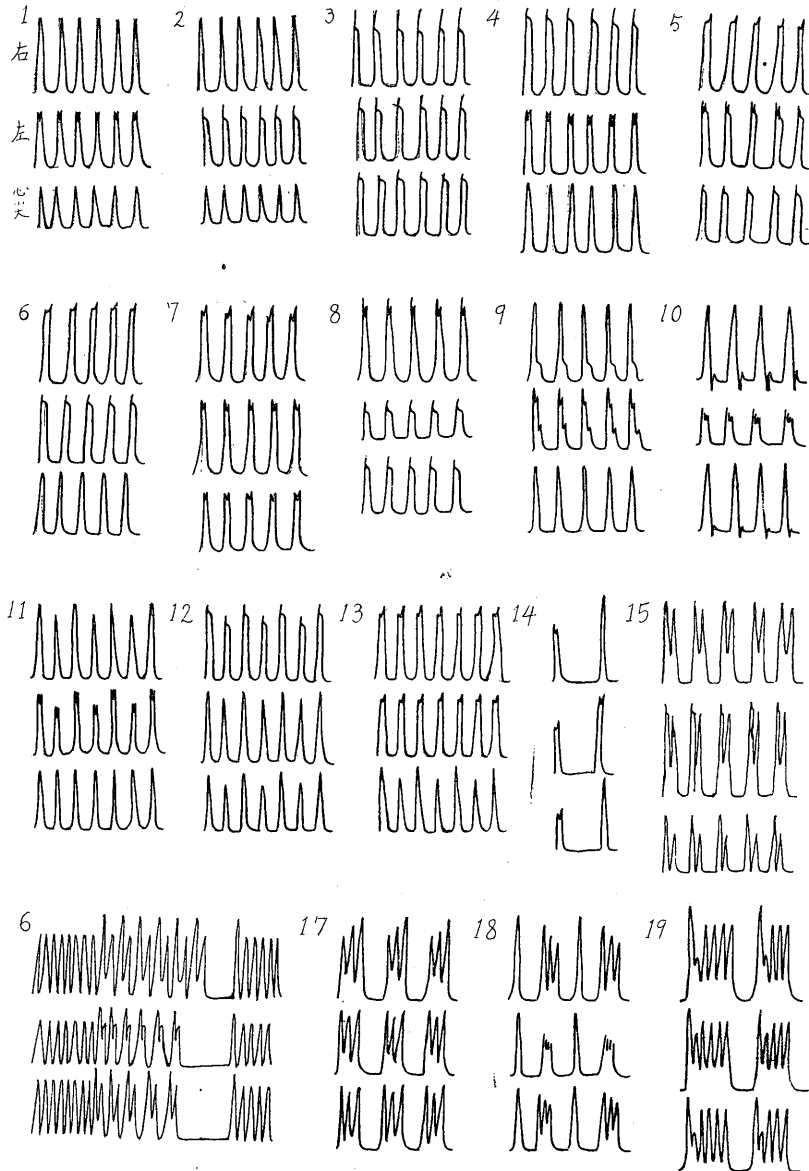


Fig. 5 の 1

する (Fig. 5 の 9).

10) 規則的な拍動であるが、次の様な変化が見られる。右室及び心尖の弛緩位が大きく下降し、一段上昇してから再び正常の弛緩位置にもどる。左室では極期に於いて3段状の小動揺を示し第一段が最も大きい (Fig. 5 の10).

11) 1つおき大きな拍動であるが、心尖のみは全く規則的な拍動を行ない、左室は極期後段状の小収縮を示す。右室、心尖はこれを見ない (Fig. 5 の11).

12) 1つおきに大きな拍動で、右室画のみに極期後段状を見る。左室、心尖画にはない (Fig. 5 の12).

13) 1つおきに大きな拍動で、これは心尖画のみにこれを見、左右心室画は極期直前に2段状小収縮をなすが、大きさは全く一定である (Fig. 5 の13).

14) 右室では極期後2段状小収縮をなし、左

室は極期前に2段状小収縮を行ない、心尖では極期に於いて2段状小収縮をなす。3者共次の収縮は非常に大きい (Fig. 5 の14).

15) 2連続脈 (2段脈). 右室画では第1脈がやや大きく、第1及び第2脈間の弛緩が完全でない。左室画は第1脈がやや大きく極期後2段状をなし弛緩は不完全である。心尖画は第1脈が大きく、第2脈が非常に小さく、2者の間の弛緩が完全である (Fig. 5 の15).

16) 規則的な収縮に2段脈群を混ざる。2段脈は左室画のみ弛緩が非常に小さく他は大きい。2段脈は大休息後再び規則的な拍動を繰り返す (Fig. 5 の16).

17) 3連続脈 (3段脈). 右室では第1脈の弛緩は小さく、第1, 2, 3脈と極期の上昇を示す。左室では同様に第1脈の弛緩が小さく、第2脈の収縮が小さい。心尖では第1脈の弛緩が最大で第2脈が小さい (Fig. 5 の17).

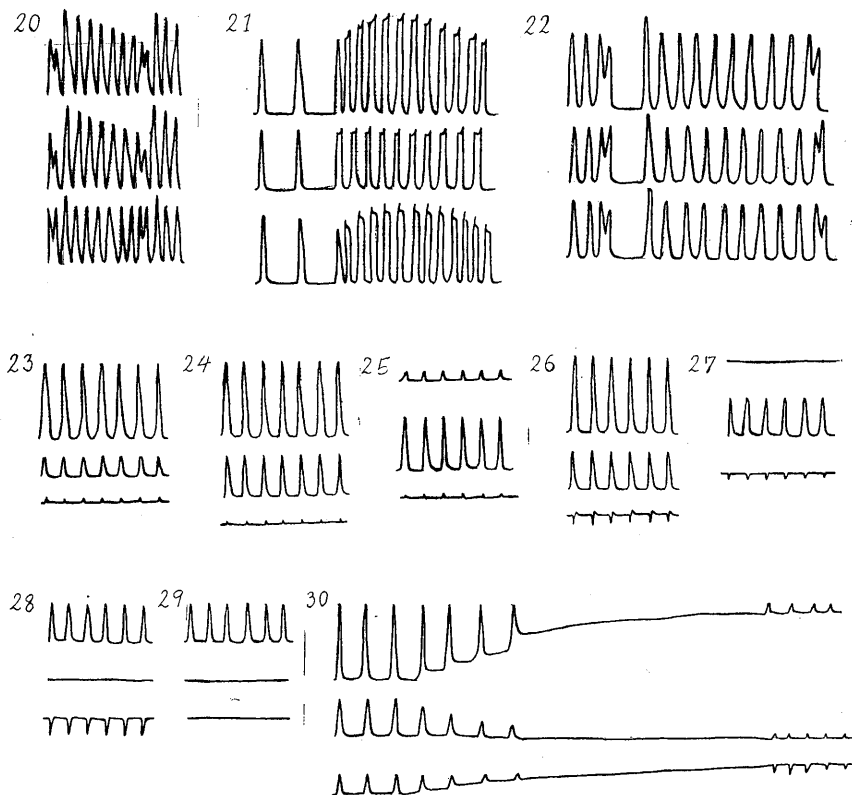


Fig. 5. (つづき) Various spikeform in mechanogram of the isolated heart.

18) 1つおきの3段脈. 3段脈間の収縮は非常に大きく, 右室及び心尖画は段状間の弛緩は大きく, 第1脈が最大で第3脈が最小である. 左室画は小さな3段脈で動揺的であり, 第1脈が最も大きい (Fig. 5の18).

19) 数コ連続脈. 左右心室画は休息期の弛緩が非常に大きく, 第1脈は非常に大きい. 心尖画では弛緩がやや大きく第1脈の弛緩が小で, 第2段が他の連続脈より小さい. 殊に右室, 心尖画では甚だしい (Fig. 5の19).

20) 数コ連続脈. 左右心室画は第1脈最大で次第に縮少し最後に2段脈を呈する. 休息著明でなく, 次のグループに移る. 心尖画は大きさは一定で, 第1脈のみが大きい. グループの最後の2段脈は左右室画は第2脈が小さく, 心尖画は同じ大きさである (Fig. 5の20).

21) 緩速交互脈. 緩徐な拍動と速い拍動が交互に現われる. 右室, 心尖画は速脈の第1脈が最小で, 次第に収縮極期が上昇し数回の拍動後, 元の位置にもどる. 左室画は大きさに変化なく, 第2脈後に於いて極期前に2段状をなす (Fig. 5の21).

22) 規則的な拍動に混ざる2段脈. 右室心尖画に於いては2段脈の第2脈が小さい. 左室画に於いては, 第1, 2脈が同じか又は第2脈が大きい. 2段脈後の休息は大きく, 次の収縮も大きい (Fig. 5の22).

23) 末期の拍動状態, I

右室画はかなり大きく (2.6cm の大きさ), 左室画はやや大きい (0.6cm の大きさ) が, 心尖画はわずかな動揺を示すのみである (Fig. 5の23).

24) 末期の拍動状態, II

左右心室画共やや大きな拍動 (0.8cm の大きさ) であるが, 心尖画は動揺的である (Fig. 5の24).

25) 末期の拍動状態, III

右室画は非常に小さく (0.2cm の大きさ), 左室画は大きく (1.0cm の大きさ), 心尖は動揺的である (Fig. 5の25).

26) 末期の拍動状態, IV

右室画は非常に大きく (2.0cm の大きさ), 左室画も大きく (1.0cm の大きさ), 心尖画は収縮時大部分が下降を示す (Fig. 5の26).

27) 末期の拍動状態, V

左室画はやや大きい (0.6cm の大きさ), 右室画は直線状となり, 心尖画は小さく収縮時下降を示す (Fig. 5の27).

28) 末期の拍動状態, VI

右室画は大きく (1.0cm の大きさ), 心尖画は収縮時下降を示し (0.4cm の大きさ), 左室画は直線となる (Fig. 5の28).

29) 末期の拍動状態, VII

右心室画はやや大きく (0.5cm の大きさ), 左室, 心尖画は直線である (Fig. 5の29).

30) 末期の拍動状態, VIII

右室画は階段状に上昇するが極期の位置に変化なく, 弛緩位の上昇で拍動は小さくなり, 遂に心拍は一時停止し, 3~4分後再び上昇した位置で, 小収縮を数回繰返し, その後全く拍動は停止した. 左室画は上昇曲線を画かず, そのままの位置で小さくなった. 心尖画は上昇曲線を画いて小さくなり, 再度の収縮の時に下降をしめす. 心拍停止後は上昇カーブを画かない (Fig. 5の30).

C. 小括並びに考按

剔出冷蔵家兎心臓を室温の R-L 液で灌流した場合の心臓自動の状態をメカノグラムによって検討した成績によると, 灌流開始後数分より波形, リズム等が安定して来て, 諸種の実験に供し得ると思われるが, 心房, 心室が平行して洞調律によって収縮を続ける時間の長さと, 灌流液温との間には第1表の如き関係があり, 灌流液温は20~24°Cの間が最適の様に思われた.

尙心尖部より心臓全体のメカノグラムを得ると共に, 右心室, 左心室から部分的にメカノグラムを取って見ると, 筋層の最も薄い右心室が最も長く収縮を続け, 左心室の収縮が最も早く停止することは興味あることと思う. この事は冠循環では左右差があると思えないので, 右心室には正常の状態の如く灌流液が通過するのに反して, 左心室にはその様な流れが起らないこ

とに基因することも想像されるが、本実験ではそこ迄は触れ得なかった。

Ⅳ. 右脚ブロックの形成時のメカ ノグラム

A. 実験方法

刺戟伝導路は成書にある如く、田原氏結節から His 氏束になり、これより左右に分れて各々左及び右心室内に分布する。この His 氏束は心室中隔膜様部につきあたり、ここにおいて左右に分岐して右脚は、第 7 図の如く背部を前方に凸面を向け弧線を描きつつ、且つ心筋中に埋没しつつ小後中央乳頭筋の前方を通過して、ここで心内膜下に現われ前乳頭筋に至り、ここから分岐した後 Purkinje 線維となって心筋に持続する。家兎の心室中隔膜様部は三尖弁の内側尖の前端に三角形をなし、基底は房室境界をなし、その尖頂は下方を向いている。著者は右脚切断に際して右心房を開いて、右心房を通して心室中隔膜様部を見ることが出来ないで、三尖弁の内側尖の前端を 1 つの目標として、前方の心室中隔膜様部を想像し、その下端部を虹彩尖刀で前上方より後下方向に向け、約 0.5cm、深さ約 0.1cm 心中隔を切り、右脚の切断を行なった。

右脚ブロックの形成は ECG に於いて L-R 誘導の R が逆転することによって確認して実験を行なった。

B. 実験成績

総実験例 16 例中、左右心室心尖描記実験 9 例、左及び右心室描記実験 7 例によって得た成績は下記の通りである。

1. 切断後の拍動状態

右脚切断と同時に拍動は停止するが、20~30 秒後再び活動を開始して次第に拍動数は増加し、1~2 分で後述の持続状態になる。持続となった後は特別の例外を除いて、それまで不規則な拍動をなしていたものを切断した時でも、その後は全く規則的な拍動を呈した。

特別な例外とは粗動を呈したものの、全く停止したものの、一時停止した後再び活動したものの、等である。

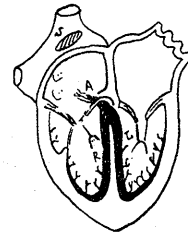


Fig. 6.

Model of excitation conducting system.

S...Sinus node.

A...Auriculoventricular node.

R...Right bundle branch.

L...Left bundle branch.

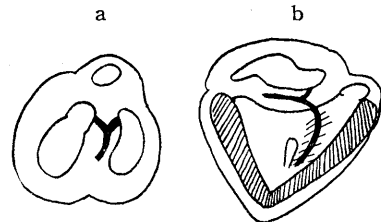


Fig. 7. The course of right bundle branch.

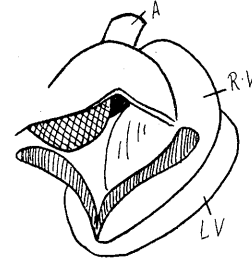


Fig. 8.

Right auriculoventricular ostium (view from ventricular side).

切断後の状態が 6 つに分けられる。

a. 拍動数が切断前より減少したもの (8 例).

最も顕著なものは 1 分間 44 回のものが切断後 14 回になり、平均減少は 1 分間 42 回が 28 回になった。本例では全部切断後、心房との運動は全く不平行で心房拍数より少ない。

b. 拍動数が切断前より増加したもの (2 例).

これは 1 分間 66 回が 80 回に、68 回が 70 回に増加した 2 例である。

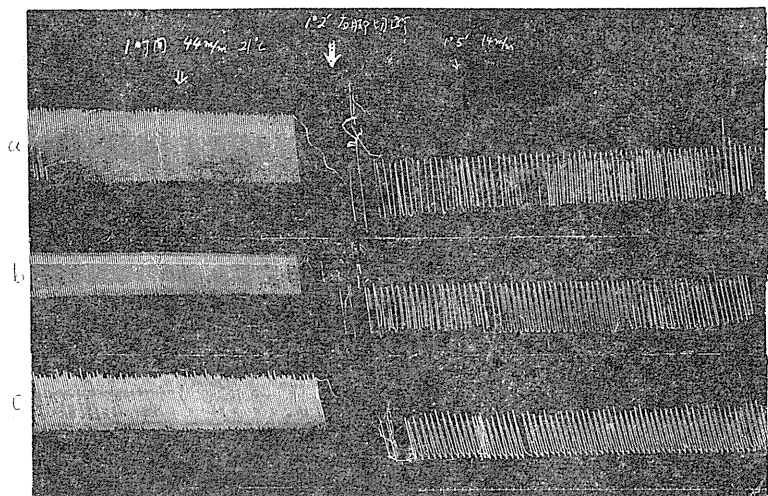


Fig. 9. Mechanogram of artificial right bundle branch block.
a) ...Right ventricle, b) ...Left ventricle, c) ...The apex of heart.

c. 切断前と切断後が変化しないもの (2例).

d. 切断後粗動を呈したもの (2例).

これは粗動を約20分間続け、後大きく緩徐な拍動に移動した。粗動を呈した時は勿論心房拍数と不平行であり、心房は1分間40~50の拍動数であるのに、心室は非常に小さな細い動揺的な早い動きを示していた。

e. 切断後拍動は全く停止したもの (1例).

切断後より拍動は全く停止して動かず、3時間観察したが不動に終わった。しかし心房は最後まで活潑な活動をした。

f. 切断後拍動が停止したが後再び活動したもの (1例).

一旦停止したが、45分後再び小さな活動を開始した。停止状態にあった時は、心房のみに活動をみた。再び活動後も、心房、心室の運動は平行せず、心室拍動数は非常に少なかった。

2. 切断による振幅の大きさの変化

左及び右室、心尖によって異なり第9図の如くである。多くの場合大きさは減少するが、しかし一方が小さくなって他の2つがこれに平行しない事もあり、3者の態度はまちまちである。

3. 切断によるメカノグラム基線の変化

当初これに気附かず見逃しておったが、7例について検討することが出来たが、切断操作そのものの影響でなく切断と同時にメカノグラムの基線が急に下降し、それが左及び右室、心尖によって下降の程度を異にすることを知った。第9図の如く、大部分は右脚を切断した直後、左室および心尖画の下降が目立ち、右室画は最も下降度が少なかった。即ち

平均右室画は 0.7cm, 左心室画は 1.57cm, 心尖画は 0.95cm の下降を示した。

4. 右脚切断後の拍動持続時間

特別な操作を加えない前文論では、第2表の如く、右室の運動が最後まで残るものが多かったが、右脚切断後のものでは、まちまちで必ずしも右室が最後まで残るとは限らなかった。

5. 代表例

32分迄規則的であるが、その後不規則となり、速脈及び緩徐な脈が交互に出現した。50分後規則的となる。1時間2分右脚切断、基線下降程度は、右室 1.1cm, 左室 1.2cm, 心尖 1.1cm, 右脚切断直後は拍動は休止したが直ぐ回復し、その後の拍動は全く規則的であった。拍動数の変化は1分間44回が14回に減少した。振幅の大きさの変化は右室画の 5.4cmが 4.8cmに、左室画の 3.3cmが 3.9cmに、心尖画の 4.5cmが 3.6cmに変わった。

C. 小括並びに考按

灌流心臓に於いて、右脚を切断した場合のメカノグラムに於いて注目を要する変化は、

1. メカノグラムの大きさが心尖、右室、左室の3者に於いて各々平行するとは限らないが、減少すること。

2. メカノグラムの基線が右脚切断直後、急

激に低下、即ち心臓が伸長した状態になること。そしてその低下程度は左室、心尖、右室の順であること。

の2点である。

現在心電図の解説に用いられている二重層説は温血動物の心臓も Syncytium を形成しているものとして、右脚ブロックの場合も、左室より右室の方が心筋に興奮が伝わって来るのに著しく時間がかかる事によって説明しようとしているが、本実験の場合心筋は無傷であるのにメカノグラムの基線が下る現象を何と解したら良いのだろうか。

温血動物の心室筋の走行に関しては日高⁴⁾の論文に明らかな如く、右脚に直結した筋群と左脚に直結した筋群とが、或程度隔絶的に存在しているのであって、本実験のメカノグラムの基線の下降並びに大きさの減少と云うことは、右脚に直結した筋群が弛緩、収縮に関与しないとすれば簡単に説明出来る様になる。

そして右脚を切断したのに、メカノグラムの基線は左室の低下が最も大きく、心尖、右室の順になっていることは、一見矛盾しているように考えられ易いが、元来右室壁と云うものは薄く、且右脚系筋群のみならず、左脚系筋群も含まれていると云う戸塚・日高⁴⁾の報告から考えれば、決して矛盾したものではないと思う。

V. 灌流心臓の ECG

A. 実験方法

第1章記載の方法で、剔出家兎心臓に常温灌流を行ないながら、ECG の誘導は関電極 (R) を直接心臓に、無関電極 (L) を灌流 R-L 液に置いて ECG を取った。

但し心電計は C-R 結合型心電計を用い、校正曲線は $1\text{mV}=1\text{cm}$ とした。

そして関電極 R は次述の各所に移動し、これ等の変化を求めた。

1. 誘導方法

a. 心外膜からの誘導は細先の針先を、

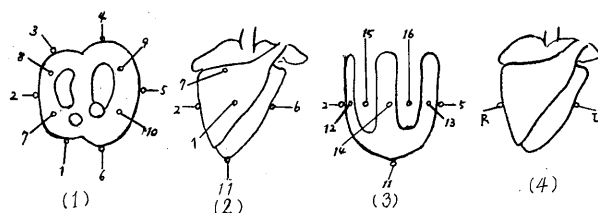


Fig. 10. Position of lead.

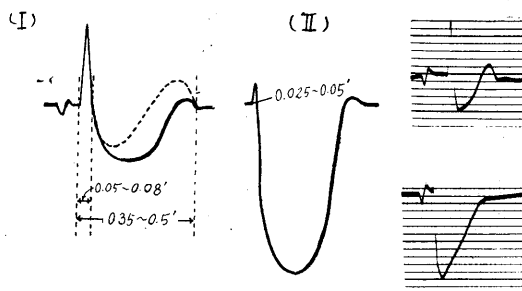


Fig. 11. Basic pattern of ECG in the isolated heart.

わずかに曲げて心外膜にかけて行なった。

b. 心室壁内及び中隔内は、 $1/4\text{ mm}$ 注射針で絶縁二重針を作り、これを心室壁内中央部に心外膜側より刺入して、先端にふれる一局所のみの誘導を行なった。

c. 心室腔内は $1/1\text{ mm}$ 注射針で二重針を作り、中心誘導子を外側の注射針より僅か凹にして、心内膜にふれない様にし、心房を通じてこれを室内に挿入して誘導を行なった。

2. 誘導部位

a. 心外膜誘導

i. 心尖と心底の中央部の高さで、左右心室の前部、後部及び側面の心外膜から誘導（前縦溝に面する部を前部、後縦溝に面する部を後部とする）（第10図中1～6）。

ii. 心底に於いて左右心室の各々前後部（第10図中7～10）の心外膜より誘導。

iii. 心尖の心外膜で、心尖部は所謂心尖と呼称せられる部位で、大部分が左心室尖からなっている（第10図中11）。

b. 心筋内誘導

左右心室壁内及び心中隔内誘導で、心室壁内は、左右心室中央部で（第10図中（1）の2及び5）、壁中央に誘導子を挿入した。心中隔内誘導

は後縦溝の中央部から中隔内中央部へ挿入して誘導を行った (第10図 (3) の12-14).

c. 心室腔内誘導

左右心室腔内に心房を通して誘導ゾンドを挿入して誘導した (第10図中 (3) の15及び16).

d. 灌流ゴム管内の一極Lをはずし、左心外膜中央部 (第10図中 (1) の5) にとり、他の一極Rを右心外膜中央部 (第10図中 (1) の2) にとって、これを誘導した (第10図 (4)).

B. 成績

心室群の Deflection の3つを R,S,T とすれば、基本的な形は、巾が狭く大きな陽性のRと、巾の広く深い陰性のSと、小さな陽性のTとからなる。心房の変化Pは陰性に現られる。Rの時間は0.05~0.08秒以下で、S及びTの時間は図に示す様なことがあり一定でなく、Rの立ち上がりから、Tの終了までの時間は0.35~0.50秒である。

此の基本的な形は場所によって異なり、上述の形は右心室に於いて最も顕著で、左心室に於

いては、Rは小さく、Sが非常に深く、Tは小さく、Rの時間は0.025~0.05秒で、興奮の初めから終りまでの時間は、前と同様0.35~0.50秒以下である。

1. 心臓各部に於ける ECG

直接誘導は、前述の様に17カ所からこれを行なったが、各場所によって相違があるが、各々は関連性を有している。

a. 心尖と心底の中央部の高さに於ける心外膜からの誘導

前述の如く前縦溝に面する部を前部、後縦溝に面する部を後部とすると、右心室中央部に誘導子がある時の ECG は、基本形 (1) が現われるが、これから誘導子を後面を廻って左室から前面へ移行し、再び右室中央部へと一周させると後面に行くにつれてRが小さくなり、Sが深くなり、Tには変化はない。それより後面の左室に移行すると、殆んどSのみから、左室側面に於いてSが最も深い。前部に来り再び大きなRが附加される。Tは右室に於いて変化はないが、左室に於いては非常に小さい。

b. 心底部に於ける心外膜誘導

前述中央部の高さに於ける誘導に似るが、Rが低く且つSが浅い。R及びSは中央部の約半分位である。

c. 心尖部心外膜誘導

非常に大きなSのみからなる (第14図)。

d. 心室壁内誘導

心外膜誘導に似るが、Sが深い。右室壁内に於いては、右心外膜誘導よりRが小さく、Sが深く、Tが殆んどない。左室壁内はRが小さく、Sが深く、Tがなく、大部分はSのみからなる (第14図)。

e. 心中隔内誘導

心尖部心外膜誘導に似るが、やや大きなRが附属する。即ちやや大きなRと非常に深いSからなる (第14図)。

f. 左右心室腔内誘導

右心室腔内の誘導は、心外膜のものに似るが、大きさはやや小さい。左心室腔内にては、やや大きなRと、浅い (右より大きな) Sから

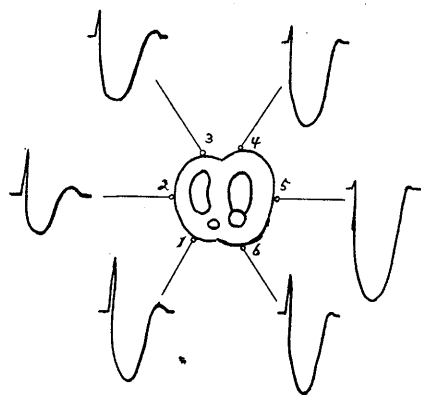


Fig. 12.

ECG by epicardial lead at middle zone of ventricle.

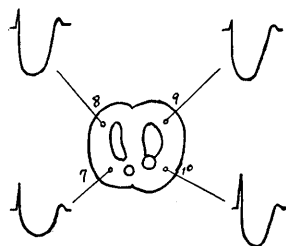


Fig. 13.

ECG by epicardial lead at basic zone of ventricle.

なる (第14図).

g. L, Rの誘導子を左右心外膜に取った時の誘導 (L-R誘導).

非常に大きなRと、すぐこれに次ぐ陽性のSからなり, infarction patternの様な形を示し, Rの前にQが附加される事もある (第15図).

Rは非常に大きく, Rの途中からそれより小さなSに移行する. Tは出現しないこともあるが, 現れられると陰性に出る.

2. ECGの灌流経過に伴う変化

灌流経過に伴う ECG の変化は主に S および T の変化で, 右室からの誘導が最も著明である. そして共通の点は S が次第に小さくなることと, T の消失で, 最も多いのは先ず T が消失し, この時全部 R と S のみからなり, 同時に S は次第に浅くなり遂に S は消失し, 最後は R のみか或いは R の逆転又は二相性を示すこともある. S の変化と同時に R も次第に小さくなるが, S 程著明でない (第16図).

T が逆転する事もある (第17図).

S の上昇 (陽転) することがある. S は次第

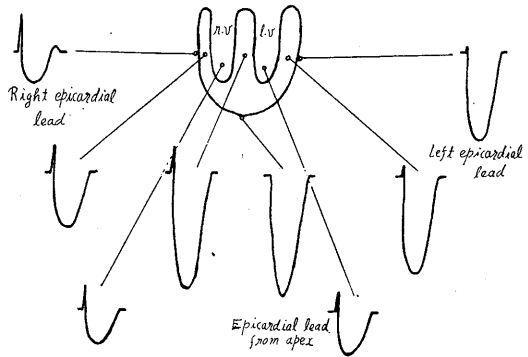


Fig. 14.



Fig. 15.

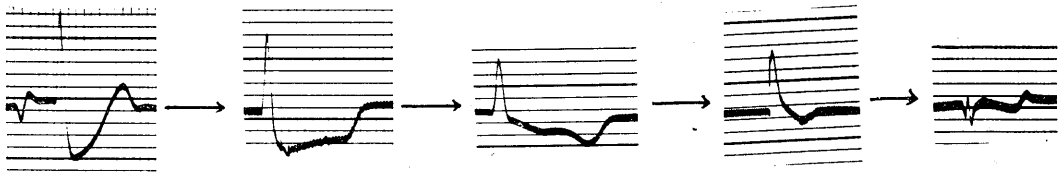


Fig. 16.

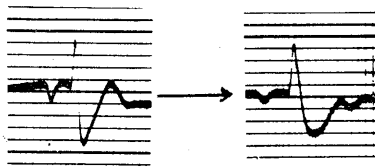


Fig. 17.

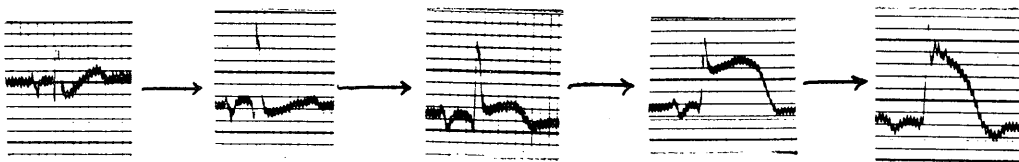


Fig. 18.

に浅くなって次第に上昇し(陽性に現れわれ)遂に R と S が同じ高さ、或いはそれ以上になる事がある。この S の上昇が再び下降することがある。S 上昇に際して T は逆転するのが常である(第18図)。

a. 左室誘導の変化

余り著明な変化は見られないが、S は次第に浅くなる。又次の様な変化を見る事がある。

i. S が 2 相性を示し、丁度逆転した様な像を呈する事が屢々あるが、これを R'' とすれば、S は R'' によって完全に 2 分される事がある(第19図)。

ii. R が大きくなり、S が次第に浅くなって、右室誘導の Bild と全く類似することがある。心臓停止前は、小さな R と S、又は小さな逆転 R と S とからなることが多い。

此等の変化は時間と共に次第に変化すること

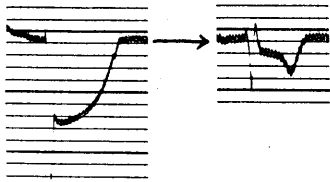


Fig. 19.

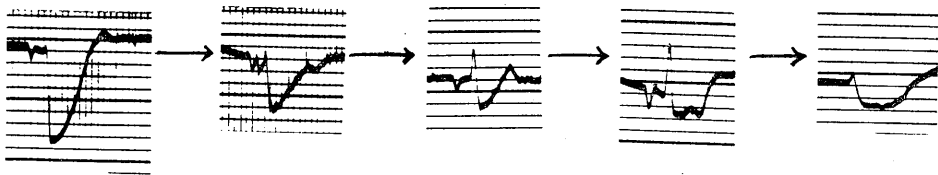


Fig. 20.

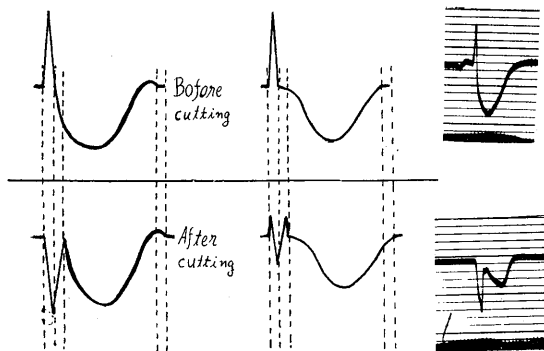


Fig. 21.

が多いが、急に大きな変化を示す事がある(第20図)。

b. L-R 誘導の変化

大きな変化はないが、R と S が完全に分離する事がある。両者共逆転する事はない。

3. 右脚ブロック形成時の ECG

a. 実験方法

右脚切断方法は前述の如くであるが、切断に成功か否かは、ECG の変化を見て確定した。ECG の最も著明な変化は、L-R 誘導で R が完全に逆転するので、これを見てブロック形成と確定し、他の切断後の変化を調べた。

b. 成績

右脚ブロック形成時の ECG の変化は、右室心外膜、右室壁内、右室腔内からの誘導のみで、左室からの誘導及び心中隔内、心尖誘導では何等の変化を見ない。

右室誘導の変化は次の 2 つだけである。

i. R の逆転

ii. R の時間の延長

各部によって ECG の形は異なり、又時間的に変化するが、ブロック形成時の大きな変化は R の逆転のみであり、この逆転は完全逆転又は

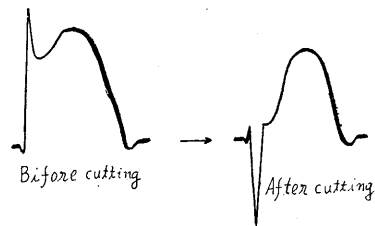


Fig. 22.

2 相性を示す。この 2 つの相異は場所的には関係なく、その都度実験例によって異なるが、多くは R の完全逆転である。又 R の時間の延長を来たし、R は 0.05~0.08 秒以下であるが、これが延長して 0.1~0.16 秒 (約 2 倍の延長) となった。しかし S, T の変化は時間的な変化だけであるから時間的延長はない。R から T の終了までの時間は変化した R の延長分だけ延びる (第 21 図)。

L-R 誘導の右脚ブロック時の変化は、大きな R がそのまま逆転する。R の時間は大きな変化なく 0.05~0.08 秒以上となるが、他の誘導の様に必ずしも約 2 倍の延長はない (第 22 図)。

c. 小括並びに考按

剔出灌流心臓の心室各部 (16 カ所) より直接誘導した ECG の、基本的な形は、巾狭く大きな陽性の R と、巾広く深い S と、小さな陽性の T とからなる。心房の変化 P は陰性に現れられる。此の形は場所によって異なり、右室から後部をまわり左室に移行するに従って、R は小さくなり、S が深くなり、再び前部に来り右室にかかるに従って、R は小さくなり、S が浅くなる。

此の基本的な形は灌流経過に従って著明な変化を示すが、その変化は主に S 及び T の変化である。即ち、

1. T の消失を来たすものが最も多く、S が次第に上昇し、遂には全く消失し R のみとなる。

2. T の逆転。此等の S 及び T の変化は、心室内興奮伝播の異常に基因するもので、その原因は、低酸素状態、冠状動脈の異常からくる心筋の新陳代謝障害によるものと思われる。

3. S の上昇。S が浅くなって遂に R と同高又は、それ以上となる。それは心筋梗塞を生じた特異な変化と見られ、その経過によっては、再び S が下降することもある。

又右脚ブロック形成時の ECG であるが、右脚を切断すると、右室からの誘導に於いては、R が逆転し、R の巾も広がる。但し此等は左室および中隔誘導に於いては変化は見られなかった。

本実験中に現れられた R, S, T のうち、R は心室内興奮伝播を示し、S は心室内興奮の持続を示し、T は興奮の終了を示すものと考えられる。

VI. 結 論

温血動物の心臓を剔出して灌流するには、従来 Langendorff の方法に従って行なわれていたが、室温で而も R-L 液で灌流する方法を考按したのでその方法を報告すると共に、該実験によって観察し得る基本的事項を検討した。

剔出家兎心臓を室温 R-L 氏液で灌流して、安定した拍動を続ける為の最も重要な点は、

1. 極めて迅速に心臓を剔出すること。

2. 心臓内に残存する血液を 5°C に冷却した R-L 液で洗い出し、該液中に約 10 分間保存すること。

の 2 点である。

そして該剔出灌流心臓の拍動は最高 13 時間、平均 7.23 時間継続させることが出来た。灌流心臓の拍動状態を知る為、心尖部、右室、左室の 3 カ所のメカノグラムを取って見たが、心尖面即ち心臓全体としては最早収縮を認められない時期でも、尙局部的に右室又は左室に筋の収縮の認められたものが多かった。

又右脚を切断してブロックを形成して見た場合、切断後安定した拍動を続けるが、心臓自体が長軸方向に伸長することを認めた。

最後に剔出灌流心臓の心電図であるが、その特徴は巾の狭い大きな R と、巾の広い深い S と小さな陽性の T からなるものが基本型であることを知り、左脚を切断して脚ブロックを起させた場合、左室より右室の方向にとった心外膜誘導で R が完全に逆転することと、R の巾が広がることで、之等の変化は左室及び中隔からの誘導では明らかでないことを知った。

稿を終るにのぞみ、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師戸塚武彦教授に深甚な感謝の意を表す。

文 献

- 1) Langendorff (1895) Arch. f. d. ges. Physiol. 61, 291

- 2) 本吉幸也 (1955) 常温 Ringer-Locke 氏液で灌流した家兎心臓の研究 日本生理誌 17, 182
 3) 本吉幸也 (1955) 常温 Ringer-Locke 氏液で灌流した家兎心臓の研究 日本生理誌 17, 623
 4) 戸塚武彦・日高英二 (1955) 哺乳動物の心室筋線維束の走行について 日本生理誌 17, 444

Summary

The isolated heart of the rabbit was perfused by Ringer-Locke's solution under room temperature, it kept on beating about 7 hours in averag.

I. Careful attention must be paid in operation.

- 1) The heart must be excised as speedy as possible, at latest, within 30 seconds.
- 2) Immediately, the isolated heart must be massaged softly squeezing out the blood in the cold Ringer-Locke's solution (about 5°C).
- 3) Then, it must be soaked in the refrigerated Ringer-Locke's solution (5°C) for about 10 minutes.

4) Next, the heart must be perfused by Ringer-Locke's solution in room temperature with 40~50cm hydraulic pressure.

II. On the mechanogram of the isolated heart, next results were obtained, namely.

- 1) The contraction waves continued relatively regular from 3 to 13 hours.
- 2) The contraction waves disappeared at first on apex, secondly on left ventricle, and latest on right ventricle.
- 3) When the right bundle branch was cut, next changes were observed on mechanogram.

a) The ventricular beating came to be regular, and generally slow, even if it was irregular before cutting.

b) In spite of not injured the ventricular muscles, the longitudinal diameter of heart came to extended by cutting the right bundle branch.

III. 1) Electrocardiogram of the isolated perfused heart was observed, putting one electrode on the perfusing tube, and the other electrode on various portion of the cardiac wall.

The basic pattern of electrocardiogram in the isolated heart was composed from spike R, deep and wide S, and relative small T.

2) At the artificial right bundle branch block, spike R reversed and increased its magnitude and width in left ventricle-right ventricle lead of epicardial electrocardiogram.

(Department of Physiology, Nippon Medical School)

骨 格 筋 の 被 刺 激 性 に 関 する 研 究 612.741.6

Studies on the irritability of skeletal muscle

千 田 和 子 (SENDA-Kazuko)*

I. 前 言 葉

元来単一の刺激に対して単一の興奮を以て反応する骨格筋も条件の如何によっては単一の刺激に対して、又は刺激を受ける事なしに周期的興奮を起し得る事は既に古くより知られている事である。

1936年に戸塚¹⁾が「刺激と興奮との種々相に関する模範的考察」を発表し、之を吟味する為に片山及び佐藤²⁾³⁾⁴⁾は Ringer 液成分の組成を変えた場合並びに諸種薬物溶液内に於ける場合に骨格筋に起る周期的興奮を観察し、単一収縮、強縮及び痙縮との移行関係を明らかにした。然し之等の興奮と被刺激性との関係に就いては未だ明らかでない。最近安富⁵⁾は上記の諸種溶液内に於いて墓の心房筋条片に自発的興奮が発現する場合にはその被刺激性が増大する事を確めている。之は心臓という特殊な被刺激形態の一部を構成する心房筋の被刺激性に関する研究であり、骨格筋に就いては高田⁶⁾が Ringer 液成分の組成を変えた場合に一部之を認めているのみである。著者は蛙の縫工筋に就いて Ringer 液成分の組成を変えた場合及び諸種薬品の溶液内に於ける場合の被刺激性の変化を観察し、併せて骨格筋に於ける自発的興奮の発現と被刺激性との関係を追求した。

II. 実 験 方 法

A. 実験液の調製

筋の興奮性には筋の組織液中に存在する Na, K および Ca の 3 ion が主要な役割を持っていることは論を俟たない。故に本実験に用いた Ringer 液は、実験を便にする為上記 3 ion を

含む NaCl, KCl 及び CaCl₂ の 3 者だけで調製し、他の成分は之を除外した。以下本文中で Ringer 液と称するものは、之等の塩類を夫々 0.65%, 0.02% 及び 0.02% の割に含んだものを指す。

Ringer 液の組成の変化を取扱うに際しては、滲透圧の変動による影響を出来る限り避けなければならない。此の為に 0.65% NaCl, 0.82% KCl, 0.88% CaCl₂ 及び筋に何等 ion 作用を及ぼさない 3.8% Glucose の各等張液を予め調製しておき、之等を相互に種々の割合に混和して所望の実験液を求めるのを原則とした。斯様にすれば滲透圧の変化は起らぬ訳である。NaCl, KCl 或いは CaCl₂ の濃度を減少させる場合、等張 Glucose 液を混和すれば 3 者何れも 0% 迄減ずる事が出来る。滲透圧不変の条件下に或 1 つの成分を増す場合には、他の成分を減じて之を置換えるより方法がない。斯様な方法で KCl 或いは CaCl₂ は何れも 0.02% より 0.82% 或いは 0.88% 迄増す事が出来る。然るに NaCl は他の成分を全部 NaCl で置換えても殆んど同濃度であって、筋の興奮性に最も重要な因子であろうと考えられる Na-ion の濃度を増加させることは出来ず、之は本実験に不可避の欠点である。更に此の方法では KCl の濃度を増して起った変化を K-ion の作用であると断定出来ず、Na 或いは Ca-ion を減じた実験と同じ意味になる。Ca-ion に就いても同様であり、斯様な相関関係にある為に各 ion の作用を抜き出して論ずる事は困難である。故に筋に大なる影響を与えない範囲内での滲透圧の変動は許されるものとし、Ringer 液中の 2 成分を一定にして残りの 1 成分の濃度を変化させる方法をも併用して KCl 及び CaCl₂ を共に 0.02% より 0.1% 迄増加させた。

諸種薬品溶液に於いては比較的大量に用いる

* 日本医科大学生理学教室

[昭和35年1月21日受付]

ものは予めその薬物の等張液を作り之をRinger液で稀釈し、比較的少量で事足りる様な物質は直接 Ringer 液に溶解して用いた。

B. 実験材料

使用筋は蛙の縫工筋を可及的無傷に剔出し、全筋のまま下記の実験装置に固定して Ringer 液に浸漬して置いた。一般に剔出後間もない筋は周期的興奮を起し易く、被刺激性も不安定である為に約1時間後に実験に着手した。

C. 実験装置

筋標本の脛骨端を液槽中に固定し、骨盤端を液外上部の銀線輪にかけ同時に極く軽い描記杆に連ねて筋を懸垂し、不要の伸展を出来るだけ避けた。通電刺激装置は Du Bois Reymond の感應 Coil を使用し、第1図に示す如き回路で

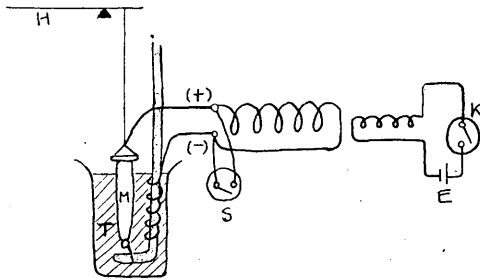


Fig. 1.

E: 2V. accumulator.
K: switch.
S: short circuit.
H: lever.
M: muscle.
T: test solution.

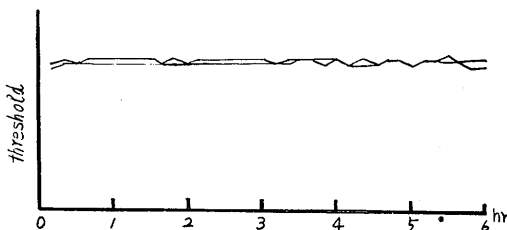


Fig. 2.

Threshold value in Ringer's solution Vertical axis indicates change of threshold value, downwards indicates the increase of it, so the uprise of the line shows increase of irritability and vice versa. Horizontal axis shows time course.

試験液の方を陰極とした。電鍵の開閉は手動により、約1分毎に単一開放感応電撃を与えた。此の際の刺激は液表面の近くで筋に直接刺激となるものと考え、実験期間を通じて筋長の約1/4 (骨盤側) のみを液面に出して、常に刺激点を略一定に保つ様にした。

D. 実験方法

被刺激性の高低は通常刺激過程に対する刺激閾値の増減を以て表示される。著者は縫工筋に連ねた槓杆の動きをみてその閾値を判定し、同時に煤紙上の機械曲線によって周期的興奮の状態並びに筋長の変化を観察した。

各筋に就いて予め Ringer 液内で一定の刺激閾値をしめすのを確認してから各実験液内に移し、その刺激閾値が時間経過に従って如何に変動するかを観察して被刺激性変動の示表とした。グラフは縦軸は閾値を、横軸は経過時間を示す。なお実験は冬季、室温に於いて行なった。

Ⅲ. 実験成績並びに考察

基礎実験として Ringer 液内に於ける筋の刺激閾値を測定し、3~4時間或いはそれ以上の間一定値を示す事が解った (第2図)。

A. Ringer 液成分の組成を変えた場合

骨骼筋が Na, K 及び Ca-ion の影響によって自発的に周期的興奮を起すことは、1886年に Ringer⁷⁾ によって発表せられてより多くの研究者によって探究せられている。Adrian⁸⁾ によれば筋の興奮状態は反対因子の単なる欠除から発達するものであり、その反対因子として Ca-ion を指摘している。一方筋或いは神経の興奮性が KCl, CaCl₂ 及び Glucose 等の各等張液内では早期に消失されるのに対して、等張 NaCl 液内では長時間保持される事は屢々報告されている事実である。興奮に當って被刺激形態の内外にある諸 ion 中、Na-ion の存在が重要な役割を持つ事は Hodgkin⁹⁾ によって明らかにせられたが、内山¹⁰⁾、大野¹¹⁾等は筋或いは神経の興奮性が外液 Na-ion 濃度、乃至は脱 Ca による Na-ion 透過性の増加のみによって規定され難く、Ca-ion の存在も之に関与する事を示唆した。鈴木¹²⁾

Table 1.

The three ions in Ringer's solution were reduced in the same ratio (on the left), substituted by isotonic glucose solution. Only NaCl in Ringer's solution was reduced (on the right).

NaCl	KCl	CaCl ₂	Sp.E.	KCl	CaCl ₂	Sp.E.
R 0.65%	0.02%	0.02%	(-)	0.02%	0.02%	(-)
0.43	0.013	0.013	(-)	0.02	0.02	(-)
0.32	0.01	0.01	(+)	0.02	0.02	(-)
0.22	0.007	0.007	(+)	0.02	0.02	(-)
0.16	0.005	0.005	(+)	0.02	0.02	(+)
0.13	0.004	0.004	(+)	0.02	0.02	(+)
0	0	0	(+)	0.02	0.02	(+)

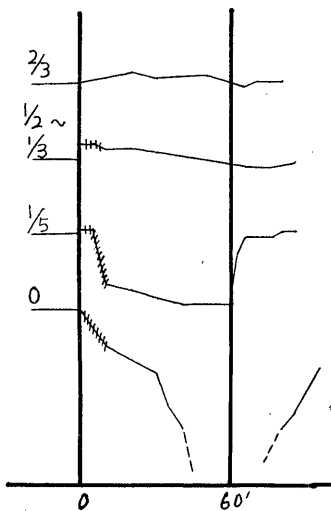


Fig. 3.

The three ions were reduced in the same ratio. (Broken line stands for the spontaneous excitation, and dotted line stands for the absence of the irritability).

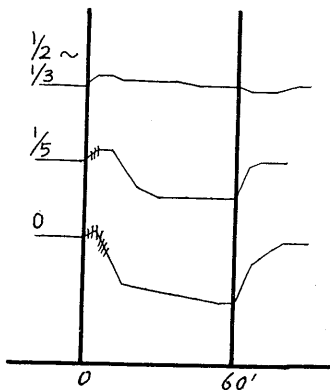


Fig. 4.

Only NaCl in Ringer's solution was reduced.

によれば生体興奮態度に及ぼす環境条件としてのアルカリ ion もアルカリ土 ion も全体の作用からみれば同様であるが、中間濃度に於いては両者の作用が相対立すると述べている。

1. Ringer 液中の各成分を減少させた場合

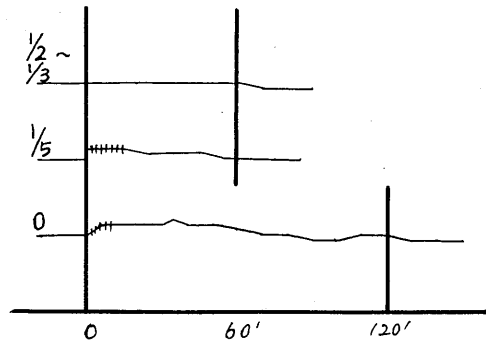
1) Na, K 及び Ca の 3 ion を同率に減じた場合 (第 1 表左)

Ringer 液を 3.8% Glucose で希釈し, NaCl: KCl: CaCl₂ の比を Ringer 液と等しく保ちつつ, 3 者の濃度を次第に減少させた. その結果第 3 図に示す如く, Ringer 液の濃度が 2/3 に希釈されると被刺激性の増大傾向をしめした. 1/2~1/3 では溶液浸漬直後より数分間自発的に周期的興奮を起し, 被刺激性並びに収縮高は一過性に増大した後やがて時間経過に従って低下する 2 相性の変化を示した. 更に ion 濃度を減少する程自発的興奮は益々強く起り強縮を伴なう様になるが, 被刺激性の増大期は次第に短縮されて且つ不著明になり, 後続の低下が著しく現われる様になった. 3.8% Glucose のみの液内では自発的興奮は強縮から更に痙縮の因子を帯び, 被刺激性が急激に低下して筋は早期に麻痺に陥った. 之等の筋を Ringer 液内に移すと

Table 2. & Fig. 5.

NaCl remained unchanged, and only KCl and CaCl₂ were reduced in the same ratio.

NaCl	KCl	CaCl ₂	Sp.E.
R 0.65%	0.02%	0.02%	(-)
0.65	0.013	0.013	(-)
0.65	0.01	0.01	(-)
0.65	0.007	0.007	(+)
0.65	0.005	0.005	(+)
0.65	0.004	0.004	(+)
0.65	0	0	(+)



何れも自発的興奮を起さず漸次興奮性を恢復するが、実験液中に於いて被刺激性が著明に低下したもの程その恢復状態が悪かった。

2) NaCl の濃度のみを減じ KCl, CaCl_2 を一定にした場合 (第1表右)

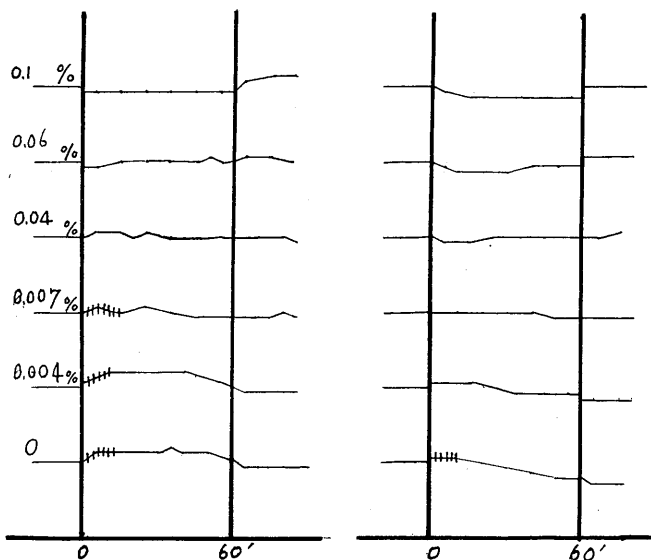
KCl 及び CaCl_2 を夫々 0.02% 宛含有する 3.8% Glucose 液で Ringer 液を稀釈し、NaCl の濃度のみを減少させた。その結果第4図に示す如く略 1) の実験と同様であるが、自発的興奮は明らかに減弱され、主として周期的興奮が 1/4 以下の濃度に於いて認められた。被刺激性の変動も稍緩慢で NaCl 0% に至るも麻痺に陥り難かった。

3) NaCl の濃度を一定にし、KCl と CaCl_2 の濃度を減じた場合 (第2表)。

Table 3. & Fig. 6.

NaCl and KCl remained respectively constant, while dose of CaCl_2 was varied. On the left column KCl is absent, and on the right column KCl is constantly 0.02%.

NaCl	KCl	CaCl_2	Sp.E.	KCl	Sp.E.
0.65%	0%	0.1%	(-)	0.02%	(-)
0.65	0	0.08	(-)	0.02	(-)
0.65	0	0.06	(-)	0.02	(-)
0.65	0	0.04	(-)	0.02	(-)
0.65	0	0.02	(±)	R 0.02	(-)
0.65	0	0.01	(+)	0.02	(-)
0.65	0	0.007	(+)	0.02	(-)
0.65	0	0.004	(+)	0.02	(-)
0.65	0	0	(+)	0.02	(+)



Ringer 液に 0.65% NaCl 液を添加する事により KCl 及び CaCl_2 の濃度を減少させた。その結果第5図に示す如く、何れの濃度に於いても被刺激性は低下する事なく、略正常か或いは稍増大された興奮性を長時間に亘って維持し得た。被刺激性の増大傾向は KCl 及び CaCl_2 の濃度を減ずる程明らかとなるが、時間経過と共に正常に戻り収縮高も非常に小さくなった。自発的興奮は 1) の実験に比し著明に減弱されて、0.65% NaCl のみの液内でも数分間の周期的興奮をみるのみであった。之等の筋を Ringer 液に戻せば自発的興奮を起さず興奮性は正常に復した。

以上の成績から、Na-ion は骨骼筋の興奮性を維持する上に重要な ion であると共に、自発

的興奮にたいする抑制作用をも持つものであると考えられる。

Ringer 液中の Na-ion を減少する程骨骼筋に自発的興奮が激しく起る事は既に片山・佐藤²⁾、高田⁶⁾等も報告しているところである。併し Na-ion 単独では自発的興奮を完全には抑制し得ず、被刺激性も一般に昂進された様相を呈した。一方 Ringer 液中の KCl と CaCl_2 の濃度を不変にしておくよりも、NaCl と共に減少させた方が自発的興奮及び被刺激性の変化がより著しく起った。之よりみて K, Ca の両 ion も興奮性の安定維持及び自発的興奮の抑制に関与するものである事は明らかである。

2. Ringer 液中の KCl 或いは CaCl_2 を増減した場合

手塚¹³⁾は Ringer 液中の K-ion 或いは Ca-ion を増減させると、Ringer 液内に比して骨骼筋線維の被刺激性の保持が遙かに悪くなると述べている。

1) NaCl と KCl の濃度を一

定にし、 CaCl_2 の濃度を増減させた場合

先づ 0.65% NaCl 液に CaCl_2 を徐々に添加して 0~0.1% に至り (第3表左), KCl 0% の下に CaCl_2 の変化によって興奮性が如何に影響されるかを観察した。その結果第6図 (左) に示すごとく, 0.65% NaCl 液内にみられた被刺激性の増大傾向が CaCl_2 濃度の増加と共に減少し, 0.02~0.04% CaCl_2 附近に於いて略正常に近い状態となった。自発的興奮も 0.04% で完全に之を抑制し得た。それ以上濃度を増すと被刺激性は著明ではないが低下傾向を示す様になり, 時間経過と共に正常に戻るか, 或いは低下状態で安定値を維持した。次に之等の凡ての濃度に於いて KCl が 0.02% 存在している場合には (第3表右), 上記の Ca-ion の作用が一層促進されて現われた (第6図 (右))。之よりみて CaCl_2 の作用は 0.02% の KCl によって共働作用を受けたものと思われる。尚何れの場合にも Ringer 液に戻して自発的興奮を起す事はなかった。

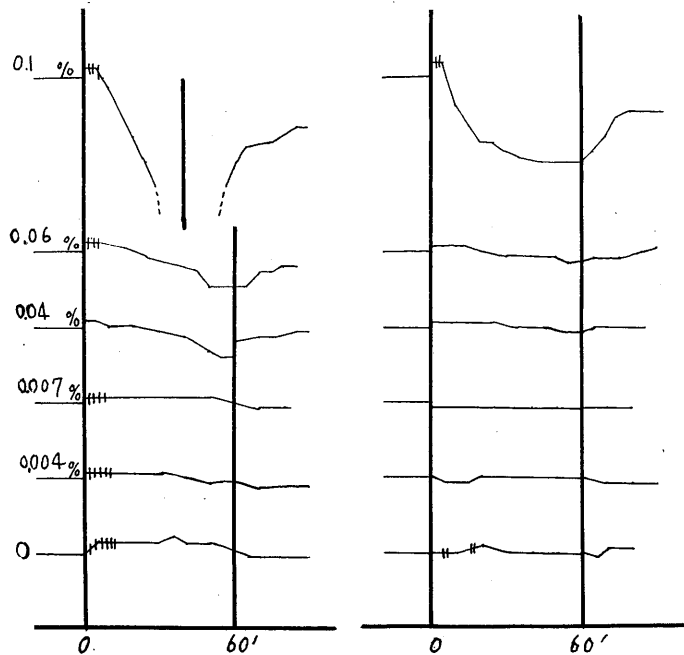
2) NaCl と CaCl_2 の濃度を一定にし, KCl の濃度を増減した場合

此の場合にも先づ 0.65% NaCl 液に KCl を徐々に添加して 0~0.1% に至り (第4表左), CaCl_2 0% の下に KCl の濃度を変化させた。その結果第7図 (左) に示す如く, 自発的興奮は 0.04% で一旦完全に消失するが 0.06% 以上で再び周期的興奮を起し, 濃度を増す程それが旺盛となった。何れの濃度に於いても被刺激性は初期に増大し, 時間経過と共に次第に低下する2相性の変動を示した。之は恰も Ringer 液中の Na-ion を減少させたと同様な結果であり,

Table 4. & Fig. 7.

NaCl and CaCl_2 remained respectively constant, while dose of KCl was varied. On the left column CaCl_2 was absent, and on the right column CaCl_2 was constantly 0.02%.

NaCl	KCl	CaCl_2	Sp.E.	CaCl_2	Sp.E.
0.65%	0.1%	0%	(+)	0.02%	(+)
0.65	0.08	0	(+)	0.02	(+)
0.65	0.06	0	(+)	0.02	(-)
0.65	0.04	0	(-)	0.02	(-)
0.65	0.02	0	(+)	R 0.02	(-)
0.65	0.01	0	(+)	0.02	(-)
0.65	0.007	0	(+)	0.02	(-)
0.65	0.004	0	(+)	0.02	(-)
0.65	0	0	(+)	0.02	(±)



KCl の濃度が増す程より著しく, より早い経過で示されて, 0.1% では強縮を起し間もなく筋は麻痺に陥った。次に之等の凡ての濃度に於いてが CaCl_2 0.02% 存在している場合には (第4表右) 自発的興奮が著明に抑制され, KCl 高濃度 (0.08~0.1%) 及び 0% に於いて数回の周期的興奮をみるのみであった。被刺激性の変動は KCl 0.02% 以上の場合には上記の如き2相性変動を示すが, それは明らかに抑制されたもので 0.1% に於いて麻痺に至らなかった (第7図 (右))。 KCl 0.02% 以下の場合には初期から僅か低下な傾向に安定した値を示し, KCl 濃度の減少と共にその傾向も減少した。即ち此の場合に

は、同濃度の KCl が CaCl_2 0% の下に示した如き 2 相性の変化はみられず、むしろ Ca-ion 増加時の状態に類似するものであった。之よりみて高濃度の KCl の作用は 0.02% CaCl_2 によって拮抗作用を受けたものであり、低濃度の KCl の作用は 0.02% CaCl_2 の作用に対して共働的に働いたものであらうと思われる。斯様に Ca と K の両 ion が濃度の如何によって異なる相互作用を示す事は鈴木¹²⁾、片山・佐藤²⁾、安富⁵⁾ 等も之を認めている。

以上の成績から、Na-ion の存在下に於いて骨骼筋の興奮性は Ca-ion によって常に抑制され、K-ion によっては一過性に昇進された後次第に消失される。更に K と Ca の両 ion の間には K-ion 作用が少量の Ca-ion によって拮抗され、一方 Ca-ion 作用が少量の K-ion によって共働される様な相互関係が存在するものと考えられる。

3. 0.65% NaCl, 0.82% KCl, 0.88% CaCl_2 及

び 3.8% Glucose の各等張液に就いて夫々 2 者を互いに混合させた場合

1) 0.65% NaCl に 3.8% Glucose を加えた場合 (第 5 表左)

0.65% NaCl 液内では周期的興奮を起し、興奮性が増大的に経過する事は実験 1 に述べた。之に 3.8% Glucose を加えて NaCl 濃度が減少して来ると自発的興奮は益々強くなり、第 8 図 (左) に示す如く、被刺激性は増大後次第に低下する 2 相性の変化をしめすようになって、NaCl 0.22% 即ち 1/3 の濃度で麻痺を来した。

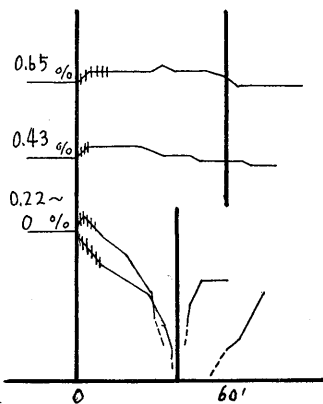
2) 0.65% NaCl に 0.82% KCl を加えた場合 (第 5 表中央)

NaCl が減少するにつれて KCl が増加するのであるが、NaCl が減少しただけの 1. の場合よりも、自発的興奮及び被刺激性の変化が一層促進された様相を呈した。即ち KCl の増加に従って自発的興奮は強縮或いは痙縮が興奮の大部分を占め、第 8 図 (中央) にしめすごとく興奮

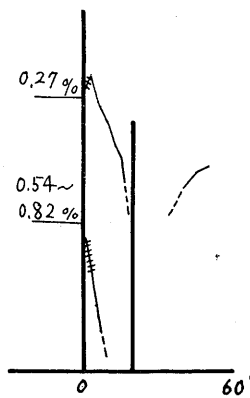
Table 5. & Fig. 8.

The left column and the left figure show the case when only NaCl was varied and KCl and CaCl_2 were absent. The middle column and the figure in the middle show the case when KCl was increased, replacing NaCl decreased, and CaCl_2 was absent. The right column and the right figure show the case when CaCl_2 was increased, replacing NaCl decreased, and KCl was absent.

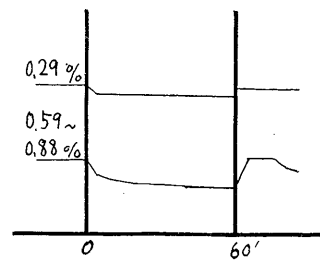
NaCl	KCl	CaCl_2	Sp.E.	KCl	CaCl_2	Sp.E.	KCl	CaCl_2	Sp.E.
0.65%	0%	0%	(+)	0%	0%	(+)	0%	0%	(+)
0.43	0	0	(+)	0.27	0	(+)	0	0.29	(-)
0.22	0	0	(+)	0.54	0	(+)	0	0.59	(-)
0	0	0	(+)	0.82	0	(+)	0	0.88	(-)



a



b



c

性の2相性変動の経過も非常に速やかで、NaCl 0.43% 即ち 2/3 の濃度で早期に麻痺に陥った。0.82% KCl 液内では純痙縮を起して数分以内に興奮性を消失し、被刺激性の増大は認められなかった。之等の筋を直ちに Ringer 液に戻しても恢復状態は極めて悪かった。何れの場合にも KCl の増加によって筋の弛緩を来す事はなかった。

3) 0.65% NaCl に 0.88% CaCl_2 を加えた場合 (第5表右)

NaCl が減少するにつれて CaCl_2 が増加するのであるが、NaCl の減少によって起るべき

1) の場合の変化は CaCl_2 によって著明に抑制された。第8図 (右) に示す如く、NaCl 2/3 以下の濃度に減少しても自発的興奮乃至は被刺激性の2相性変化が起らず、 CaCl_2 濃度が増す程興奮抑制作用が強くなった。被刺激性は一般に初期から低下するが著しくはなく、且つ安定状態を維持して CaCl_2 0.88% 即ち NaCl 0% に至っても長く興奮性を消失しなかった。此の0.88% CaCl_2 液に浸漬後60分頃より緩やかな張力増加の経過をとる筋短縮が始まり、90分頃より急速に進行して非常に高度の短縮となったが、之によって被刺激性の変動を来す事はなかった。此の筋を Ringer 液に戻しても短縮の弛緩は極めて徐々であり、興奮性の恢復状態も稍不良であった。

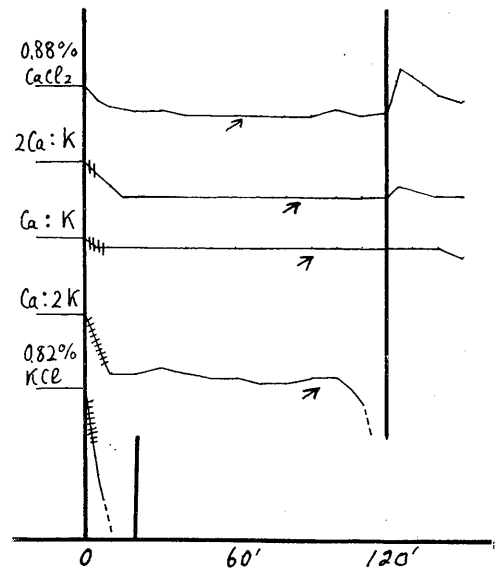
4) 0.82% KCl に 0.88% CaCl_2 を加えた場合 (第6表)

0.82% KCl に 0.88% CaCl_2 を加えて行くと、此の場合にも CaCl_2 が NaCl の欠除及び KCl の増加によって起るべき興奮性の変化を明らかに抑制しているのがみられた。0.82% KCl 液内では筋は痙縮を起し、被刺激性が急激に低下して麻痺に陥る。之に 0.88% CaCl_2 を加えるに従い自発的興奮が減弱されて強縮状となり、被刺激性も第9図に示す如く始め急激に一定程度低下した後は安定値を得るようになった。KCl 0.54% 即ち 2/3 の濃度では被刺激性の安定期は一過性であり、やがて再び急激に低下して麻痺に陥って了ったが、KCl 0.41%, CaCl_2 0.44%

Table 6. & Fig. 9.

0.82% KCl and 0.88% CaCl_2 were mixed without NaCl. (Arrow signs in the figure demonstrate the appearance of progressing shortening of the muscles).

NaCl	KCl	CaCl_2	Sp.E.
0%	0.82%	0%	(+)
0	0.54	0.29	(+)
0	0.41	0.44	(+)
0	0.27	0.59	(±)
0	0	0.88	(-)



即ち両者の濃度比が 1:1 の場合には初期よりの低下度も少なく、且つ長く安定値を維持し得た。 CaCl_2 をそれ以上増すと興奮抑制作用が強くなり、KCl 0.27% 即ち 1/3 の濃度では自発的興奮は更に減弱されて僅かに数回の周期的興奮をみるのみであった。之と同時に被刺激性曲線には却って低下度の増加をみる様になるが、KCl 増加時の如き進行性のものではなかった。0.88% CaCl_2 液内では自発的興奮を起さず、被刺激性が低下状態に安定して長く興奮性を維持し得る事は前記 3) に於いて述べた。之等の筋を Ringer 液に戻しても一般に興奮性の恢復が不良で、時には Ringer 液に戻す事によって更に低下する場合もあったが何れも自発的興奮は起さなかった。

此の実験に於いては凡て被刺激性が初期から

低下して居り、その増大が認められないにも関わらず KCl の濃度に比例して浸漬直後の自発的興奮が強く起った。之に対して CaCl_2 の濃度が增加する程、浸漬一定時間後から緩やかに進行する筋短縮 (Ca 痙縮) が著しく起った。骨骼筋が高濃度の K-ion 及び Ca-ion によって夫々 K 痙縮、Ca 痙縮を起すことはよく知られて居り、Ca 痙縮に就いては福田・森谷¹⁴⁾の詳細な研究がある。片山・佐藤²⁾によれば、K-ion 増加時に起る痙縮は Na-ion 減少時にみられる如き周期的興奮とは量的の違いだけであるが、Ca 痙縮は之等とは性質を異にするものであると述べている。

以上の成績からみて、Na-ion と Ca-ion とは何れも外部浸漬液に ion を欠除せる場合に骨骼筋に起る変化を防止する様に働き、筋の興奮性維持作用を持つ事は明らかであり、Na-ion の場合には自発的興奮の抑制が完全でなく興奮性も

稍増大的に経過するのに対して、Ca-ion の場合には興奮抑制作用が強く興奮性が稍低下状態に経過したものと思われる。一方 K-ion は外部浸漬液に ion を欠除せる場合の変化を一層促進する様に働き、自発的興奮をより激しく起させて著しい麻痺作用を持つことも明らかである。更に Na-ion 欠除下に於いても Ca-ion 作用は K-ion 作用と拮抗的であり、両者の濃度比が 1:1 の場合には両 ion の作用が略平衡し、 $\text{K} > \text{Ca}$ では K-ion 作用が比較的強くあらわれ、 $\text{Ca} > \text{K}$ の場合には Ca-ion 作用が強く現われるものと考えられる。

尚、正井¹⁵⁾¹⁶⁾は平滑筋に対するアルカリ金属 ion とアルカリ土金属 ion の作用に就いて、此の両 ion の刺激閾値に及ぼす変化と静止電位にたいする影響とが密接な関係にあると述べている。元來筋の塩電位に於ける各種無機 ion の作用の強さは大略 Hofmeister の離水順列と一致

し、作用部筋表面の陰極性を高める作用は Na-ion に比して K-ion が強く、更に之等のアルカリ ion はアルカリ土 ion に比して強いと云われ、アルカリ土 ion は表面電位を高めるか、或いは静止電位に対する影響は著しくないが K-ion による陰性電位の発生を防止する作用がある事は一般に認められている¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。Conway¹⁹⁾は外液中の K-ion の増加によって、その濃度に比例して骨骼筋の静止電位が低下することを実証して居り、また Hodgkin⁹⁾は Ringer 液中の Na-ion を増減させても骨骼筋の静止電位に殆んど影響を及ぼさない事を認めている。然るに著者の実験に於いては Ringer 液中の K-ion を増加させた場合と、Na-ion を減少させた場合とに於いて起る興奮性の変化は、両者ほぼ軌を一にするものであった。更に之等の場合には時間経過に従って相反する変化即ち、初期に於いて増大し、次第に低下する 2 相性の変化をみとめた。

Ca-ion は K-ion 増加時のみならず Na-ion 減少時の変化をもよく防止すると同時に、Ca-ion 自身の作用によって興奮性の低下

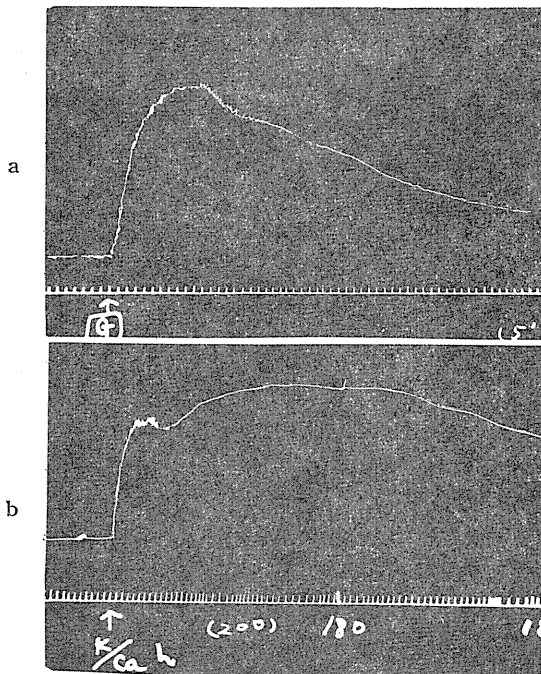


Fig. 10.

Spontaneous excitation (Time scale in the figures is 6 sec).

a) In 3.8% glucose solution.

b) In the mixed solution of 0.41% KCl and 0.44% CaCl_2 .

傾向をしめした。

又正井¹⁵⁾は Ba-ion が他のアルカリ土金属 ion と異り、アルカリ金属 ion と同様に作用部の電位を低下せしめる事を指摘しているが、後述の如く、著者の実験に於いては Ba-ion の濃度によって相反する変化を示すものであり、高濃度に於いて起る興奮性の変化は、Ca-ion によって起るそれと酷似するものであった。

之よりみて、骨骼筋の興奮性にたいする無機 ion の作用を種々の濃度に於いて時間経過を追って観察する時は、従来一般に認められているアルカリ金属 ion とアルカリ土金属 ion の静止電位に及ぼす影響と、之等の ion が骨骼筋の刺激閾値に及ぼす変化とが必ずしも相関関係にあるとは云い難いと考えられる。

上述の実験結果を通覧して、骨骼筋の興奮性並びに自発的興奮の発現に対する Na, K, Ca の各 ion の作用を総括してみると次の事が云えると思う。

1. 先づ骨骼筋の興奮性を正常に維持する為には一定濃度の ion が必要であり、外部条件として適用せる溶液内に ion を欠除する場合には激しい自発的興奮を起し、早期に興奮性を消失してう。
2. Na-ion は之等の変化をよく防止し、自発的興奮を減弱させると共に著明な興奮性維持作用を示す。少量の K-ion と Ca-ion も Na-ion と共働的に作用する。
3. K-ion の大量増加は自発的興奮を促進して一過性に興奮性を昂進させた後次第に麻痺作用を示し、ion 欠除時の変化を増強して Na-ion 作用とは拮抗的である。
4. Ca-ion の大量増加は常に興奮性を抑制的に且つ安定状態に維持し、ion 欠除時の変化を著明に防止して Na-ion 作用と共働的である。
5. K-ion と Ca-ion との間には両者の濃度

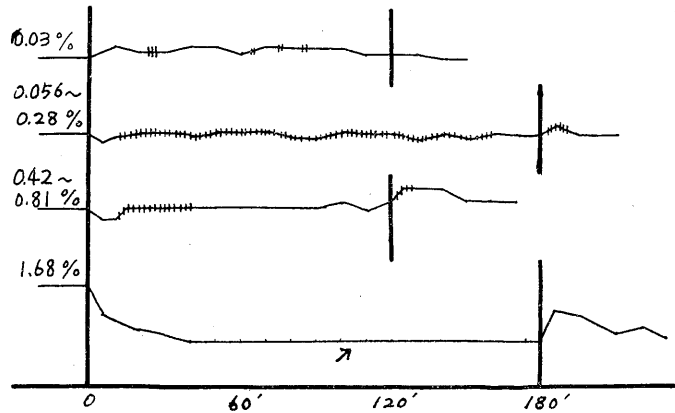


Fig. 11. In barium chloride solution.

の如何によって或時は拮抗的に、或時は共働的に働く様な相互関係がある。

B. 諸種薬物溶液内に於ける場合

従来骨骼筋に周期的興奮或いは持続的興奮を起させるものとして知られている種々の薬物、即ち塩化バリウム、チオ硫酸ソーダ、クエン酸ソーダ、蔞酸ソーダ、Acetylcholine, Guanidine, Histamine, Aconitine, Veratrine, 螢光物質 (Eosin, Chinine, Fluoresceine), 並びに蒸留水を用い、之等の薬物の濃度を種々変化させて実験を行った。

佐藤³⁾は上記諸種薬物に就いて、Acetylcholine 及び Guanidine は神経筋融合部に作用し、此の部を介して筋に周期的興奮を起させるものであり、塩化バリウムは神経末梢部にも筋自身にも作用し、他の薬物は凡て筋自身に作用して周期的興奮を起させるものである事を確めている。

1. 塩化バリウム

塩化バリウムによって起る骨骼筋の自発的興奮に就いては船田²⁰⁾、佐藤³⁾等の報告があるが、被刺激性の変化に関する詳細な文献は見当らなかった。併し心筋、滑平筋或いは神経では低濃度の塩化バリウムによって興奮性が増大され、高濃度の場合には興奮性が低下される事が報告されている⁵⁾¹⁰⁾¹⁵⁾²¹⁾。

1.68% 塩化バリウム等張液を原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合して塩化バリウ

ムの濃度を変化させた。その結果第11図にしめす如く、塩化バリウムと Ringer 液との混合比 1:50 (0.03%) では僅かに被刺激性の増大を示し、20分頃より有効刺激に対して屢々周期的興奮を起す様になった。1:30 (0.05%) では浸漬後間もなく自発的に緩やかな rhythm の周期的興奮が起り、次第に頻数活潑となった後、再び緩やかになって静止した。自発的興奮は 1:5 (0.28%) の濃度で最も旺盛に起り約3時間に亘って認められた。之は時には強縮を介在する事もあるが主として収縮高の大きい周期的興奮であり、それ以上塩化バリウムの濃度を増加しても却って起り難く、1:1 (0.81%) では緩やかな rhythm の周期的興奮を数分間みるのみであった。之等の濃度に於ける被刺激性の変化は、激しい自発的興奮の発現の為に閾値の判定が非常に困難で

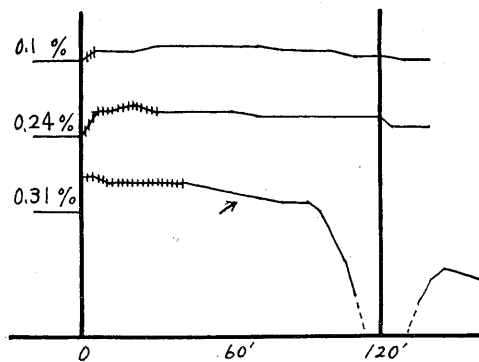


Fig. 12. In sodium thiosulphate solution.

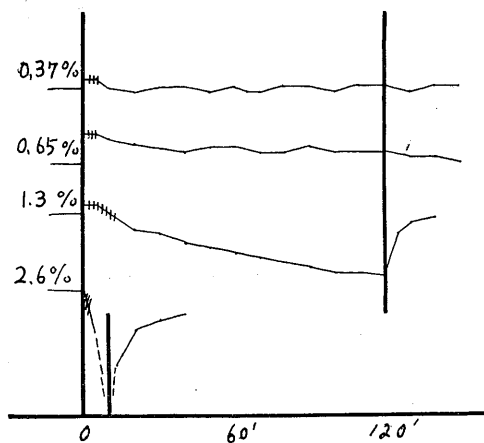


Fig. 13. In sodium citrate solution.

あったけれども、初期に於いて一時僅かに低下する他は全経過を通じてほぼ正常値であった。併し電気刺激に対する収縮高は終始非常に大きかった。之等の筋を Ringer 液に戻すと一過性に興奮性が増大し、再び周期的興奮が数分間起るのを認めた。

1.68% 塩化バリウム等張液内では周期的興奮は全く起らないが時に微小な痙縮を数回みる事があった。更に浸漬後90分頃より緩やかな張力増加の経過をとる進行性の短縮が始まり、時間経過と共に高度の短縮となった。被刺激性は初期から明らかに低下して安定、痙縮或いは短縮が起っても変動を来さなかったが、収縮高は漸次非常に小さくなった。而して之等の変化は一般に等張 CaCl_2 液内に於いてみられたものと酷似して居り、Ringer 液成分が全く欠除しているにも関わらず興奮性の消失はみられなかった。此の筋を Ringer 液に戻しても自発的興奮は起らず、興奮性の恢復状態が悪くて短縮も容易に弛緩しなかった。

2. チオ硫酸ソーダ

0.31% チオ硫酸ソーダ等張液を原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合してその濃度を変化させた。その結果第12図にしめす如く、チオ硫酸ソーダと Ringer 液との混合比 1:2~1:1 (0.1~0.15%) では浸漬直後より線維性の周期的興奮が起り、被刺激性は増大的に経過したが時間と共に収縮高が非常に小さくなった。4:1 (0.24%) では Ringer 液成分が著明に減少しているにも関わらず興奮性が増大的に長く維持され、強縮を伴った周期的興奮が集団的に繰返して起った。

0.31% チオ硫酸ソーダ等張液では初期に於いて一層著明な興奮性の増大を示したが、60分頃より自発的興奮の減弱に代って緩やかに進行する筋短縮が始まり、被刺激性も徐々に低下して90分頃筋は急速に麻痺に陥った。此の筋を直ちに Ringer 液に戻すと短縮は漸次弛緩したが、興奮性の恢復は不良であった。

之等の結果は佐藤³⁾、安富⁵⁾の成績とよく一致した。

3. クエン酸ソーダ及び蓚酸ソーダ

クエン酸ソーダ及び蓚酸ソーダは共に脱 Ca 剤として知られて居り、神経或いは筋に周期的興奮を起させることが古くより報告されている⁸⁾¹¹⁾²¹⁾。安富⁵⁾によればクエン酸ソーダ及び蓚酸ソーダは何れも心房筋条片の興奮性を昂進させ、高濃度では次第に麻痺作用を来すものであると述べている。

a. クエン酸ソーダ

2.6% クエン酸ソーダ等張液を原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合してその濃度を变化させた。その結果第13図に示す如く、クエン酸ソーダと Ringer 液との混合比 1:6 (0.37%) では浸漬直後より線維性の周期的興奮が起り、僅かに増大された被刺激性を示したが、クエン酸ソーダの濃度を増加するにつれて之等の変化はより著しくなった。混合比 1:1 (1.3%) では強縮を伴った旺盛な周期的興奮が起り、やがてそれが減弱するに従って被刺激性が次第に低下し、収縮高も非常に小さくなった。

2.6% クエン酸ソーダ等張液では自発的興奮はさらに強く起るがその持続時間は却って短縮され、被刺激性は初期から急激に低下して数分以内に筋の興奮性を消失した。此の筋を直ちに Ringer 液に戻すと自発的興奮は起らず比較的良好に興奮性を恢復した。

b. 蓚酸ソーダ

蓚酸ソーダを種々の濃度に Ringer 液に直接溶解して用いた。蓚酸ソーダと Ringer 液中の CaCl_2 が化合して蓚酸カルシウムの沈澱を生じ、滲透圧の低下を来す為に敢て蓚酸ソーダ等張液は調製しなかった。第14図に示す如く、0.01% 蓚酸ソーダ-Ringer 液では60分頃より徐々に被刺激性の増大を示した。0.05% では浸漬後間もなく強縮を介在した周期的興奮が旺盛に起り、被刺激性も増大的に経過した。

0.1% では自発的興奮は更に活潑に起るがその持続時間は却って短縮され、被刺激性の増大期も共に短縮された。併し自発的興奮の停止後にはクエン酸ソーダの場合の如き被刺激性の低下を来さず、長く興奮性を維持し得た。之等の

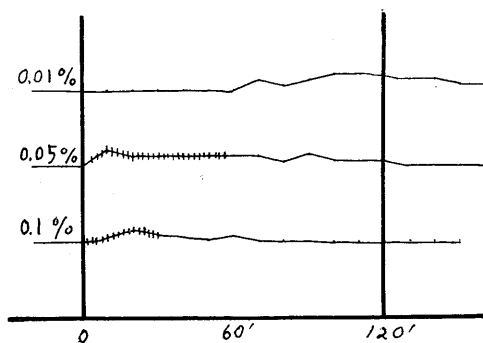


Fig. 14. In sodium oxalate solution.

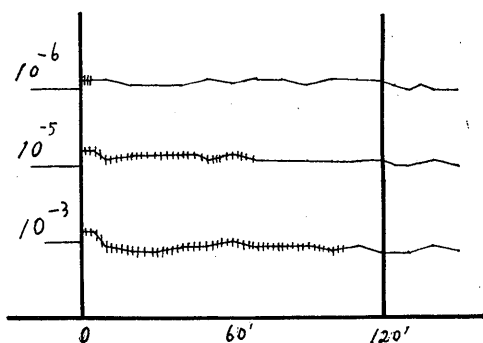


Fig. 15. In acetylcholine solution.

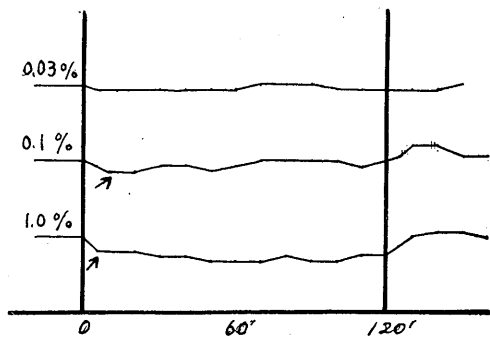


Fig. 16. In guanidine hydrochloride solution.

筋を Ringer 液に戻しても自発的興奮は起らなかった。

4. Acetylcholine

Acetylcholine が神経筋融合部を介して筋に自発的興奮を起させる事は周知の事実であり、筋端板の Acetylcholine 受容性に関しては堤²²⁾、瀬在²³⁾等の研究がある。又 Acetylcholine によって起る骨骼筋の自発的興奮に就いては杉²⁴⁾、

河村²⁵⁾、片山⁴⁾、佐藤³⁾等が詳細に記している。更に佐藤、杉によれば骨骼筋の電撃に対する反応は Acetylcholine によって何等変化を来さない事を指摘しているが、手塚¹³⁾、安富⁵⁾等は骨骼筋線維或いは心房筋条片が Acetylcholine によって一過性に興奮性の増大を来し、次第に麻痺状態に陥る事を認めている。

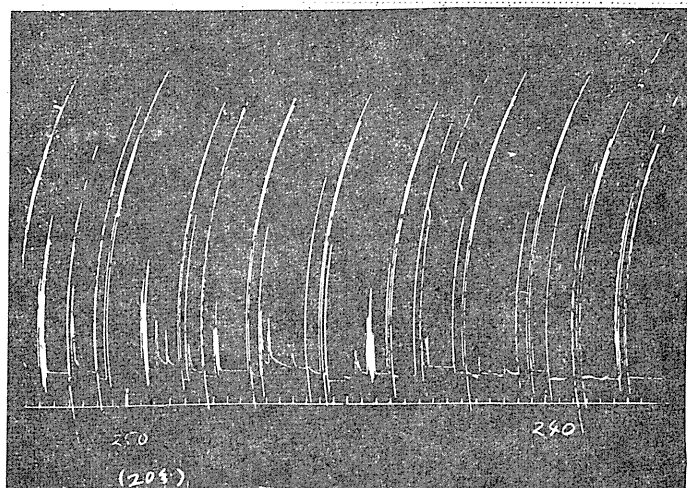
予め 0.1% Acetylcholine を含む Ringer 液を調製し、之を種々の濃度に Ringer 液で稀釈して用いた。その結果第15図にしめすごとく、 10^{-6} Acetylcholine 液では浸漬直後に強縮を伴った周期的興奮が起り、被刺激性は稍増大的に経過した。之等の変化は Acetylcholine の濃度を高めるに従ってより著しくなった。

$10^{-4} \sim 10^{-3}$ に至ると自発的興奮は強縮或いは痙縮が反応の大部分を占める様になり、その持続時間も非常に長くて1~2時間以上に亘って徐々に消滅した。斯様な高濃度では被刺激性の増大期が却って不著明であり、又時間経過と共に収縮高が極めて小さくなったが、被刺激性は低下する事なく興奮性を長く維持し得た。此の筋を Ringer 液に戻しても周期的興奮は起らなかった。

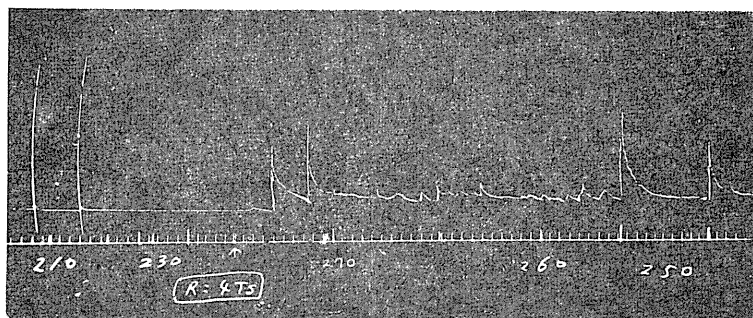
5. Guanidine

Guanidine が運動神経終板に特異な作用を持ち、筋線維に反復興奮を起させる事に就いては屢々報告されているところである³⁾²⁰⁾²²⁾。更に堤・増田²⁶⁾は Guanidine 作用筋が時間経過と共に神経よりの興奮伝達中断に陥る事をも述べている。

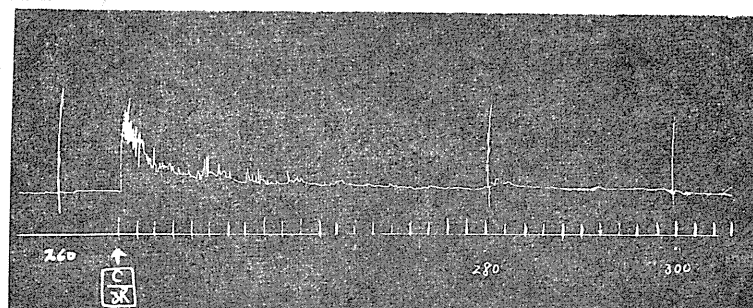
予め 1.0% 塩酸 Gu-



a



b



c

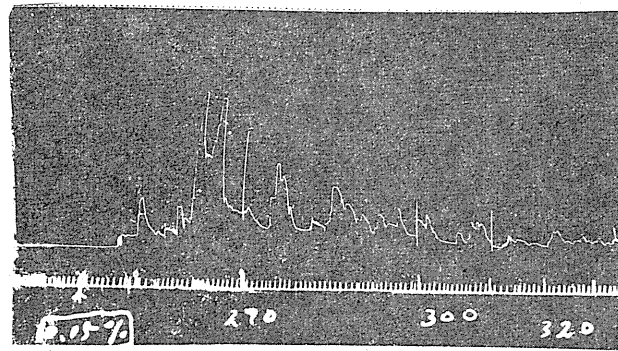
Fig. 17, (1)

anidine を含む Ringer 液を調製し、之を種々の濃度に Ringer 液で稀釈して用いた。その結果第16図に示す如く、Guanidine 濃度が 0.03% 以上になると被刺激性の低下傾向がみられた。更に 0.5~1.0% では有効刺激毎に阶段的に筋の短縮を来したが、被刺激性は初期から僅かに低下にして安定した状態をしめした。之等の筋を Ringer 液に戻すと次第に興奮性を恢復し、短縮もよく弛緩した。而して実験液浸漬中は何れの濃度に於いても自発的興奮は認められず、却って之を Ringer 液に戻した場合一部の筋に於いて、一過性の被刺激性の増大に伴って周期的興奮が起るのを認めた。尚各濃度に就いて電気刺激を全く行なわなかった対照筋には何等の変化も認めなかった。即ち著者の実験では所謂 Guanidine 収縮はみられなかったが、之は安富⁵⁾の心筋筋条片に於ける結果と一致して居り、此の点に関しては今後更に検討を要する。

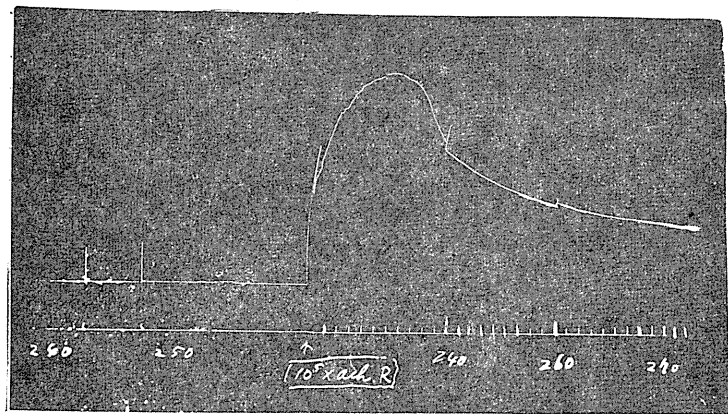
6. Histamine

1.0% Histamine 液を原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合してその濃度を變化さ

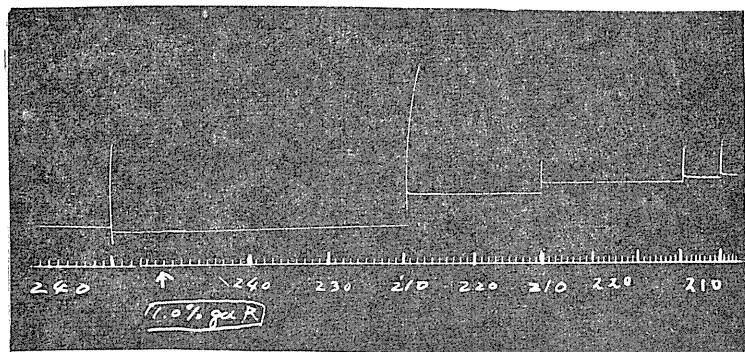
せた。その結果第18図に示す如く、Histamine 濃度が 0.03% 以上になると被刺激性の低下傾向がみられた。更に 0.2~0.5% では70分頃より非常



d



e



f

Fig. 17, (2) Spontaneous excitation.

a: 0.15% barium chloride. b: 0.24% sodium thiosulphate. c: 0.65% sodium citrate. d: 0.05% sodium oxalate. e: Acetylcholine in dilution of 10^{-5} . f: 1.0% guanidine hydrochloride.

に緩やかな経過をとって筋の短縮が進行したが、此の場合にも被刺激性は初期より低下して安定状態を維持した。此の筋を Ringer 液に戻すと漸次興奮性を恢復したが、短縮は容易に弛緩しなかった。

佐藤³⁾によれば Histamine は $5 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$ 倍の濃度で骨骼筋に周期的興奮を起させ、高濃度では却ってそれを起させ難くなると述べている。著者の実験では何れの濃度に於いても実験液浸漬中、或いは之を Ringer 液に戻した場合にも周期的興奮は全く認められなかった。併し高濃度に於いて進行性の短縮を来す以前に時に微小な痙縮を数回みる事があった。之等の事は各濃度に就いて電気刺激を行なわなかった対照筋に於いても同様であった。一方 Histamine 液内に於いて筋の被刺激性が低下する事は富安⁵⁾の成績とも一致している。

7. Veratrine

Veratrine 濃度の変化に伴って骨骼筋に起る Veratrine 反応乃至 Veratrine 痙縮に就いては船田²⁰⁾、佐藤³⁾、片山⁴⁾、松本²⁷⁾の詳細な研究

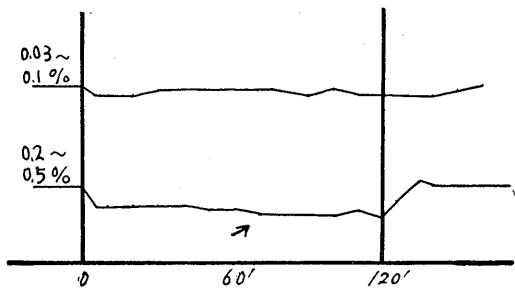


Fig. 18. In histamine dihydrochloride solution.

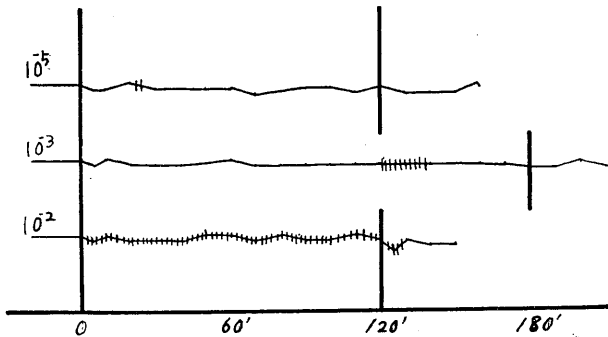


Fig. 19. In veratrine solution.

がある。更に山形²⁸⁾は Veratrine が一般に筋の表面電位が低下する様な状態にある時に特に作用し易い事を指摘している。

Veratrine を 0.1% 塩酸液に飽和させたものを原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合してその濃度を変化させた。その結果第19図に示す如く、Veratrine 濃度が 5×10^{-6} 以上になると被刺激性の低下傾向がみられた。 10^{-5} では20分頃より有効刺激に対して周期的興奮を起す様になり、時間経過と共にそれは次第に強縮性のものに移行した。 10^{-3} では有効刺激毎に強縮を起し、120分頃より自発的興奮をも起した。Veratrine 濃度の増加と共に自発的興奮は早くから旺盛に起り、 $5 \times 10^{-3} \sim 10^{-2}$ では浸漬直後より数時間に亘って認められた。此の自発的興奮は互いに融合した周期的痙縮様の興奮で、急激に高度の筋短縮として現われ次第に減弱する型式のもので、各濃度に就いて電気刺激を行なわなかった対照筋にも同様に認められた。

一方被刺激性は何れの濃度に於いても初期から僅かに低下して安定、自発的興奮或いは

Veratrine 反応を起しても変動を来さなかった。併し一般に Veratrine 溶液内では収縮高が非常に大きかった。之等の筋を Ringer 液に戻すと Veratrine 反応は漸次逆移行型式をとって消滅し、収縮高も次第に小さくなった。

富安⁵⁾は Veratrine 溶液内の心房筋条片が明らかに被刺激性の増大を示して自発的興奮を起す事を述べている。著者の実験では被刺激性の増大は認められず却って僅かに低下状態を示したが、自発的興奮が旺盛に起った。

8. Aconitine

Aconitine によって起る骨骼筋の自発的興奮に就いては船田²⁰⁾、佐藤³⁾等の研究がある。

1.0% Aconitine 液を原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合してその濃度を変化させた。その結果第20図

図に示す如く、 10^{-5} では120分頃より有効刺激に対して周期的興奮を起し、間もなく更に自発的興奮も起る様になり数10分に互って線細な周期的興奮が反復消長したが、被刺激性には何等変化をみとめなかった。自発的興奮は Aconitine の濃度を増加する程早くから強く起るが、その持続時間が次第に短くなった。 10^{-3} では強縮或いは痙縮を介した旺盛な周期的興奮が起り、被刺激性は初期に於いて僅かに増大を示した後、自発的興奮の減弱に伴って漸次低下傾向をしめし、収縮高も非常に小さくなった。

1.0% Aconitine 液内では激しい自発的興奮を起すと共に被刺激性が明らかに増大したが、数分後自発的興奮の減弱に代って筋短縮が速やかに進行し、被刺激性も徐々に低下して40分頃筋は急速に麻痺に陥った。此の筋を Ringer 液に戻しても興奮性及び筋短縮の回復は不良であった。

尙 Aconitine を 1.0% の割合に Ringer 液に直接溶解したものでは自発的興奮が旺盛に起ったが、麻痺及び進行性の筋短縮は認められず、長く興奮性を維持し得た。

9. 螢光物質

佐藤³⁾によれば多数の色素物質のうち螢光を発するもののみが骨骼筋に自発的興奮を起させ、更に螢光物質への光線照射はより強い効果をもたらして細胞の破壊的な変化をも起させると述べている。著者の実験は凡て明室(太陽光線)にて行なったものである。

a. Eosin

1.0% Eosin 液を原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合してその濃度を変化させ

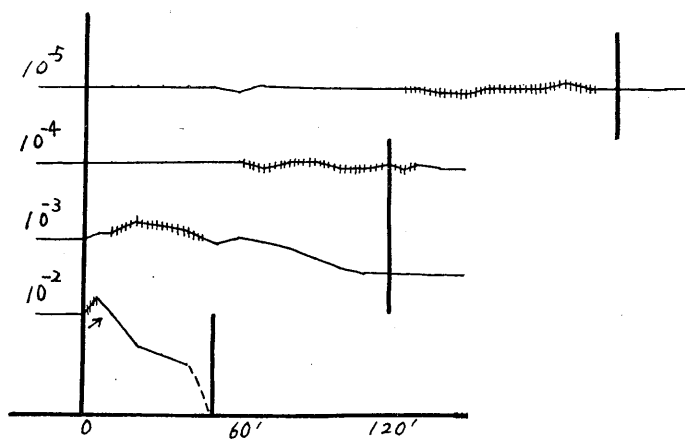


Fig. 20. In aconitine solution.

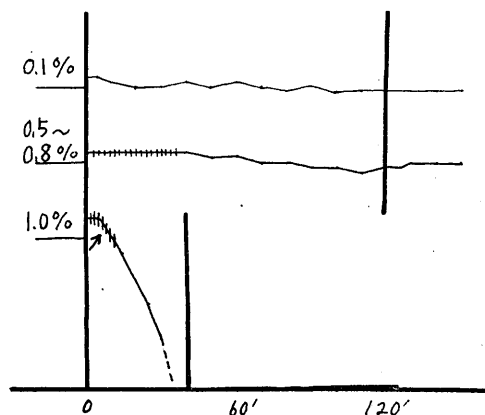


Fig. 21. In eosin solution.

た。その結果第21図に示す如く、EosinとRinger液との混合比 1:9 (0.1%) では初期一過性に被刺激性の増大傾向を認めた。1:1~4:1 (0.5~0.8%) では浸漬直後より強縮を介した旺盛な周期的興奮が集団的に繰返して起り、有効刺激に対しても周期的興奮を起した。此の濃度では Ringer 液成分を著明に減少しているにも関わらず、被刺激性は初期増大的に経過した後極めて徐々に低下するのみであり、之と共に収縮高も非常に小さくなったが筋の興奮性はよく維持し得た。

1.0% Eosin 液では初期に於ける興奮性の増大は一層明らかに示されたが自発的興奮の持続時間が短く、それに代って進行性の筋短縮が比較的速やかな経過をとって起ると共に被刺激性

も著明に低下し、筋は早期に麻痺に陥った。此の筋を直ちに Ringer 液に戻しても興奮性及び筋短縮の回復は不良であった。

之等の結果は佐藤³⁾、安富⁵⁾等の成績と略一致している。

b. 塩酸キニーネ

高橋²⁹⁾によれば骨骼筋に Chinine を作用させると痙縮を起し、同時に筋線維内部では崩壊過程を伴う一連の横紋運動が起ると述べている。

1.0% 塩酸キニーネ液を原液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合してその濃度を变化させた。その結果第22図に示す如く、 5×10^{-4} では時間経過と共に被刺激性が徐々に低下して収縮高も次第に小さくなった。 10^{-3} では60分頃

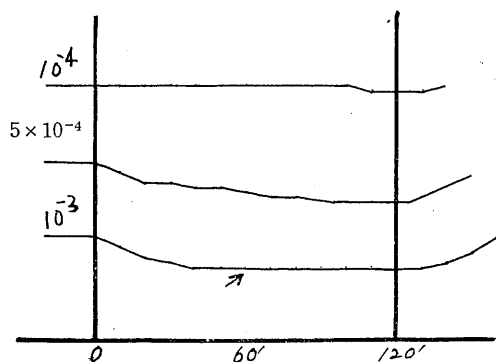


Fig. 22. In chinine hydrochloride solution.

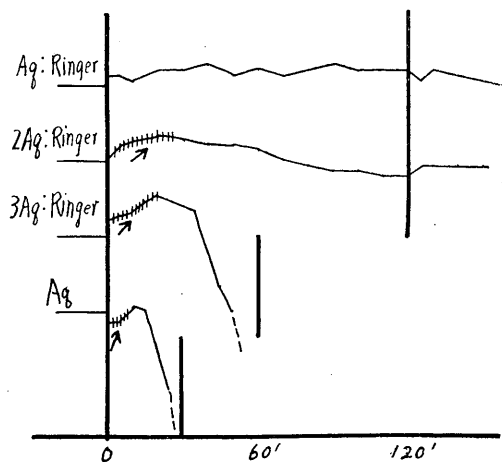


Fig. 23. In distilled water.

より緩やかな経過をとって筋短縮が始まり、間もなくそれが急速に進行する様になったが被刺激性は初期から僅かに低下して安定した。之等の筋を Ringer 液に戻すと自発的興奮を起さず漸次興奮性を回復したが、短縮は容易に弛緩しなかった。

佐藤³⁾によれば斯様な高濃度の塩酸キニーネを骨骼筋に作用させると周期的興奮が頻発し、時間経過と共に筋短縮が著明に進行して筋は麻痺に陥って了う事を述べている。著者の実験では周期的興奮並びに麻痺は起らなかった。

c. Fluoresceine

予め Fluoresceine の Ringer 飽和溶液を調製して原液とし、之を種々の濃度に Ringer 液で稀释して用いた。Fluoresceine と Ringer 液との混合比 1:100~1:3 の濃度では何等の変化も認められなかった。Fluoresceine の Ringer 飽和液では時間経過と共に極めて徐々に被刺激性の低下を示し、収縮高も小さくなった。

佐藤³⁾は Fluoresceine によって骨骼筋に非常に規則的な緩やかな rhythm の周期的興奮が起る事を報告している。著者の実験では何れの濃度に於いても自発的興奮は全く起らなかった。

10. 蒸溜水

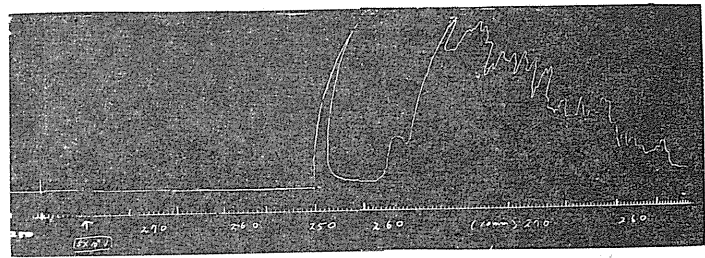
蒸溜水を種々の割合に Ringer 液と混合して使用した。その結果第23図に示す如く、蒸溜水と Ringer 液との混合比 1:1 では被刺激性は明らかに増大的に経過したが、収縮高が非常に小さかった。2:1 では浸漬直後より緩やかな rhythm の周期的興奮が起り、間もなく徐々に筋短縮が進行するのを認めた。3:1~4:1 では自発的興奮がより強く起り、筋短縮も比較的速やかに進行した。被刺激性は初期に於いて一層明らかな増大を示すが30分頃より急速に低下して麻痺に陥った。

蒸溜水中では周期的興奮は却って少なく、筋短縮が早くから高度に起ると共に被刺激性が著明に低下し、筋は早期に興奮性を消失した。之等の筋を Ringer 液に戻しても興奮性を回復し得ず、短縮も容易に弛緩しなかった。

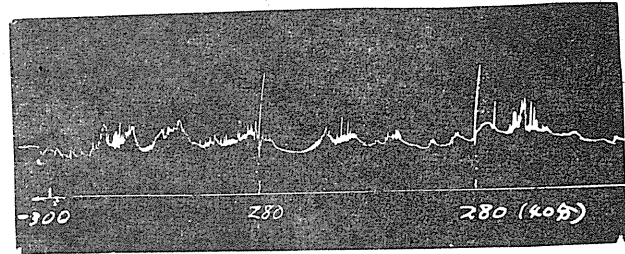
此の結果は佐藤³⁾, 安富⁵⁾の成績と略一致している. 而して蒸溜水中の ion 作用は考慮しなくてもよい程度であるから, 此処にみられた興奮性の変化は Glucose 液中のそれと同理によって発現するもので, 劣滲圧及び筋細胞内外の諸 ion の移動速度が異なる為興奮経過が違って来るものと考えられる.

上述の実験に於いて用いた諸種薬品は, 之等を或るものは Ringer 溶液とし, 或るものは夫等の等張液と Ringer 液とを混合して用いた為に, 後者の場合には薬品の濃度が増加するにつれて Ringer 液成分が次第に減少する事になる. 従って之等の薬品溶液によって得られた興奮性の変化は薬品自身の作用のみならず, Ringer 液成分の減少による影響をも同時に考慮しなければならない.

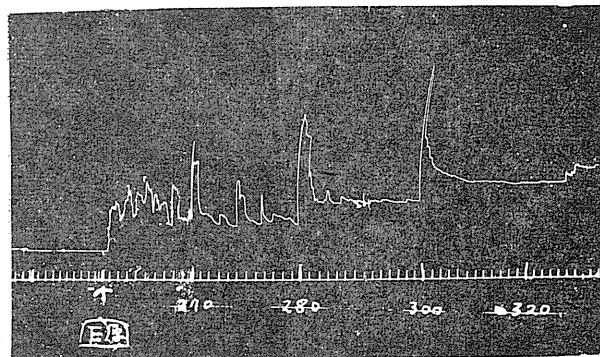
即ち, チオ硫酸ソーダ, クエン酸ソーダ, Aconitine, Eosin 及び蒸溜水は, 之等の濃度を増す程 Ringer 液成分が著明に減少したものである. 之等の溶液によって得られた筋の興奮性の変化は, 初期昂進した後次第に麻痺作用を示し, 単に Ringer 液中の 3 ion を同時に減少させただけの場合の変化と極めてよく類似していた. 勿論興奮経過は多少異って居り, クエン酸ソーダでは, 単に Ringer 液成分を減少させた場合よりも稍促進された様相を呈し, チオ硫酸ソーダおよび Eosin では稍抑制された如き様相を呈した. 併し乍ら, 例えば Aconitine も同濃度



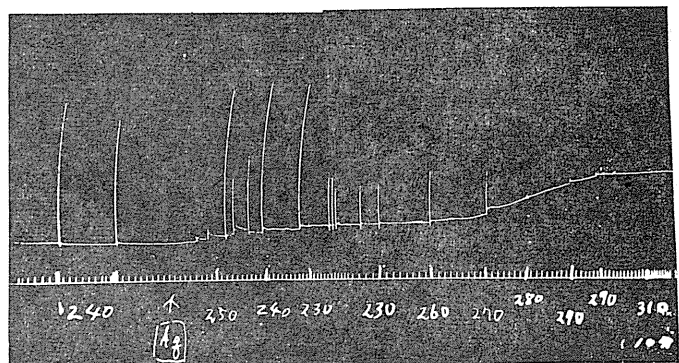
a



b



c



d

Fig. 24. Spontaneous excitation.

a: Veratrine solution in dilution of 5×10^{-2} . b: Aconitine solution in dilution of 10^{-3} . c: 1.0% eosin solution. d: Distilled water.

を Ringer 液に直接溶解する時は、自発的興奮乃至興奮性の昂進が起っても後続の麻痺作用は認められなかった。次に Acetylcholine, 蓚酸ソーダ, Guanidine, Fluoresceine, Histamine, Chinine 及び Veratrine は、之等を直接 Ringer 液に溶解したのか、或いは著者の実験濃度範囲では Ringer 液成分の減少が極めて少量に過ぎなかったものである。之等の溶液内に於いては筋の興奮性が昂進するか、又は抑制されるのを認めたが、何れの場合にも麻痺作用は全くみられなかった。

之等の事実は Ringer 液中の各 ion 作用の総合効果が、諸種薬品の作用下に於いても骨骼筋の興奮性消失を著明に防止しうる事を示すものであると考える。之は又、安富⁵⁾の心房筋条片が斯様な条件下に於いても容易に麻痺に陥っているのと比して非常に異なる点であった。

一方、塩化バリウムを高濃度に増した場合には、Ringer 液成分が著明に減少するにも関わらず筋の興奮性が抑制的に長く維持されて、進行性の筋短縮は起っても自発的興奮並びに麻痺作用は認められなかった。之等の変化は等張 CaCl_2 溶液内に於ける変化と酷似するものであり、Ba-ion は Ca-ion と同様に Ringer 液成分の欠除下に於ける興奮性の変化を著明に防止する作用があると考えられる。

上述の実験結果を通覧して、骨骼筋の興奮性並びに自発的興奮の発現に対する諸種薬品の作用を総括してみると次の如くである。

1) クエン酸ソーダ, Aconitine, Eosin, チオ硫酸ソーダ及び蒸留水では、濃度を増加するにつれて筋の興奮性が昂進し、自発的興奮が強く起ったが時間経過と共に次第に興奮性の低下を来し、遂に筋は麻痺に陥った。更にクエン酸ソーダ以外のものでは高濃度に於いて緩やかに進行する筋短縮をも来した。

2) Acetylcholine 及び蓚酸ソーダの場合にも、濃度を増加するにつれて筋の興奮性が昂進し、自発的興奮が強く起った。併し之は時間経過と共に漸次正常に復するものであった。

3) Guanidine, Histamine, 塩酸キニーネ及

び Fluoresceine では、濃度を増加するにつれて筋の興奮性を抑制的に、且つ安定状態に維持した。自発的興奮は起らないが Histamine および塩酸キニーネでは進行性の筋短縮を起し、Guanidine では有効刺激によってそれを起した。

4) Veratrine の場合にも筋の興奮性を抑制的に且つ安定に維持したが、有効刺激によって Veratrine 反応を起し高濃度では旺盛な自発的興奮をも起した。

5) 塩化バリウムの低濃度では筋の興奮性が昂進して激しい自発的興奮が起った。濃度を増加するにつれて次第に興奮性を抑制的に、且つ安定状態に維持し、自発的興奮は起り難くなったが進行性の筋短縮を来した。

IV. 総括及び考按

骨骼筋に就いて Ringer 液成分の組成を変えた場合及び諸種薬品溶液内に於ける場合の筋反応を観察するに、筋標本の感受性の差によって幾分の違いはあるが凡て興奮性の変動を来し、その多くのものに自発的興奮を起すことを認めた。而して溶液濃度の変化及び電流等の影響による筋の興奮状態を時間経過を追って併せて観察すると、興奮性の変動が種々の経過様式をとり、自発的興奮も種々の発現様式を示す事を認めた。

先づ上述の諸種溶液内に於いて起る興奮性の変化には、被刺激性が増大する場合と低下する場合とがある。併し被刺激性の増大度には或限度があり、それ以上濃度条件を増す時は却って増大期が短縮されて不著明になる傾向があった。更に之に引続いて麻痺に至る進行性の低下が現われ、2 相性の興奮経過を示す場合もあった。之に対して一般に被刺激性が低下する場合には、濃度条件に比例して次第にその低下度を増す事が出来た。

本実験に於いてみられた被刺激性の変動を、その経過によって大体次の様な 3 つの型に分類した。

I 型。例えば等張 NaCl 溶液内に於ける如く、

興奮性の増大のみを示し昇進型とも云うべきもの (Acetylcholine, 蓂酸ソーダ, 塩化バリウム).

Ⅱ型. 例えば Na-ion 減少時或いは K-ion 増加時にみられる如く, 興奮性が一過性に増大した後進行性に低下し, 時には麻痺に至る 2 相型とも云うべきもの (クエン酸ソーダ, チオ硫酸ソーダ, Aconitine, Eosin, 蒸溜水).

此の型は例えば Glucose, KCl 及びクエン酸ソーダの各濃厚液内に於ける如く増大期が非常に不著明で, 溶液浸漬直後よりの低下として現われ急速に麻痺に至る場合がある.

Ⅲ型. 例えば等張 CaCl_2 溶液内に於ける如く, 興奮性が増大することなく抑制状態に安定し, 麻痺に陥り難い抑制型とも云うべきもの (Guanidine, Histamine, Chinine, Fluoresceine, Veratrine, 塩化バリウムの濃厚液).

之等の各型は溶液の濃度条件を変化させる事によって, 次第に他の型にも移行しうるのを観察し得た.

例えば Ringer 液を Glucose, KCl 及びクエン酸ソーダの各等張液で次第に置換していった場合, 正常状態から先ずⅠ型を経て漸次Ⅱ型に移行し, 更に増大期が不著明になって急速に麻痺に陥った. 斯様にⅡ型を起すものでは凡てその濃度条件が低い場合にはⅠ型を示して居り, 此の両型はその作用方向が同一である事は明らかであると思われる.

次に Ringer 液を BaCl_2 液で置換していった場合, 或いは NaCl 液を CaCl_2 液で置換していった場合には, Ⅰ型からⅢ型に移行するのがみられ, また CaCl_2 液を KCl 液で置換していった場合にはⅢ型からⅡ型へ移行するのがみられた. 併し乍ら, 一般にⅢ型を起すものではその殆んどが正常状態から直接変化して居り, 他の型と移行する場合にもその中間に正常か, 或いはそれに近い状態が存在するものであった. 此のことからⅢ型は, Ⅰ型およびⅡ型とはその作用方向を異にするものであらうと考える.

上述の諸種溶液内に於いて起る骨骼筋の自発

的興奮に就いては佐藤及び片山²⁾³⁾⁴⁾の詳細な報告があり, 元来単一収縮を起す骨骼筋も刺激条件の量的の差によって周期的興奮から強縮, 更に痙縮へと移行する自発的興奮を起す事を述べている. 著者の実験に於いても諸種溶液の濃度を変化させる事により, 更に之に電流をも適用する事によって所謂刺激量の増減をはかり, 骨骼筋に周期的興奮, 強縮及び痙縮の各型の興奮を観察し得た.

即ち, 斯様な一連の自発的興奮は, Ringer 液中の 3 ion 殊に Na-ion が減少する程旺盛となり, K-ion は或量的関係では之に対して促進的に, Ca-ion は一般に之に対して抑制的に作用した. 又諸種薬品溶液によっても, Fluoresceine, Histamine, Chinine, Guanidine を除く凡てのものに実験液浸漬中に起し得た. 但し Veratrine の場合には電撃して始めて現われるものであった.

此の一連の自発的興奮の他に Veratrine, Aconitine 等の濃厚液に於いて自発的に起る周期的痙縮様の興奮があり, 又 Histamine, 塩化バリウムの濃厚液に於いては時に微小な痙縮が数回繰返されるのを認めた. 更に CaCl_2 , 蒸溜水並びに数種の薬品等の濃厚液に於いては, 緩やかな経過をとって実験液浸漬中進行する筋短縮が屢々みられた. 佐藤³⁾によれば斯様な周期的痙縮並びに進行性の痙縮は, 二槽法で分析しても正常側へは伝らず, 周期的興奮から移行した痙縮とは必ずしも同じ原因で起るのではなくて性質を異にするものであると述べている.

次に本実験に於いて骨骼筋にみられた被刺激性の変動と自発的興奮の発現との関係は次の如くであった.

週期的興奮, 強縮及び痙縮の一連の自発的興奮は, 主として被刺激性の動変がⅠ型及びⅡ型を示す場合に起るものであり, Ⅲ型に於いてそれがみられたのは等張 CaCl_2 液を KCl で置換していった場合及び Veratrine 溶液内に於ける場合のみであった.

一般にⅠ型及びⅡ型では何れも被刺激性の増大期に於いて自発的興奮が発現する傾向があっ

た。此の現象は既に安富⁵⁾、高田⁶⁾が報告しているところである。更に自発的興奮の減弱と共に被刺激性は正常に戻るか、或いは次第に低下して行く傾向があった。然し乍ら、塩化バリウム、Aconitine 等では長時間に亘って旺盛な自発的興奮を起すにも関らず、他のものに比して被刺激性の増大が不著明であり、又等張 NaCl 液、チオ硫酸ソーダ溶液等に於ける如く、被刺激性の増大が猶継続中であるにも関らず自発的興奮が早期に停止してしまう場合もあった。即ち被刺激性の増大度と自発的興奮の強さ、並びに両者の持続時間は必ずしも平行しなかった。更に之等の濃度条件を増強する時は、自発的興奮は益々強盛となったが被刺激性の増大度は或限度迄至ると却って増大期の持続時間が次第に短縮されて不著明となった。又甚しい場合には浸漬直後よりの急激な低下として示されるにも関らず、自発的興奮が強くなった。

被刺激性の変動がⅢ型を示す場合には一般に斯様な自発的興奮は起り難く、Ⅰ型に属して旺盛な周期的興奮を起す塩化バリウムも、高濃度ではそれを起し難くなると共に次第にⅢ型に移行した。又等張 CaCl₂ 液を KCl で置換していった場合にはⅢ型に於いても自発的興奮を認めたが、自発的興奮が強くなるに従って被刺激性はⅡ型に移行した。Veratrine の場合には濃度の変化のみでは斯様な自発的興奮は起らず、之に電撃をも加えればⅢ型に於いて有効刺激に際して始めて現われた。之は Veratrine が筋線維に対して特殊な作用機序を有する為である事も考えられる。

尙周期的痙縮並びに進行性の痙縮の場合には、何れもその発現に際して特に認むべき被刺激性の変動を来す事はなかった。

以上の結果、著者の実験に於いて骨格筋に自発的興奮が発現する場合には一般に被刺激性の増大をみる事が多く、被刺激性が低下する場合には自発的興奮が起り難かった。併し自発的興奮の強さと被刺激性の増大度、並びに両者の持続時間は必ずしも比例せず、時には被刺激性が

低下する場合にも自発的興奮は起り得た。

戸塚¹⁾によれば刺激と興奮との関係に於いて、刺激となる或種の ion (A-ion) が生体の或部分に集積し、それが一定の濃度 (閾濃度) 以上に達する時之が刺激となり、その ion 集積度並びに閾濃度の如何によって、即ち閾濃度とそれを凌駕する A-ion 濃度との両者の濃度水準の差によって種々の型の自発的興奮を起すと述べている。

本実験に於いても諸 ion、諸薬品、電流等の種々の条件を適用し、元來他働的興奮系である骨格筋が刺激量の如何によっては被刺激性の変動と共に如何様な型の自発的興奮でも起し得る事を観察し得た。而して周期的興奮から強縮或いは痙縮に至る一連の自発的興奮は被刺激性の増大に伴なって発現する事が多く、此の場合には所謂 A-ion の集積度が増加し、或いは之と同時に閾濃度水準が低下する様な、自発的興奮を起し易い条件を来したと思われる。併し乍ら刺激条件を増加するに従って自発的興奮が漸次増強されるのに対して、被刺激性の増大は之と平行して常に増強されるものではなかった。即ち刺激条件を増加する程却って増大期が不著明になり、更に進行性の低下が次第に早く現われて遂に増大期を認め難くなる事もあった。之は刺激があまりに強くなると筋の被刺激性を低下させる様な何らかの変化が新たに細胞内に起って来る事も考えられる。此の場合にも自発的興奮が強くなり得るのは A-ion の集積度が非常に高く、既に閾濃度水準を凌駕し得たものである。

一方、被刺激性が初めから低下状態に安定する場合に自発的興奮が起り難いのは、A-ion 濃度が高まり難くなるか、或いは高まったとしても同時に閾濃度の上昇を来してそれを凌駕し難いものと思われる。

以上の結果、骨格筋の被刺激性と自発的興奮とに関する著者の実験成績は、戸塚¹⁾の刺激と興奮との関係に於ける理論的考察の一端を立証し得たものと考えられる。

V. 結 論

諸種溶液内に於ける骨骼筋の被刺激性の變化、及びそれと自発的興奮との関係を時間経過を追って観察し、次の結果を得た。

1. 被刺激性の変動は3つの型に分類し得た。

2. 一般に被刺激性が増大する場合には自発的興奮が起り易く、被刺激性が低下する場合にはそれが起り難かった。

稿を終るにのぞみ、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師戸塚武彦教授に、深甚なる感謝の意を表します。

文 献

- 1) 戸塚武彦 (1939) 日本生理誌 **4**, 406
- 2) 片山正紀・佐藤正彦 (1941) 日本生理誌 **6**, 478
- 3) 佐藤正彦 (1941) 日本生理誌 **6**, 493
- 4) 片山正紀 (1941) 日本生理誌 **6**, 510
- 5) 安富 博 (1957) 日本生理誌 **19**, 903
- 6) 高田精一 (1942) 日本生理誌 **7**, 355
- 7) Ringer, S., (1886) J. Physiol. **7**
- 8) Adrian, E. D. and S. Gelfan (1933) J. Physiol. **78**, 271
- 9) Nastuk, W. L., and A. L. Hodgkin (1950) J. cell. comp. Physiol. **35**, 39
- 10) 内山孝一 (1956) 日大医学誌 **15**, 1433
- 11) 大野喜市 (1955) 日本生理誌 **17**, 567
- 12) 鈴木正夫 (1948) 日新医学 **35**, 192
- 13) 手塚 玄 (1940) 日本生理誌 **5**, 335
- 14) 福田邦三・森谷和夫 (1936) 日本生理誌 **1**, 343
- 15) 正井章一 (1953) 日本生理誌 **15**, 120
- 16) 正井章一 (1953) 日本生理誌 **15**, 129
- 17) 久保田 効 (1954) 日本生理誌 **16**, 752
- 18) Höber, R. 正井¹⁶⁾ 及び久保田¹⁷⁾ より引用
- 19) Conway, E. J. (1957) Physiol. Reviews. **37**, (1) 84
- 20) 船田瑞穂 (1926) 京都医学誌 **23**, 112
- 21) 中浜 博 (1954) 日本生理誌 **16**, 72
- 22) 堤 時彦 (1959) 日本生理誌 **21**, 15
- 23) 瀬在昌次 (1951) 日本生理誌 **13**, 146
- 24) 杉 靖三郎 (1939) 日本生理誌 **4**, 94
- 25) 河村虎太郎 (1941) 日本生理誌 **6**, 316
- 26) 堤 時彦・増田四郎 (1959) 日本生理誌 **21**, 50
- 27) 松本純治 (1956) 電気生理学研究 **12**, 35
- 28) 山形寿郎 (1951) 日本生理誌 **13**, 132
- 29) 高橋忠幸 (1942) 日本生理誌 **7**, 659

Summary

Changes of the irritability of the skeletal muscles soaked in various modified fluids of Ringer's solution and other pharmacologically treated solutions, and also the relationship between thus elicited spontaneous excitation and the excitability were observed following the time course, and the following results were obtained.

1) Variation of the irritability was grossly divided into three patterns.

2) Generally speaking, when the irritability increases, the spontaneous excitation tends to occur; while in case of the decrease of the irritability, the spontaneous irritation is scarcely observed.

(Department of Physiology, Nippon Medical School)

地 方 小 学 会 報

第10回西日本生理学会 (つづき)

時 昭和34年11月2~3日

所と当番 長崎大学医学部基礎講堂 鈴木達二・佐藤謙助

6. 河田真雄 (鹿児島大第1生理)

胸腺抽出物の作用に就いて (第Ⅱ報)

胸腺抽出物 (T.E.) のエネルギー代謝に対する作用として、運動機能に続いて、萎縮胃粘膜よりの $[H]^+$ 分泌に就いて検討した。

正常時、30分間に $10^{-3} \sim 10^{-5} M/L$ の $[H]^+$ 分泌が認められ、時間的にやや減少の傾向をしめした。T.E. を加えれば、時間的減少がみとめられなくなり、僅かに分泌増加の傾向が見られる。DNP $5 \times 10^{-6} mol$ では僅かに、 $1 \times 10^{-5} mol$ では相当分泌を抑制する。しかし個体差が大きい。DNP と T.E. を共存させた場合、DNP の分泌抑制は幾分恢復される様な傾向が見られた。

又 DNP 処理後、正常 Ringer にもどしても、(DNP+T.E.) で処理後にもどしても、分泌は恢復しないが、T.E. を加えると恢復が見られ、T.E. 処理後 DNP 或は (DNP+T.E.) を作用させれば、DNP の作用を恢復させる傾向が見られた。

7. 曾我美 勝・竹本茂司・川崎正輝 (山口医大第2生理)

蛋白質細分画法による I^{131} -albumin の研究

電気泳動にて単一ピークを示す bovine plasma albumin は hydroxylapatite column により pH 6.8 Na phosphate buffer $0.07M$ (alb. I), $0.11M$ (alb. II), $0.40M$ (alb. III) で溶出される3ヶの細分画にわかれる。これら細分画の tyrosine group の iodine に対する反応性をしらべた。iodination は NaI^{131} を含む KI_3 溶液を $0^\circ C \sim 2^\circ C$ にてかくはんしながら滴下し、その後かくはんをつづけるか (method A) 或はかくはんをとめ (method B) 60分放置した。

1) I^{131} -albumin と native albumin は column chromatogram では区別出来ない。2) pH 7.5~9.0 にて method A によると I^{131} は均一ラベル、pH 9.6, 10.6, method B では不均一ラベル即ち albumin II が最もよく iodine と反応する。3) I^{131} の入った amino acid は 1) の時は monoiodotyrosine, 2) の時は monoiodotyrosine, diiodo-

tyrosine, thyronine (thyroxine, triiodothyronine) である。

8. 安部良治・後藤昌義 (九大第2生理)・栗山 照 (鹿児島大第2生理)

細胞内電位よりみた子宮平滑筋の潜伏期、不応期ならびに細胞間の機能的結合について

妊娠マウスの子宮平滑筋細胞内活動電位を細胞外電気刺激により誘発し、この細胞内電位の記録から子宮平滑筋の潜伏期、不応期ならびに筋細胞間の機能的結合状態を考察した。資料に閾値以下の弱い刺激を加えるとある潜伏期において slow potential があらわれ、刺激の強さを増すに従ってこの slow potential は漸増的に大きくなって、遂には閾値に達して spike を誘発する。この slow potential は時には2個あらわれることもあり、また加重の現象もみられた。単一刺激あるいは接時刺激により細胞内活動電位を誘発し、これより測定した潜伏期および不応期は自発放電時 (double spikes の発生時) におけるそれよりも非常に長い。これは興奮発生部位興奮伝播経路の違いなどによって起るものであろう。また単一刺激に対する2個の slow potential の発生、spike の後における slow potential の出現、slow potential から full spike までのすべての移行型の存在などは slow potential が子宮平滑筋の興奮伝達電位であることを証明しているように思われる。

9. 後藤賢二・河野 格 (久留米大生理)

交通疲労に関する研究 (第3報)

自動車運転と疲労との関係を検討するために、自動車連続運転により在来の疲労測定法が如何なる値を示すかについて、閃光融合値法、膝閾法、K.E.S. 反応、反応時及び近点距離測定法等につき実験を行なった。

即ち自動車の連続運転を行なって測定すると、それぞれ測定法によって比較的早く変化が認められるものや、相当高度の運転に際し変化が現われるもの、或は同時に測定を行なっても、測定法に

より必ずしも同一の傾向を示さない事がある等が認められた。

10. 木村勝美 (熊本大生理)

尿生成に及ぼす膀胱よりの反射路

膀胱が拡張される時は腎よりの尿の流出を減少せしめる所謂 Vesicorenal Reflex が見られる。最近この反射の存在を疑う者もあるが筆者は31の犬についてこの反射の出現についての刺激方法を考察し又膀胱の支配神経を切断又は電気刺激を行ないこの反射の上行路を確めた。その結果は次の如し、1. 膀胱の内圧が急速に上昇する時は明らかに尿量の減少が見られたが緩徐の時は減少は明らかでない。これはこの反射の生理的な重要性を疑わしめる。2. 骨盤神経又は下腹神経の一方のみが切断された時は尿量の変化は一定しないが両者共切断された時は尿量の変化は起らなくなる。3. 一侧の骨盤神経のみ切断しその中樞端を刺激する時は明らかに尿量の減少がみられる。4. 下腹神経の刺激は中樞、末梢端共影響がない。5. 之等は Vesicorenal Reflex の上行路は骨盤神経中にある事を暗示する。

11. 千葉康則 (山口医大第1生理)

一侧大脳半球剔除の生理機能に及ぼす影響

動物としては犬、猫を用い、基底核に障害を加えぬようにして一侧大脳半球を en block に剔除して生存させる。一方、臨床に於いて発病後3カ月で Jackson 'epilepsy の診断で一侧大脳半球剔除手術を受けた8才の女子を観察する機会を得たので、動物実験の結果と対象して比較検討した。その結果、剔除反対側で次の点で共通の影響を認めた。1) 筋緊張の低下、decorticate rigidity の発見。2) 筋運動の gross ataxia (但し、目的ある運動は十分可能である)。3) 横紋筋の低位反射の亢進、病的脊髄反射の発現。4) 腺及び皮膚血管の緊張亢進、等。

以上の結果から犬、猫と人間の症状は近似しており、それは又、一侧大脳半球剔除手術適応症の術前の症状とよく似ている。

12. 大村 裕 (鹿児島大生理)・丸橋寿郎 (熊本大教育)・富田忠雄 (九大生理)

単一有髄神経線維に対する表面活性剤の影響

Anionic detergent としては Sodium 2-ethyl hexyl-sulphate (Tergitol 08) および 3・9・diethyl-tridecyl・6・sulphate (Tergitol 07) を、Cationic なものとしては stearyltrimethyl ammonium chloride (Nissan cation AB) 及び lauryltrimethyl ammonium chloride (Nissan cation BB) を、nonionic なものとしては polyoxy ethylene lauryl alcohol (Brij 35) を用いた。

これらの表面活性剤は低い濃度 ($10^{-6} \sim 10^{-4} M$) では、すべて静止電位を増大させるにもかかわらず活動電位を著しく減少させる傾向にある。濃度を高くすれば静止電位が僅か減少して来ると共に膜抵抗減少、膜容量の増大をきたし、活動電位は発生しなくなる。 $10^{-7} \sim 10^{-6} M$ のより低い濃度では多くの場合活動電位の増大及び膜抵抗の増大がみられた。内部抵抗は高い濃度において増大して来た。又 cation, anion 及び nonion で著しい差異は認められなかった。cation BB では repetitive response が観察された。以上の物質を作用させた結果は、ほぼ Lecithinase の作用と似た結果が得られた。

13. 末永一男・中野和子 (久留米大生理)

食物温度の唾液分泌に及ぼす影響

食物の温度が家兎の耳下腺唾液分泌量に及ぼす影響をみるため、数種の味をつけた $5^{\circ}C$ 、室温、 $40^{\circ}C$ の人参塊を与え次の結果を得た。

1. 分泌量の頻度を度数分布図でみると、室温では、何れの場合も少分泌量を集中点とするL字型の図形を示し、 $5^{\circ}C$ と $40^{\circ}C$ においては、室温に比べて多分泌量の度数が増え、いわゆるU字型分布の図形をなした。

2. 分泌量平均値は、水道水浸漬と電解質溶液浸漬との間には差が少なく、これ等と味質物質溶液浸漬との間にはかなりの差違があったが、各々の浸漬における $5^{\circ}C$ 、室温、 $40^{\circ}C$ の温度的比較では、室温において少なく、 $5^{\circ}C$ と $40^{\circ}C$ において多い値を示し、人間の場合とほぼ同じ傾向であった。

3. 以上から、唾液分泌量に関しては、人間以外の動物にも温度刺激の効果あることがしめされた。

14. 秋本博文・田中育郎 (熊本大第1生理)

無麻酔犬に対する **isoprenaline** の血圧下降最小有効量について。

気管支に分布する交感神経の化学伝達物質として、Lockett は **isoprenaline** が重要な地位を占めている旨を述べているが、周地の如く、**isoprenaline** は末梢毛細血管拡張作用が、心臓に対する促進作用や、動脈（細動脈）に対する収縮作用よりも、優勢なために、血圧にたいしては、**adrenaline** や **noradrenaline** とは逆に下降性である。この血圧下降に対する最小有効量を、無固縛無麻酔犬を使用して、検べて見た。

DL-**isoprenaline hydrochloride** (科研化学) の結晶粉末を 1/10 規定塩酸、0.1w/v% (塩基換算) に溶解したものを予め準備しておき、用に臨んで 0.9% NaCl で稀釈し、伏在静脈から等速度で 3 分乃至 5 分間注射し、股動脈に連結した水銀圧力計で、カイモグラフ煤紙上に、血圧曲線を描記させた。この場合、体重毎 kg 毎分 0.02 μ g 位になると、血圧に影響が現われる例が多かったが、それ未満或は単なる塩酸食塩水（対照）では影響がなかった。従って閾値は 0.02 μ g/kg/min と見ることが出来る。仮に L-**isoprenaline** の作用が DL-**isoprenaline** の作用の 2 倍とすれば、その閾値は 0.01 μ g/kg/min となり L-**adrenaline** や L-**noradrenaline** の血圧上昇に対する閾値よりも遙かに小であることがわかる。

15. 本多夏生 (長崎大第 2 生理)

睡眠時脳波活動の周波数応答について

成人の覚醒時、睡眠時の脳波を周期的光刺激を与えながら両側の前頭、頭頂及び後頭の各部位より単極導出で記録し各状態における脳波活動の周波数応答を求めた。又刺激前の安静時脳波では周波数応答に相当するスペクトル密度を覚醒時、睡眠時について求めた。覚醒時ではスペクトル密度と略同じ α 波帯域に周波数応答でも略同型の峯を生じ α 波帯域の頻度刺激に対して脳波がよく反応する事が判った。睡眠初期ではどの帯域の周期的光刺激にも反応し難くなり、更に睡眠が深く脳波に徐波又は睡眠紡錘波が出現する時期では、周波数応答でも徐波域に峯が優勢に現われる。そして紡錘波の周波数帯域にも峯を生ずる事が少なくない。従ってこれらの周波数帯域の周期的光刺激に対して脳波活動を起し易い事を示すと共に、睡眠

時には脳は覚醒時とは異なる変換機能を示す事が刺激生理学的にも確められた。

16. 棚橋陽吉 (九州歯大生理)・上田太郎 (九州歯大矯正)

正常咬合者における咀嚼能率の研究

九州歯科大学矯正学教室において創作した咀嚼能率測定のための人工試料（カルナウバ蠟 50% + 硫酸バリウム 50%，容量パーセント）を用い、被検者として成人正常咬合者 10 例（年令 19～31 才までの男女各 5 例）を撰び、篩分秤量法による粒度分布の立場から咀嚼粉碎能率の研究を行なった。咀嚼された人工試料の粒度分布は 1933 年、Rosin & Rammler が提出した微粉碎の指数法則、即ち篩上量 = y と粒子径 = x との関係は

$$y(x) = e^{-b_1 x^n} \dots\dots\dots \textcircled{1} \quad (b_1, n = \text{恒数})$$

の実験式に極めて近似していることがわかった。

又、篩上量 = y と咀嚼回数 = z との関係は

$$y(z) = e^{-b_2 z^m} \dots\dots\dots \textcircled{2} \quad (b_2, m = \text{恒数})$$

の実験式が適用出来る。したがって①式より Y 軸を篩上量の 2 回対数、X 軸を粒子径の 1 回対数をとったグラフでは粒度分布曲線は直線となる。又、②式より Y 軸を篩上量の 2 回対数、X 軸を咀嚼回数の 1 回対数にとったグラフでは咀嚼粉碎曲線は直線となる。このグラフを用いて X 軸に平行な 36.8% (100/e) ラインを咀嚼粉碎能率の良否の判定基準とした。

17. 榎屋 滋 (長崎大第 2 生理)

単一衝撃的刺激に反応する脳波活動について

周期的光刺激により刺激頻度に等しい周波数の脳波が駆動される事はよく知られているが、単一閃光刺激に反応する脳波活動についてはまだよく知られていないので次の実験を行なって検討した。健康成人男子を安静に寝がせ、前頭、頭頂及び後頭部から単極導出により脳波を記録し、約 1 秒の間隔で閃光刺激を与えた。対照脳波の平均的な時間的な経過は自己相関曲線により、刺激に反応した脳波のそれは相互相関曲線から求めた。更にこれらの周期的性質はそれらのスペクトル密度により求めた。後頭部脳波では刺激開始と共に一時 α 波遮断が見られるが漸次恢復する。尚、 α 波遮断を起さない例もあった。刺激前後に脳波の変

化はみられないが、笑気麻酔により漸次 α 波が駆動される例もあった。頭頂部、前頭部脳波反応は後頭部脳波程には規則的な結果は認められない。以上の所見から、少なくとも後頭部に於いては、単一閃光刺激によっても α 波が駆動される事を知った。

18. 山下一邦・加茂正嘉・平井健治 (長崎大第1生理)

副腎ノルアドレナリン分泌速度測定について

副腎のノルアドレナリン及びアドレナリン分泌速度測定のため、副腎静脈血を除蛋白し、此れにエチレンジアミン法を応用して、全血中に含まれているノルアドレナリン及びアドレナリンの量を蛍光的に定量した。

定量法として

- 1) 血液に弗化ソーダとチオ硫酸ソーダ混合液及びセトリマイドを加え攪拌完全に溶血させ。
- 2) 硫酸及びタングステン酸ソーダで除蛋白。
- 3) 除蛋白液に活性酸化アルミニウムを加え、苛性ソーダで pH 8.4 に調整、振盪後3回水洗。
- 4) 醋酸を加え溶出、濾過。
- 5) 濾液にエチレンジアミン水化物とエチレンジアミン塩酸塩を加え、60°C 温水中に1時間保つ。
- 6) 塩化ナトリウムを加え、イソブタノールで抽出。
- 7) 580 μ 及び 510 μ の二次フィルターを用い蛍光的に定量。

上記の方法に於けるアドレナリン、ノルアドレナリンの回収率は夫々約70%であった。

上記の方法を用いて実験を行なった。即ちネンブタール麻酔犬で、腰部切開法により副腎静脈血を採取し得るようにし、ニコチン体重毎 kg 毎分 0.5mg の静脈内持続注射を3分間行ない、30秒間隔で連続的に副腎静脈血を採り、上記の定量法を活用した。

副腎カテコールアミン (アドレナリン+ノルアドレナリン) 分泌速度はニコチン持続注射開始と同時に採血した最初の30秒間に於いて最も著明な増加が見られ、以後漸次減少し注射開始2分又はそれ以後では最早分泌増加は見られなかった。最高の分泌速度が見られた時期に於ける全カテコールアミンの分泌速度は体重毎 kg 毎分 4.19-5.69 μ g

でノルアドレナリンは全カテコールアミンの9-12%であった。

又内臓神経を切断した副腎で、上述と同様の実験を行なったが、最も分泌の増した時期で全カテコールアミンの分泌速度は体重毎 kg 毎分 2.56-3.44 μ g を示し、ノルアドレナリンは全カテコールアミンの18-22%であった。

19. 村上 恵・波多 久 (熊本大実質研生理衛生)

無汗症患者についての GSR を中心とする観察

最近男子49才の先天性の全皮膚面にわたる汗腺の成形障碍に胚胎する無汗症の患者について、汗腺機能、GSR、皮膚温、或は抗利尿物質等について観察する機会を得たが、その中で、GSRと発汗の関係を中心としたものについて報告する。GSRの測定は、閃電極は拇指球に、不閃電極は前腕屈側にはりつけ Wheatstone bridge 回路に直接結合増巾器を接続して、電磁オシログラフを用いて記録し、刺激としては刺針により対側上腕及び前腕或は同側上腕に与えたのであったが、反応は全く出現しなかった。尚対照として手掌発汗の正常者並びに極めて稀汗なる者についての成績を比較し、稀汗者でも GSR が現われにくいことを示す成績を得た。

20. 溝口 続 (鹿児島大第1生理)

脳水解物の大脳皮質組織呼吸に及ぼす影響

家兎大脳皮質組織切片の酸素消費に及ぼす脳水解物、脳水解物に各種の抽出操作 (Chloroform 及び 100%, 90%, 50% Methanol 抽出) を行なった物、及び人工配合総合アミノ酸剤の影響を組織切片の酸素消費の面で比較し、次の様な結果を得た。

1) 脳水解物は濃度の増加 (7-700mg%) と共に大脳皮質組織切片の酸素消費を促進させる。人工配合総合アミノ酸剤の場合、その対照との間に殆んど差が見出せなかった。

2) 含糖及び無糖組織浮游液中で脳水解物及びその各種抽出物を比較した場合、含糖条件下での大脳皮質組織切片の酸素消費は脳水解物では12%の呼吸促進的影響を、抽出物では平均 1-2% の呼吸促進的影響を与えるが無糖条件下で含糖浮游液における皮質切片の酸素消費を実験対照とすれば脳水解物は9%の呼吸抑制的影響を与えるに

対し、他の抽出物は平均 30-40% の呼吸抑制的影響を与える結果を得た（すべて生理的 pH の範囲内で実験）。

21. 橋村三郎（九大第1生理）

単一有髄神経線維の KCl 処理時の興奮性の回復について

Ringer 液中の K 濃度を増すと「がま」又は蛙の有髄神経線維は興奮性を失う。しかし、これに適当な強さの内向き電流を流すと興奮性を回復する。

この内向き電流による回復過程は単なる膜電位の回復による受動的な過程ではなくて、電流により形質膜に質的な変化が起り、この質的变化に伴って興奮性を回復する。この興奮性の回復過程は割合徐々に進展し膜抵抗の増加及び膜起電力の変化の2過程を含むように思われる。又、溶液を isotonic KCl だけにしても活動電位がみられ、Na 説では説明し難いが、Na イオンの存在は活動電位の大きさ、形その他を正常の活動電位に近づけるので、その重要性は肯定される。

22. 佐藤昌康・尾関正寛（熊本大第2生理）

カタツムリ咽頭牽引筋に対するイオン及び薬物の作用

下等動物の神経筋接合部の興奮伝達機構を開明する為に、今平滑筋を有するカタツムリ咽頭牽引筋を用いこれを直接又は支配神経を電気刺激し、外部誘導をして筋の電氣的反応が諸種イオン、薬剤による影響から研究して見た。medium 中の Na を塩化コリン、sucrose で置換すると一般に筋の反応は減少し、Na-free では筋は刺激に対し興奮しない。Ca をある範囲で増減するとそれに応じて電気反応は増減し Ca-free では反応を示さなくなる。Mg は Ca と拮抗的に働く、ACh を作用させると 10^{-7}g/ml で間接刺激で電氣的反応が暫し大きくなるが間もなく減少する。eserine 10^{-5}g/ml 、prostigmine 10^{-7}g/ml に対しては大きな反応となる。nicotine 10^{-5}g/ml 、curare $10^{-5}\sim 10^{-4}\text{g/ml}$ および atropine 10^{-4}g/ml で減少する。特に後2物で筋を直接刺激をした場合にも同様の効果が見られる等骨格筋の場合と比較し著明な差異が見られる。

23. 前野 巍（鹿児島大第2生理）

メダカ卵の電氣的特性

メダカ卵の付活 activation は受精の場合だけでなく機械的、電氣的刺激でもおこし得る。この付活は卵の不可逆的興奮と考えられ、電極の刺入は付活のために著しく困難である。

メダカの正常未受精卵の膜抵抗は $500\text{k}\Omega\text{cm}^2$ にも達する大きな値で、膜容量は $0.7\sim 1.0\mu\text{F/cm}^2$ である。機械的および電氣的刺激により巾づくりした付活電位が発生し、膜電位は一時的に過分極となる。この付活電位と平行して膜透過性の変化がみられる。

通電刺激による卵の付活の場合の閾値は陽極性通電で $10^{-8}\sim 10^{-9}\text{A}$ であるが陰極性通電の方がはるかに閾値が高い点通常の興奮細胞とことなっている。

24. 斎藤義夫・進藤武治（東京歯大生理）

周期的光及び音刺激の脳波駆動の様相について

周期的光及び音刺激の脳波駆動の様相を比較追求するため、佐藤（謙）の方法に準じて、脳波記録と刺激曲線との相互相関曲線を求めそのスペクトル密度を算出し、それによって周波数特性曲線を描いて検索した結果次の如き知見を得た。1) 両刺激ともその周波数特性曲線は 10c/s 付近に峯を形成し、その峯の高さは対照脳波のスペクトル密度の峯よりも遙かに高く、脳波を駆動していることが明らかにみられる。2) 光刺激と音刺激との脳波駆動の様相は多くの属性において近似的であるが、駆動力は前者の方が若干強い。3) 各頭部脳波の被駆動性は後頭において最大、ついで頭頂、前頭となり、側頭が最少である。4) 暗室内開眼時には音刺激は閉眼と大差なく、光刺激は被駆動性が減少する。5) 刺激開始後の被駆動性の時間的経過は光刺激は音刺激よりも長い潜時を以て駆動されるが、両者ともある周期を以て消長している。

25. 近沢克己・沖田弘光（久留米大生理）

Sartorius muscle の mechanical response

に及ぼす Hydra in 溶液の效果に就いて

蛙の Sartorius muscle を Sucrose Ringer 或いは Choline Ringer に入れて興奮性をなくした後、Hydrazine Ringer に入れて興奮性を回復さ

せ、D.N.P. の $0.05mM$ 及び $0.1mM$ の Hydrazin Ringer に浸して、其の Mechanical response を見た。これと正常 Ringer に同濃度の D.N.P. を加えた場合を比較した。又 NaCN, I.A.A 及び Azide に就いても $1mM$, $0.5mM$ 及び $0.25mM$ のものを Hydrazin Ringer と正常 Ringer に加えた場合に就いて比較した。

26. 松本保久・徳満 豊 (鹿児島大第1生理)

Vitamin E₁ の血圧降下作用 (第3報)

第1報、第2報で発表したのが、脾臓中の血圧降下物質は $80^{\circ}C$ の加熱で失効し、透析により膜内液には残らず、V. B₁ 投与により脾臓中に増加する事を観察した。

1) V. B₁ 欠乏症家兎を実験的に作り、その脾臓、顎下腺、尿の血圧降下作用を健常家兎のそのものと比較したが殆んど差異を認めなかった。

2) 脾臓中にも尿中にも血圧降下物質が存在する事は既報で報告した所であるが、この両者が関係のあるものであるとすれば、内分泌部にその産生場所の疑いを向けられるので、alloxan 200mg/kg 投与し、高血糖家兎を作り健常家兎と比較しながら上記の臓器、尿について考察した。その結果何らかの形でランゲルハンス氏島の β -細胞が血圧降下物質と関係していることを知り、又他の臓器で代償されているのではないかということが覗われる。

27. 後藤昌義 (九大第2生理)

子宮平滑筋細胞内電位に及ぼす温度の影響

妊娠ラッテの子宮平滑筋細胞内電位に及ぼす温度の影響を観察した。一般に温度をさげると $25^{\circ}C$ 前後の低温においては膜静電位、活動電位および局所電位の大きさは増大し、放電頻度は温度下降につれて減少、 $20^{\circ}C$ 前後において放電は停止する。更に温度を下げると膜静電位は却って減少の傾向を示す。他方、温度上昇にさいしては放電頻度は指数函数的に増大、1回の収縮に対する総放電数も増加し、筋収縮の持続時間と一連の放電の持続時間はともに減少する。膜静電位と活動電位の大きさは平行して消長し、 $25^{\circ}C$ を越えると減少しはじめ、 $40^{\circ}C$ 附近で急激に減少し、それぞれ $47^{\circ}C$ 、 $43^{\circ}C$ 附近で消失する。

これを要するに、温度変化による膜静電位の消

長が、筋緊張や放電頻度、あるいは発生張力や活動電位、局所電位などの変化をもたらすものとして総てをうまく説明できるように思われる。

28. 間田直幹・樋口公男・富田忠雄 (九大第1生理)

ERG 発生時の網膜抵抗の変化について

ザリガニ網膜において直流通電中に発生する ERG の大きさは電流方向によって増大あるいは減少する。cornea 側を陽極 (anodal current) とすると大きくなり、陰極 (cathodal current) にすると小さくなる。この変化量は電流の大きさに比例し、通電時間 (1秒から3分まで) によって効果が異なることはなかった。また同じ大きさの電流では光の強さの対数に比例した。これらのことから ERG に対する通電の影響は起電力の変化よりもむしろ ERG 発生時の網膜抵抗の減少 (数十% であり標本全体の抵抗の約 1% に相当する) によって説明され得る。またブリッジ法によって $50\mu A$ 、 $0.1sec$ の矩形波パルスを用いて ERG 発生中の網膜抵抗を測定しこのことを確めた。網膜抵抗は明順応によっても、 $0.1M$ KCl によっても減少した。ERG の大きさに対する電流の影響は anodal current の方が cathodal current に比して大きい。このことは網膜通電によって得られる V-I curve から判るように網膜の抵抗が cathodal current で減少するためである。ERG の発生のメカニズムを網膜抵抗の変化から考察した。

29. 喜多村良三・沖田弘光 (久留米大生理)

肝臓温度よりみた肝機能に関する実験的研究 (第1報)

肝臓は、身体内で最大の実質器官で、且つ、腺組織の集合と考えて良いが、又、肝臓は骨格筋に次いで熱産生の多い organ と云われ、複雑で重要な機能を有している。

従って、肝臓の温度変化を測定する事により、肝機能の一端をうかがい知る事が出来るのではないかと考えに立脚して、第1報として、家兎に自律神経毒を作用させ、肝臓温度に対する影響を、注射針型サーミスターを肝臓内に刺入し、又、ビード型サーミスターを直腸膨大部に挿入する事に依り測定し、2, 3の検討を行なった。

第11回日本生理学会中国四国地方会

時 昭和34年11月23日

所と当番 広島大学医学部総合講堂・平和記念館講堂 西丸和義

I. 一般口演の部

1. 岡田勝喜・高田 茂 (鳥取大第1生理)

端板電位に及ぼす蛋白変性剤の影響

3~15% の Äthylalkohol は端板電位 (e.p.p) を増大させる。その機序は端板受容膜の透過性の増大にあると考え得るが、一方 alkohol を蛋白変性剤と考える時は、蛋白が変性して反応に与える極性基が増加することにより potential が大きくなるとも考えられる。この意味で methylalkohol, formalin, urea, urethane 等の蛋白変性剤の e.p.p に及ぼす作用を研究した。

方法は小沢等の隔絶法により蟪の坐骨神経縫工筋を用いた。又多くの場合標本は筋変性法によつた。

外液が等張の NaCl 液の時は 3.5% の methylalkohol で e.p.p は増大する。但し 5% の時は急速に減少し、又筋の機能が残存すれば、反復興奮を起す。

外液が等張 NaCl 液のとき筋の機能が残存する時は一見 e.p.p は上昇するように見えるが充分筋変性の進んだ標本では e.p.p は減少する。3.5% の formalin では e.p.p は減少する。但し、筋の機能が残存する時は formalin により10分位で急激な筋の反復興奮が起る。その変化は暫時で止むが、筋及び端板の機能は再び回復しない。外液が等張 CaCl₂ 液の時、1.3% formalin で e.p.p は減少する。

外液が等張食塩水の時 1~5% urea により e.p.p は減少する。但し之は外液が等張食塩水の時起る現象と略同様で urea の作用とは考えられない。外液が等張 CaCl₂ 液の時も略同様で筋及び端板の機能は外液を変えると回復する。外液が等張食塩水の時 1% urethane で e.p.p は少し増大する。3.5% の urethane では減少する。外液が等張 CaCl₂ のとき 1% urethane で e.p.p は減少する。urethane の場合も外液を変えると筋及び端板の機能は回復する。

以上の成績から蛋白変性剤も種類により e.p.p に対する作用が異り、蛋白の極性基に関する変性作用も同一と考えるわけにゆかぬ。

2. 榎野博規 (鳥取大耳鼻咽喉・第1生理)

猫球形囊刺激による大脳皮質反応について

成猫一側内耳球形囊を双眼顕微鏡下に露出し、之を特殊の小槓杆で圧迫刺激し、或は 20 μ ステレンス針を刺入し矩形波による電気刺激を加え、同時、反対側大脳皮質において Anterior Ectosylvian gyrus 並に Suprasylvian gyrus の Anterior limb の先端より evoked potential を誘導した。之の部は Geinandt, Andersson らの卵形囊、上、外半規管の刺激に対応して evoked potential を記録した部分の前下方に存在する。

3. 森下敬一・野田滋行 (東京歯大生理)

レ線照射による初期白血球増加のしくみ

レ線照射時の初期白血球増加反応と自律神経系との関係を明かにするため、中枢、自律神経毒を投与して検討をおこなった。

まず照射レ線量と白血球反応との関係を 300r, 600r および 1,000r について求めた結果、その線量の増大に伴ない先行性の減少相が増強しこれに続く増加反応は遅延して発現することを認めた。そこで1時間目減少3時間目増加の 300r 照射を実験条件として追究した。

自律神経毒の前処置とくに Adrenaline, Pilocarpine, Benzylimidazolin によってこの白血球増加反応は即時発現をし、Atropine ではその増加の程度が増強した。また Alcohol および Phenobarbital の前処置時には 600r および 1,000r 照射時の如く、増加反応の発現が遅延した。ところでこれら化学物質のみによる白血球反応を考慮して、これらの実験成績を検討してみると、それらは諸化学物質の血液酸素吸収に対する態度とかなり密接な関係を有することが同われた。つまり、血液酸素吸収を昂める化学物質の前処置によってレ線白血球反応は強調され、またその酸素吸収抑制物質の前処置時にはレ線白血球増加反応も実質的に減弱することを知った。

これらの事柄はレ線白血球増加反応が自律神経系機能とは無関係に発現するものであり、またその発現機序はごく末梢性に展開されることを物語っている。

そして既報(第124回東京生理学談話会)の如くこの場合の白血球増加反応には骨髓機能の介入は考えられず、又 *Leucocytosis promoting factor* は赤血球にも内容されており、しかしてこの *Factor* は *in vitro* の血液に作用させることにより白血球を増加せしめ得ることを再確認した。

4. 笹川久吾・猪俣建太郎 (大阪医大生理)

興奮素量としての生活基本単位と筋超原線維、並に筋原線維

Virchow 以後生体生機の元基は、原形質に在りとされる様になったが、その実体概念を把握してないままに、これに関する多くの仮説を生じた。然し *Methodologie* の未熟と物性論的理論の貧困とで、その検証が得られなかったが、電子顕微鏡の如き形態認識の革命はじめ量子論の進歩等に幸せられて、*colloid* の *Dimension* に於いて指摘せられる生活基本単位なる *Subunit* を以て元基となし得る事がわかり、それは電顕的には $10\sim 30\mu$ 大の顆粒的認証を与える生活基本小体なる普遍妥当論的認識形態なる事がわかった (1949 笹川)。

但し、此の命題提唱当初の形態の基盤なる生活基本小体の認識は、当時の認識条件に聊か精度を欠くの憾があったので、電子顕微鏡の性能と鏡査術式との進歩に俟って供試標本はじめ、此の種認識条件を精討して、生活基本小体発見者の研究室が従来認識して来た諸事実を、まず批判検討し、次の如き結果が得られた。

即ち 1) 電子顕微鏡の進歩によって、各種の生体に関する電顕認識は聊かの修正の加えられる処はあるが *Methodologisch* に進歩しなかった時代の電顕認識も真理核心を逸していなかった。2) *Pfűger* 等の興奮素量は笹川の基本小体を、その実体概念とすべきものと云ってよい程、概念的に共通のものを有すとせねばならないが、後者をもって直ちに前者等の検証とするのは当らない。

3) 供試標本の取扱条件を厳正にした電顕鏡査術式による筋漿の極微認識は、約 $25\sim 30\mu$ 大のほぼ球形に近い顆粒体が方向性を以て 1 列に並ぶ *filamentös* な、直走する極微細線維様構造を以て元基的な攣縮単位体とせねばならぬ、顆粒体は、形態学的諸様相から推して生活基本小体論が提示する生活基本小体 *Elementary body of life* に一致し *Filament* は筋超原線維 (*protomyofibril*) に一

致するとせねばならない。4) 筋超原線維は百数十本乃至数百本宛一束の様な形状となって電子透過度の高い稍大きい不定の顆粒体 *Masse* の一連に囲繞せられて区切られた様相を呈し、この *Masse* の中に *Mitochondria* と看做さる可きミセルを混じて居る。*Mitochondria* 以外更に此の一連の *Masse* のある個所には、*Goldi* 野とも思われるものも少数認められるが、これだけの進んだ束状のミセルを筋攣縮の元基的単位体とは看做し難い。即ち筋攣縮なる機能に関する元基的細胞構造は、筋超原線維とせねばならない。5) 上記の諸認識は *pH* の如き標本固定の条件はじめ供試生体取扱時に於ける *Medium condition* の相違によって鋭敏に変ずる。例えば原形質に於ける生活基本小体の認識は、等電点の附近極めて僅かの *pH* 域に於いてのみ顆粒連続の *filamentös* な認識が得られるだけである。

5. 笹川久吾・坂本武彦 (大阪医大生理)

皮膚内臓反射機転から観た肝の極微構造と機能

肝の *Biopsie* の盛んならんとする傾向に鑑み著者は肝病態の極微構造を追求し、夫れの機能との相関をば、皮膚の特殊刺激点刺激を行なうことによって追求し、その刺激効果の観察を試みた。肝の極微構造たる *mitochondria* については、井上(硬)、古田等の業績はあるが *Endoplasmic reticulum* (小胞体、*E.R.* と略称)については未だ見当らない。そこで家兎に蛋白代謝毒である処の *DL-Ethionine* を与えて障害肝を作り、その 10mg/kg 3日間皮注を行なった結果、*E.R.* の所謂三層構造の乱れと膨潤化が認められ、*Mit.* においてもその変形がみられ、電顕的観察の如き極微構造においてすでにその肝障害の所見が明らかに窺われる。更にこの供試体をその後自然放置すること36日目においては、形質細胞の乱れは余程改善せられており、肝なる臓器の再生能の旺盛を思わしめられるものがある。又障碍肝動物にたいし、「無痕灸」なる刺激を、皮膚の特殊刺激点たる肝俞、期門と称する経穴に連続14日間与える事によって検するに電顕的極微形態の正常形への回復は一層明らかなるを観察し得た。また *DL-Ethionine* 30mg/kg 3日間皮注の如きかなり強度の肝障碍惹起では、*E.R.*、*Mit.* 共全く変形し凝集化が認められ、酸性の *pH* で資料を固定した場合にみられる変化によく似た電顕

像が得られる。一方健康家兎、人工障碍肝家兎及び障害肝人体に対する同様の皮膚刺激による刺激効果を機能面から観て皮膚、内臓反射機の連関性を追求してみると、健康家兎の場合軽度の温熱的刺激程度に於いても、なおその刺激に対する反応の変動は「有意義に認められ」交感、副交感両神経交互拮抗緊張支配の変動が窺われ、家兎においては健康の場合の方が障害肝のそれよりも反応現象が著しく認められる。障害肝においては、血清電解質、血清蛋白分画、血清総コレステロール、B.S.P 試験、血清膠質反応、血液代謝検索等の検索において、刺激効果として刺激中止後略3週目に生機復旧乃至昂進が認められ、刺激当初はむしろ増悪の現象傾向を呈示す。大体かかる刺激療法の本態は生体における神経性並びに液性両調整機転の相関に在りとされておるが、無痕灸なる比較的微弱な皮膚刺激が肝障害に対し有効なのは、神経性調整機転に対する因子を重視せねばならぬものの様である。如上諸種の検討において機能の検法として従来採択された肝機能検索の諸法にも増して電顕的極微構造の検索が有効の方法の様に思われる。「形能不離」は自然認識の常道ながら、かかる極微のオーダーにおいてその理が巨視の世界を優起して通用する傾向は着目すべき事柄と云ってよからう。E.R.によっても肝病変を捉え得る事を知り得たことは特に之を強調したい。即ち従来機能的検索としての生化学的検法からは肝障害動物に対する影響等では、之を判じ得べき点を見出すに困難であったが、本実験で知られる限りでは、かかる検法の将来性を卜するに足るものを捉え得たと云うべきであろう。これはまた Biopsie 進歩の基盤たるを示唆するであろう。

6. 間田直幹・玉井 忠・武田 寛 (九大生理)

迷走及び内臓神経刺激時の肝細胞の電気現象と胆汁分泌について

細胞内電極法を用いて肝細胞電位を記録し、迷走ならびに内臓神経の刺激の場合の胆汁分泌と肝細胞の electrical activity との関係を観察し、さらに刺激条件(刺激の強さ、頻度、持続時間)を変えることによって、分泌ならびに電位についての反応が量的、質的にどのように変るかを調べ、それらの結果から肝細胞と支配神経との関係あるいは支配神経の胆汁分泌における役割について検討

を加えた。

実験には Ravonal の腹腔内注射で麻酔した白ネズミを用いた。成績のみを要約すれば、1) 先ず、頸部において迷走神経を電氣的に刺激した場合、刺激条件が充分であれば、特有の電位変動すなわち刺激開始より数秒を経て膜の depolarization さらにそれに続く電位の動揺がみられ、他方それに伴った胆汁分泌の減少が認められた。横隔膜直下で食道後部の迷走神経を刺激した場合、また右側内臓神経を刺激した場合も一般に電位の下降と分泌減少が認められた。

2) 刺激条件をかえた場合(右側頸部迷走神経についてのみ観察)、刺激頻度(強さ、持続時間:一定)と反応との関係については、1~5 shocks/sec では全く反応がみられず、さらに頻度を増すと depolarization、分泌減少を認めるようになり、それらは漸次増大して極大値に達する。最大の反応を与える最低刺激頻度は大凡 30 shocks/sec で、それ以上の頻度では反応の大きさは変らなかった。すなわち、電位下降、分泌減少の大きさは刺激頻度と hyperbolic な関係にあることを認めることが出来た。

刺激の持続時間(頻度、強さ:一定)と反応との関係については、持続時間が長くなると反応の大きさも大きくなり、depolarization の程度は1~2分で殆んど極大値に達するが、この場合多少時間的経過も延長する傾向がみられた。

刺激の強さ(頻度、持続時間:一定)と反応との関係についても同様に、強さを増すと反応(depolarization)の大きさは増大し、ある強さで極大値に達する。但し、この場合の極大刺激の大きさは麻酔の深さによって可成左右された。

以上のように刺激条件をいろいろ変えても反応はつねに depolarization と分泌減少のみしか観察出来なかった。

7. 安芸謙嗣・三宅可浩 (徳島大第2生理)

D-アミノ酸々々化酵素の細胞内分布について

D-アミノ酸々々化酵素の生理的意義の探求を目標にして本酵素の細胞内分布を研究した。細胞各成分を Schneider Hogeboom の方法にしたがって分離し、その活性が各方面のうちどの分画にもっとも高いかをしらべた。なおこの場合比較のためには各分画についてコハク酸々々化酵素系の活性を測

定した。またミトコンドリアに含まれるフラビン酵素の全 Flavin Adenine Dinucleotide (FAD) のうち本酵素の FAD が何%をしめるかを FAD の定量からしらべた。酵素活性は酸素消費より求めた。酸素消費は Warburg 検圧法、振動式酸素電極法などを用いて測定した。FADの定量は豚腎より精製した Negelein Brömel のたんぱくを用いて行なった。

実験に供した動物（豚，ラッテ，鶏，犬，蛙，家兎，牛）の腎，肝組織では次のようなことがわかった。

1. 各動物の腎，肝組織について D-アミノ酸々化酵素はミトコンドリア分画に最も濃厚に含まれることがわかった。

2. ミトコンドリア分画をシヨ糖溶液で洗じょうを行なうと D-アミノ酸々化酵素は相当溶出する。

3. しかし Polyvinylpyrrolidone (pvp) をシヨ糖溶液に加えておくと溶出を防ぐことができる。その結果 D-アミノ酸々化酵素の窒素当りの活性はミトコンドリアにおいてホモジェニートの 2.5 倍で最も高く D-アミノ酸々化酵素の総量もミトコンドリアにおいてホモジェニートの 60% であってこの値は recovery 値が 70% であることを考慮すると recovery 値の 90% がミトコンドリアに存在することになる。

4. FADの定量からミトコンドリアに含まれるフラビン酵素の全 FAD のうち 1/5 ちかくの FAD が D-アミノ酸々化酵素に関係するものであることがわかった。

8. 曾我美 勝・竹本茂司・川崎正輝 (山口医大第2生理)

蛋白質細分画法による bovine plasma albumin 熱変性の研究

電気泳動にて単一ピークを示す bovine plasma albumin は hydroxylapatite column により 3 ケの細分画にわかれる。albumin-I, II, III は pH 6.8 Na phosphate buffer 0.07M, 0.11M, 0.40M で elute される。

albumin I は可逆一次反応に従い減少し，albumin III がます。albumin II は一定の lag phase をもち後徐々に減少する。この際 I^{351} -albumin を使用すると albumin I は heat denaturation により

albumin I $\rightarrow$ albumin III, albumin II $\rightarrow$ albumin III と変化することがわかった。故に albumin I, II の heat stability は非常にことなる。albumin I の可逆一次反応を熱力学的取扱をすると ΔH , ΔS は 64kcal/Mol, 193 E.U. である。denaturation, renaturation の activation enthalpy (ΔH^*), activation entropy (ΔS^*) は夫々 ΔH_1^* 102kcal/Mol, ΔS_1^* 232 E.U. (denaturation), ΔH_2^* 39kcal/Mol, ΔS_2^* 39 E.U. (renaturation) である。

9. 村上哲英・安田浩士 (岡山大第1生理)

蛋白質変性に及ぼす高水圧の影響

甚だ高い水圧に蛋白溶液を曝すと蛋白変性が起り，或は常圧下で蛋白変性を起さす物質と一緒にして高圧下に曝すと，その変性は抑制される。又，酵素活性度に及ぼす圧力の影響についても多くの報告がある。私達は圧力のかかっている間の蛋白変性，或は酵素活性度を直接分光学的に測定する装置を製作して以下の実験を行なった。

卵白アルブミンの濁度に及ぼす影響は，等電点附近では，圧力を上げたすぐ後，及び圧力を下げたすぐ後に於いて最も著しい。その原因を探る目的で蛋白浮遊物を $\times 300$ の顕微鏡で観察したところによると，500kg/cm² 迄の水圧では殆んど変化が認められなかった。又，polarography で蛋白-SH 基量の変化を調べたが，これも圧の有無で大差が認められなかった。

RN-ase 活性度は圧力により促進させられる事が判明し，次の演題と一緒に関係づけて発表した。

10. 林 香苗・安田浩士・村上哲英・三木福治郎 (岡山大第1生理)

細胞分裂に及ぼす高水圧の影響

ウニ卵を用いて細胞分裂に及ぼす高水圧(500気圧まで)の影響をしらべた。

顕微鏡で観察したところ卵分割がある程度すすんでいるものでも約 300 気圧以上の高水圧のもとではアスターがくずれ，分裂は停まり，形は元の様に戻る。アスターの構造は位相差顕微鏡を用いてもみとめられなくなる。卵をアルコール：酢酸 (3:1) で固定してのち，ホルゲン反応を用いて染色体の様子をしらべると，300 気圧以上の高水圧にさらしたものでは染色体がふくら

み或はその位置が著しく変わっている（染色体崩壊）。約10分の間加圧してのち除圧すると、暫くして再びアスターの再形成があり、2細胞期へすすむものもあるが、直接4細胞期へすすむものが多い。酸化剤ならびに還元剤の作用と圧力の関係、更にアスターの崩壊におよぼすデオキシリボ核酸（DNA）合成に及ぼす高水圧の影響をしらべた。また、リボ核酸分解酵素（RN-ase）活性度に及ぼす圧力の影響を分光分析法で測定した成績に就いて述べた。

11. 三木福治郎（岡山大第1生理）

平滑筋に及ぼす高水圧の影響

高水圧の生活組織への影響の内、平滑筋についての実験の一部紹介。トノサマ蛙の空腸上部を縦に細長く（2～3mm×10～15mm）切った細片に錘（0.1g）を附けて運動を光横杆で回転するキモグラフィオン上の印画紙へ感光描記。実験温度20～25℃、拡大率約30倍。

細片は Ringer 液中に懸垂すると律動運動を行ない、水圧が 50kg/cm²～500kg/cm² の範囲では 50～100kg/cm² で律動運動の頻度の増大及びトームスの増加を、200～500kg/cm² でトームスの減少及び頻度の減少を見、水圧をもとに戻すと一過性の急激な収縮をみる。

1:10⁻⁴ MgSO₄ Ringer液、1:10⁻⁴ BaCl₂ Ringer液及び 1:5×10⁻⁶ アセチルコリン・Ringer 液中で加圧した場合には夫々の薬品効果と圧力の作用の累加が現われる。唯 1:5×10⁻⁶ アセチルコリン・Ringer 液中で懸垂加圧では 100kg/cm² で除圧後の一過性の急激な収縮がみられるようになってくる。

12. 嘉手川達也・大村哲昭（徳島大第1生理）

ウニ卵の有糸核分裂経過に対する SH 基阻害の影響について（続報）

SH 物質が細胞分裂と密接なる関係を有することは Rapkine (1930) 以来注目されている所である。我々はムラサキツユクサ雄蕊毛細胞、サンショウウニ卵に SH 結合剤（HgCl₂, PCMB）を作用せしめ、生体連続観察を行ない、その有糸核分裂経過に及ぼす影響を見て来たが、今回はパフンウニ卵を用い、その有糸核分裂に対する SH 結合剤（HgCl₂, PCMB）の影響を組織化学的な方法により

検討した。

パフンウニ卵に媒精後、SH 結合剤（5×10⁻⁶M HgCl₂, 10⁻⁶M PCMB）を作用させた場合と、SH 結合剤作用後 Cysteine を添加した場合とについて、作用直後より15分毎に標本を採取し、5%三塩化酢酸固定後、セロイデン・パラフィン二重包埋の後、10μ の切片とし、Bennett 法による SH 染色を施した各切片標本について、染色期間並びに核分裂前半期・後半期の推移時間を求め、対照のそれと比較考察した。

1) SH 結合剤の作用により、染色期間の延長が見られ、その延長は SH 結合剤作用後 Cysteine を添加することにより対照の程度にまで回復された。

2) SH 結合剤の作用により、核分裂前半期の推移時間を延長せしめた。又この場合も SH 結合剤作用後、Cysteine を添加することにより、対照の程度にまで回復されるのを認めた。以上のことからパフンウニ卵の有糸核分裂経過特に前半期の経過維持に SH 基が大なる関与をなしていることが推定される。

Ⅱ. 自律神経分科会

1. 足立 勲（岡山大第2生理）

胃伸展の小腸運動に及ぼす影響

胃が刺激されると小腸及び大腸運動に如何なる作用を及ぼすかという事は、古くから多くの研究者によって実験されている。然しながらこれまでの研究者達の実験結果は一致しておらず、あるいは亢進効果が起ると言い、あるいは抑制効果が起ると言う。しかもその反射効果生起の機序については全く研究されていないので、著者は従来の研究者のおこなった実験を追試すると共に、新しい方法で実験をおこない新知見を得た。即ち胃が刺激されると胃壁からの求心性衝激が延髄並びに脊髄中に存在する小腸並びに大腸運動の亢進並びに抑制中枢を興奮させ、そして両中枢の興奮の程度如何によって小腸並びに大腸に亢進あるいは抑制の二様の反射効果が現われる事を明らかにした。また同時にこの反射の経路をも明らかにした。

2. 越智邦夫（岡山大第2生理）

小腸粘膜内反射誘起物（第2報）下剤、酸及びアルカリの効果

イヌの腸外神経切断分離小腸片において、種々なる無機酸、有機酸及びアルカリを粘膜に適用して粘膜内反射効果を研究し、さらに下剤についても実験を行なった。次にその結果を列挙する。

1) 硫酸ソーダ、第二磷酸ソーダは腸粘膜を刺激し、著明な反射を誘起するが、硫酸マグネシアでは全く反射効果は現われない。

2) ヒマン油、大黃、センナ及びロカイ等はそのまま腸粘膜に適用したのでは内反射は現われない。

3) 硫黄、甘汞は腸粘膜を刺激しない。

4) ビールは著明な腸内反射を起す。ビールの成分であるホップは非常に著明な反射をひき起すが、アルコールでは反射効果は一般に見られない。

5) 酸の腸管運動に及ぼす影響については古くから実験的研究が行なわれているが、剔出腸管と生体内腸管とではその作用に相異がある。これは腸管状態ばかりでなく薬物の適用方法にもよるものと考えられる。

しらべた酸及びアルカリの濃厚液はいずれも粘膜内反射をひき起すが、稀薄になる程反射効果が弱くなり、ついには口側における亢進効果のみとなり抑制効果は消失する。この際の液濃度が閾濃度であると考えられる。

a) 無機酸 (塩酸、硝酸) の閾濃度は $N/40$ であり、その液の pH は 1.3~1.7 である。

b) 有機酸 (酢酸、酪酸、蟻酸、蓆酸、乳酸、クエン酸、ピルヴイン酸) ではその種類によって閾濃度は $N/20$ から $N/80$ までいろいろであるが、pH は 2.4~2.9 の間である。

c) アルカリのうち苛性ソーダ、苛性カリの場合には閾濃度は $N/80$ で pH は 11.05 であるが重曹の飽和液も有効でその pH は 8.2 である。

3. 福原 武・中山 沃・難波良司 (岡山大第2生理)

小腸筋内反射の誘起機構

1) ウレタン及びモルフィンで麻酔されたイヌの小腸において、小腸-小腸反射 (腸外反射) と腸筋内反射に關与する受容器の局在について研究を行なった。

2) 上述の両反射は小腸の漿膜を除去した縦走筋層の伸展によってひき起されるが、他の層すな

わち、粘膜、粘膜下組織および輪走筋層からはひき起されない。

3) 腸外反射においては、その受容器は縦走筋層にあり、この求心性神経の細胞体は脊髄神経節の中にあり、一方筋内反射においては、その受容器は同様に縦走筋層内にあるが、その神経細胞体は Auerbach 神経叢内にあり、その中の抑制ノイロンと接合しておると考えられる。

4. 福原 武・中山 沃・難波良司 (岡山大第2生理)

小腸粘膜内反射に対する 5-HT の効果

1) イヌの腸間膜神経切除空腸片を用い、その運動並びに液輸送を描記しながら、5-HT の腸粘膜内反射に及ぼす影響をしらべた。

2) 5-HT を粘膜あるいは漿膜の 1 箇所に適用するとき、腸運動は刺激点の口側でたかめられ、尾側で抑制される。絨毛を除去しても反射効果には何等の変化も認められない。しかし分泌腺層の表層を焼灼すれば 5-HT は全く無効となる。

3) 粘膜にコカインを適用すれば、擦過刺激あるいは HCl 適用は無効となるが、5-HT は時として全く前と同じように有効ことがある。

4) 5-HT をくり返し粘膜の同一部位に適用すれば、反射効果は次第に減弱し、ついには全く消失する。この際機械的刺激及び HCl は有効である。

5) 5-HT は腸に対し、まずその液輸送を遅滞させるように作用するが、ついで 5-HT に対し不感性にする。しかしこの時期にも HCl は顕著な流れの遅滞をひき起す。

6) 上述の結果から 5-HT は粘膜の分泌腺層の表層に分布する神経末梢に作用し粘膜内反射をひき起すものと考えられる。

5. 伊藤秀三郎・赤羽輝義 (東京歯大生理)

膀胱の自律神経支配について

墓の膀胱支配神経に電気刺激を加え、膀胱えの支配経路の状態、並びに、其の左右の関与性を検索し、其の支配神経中に、二種の線維が混在することを自律神経毒であるアトロピン・エルゴトキシンの使用及び麻酔薬ウレタンに依る Fractional narcosis により吟味した。

墓の下腹部に正中切開を施し、一側の膀胱を充

分露出し内容を除去し、固定板に背位固定し、露出した一侧膀胱の一端に絹糸をつけ、之を郷原式ヘーベルの一端に附し、又其の反対側には 2g の加重を加え膀胱筋肉を適当に伸展せしめ、膀胱の動きは、カイモグラフの塗煤紙上に記録することにした。なお神経の刺激には、電源 1.5V の乾電池を使用した Porter 型感應電氣器を用い電極には白金電極を使用した。尚二種線維の混在の吟味は神経の urethane 麻酔か ergotoxine 注射及び atropine 膀胱塗布の方法に依った。

斯くて膀胱の支配神経は、背髄第 X 神経であり、その前根より、坐骨神経を介して、膀胱両側性に達していること、而も、この内に、膀胱に対して、弛緩と収縮を司る両線維が含まれている事を電気刺激の強度を Porter 型感應電氣器のコイル間距離の調整で変化せしめ、神経を刺激した場合、弱い刺激では膀胱の反応が全くなく、次第に強度を強めるにつれて、先づ膀胱の弛緩、更に強めると弛緩次で収縮の山が現われ、その収縮は刺激強度を強めれば強める程大きくなっていくことから思考した。尚更に後者の事実を吟味するため、urethane による Fractional narcosis 及び、自律神経毒たる atropine 及び ergotoxine を使用し、検索の結果、第 X 神経（及び其前根）には膀胱収縮に関する cholinergic fiber と弛緩に関与する adrenergic fiber が混在する事、而も、両者を比較すると、前者の方が、作用につよいらしい事が思考された。

6. 幸塚嘉一（関西医大生理）

Langley's antidromic action 批判（その 1）

私たちは次の様な批判実験（カエル）により、血管拡張に関する Langley's antidromic action を否定する。

批判実験：1) 後根（Ⅱ、Ⅲ）を刺激すると同側の瞬膜血管の拡張をきたすが交通枝（Ⅱ、Ⅲ）を切断した後、その segment の後根（Ⅱ、Ⅲ）を刺激すると瞬膜血管の vasodilation は起らない。従って後根を通る血管拡張神経は交通枝を通過する。2) spinal nerve（Ⅱ、Ⅲ）を、交通枝（Ⅱ、Ⅲ）が入る部位よりも末梢部で切断した後、その segment の後根（Ⅱ、Ⅲ）を刺激すると瞬膜血管の vasodilation が起った。従って後根を通る vasodilator fiber はその segment の spinal nerve に

直接入るのではなく、その segment の交通枝に入る事が明らかである。従って ordinary sensory nerve の逆伝導による vasodilation という事とはあり得ない。Langley (1923) は one experiment においてであるが、上記 1) の私達の実験と同一結果を得ているが、それは彼の仮説と実験結果との明らかな矛盾を示す。私達は後根および交通枝を通る efferent vasodilator fiber として“脊髄後根交感神経”（幸塚）の存在を明らかとなしたが、

1) 2) の実験結果は“脊髄後根交感神経”が瞬膜血管への vasodilator fiber であることを示す。また交通枝Ⅱ、Ⅲについて短時オスミウム酸染色（中西法）により組織学的検索をなしたところ、交通枝Ⅱ、Ⅲには somatic nerve fiber は存在せず autonomic nerve fiber のみであることが明らかとなったが、このことは交通枝を通る antidromic action の可能性をも除外するものである。

尚 Pick (1957) および中西教室 (1959) においては組織学的検索の結果、後根を通る efferent autonomic nerve の存在を証明している。従って Langley's antidromic action は組織学的にも根拠なきことと考えられる。

7. 幸塚嘉一・内藤博江（関西医大生理）

三叉神経性瞳孔運動神経について（Ⅱ）

前報においては bull-frog の efferent trigeminal pupilloconstricting fiber 及び trigeminal pupillo-dilating fiber の存在を実証した。本報においては efferent trigeminal pupilloconstricting fiber の cell-station について検討した。

1) medullary bull-frog の trigeminal nerve を延髄に近接して切断し、その末梢切断端を頭蓋腔内にて“glycerine spot method”（Kotsuka）にて刺激すると同側の瞳孔縮小をきたした。

2) medullary bull-frog の ganglion prooticum commune (G. gasseri を内に含む) にニコチンを塗布すると、同側の瞳孔縮小をきたし後回復した。ついで ganglion prooticum commune よりも中枢部にて三叉神経を 1) と同様にして刺激したところ縮瞳は認められなかった。従って三叉神経中の縮瞳線維は ganglion prooticum commune にて cell-station をなすことが明らかとなった。

結論：1) efferent trigeminal pupilloconstricting fiber は ganglion prooticum commune にて cell-

stationをなすことを実証した。2) 従ってMaurice (1954) のいう trigeminal antidromic pupilloconstriction は不当である。

8. 幸塚嘉一・内藤博江・堀川惺子・三戸 裕(関西医大生理)

“脊髄後根交感神経”(遠心性)の瞳孔縮小作用について(V)

——“瞳孔散大筋の交感神経性二重支配”——

さきに私たちは、“脊髄後根交感神経”(遠心性)がその機能の1つとして瞳孔縮小作用を有することをカエルについて実証したが、本報においては温血動物(ネコ、ウサギ)についての成績を報告する。

1) あらかじめエルゴトキシンを点眼した後、同側の頸部交感神経末梢切断端を“glycerine spot method”(Kotsuka)にて刺激すると同側の瞳孔縮小が認められた。反対側の瞳孔にはエルゴトキシンを点眼することなくして頸部交感神経を同じく“glycerine spot method”にて刺激すると瞳孔散大が認められた。

2) あらかじめ一侧の交感神経上頸節にニコチンを注射した後、それより中枢部交感神経を刺激すると瞳孔縮小が認められた。従って頸部交感神経中には上頸節を素通りする(cell-stationをなさず)ところの縮瞳線維が存在すると考えられる。

以上 1) 2) の実験結果から頸部交感神経中には散瞳線維とは別に縮瞳線維が含まれることが明らかであって、之は“脊髄後根交感神経”であると考えられる。

結論: 1) 温血動物についても“脊髄後根交感神経”(遠心性)の瞳孔縮小作用を確かめ得た。

2) 従って温血動物の dilator pupillae muscle に関しても“交感神経性二重支配”が成立すると考えられる。

9. 岡田博匡・中野 治・西田 勇(鳥取大第2生理)

交感神経(長毛様体神経)の反射活動に対する上位脳の役割

眼内平滑筋を支配する長毛様体神経の遠心性衝撃を誘導しながら、坐骨神経の切断中枢端の刺激によって起る当該神経の反射反応が種々の脳幹部位の切断によってどのように変化するかを追究し

た。その結果は次のようである。

1. 軽度麻酔・非除脳ネコの長毛様体神経の遠心性衝撃は坐骨神経の切断中枢端の頻数刺激によって顕著に増大する。刺激停止後もこの効果はしばらく持続する。この反射活動は大脳皮質及び視床の前半部の除去後にも認められるが、視床の直尾側で脳幹を切断した後には著明に減弱する。

2. 上丘の直頭側で除脳したネコでは、坐骨神経刺激によって二様の反射効果、即ち軽度の亢進効果及び抑制効果がひき起される。しかもこれらの効果は一般に刺激の強度とは関係なしに同一動物の夫々別個の線維で認められる。小脳の除去及び中脳・橋の直下で脳幹を切断した後にも上述の二様の反射効果はみとめられる。しかし第一頸髄の高さで脊髄を横断した後には亢進効果は消失する。

3. 上部頸髄で脊髄を横断したネコでは長毛様体神経の自発性衝撃は坐骨神経刺激によって時に抑制される。しかもこの効果の発現には延髄が健在である場合よりも強度の刺激が必要である。

4. 上述の結果から交感神経の反射活動の中枢として間脳が重要な役割を演じており、これについて延髄が前者よりは軽度であるが同様の機能を有すると考えられる。さらに交感神経の反射抑制について論じた。

10. 難波良司(岡山大第2生理)

カエル心臓に対する迷走神経作用の季節的変動について(第1報)

1921年に、Coriはカエルの迷走交感神経幹刺激によって、ひきおこされる心臓の抑制作用を観察していらい、心臓の抑制作用は冬において顕著であるが、夏では著しく低下することが認められている。しかしその原因については、研究されていない。

著者は、ニホントノサマガエルを使用して、1ヶ年間の迷走神経作用をしらべた。その結果を要約すれば次のようである。

1) 迷走神経作用の低下は6月に入ってから特に顕著になり、9月の末頃までつづく。

2) 夏季において、迷走神経作用が全く認められなかったカエルを、3°C前後に、30分間以上冷却すると、神経作用があらわれてくる。しかし、室温に放置しておくと、時間の経過と共に神経作

用は次第に減弱し、ついに消失する。

3) 迷走神経作用消失は、血中のコリンエステラーゼの消長が関係していると思われるが、その詳細については研究中である。

11. 武重千冬 (昭和医大生理)

迷走神経の緊張性放電と反射性放電について

交感神経に現われる遠心性放電には緊張性放電と反射性放電があることが知られているが迷走神経にも同様の放電様式があるかどうかは明らかにされていない。家兎の頸部より分離した迷走神経をごく小数の線維束に分割して各々に現われる遠心性放電を記録してその放電様式を検した。

1. 緊張性放電：分割した線維束には単一神経にしてしまわなくともほぼ一定の頻度で単一線維に現われたと思われる放電が記録される。迷走神経のある線維には緊張性の放電が絶え間なく現われている。この放電はもう側の迷走神経を切断すると一定頻度の放電のリズムが破れ、頻度増大の時期と減少の時期とが一定の周期で現われてくる。この周期は呼吸の周期と一致し、呼気の始めから中頃にかけて放電の頻度を減じ、呼気の終りから吸気にかけて頻度が増大してくる。両側の迷走神経の切断により呼吸の周期と一致する放電の変調が現われるので、この緊張性放電の出現は呼吸中枢に依存しこれが迷走神経の求心性衝撃により呼気で促進、吸気で抑制されて一定の頻度の放電となっているものと考えられる。この抑制、促進効果も呼吸と一致して現われねばならないので、肺からの求心性の迷走枝が頻度を一定にするのに役立っているものと考えられる。なお両側迷走神経切断後には呼気相、吸気相のみに一致して出現する2種の放電が現われた。切断前には全く現われないので迷走神経の求心性衝撃によって抑制されているものである。家兎を anoxia の状態にすると丁度両側の迷走神経切断のときと同じような放電となる。すなわち呼吸の周期と一致する放電の変調、呼気吸気に一致して出現する放電の出現などが見られた。

2. 反射性放電：呼吸と全く関係のない放電も現われ、このものは全く at random である。このような放電は一侧のみの迷走神経の切断のときに現われ易いので迷走-迷走反射によっているものが多い。迷走神経に求心性の刺激を加えると同側

では脊髄反射のような反射放電が現われるし、他側に与えたものでは出現していた反射性の放電は変調をうける。以上迷走神経にも緊張性ならびに反射性の遠心性放電が現われることを明らかにした。

12. 和田正男 (東北大生理)

発汗の機序特に軸索反射性発汗に就いて

人の皮膚に電氣的刺激を加えると軸索反射性立毛 (Lewis & Marvin, 1927) 及び発汗 (Bickford, 1939; Wilkins, 1939) が起る。しかし Coon & Rothman (1939) によって nicotine, acetylcholine 及び lobelin の皮内注射で軸索反射性立毛及び発汗が起ることが分って、軸索反射に receptor があることが推測出来るようになった。これらの反射は交感神経の分枝を介して起るものであるが、反射である以上 receptor, 興奮の伝導路, 効果終末 (effector ending) 更に効果器官である立毛筋並びに汗腺がこれに関与することは当然である。従って、これらの receptor の性質を研究するには所謂 band 法を用いる必要があった (1952)。この方法によって軸索反射の研究を進めることが出来た。

人の皮膚で起ると同様な軸索反射性発汗を猫の足でも見ることが出来た (1954)。これは脊髄後根を通る知覚神経とは無関係であるが、交感神経の変性と共に起らなくなる。この時期には人の汗腺と違って猫の汗腺の興奮性がむしろ高まっているので、この軸索反射性発汗は自律神経の分枝のみで起ることを示す有力な証拠である。

至適濃度の nicotine を用いて人の皮膚に軸索反射性発汗を起すためには Na が不可欠のイオンであることを知った。nicotine 溶液の Na の濃度と発汗反応の面積との間には密接な関係がある。Li は Na の代用にはなるが反応面積は小さく (略 60%)、従って完全には Na の代用は出来ない。また、高濃度の NaCl のみの皮内注射で軸索反射性発汗が起ることを知ったが、高濃度の LiCl には斯る効果はない。

軸索反射性発汗は Coon & Rothman の記載にある nicotine, acetylcholine 及び lobeline 以外に、TMA, hordenine methiodide, NaCl, Na citrate, Na bicarbonate, Na₂HPO₄, Na pyro-P, Na tri-P, Na tripoly-P, cyanides (Na-, K-), NaOH, KOH, LiOH (この3種のアルカリは pH 11.3-11.8 で有効) 等

も receptor を刺激して軸索性発汗反射を起すことが分った。

軸索性発汗反射は種々の薬物によって遮断される。或種のものを除き大抵の遮断物質は receptor に作用してその効果を現わす。遮断物質をその遮断様式によって competitive のものと non-competitive とに分ける事が出来る。前者は nicotine 様作用を有する物質の刺激効果を抑制するが、それ以外の刺激効果を抑制出来ない。後者は刺激の種類に関係なく抑制効果を現わす。前者に属するものには、TEA, hexamethonium (C_6), decamethonium (C_{10}), choline chloride がある。後者に属するものには、KCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $BaCl_2$, procaine, chlorotone, pilocarpine, mecholyl, atropine, Banthine, adrenaline, noradrenaline, isopropylnoradrenaline, ephedrine, DHE, NaH_2PO_4 , acetic acid, 5-HT, chlorpromazine, Na cholates, histamine, antihistamines, hordenine sulphate, quinine, quinidine, d-tubocurarine 等がある。しかし、choline chloride は高濃度で Na citrate による軸索反射性発汗を receptor に作用して抑制する効果がある。また、抗ヒスタミン剤の抑制作用の強さはその局所麻酔作用の強さに並行する。

なお、軸索性発汗反射の receptor に作用してこの反射を完全に遮断する物質で神経の効果終末からの acetylcholine の遊離を抑えると思われるものに $MgCl_2$, Na citrate がある。procaine や Benadryl 等も濃度高ければ効果終末をも麻痺する。また、receptor を麻痺する濃度よりも低い濃度で汗腺に作用して発汗を抑えるものに atropine や Banthine 等がある。

軸索性発汗反射の receptor は pH の変動に影響され難い。receptor の nicotine に対する反応性は pH 2.1-11.5 の広範囲内に於いて殆んど変わらない。更に滲透圧の変化に対しても抵抗が強い。等滲透圧の3倍迄に滲透圧を高めても receptor の反応性には殆んど変りがない。

軸索性発汗反射の receptor に対する遮断効果の強さは C_6 , C_{10} , d-tubocurarine の順に弱くなる。これには文献的に見て、猫の交感神経節細胞や骨格筋の端板に対する遮断効果の強さの順位とは違っている。また、軸索性発汗反射の receptor は軸索性立毛反射の receptor とその性質が違ふ。nicotine の有効濃度の幅は前者の方が後者よ

りも大である。同一濃度の nicotine による反応の発現時間や持続時間に於いても両者に明白な相違がある。高濃度の NaCl で発汗反応が現われるが立毛反応は起らない。立毛反応には刺激物質の皮内注射のみが有効であるが、発汗反応には皮下注射もまた有効である。従って、両種の軸索反射の receptor はそれぞれの結果器官である汗腺及び立毛筋の近くにあつて発汗神経及び立毛神経の末端の一部であると考えられる。

電気刺激による軸索反射性発汗の発現は刺激部の皮内に予め procaine, atropine 或は Benadryl を注射すれば抑えられる。これに対し、 C_6 や C_{10} は無影響である。これは NaCl による軸索反射性発汗に似ている。即ち、この receptor は電氣的に選択的に刺激されると云える。また、acetylcholine を伝導物質とするような synapsis がこの反射の経路中には存在しないと云える。軸索反射の興奮伝導路を procaine を用いて遮断した実験に於いてその反応範囲の形から見て軸索反射の興奮は神経の分枝によって拡がるもので、所謂 network によって拡がるものではないと考えられる。

或種の患者で見られた軸索反射によると思われる局所性発汗が報告されている (de Takats, 1957)。軸索性発汗反射の生理学的意義に就いては Sonnenschein 等 (1958) の報告があるが現在のところ未だ充分には明らかにされていない。

Ⅲ. 反復興奮分科会

1. 千葉康則・難波比呂美 (山医大第1生理)

呼吸性不整脈の中樞性機構の研究

呼吸性不整脈の成因として近年は反射性成因が重視され、呼吸中枢と心臓血管中枢との干渉による成因は軽視され又は否定されつつある。そこで、人の随意的呼吸停止間又は除脳猫の高位脊髓切断で呼吸を停止している間の ECG を記録し、心搏間隔を正確に測定してその変動を調べた。その結果 1) 人の随意的呼吸停止間は呼吸停止以前の呼吸の周期よりゆっくりした周期の変動がみられる。2) 上述の手術を加えた猫に人工呼吸をほどこし、急に人工呼吸を停止して無呼吸状態にすると、その間心搏動間隔には著明な周期的変動がみられる場合がある。その周期は高位脊髓切断前の自然呼吸周期とはほぼ一致する。3) 以上の結果は、被験者又は猫によって、その程度に個体差が

大である。

従って、呼吸性不整脈の成因の1つとして中枢間の干渉作用を軽視し得ぬことがわかる。

2. 中野 治・岡田博匡・岡本恭子・西田 勇(鳥取大第2生理)

縮腫中枢の自働性

さきに吾々は毛様脊髄中枢が完全に他の中枢神経系及び求心性神経との連絡を遮断された後にも自発性放電を行なっていることを示したが、今回は中脳の縮腫中枢自身にも同様の自発性興奮を行なう能力があるかどうかを明らかにしようとした。

1. 非除脳ネコの短毛様体神経の46の活動単位において4~10/secの衝撃頻度を有する遠心性衝撃が最も多く、これより少い頻度のもの或いは多い頻度のものは比較的稀であった。サルの短毛様体神経の8単一活動単位においてもネコにおけると類似の自発性放電が認められた。

2. 除脳ネコの短毛様体神経の76の単一活動単位においても除脳前と類似の頻度の自発性興奮が認められた。

3. 上丘の直前方の高さで除脳したネコにおいて、両側の眼球を摘出し、外眼筋を除去することによって動眼神経の求心性衝撃を遮断し、さらに下丘の中央部の高さで脳幹を横断することによって縮腫中枢と下部脳幹との連絡を遮断した後も遮断前と類似の自発性興奮が数時間に亘って短毛様体神経より誘導できた。なおこれらの衝撃はさらに上丘を除去した後も認められた。しかし、頭蓋内で動眼神経を切断すると直ちに短毛様体神経の遠心性衝撃は消失した。完全に遮断された中脳の動眼神経核の単一ノイロンよりも短毛様体神経においてみられたと類似の頻度の自発性衝撃を誘導することができた。

4. これらの結果より、縮腫中枢の細胞群は毛様脊髄中枢の細胞群と同様に自発性興奮を行なう性質を有するが、毛様神経節の細胞群にはこのような能力はないものと考えられる。

3. 本間三郎(千葉大第1生理)

脊髄反射活性化にみる筋間代性放電の発生機構
除脳猫の遊離した筋を伸張すると、筋は間代性収縮を示すが、これは緊張筋において著明にみら

れる。間代に伴う放電を筋中に挿入した微小の針電極によって記録すれば、放電もスパイク状となり、その間隔を計測できる。間代性放電をみるためには、除脳下中枢神経系が解発された上に、当該筋を伸張したり、共同筋を合わせ伸張することが必要である。従って当該筋より発する求心性線維(環ラセン終末よりのもの)を後根で分離し、所謂筋紡錘発射を記録し、筋の間代性放電の間隔と比較した。筋紡錘発射には2様あって、単に筋伸張に従う発射の持続性の増加を示すものと、筋間代に対応する発射の断続を示すものがある。即ち筋間代を起すためには、当該筋の紡錘発射が增強されていることが必要であるが、間代性放電の間隔を支配するものが、上述の筋間代に伴なう紡錘発射の断続に由来するものか、単に紡錘発射の增強されたもとの、脊髄内において最初の発火の後で以後間代性の放電を失得るものであるかである。前根を切断し、その中枢端より放電へ導くと、筋伸張更には共同筋の伸張、後根に加えられた強縮刺激のあと、先にみた間代性の放電を記録した。これらのことは、脊髄内運動ニューロンが強化されたもとの、同期的に最初の発火が誘起されるならば、必ずしも筋の間代を必要とせず運動ニューロンを間代的に活動せしめる事ができよう。

4. 久野 宗(山口医大第1生理)

脊髄介在ニューロンの反復性興奮

猫脊髄介在ニューロンの求心性衝撃に対する応答を細胞内電極を用いて分析した。単一求心性衝撃に対し時に1,000サイクル/秒以上の反復興奮が得られる。スパイクを発するシナプス臨界電圧並びに直接刺激に依る基電流の強さは運動ニューロンと差はない。長期間の矩形波で介在ニューロンを直接刺激をすると矢張り高頻度の反復放電を示す。介在ニューロン細胞体のスパイクは、期間約0.5msecで陽性後電位を欠如して居る。介在ニューロンの求心性衝撃に対する応答中に直接過分極電流を与えると放電は消失しシナプス電位のみ得られ、このシナプス電位の経過は前示して居た反復放電の頻度分布に一致する。短期間の不応期、陽性後電位の欠如及びシナプス電位の延長が介在ニューロンの反復性興奮の因子であると結論された。

5. 内山孝一 (日大内山生理)

心筋線維の歩調とり電位と活動電位

1) 著者等はgamma心の洞の歩調とりの活動電位 (AP) は顕著な歩調とり電位 (PP) が限界電位に達し滑らかに fire し、その部を遠ざかるにしたがい PP は次第に小となること、故に AP/PP は歩調とり部で最小、離れるとこの値が大となることを明らかにした。細胞外導出でも歩調とりでは前電位から AP が fire する。Hutter and Trautwein のカエル心歩調とり、West のウサギ洞結節、松田幸次郎のイヌ洞結節の歩調とりの細胞電位と一致する。2) gammaの洞房伝導系 (洞房漏斗) の AP は脱分極相が長く且つ step をしめすこと多くまた overshoot は小かこれを欠き膜静止電位も小さい。松田また佐野豊美のイヌ房室結節の記録に一致する。細胞外導出でもその歩調とり部で前電位が見られ脱分極相長く低電位である。3) 洞房伝導系にKイオンなしのRinger液、また0.06% KCl Ringer液、Alイオン加Ringer液を作用するとPPを伴わないAPにPPが現われ次第に発達するがAPは次第に小となり、AP/PPが小となって行なった。上原陽子、北村清吉が神経線維に low Na, dilute narcosis また高張液作用により local response が大きくなるに反し spike height が低下し後者と前者の比が小さくなる結果と同様である。心筋線維の興奮性が低下し PP の増大 (刺激の強さ増大) により AP が辛うじて発現するようになると考ええる。また0.1~0.12% KCl Ringer 液を前記の伝導系に作用し、PP と AP が次第に小となり、PP が限界電位以下となり先ず AP 消失して PP のみとなりやがて PP も消失した。4) 洞、洞房伝導系、洞結節、房室結節、仮腱系 (松田)、プールキンエ線維 (Weidmann) の歩調とりはすべて PP から AP が fire し、伝導性 AP がそれに先行する AP により刺激されることと異なる。5) PP の発生には Lillie, 山極, 松本, 若林, 戸塚の興奮模型の研究が示唆に富む。Bozler はウサギ、カエル心筋に CaCl_2 -Ringer 液を作用し、AP のあとの膜電位に減衰波として oscillatory after-potential を証明し、松田、星はイヌ心室筋にアコニチンを作用し Bozler と同様の現象を記録し且つ振動波の第1波が発達して AP となることを証明しその機序を undershoot に対する reactive であろうと考えた。また松田等はイヌ洞結節を加温冷却を繰反す

ことにより oscillatory prepotential が incremental に発現することを明らかにした。以上の諸事実は PP から AP の発現、PP の発生、引いては自動興奮の機序を明らかにするために重要な研究と考える。

6. 戸塚武彦・加藤 漸 (日本医大生理)

Pace-maker potential について

切り出した蟪の縫工筋に細胞内電極を挿入して活動電位をとると、正常の場合には刺激に伴って、overshoot を持つ spike の後に緩かな negative after potential が尾を引く。然るに、筋の一端を Biedermann 溶液に浸して自働性が現われると全く異なった活動電位を示す。液を変えたと20~30秒後に resting potential の減少が起こり台地状をなす。この台地の上に遅い電位の昇降が始まると、それに伴って自働性の spike が遅電位の山の頂に近く乗って来る。この spike は1つの遅電位の頂上に1個宛であったり2、3個であったりburst 状であったりする。時には大きなゆっくりと昇る遅電位の上昇脚に多数の spike が乗り下降脚には現われないで周期形成 (Luciani) の様な形になる。又一連の大体一定周期の spike 群と、周期も振巾も異なるもう一連の spike 群が見られる事がある。之等2種類の自動が1個の細胞から誘導せられるのは恐らく細胞の2個所に於いて自働性が現われ、それ等が別々の部分だけに伝導したと思わねばなるまい。

又誘導部位と pace-maker 部位が近ければ遅電位が明らかに見られ遠くなれば反復性の spike だけしか見られない。この事から遅電位は細胞内の pace-maker 部に限局して他に伝わらず其所から出発して全細胞に伝導する興奮が spike であることが分かる。且筋細胞のように長い細胞での細胞内電極は近くに起った電位変化は記録するが、遠くの方で起った膜電位は僅かしか響いて来ないのであると云えると思う。

7. 戸塚武彦・加藤 漸 (日本医大生理)・神岡四郎 (東京農工大学繊維)

蚕の咽頭の活動電位について

蚕の頭部の背面を正中線で切開すると上顎筋が現われ、之を分けると脳が露出する。その下に咽頭が見られる。脳の前方にある前額神経節から咽

頭の正中線に沿って逆走神経が走っている。無関電極を離れた所に置き探索電極をこの咽頭の上に置き、細胞外又は細胞内電極で活動電位をとる。

先ず、正中線の細胞外誘導に於いて、咽頭の活動電位よりも神経の衝撃波と思われる群波が得られるが、その電極を正中線から離れて行くと、ゆっくりした筋の活動電位の上に神経の衝撃波が混り、更に外方の或る一定点に至ると純粋に筋による活動電位となる。

この部を目標として以下実験を行なう。逆走神経を切断すれば勿論神経衝撃波はなくなるが、この際多くの場合（例外もある）咽頭の運動も止つて了うから、咽頭は自働しているにもせよ、神経からの衝撃波と無関係ではないことになる。

この一定部からの細胞外電位は種々の形を得、時によって spike と思われるものが上向きに又下向きに出たり、その中間形に出たりする。そこでこの部位に細胞内電極を挿入して見る。普通は resting potential は負に出、正の方向に動作電位が得られるのであるが、時として全く反対に resting potential が正の方向に出て、活動電位が負になるのを見た。之は技術的な誤りでない事を十分に確かめたつもりである。且つこの場合には外部誘導に依つても活動電位が普通と反対に正に出る。妙な事であると思う。

どの様なときに之等の逆転が起るかは未だ分らない。

8. 池田和夫（東大第2生理）

昆虫節における活動電位と微小電位変動との関係

セミの発音筋における微小電位変動と筋の活動頻度の決定との関係を明らかにする為に本実験を行なった。

材料及び方法：アブラゼミ、ミンミンゼミ、ヒグラシの発音神経-発音筋標本を用い、自発性の、或いは神経刺激による活動電位及び微小電位変動を細胞外、或いは細胞内電極で導出記録し、音の記録も併せて行なった。

結果：1) 自発性発音時の活動電位の放電間隔は正規分布をしめさず、実測した標本数の範囲では、4つのグループに分れて分布することがみられた。最短放電間隔グループの平均間隔をTとすると他のグループはその整数倍 2T, 3T, 4T に

近い所に現われる。2) 規則的な微小電位変動の周期も同様のグループ的分布を示し、グループの平均値は前の T, 2T, 3T, ……に近いものであった。3) これら3種のセミでは筋の活動頻度と音の繰返しは 1:1 の関係にあり、反射的な発音の場合の音の繰返し間隔はグループして、前記 T, 2T, ……附近に分布するのがみられた。4) 筋に反復刺激を与えると刺激を止めた後にも微小電位変動が増大し、遂には活動電位が自発的に発生するに至る。反復刺激により活性化された状態では単一刺激によって反復興奮が起る。その放電間隔も又正規分布を示さず、T, 2T, ……附近にグループして分布することがみられた。5) 適当な頻度の刺激では活動電位直後の微小電位は増大し、先行する活動電位との間隔はほぼ一定して前記Tに近い値をとる。自然の発音頻度以上の頻度の刺激を与えた場合、刺激頻度が $1/T$ の整数倍の時には十分大きい一定の活動電位が得られ、その他の頻度では大きさ、間隔共不規則な活動電位が得られた（支配神経は単一である）。細胞内電極による記録において、陽性後電位による活動電位の増大が最も著しいのは刺激頻度 $1/T$ 附近であった。

結論：以上の所見から、発音筋には微小電位変動によって決定される固有周期Tがあり、発音筋の活動頻度は神経支配のみならず、この固有周期によって制禦されるものであることを結論する。

9. 若林 勲・岩崎静子（東大第2生理）

適応反復刺激続報

自然興奮の場合でも人工反復刺激の場合でも屢々適応現象が見られ、あらわれるインパルススパイクの系列が次第に間程を大きくしてくることから考えて、反復刺激系列の間程を変化させ、次第にそれをのばしてゆく実験を企だて、ヒキガエルの坐骨神経幹を用い、第1回刺激で正常スパイク、第2回乃至第5回刺激では一定の大きさの次正常スパイク（あまり小さくないもの）を発生させるためには毎回の刺激間程を等比級数的にのばしてゆく必要のあることは1959春の生理学会に報告した。

更に進んで1本の坐骨神経線維につきこの試験を繰返したのが本報告で、その結果はよく似ている。坐骨神経幹では普通、公比1.10の等比級数的に間程をのばせばよかったが、神経線維の場合に

は 1.05 乃至 1.10 が適当であった。更に、公比 = 1 の場合、すなわち間程の一定した単純な反復刺激の場合スパイクに漸減が見られるが、前学会に報告した便宜的な回復方程式を利用してこの漸減の事実から試みに適応反復刺激の公比を求めてみると 1.13 という値が得られた。以上は何れも反復刺激系列の最初の 5 刺激のみを取扱った結果である。

生理学会に報告した上記の便宜的な回復方程式の r は 1 より小さい値で、従って該報告最後の 3 行目と 2 行目の r は何れも r と訂正したい。 r は公比で r の逆数である。

文献 若林・斎藤 (1959) 適応反復刺激について 生体の科学 10, 294

10. 井上清恒・武重千冬 (昭和医大生理)

Monnier の damping factor と反復興奮について

Monnier はすべての興奮系は反復興奮を示すのが常態で、刺激に対して 1 回しか反応しないような興奮系は damping factor (B) がこれを抑制しているためであるとした。而してこの B は交流刺激における電流強度-周波数関係 ($i-n$ 曲線) から実験的に求められる wide index に比例する量であるという。反復興奮性が增大するような条件では $i-n$ 曲線は尖り、wide index も小となり、B も減少する。一方 Hill も交流刺激閾値に関しては理論式を発表し、 $i-n$ 曲線の尖る程度は k/λ によって定まるとしている。すなわち k/λ が大となる程 $i-n$ 曲線が尖ってくる。それ故 Monnier のいう反復興奮性が増大した状態では k/λ が大とならねばならない。Katz は直流刺激の反復興奮性は被刺激性形体の λ に比例するとしているが、 k/λ が大となるためには λ が小さくなるか、 λ 増大以上に k が大とならなくてはならない。そこでこれらの見解の可否を実験的に検討した。蟻の坐骨神経を材料として Ringer 液中の Ca を減量したり、Na-citrate を作用させて $i-n$ 曲線を求めてみるとこの曲線は尖ってくる。これより B, λ を求めるとともに減少し、 k は大となり、 k/λ は大となる。このような状態から求められた λ は反復興奮性の標示とはならず Katz の見解は当を得ない。又 Monnier によれば latent addition 法により興奮性曲線を追跡すると反復興奮性が増大している

状態では post cathodal depression と呼ばれる興奮性の振動が反復興奮性に比例して大きく現われるという。そこで蟻の坐骨神経に Na-citrate を作用させて post cathodal depression の現われ方を検討したが、作用後は hump は現われ易くなるが、post cathodal depression は現われなかった。しかし尿管平滑筋の場合では acetylcholine 作用後は post cathodal depression は増大した。次に catelectrotonus もやはりこの post cathodal depression を増大させるというが、著者らの実験ではかような結果は得られなかった。しかし catelectrotonus が反復興奮性を増大させる事は Na-citrate 作用後の単一神経の反復興奮が catelectrotonus により頻度を増す事から確かである。以上の事実より Monnier の理論から凡ての反復興奮の現象を統一的に説明することは困難である。

11. 坂田三弥・岡田勝喜・山田 守 (鳥取大第 1 生理)

口腔内における mechanoreceptor の反復興奮について

イヌ、ウサギ、ネコの下顎切歯ないしは第 4 切歯の歯根膜および歯齦中における pressure receptor の応答状態を観察し、かつ歯牙及び周囲組織よりの自発性衝撃を記録し下記の結果をえた。

1) 歯根膜、歯齦中の pressure receptor の応答は、adaptation の点より fast-, slow-adapting units に分類された。各型の記録される確率は slow-adapting unit が fast-adapting unit に比し大であった。

2) 各 unit の frequency は圧力の対数値と直線の関係をもつものであった。

3) 歯牙に touch stimulus の頻数刺激を与えて歯根膜中の touch receptor の応答を観察した。

Spike の高さは 78 cps の刺激にて次第に増加し、後減少して 250 cps にて完全に消失した。

4) 歯根膜、歯齦および歯髄部より誘発する自発性衝撃の各種 type を記録した。

5) 自発性衝撃発生部位を機能的な方法にて決定する方法を示めた。

6) 自発性衝撃は slow-adapting unit receptor と異なり touch stimulus に応答するようであった。

7) slow-adapting unit receptor は pressure

stimulus にたいし、次ぎの三型の応答をしめした。

a) pressure の負荷によって frequency が増大し、除去によって silent period をしめすもの。

b) pressure の負荷によって、silent period をしめし、除去によって frequency が一過性に増大し、後徐々に負荷前の frequency にかえるもの。

c) pressure の影響を受けることのすくないもの。

8) Spontaneous discharge と after-discharge との両者は spike の発現状態からは区別出来ない。

12. 高田 茂・古谷光江・山田 守 (鳥取大第1生理)

単一有髄神経に於ける反復興奮の条件について

単一有髄神経に種々の薬品を作用させると反復興奮を発生する事は既に知られており、その条件として、閾値、基電流、時値、Accommodation factor (λ) 等、色々述べられている。私達は単一有髄神経に Formalin を作用させて、強さ-期間曲線を追求し、興奮性の状態を調べた。この結果、単一刺激に対して反復興奮の発生する Formalin の $35 \times 10^{-2}\%$ 溶液では興奮性は著明に低下し、動作流の持続時間が延長した。次に単一ラ氏絞輪の興奮性は前回の興奮から次の興奮が生ずる迄に恢復していなければならないと考え、恢復過程を調べて見た。結果は、超正常期が著しく、7~8 msec 後にはその恢復率は150%以上にも達する事がわかった。更に Accommodation factor (λ) の結果、反復興奮を起す濃度に於いて著明な λ の増大が見られた。反復興奮を生じた時の各動作流間の Interval は 6~10 msec 内外である事は、恢復曲線に於いての超正常期になる迄の時間と等しい事と、動作流の持続時間の延長する事、又興奮性の低下している神経では、2絞輪の伝導時間が延長する事から考えると、ある Formalin の作用したラ氏絞輪 (R_1) から次の絞輪 (R_2) へ伝導した場合を考えると、第2の絞輪 (R_2) の興奮が続いている間に最初の絞輪 (R_1) は興奮性を恢復し、或いは更に、超正常期に入り第2の絞輪の動作流によって再び興奮し、反復興奮が発生すると考えられる。

以上の結果を総括してみると、反復興奮が起る為の条件は神経線維の興奮、即ち電位変化部位の存在する事、又恢復の程度及び λ の変化がある条件に達すれば起ると考えられ、松本の模型実験か

らの予想と良く一致する。

13. 角 忠明・小谷 覚 (岡山大第2生理)

肋間筋脊髄反射

肋間筋の活動は、脳幹呼吸中枢から送られてくる衝撃によって行なわれている。そして、脊髄横断手術によって、肋間筋と脳幹呼吸中枢との連絡を遮断すると、外見上肋間筋の活動は行なわれない。しかるに、この際の肋間筋に電極を刺入してみると、散発性のスパイク放電がみとめられ、しかもその放電が呼吸筋の牽引刺激によって変化する。即ち、

1) 吸息筋におけるスパイク放電に対して、吸息筋の伸張刺激は亢進的反射効果を、呼息筋のそれは抑制的効果を及ぼす。

2) 呼息筋におけるスパイク放電に対しては、吸息筋及び呼息筋の伸張刺激は常に亢進的反射効果を及ぼす。

更に肋間筋のこのような散発性のスパイク放電が、或る部位の皮膚に刺激が加えられると抑制され、また他の或る部位の刺激によっては、反対に著しく促進される。しかも誘導される筋単位が異なると、そのような効果も同一でない。即ち、

1) 呼息性筋単位放電に対しては、誘導点を含み背方に拡がった限局皮膚部位の適刺激によって、促進効果が惹起され、これを取囲む帯状の無反応領域を除き、その他の広範囲な皮膚領域の刺激によっては、抑制効果が惹起される。

2) 吸息性筋単位放電に対しては、呼息性筋単位放電に比して、促進効果惹起領域も抑制効果惹起領域も共に著しく狭小で、誘導点附近に限局している。

3) 促進効果惹起領域支配の皮神経を電氣的に刺激するとき、その刺激強度が著しく大きいならば、肋間筋放電は一過性の促進の後に抑制される。抑制効果惹起領域支配の皮神経電気刺激による効果は、刺激の強弱にかかわらずすべて抑制である。

14. 戸塚武彦 (日本医大生理)

自働性興奮 (綜説)

1. 定常状態に於いて刺激せられる形態は自働性を持つと云い、興奮過程として不応の状態が之に続けば興奮は一過性に歇むが、やがて回復して

元の定常状態に戻った時に又刺激されるから、自働性形態は必然的に反復興奮する。この定常状態が刺激となる mechanism は他働性形態に於ける刺激条件と本質的に異なる可きではないから、形質膜の分極と密接な関係にある。実際分極性と他働性形態の被刺激性並びに自働周期との間には平行関係があり、又条件に依って自働、他働は互に移行する。

2. 心筋内に於いて、automatic な又は potentially automatic な筋細胞から誘導した細胞内電極による transmembrane potential に spike の他に特異な基線の昇降即ち所謂 pace-maker potential が見られるが、他働性興奮形態である骨格筋に於いても、それが自働性を獲得する瞬間から全く同様な slow wave が見られる。この場合局在する slow wave と伝導する spike potential wave を完全に分離観察することが出来る。1つの slow wave に必ずしも1つの spike が載る許りではなく、群波

が載って Luciani の period 様の貌を示すこともある。

3. 多数の potentially automatic な細胞の間に連絡があれば常に最頻部が他を支配する。

4. 自働性形態は内外の条件にして一定なる限り一定の固有 rhythm を持つが、その条件が変われば rhythm も之に伴なって変わる。自らの固有 rhythm より速く駆動されて居た potentially automatic な部は、この駆動が去ると暫くは停止し、最初は緩徐に、そして次第に速くなって一定の rhythm に収斂する。rhythmic に反復していた細胞も、その自働の結果として消耗が起ると rhythm が次第に緩まり遂に停止し、やがて回復と共に再び自働が始まるのが Luciani の period である。

ホヤの心臓では2つの自動点が交互にpacemaker となるが、その各々の部分を切り離すと、その自働は本質的に Luciani の period で興奮する。

第12回日本生理学会北海道地方会

時 昭和34年12月12日10時より16時半迄

当と当番 北海道大学医学部東講堂 望月政司

1. 小山富康 (北大応用電研)

オキシグラフによる微小組織の Q_{O_2} 測定について

オキシグラフによつて、微小別出組織の Q_{O_2} 測定を試た。試料には家兎角膜を用いた。角膜等の Q_{O_2} は Warburg 法 (以下ワ法) によつて測られているが、ワ法では少くとも眼球1コ分の角膜が必要である。しかも角膜は切出されると比較的速かに活性度が低下するからワ法による測定は不適当と思われる。そこでオキシグラフの電極槽として注射筒を利用した特殊な容器を工夫し、径6mm に切出した角膜組織について測定した。なお径3mm の白金電極を用いたから、測定された Q_{O_2} は径3mm の円形部の平均値である。得られた値は膜の周辺部について0.84 (4側平均)、中心部1.1 (2側平均) である。0.84 は Langham のワ法による0.86 とほぼ一致する。また、家兎角膜の中心部は周辺部よりも、極く僅か厚いという報告があり、もし Q_{O_2} の非常に大きい上皮組織が肥厚しているとすれば、中心部での1.1という値は納得される。なお、測定原理について、若干の解析を試みた。

2. 本間慶蔵・山川宗儀・大和田剛・鈴木 実・細谷精一 (北大獣医生理)・小林好作 (北大獣医内科)・香川武則 (北海道手稲町農業共済組合)

冷蔵組織の家畜疾患に対する応用 (第1報) 特異的神経症状を示す牛及び麻痺性筋色素血病後遺症馬に対する治療効果

演者らは1958年4月から6月に互り、牛の特異的神経症状及び馬の麻痺性筋色素血病の各1例に対し、初犢の脳下垂体を材料に用いて、フィラトフの原法に従って、両者とも各1回の埋没療法を試みた所、次の如き結果を得た。

1) 埋没後4日目より食欲、飲水の増加及び体力の増進を見た (牛、馬)。

2) 神経症状は埋没後8~10日より軽減し、35~40日頃より消失した (牛、馬)。

3) 埋没後7日頃から乳量の増加を見た (牛)。

4) 赤血球は漸増、尿中アセトン消失した (牛)。

5) 血液総蛋白量は漸減した (馬)。

6) 本療法施行後牛に於いて約5ヶ月、馬に於いて約6ヶ月を経過せるも再発を見ない。

以上の如く、既に予後不良と見做された患畜に

於いて、ただ1回のみの埋没療法が奏効して、之を治癒せしめたことは真に注目し得る事実である。この事実の中に、如何なる治癒機転が存在したのであろうか。この複雑にして且つ困難な問題に対する解明の1手段として、この実験を更に重ねると同時に、詳細な基礎的検索を続けて行きたいと考えて居る。

3) 大和田 剛・草地良作・本間慶蔵 (北大獣医生理)

家畜の大量飲水後の血尿症に関する研究

生後7ヶ月前後の犢に於いて、大量飲水後稀れに見られる血尿症の本態を解明せんと欲し、家兎を用い血尿発生時の飲水量に相当する量を食道カテーテルを用い強制的に投与し、血尿の有無に伴う血液の諸性状に就いて検索した。1) 投与後30分には既に血液水分量は増加し居り、4時間に至るも正常値に復帰しなかった。2) 血尿陽性群と陰性群に分れた。3) 腎、肝障害時にはともに血尿発生した。4) 血清滲透圧の下降するものと、しないものとに分れた。下降するものは血尿陽性であり、然らざるものは陰性であった。5) 食塩水 (0.5%, 1%) 投与では血尿陰性であった。6) 血尿陽性群の血清A/G>1であり、血尿陰性群ではA/G<1であった。7) ポーラログラフに於ける血清蛋白波及び濾液反応は、血尿陽性群は陰性群に比して第Ⅰ波、第Ⅱ波ともに低い。

4. 辻岡敬介・金山尚武・斎藤大雄 (北大第1生理)

Vasopressin による尿中 17-KS 排出

Vasopressin が下垂体前葉の ACTH 分泌を刺激することについて幾多の報告がある。後葉ホルセンは、又 gonadotropin の分泌に影響するという報告もある。そこで我々は Pitressin (Parke-Davis) による尿中 17-KS 排出の増加が副腎皮質に由来するか、あるいは性腺も同時にこれに関与するかについて実験を行ない次のごとく結果を得た。

1) Wistar 系シロネズミに Pitressin (200mu/100g) を注射した場合、雄性ネズミでも、雌性ネズミでも、又雄性去勢ネズミにおいても一様に尿中 17-KS 値が著明に増加した。Oxytocin にはかかる効果を見とめなかった。

2) 健康成人10名に Pitressin (1u/10kg) を皮下注射し、尿中 17-KS 値を測定し、これが著明に上昇することを知った。その分画は Pitressin 注射後Ⅲ, Ⅵ, Ⅶ分画 (副腎皮質系) で著明に上昇し、Ⅳ, Ⅴ分画 (性腺系) ではほとんど変化がなかった。これらの結果から Pitressin は副腎皮質の活動を促進し、性腺には大きい影響のないことを知った。

5. 蓮実恒生 (北大第1生理)

環境温度が脳髄 GABA 量に及ぼす影響

脳興奮性と GABA との関係から、低温及び寒冷曝露に於いて、脳髄 GABA 量がいかに変化するかを知るために実験を行なった。

脳髄 GABA 値は B₆-欠乏鼠に於いて、対照より低下していた ($P<0.05$) が、低温曝露ネズミでは増加していた。又、高温曝露ネズミは殊に Heat Stroke の状態のネズミは脳髄 GABA 値が著明に上昇していた ($P<0.01$)。この際、Glutamine 酸脱炭酸酵素の活性上昇がみられた。Heat Stroke の場合の脱水の影響を考へて、脱水ネズミに於いて、脳髄 GABA 量を測定して、その増加をみたが、Heat Stroke よりも低かつた。

以上の結果から、B₆-欠乏鼠に於いては脳髄 GABA 量と、その痙攣発現との相関が考えられるに反し、低温及び高温曝露鼠では脳髄 GABA 量が増加し、GABA が興奮抑制物質であるという説に一致しない。従つて、GABA が真の興奮抑制物質であるか否か、検討を要する。

6. 高橋裕哉 (北大第1生理)

雌性ホルモンによるカエル幼生四肢の奇形化と生殖腺の変化

両生類幼生に投与された estrogen が生殖腺の形態的性分化の過程を変更する事はよく知られている。演者は特に高濃度 estrogen による Paradoxical masculinization の機構を追究するため、エゾアカガエル幼生を estradiol (1.5mg/l) 水溶液中に飼育し、生殖腺その他の形態的变化を観察した。

孵化後8日目から5変態末期迄の処理は、被検27コ体全ての生殖腺を精巢化すると共にその構成分の発達障害と部分的奇形化をもたらし、同時に四肢の顕著な奇形化をも惹起した。一方、孵化

後13日目又は20-25日目に処理が始められた場合は、estradiolの生殖腺雄化効果は卵巣腔壁の肥厚等に限定されて完全な雄化を導くに至らず、四肢の発達にも異常は認められなかつた。

以上の結果は、高濃度 estradiol の幼若組織の形態形成にたいする毒的作用は明らかにすると共に、estrogen の形態形成能の発現が処理期に於ける細胞や組織の感受性の時間的推移と密接な関連を有する事を示唆すると思われる。

7. 永井寅男・内田倭喜・小西和彦 (札幌医大生理)

グリセリン処理筋の収縮弛緩に対する Contracture Producing agents の作用

ATP で収縮したグリセリン筋は所謂“弛緩因子”で弛緩するが、この因子の essential component は granules fraction である。granules の弛緩作用は caffeine など生筋の経縮を引起すいくつかの agents で阻害される事が判つた。この阻害作用は granules と agents の間の相互作用によるものである。此の事はグリセリン筋の張力発生をあるものは抑制し、あるものは増強し、あるものは変化させないにも拘らず、一様に弛緩した筋を収縮せしめた事と granules の myofibril ATP ase 阻害作用を除去した事等で支持される。caffeine 等を弛緩因子に加える時間を変える事によつて筋の弛緩は granules が ATP と Mg で前処理される事によつて生ずるある未知の弛緩物質に基因するという事が考えられた。

8. 永井寅男・宮崎英策・高橋 宏・藪 英世 (札幌医大生理)

Caffeine Contracture 時の酸素消費の増大について

現在、筋肉の代謝と膜興奮機構、それに mechanical な変化、この3現象の関連を追求しているが、この解析手段として Caffeine を使用して見た。Caffeine は K-depolarization 下に Contracture を惹起せしめる agent であるが代謝面の解析にも有効と思ったからである。

Sartorius, Gastrocnemius の whale muscle とそれらの homogenate を用いて、筋肉の酸素消費に対する Caffeine の効果を観察し次の結果を得た。

1) Caffeine による酸素消費の増大と, Contracture

の度合を比較すると、比較的低濃度 (5mM 以下) の Caffeine では Contracture の度合が大きくなるに従って酸素消費も増大したが、それ以上になると、Contracture の度合が大きくなるに従って、酸素消費は急激に減少した。

2) K-depolarization 下でも、Contracture 同様酸素消費の増大がみとめられた。

3) homogenate の酸素消費には Caffeine は何ら効果をもたなかった。この事は Caffeine が酸素消費増大をもたらすには、筋肉の構造的健全性が極めて重要に思われる。

9. 永井寅男・藤野和宏・松島達明・山口俊雄 (札幌医大生理)

Excitation-Contraction Coupling と Contracture producing Agents との関係

吾々は E-C Coupling process の解明の為に Contracture を指標として撰んだがその理由は、

1) duration の長い事。2) 膜における複雑な電気現象の関与のない事。3) 化学物質により惹起させ得る為、内部系である AM-ATP 系との関係を化学的に解析し得る可能性がある事等である。又 Contracture の中でも Contraction を基本とした形のものが必要である事と複雑な系を除去した単純な E-C coupling model との意味から主として Caffeine Contracture を撰び、イオンとの関係、局所麻酔剤、代謝阻害剤 Hypertonic Solution 等の影響から E-C coupling process の中には電気的現象の関与を要しない process のある事及びこの様な step のある事を示唆し、この step の性質を考察すると共に内部系たる弛緩因子、AM-ATP 系との対応について考察した。

10. 鷲尾 宏・垣内美弘・玉重三男 (北大理動物生理)

単一筋線維収縮機構の偏光学的研究

筋肉収縮の機構を明らかにする為物理光学の手段を用いて筋肉の静止時及び活動時の原形質超微細構造の研究が従来試みられて来たが対象の構造及び現象共に複雑過ぎた。我々はカエルから単一筋線維を無傷に分離し、偏光顕微鏡によって筋肉の静止時および活動時の原形質超微細構造の研究を行なって来た。その一部は昨年(1978)の日本生理学会北海道地方会で講演したので今回はその後の研究

をのべる。静止時において暗帯は常に暗く、明帯より屈折率が高いとか、複屈折性が強いとかいうものではなく単に光を吸収する物質があるものと考えられる。単一筋線維より油の中で分離した筋原線維束に於ける局所収縮を検境したがほとんど正常と異ならない。単一筋線維の受動的伸長時における横紋像の変化を調べると明帯は伸長されるが暗帯は余り伸長されない。高張溶液中に単一筋線維を浸すと脱水され体積減少に止まるが低張溶液中では吸水膨潤するとともに横紋像が消失する。

11. 村山公一（北大理動物）

ザリガニ鋏脚開閉筋の調節機構

鋏脚の開筋には1本の遅繊維、閉筋には速繊維（約30 μ ）、遅繊維（約15 μ ）、が1本づつ分布し、更に抑制神経繊維（約8 μ ）が各群に平行に走り、途中で交叉して反対側の筋肉に分布している。遅繊維に単一刺激を与えても筋肉の収縮は起らず、繰返し刺激を与えると強縮する。閉筋に分布する速、遅繊維に共に単一刺激を与えると閉筋は攣縮を示す。即ち速繊維は単一刺激に対し攣縮を起すとみてもよい。遅繊維刺激による筋肉の収縮に対して抑制神経の抑制効果はみられるが、閉筋に分布する速繊維のみの刺激による収縮に対してはその様な抑制効果はみられない。速・遅繊維を単一分離し、単一刺激を与え外部電極誘導により活動電位を調べた。速繊維に於いては顕著な迅速なスパイクが、遅繊維ではゆるやかな活動電位がみられる。伝導速度は速繊維8.1m/sec、遅繊維1.7m/secである。強さ-時間曲線からも3種の神経繊維の区別がなされ得る。

12. 玉重三男・山口恒夫（北大理動物生理）・佐藤昌康（熊本大生理）

カタツムリ神経-筋肉の活動電位

カタツムリの平滑筋に神経をつけた実験材料で、神経或は筋肉に電気刺激を与え、いろいろの場所から活動電位を外部電極或は細胞内微小電極を用いて誘導し記録した。

神経を通して間接刺激と筋肉直接刺激による筋肉の活動電位は、誘導法によって異なるように見えるが、本質的には同じである。神経及び筋肉の不応期・伝導速度は等しく、それぞれ1~2msec及

び0.5~1.5m/secである。

筋線維は極めて細く数ミクロンで、これに挿入する微小電極先端は超微小（抵抗40~80M Ω 、口径0.5 μ 以下）のもので稀に電位記録に成功した。筋線維内部より誘導した活動電位は、直接・間接刺激共同して、神経-筋シナプス電位と筋線維スパイク電位の合成したものである。神経は筋肉に入って細く分枝し、網状拡散神経分布をなし、初め密に、前端後端で疎であるが、後方叢頂端では殆んど神経の分布しない部分がある。

13. 井上文武・横田健之助（北大応用電研生理）

赤トンボの心臓の活動電位について

演者は赤トンボの心臓の形態について略述した後、細胞内電極によって得た活動電位について述べ、心拍の自動能の起源についての見解を発表した。

心臓の静止電位の値は30~40mVであった。活動電位については、そのスパイク様電位の前に5~10mVの緩電位がみられた。スパイク様電位は静止電位の0レベルまで達しなかった。又陽性後電位があきらかであった。

以上の所見は心臓のどの部分から誘導したものでも共通して見られるものである。そして上述の活動電位の型は蛙の静脈洞の歩調取り電位の型に類似するものである。

Achを作用させた場合心拍週期は早くなった。電気刺激による活動電位には初期緩電位がみられない。従って初期緩電位は神経のイムパルスによるものであると想像される。

以上の点から、トンボの心拍は神経支配を受けているものであると結論した。

14. 草地良作・鈴木 実（北大獣医学生理）

下喉頭神経の遠心性衝撃について

Urethane麻酔、又は、前丘前除脳を施した猫及び無麻酔の家兎について、下喉頭神経の遠心性衝撃を検索し、次の結果を得た。

1) 吸気或いは呼気時に活動する相動的要素と呼吸全期を通じて活動する姿勢要素とからなる。

2) Succinyl Choline Chloride 投与による呼吸運動停止後も、週期的発射は残存する。

3) Succinyl Choline Chloride 投与時は、人工呼吸による影響が認められ、人工呼吸を行なわな

い時、及び Strychnine Nitrate [0.12mg/kg] 投与時には、群化した発射活動が見られた。

4) 総腓骨神経刺激による反射活動は、約 30 msec にて起った。

15. 加藤正道 (北大第2生理)

人体の神経の伝導速度と脊髄の反射時間について

尺骨神経運動線維伝導速度、並びに脊髄反射時間について運動その他による鍛錬の影響があるか否かについて誘発筋電図法を応用して検討した。被験者は北大生及び社会人剣道、ラグビー、大相撲力士等37名、対照は北大医学部学生30名、年齢は20~36才である。室温は 28~35°C、皮膚温も測定した。

尺骨神経伝導速度については腋下部-肘部間：運動選手 68.00±2.69m/sec、一般学生 70.92±2.64m/sec。肘部-手関節部間：運動選手 65.85±2.31m/sec、一般学生 67.31±2.50m/sec で両群の間にいづれも有意の差はなく、また各運動部間にも有意の差はなかった。

次に脊髄反射時間については、膝窩部に刺激を加え腓腹筋、ヒラメ筋から誘発電位を導出し、H波の最大振幅を示す時の潜時からM波の最大振幅を示す時の潜時を引いた値を最短反射時間とみて検討したがこれについても、運動選手と一般学生との間に有意の差はなかった。

16. 横田敏勝・加藤正道・元木沢文昭 (北大第2生理)

皮膚電気反射 (GSR) に伴う人体皮膚の impedance の変化について

GSR に伴う人体皮膚の impedance の変化を明かにし、また、それと活動電位の波形との関係に吟味を加えるため、成人男子17名の手掌、手背について、室温 20-25°C の部屋で実験を行なった。

1. 正弦波による皮膚の impedance の測定

Wheatstone bridgeを Lissajouとする方法によって、30-10,000c/s の正弦波に対する皮膚の impedance の GSR に伴う変化を測定した。その結果、resistance は 100c/s 以下では減少し、300c/s 以上では増加したが、reactance と impedance の絶対値は常に減少し、絶対値の減少は低周波における程大きかった。このような変化の時間的経過を細かに測定した結果、Cole (1930) の complex circuit の漏洩抵抗の減少を仮定した場合の理論的变化と近似するのがみられた。

2. 矩形波による皮膚の impedance の測定

低頻度矩形波による皮膚の分極曲線から、GSR による皮膚の impedance の変化を測定したところ正弦波の場合と同様な成績がえられた。また、同一部位の活動電位と分極曲線の変化を同時に記録し、その成績から両者の関係を吟味した。

17. 島村宗夫・元木沢文昭 (北大第2生理)

脳幹網様体刺激による伸筋の MSR と r 系に及ぼす影響について

脳幹網様体刺激による運動系、自律神経現象に対する促進、抑制機構を総合的に検討を加えているが、その一環として伸筋の monosynaptic reflex (MSR) と r 系に及ぼす脳幹網様体刺激の効果を猫について比較検討を加えた。

除脳猫16頭について S₁ 後根を切断し、その中枢端刺激によって得られる MSR を腓腹筋神経から導出し、一方 r 系としては Group I A, II のほか Group I B の afferent discharge を対象とした。

脳刺激には同心針電極を用い 0.3msec の duration をもった矩形波を 150回/秒 の頻度で15秒間加えるようにした。

MSR の抑制される部位では I A は減少、II は増加、I B は不変。一方 MSR が促進される部位の刺激では I A は増加、II は減少、I B は不変の場合が最も多く見られた。

第 134 回生理学東京談話会

時 昭和34年12月12日 (土) 午前10時~午後6時

所と当番 東京大学医学部生理学教室三階大講堂 若木 勲

1. 伊藤秀三郎・高階貞徳 (東京歯大生理)

尾動脈系叢の生理学的機能の研究について

尾動脈系叢は1859年 Luschka により発見されて以来、局所解剖学的見地と、組織学的立場とよ

りその機能を推測するのみで、生理学的見地よりの研究としては僅かに Macleod が本糸縷は化学感受器官であること、亦 Staubend 等が人の新鮮な本糸縷の抽出液で血管の収縮と筋の線維性収縮作用を認めた外、人体実験に於いて竹内は本糸縷を摘出すると皮膚の血管が拡張し体表温度の上昇を認めると言い、桑原は色素性網膜炎に於ける視野の縮小が一時恢復すると報告しているに過ぎない。著者等の1人高階は最近泌尿器領域に於いて器質的障害を伴わない思春期前の夜尿児5例に就き本糸縷の摘出術を行ない好ましい結果を得た。

そこで著者等はラットの尾動脈糸縷の解剖学的検索をし、大体尾の付け根から少し離れた尾椎(第4尾椎)から末端尾椎に渡って、その椎体腹側面に本幹動・静脈に密接して1個ずつ配列し、その大きさは顕微鏡的である事を確認した上、ラットの尾を切断し尾動脈糸縷を摘出した際、その動物の摘出腸管が副交感神経興奮毒殊に Acetylcholine に対し如何なる反応収縮性を示すかを検討した所次の如き結果を得た。

1. 尾動脈糸縷を完全か殆んど全部摘出すると其の摘出腸管は3カ月に亘り Acetylcholine に対する筋性収縮性が減弱する。

2. かかる減弱性も Acetylcholine 少量注射により完全に恢復する事より、尾動脈糸縷の摘出後の生体を Acetylcholine 欠亡状態と推察し、本糸縷は分泌能を持ち、Acetylcholine 様物質の分泌をするものと推論する。

2. 幸塚嘉一・内藤博江(関西医大生理)

Langley's antidromic action 批判(その3)

さきに私たちはカエルの瞬膜血管および舌筋血管について、Langley's antidromic action に対する批判実験をなしたが、本報においては更に下肢の muscular vessel (m. gracilis) について次の批判実験をなした。

批判実験：1) 後根のⅢ～Ⅵ末梢切断端を“glycerine spot method”にて刺激すると、同側の m. gracilis の血管(小動脈)は拡張をきたした。ところでⅢ～Ⅵの spinal nerve は下肢の m. gracilis に達するとは考えられない。従って上記の vasodilation はⅢ～Ⅵの後根中の ordinary sensory nerve の逆伝導によるとは考えられない。

2) 次に交通枝Ⅲ～Ⅵ或いは sympathetic chain を切断した後、同側の post. root Ⅲ～Ⅵを1)と同様にして刺激したところ、いずれの場合にも m. gracilis の vasodilation はおこらなかった。従って post. root Ⅲ～Ⅵから出て交通枝Ⅲ～Ⅵ及び sympathetic chain を通るところの vasodilator fiber の存在が考えられる。3) post. root Ⅷ, Ⅸを1)と同様にして刺激したところ、同側の m. gracilis の vasodilation は認められなかった。ところで Langley & Orbeli の anatomical finding によれば、カエルのⅧ, Ⅸの post. root 中には efferent autonomic fiber は存在せず、somatic nerve に関しては ordinary sensory nerve fiber のみであるという。従って post. root Ⅷ, Ⅸの刺激により vasodilation がおこらないという上記の実験結果は、ordinary sensory nerve の逆伝導による vasodilation の可能性を否定する。4) 交通枝Ⅷ, Ⅸを切断した後、post. root Ⅲ～Ⅵを1)と同様にして刺激したところ、m. gracilis の vasodilation は認められなかった。従って post. root Ⅲ～Ⅵを通る vasodilator fiber は交通枝Ⅷ, Ⅸを通ることが明らかである。Langley & Orbeli によれば、下肢へゆく autonomic nerve はすべてⅧ, Ⅸの交通枝を経て sciatic nerve に入るというのであるから、本実験結果は、この Langley & Orbeli の組織学的所見と相一致する。

以上の批判実験により、m. gracilis の血管は ordinary sensory nerve の逆伝導による vasodilation をなすのではなく、後根を通る efferent vasodilator fiber であるところの“脊髓後根交感神経”(幸塚)による vasodilating action を受けることが明らかとなった。即ちこの場合の“脊髓後根交感神経”の経路は後根(Ⅲ～Ⅵ)から出て、交通枝(Ⅲ～Ⅵ)及び sympathetic chain を通り、交通枝(Ⅷ, Ⅸ)を経て sciatic nerve に入り、m. gracilis に達する。

3. 宇都力(東大第2生理)

直流刺激の閾分極について(神経及び筋の場合)

直角脈波により神経及び筋を刺激する場合に閾電圧に於ける分極電位は、刺激期間の長短にかかわらず一定であるとされていたが、坂本の理論及び実験によれば等流搏動による刺激に於いては刺激打消作用が起り、その影響が短時間刺激の場合

に著しいから、神経又は筋に興奮が起きるためには、短時間刺激に於いては理論的の $V-t$ 関係よりも高い刺激電圧を必要とする。従って、高い分極電位が必要であろうと考えられる。

更に坂本によれば二段等流搏動を用い、二段目の等流搏動の電圧と期間とを一定の条件にして、一段目の等流搏動の期間及び強さを変化させる場合には刺激打消作用が除去される故に、一段目の等流搏動の $V-t$ 関係を求めれば打消作用によって混乱されないものが得られるという。従ってこのような刺激を行えば閾分極起電力は一定になるであろうと考えられる。

この点を検査するために演者は等流搏動及び二段等流搏動により、蛙の坐骨神経及び縫工筋を仕切函を用い不分極電極（亜鉛液体電極）を以て刺激して、刺激閾に於ける強さ期間関係を求め、同時に閾分極を記録した。1) 等流搏動に於ける閾分極の大きさは、期間が短い場合に高電位にして、期間が長くなるに従って低くなり、主利用時附近に至って概ね一定になることを認めた。2) 然るに二段等流搏動を用いれば刺激期間の長短にかかわらず、閾分極電位は概ね一定であることを認めた。3) 次に閾分極の消失曲線を見るに、等流搏動に於いては、その半減期が、期間の短い方が長い方よりはるかに短いことを観察した。然るに二段等流搏動の場合は、これらの半減期の間に極めて僅かの差しか見られなかった。

以上の実験の結果は坂本の刺激理論によって説明出来るものとする。

尚詳細は日本生理誌第21巻1053, 1159頁に掲載した。

4. 酒井敏夫（慈恵医大生理名取研）

Caffeine 処理筋の減温収縮について

$0.25 \times 10^{-3} W/V$ Caffeine Ringer 中で処理された骨格筋は rapid cooling method により速やかな収縮を現わす。この方法により得られた成績は次の如くである。

1) rapid cooling の温度勾配 $1/4T(^{\circ}C)$ と収縮率の関係は直線的である。

2) 微小電極法による Caffeine 処理筋, rapid cooling 筋の静止電位は低下するが、特に rapid cooling ($25^{\circ}C \rightarrow 7^{\circ}C$) においては有意の差が認められない。

3) $[K]_{\text{excess}}$ Ringer 中に於いては、critical levelを境にして収縮率は著しい差があり、小さくなる。しかし、 $122mM$ $[K]$ 。中においても25%の収縮率は残存する。

4) $[Na]$ の濃度を 2~3 倍にした高張 Ringer では、収縮は増強され、これと反対に低張 Ringer では抑制される。この浸透圧効果は、Sucrose, Choline Chloride, Tetraethyl Ammonium chloride, KCl で行なっても同様の傾向を示す。等張溶液中では、KCl, Choline chloride, Tetraethyl ammonium chloride, Sucrose の順に収縮は抑えられる。

5) 0.2% Cocaineは、たとえ、電気刺激にตอบสนองしなくなっても rapid cooling による収縮は著明に起る。Procaine 0.04% は全く抑制的に働く。

6) DNP, KCN, IAA 等 metabolic uncoupler は、rapid cooling 収縮は抑制的である。DNP $0.012mM$ では未だ収縮性は残存するが、毎分、5秒間の tetanus を20分間与えておくと、強い抑制が見られる。

7) $150mM$ KCl 中においては、短時間内で Procaine 効果が現われるが、長時間浸漬では、その効果が減弱する。しかし、 Ca^{++} ($7.2mM$ 以上) を与えると再び Procaine 効果が現われる。又、 Ca^{++} は rapid cooling 収縮を増強する作用がある。

以上はすべて Caffeine 処理筋で見られる現象で、Caffeine の activation process に及ぼす作用効果と思われる。

8) 次に Caffeine なしの Ca-free Ringer 中でも rapid cooling contraction が生じられる。しかし、この収縮は一過性で cooling 時間と並行しない。Cocaine はこの収縮を inhibit する。

5. 松本政雄・秋山 勲・森川襄治・木本弥太郎（群馬大第1生理）

刺激打消及び加重に関する興奮模型による実験

刺激打消および加重等に関する研究は古くは Dittler に始まり我が国に於いては坂本、松本により行なわれ最近では海野、小川によつて報告せられている。興奮模型を用いて行なった研究には、石田、能勢等の報告もあり最近では田崎等により刺激打消に際しての Action potential の記録も報告されている。併し刺激打消乃至加重に際しての興奮性膜の変化の状況を知ることとは此の問題の全面的解決には不可欠の要件であるが未だこれ等に

就いての報告は全くない。依って演者等は先ず鉄の核を硝酸銀溶液に浸した秋山の興奮模型を用いて刺激打消及び加重等が行なわれる際に於ける興奮性膜の変化の状況を肉眼並びに顕微鏡的に観察した。その結果は刺激電流と打消し電流の期間が小で且つ打消電流の強さが相当強い場合には、肉眼的には殆んど見得る変化は現われない様であるが顕微鏡映画によれば興奮過程にまで進んだ変化が現われ之れが急速に打消されることが知られ、2つの電撃間の間程が稍大であると興奮過程が相当進んだ状態で過程が逆行して静止状態に戻ることが知られる。打消作用の効果が不十分で興奮が起ったときの状況は通常の場合に見られる興奮の場合と同様であつた。

加重に際して第1の閾下電撃による変化は通常の局所興奮の際と同様であるがその後第2電撃が加わると膜の変化が興奮方向へ進行して興奮が起る。興奮が起った際の状況は通常の興奮の場合と異ならない。2つの閾下電撃の間の期間が長く興奮が起らない様な場合に局所興奮が2回引きつづいて起る様な状況が明瞭に観察される。

6. 畠山一平・八賀昭彦 (横浜市立大生理)

呼吸中枢における両側迷走神経の干渉効果について

迷走神経を介する求心性 impulse の頻度によって呼吸切りかえ反射の方向が定まることは多くの実験の結果、ほとんど確定的な事実となっている。然し呼吸中枢に到達する神経線維は只一種でなく、又種類は同じでも到達部位が違ふものもあるから個々ののはたらきとその合成としてののはたらきについて検討しなくては反射の本態を知ることができない。

われわれはこの見地から細かい手技上の検討を加えつつ最も精密と思われる方法で、1) 片側の神経だけに種々の頻度のくり返し2重 pulse 刺激を行ない、頻度及び対 pulse 間隔の影響を検討した後、2) 左右を同一頻度で連続刺激し刺激頻度及び両側 pulse の時間的ずれの影響を検討した。

1) については呼吸停止位が刺激頻度および対 pulse 間隔の連続函数であることがみられた。この際刺激頻度が高い程、対 pulse 間隔が位相であらわして $\angle 0^\circ$ から $\angle 180^\circ$ に近づく程呼吸側に傾く。又 2) については同じく呼吸停止位は刺激頻

度及び両側 pulse づれの連続函数で 1) にみられたと同じ傾向を示したがその程度は弱かった。又片側だけの刺激効果と比較してみると位相ずれの少ない時は片側を同一頻度で刺激した時よりも呼吸側に傾き2倍の頻度で刺激した時よりも吸息側に傾く呼吸停止効果であった。

これらの事実を解釈するため次のような数学的表現を用いた。すなわち右を $r(t)$ 、左を $l(t)$ で刺激した時の反応を

$$n = F\{r(t), l(t)\}$$

であらわし、片側を f なる頻度の pulse 波 $a(t)$ で刺激した時

$$f = F\{a(t), 0\} = F\{0, a(t)\}$$

として論理を展開する。

このようにして呼吸中枢機構を検討した結果、反応は刺激頻度を概念的な中枢領域の函数であり、集合論的にいって多くは共通集合が空集合でなく、これが両側の同時刺激と片側だけの刺激の効果の関係を説明するのに重要な意味をもつ。

7. 高橋 正・畠山一平 (横浜市立大生理)

機械曲線の超拡大記録による心筋潜伏時の研究

従来骨骼筋の機械的潜伏時については多くの研究者が報告しているが、心筋についてはまだ精しい報告が見られない。我々は心筋の機械曲線を極力精密に又出来る限り拡大して実験を行なった。標本はヒキガエルの心室筋を用い、描記方法として電気容量式 mechanoelectric transducer および Braun 管オッシログラフを用いたが雑音 level の点から限定はされるが 10μ H₂O の張力が 3cm の大きさに螢光面上に拡大されるから収縮高は数 100m に拡大される事になる。従来の拡大率の小さい実験方法で求められた心筋の潜伏時は 60乃至 100 msec 前後であるが、我々の方法によって拡大された場合の潜伏時はこれ等よりずっと短く 27 msec のものも得られた。

先にヒキガエルの心室筋について畠山が記載した様に、連続刺激に於いて始め潜伏時間が短くなりその後延長する事が見られたが、絶対値に就いてはずっと短い。然し筋の疲労に伴う潜伏時の延長は 1 秒以上になるものもあった。他の条件が一定の場合、刺激強度、刺激頻度及び心筋に与える静止張力の大きい程潜伏時の減少する傾向が見られた。

従来骨骼筋に於いて若干の研究者が紹介している収縮前の弛緩、即ち Sandow のいわゆる latency relaxation の若干例が心筋について観察する事が出来た。この際の弛緩の最も大きいものでも収縮高の数万分の1に過ぎない。この際刺激時点から弛緩開始迄の時間を (a)、最大の弛緩迄を (b)、収縮曲線と時間軸との交点を (c) とすると (a) はあまり変わらず (c) が最も大きく変る。只弛緩が全くなかった時の潜伏時は (c) と同じ値を示す。

この様に心筋の潜伏時に何らの外部処置を行なわなくても著しく変動し、且つその絶対値は従来骨骼筋について報告されているものよりも格段に長く、潜伏時の間に行なわれる化学的变化の速度を問題にしないでなければならない。

8. 養島 高・荻野義夫・清原迪夫 (東京女子医大第1生理)

電気容量脈波計の改良と、本装置により得られる 2, 3 の知見

1) 積分回路を通して自動周波数制御 (AFC) を行なう目的の饋還回路を持った新型式の電気容量脈波計を考案した。この方式に依ると従来のものに比し、安定度、直線性共に約20倍向上し得ると共に、積分回路を除いてその饋還回路より出力 (β 出力) を取り出すと、動作基点は常に最良の点に保たれつつ、脈波の基線動揺や電極の固有容量の変化等直流分も含めて長時間安定に検出出来る特徴がある。2) 大小2つのCを直列にし、大きい方のCを開放、短絡する事に依り、脈波成分と同程度 (約0.03 PF) の微小電気容量変化を安定に与え得る実用的な較正法を提案した。3) 使用周波数については 0.2, 2, 20MC の各場合、脈波波形上の差異は認められなかった。又反射型光電脈波に於いてもその光の波長を $430\text{\AA} \sim 700\text{\AA}$ 迄変化しても脈波波形上の差異はみとめられなかった。

4) 被検体の表層組織自体を一方の電極として脈波を検出する場合に、被検体と導電的に結合される不関電極からも脈波が検出される事を示した。その大きさは電極間距離が大きな程、電極面積が小さな程、使用周波数が高い程大である。しかし充分な考慮を払えば数 MC 以下に於いては約 3% 以下の誤差で関電極を置いた位置の脈波であると云い得る事を示した。5) 従来用いられて居る不平衡入力型の電気容量脈波計では、両側に関電極

を用いてもグリッド側の電極附近の脈波成分が主役をなす事を示した。6) β 出力の応用例として指尖、前腕、側頭、角膜、耳朶等に於ける脈波を同時記録し、cold pressor, Valsalva, Müller の各試験で各部の脈波が如何なる態度をとるかを β 回路及び μ 回路を通して別々に、基線動揺、振巾の増減、それ等の回復過程の3点から考察した結果について述べた。

9. 福田篤郎・林 茂 (千葉大第2生理)

酸素欠乏時に於けるエピネフリン分泌とその意義

酸素欠乏時には一般にエピネフリン分泌が起るとされているが、それは貧血性 anoxia (CO 吸入) に顕著であり低酸素圧性 anoxia ではみられ難いことを過血糖反応よりウサギで観察し、且つ貧血性 anoxia に於いてもそれが急速に招来される場合にのみみられる事を明らかにした。次いで CO 吸入に際するエピネフリン分泌の意義を明らかにすべく皮質脳波の観察を行なうに、内臓神経切除によりエピネフリン分泌反応を阻止すれば容易に高圧除波の出現をみる。この際エビを静注すれば血圧上昇に伴ない脳波所見は極めて一過性の改善を示すに過ぎない。予めエビを皮下投与すれば過血糖・過乳酸血の出現に伴ない脳波レベルの低下はよく持続的に抑制され、血圧の下降も軽減される。脳波所見の改善は脳循環の改善によると考えられるも、それに対するエビ効果はその物質代謝作用が顕現する条件でのみよく観察される。よってブドウ糖、乳酸ソーダの静注を試みるに後者のみエビ皮下注に比適する脳波並びに血圧の改善を来すことを知った。エビ効果はその物質代謝作用の結果生ずる乳酸を介して行なわれるものであると考えられる (詳細は日本生理誌22巻6号, Jap. J. Physiol. に発表の予定)。

10. 本間三郎・加濃正明 (千葉大第1生理)

筋紡錘発射と運動ニューロン発火 (微小電極法) の関係について

筋伸張によって筋紡錘発射を増強せしめるとき、所謂腱反射として知られている筋収縮をみる事ができる。この際の筋伸張は相性的であり、腱叩打の如く急激な機械的刺激でないと反射は起り得ない。反射の起り得るために必要な筋紡錘発

射の変化は分離した単一後根線維より導出した spike によって認識できる。このような知見より、恒常的に反射を成立せしめるための筋の相性伸張を知り得るに到ったので、この際の筋紡錘発射の変化を記録しつつ、且つ運動ニューロンにおける伝達がどのように行なわれるものか細胞内電極によりしらべた。筋の相性伸張により、多くの場合 2~3 個の spike が筋紡錘発射として求心され、それによって生じた postsynaptic potential が加重されることによって運動ニューロンは発火しているものである。

11. 勝木保次・村田計一・菅乃武男・竹内敏文(東京医歯大生理)

無麻酔無拘束猫の皮質聴ニューロンの活動について

nembutal 麻酔で側頭骨に穴を開け、数日後麻酔の効果が全く消滅してから hydraulic micro-manipulator に依りタングステン線微少電極(先端 0.5 μ)を皮質聴領に挿入し皮質ニューロンの活動を観察した。

観察されたニューロンの過半数は音刺激は勿論の事、光嗅触痛等の末梢刺激に依って全くそのパターンを変えない自発放電で種々の放電の様式を示す。睡眠中高頻度の放電を示すが覚醒に依りその頻度を減ずるニューロンも観察された。

音に応ずるニューロンの多くの物は刺激強度に関係なく 1~数個のインパルスを発生し非常に順応が早く、On type が最も多く、Off type, On-Off type のものも認められた。従来行なって来た麻酔猫でも順応が早く、又単一ニューロンの応答野は間脳以下のそれに比して著しく広く、従って音の強さや調子の弁別は間脳以下で行なわれるとの結論を持っていた。無麻酔の場合にも皮質に於いては応答野は非常に広く、此等の性質は麻酔の影響に依り現われるのでは無く、皮質ニューロン本来の性質である事が確認された。

あらゆる周波数の純音刺激には応じないにも関わらず猫の目前で打鳴らす打撃音に応ずるニューロンも見られた。

音に依る誘発電位は麻酔猫の場合と全く変わらないが、無麻酔の場合 10msec 前後の潜伏時で現われる誘発電位の後に 100msec を越える潜伏時の第二次誘発電位が屢々観察された。

12. 岩瀬善彦・漆葉昌延(京都府立医大生理)

家兎嗅球の Direct cortical response の研究(第2報) 嗅神経の変性実験について

家兎嗅球の Direct cortical response (DCR) の波形は複雑であるが、基本的には spike 群と slow pot. とからなる。かかる両電位の振巾、持続、波形は刺激条件、嗅球の状態によって可成り相異なる。併し継時刺激による recovery process 及び薬物作用(strychnine, procaine)から判定して spike は第1層の嗅神経線維の興奮に基づく活動電位であり、slow pot. は第2層の glomerulus を形成している mitral cell の dendrite の活動に基づくと考えられる(21回近畿談話会発表)。

今回は嗅神経の変性実験を試み DCR を検討した所 spike は完全に消失し slow pot. のみが記録されたので報告する。

実験方法：嗅神経の変性は嗅球の前方部に於いて片側のみ嗅粘膜を露出し電気メスにて破壊した後 8~12 日目に DCR の実験を行なった。尚誘導は表面電極で刺激と誘導間距離は 1~2 mm である。

実験結果：

1. 波 形

変性実験後に得られる DCR は slow pot. のみで spike は認められない。尚 slow pot. の波形持続(20~27msec)は対照と殆んど同じであるが、peak time は短縮して 4~5msec になる。

2. 継時刺激による recovery process

継時刺激を試み slow pot. の絶体不応期を求めるとほぼ 4~5msec で、又完全な recovery は 50~100msec に及ぶ。これは対照の slow pot. とほぼ同一である。

3. 薬物の影響

strychnine (1~2%) によって slow pot. は最初抑制を受けるが、主な効果は振巾と持続の増大である。之れに反し procaine では最初から抑制を受けたまま漸時回復に至る。一般に slow pot. は対照の spike ほど急激で顕著な影響を受けない。

結論：嗅神経の変性実験による嗅球の DCR は slow pot. のみで spike は得られない。従って spike は第1層の嗅神経の活動電位であり、slow pot. は波形 recovery process 及び薬物作用からみて大脳 dendritic pot. に似て居り第2層の glomerulus 内の dendrite の活動に基づくと考ええる。

13. 坂本嶋嶺・黒沢和彦・喜多 弘 (順天堂大第1生理)

蛙骨格筋線維の形質膜における分極について

正常な興奮性をもった、剔出した蛙縫工筋の線維に、孔径約40 μ の、小さい抵抗の細孔電極を、短絡の抵抗(r_2)が大きくなるように適当な圧力を加えて当て、等電圧搏動(期間=3msec)の電圧閾の約1/4の強さの等電圧(v)の電流を流して電圧 $\Pi = v - JR_1$ の時間的経過を、D. C. amplifier を用いて陰極線 oscillogram として記録し、これを坂本の、形質膜における電流性分極の拡散分極の場合の理論と比較した。{ただし R_1 は1M Ω の抵抗、 J は抵抗(r_2)によって短絡されない電流の強さである。なお J に対応する抵抗を R とすれば $R = R_1 + R_2$ 。また形質膜を通過する電流に対応する抵抗を r_1 、拡散係数を p 、等圧を加えてからの時間を t 、形質膜における分極起電力を v' 、

$$\phi(p\sqrt{t}) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} e \times p(p^2 t) \int_0^\infty e \times p(-a^2) da \text{ と } p\sqrt{t}$$

第135回生理学東京談話会

時 昭和35年2月6日(土)午後1~6時

所と当番 横浜市立大学医学部本館四階小講堂 畠山一平

1. 藤田安一郎・酒田英夫 (東大脳研生理)

兎海馬の apical dendrite の電気生理学的性質

apical dendrite の電気生理学的性質、特に apical dendrite に spike が発生し得るか否かに関して、新皮質に於いても海馬に於いても多くの研究があるが、いまだにはっきりした結論はでていない。我々は此の問題を解決するために、兎の海馬の apical dendrite について実験を行なった。クラール投与下又はネムブタール麻酔下の兎を用い、Schäffer collateral 又は CA₄ の神経組織を刺激するために 3M KCl を封入せる尖端直径 20 μ 内外のガラス電極を使用した。誘導は、尖端直径 0.5 μ 以下の 3M KCl を封入せるガラス電極で行なった。実験結果を summarise すると次の通りである。

1) Schäffer collateral 又は CA₄ の刺激により、もしその強さが十分であれば、apical dendrite は巾 3msec 内外の spike を発生し、それは 50cm/sec 内外の速度で orthodromic にも antidromic にも伝導した。

すれば

$$v' = v \phi(p\sqrt{t}) r_2 / (R + r_2),$$

$$\Pi = v - [Gv - Hv \phi(p\sqrt{t})] R_1, \quad G, H \text{ は定数} \}.$$

そして記録した $\Pi-t$ 曲線上の適当な3点

$$(\Pi_1, t_1; \Pi_2, t_2; \Pi_3, t_3) \text{ から}$$

$$(\Pi_2 - \Pi_1) / (\Pi_3 - \Pi_2) = \{\phi(p\sqrt{t_2}) - \phi(p\sqrt{t_1})\} /$$

$$\{\phi(p\sqrt{t_3}) - \phi(p\sqrt{t_2})\}$$

が得られ、この式を用いて逐次接近によって p の値を定め、さらに H および G を定めて $\Pi-t$ 関係の式に p, G, H の値を入れて記録した曲線上における各点の Π の値を計算すると、 t が 0.1-0.2msec より大ならば、すなわち $\Pi-t$ 曲線の立上りが完了した後においては実測値が理論値に一致する。ゆえに興奮性をもった蛙骨格筋線維形質膜における電流性分極は拡散分極であると思われる。また蛙縫工筋を 45°C に保ち筋線維の興奮性が失われたと思われた場合には形質膜の部分に一定した電気容量が存在する場合の $\Pi-t$ 曲線が得られた。この結果は R. Krüger (Pflügers Arch. 219: 66) が蛙の神経について得た成績に一致する。

2) apical dendrite の spike は after-positivity をとめない、約 30msec 内外の refractory period を有する。

3) apical dendrite layer で units discharge を記録した。此等の units の中のあるものは、Schäffer collateral の刺激により一定の latency で drive されるので、これは apical dendrite の unit ではないかと考えられる。

4) apical dendrite layer で positive の電位変動をおこす誘発電位が海馬の或る特定の場所や Fornix の刺激で得られる。この電位変動は apical dendrite の spike を抑制する。

5) Fornix 刺激による誘発電位 (これは apical dendrite の IPSP の考えられる) と海馬にみられる hippocampal arousal との関係について考察した。

2. 福田篤郎・松本 修・竹居光典・荏司栄徳 (千葉大第2生理)

細菌性 endotoxin に対する生体反応

チフスワクチン投与による発熱並びに白血球増多はそれぞれ体内性誘起因子を介して招来されることは明確な事実であり、特に体内性因子の形成は副腎糖質ステロイド作用の顕現と解されうることとは著者等の既に指摘したところである。ワクチン投与を長期（3カ月）以上にわたって行なうと、発熱性は初期に1度低下するもその後回復傾向を示すが、白血球増多反応はその出現が促進されるも強度著しく減ずる状態が長く続く。この状態はワクチンによる糖質ステロイド感受性増強が抑制されるに至ったものと解される。これを裏書する如く cortisone 大量連日投与による *steroid diabetes* の出現並びに抗 *insulin* 性獲得は著しく抑制されることを知った。動物の一般状態は極めて良好で対照に比し体重増加も増す。抗体形成能も増強されるものの如く、馬血清投与後の抗体出現日数は約半減する。かくして *endotoxin* 長期投与は生体の反応性に変調を来すも、それは従来発熱性についていわれた耐性という命名にはふさわしくなく、生体に有利な状態が招来されることを示した。

3. 福田篤郎・松本 修・竹居光典・荘司栄徳(千葉大第2生理)

放射線傷害性白血球減少と体内性白血球増多因子

レ線 400r 全身照射後の白血球減少期に著者等の白血球増多因子含有血清を投与すれば白血球増多がみられる。しかし細菌性 *endotoxin* 投与に対しては白血球増多がみられない。即ち照射により体内性白血球増多因子形成能が障害されることを知る。この無反応性は白血球増多因子含有血清投与後には2-3日にわたって恢復する。即ち白血球増多因子には造血刺激のみならず体内性因子形成能の増強作用が存することを知る。

(詳細は Jap. J. Physiol に発表の予定)

4. 塚原伸晃・本郷利憲(東大脳研生理)・秋山勲(群馬大生理)・島津 浩(順天堂大第2生理)

運動の調節機序(4)

固有脊髄反射の機能分化について

筋紡錘からでる求心性線維は、環ラセン終末に由来する、太い *Gla* 線維と、散形終末からでる *GII* 線維に属するものの、2つのシステムに分れて

いる。われわれは、*GII* 線維を上行するインプルスが、 α 運動細胞にどのように作用しているかを調べ、伸筋の *GII* 線維は、伸筋の α 運動細胞に促通効果をもつことを明らかにし、同じく伸筋の α 細胞に促通効果をもつ *Gla* 線維との間に機能分化のあることを示唆する結果をえた。

除脳ネコを用い、下腿伸筋の伸張によってあらわれる反射発射を S_1 の前根の一部から導出し、(tonic 伸張反射) S_1 の別の前根の束から下腿伸筋の単シナプス反射を導出し、神経の圧迫及びプロカイン浸潤で、太さの異なる線維に選択的伝導遮断をおこさせうることを利用して、伸筋神経の *GII* 線維、或いは *GI* 線維が遮断されずに残っていると考えられる時期で、単シナプス反射と tonic 伸張反射とを比較した。

神経圧迫実験では、*syncurine* (Decamethonium bromide) が筋紡錘からの求心性インプルスを増加させ、*GI* 線維の求心性インプスルスの増加と平行して、単シナプス反射が減弱するにもかかわらず、筋伸張による tonic 伸張反射が増強することを利用して、この時期に、*Gla* 線維だけを伝導遮断して、筋紡錘からの *Gla* インプルスが断たれるため、圧迫部より中枢部を刺激してえた単シナプス反射が恢復するのに、tonic 伸張反射は変らない。即ち tonic 伸張反射は、*Gla* より細い *GII* 線維に関係していると考えさせる結果をえた。

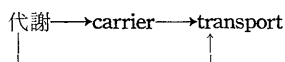
また、屈筋を支配する神経線維の活動は、*GII* 線維が遮断された時期に伸筋の伸張を行なうと抑制される。Laporte & Lloyd, Eccles が、単シナプス反射を指標として、協同筋の筋枝に加える条件刺激の電圧をあげることにより、*Gla*, *Glb*, *GII* 線維が順次刺激に加わったときの、単シナプス反射に対する影響を調べて得た結論とは違って、筋紡錘からでる *GII* 線維は、屈筋反射様の作用をするものでないことが、筋伸張という自然に近い刺激で *GII* 線維を刺激したときに得られた。更にこのことを確かめるために、正常ネコに *syncurine* を静注すると、伸筋では強い tonic な伸張反射が出現するが、屈筋では、伸張反射の程度は弱く、tonic に持続しないことを筋電図を用いて確かめた。

1.2% プロカインで細い線維から伝導遮断をおこさせて、神経圧迫の場合と同じ結論をえた。

5. 中島重広 (東大第2生理)

蛙皮のナトリウム能働輸送に対する代謝阻害剤と強心配糖体の効果の比較

蛙皮の内外両面の静止電位を常に零に保ちつつ、電流、微分導電度及び Na^{24} による Na 流量の測定を平行して行なった。これにより能働輸送起電力 (E_{Na})、及び能働輸送導電度 (G_{Na}) を求め、Ouabain ($4 \times 10^{-7} \sim 2 \times 10^{-6} M$) と、代謝阻害剤の効果を比較した。Ouabain により短絡電流はほぼ時間に対し指数函数的に減少して行くものが多い。その効果は $1 \times 10^{-6} M$ 以上では不可逆的、それ以下でも可逆性は非常に悪い (同じ条件下で DNP 効果の可逆性は良い)。この所見は今迄の赤血球、胃等における Na^+ , K^+ , H^+ , Cl^- の輸送に対して Ouabain を含む種々強心配糖体の作用として報告された点 (可逆的) と非常に異なる。短絡電流減少と共に Na の outflux は上昇の傾向を示す。しかるに導電度は不変又は減少の傾向を示す。 E_{Na} , G_{Na} は共に減少する。Ouabain 濃度が $2 \times 10^{-6} M$ 以上では屢々 Na -outflux の著明な上昇を起すが、この時導電度の著明増大が起る。しかしこれは一時的で間もなく導電度の減少、 Na -outflux の減少となる。 Na -outflux 上昇時の導電度減少の説明は困難である。陰イオン流量測定を行なわぬ限り確定的なことは云えないが、能働輸送ポンプにおける逆反応過程増大の可能性を示す。Glynn は赤血球における K^+ の Influx, outflux が同様に強心配糖体により減少することから、これは Carrier に直接働いてそれを不活性化すると云っている。この論法に従えば蛙皮の Na -能働輸送の carrier に対し、ouabain は直接作用したと云うことが出来ない。DNP の $10^{-5} \sim 10^{-4} M$ では短絡電流著明減少、導電度の減少があるが、 Na -outflux は不変である。この所見は能働輸送ポンプの正反応速度減少のみで解釈出来、逆反応は不変と考えて良い。強心配糖体は細胞の代謝に対し一次的な抑制を及ぼさないと云う主張を適用すれば ouabain の作用点は、



と云う連鎖のいずれかであり、carrier に直接働かないとすれば、これら連鎖の uncoupling にあると思われる。その uncoupling 作用の可能な機

構について carrier Hypothesis を適用して考察を行なった。

6. 堀田利夫 (東京医歯大生理)

心臓神経の活動に対する中枢性調節作用

Flaxedil 或いは Chloralose-urethane で麻酔された猫を用いて inferior cardiac nerve から遠心性の impulse を記録し、中枢神経系の各部位を刺激し次の結果を得た。

1) 運動領を 50cps, 1 msec, 4V で刺激すると inferior cardiac nerve の活動が増強され、同時に運動領に塗布したストリキニンはこの効果を一層増強させる。

2) Lateral hypothalamic nucleus を 1 msec, 10~100cps, 1~3V で刺激すると inferior cardiac nerve の活動は著明に増強され (之れは Bronk 等の結果と一致する)、同時に運動領を刺激するとその効果は相加的に増強される。

3) Preoptic region 及び中脳網様体外側部の刺激によっても inferior cardiac nerve の活動は増強される。

4) 両側迷走神経を切断し、両側総頸動脈を結紮した猫でも、preoptic region 或いは中脳網様体外側部の刺激による増強効果が得られる。

5) 黒質或いは periventricular hypothalamic nucleus の刺激によって inferior cardiac nerve の活動は抑制される。

6) 迷走神経の求心性刺激によって inferior cardiac nerve の自発的活動及び視床下部刺激による活動増強効果が共に抑制される。

7) 中枢神経系の inferior cardiac nerve に対する活動増強を示す各部の刺激による活動増強反応はすべて同じ形であって、刺激時中活動は増強され、刺激を止めた後、自発性活動はしばらく止む。これら増強部位は従来血圧を上昇させる部位として知られていた諸点と一致している。これらの反応部位はすべて両側性に作用する。

特別講演

猪飼道夫 (東大教育学部・東大体育生理)

アメリカの体育生理

「体育生理」は体育の生理学的基礎、およびスポーツ・体育運動の生理学的研究の2つをふんでいる。演者はシカゴおよびスプリングフィールド

(Mass)を根拠として、アメリカの体育生理の動向を見聞し、またその一部の研究に参加した。彼国の研究の状況は他の領域のそれにくらべては決して活潑であるとはいえない。しかし、A.H. Steinhaus, Peter V. Karpovich, T. K. Cureton, F. A. Hellebrandt, W. W. Tuttle たちのすぐれた人たちによって着々と確実な歩みをはじめている。その領域でとりあげられている課題をひろってみると次のようである。

1) Warming-up これはデンマークの Asmussen らの戦後(1945)の研究に刺激されて活潑となり多くの追試が行なわれたが、現在では Asmussen の所論をそのまま承認した形とはならず、単に一般的 warm-up、または体温上昇だけで効果があるとはいえないという見解が強い。

2) Muscle training これはウェイト・トレーニングとして、各種のスポーツ種目の基礎訓練に用いられている。この方面の研究は、ドイツ A.E. Müller, T. Hettinger らの研究により刺激され、

トレーニングの量・回数の方の決定が課題となっている。

3) Endurance これは Stamina と呼称されているものの内容であり、多くの研究者はその要素分析、およびこれが向上に注意を集中している。Cureton は栄養の面からこれに迫ろうと試みている。

4) Rehabilitation 特殊体育、矯正体育の領域が活潑であり、筋の神経支配の知識を応用している。Hellebrandt はこの第1線で貢献している。

5) Psychological factor 人間の最大能力発揮を支配する精神的因子は実際の競技、及び体力測定に見逃すことのできないものである。Steinhaus 及び演者は「最大筋力発揮の中枢機構」を発表した。

6. その他、おもなものには、酸素摂取量、酸素債とスピード、スポーツ心臓、薬物の効果、Relaxation などである。

第22回近畿生理学談話会

時 昭和35年2月6日(土) 午前10時～午後5時10分

所と当番 神戸医科大学新館第1講堂及び第2講堂 岡本彰祐・須田 勇

1. 深見 安・田中守也(京大第1生理)

皮質領野剔除の延滞制止に及ぼす影響(続報)

予め耳下腺瘻を形成してある犬に食餌性唾液分泌反射を無条件反射とし、1000c/s (10db) の発振音を無条件刺激として10～20秒の延滞制止の形成を試みた。対照として光刺激を条件刺激として用いた。延滞制止の形成は皮質領野の剔除前或いは剔除後に行ない、それらの延滞制止の回復過程或いは形成過程を観察した。剔除部位は誘発電位法や変性実験によって報告されている聴覚領野、その亜分野及び聴覚領野剔除後に聴覚性誘発電位が証明されるといわれる Sygmod gyrus である。

予め延滞制止を形成してある犬に聴覚領野の部分剔除を行なった場合、或いは聴覚領野及び Sygmod gyrus の一括剔除を行なった場合の何れについても聴覚条件反射の延滞制止は対照に比してその回復がやや遅れたが14系列目頃から略々術前値に回復した。また予め聴覚領野を一括剔除した後に延滞制止の形成を試みた犬ではその形成が対照に比してやや遅れたが、一般に正常犬のそれに比して著明な差を認めなかった。

以上の結果は聴覚に関係せる皮質領野の剔除は聴覚条件反射の延滞制止に殆んど影響を与えないことを示している。延滞制止は陽性条件反射に制止過程としての時間的要素が加ったものと解することが出来るが、陽性条件反射は演者等が別に報告した実験で聴覚領野剔除により殆んど影響されないことがわかっている。一方時間的要素の感知には恐らく皮質の受衝領野全体が関与していると思われるが故に、延滞条件反射の制止過程は聴覚領を含めた皮質の全受衝領野から唾液分泌中枢へ及ぶものと考えられる。従って術後にみられる延滞制止の回復或いは形成は剔除された皮質領野以外の受衝領野から受ける制止作用によるものと思われる。先の報告で聴覚領剔除後に延滞制止の回復が認められなかったのは術後の観察系列数の不足によるためと思われる。

2. 清野茂博・渡辺慎五(阪大第2生理)

各種電解質の皮質および脳幹脳波に及ぼす影響

家兎の脳内各部に各種電解質溶液を 0.01cc 局所注入し脳波性発作波を生じる濃度についてしら

べた。用いたのは Na_2SO_4 , Na_3PO_4 , NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , K_3PO_4 , NaNO_3 , NaBr である。蒸留水に等張になるように各電解質を溶かしたものを原液とし、これを生理的食塩水で100倍に至るまで稀釈した各濃度の溶液 ($\times 100$ で示す) を用いた。しらべた主な部は海馬、扁桃核、視床、視床下部、中脳網様体である。

NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 では等張液に至っても、どの部にも発作波が生じない。 NaNO_3 は等張液で背側視床にのみ限局性発作波が生じた。 NaBr は $\times 10$ で背側海馬から広汎性発作波を生じる。その他の部については等張液でも無効だった。 Na_2SO_4 は $\times 100$ で海馬、背側視床から広汎性発作波が生じ、等張液では扁桃核に発作波が生じる。 Na_3PO_4 は $\times 10$ で海馬と Putamen から広汎性発作波、 $\times 2$ で背側視床から広汎性、視床下部から限局性発作波が生じる。 K_3PO_4 では $\times 10$ で海馬にも無効だが、等張液ではこれらの部から持続性反復性発作波が生じた。

生理的食塩水に HCl 又は NaOH を用いて作った各 pH の溶液については $4 \sim 10$ の範囲では無効だが、 4 以下また 10 以上になると海馬、扁桃核などに注入した際に発作波の生じることが多くなる。その強度はアルカリ側において特に著しい。 Na_3PO_4 , K_3PO_4 では pH が $11 \sim 12$ であるから、この注入により発作波の生じた時には各電解質の特有の作用に pH の影響が重なり合っていると考えなければならぬ。

発作波誘発閾からみると全体として海馬が最も低く、次いで扁桃核、視床、視床下部の順で高くなり、中脳網様体は最も発作波を生じにくい。例外的には NaNO_3 については背側視床が海馬より発作波を生じやすく、 Na_2SO_4 では海馬と等しい感受性を示している。

なお発作波の生じる際には、先に海馬覚醒型脳波とされている $5-7\text{c/s}$ の同期波が消失するのが普通であるが、限局性発作波、或いは数ヶ所に拡がった発作波の生じているときにこの同期波が消失せず、或いは逆に増強された数例を認めた。

3. 大塚俊郎・石野卓弥 (慶大生理)

GABA 及び GABOB の正常犬及び癲癇犬脳波に対する影響

脳波発現機序に関しては種々なる考へ方がある

が、我々は正常犬及び癲癇犬の脳波を比較することによって脳波発現機序を伺い知らんとした。即ち Pentobarbital-sodium にて平均 40mg/kilo で麻酔した正常犬6例と、癲癇犬 (自然的に痙攣発作の見られる犬) 6例を用い、誘導には右側耳朶を不関電極とし、両側前頭、頭頂、後頭より単極誘導し、記録は全交流直流式特型4素子のペン書き脳波記録装置を用いた。

1) その結果、正常犬では主として、 α 波がみられ、比較的 Constant であるが、癲癇犬では Constant でなく、間歇的又非間歇的に異常波型がみられる。

2) これに γ -aminobutyric acid (GABA) 及び β -hydroxy γ -aminobutyric acid (GABOB) の水溶液 10mg/kilo を股静脈に注入し、注入前及び注入後6時間に亘り持続的に脳波所見を観察したところ、GABA の投与で正常犬では著変なく、癲癇犬では、注入直後には変化はみられないが、15分及び60分後より両側脳波に棘波の多発、及び high voltage fast 波の発現、時に $6 \sim 8/\text{sec}$ の徐波がみられ、120分後、遅い例で240分後迄変化が続き、その後、波型は恢復する。しかるに GABOB pro kilo 同量投与では正常犬、癲癇犬とも著変がみられなかった。以上の観察から考えられる事は、GABA 及び GABOB に対し正常犬と癲癇犬で作用の変化を起す臨界濃度がちがうものとみると、恐らく正常犬でも更に投与量を増したら、同じ変化が起るのではないかと思われる。

いづれにしても棘波的脳波を出す脳髓がもっとも敏感であると考えられる。GABA が興奮化学的伝達物質の母質であるとの所見からみると癲癇犬脳波の変化は、その時間的關係からみても興奮物質の生成が促進されている時期に当る。そこで一体脳波なるものが存在する事は、脳細胞の活動電位が集合したものでもなく、又 glia 細胞の膜電位が集合したものでもないとするれば、化学的伝達物質の生成反応の多少に起因併行するもので、その電圧増多は化学的伝達物質生成の増多によるものではないかとも考えることも可能である。

4. 堀 泰雄 (関西医大生理)

2. 3 薬剤のクリック誘発電位に及ぼす影響

さきに第19回本談話会において慢性実験条件下の犬大脳皮質におけるクリック誘発電位の慣れ変

化について報告したが、その後更に次の諸事実が明らかとなった。

1) 犬大脳皮質のクリック誘発電位に三型がある第一型は典型的には陽陰陽陰の四相性電位であるが、第二の型は陰性相のみ、第三の型は陽性相のみである。第一の型は広く聴覚領に分布するが、第二、第三の型は限局した領域より記録された。

2) 慣れ工作により、誘発電位は振巾を減じ不整一化するか、又は第一陽性相のみ残してあとは消失するような型の変化をする。これらの変化は慣れ工作を中断するか、50c/s 閃光により賦活すると元の型に戻った。

以上の成績より犬皮質の反応性が高まっている状態では振巾の大きな整一化した誘発電位を記録し、逆に反応性の低下している状態では振巾が減少し整一度の低い誘発電位を記録するか、或いは第一陽性相のみの電位を記録するのではないかと想像されたので、これと比較する為に2,3の興奮剤或いは制止剤を投与して誘発電位変化を観察した所大体一致した傾向を示した。即ち、

1) アンナカ、アンフェタミン等の興奮剤の投与により誘発電位は振巾を増して、整一化し、又陽性相のみの誘発電位はその後の陰性相以下が出現した。

2) クロールプロマジン、ラボナール等の制止剤の投与により、誘発電位は振巾を減じ且つ不整一化し、或いは第一陽性相のみを残して他は消失するような変化の傾向を示した。

5. 伊藤秀三郎・山田 満 (東京歯大生理)

第Ⅲ脳室壁刺激による脾臓容積の変動に就いて
脾臓の神経支配に就いては未だ決定的結論は得

られてはおらず、此れまでの報告は概して末梢の機能的研究が多くその結果、個々の現象にわたる感がある。

脾臓が中枢神経支配下でその機能を営んでいる事は事実であるにもかかわらず、脾臓に対し間脳への刺激或いはこの麻痺がどのような影響を及ぼすかに就いての報告を未だ見ない。著者等は成犬を用い口蓋帆より間脳底部、第Ⅲ脳室壁を露出し灰白隆起部に相当する部位を基準に選り室壁の各部に矩形波刺激を与え、Oncometerによる脾臓容積の変化並びに、血圧、心搏動(心電図)及び末梢血管の変化をも検し、その関連性に就いて吟味した所、次の如き結果を得た。

I. 腹内側核、腹外側核を刺激した場合には、脾臓容積の縮小同時に血圧の上昇、心搏動の促進、腸間膜血管の収縮を見た。

Ⅱ 前側核、乳頭体を刺激した場合には前項と全く反対の結果を見た。

Ⅲ. 内臓神経切断後、室壁各部を刺激した場合には脾臓容積、血圧、心搏動及び腸間膜血管に認むべき変化が見られなかった。

Ⅳ. 横隔膜下迷走神経切断後、室壁各部を刺激した場合にはI、Ⅱと全く同様の結果が見られた。

以上から著者等は臓脾が第Ⅲ脳室壁に存する神経細胞の影響を受ける事を、腹内側核、腹外側核の刺激が脾臓容積を縮小し同時に血圧を上昇させ、前側核、乳頭体の刺激は脾臓容積を拡張し同時に血圧を下降させる事を、刺激による脾臓容積変動と末梢血管は同様の变化傾向である事を、又脾臓への刺激伝導路は内臓神経系に依るものが強く作動し、横隔膜下迷走神経に依る脾臓に関する作動は少い事を認めた。

(以下次号に掲載の予定)