

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

36巻 1号 1974

原 著

横田敏勝：Platform technique による単位ニューロン活動の研究法	1
酒井秋男：血液ヘマトクリット値と右心室重量. I	8

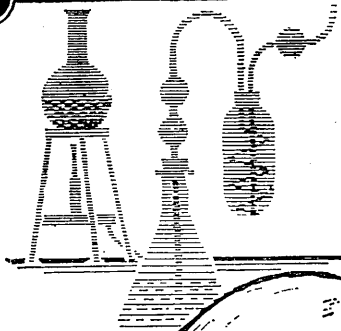
短 報

OBARA, S.: A triggered IC calibrator for use in electrophysiological experiments	17
ITO, F. and KANAMORI, N.: Abortive spikes recorded intracellularly from sensory nerve terminals in the frog muscle spindle	19
学会抄録 第48回近畿生理学談話会	21
北海道地方生理学分科会	26
Jap. J. Physiol. 第23巻第1～2号掲載論文の和文抄録	35
資 料 生理学学生実習設備改善のための調査結果	43
会 報 日本生理学会会則	47
日本生理学雑誌投稿規定	48
日本生理学会事務局よりのお願ひ	49

1
2
3
4

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



ラット Donryu

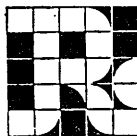
特長

- (1)吉田肉腫に対して高感受性を有す。
- (2)温順、発育良好、飼育容易。
- (3)性周期4日で安定。Skin Graft 高率。
- (4)毒性、栄養、薬理、内分泌その他、
広く用いられます。

Donryu Rats を作り出した日本最大の
Conventional Rats 生産専門メーカー
です。今後なお皆様のお役にたつため
量・質ともに向上するよう努力いたし
ます。

飼育系統——〈Donryu〉〈Wistar〉〈Buffalo〉

ドンリュウラット T.D 967394
Donryu-rat T.D 995227



日本ラット(株)

埼玉県浦和市根岸608-3
TEL(0488)61-6850・6401

Platform technique による単位ニューロン活動の研究法

612. 813 : 612. 014. 421

横 田 敏 勝 (北海道大学歯学部口腔生理学教室)

A stereotaxic platform technique Toshikatsu YOKOTA (*Department of Physiology, Hokkaido University School of Dentistry*)

Methods of a stereotaxic chronic experiment on awake, sitting squirrel monkey has been described.

A stereotaxic platform with holes for electrode guides has been designed to be rigidly held in the Horsley-Clarke apparatus. The platform is fixed above the scalp on four screws cemented in the skull. The holes for electrode guides are in rows 1 mm apart and are stereotaxically oriented to conform with planes of the stereotaxic brain atlas. The electrode guides are made of short lengths of No. 22 gauge stainless steel hypodermic tubing. The guide provides a protective sheath for the microelectrode when it is inserted into the brain and thereafter maintains it in the correct orientation as it is lowered by a micromanipulator.

Microelectrodes are made from either insulated platinum-iridium wire or glass capillary. The platinum-iridium wire is electrically sharpened so as to have a taper of about 22° and a tip of 1 μ. Insulation is applied under microscopic control by lowering the electrode, tip upward, into Gray primer paint until all but the tip is submerged. The insulated electrode is supported within a shank of No. 28 gauge tubing which fits snugly within the electrode guide. The glass capillary is first drawn to a diameter of 0.5 mm and then inserted into a 30 mm sleeve of No. 22 gauge stainless steel tubing. The tip is drawn to a diameter of 0.1-0.5 μ with a vertical pipette puller. The sleeve is later used as an electrode guide.

During an experiment, the squirrel monkey sits in a special chair which prevents movement of the head and flexion of the neck. After selecting a hole of the platform at the desired coordinates, a drill of exact size is introduced, and an opening is made in the skull for the electrode guide.

〔J. Physiol. Soc. Japan (1974) 36, 1-7〕

key words : stereotaxic platform technique, squirrel monkey.

霊長類の脳の単位ニューロン活動を無麻酔下に導出する試みが我が国でも広く行なわれるようになった。私もリスザルの視床単位ニューロンの細胞外スパイク電位 (Yokota & MacLean, 1968)³⁾や、海馬錐体細胞の細胞内電位 (Yokota, Reeves & MacLean, 1970)⁴⁾の導出を行ったので、その実験法の詳細を報告し、参考に供したいと思う。

われわれが用いた方法は、所期の座標に一致した小孔をもつ厚さ 0.5 cm の合成樹脂製 Platform を頭蓋上に装着して、電極外套をこの小孔に保持させ、この外套を guide として、記録用微小電極を micromanipulator によって脳内に滑り込ませるもので、かつて黒津 (1953)¹⁾が視床下部の電気刺激に用いた方法と同様な発想に基づくものである。

I. Platform の作り方

Platform は中央部に 1 mm 間隔で、20行30列合計 600 個の小孔を持った 10 cm × 10 cm × 1 cm の真鍮製型板によって作られる。型板の小孔は 22 番注射針の外径と同じ口径をもっている。

まず、透明な Scotch tape を型板に貼った後、長さ約 10 cm の 22 番注射針用のチューブを所期の座標と一致するいくつかの小孔に挿入する。このとき正中線上の一カ処を基準点すなわち F=0 と定めて、これとその前方 5 mm (F=+5) および 10 mm (F=+10) にチューブを入れ、platform を頭蓋上に装着する際の guide とする。

次に、一対の L 型アルミニウム・ブロック (厚さ 5 mm) を型板上に固定して、3 cm × 4 cm × 0.5 cm の注入槽を作り、このブロックの

おのおのから注入槽の側面に、その先端部が脳定位装置の earbar の先端と同型のねじを2個ずつ突出させる。

ここで、Rulon Spray Mold Realse を注入槽の内面に噴霧し、所定の溶媒に溶かした合成樹脂 Quick Mount (Fulton Metallurgical Products Corp., Pittsburgh, Pa.) を注入する。

約20分間放置して、合成樹脂が十分固まるのを待ち、まずブロックの側方のねじ、次いでブロックを外し、型板に挿入したチューブを抜き取ると、platform ができ上がる。

II. Platform の装着法

動物を nembutal で麻酔した後、platform を無菌的に頭蓋の約5 mm 上に装着する。

この場合、リスザルの頭部をネコにおけるのと同じ要領で、Horsley-Clarke 脳定位固定装置に固定する。

まず、頭皮を消毒して、正中切開を加え、次いで正中線の側方11 mm, earbar の前方15 mm および後方10 mm を中心に、側頭筋の一部を切除して頭蓋骨の4カ処を左右対称に約12 mm 四方ずつ露出し、骨膜を剝離する。

これら4カ処のそれぞれに歯科用ドリルで巾約2.5 mm のT型の孔をあけ、それに直径2 mm, 長さ8 mm のSheatz Screw (Sheatz, 1961)²⁾の扁平な頭(直径4 mm)を入れて、ナットでゆるく留めた後、歯科用セメント(Caulk "Grip")でしっかりと固定する。この場合、ナットできつく締めると骨壊死が起るので注意を要する。

セメントが乾いたらサルファ剤を散布し、創口を縫合閉鎖する。このとき頭皮のしかるべき部位に孔をあけ、4個のボルトを頭皮から突出させる。そこで、薄いポリエチレンとガーゼを重ねて適当な大きさに切り、ガーゼを上にして、ボルトに押しつけて穿孔しながら頭皮上におき座金を当ててからナットでゆるく固定する。

ここで動物の頭蓋に platform を装着するがその場合 platform の平滑面を上に向けて、そ

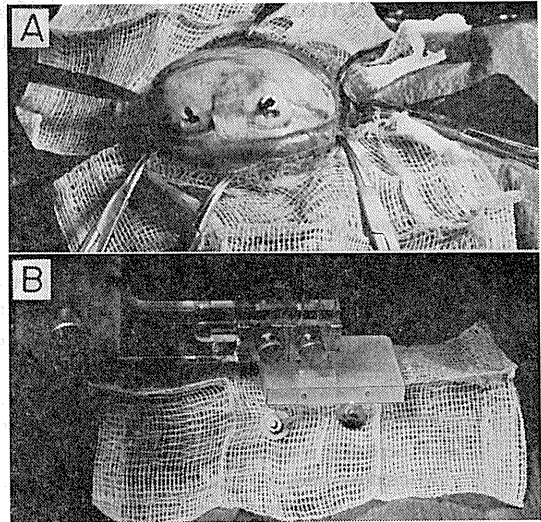


Fig. 1. Platform attachment. A : Fixation of Sheatz screws to skull. Following a midline incision, Sheatz screws used to support the platform are inserted between the skull and dura through 4 T-shaped openings made with a dental drill. A loosely applied nut holds each screw in place during the pouring and drying of the cement which binds it firmly to the skull. B : Platform placement above scalp for cementation. The skin incision is closed and the screws are exteriorated through small incisions made at the pressure point of the screws. A side-arm type of multielectrode carrier provides a simple means of holding the platform with 3 elongated needles while bringing it into position. With its smooth side facing upwards, the platform is held snugly against the lower surface of the carrier so as to be secured firmly in the horizontal plane. A sheet of plastic is applied to protect the scalp when the platform is cemented to the screws and a layer of gauze is added to serve as a matrix for the cement. The platform is lowered until it lightly touches the gauze. Space must be left above the scalp for the regrowth of hair.

の正中線上の $F=0$, $F=+5$ および $F=+10$ に22番注射針と同じ太さの針を入れ、これらを電極保持器に固定する。そして platform の $F=0$ および正中線が動物のそれらと一致するように調整しながら、頭蓋の約5 mm 上に platform を置く。

歯科用セメントをたっぷりと使って、platform の辺縁とボルト、座金、ナットおよびガーゼを接着する。

歯科用セメントが固まったら、platform の

装着状態を検定する。電極保持器に真直ぐな針を固定し、基準点すなわち正中線上の $F=0$ を電極標点測定器で読み取ってから、電極保持器を脳定位固定装置につけ、頭蓋上に装着した platform の基準点がずれていないことを確かめる。次いで電極保持器を前後にずらしながら、正中線が合っているかどうかをみる。そして最後に platform の孔のない部分に針を触れさせながら platform の中心部および四隅の高さを測り、platform が傾いていないことを確かめる。

以上で platform の装着が終了するが、実験はこれから2日以上たってから開始する。最初の1, 2回の実験終了後、記録電極を脳内に入れて platform に固定しておき、レントゲン写真をとると、その後の実験の正確を期するのに役に立つ。

Ⅲ. 記録用微小電極

a. 白金イリジウム微小電極

細胞外スパイク電位の導出には、白金イリジウム微小電極を使用した。これは一端を電解研磨して、その尖端の一部以外を絶縁した白金イリジウム線(白金70%, イリジウム30%)電極である。

1. 電極外套の作成

電極の作成に当っては、まず28番および22番注射針チューブをそれぞれ32mm および15mm に切断する。切断した注射針チューブの両端はしばしば閉塞しているのので、まず昆虫針で広げて開放し、次いで研磨する。研磨は濃塩酸に炭素電極を入れ、スライダックの出力を調整して、炭素電極と注射針チューブの間に約80mAの交流を通じて行う。毎回の通電時間を約1秒として6回電極を出し入れする。それが終わったら1% Na_2CO_3 , 1%酢酸, ethyl alcohol および xylol に順次浸して酸を除去する。

2. 電解研磨

白金イリジウム線は直径 100μ のもので、その両端のそれぞれを無鉤鉗子でつまんで、一方の鉗子を持ち、他方を釣り下げておいて、炎を

弱くしたガスバーナで加熱する。炎から離して冷却するまで鉗子を保持し続けると、白金イリジウム線はまっすぐになる。

まっすぐになった白金イリジウム線を47mmに切断し、片方の端から約2mmのところをピンセットで軽く折り曲げ、その部分を含めた約5mmを28番チューブに刺入する。

白金イリジウム線を刺入した28番チューブを micromanipulator で保持し、電解研磨に移る。電解液は NaCN 50%, NaOH 30%の溶液で、これをシャーレに入れ、液面に xylol を浮べて空気に直接触れないようにしておく。電解用の不関電極には直径約1mmの白金棒を用いる。電解用電源は商用交流電源の電圧をスライダックで落したものである。

最初、スライダックの出力を5~6Vにセットして電解電流が45mAになるように調整し、micromanipulator をゆっくり上下して尖端部を10~15回電解液に浸す。次いで、出力電圧を1~1.5Vとして、9mAの電流を流すように再調整し、10~15回電解液に浸す。それが終わったら、尖端の直径が 1μ 、角度が約 22° であるかどうかを顕微鏡下に確かめ、この条件を満たさないときにはさらに電解を続ける。

以上の操作が済んだらスライダックの出力を半分に落とし、電流値を4.5mAとして4~8回電解液に浸して電解の仕上げを行い、水道水、続いて toluene、最後に ether で洗浄する。

電解研磨のすんだ白金イリジウム線は、micromanipulator によってその尖端の10~15 μ を0.5% PtCl 溶液に入れ、1.5V乾電池の陰極に白金イリジウム線を、陽極に1.5M Ω の抵抗を介して白金棒不関電極をそれぞれつないで、3~5秒間通電し、白金黒メッキする。

3. 絶縁

電極の絶縁は micromanipulator に固定したL型の針金の先のクリップで、研磨した尖端を上に向けて電極他端をはさみ、DuPontのGray Primer Paint No. 828-014の中へ徐々に浸して行なう。

まず、モーターにより、毎秒0.65mmの

速度で micromanipulator を下げ 先端部の 0.5 mm を残したところでモーターを止める。その先は、双眼実体顕微鏡でみながら絶縁塗料の表面に先端部の約40 μ だけが突出するまで手によって徐々に micromanipulator を下降させる。そこで今度はモーターを逆に回転させ、毎秒 0.65 mm の速さで電極を上げる。次いで電極をクリップから外し、先端を上にして、クリップにはさんでおいた部位をゴム粘土に刺し、ピーカーで被って約20分間放置した後、190°Cの乾燥器に約20分間入れる。このような被覆絶縁を2~4回反復する。

4. 検定

電極がその先端の約30 μ 以下を残して、絶縁

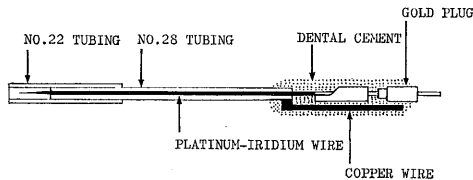


Fig. 2. Platinum-iridium microelectrode. An insulated platinum-iridium wire is supported within a shank of stainless steel hypodermic tubing which fits snugly within the electrode guide. The guide sheathing the electrode serves both to protect the electrode tip when it is introduced into the brain and to maintain the electrode in the correct stereotaxic plane as it is lowered by a micromanipulator.

塗料によって被覆されたことを顕微鏡下に確認した後、Tektronix type 130 L-C Meter により 135 kHz で電気容量を測定して電極の検定を行う。

検定に先立ち、0.5%寒天を生理食塩水に溶かして広口瓶に固めたものを冷蔵庫から取り出し、不関電極としての白金棒を刺入する。

電気容量は、電気容量計につないだ白金イリジウム電極を micromanipulator によって徐々に寒天内に刺入して測定する。通常、電極の先端が寒天に接触すると1~2 pF の振れがみられ、電極の露出部がさらに下降する間は電気容量が次第に増加する。しかし、それを過ぎて被

覆部に及ぶと plateau に達する、つまり plateau に達するときの micromanipulator の読みから露出部の長さを知ることができる。また一旦 plateau に達してから突然電気容量が2 pF 以上増すようなら、絶縁が不完全で露出部があることを示す。

このようにして測られた電極先端部の電気容量が30 pF 以下であれば、使用に耐えると判定される。なお、電極の電気容量は測定に用いる交流の周波数の影響を受け、周波数が低いと小さな値をとる。

5. 仕上げ

白金イリジウム線を、28番注射針の入口で切断する。

新しい28番注射針チューブ(長さ32 mm)をとって、それに22番注射針チューブ(15 mm)をかぶせ、28番注射針チューブの一端の外側に、直径0.25 mm、長さ16 mmの銅線を半田付けした後、その反対側に被覆絶縁した白金イリジウム線(42 mm)を切断端から刺入する。白金イリジウム線が先端から約4 mmを残すに至ったとき刺入を中止すると、チューブの反対側から約6 mmの白金イリジウム線が外に出る。そこで注射針チューブの端およびそれに半田付けした銅線の接着部と、そこから突出した白金イリジウム線を、マッチの頭ぐらいの歯科用セメントで固定する。

次に、28番チューブから突出した白金イリジウム線の切断端から約3 mmにわたって絶縁塗料を安全カミソリの刃で剝離する。そして、miniature Winchester socket から外してえられる金メッキのついた connector のオスに白金イリジウム線の露出部を入れ、ラジオペンチでつまんで、接触を確実にする。

銅線の遊離部分を connector に近づけ、歯科用セメントで銅線全体を覆うようにして、銅線、白金イリジウム線、28番注射針チューブおよび connector を接着固定する。

最後に、28番注射針チューブにかぶせておいた22番注射針チューブを、電極先端の約3 mm先に達するまで滑らせ、白いビニール・テープ

で22番チューブと28番チューブを接着固定する。

b. ガラス微小電極

細胞内電位の導出にはガラス毛細管微小電極を使用する。これを作るには、直径2mmのガラス毛細管を、弱いガスバーナの炎で加熱してから両手で直径0.5mmに引いた後切断し、引いて細くした部分を長さ30mmの22番注射針チューブに入れておく。チューブを通過しうる部分の長さは、目的とするニューロンの存在部位の深さによって決められる。次いで切断端を直径2mm、長さ10mmのガラス毛細管に融着し、22番チューブと、融着した毛細管の部分で Winsbury 型の vertical pipette puller に固定し、尖端が $0.1\sim 0.5\mu$ になるように引く。

その先は、通常のガラス毛細管電極作成法にしたがうが、電解液の充填が終わったところで miniature Winchester socket のオスの connector に接続した充分な長さの 100μ 白金線をガラス毛細管電極の中に入れ、connector と毛細管の太い方の端を歯科用セメントで固定する。

最後に、22番チューブを電極尖端の約3mm先に達するまで滑らせ、チューブとガラス毛細管をビニール・テープで接着する。

IV. ニューロン活動の記録

実験台に固定した特別な小椅子に動物を坐らせ platform の側孔に2対の earbar を入れて、水平に保持された Horsley-Clarke 脳定位固定装置に platform を固定する。この小椅子は、坐位のリズガルの体に合わせてギプス膏で作ったもので、綿花で覆って使い、その肩の部分と platform の同側前側縁を実験中だけ歯科用セメントで接着する。

電極刺入に先立ち、所期の座標に相当する platform の孔より注射針を刺して、頭皮を novocain で麻酔し、pin vice に挟んだ79番ドリルを同じ孔に入れ、手で pin vice を回転させながら頭蓋骨を穿孔する。

ここで一人の術者が電極を垂直に保持し、電

極の外套とした22番チューブを platform の孔に入れ、静かに圧を加え、すでに穿孔した頭蓋骨、次いで脳硬膜を徐々に貫通させ、電極のビニール・テープをとる。他の術者は、miniature Winchester socket のメスの connector をつけた micromanipulator を前後左右に動かし、電極のオスの connector と micromanipulator のメスの connector が殆ど接触する位置にもつて来る。ここで、micromanipulator をしっかりと固定し、先の術者は保持した電極をわずかに持ち上げて、オスとメスの connector を接合する。

以上で準備を終了し、あとは micromanipulator を徐々に下降させ、電極尖端を脳内に滑り込ませる。

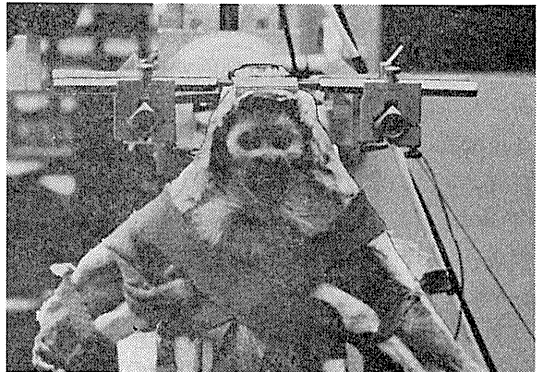


Fig. 3. A squirrel monkey sitting in a special astronaut-like chair. An orthopedic plaster half-cast spans and supports the animal's head, back and arms. Four indentions in the platform allow the head to be supported by 2 pairs of earbars of a Horsley-Clarke apparatus.

実験中は適時、水、果物（ぶどう、バナナなど）、牛乳、ピーナッツなどを与え、動物が落ち着きがなくなったときは、 2 mg/kg 程度の nembutal を腹腔内に注射して鎮静させる。

原則として、毎回の実験で微小電極を一カ処に刺して、1本の track を調べるに留め、次の実験は2日以上経ってから行う。脳の損傷を少なくするため、各 track の間隔を2mm以上に保ち、10~12本の track を調べたところで、個々の動物についての実験の終りとする。な

お、同一 track に電極を 2 本刺したり、電極を上げ下げすると出血による脳損傷が起るので、これらは禁忌である。

V. 記録部位の同定

毎回の実験終了時、各 track で最も重要と思われる unit の得られた点に電極尖端をもどす。そこで、微小電極を 1.5 V 乾電池につないで接地電極との間に正負の方向にそれぞれ 40 秒づつ電流を流してからその位置に留め、歯科用セメントで platform に接着固定する。

すべての実験が終わったところで nembutal 麻酔下にまず 37°C の生理食塩水、次いで 10% formalin を心臓に注入して動物全体を環流し、電極の入った脳を in situ に固定する。

固定された脳から厚さ 50 μ の凍結切片を作り、cresyl violet および Weil-Weigert の Lillie 変法で 1 枚づつ交互に染色する。通電しておいた電極尖端部には cresyl violet に濃染する gliosis と Weil-Weigert 染色に染まらない脱髄とが認められるので、この尖端部を基準に各 unit が得られたときの micromanipulator の読みから、それぞれの部位を同定する。

なお、細胞外スパイク電位記録用の白金イリジウム電極は、一般に細胞層の unit のみを拾い上げるので、このことも各 unit の記録部位同定の参考となる。

VI. 記録成績

白金イリジウム線微小電極による細胞外スパイク電位は、電極尖端が 15~25 μ 露出し、電気容量が 10~15 pF の場合に最も多くの単一ニューロンを拾い上げることができた。この電極は機械的に安定で、保存に耐えるが、記録部位を同定するために電流を流すと、通常尖端が破壊された。

ガラス毛細管電極による細胞内電位は、3 M KCl を充填した場合には、電気抵抗が約 20~24 M Ω のとき成功率が高かった。無麻酔リスザルの内嗅領ニューロンの嗅球電気刺激による EPSP と、そのニューロンの局在を示す顕微鏡

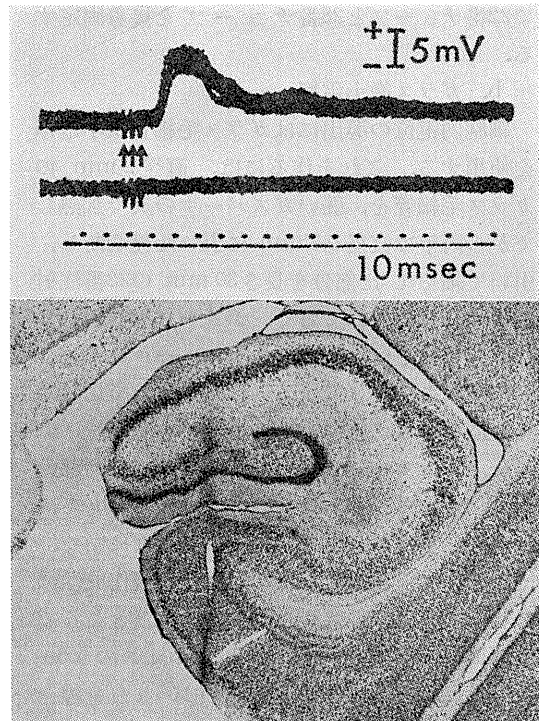


Fig. 4. Intracellular recording from a neuron in the entorhinal cortex. The neuron responded with an EPSP to stimulation of the olfactory bulb every 2 seconds. The locus is indicated by the arrow.

写真を Fig. 4 に示した。

VII. 本法の特色

この方法の特色としては、まず第一に、無麻酔動物について脳定位固定法による深部ニューロン活動の記録が可能なことである。リスザルの脳に関しては、すでに 2 種類の stereotaxic brain atlas (Gergen & MacLean, 1962; Emmers & Akert, 1963) が刊行されているのでこの利点を大いに活用することができる。

第二の特色は、頭蓋をほとんど閉鎖したままの状態ですべて単位ニューロン活動を記録できることである。

第三の特色は、刺入した電極を長期にわたって platform に固定できることで、この特色は刺激電極の埋め込みに有利なばかりでなく、単位ニューロン活動の記録部位を後日に同定する場合にも偉力を発揮する。

文 献

- 1) Kurotsu, T. (1953) Our experimental method for studies on hypothalamus. *Med. J. Osaka Univ.*, **4**, 171-174
- 2) Sheatz, G. C. (1961) Multilead electrode holders in chronic preparations. In D. E. Sheer (ed.), *Electrical Stimulation of the Brain*. University of Texas Press, Austin, 45-50
- 3) Yokota, T. & MacLean, P. D. (1968) Fornix and fifth-nerve interaction on thalamic units in awake, sitting squirrel monkeys. *J. Neurophysiol.*, **31**, 358-370
- 4) Yokota, T., Reeves, A. G. & MacLean, P. D. (1970) Differential effects of spetal and olfactory volleys on intracellular responses of hippocampal neurons in awake, sitting monkeys. *J. Neurophysiol.*, **33**, 96-107



血液ヘマトクリット値と右心室重量 612. 111. 2 : 612. 17-087

I. ヒメネズミ (*Apodemus argenteus*) の血液ヘマトクリット値と右心室重量の季節並びに緯度に伴う変化

酒 井 秋 男 (信州大学医学部順応医学研究施設)

Hematocrit and right ventricular weight. I. Seasonal and latitudinal changes in hematocrit and right ventricular weights of wood mice,

Apodemus argenteus Akio SAKAI (Department of Physiology, Institute of Adaptation Medicine, Faculty of Medicine, Shinshu University)

The wood mice, *Apodemus argenteus*, are distributed widely in Japan. Therefore the seasonal and latitudinal changes of the ventricular weight and hematocrit were studied in wood mice. Wood mice were captured by traps in Mt. Kirigamine (Central Honshu, 1200 m above sea level) in summer (Group I), in autumn (Group II) and in Mt. Hakkōda (Northern Honshu, 920 m above sea-level) in summer (Group III).

The ventricular weights and hematocrit (Ht) were compared among three groups of wood mice.

1. Total ventricular weight (TVW), left ventricular weight (LVW) and right ventricular weight (RVW) in the three groups was plotted against the body weight (BW). The allometric equation $y = bx^a$ was applied for the data. TVW, LVW and RVW were always heavier in group II and III than in group I over all ranges of the body weight.

2. The TVR (TVW/BW), RVR (RVW/TVW) and Ht of adult wood mice with the similar range of the body weight (13-16 g) were compared among three groups. TVR, RVR and Ht were significantly larger in group II and III than in group I.

3. TVR and RVR in the three groups were plotted against Ht. A strong positive correlation ($r = 0.63, p < 0.01$) was demonstrated between Ht and TVR. A strong positive correlation ($r = 0.73, p < 0.01$) was demonstrated between Ht and RVR. The strong positive correlation between Ht and RVR suggested that the right ventricular hypertrophy was a result of increased Ht due to the environmental temperature.

〔J. Physiol. Soc. Japan (1974) 36, 8-16〕

key words : right ventricular hypertrophy, hematocrit, high altitude, adaptation.

I. 結 言

高所環境に生息する動物は、その順応現象の一つとして心臓重量の増加、特に右心室の増大が認められる。そしてこの出現機序として、一般的には低酸素環境に対する、肺血管の収縮→肺循環抵抗の増大→右心室肥大として説明されている。しかし、このことと関連して、野生小哺乳類の右心室について季節的にそのちがいを検討した結果では、生息地の海拔高度は同一にもかかわらず、右心室重量は明らかに冬季個体

群が夏季個体群に比して大きい¹⁹⁾²⁰⁾。このことは、低温環境下においても高所の場合と同様な現象が起りうることを暗示している。そしてこれらの現象に共通していえることは、血液の性状、特に、血液ヘマトクリット値(Ht)の変化である。すなわち、血液粘性との相関が強いといわれている Ht 値は海拔高度に伴ってその値は大きくなり、また季節変化に関しても冬季個体群が夏季個体群よりその値が大きく、右心室の変化と対応している。このことは、従来の一般的解釈とは別に、先ず環境条件に対応して血液性状の変化が生じ、その二次的結果として右心室の変化がもたらされると考えられる。またも

しこのような血液性状と右心室とが因果関係にあるとすれば、血液 Ht 値の変異の方向と右心室の大きさの変異の方向は一致し、両者の間に正の相関関係が存在することが予想される。したがって今回はこれらの点を解明する一手段として生息地の海拔高度を一定とし、環境温度のちがいに注目して、血液 Ht 値と右心室の大きさとの関係を検討してみた。すなわち本州中部の霧ヶ峰高原で捕獲したヒメネズミ (*Apodemus argenteus*) と本州北部の八甲田山で捕獲したそれと比較して、生息地の緯度によるちがいを検討し、さらに、霧ヶ峰においては夏季(8月)に捕獲したものと、秋季(10月)に捕獲したそれと比較して季節に伴う差を検討した。なお、このような野生小哺乳類を研究対象とした理由は、これらは実験動物とは違ってその環境に幾世代もの間種族維持を重ねて、分布、生活しているものであり、その意味では生物学的にその環境に順応した形態を示していると考えたからである。

II. 材料および方法

標本は1971年8月3日～5日にかけて本州中部の霧ヶ峰高原(海拔1,200 m 地点)において捕獲したヒメネズミ23個体(グループ I)、同年10月7日～9日にかけて捕獲したものの5個体(グループ II)、および同年8月18日～20日にかけて本州北部の八甲田山(海拔920 m 地点)において捕獲したものの24個体(グループ III)の3グループ合計52個体であり、各個体について血液 Ht 値および心室重量を測定し生息環境の季節および緯度による差を検討した。夕刻に野ネズミ用生捕りワナをセットし、夜中または翌朝そのワナを回収することによって標本をえた。捕獲された標本は直ちにエーテルで麻酔し、頸静脈より採血した。採血した血液はヘパリンで凝固阻止し、毛細管法により Ht 値を測定した。遠沈の条件は3,000回転30分値である。心臓標本の作成については従来通り Fulton 方式⁴⁾にした

がって心室を左・右各心室に分離した。分離した標本は10%フォルマリン液に2～3日間固定し、その後乾燥の割合による誤差をさけるため標本を孵卵器に入れ80°C、24時間以上の乾燥標本にしてその重量を測定した。調査地域の気温は Table 1 に示してあるが、その地域の調査期間を含めて10日間の平均気温を算出した。グループ I では平均気温 21.4°C (最高 26.7°C, 最低 16.2°C), グループ II では平均気温 8.5°C (最高 12.9°C 最低 4°C), グループ III では平均気温 16.2°C (最高 19.5°C, 最低 13.9°C) で、グループ I を基準にしてグループ II との間には 12.9°C の気温差(季節によるちがい)があり、またグループ III との間には 5.2°C の気温差(緯度によるちがい)がある。心臓重量および血液 Ht 値は当然海拔高度に伴って変化するものであるから標本の比較の際には同海拔のもので比較しな

Table 1. Total ventricular weight, right ventricular weight, hematocrit value, right ventricular ratio and total ventricular ratio in wood mice, *Apodemus argenteus*, captured at different season and latitude

Region		Mt. Kirigamine (Central Honshu, 1200 M above sea-level)		Mt. Hakk5da (Northern Honshu, 920 M above sea-level)			
Group		I		II		III	
Season		Summer (Aug.)		Autumn (Oct.)		Summer (Aug.)	
Latitude		36°10'		36°10'		40°49'	
Environmental temperature (°C)	Mean	21.4		8.5		16.2	
	Max. Min.	26.7 16.2		12.9 4.0		19.5 13.9	
N	♂	12		-		8	
	♀	9		5		8	
Total		21		5		16	
BW (g)	♂	18.5 ± 1.68*		-		16.00 ± 1.48	
	♀	17.22 ± 6.21		13.80 ± 4.15		16.12 ± 2.73	
Total		17.80 ± 2.51		13.80 ± 4.15		16.06 ± 1.35	
TVW (mg)	♂	22.57 ± 1.95		-		23.65 ± 2.36	
	♀	18.93 ± 6.69		25.36 ± 6.87		24.05 ± 3.92	
Total		17.80 ± 2.51		25.36 ± 6.87		23.16 ± 1.39	
RVW (mg)	♂	5.51 ± 0.39		-		6.25 ± 0.69	
	♀	4.57 ± 1.54		7.42 ± 1.76		6.83 ± 0.89	
Total		5.11 ± 0.65		7.42 ± 1.76		6.73 ± 0.49	
Ht (%)	♂	44.09 ± 3.14		-		51.98 ± 1.17	
	♀	44.55 ± 2.43		51.20 ± 2.54		49.05 ± 3.26	
Total		44.27 ± 1.91		51.20 ± 2.54		50.51 ± 1.80	
RVW — TVW (%)	♂	24.54 ± 1.20		-		28.02 ± 2.00	
	♀	24.32 ± 4.11		29.40 ± 2.32		28.58 ± 1.38	
Total		24.44 ± 0.83		29.40 ± 2.32		28.30 ± 1.07	
TVW — BW (mg/g)	♂	1.23 ± 0.077		-		1.47 ± 0.072	
	♀	1.15 ± 0.083		1.84 ± 0.168		1.50 ± 0.177	
Total		1.18 ± 0.059		1.84 ± 0.168		1.48 ± 0.083	

*: 95% confidential limits of the population means. N: No. of individuals. BW: Body Weights. TVW: Total ventricular weights. RVW: Right ventricular weights. Ht: Hematocrit values.

ければ意味をなさない。この点霧ヶ峰の調査地は海拔 1,200 m で、八甲田山では海拔 920 m である。したがって両者間の比較には当然海拔高度のちがいも考慮に入れなくてはならない。しかし、その差は海拔約 200 m であり、この程度の標高差は過去の調査結果からみてほとんど影響を示さない。でグループ I とグループ III との差は緯度のちがいによるものと考えて検討を進めた。また全心室重量、右心室の相対的大きさおよび血液 Ht 値は雄でやや高い値を示す傾向が認められるが、今回のような地理的、季節的差異を検討する場合、その差は極く小さいため雌雄一括して検討した。

III. 結 果

1. 各心室重量

霧ヶ峰の 8 月の個体群 (グループ I)、10 月の個体群 (グループ II) および八甲田山の 8 月の個体群 (グループ III) の各々 3 グループについて、体重に対して各心室重量 (全心室重量、右心室重量、左心室重量) を両対数図にプロットするといずれの場合もほぼ直線となりアロメトリ式 $y = bx^\alpha$ が適用できる。最小自乗法により相対成長係数 α および $\log b$ の値を算出すると Table 2 のごとくなる。

i. 全心室重量: グループ I, II および III の各個体群について、体重に対して全心室重量をプロットすると Fig. 1 の如くなる。相対成長係数 α の値はそれぞれ 0.94, 0.87, 0.60 でいずれも $\alpha < 1$ の negative allometry を示している。この

ことは体が大きくなる程相対的に全心室重量は小さくなることを意味しており、哺乳動物共通の一般的傾向といえる。ここで注目されることは、グループ I におけるアロメトリ関係に対し、グループ III の個体群はその回帰直線がグル

Table 2. Allometric growth constants of the ventricle against the body weight

	Group	N	α	Log b
Total ventricular weight	I	23	0.940	0.143
	II	5	0.872	0.410
	III	24	0.607	0.643
Left ventricular weight	I	23	0.970	-0.0183
	II	5	0.948	0.172
	III	24	0.686	0.400
Right ventricular weight	I	23	0.850	-0.350
	II	5	0.696	0.077
	III	24	0.532	0.188

The allometric equation is $y = bx^\alpha$. The logarithmic form is $\log y = \alpha \log x + \log b$. In this equation, y is the each ventricular weight, x is the body weight, α is the slope of the line and b is the intercept. N: No. of individuals. I: Samples from Mt. Kirigamine in summer. II: Samples from Mt. Kirigamine in autumn. III: Samples from Mt. Hakkōda in summer.

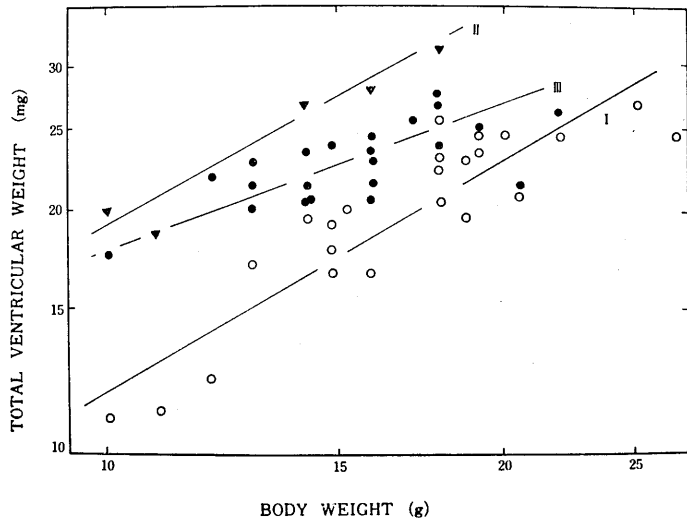


Fig. 1. Allometric growth of total ventricular weight against body weight in wood mice, *Apodemus argenteus*, captured at different season and latitude. I (○): Samples from Mt. Kirigamine (Central Honshu, 1,200 m above sea-level) in summer (Aug.). II (▲): Samples from Mt. Kirigamine in autumn (Oct.). III (●): Samples from Mt. Hakkōda (Northern Honshu, 920 m above sea-level) in summer (Aug.).

ープ I のそのの上方に平行して位置し、またグループ II の回帰直線はさらにそれらの上方に平行的に位置していることである。換言すれば、捕獲された個体が幼体であるか成体であるかにかかわらず全心室重量の大きさはグループ I < III < II となっている。このことは各グループの成体 (体重 13~16 g) について体重に対する全心室重量の相対的大きさを見れば一層明らかである (Table 1). すなわち、グループ I が 1.18 mg/g であるのに対し、グループ III は 1.48 mg/g, グループ II は 1.84 mg/g でありグループ I の値に対し、グループ II および III の値は推計学的にも有意差をもって大きくなっている。そしてこの序列は生息環境の気温のちがいと一致していることが注目される。すなわち、最も気温の高いグループ I で全心室重量の相対的大きさは最も小さな値を示し、気温の最も低いグループ II で最も高い値を示している。

ii. 左心室重量および右心室重量：心室を左・右各心室に分離し、その各々について体重に対する各心室重量を両対数図にプロットすると Fig. 2 の如くなる。この図からも明らかなように、プロットされた点は各グループともほぼ直線となりアロメトリ式 $y = bx^a$ が適用できる。相対成長係数 a の値はグループ I, II, III で左心室重量：体重の関係についてはそれぞれ 0.97, 0.94, 0.68 となり、また右心室重量：体重の関係については 0.85, 0.69, 0.53 といずれも $a < 1$ の negative allometry を示している。このことは全心室重量の場合と同様に体が大きくなるにしたがって各心室の相対的大きさは小さくなることを意味している。ここで注目されることは、全心室重量の場合と同様に、左心室重量についても右心室重量についてもプロットされた点がグループ I の個体群に対しグループ III で平行的にその上方に位置し、またグループ II ではさらにその上方に位置していることである。このことは幼体においてもまた成体にあいても左・右両心室共

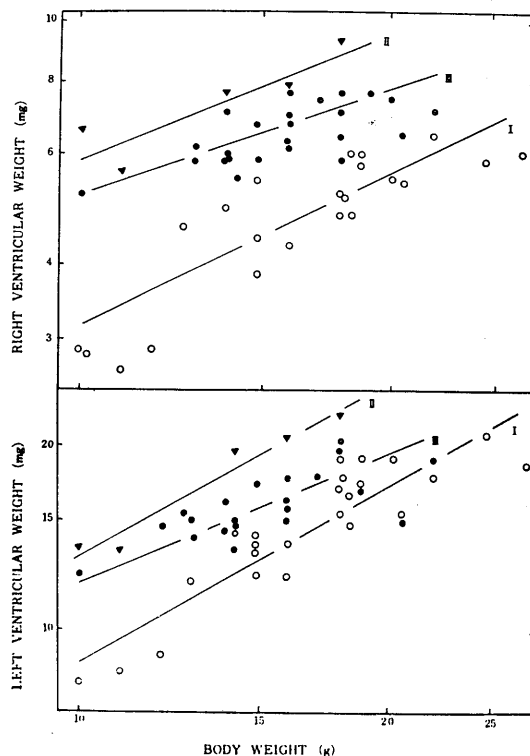


Fig. 2. Allometric growth of right and left ventricular weight against body weight in wood mice, *Apodemus argenteus*, captured at different season and latitude. I (○): Samples from Mt. Kirigamine in summer (Aug.). II (▲): Samples from Mt. Kirigamine in autumn (Oct.). III (●): Samples from Mt. Hakkōda in summer (Aug.).

にグループ I < グループ III < グループ II であり全心室重量の場合と全く一致した傾向にある。そしてグループ間の差は左心室重量におけるよりも右心室重量において著しい。このことは全心室重量に対する右心室重量の相対的大きさ (右心室重量/全心室重量) の関係を見れば一層明らかになる (Table 1). すなわち、右心室重量の相対的大きさはグループ I で 24.4% であるのに対し、グループ III では 28.3%, グループ II で 29.4% であり、全心室重量、左心室重量および右心室重量における序列と全く一致している。そしてグループ I と III および II との間には推計学的にも有意差が認められる。こうした差異は生息地の環境温度と密接に関連しており、

環境温度の低い所では左・右両心室共に大きいことを示している。そしてこの傾向は右心室においてより著しいといえる。

2. 血液ヘマトクリット値

Table 1 に示すように血液 Ht 値について比較すると、グループ I で 44.2%，グループ III で 50.5%，グループ II で 51.2% となっており、その序列はグループ I < III < II となっており既述した各心室重量の結果と全く一致している。そしてグループ I と III および II との間には推計学的に有意差が認められる。このことは生息地の環境温度の低下に伴って血液 Ht 値は増大することを示すものであり、こうした変化が心室重量、特に右心室重量の増大と密接な関連をもっていることが示唆される。

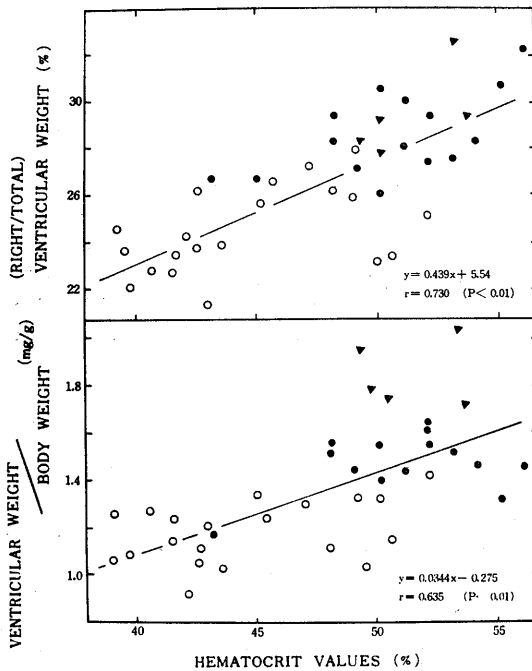


Fig. 3. Relationship of total ventricular ratio, total ventricular weight/body weight, and right ventricular ratio, right ventricular weight/total ventricular weight, to hematocrit values in adult wood mice, *Apodemus argenteus*, captured at different season and latitude. (○): Samples from Mt. Kirigamine in summer (Aug.). (▲): Samples from Mt. Kirigamine in autumn (Oct.). (●): Samples from Mt. Hakkōda in summer (Aug.). r: Coefficient of correlation.

3. 血液ヘマトクリット値と右心室の大きさとの関係

グループ I, II, III の各個体ごとに、横軸 (x) に血液 Ht 値、縦軸 (y) に全心室重量の相対的大きさ (全心室重量/体重) の値をプロットすると Fig. 3 (下) の如くなる。この図から明らかな如く全体的にはそれぞれの値は 1 本の直線のまわりにプロットされ Ht 値と全心室重量との間の相関がかなり高いことが示されている。相関係数を算出すると 0.63 となり、危険率 1% において有意である。最小自乗法によりこの直線の回帰方程式を算出すると $y = 0.0344x - 0.275$ となる。このことは血液 Ht 値と全心室重量の相対的大きさは関数関係にあり、仮りに血液 Ht 値が環境温度などに影響されて 10% 増大したと

すれば、それに伴って全心室重量の相対的大きさも 0.34 mg/g の割合で大きくなることを意味している。またプロットされた点の分布を見れば、グループ I ではこの直線関係を保ちつつ値の小さい方に、グループ II は大きな方に分布しており、グループ III はその中間に位置している。同様に血液 Ht 値：右心室の相対的大きさとの関係を見ると Fig. 3 (上) の如くなる。ここでも同様に血液 Ht 値と右心室の相対的大きさとの間にはかなり高い相関 ($r = 0.73$) があり、危険率 1% において有意である。最小自乗法により直線式を算出すると $y = 0.439x + 5.54$ となる。このことは仮りに血液 Ht 値が 10% 増大すれば、それに伴って右心室の相対的大きさも 4.3% の割合で増大することを意味している。ここでも各グループ間のプロットされた点の位置は全心室重量の相対的大きさの場合と全く同様に、グループ I ではこの直線関係を保ちつつ値の小さい方に、グループ II では大きな方に分布しており、グループ III ではその中間に位置していることが注目される。このことは各グループごとの平均値で示すと一層明らかである (Fig. 4)。すなわちグループ I では血液 Ht 値が低く、またそれに伴って全心室

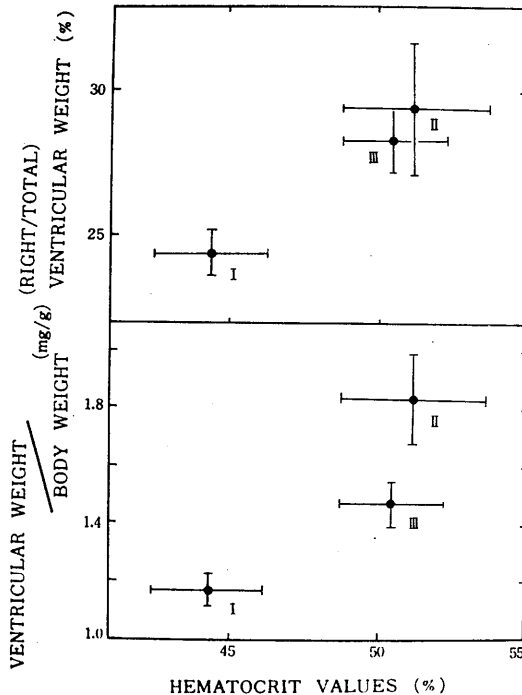


Fig. 4. Relationship of total ventricular ratio, total ventricular weight/body weight, and right ventricular ratio, right ventricular weight/total ventricular weight, to hematocrit values in adult wood mice, *Apodemus argenteus*, captured at different season and latitude. (I): Samples from Mt. Kirigamine in summer (Aug.). (II): Samples from Mt. Kirigamine in autumn (Oct.). (III): Samples from Mt. Hakkōda in summer (Aug.). Vertical and horizontal bars represent 95% confidential limits of the population means.

重量の相対的大きさも、右心室重量の相対的大きさも小さい。グループⅢ、さらにグループⅡでは血液 Ht 値が高くなり、それに伴って各心室重量の値も大きくなっていることが明らかである。そしてこの序列は先に述べたように生息地の環境温度の序列と一致しており、これらの値には生息地の環境温度のちがいが影響をおよぼしているといえよう。

Ⅳ. 考 察

高所環境に生息する動物の心臓の大きさについての報告はいくつかあるが、いずれの場合も

高所環境に生息する動物で心臓重量は大きく、しかもこれらは右心室の肥大によっている。すなわちヒトについては Kerwin⁸⁾ がレントゲン法により、また Rotta¹⁶⁾ がレントゲン法と心電図法により高地住民でいずれも心臓の大きさが大きいことを報告している。さらに Recavarrren & Arias-Stella¹⁴⁾¹⁵⁾ は高地住民の各年令群について検討した結果、新生児から老人に至るまでの全ての年令群で右心室肥大の見られることを報告している。一方ヒト以外の動物に関しては Hock⁶⁾ によるペロミスクス (*Peromyscus maniculatus sonoriensis*) の報告 Barron³⁾ による高地に放牧しているヒツジの報告などがあり、いずれも高地に生息するもので心臓重量は大きくなっている。また Hultgren & Miller⁷⁾ はモルモット、イヌ、ブタ、ウシについても高地生息動物で右心室肥大が認められることを報告している。また本州山岳地帯に分布するドブネズミ (*Rattus norvegicus*)、ヒメネズミ (*Apodemus argenteus*) についても同様に海拔高度の高い所に生息しているものほど全心室重量は大きくしかも右心室肥大を示している¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾。このように高所環境における動物の心臓に関してはいくつかの報告があるが、いずれの場合も高地のもので心臓は大きく、しかも右心室肥大を示している。ところで、このような右心室肥大がもたらされる原因について、一般的にうけいれられている説明としては、低酸素環境によって肺血管が収縮し、その結果肺血管抵抗が上昇し、右心室肥大がもたらされるという考えである。ところが、1970年富士山において高所環境における右心室の大きさを検討する一方季節的差異について検討した結果興味ある結果が見出された¹⁹⁾²⁰⁾、すなわち、同一海拔地域のものについては冬季のものの方が夏季のものより右心室は大きいことである。同海拔地域のもので差が見られるのであるから、これについてはいままでの一般的解釈のように低酸素環境を第1の原因としていることでは説明ができない。そこで注目されるのが血液 Ht 値の変化である。すなわち、血液の Ht 値は一般に高山に

生活するもの程その値は大きく⁶⁾¹⁰⁾、また季節的変動に関しては夏季より冬季の方が高い値を示している⁹⁾²²⁾²⁵⁾。そしてこの変化は右心室の変化と全く対応している。さらに同一地域に生息しているブタについて血液 Ht 値と右心室の大きさとの関係を見ると、両者の間に明らかな正の相関が認められる²¹⁾。以上のことを考え合わせると、高所環境に生息している動物に見られる右心室肥大は、先ず環境に対する適応としての血液 Ht の増加によって引き起こされるといってよいだろう。

本研究はこの考えをより確かなものとするために行なったものである。本州中部の霧ヶ峰高原が緯度 $36^{\circ}10'$ に対し本州北部の八甲田山が $40^{\circ}49'$ であり、八甲田山の方がより北方に位置しており、気温も約 5.2°C 低くなっている。このように地理的にはより北方の気温の低い地方に生息しているもので全心室重量、右心室の相対的大きさおよび血液 Ht 値の3形質共に大きくなっている。また同一地域の霧ヶ峰において8月に捕獲したものと10月に捕獲したものとの間では気温は8月が 21.4°C に対し10月が 8.5°C で10月の方が 12.9°C 低くなっており、気温の低い10月の個体の方が全心室重量、右心室の相対的大きさおよび血液 Ht 値の3形質共に大きくなっている。また、Fig. 3からも明らかな如く血液 Ht 値と右心室の相対的大きさ、また血液 Ht 値と全心室重量の相対的大きさとの間には明らかに有意の相関が認められる。このことは Ht 値の高い個体程全心室重量は大きく、しかも右心室肥大を示しているといえる。そして今回は、海拔高度を一定とし、季節的、地理的な環境温度のちがいに注目して研究を進めたのであるから、従来一般的に行なわれている、低酸素環境→肺血管の収縮→肺循環抵抗増大→肺高血圧→右心室肥大という解釈では説明できない。むしろこのような高所環境下および低温環境下に見られる右心室肥大は、先ずその環境に対して血液の性状、特に血液 Ht 値の変化による2次的結果であると解釈される。このような見解は Swigart²⁴⁾も述べている。その報告による

と、ラットおよびマウスに塩化コバルト等を注射し、人工的に polycythemia および hypervolemia を起こさせた結果、このような状態でも全心室重量の増大、しかも右心室肥大を起こすといわれ本研究の解釈と一致する。高所における右心室肥大を肺循環の面から検討した報告はいくつかあるが、それによると高地住民および動物で肺循環血液量の増大、肺高血圧肺動脈の中膜の肥厚などが認められている²⁾⁵⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²³⁾。したがって、以上の現象が血液 Ht 値の変化とどのように関連して右心室肥大をもたらしているかを解明しなければならない。この点についてはさらに詳細な研究が必要だと考えている。

V. 要 約

野生ヒメネズミ (*Apodemus argenteus*) を捕獲し血液ヘマトクリット値と心臓の大きさとの関係について生息環境の緯度によるちがいと季節によるちがいを中心にその相互関係を検討した。季節によるちがいは本州中部の霧ヶ峰高原において8月に捕獲したものと10月に捕獲したものについて比較し、また緯度によるちがいについては本州中部の霧ヶ峰高原(8月)で捕獲したものと本州北部の八甲田山(8月)で捕獲したものについて比較した。

1. 季節的ちがいについて：8月のものと10月のものとの間では生息地の平均気温はそれぞれ 21.4°C 、 8.5°C で10月の方が 12.9°C 低くなっている。そのような環境に生息しているヒメネズミについて、血液ヘマトクリット値はそれぞれ 44.2% 、 51.2% 。全心室重量の相対的大きさ(全心室重量/体重)はそれぞれ 1.18 mg/g 、 1.84 mg/g 、また右心室重量の相対的大きさ(右心室重量/全心室重量)はそれぞれ 24.4% 、 29.4% となっており3形質共に有意差をもってより気温の低い10月の個体で大きくなっている。

2. 緯度のちがいについて：霧ヶ峰のものと八甲田山のものでは両地域の緯度はそれぞれ $36^{\circ}10'$ 、 $40^{\circ}49'$ であり八甲田山の方がより北方に位置し、平均気温もそれぞれ 21.4°C 、 16.2°C で

あり八甲田山の方が 5.2°C 低くなっている。このような環境に生息しているヒメネズミについて、血液ヘマトクリット値はそれぞれ44.27%, 50.51%, 全心室重量の相対的大きさはそれぞれ1.18 mg/g, 1.48 mg/g であり、また右心室重量の相対的大きさはそれぞれ24.4%, 28.3%であり3形質共に有意差をもって生息環境の気温の低い八甲田山のもので大きくなっている。

3. 全個体を一括して右心室重量の相対的大きさ: 血液ヘマトクリット値, および全心室重量の相対的大きさ: 血液ヘマトクリット値の相関関係を検討すると、それぞれ $r=0.73$, $r=0.63$ となりいずれも推計学的に有意な相関を示している。このことは血液ヘマトクリット値の高い個体程全心室重量もまた右心室の相対的大きさも大きいことを意味している。以上のことを考え合わせると、季節的または緯度的に生活環境がちがった場合、より気温の低い方がそれに伴って血液ヘマトクリット値も高くなり、全心室重量もまた右心室の相対的大きさも大きくなるといえる。

稿を終るにあたり、終始親切なる御指導ならびに御校閲を賜った信州大学医学部助教授、宮尾嶽雄、本山十三生両博士に心から感謝致します。なお要旨は第50回日本生理学会大会(1973年4月、九州)にて報告した。

文 献

- Arias-Stella, J. & Recavarren, S. (1962) Right ventricular hypertrophy in native children living at high altitude. *Am. J. Path.* **41**, 55-64
- Arias-Stella, J. & Saldaña, M. (1963) The terminal portion of the pulmonary arterial tree in people native to high altitude. *Circulation* **28**, 915-925
- Barron, D. H. (1964) Adaptation of pregnant ewes and their fetuses to high altitude. In the physiological effects of high altitude. Pergamon Press, Oxford, 115-130
- Fulton, R. M., Hutchinson, E. C. & Jones, A. M. (1952) Ventricular weight in cardiac hypertrophy. *Brit. Heart J.* **14**, 413-420
- Grover, R. F. (1965) Pulmonary circulation in animals and man at high altitude. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **127**, 632-639
- Hock, R. J. (1964) Physiological responses of deer mice to various native altitude. In the physiological effects of high altitude. Pergamon Press, Oxford, 59-72
- Hultgren, H. N. & Miller, H. (1965) Right ventricular hypertrophy at high altitude. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **127**, 627-631
- Kerwin, A. J. (1944) Observation on the heart size of native living at high altitude. *Am. Heart J.* **28**, 69-80
- 小宮悦造 (1962) 日本人の正常血液像. 南山堂, 東京
- Marshall, L. G. & Matthias, D. V. (1971) Correlations between physiological parameters of blood and altitude in *Peromyscus maniculatus*. *Journal of Mammalogy* **52**, 449-540
- Monge, C. C. et al. (1955) A description of the circulatory dynamics in the heart and lungs of people at sea level and at high altitude by means of the dye dilution technique. *Acta Physiologica Latino-America* **5**, 198-210
- Naeye, R. L. (1965) Pulmonary vascular changes with chronic unilateral pulmonary hypoxia. *Circulation Res.* **17**, 160-167
- Reeves, J. T. & Leathers, J. E. (1967) Postnatal development of pulmonary and bronchial arterial circulations in the calf and effects of chronic hypoxia. *Anat. Rec.* **157**, 641-655
- Recavarren, S. & Arias/Stella, J. (1962) Topography of right ventricular hypertrophy in children native to high altitude. *Am. J. Path.* **41**, 467-475
- Recavarren, S. & Arias-Stella, J. (1964) Right ventricular hypertrophy in people born and living at high altitude. *Brit. Heart J.* **26**, 806-812
- Rotta, A. (1947) Physiologic condition of the heart in the natives of high altitude. *Am. Heart J.* **33**, 669-676
- Rotta, A. et al. (1956) Pulmonary circulation at sea level and at high altitude. *J. Appl. Physiol.* **9**, 328-336
- 酒井秋男, 本山十三生 (1968) 心臓重量における高山順応 I. 高山に生息するヒメネズミ (*Apodemus argentens*) の右心室肥大. *成長* **7**, 1-11
- 酒井秋男 (1970) 心臓重量における高山順応 II. ヒメネズミ (*Apodemus argenteus*) 心臓重量の標高並びに季節に伴う変化. *成長* **9**, 51-56
- 酒井秋男 (1972) 心臓重量における高山順応 III. 海拔および気温が心臓重量におよぼす影響. *成長* **11**, 12-18
- 酒井秋男, 原田行雄 (1973) ブタにおける心臓重量と血液ヘマトクリット値との関係について. *成長* **12**, 27-32
- Sealander, J. A. (1962) Seasonal changes in blood values of deer mice and other small mammals.

Ecology **43**, 107-119

23) Sime, F. et al. (1963) Pulmonary hypertension in children born and living at high altitude. *Am. J. Cardiol.* **11**, 143-149

24) Swigart, R. H. (1965) Polycythemia and right

ventricular hypertrophy. *Circulation Res.* **17**, 30-38

25) 山本克起, 江口文野 (1953) 人体血液成分の季節変動 (体温調節機能と物質代謝の季節相関に関する研究 第2報) *日本生理誌* **15**, 454-463



A triggered IC calibrator for use in electrophysiological experiments

Shosaku OBARA *

*Department of Physiology, Teikyo Univ., School of Med.,
Kaga 2-11-1, Itabashi-ku, Tokyo*

The operational convenience of having a calibration pulse of known amplitude and duration shown simultaneously with the biological potential in the CRO display can be readily appreciated, when compared with a conventional DC calibrator¹). This sort of provision, triggered synchronously with the CRO sweep, becomes of crucial importance when voltage gain and/or CRO sweep speed must be changed frequently during an experiment (cf. Fig. 5 in ref. 2). Very few such devices, however, are available commercially. This paper describes a simple triggered IC calibrator, currently in use in our laboratory, with specifications listed in Table 1.

The NE/SE 555 monolithic linear IC (Signetics)⁴) is a highly stable timing unit, functioning in a monostable mode in the present circuit (Fig. 1a). Upon a negative trigger input to Pin 2, the timing cycle starts by charging an external capacitor (C) through a resistor (R) from the supply voltage (V_{cc}), and terminates when the voltage across C reaches a threshold of $2/3 V_{cc}$. Since the charge rate and the threshold are both directly proportional to V_{cc} , the timing interval is independent of changes in supply voltage ($0.01\%/V$)⁴). For further details of operation refer to the block diagram and ref. 4. Another advantage of the IC unit is the high input impedance of the comparator⁴) at Pin 6, enabling the timing R to vary over a wide range. Thus, accurate timing can be achieved with a combination of a set of precision resistors and a single capacitor, although for practical reasons the timing C is also switched between two values (Fig. 1b). An additional fine control (VR_1) in the charging voltage greatly simplifies the standardiz-

ing procedure for timing. Trimming should be required only for C_{12} at 0.2 msec position after setting VR_1 for 20 msec.

The output voltage of the IC unit (Pin 3), however, is uncontrolled and depends both on V_{cc} and the load current⁴). In order to maintain a calibrated output in the event of a change of supply, either the current to or the voltage across the attenuator must be stabilized. Of several methods so far tested the present circuit employing a single FET is the simplest and it provides an excellent constant current property. Thus the calibrator output is held essentially constant ($0.7\%/V$) throughout the life of V_{cc} . For best performance, the FET should be selected on the basis of I_{DSS} (7-8 mA at $V=10V$). A DC output of the same amplitude and polarity as the pulse is produced by SW_1 , connecting successively first Pin 6 and then Pin 2 to Pin 1. This sequence should be kept in mind, and when inoperative, the pin connections to SW_1 should be interchanged. In passing, a manually operated single pulse mode, if desired, can also be obtained by temporarily short-circuiting Pin 2 to 1.

The calibrator circuit proper is isolated from the trigger input and hence from ground by an opto-isolator or photo-coupler³). The input configuration is designed to effectively differentiate the leading edge of the trigger pulse so that the trigger characteristic is not critical (Table 1). This isolation serves two purposes. First, certain applications require an isolated pulse such as the bridge method with a preparation floating from ground, or as in the virtual ground system. Secondly, the output polarity can be inverted simply by reversing the attenuator by SW_2 , when the circuit is isolated from ground. The low impedance of the attenuator (Fig. 1c) has no adverse effect on the overall

* 小原昭作：帝京大学医学部第一生理学教室
[Received for publication September 16, 1973]

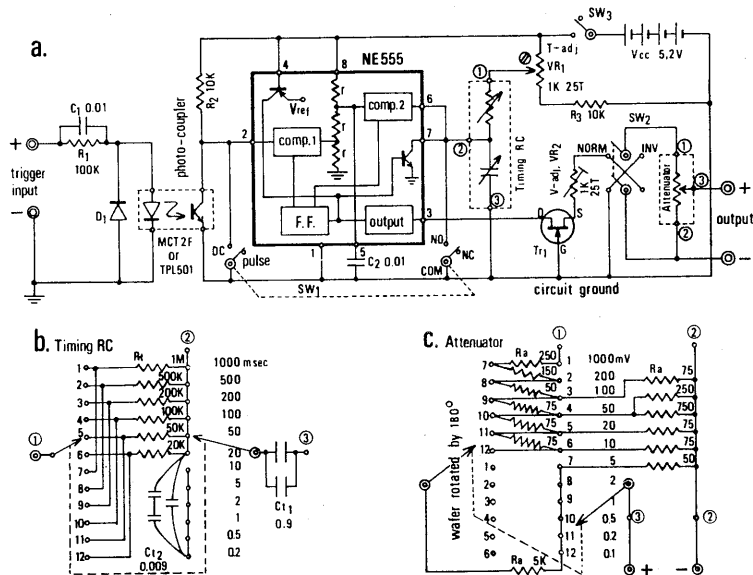


Fig. 1 a : circuit diagram of the IC calibrator. The block diagram of NE 555 shown in the thick square is adapted from Signetics data sheet⁴⁾. Tr_1 : 2SK19-GR (N-channel JFET, $g_m=7\text{mmho}$ and $I_{DSS} = 6\text{--}14\text{mA}$, Toshiba). b and c : Wiring diagrams of the timing RC (b) and the attenuator (c). All resistors (in ohms) and capacitors (in μF) are of general grade except R_t and R_a (1%).

Table 1. Specifications of the calibrator

1. Trigger input. Positive pulse or gate.
Amplitude : 10-50 V.
Duration : unlimited over 0.01 msec.
2. Output.
 - a) Pulse.
Duration : 0.2-1,000 msec in 1-2-5 steps ($\pm 1\%$).
Amplitude : 0.1-200 mV in 1-2-5 steps and 1 V ($\pm 1\%$).
Polarity : normal and inverted.
Rise time : c. 0.1 μsec .
Output impedance : 50 Ω , except for 200 mV (100 Ω) and 1 V (200 Ω).
Delay : max. 10 μsec .
 - b) DC. Amplitude, polarity and output impedance : same as the pulse output.
3. Power supply. 5.2 V, four mercury cells in series.

key words : calibrator, IC.

operation in either polarity, nor does it cause any pick-up of extrinsic interference even when the unit is placed at a distance from the preparation.

The attenuator is based, with minor alterations, on a design by Mr. Y. Furusawa and the use of the photo-coupler was first suggested by Mr. M. Utsunomiya.

References

- 1) Dickinson, C. J. (1950) Electrophysiological Technique.
- 2) Obara, S. & Bennett, M. V. L. (1972) J. Gen. Physiol. **60**, 534
- 3) Opto-isolator : MCT2F, opto-isolator data sheet, Monsanto (1972). Photo-coupler : TPL501, technical data sheet, GM-TPL501-1a, b, 2a, b and c, Toshiba (1972)
- 4) Signetics 555-timer : datasheet and application note, Signetics (1972)

Abortive spikes recorded intracellularly from sensory nerve terminals in the frog muscle spindle

Fumio ITO and Norio KANAMORI*

Department of Physiology, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University, 464, Nagoya

The electrical responses at the afferent nerve terminal of isolated frog sartorius muscle spindles have been recorded extracellularly with microelectrodes, concurrently recorded by the paraffin gap method¹⁾. Using the former method of recording, it was found that spike discharges could be recorded only at the first node of the non-subdivided branch (Nf 1), and that these spikes always corresponded with propagated spikes identified by the paraffin gap method; no responses coinciding with the abortive spikes could be recorded. This supports an assumption that the Nf 1 usually plays a role as an encoding site while the subdivided branch contributes by producing abortive spikes³⁾. It is necessary to determine whether the abortive spikes, recorded from the myelinated trunk by the paraffin gap method²⁾, are a strictly localized response of the nonmyelinated fibers or are the electrotonically spread residua of spikes which, although possibly all-or-none in the unmyelinated branches, failed to excite the main, myelinated trunk because of a low safety factor.

Muscle spindles with intact afferent innervation were isolated from the sartorius muscles of frogs (*Rana nigromaculata*). The isolated spindle was placed at its *in situ* length in a pool of Ringer's solution on a glass plate, and the nerve was passed into another Ringer's pool through a liquid paraffin pool approximately 1 mm in length. The two Ringer's pools were separated with an embankment of vaseline drawn on the glass plate. The liquid paraffin pool was made in the embankment near the center of the glass plate. The glass plate was put on the mova-

ble stage of an inverted microscope. Glass micropipettes filled with 3 M KCl or with 2 M NaCl (resistance 20 to 50 M Ω) were inserted under visual control into the sensory nerve terminal. The pool of Ringer's solution immersing the spindle receptor was connected to a calomel electrode through a Ringer-agar bridge.

Insertion of the microelectrode into the first node of the non-subdivided branch resulted in a resting potential between minus 15~20 mV for 1~5 min. Spontaneous discharges of full-sized spikes of approximately



Fig. 1 Simultaneous record of spindle terminal responses led intracellularly (upper trace) from the first node along the non-subdivided branch with a microelectrode and extracellularly (lower trace) from the parent axon with the paraffin gap method.

20 mV amplitude always occurred in coincidence with the propagated spikes recorded across the paraffin gap, while small spikes, ranging between 0.5~2.0 mV in amplitude, were seen to correspond with the abortive spikes recorded by the gap method, as shown in Fig. 1. Individual full sized spikes were followed by a hyperpolarization of approximately 2 mV maximal amplitude and 150

* 伊藤文雄, 金森憲雄: 愛知学院大学歯学部生理学教室

[Received for publication October 5, 1973]

msec duration, while no discernible hyperpolarization could be observed following the small spikes. When the microelectrode was inserted into the first nodes of the subdivided branches, a resting membrane potential of minus 5~10 mV was found, but no spontaneous discharges could be detected. If the low membrane potential were due to injury of the terminal membrane by the insertion of the microelectrode, such injury suggests a structural difference between the nodes of the subdivided branches and that of the non-subdivided one. If the abortive spikes are simply due to misfire at the nodes of axon trunk, the terminal should also provoke full-sized spikes which correspond to abortive spikes. The fact is that small spikes

can be recorded intracellularly from the first node of the non-subdivided branch. Thus, it is incompatible with the assumption that the abortive spikes are due to electrotonic spread of impulses along the terminal non-myelinated fiber, but suggests that they are a strictly localized response.

This study was supported by grants from the Ministry of Education of Japan (744022 and 811009).

References

- 1) Ito, F. & Kanamori, N. (1972) Proc. Japan Acad., **48**, 695-697
- 2) Ito, F. (1969) Jap. J. Physiol., **19**, 377-391
- 3) Kuroda, H. & Ito, F. (1972) Proc. Japan Acad., **48**, 206-209

key words : muscle spindle, abortive spike, intracellular recording.



第48回近畿生理学談話会

日 時：昭和48年9月1日(土) 10時~14時

場 所：大阪歯科大学五階第二講義室

当番幹事：覚道幸男

1. 胸腺皮質および髄質リンパ球に対する glucocorticoid の cytolytic effect

木下喜博, 木村修平, 深水真知子 (大阪市大, 医, 第二生理)

〔目的〕 Glucocorticoid を投与された生体の胸腺皮質リンパ球 (CL) や血液・リンパ液中の胸腺由来リンパ球 (T cell) の多くは破壊されるが胸腺髄質リンパ球 (ML) はほとんど影響を受けず残存する。これより ML は cortisone resistant cell とみなされている。しかし、われわれの知見によると、ML と T cell は細胞比重・表面膜性状・非自己認知能、等がほぼ同一で、ML が胸腺を出て循環系にはいり T cell となると考えられ、ML は cortisone sensitive cell でないかという疑問が生じ、胸腺髄質に特種な機構があり、そのホルモンの影響を抑制しているのではないかと想定した。そこで、ML・CL 両群を *in vitro* で培養する実験系を確立し、glucocorticoid の作用を比較検討した。〔方法〕 正常ラット胸腺では ML の構成率は5%以下にすぎず、それより遊出させた細胞を CL 群とした。Cortisone 投与72時間後、崩壊した皮質リンパ球は処理され、髄質リンパ球のみが viable な状態で残る。その胸腺より細胞浮遊液を作製し ML 群とした。両群を培養し、種々の濃度の cortisol を添加、一定時間後、cortisol のリンパ球に対する cytolytic effect を次のクリテリヤで検討した。①リンパ球酸不溶性分画への³H-leucine および②³H-uridine のとりこみの低下。③核破壊を示すリンパ球の増大。対照は cortisol 非添加群である。〔結果〕 ① Cortisol 添加により leucine, uridine のとりこみは ML, CL とともに顕著な低下がみられた。② 非投与例のとりこみを対照とし、両群の抑制率を算定すると、leucine のとりこみの抑制率は CL の方が小で、uridine のその減退は ML の方が軽度であった。③ 形態学的変化の出現率は両群間に有意差はなかった。〔考察〕 ① Cortisol に対する感受性は *in vitro* で培養された両群間にほとんど差を認めることができない。② ML は gluco-

corticoid resistant cell であるとはいい難く、胸腺髄質にそのステロイドの侵入を防ぐ細胞学的または化学的構築の存在が予想される。

2. 赤血球比重分布の連続測定

木村英一, 須藤勝見, 小河弘之, 岡田 忠 (大阪市大, 医, 第二生理)

赤血球比重分布の測定は小林および D. Danon 等によって行なわれている。いずれも多数の遠沈管を用意し、それぞれに異なる既知比重の物質と血液を入れて遠沈した時の赤血球分配から比重分布曲線を描こうとするもので、非連続的方法であった。

演者等は内径約2mm, 長さ約80mm, の遠沈管内に、小林の用いたアラビアゴム溶液2種類で比重勾配を作成し、凝固阻止血1滴をのせ、8,000 r.p.m., 5分間遠沈することによって赤血球比重分布曲線を連続的に測定・記録することができた。なお、これに要する濃度勾配作成器、ガラスコイル、走査デンストメーターの器具類はコイルプラネット型遠心器による赤血球浸透抵抗測定に用いたものがそのまま使用された。

附属病院血液検査室において採血された50例についての測定結果は次のようであった。

1. 多くの場合、赤血球比重は1.065~1.105の間に分布していたが、個体によってかなりの差が認められ、軽い方に分布しているもの、重い方に分布しているもの、広く広がっているものなど様々であった。

2. 分布のパターンは重い方に片寄ってピークを作る非対象型分布が多く、約8割あった。次いで正規分布型が多く、軽い方に片寄ってピークを作るものはなかった。

3. 比重1.060附近に一部浮き上るようになって特別軽い赤血球の存在する例が3例あり、顕微鏡的には正常な形態の赤血球であった。このうち2例は肺癌、1例は子宮筋腫であったが、関連性は明らかにされていない。

上記のごとく、赤血球の比重分布は様々なパタ

ーンや比重分布を示し、赤血球比重を決定する因子は単純に加齢現象のみではないことが推察される。赤血球比重と構成成分との関係、ひいては各種疾病との関係などをさらに検討していく予定である。

3. 一酸化炭素ヘモグロビンなどの光分解反応解析におけるミニ計算機の利用

亘 弘, 村上政隆, 田中義文 (京都府医大, 生理)

一酸化炭素ヘモグロビンは光照射によって、ヘモグロビンと一酸化炭素に解離する。このヘモグロビンは Monod, Changeux, Wyman のいう“R”状態であろうと推定されていて、通常存在する“T”状態と異なる。この“R”状態のヘモグロビンを検出するため、電子式波長走引分光光度計を製作し、かつこれのデータ処理をミニ計算機を用いて行なうようにした。

電子式波長走引分光光度計にはイメージディセクターを用いた結果 150 nm を 1 msec で波長走引できるものである。照射時はキセノンランプを 200 μ sec 行なうようにして、200 μ sec 後から吸収スペクトルを取るようになっている。

実験結果として光照射直後吸収スペクトルの極大吸収波長が 433 nm で、分子吸光係数が約 19,000 cm^{-2} のものが得られた。“T”状態のヘモグロビン吸収スペクトルの極大吸収波長が、430 nm で分子吸光係数が、14,500 cm^{-2} であるので、確かにこれと異なったスペクトルがえられているのは事実であるが、“R”状態と同定するには、さらに実験を続行する必要があると考えている。

4. 循環血ヘマトクリット値の連続測定

田中義文, 宮崎正夫 (京都府医大, 麻酔科), 森本武利 (京都府医大, 第一生理)

ヘマトクリット値 (Ht 値) の測定法としては、現在高速遠心法が標準法として使用されているが、最近では Auto-analyzer などによる血液の電導度より Ht 値を求める方法が用いられている。

そこで流通型の電導度測定用セルを作成し、循環血の Ht 値を連続的に測定し、生理学的な実験への応用を試みた。

電気回路としては、セルを直列に 1 k Ω の抵抗を入れ、これに 5 kHz の sine wave をかけ、

1 k Ω の電圧降下量とセルにおける電圧降下量との比率をとり、これによってセルの交流抵抗を割算 OP amp の出力として求めた。この OP amp の出力の対数を縦軸にとり、横軸に標準法で求めた Ht 値をとると同一イヌ血液で 10~90% の Ht 値について 0.9995 の相関がえられ標準誤差は $\pm 0.5\%$ であった。一方数匹のイヌ血液について同様に相関を求めると、相関係数は 0.994、標準誤差 $\pm 2\%$ となる。この誤差の原因としては血清組成、主として NaCl 量 (1 mM/l の変化に対して Ht 値 0.5%) および蛋白量 (albumin 1 g/dl の変化に対して Ht 値 1% 変化) が挙げられる。その他この方法を in vivo の実験に用いる場合の問題点として、1°C の温度変化により Ht 値に約 5% の誤差を生ずる可能性がある。また血液流量が増加するにしたがって Ht 値が低く出る。したがって in vivo の実験には、セルの温度を一定に保ち、またセルへの血流量を一定に保って実験を行なった。

その結果、輸液、脱血、アドレナリン投与時における Ht 値の変化を連続的に測定することが可能となり、さらに循環血液量を同時に測定することによって、循環赤血球量、血漿量の変化を逐次求めることができた。

5. Angiotensin II のウサギ血糖上昇作用について

村上長雄, 高島慎助, 柁村純生 (三重大, 医, 第一生理)

すでに、Angiotensin II (50 μ g/kg) 静注による血糖上昇は、哺乳類で Heidenreich らにより報告されているが、われわれもまたウサギでそれを確かめた。その機序として、angiotensin II (An) による phosphorylase a の活性化を考えたが該活性は無影響であった。おそらく An 静注後に末梢血流量の減少、組織酸素利用の低下などにより、糖新生素材 (乳酸 (Lac), ピルビン酸 (Pyr)) が蓄積し、それらの糖への変換が An により糖新生諸酵素のもとで促進されるのではないかと推測し、実験を試みた。

方法として、ウサギに 50 μ g/kg の An を静注し、血糖上昇期を通じて pentobarbital sodium (20 mg/kg) で麻酔し、1) 気管より呼吸を採集した。呼吸中の酸素は respilyzer で分析した。2)

Glucose-6-phosphatase (G-6-P ase) 活性は, Segal & Washko (J. Biol. Chem., **234**, 1937 (1959)) の方法で, 3) Fructose-1, 6-diphosphatase (F-1, 6 P ase) 活性は Pontremoli (method in enzymology (Academic Press), IX, 625 (1966)) の方法で, 4) Phosphoenol pyruvate carboxykinase (PEP kinase) 活性は Bandurski & Lipmann (J. Biol. Chem., **219**, 741 (1956)) の方法で, 5) Lac は Barker & Summerson (J. Biol. Chem., **138**, 535 (1941)) の方法で, 6) Pry は Friedmann & Haugen (J. Biol. Chem., **147**, 415 (1943)) の方法で測定した。

結果として, An 静注後 (40~60分) で, 1) 換気量は抑制され, それに伴って単位時間当りの酸素摂取量も10~20%減少した。2) Lac と Pyr は共に20~40%減少した。3) G-6-P ase の活性は40~60%, F-1, 6-P ase の活性はいずれも100~200%増加したが PEP kinase 活性は無影響であった。

総括として, Lac および Pry の糖への変換は糖新生の律速酵素である PEP kinase 活性が無影響であるため促進されるとはいえない。しかし, 酸素摂取量の低下にもかかわらず Lac および Pyr が減少したことは, 組織による糖の取り込みの抑制を示唆し, 血糖上昇をひき起すものと考えられるが, 今後, さらに検討しなければならない。

6. 筋運動と脳循環との関連性に関する神経薬理学的研究

中原基弘, 内山正三 (関西医大, 第二生理)

いろいろの脳障害に際して使用される薬物の中枢作用機序を考える場合, それが直接脳の神経組織に作用したのか, あるいは血流の改善による2次的なものかが問題となることがある。私たちは, 現在, この問題をも含めて中枢神経作用薬物の脳血流におよぼす影響を, 無麻酔拘束ウサギの総頸動脈を対象として, Doppler 超音波血流計, 電磁血流計により, 脳波・筋電図・血圧および心電図の変化と同時に記録し, 中枢活動状態と血流との関係について検討を加えている。

これまでの実験成績から, 自発性の筋放電の発現に伴ない総頸動脈血流速度および血流量に著明な増加を認めること, また覚醒反応や漸増反応などの中枢電気現象と脳循環との関係についても筋

放電が脳循環におよぼす影響の大きいことを明らかにした。この点については, すでに報告したところである。

今回は, この実験を基にして, ATP, cytochrome C, CDP-choline それに Meclo-fenoxate などのいわゆる脳障害治療薬と呼ばれる薬物の脳血流速度と脳血流量に対する作用を中枢電気現象との関連のもとに検討した。その結果, これら薬物の投与により覚醒反応の閾値は低下するが, 血流速度と血流量は必ずしも増加しなかった。そこで, この理由をさらに詳しく知るため Doppler 血流計による血流速度と電磁血流計による血流量をミニコン ATAC 501-20で積分すると共に, 筋放電の発現についても検討したところ, 血流速度の積分値も, 血流量の積分値も, 筋放電の出現した場合には増加し, 出現しない場合には減少する成績がえられた。このことから, 薬物投与による中枢作用機序には, 筋放電発現を介する脳循環の影響を無視できないことがわかった。さらに, Doppler 超音波血流計の方が電磁血流計より変化率の大きかったことより, 循環の電気生理学的な測定法としては, Doppler 超音波血流計の方が鋭敏であることも認めたのである。

7. V-potential について

下河内稔, 桑野園子 (阪大, 医療短大)

種々の感覚刺激によってヒトの中心部頭皮上から記録できる誘発電位は, V-potential (Davis 1966) と呼ばれている。われわれはこれまでにフリッカーに対する弁別行動や, 聴感覚の神経物理学的研究における V-potential の変化について報告してきたが, 今回は25名を対象にしてえられた V-potential の一般的特性について報告する。光刺激にはストロボスコープによる閃光を, 音刺激としては1,000 Hz の純音を用いた。V-potential は単極誘導によって記録し, Mediac により平均加算 (分析時間 500 msec, 加算回数: 光では20回, 音では50回) した。

1. 音刺激および光刺激による V-potential (AEP, VEP) に共通してみられる最も著明な成分は, 平均潜時それぞれ約90 msec, 130 msec の表面陰性のフレ (N_1) と平均潜時 175 msec, 195 msec の表面陽性のフレ (P_2) であり, AEP の潜時は VEP の潜時に比べて N_1 では約35 msec, P_2 では

10 msec 短い。N₁ P₂ の振幅は中心部で最も高く、それより遠ざかるにつれて減少し、後頭部、側頭部および前頭部ではほぼ中心部の 1/2 以下となった。

2. 閉眼時に比べて開眼時では VEP の各成分の潜時が短縮し (N₁ では約 40 msec, P₂ では約 50 msec), 開眼状態で閃光刺激強度を次第に減弱させると、強度の減少に比例して各成分とも潜時の延長と振幅の減少がみられた。

一方注意の集中によって VEP の N₁ の潜時はやや延長したが振幅は増大し、その結果 N₁ P₂ の振幅が安静時より増大した。また N₁ より短潜時の陰性成分は振幅を減少し、約 300 msec の陽性成分が出現した。

3. 種々のレベルの音刺激をランダムに与えて文脈効果を調べた 7 名の実験系列では刺激の物理量と AEP の N₁ P₂ の大きさは単純には、相関せず、刺激の物理量が小さくても大きく感じた時の N₁ P₂ が、小さく感じた時よりも大きく出現して、文脈効果に対応した傾向を示した。

8. 毛様および上頸神経節における、アセチルコリン合成、分解酵素の成長に伴う変動

反町 勝, 片岡喜由, 奥野幸子 (愛媛大・京大, 医, 第一生理)

副交感神経節である、毛様神経節 (ciliary ganglion) におけるシナプス伝達は、化学的、電気的に行なわれるが、前者はコリン作動性であることが電気生理学的研究からわかっている。しかし、節前、節後神経および神経細胞においてアセチルコリンの同定されたのは最近のことであり、合成、分解酵素であるコリンアセチラーゼ (ChAc), アセチルコリンエステラーゼ (AChE) の存在については報告がない。今回、われわれは、ニワトリ毛様神経節に、これら両酵素が高濃度に存在することを見出したので、成長に伴って活性がどのように変化するかを調べた。

胎生 7 日目にすでに両酵素活性が検出されたが、胎生 5 日目でシナプス伝達が化学的に行なわれるという、電気生理学的事実と一致する。ChAc 活性は、胎生 14, 15 日目より孵化後 10 日目前後まで急速に増加するが以後の変化は比較的少ない。蛋白当りの活性は、孵化時すでに孵化後 29 日目の値の 2/3 に達し、以後の変化は少なかった。

た。

これらの事実は、電子顕微鏡による形態観察により明らかにされている、シナプス小胞、シナプス接合の数の増加の事実と一致している。従来、中枢神経系の ChAc 活性は、被蓋、脚間核で最も高い比活性が認められているが、毛様神経節の活性は、孵化時に、これらの 5~6 倍の値を示す。一方 AChE 活性は、ChAc と対照的に成長に伴って比活性の増加は見られなかった。これら両酵素は、節前神経終末および神経節細胞に含まれると思われるが、両者における活性を区別する試みとして、培養法を用いた。節前神経終末の変性後の活性を細胞由来のものと仮定すると、70~80% の活性が終末に存在するようである。上頸神経節では、終末のみに ChAc 活性が存在するので、この組織の活性が一般的にコリン作動性神経終末のそれを代表すると仮定し、活性の変化を同時に調べた所、胎生 13 日目より孵化後 29 日に至るまで増加した。AChE 活性も、毛様神経節における活性に比較すると高く、成長に伴って増加した。

9. 舌神経 Trigeminal Part 中の唾液分泌線維に関する研究

笠原泰夫, *Hellekant, G. (阪大, 歯, 口腔生理・SWEDEN*)

ヒトの中耳手術などに際し鼓索神経を切断しても顎下腺の唾液分泌量にはそれほど影響がなく且つこれは交感神経の代償作用でもないという報告が散見され、顎下腺を支配する第 3 の分泌神経の存在が推定できる。本研究はこの問題を解明するために行なった。

実験はサルおよびラットを使用し各種刺激に応じ分泌される顎下腺唾液量を測定分析し次のとおり結果をえた。

1. 舌に触刺激を加えるとその間唾液分泌は著明に増加する。この反応は鼓索神経を切断してもまた交感神経を切断しても影響を受けるが完全に消失せず舌神経を切断することによって初めて完全に消失した。

2. 予め鼓索神経を切断した動物に舌神経から分れた分泌神経 (顎下腺枝) を麻酔すると唾液の分泌は完全に停止した。つまり舌神経の trigeminal part 由来の遠心性線維が麻酔されて初めて顎下腺の分泌は完全に停止する。

3. 舌神経を鼓索神経を含まない部分で電気刺激すると顎下腺から唾液分泌がみとめられ分泌量は鼓索神経刺激による分泌量とほぼ同程度で刺激頻度 1 Hz ~ 20 Hz の間ではほぼ直線的に分泌量が増加する。鼓索神経と舌神経を同時刺激すると相加効果が認められる。

4. 舌神経刺激による分泌唾液は一過性のものではなく刺激中は持続的に分泌がつづく。

5. 分泌唾液の Na^+ , K^+ , 総タンパク量等には鼓索刺激による唾液とほとんど差がない。

6. 予め三叉神経を半月神経節より中枢側で脳と分離し遠心性線維の変性を起しておくくと舌神経の鼓索を含まない部位を電気刺激しても顎下腺より唾液の分泌は起らない。

以上の結果より鼓索神経を経由せず三叉神経第三枝から舌神経を経由して顎下腺に到達する唾液分泌線維の存在することが明らかとなった。この分泌線維はその分泌唾液の性状よりみて副交感神経性のものと考えられる。

10. 総頸動脈閉塞に対する脳幹神経細胞の応答-「心血管ニューロン」の同定について

野坂昭一郎 (京大, 医, 脳研生理)

神経性循環調節機序には圧受容器による強力な負帰還があることから、その構成要素である「心血管ニューロン」は放電頻度が圧受容器活動により強く影響されるものとして定義される。この「心血管ニューロン」に関する報告のほとんどはその同定のためノルエピネフリン等の投与による血圧変化を用いている。しかし、このような薬物は圧変化を介し圧受容器活動を変化せしめる以外に化学受容器にも影響を与え、それぞれの効果が弁別されたいという欠点がある。

本研究においてはこのような欠点を補うため、クロラロス麻酔ラットにおいて、パルス発生器、リレー、電磁コイルよりなる装置による機械的間接的な総頸動脈閉塞を用いて、これに対する求心線維と遠心線維の変化の時間経過を観察した成績を加味して「心血管ニューロン」を同定した。結果は次のごとくである。

1. 洞神経の神経束および単一線維の活動電流を記録し、総頸動脈閉塞により圧受容器線維活動は直ちに減少するが、化学受容器線維活動は数秒以上おくらせて増加しはじめ以後漸増することを確

かめた。2. 交感神経活動は閉塞後直ちに増加するが迷走神経活動は多くの場合直後の変化を示さず、ごく一部において軽度減弱する例があった。

3. 総頸動脈閉塞に応答する脳幹ニューロンには閉塞後直ちに単位放電頻度を変化するものと、長い潜時の後それを増減するものがあったが、1, 2の結果より前者を心血管ニューロンとして同定、後者は化学受容器線維と連絡するものとして除外した。4. 心血管ニューロンには閉塞により単位放電減少を示すもの (A-type) と、増加を示すもの (B-type) があった。A-type においては明らかに圧受容器、化学受容器の2重効果を示すものがあった。また拡張期血圧に同期して発火するものがあった。5. A-type において閉塞により脊髄刺激による誘発放電の阻止がみられ、B-type において閉塞による効果と脊髄刺激効果の加重がみられた。6. このような心血管ニューロンは obex より吻側 3 mm まで、外側 1.5 mm までの主として網様体内に存在していた。

11. 大脳皮質錐体路細胞における軸索の伝導速度とその減衰特性について

遠藤克昭, 荒木辰之助, *八木伸也 (京大, 医, 第一生理・京大, 医, 耳鼻*)

ネコの錐体路細胞 (PT cell) において細胞内記録を行ない、延髄錐体、大脳脚、内包の刺激により発生する逆行性スパイクの latency を測定することにより、延髄錐体-大脳脚および大脳脚-内包間における軸索の伝導速度を求め、それらを分析することにより次のことが明らかにされた。

1. F-PT cell においては延髄錐体-大脳脚間の伝導速度 (V_1) は平均 46.5 m/sec であり、大脳脚-内包間の伝導速度 (V_2) は平均 69.0 m/sec であった ($n=85$)。また S-PT cell においては前者は 14.5 m/sec、後者は 23.4 m/sec であった ($n=29$)。 V_1 の範囲は 5.9~82.1 m/sec であり、 V_2 のそれは 6.1~134.0 m/sec であった。このように F-PT cell および S-PT cell いずれにおいても V_1 は V_2 に比し有意に小であった。

2. F-PT cell においては V_1 は軸索側枝の有無にかかわらずほぼ等しい値を示したが、RN 特に RF に側枝を出す細胞の V_2 は他に比して大きな値を示した。一般に V_2 が特に大きい場合 (100 m/sec 以上) には側枝を出すものが多く、特に小

さい場合 (20 m/sec 以下) には側枝を出すものが少なかった。

3. $V_1/V_2 = \text{ATR}$ (減衰率) と定義すれば, F-PT cell の ATR は平均 0.72, S-PT cell の ATR は平均 0.67 であり, 両者の間に有意の差は認められなかった。F-PT cell および S-PT cell それぞれにおいて, V_2 の大きい軸索の ATR は V_2 の小さい軸索の ATR に比し一般に小であった。また F-PT cell, S-PT cell とも皮質下核に側枝を出すものと出さないものとの間には ATR に有意の差はなかったが, RN 特に RF に側枝を出すものは他に比して ATR の値は小さく著明な減衰を示した。

以上のごとく, PT cell はその機能に応じて軸索の伝導速度とその減衰率に特徴があることが示唆された。

12. Dominant focus の形成と機能局在

堀 泰雄, *山口勝機 (阪大, 医, 第二生理・阪大, 人間科学*)

“Dominant” とは中枢神経系の一部位が持続的な興奮におちいった状態をいう。Dominant の状態におちいった部位はそこに局在する機能が持続的に昇進しているはずである。演者らはウサギの運動皮質内の pre-motor area に微弱な陽極直流を通じることにより dominant focus を形成したが, その結果, ウサギは不関刺激に対し, 通電皮質の対側前肢の屈曲反応で応じるようになった。しかし, 麻酔下あるいは覚醒状態でウサギの pre-motor area の表面刺激を行なってもそれ単独では対側前肢の屈曲反応は起りにくい。それゆ

えゆるやかに拘束された慢性ウサギで不関刺激を与えてえられる前肢の屈曲反応はいかなるメカニズムによるのかという疑問が生じる。この問題を検討し以下の考察を加えた。

まず実験中のウサギが拘束されている姿勢は首かせをはめられ腹臥位あるいは蹲った姿勢で両前肢は軽度に伸展されるが, これは極めて防禦反応を起しやすい状況である。もしも naive なウサギをはじめてこのような姿勢にすると, 激しい防禦反応を起す。慣れ工作をくり返すと防禦反応は一応起らなくなるが, 軽度に伸展されてくる両前肢をさらにわずかに伸展すると直ちにそれを屈曲することから, 防禦反応を起しやすい条件が続いていることは明らかである。しかし, 一側の pre-motor area に通電すると, 通電側の前肢を伸展した時よりも非通電側の前肢を伸展した時の方が, より強い屈曲反応を起す (付加伸展テスト陽性)。光, 音などの遠隔刺激が与えられたときは同様に非通電側の前肢が強く屈曲する。これは, これらの刺激が付加伸展刺激と同様の働きをもって, 基礎的な伸展刺激に加重したためであろうと想像される。この現象に対応する急性実験の結果は次のとおりである。すなわち末梢刺激あるいは中枢刺激単独では誘発されにくい前肢の屈曲反応が, 同時に加えられた対側の pre-motor area の表面的刺激により明瞭に現われる。Pre-motor area には促通, 抑制その他 2, 3 の機能局在を有し刺激のパラメーターを変えることにより, 分離的に示される。これらの点に関しても dominant focus の形成と関連づけて考察した。

北海道地方生理系分科会

日 時: 昭和48年10月6日 (土) 13時半~18時

会 場: 北海道大学応用電気研究所二階講堂

当番幹事: 望月政司

1. 鶏胚の絨毛尿膜血管叢における赤血球の CO 化反応の速度について

田沢 皓, 小野 東, 望月政司 (北大, 応電研, 生理)

赤血球へモグロビンと溶解ガスとの反応速度をより生理的条件に近づけた状態で測定すること

と, 1個の赤血球レベルで情報をうることなどを主な目的に, 顕微鏡を用いた反応速度測定装置を開発し, 一応の成果をみるに至った¹⁾。また, われわれはふ化鶏胚によって行なわれるガス交換を呼吸の比較生理学的立場から究明しようと従来から呼吸因子に関するデータの取得にあたってきた

ので、今回は、われわれの試作した顕微分光比色装置によって、10日から18日にわたりふ卵した受精卵の絨毛尿膜毛細血管中に存在する赤血球のCO化反応速度を詳細に測定した。

CO混合ガス中の P_{CO} は0.7から4.5 mmHgまでの範囲でいろいろ変え、 P_{O_2} を毛細血管中の平均の分圧に近い46および56 mmHgに固定して、反応速度係数(Fc)の P_{O_2} 依存性について調べると共に、逆に P_{CO} を4 mmHgと一定とし、 P_{O_2} を46から355 mmHgの範囲で変えて P_{O_2} の依存性について調べた。

Fcの P_{CO} 依存性はなく、いずれの P_{CO} 値でも等しくなるが、ふ卵日数の増加と共に減少の傾向を示した。 P_{O_2} の依存性については、 P_{O_2} の増加と共に反応速度は、 $Fc = 2.31/(P_{O_2} + 232)$ の関係をj持って減少した。今回えたFc値と過去に求めた他のデータから、赤血球が絨毛尿膜動脈から静脈へ流れる際の大気ガスと接触する時間は、約0.5秒と推定された。さらに、この接触時間を用いて、ガス交換に關する絨毛尿膜毛細血管床の容積および毛細血管床が卵殻の内面に分布する面積の推定を行なった²⁾³⁾。

- 1) Mochizuki, M., Tazawa, H. & Ono, T. (1973) Microphotometry for determining the reaction rate of O_2 and CO with red blood cells in the chorioallantoic capillary. Proceedings of International Symposium on Oxygen Transport to Tissue, pp. 997-1006
- 2) Tazawa, H. & Ono, T. (1973) Microscopic observation on the chorioallantoic capillary of chicken embryo. Respir. Physiol. in press.
- 3) Tazawa, H., Ono, T. & Mochizuki, M. (1973) Reaction velocity of CO with blood cells in the chorioallantoic vascular plexus of chicken embryo. Respir. Physiol. in press.

2. 赤血球添加灌流法によるラット膵臓摘出標本分泌反応の改善

相原研一、菅野富夫、斎藤篤志、今井節夫(北大、獣医、生理)

ラット膵臓 in situ の pancreozymin (P_2) 投与による amylase (Am) の放出量は摘出膵臓 Krebs-Henseleit 液 (KH 液) 灌流標本の約10倍であった。実験条件による放出量の差異は代謝過程にあり、ことに酸素供給量の差異にあるという予想

のもとに本実験を行なった。実験の条件は次の3種に設定した。1) In situ, 2) Krebs-Henseleit 灌流標本, および, 3) 赤血球添加 KH 液 (R 液) 灌流標本。

摘出標本の灌流液は常に95% O_2 5% CO_2 を通気し、定流ポンプによって一定流量 (4.5 ml/10 min) に保った。ラットおよびイヌに heparin 静注後採血した血液を KH 液で1/10倍にうすめ、3回洗浄後に KH 液で所定の haematocrit (Ht) 値に調整して R 液とした。各実験条件における実験結果は次のとおりである。

1) P_2 (6 u./hr.) 持続注入によって Am 放出は、 P_2 注入前の放出量の14倍に達し (120 u./min) 以後緩やかに減少した。2) P_2 (0.2 u./ml) を含む KH 液で標本を灌流すると、Am 放出量は投与前の12倍 (12 u./min) に達し、指数関数的に減少した。3) Ht 値4%ラット赤血球添加 R 液で灌流した場合は、2) と同一濃度の P_2 投与によって Am 放出量は投与前の15倍 (24 u./min) に達し、70分間ほぼその値を保った。 P_2 投与後90分間の総 Am 放出量は 2) の条件の約2.6倍であった。Ht 値10%イヌ赤血球添加 R 液を使用し、同一濃度 P_2 持続投与した際には、Am 放出量は投与前の21倍 (41 u./min) に達し、ラット赤血球添加の場合と類似した Am 放出の時間経過を示した。また、R 液灌流途中で N_2 (95% N_2 5% CO_2) で通気した R 液にかえると同一濃度 P_2 による Am 放出は可逆的にほとんど完全に抑制された。

以上の結果から、膵臓灌流標本の灌流液に赤血球を添加することにより P_2 による Am 放出量は増加し、また持続する。赤血球添加の効果は、赤血球による代謝系の改善によるものと推定される。

3. ステロールの吸収と排泄におよぼすニコチン酸誘導体の作用

中村治雄、吉田和子(北大、歯、口腔生理)

ニコチン酸誘導体である 2, 2, 6, 6 Tetrakis (nicotinoyloxy methyl) cyclohexanol を使用して、マウスの体組織コレステロール代謝におよぼすメカニズム (特に吸収と排泄) を、薬物0.5加飼料で飼育し、考察した。薬物加飼料で、40日間飼育すると、体組織のステロール値の低下がみられ、同様に10日間飼育後、コレステロール-4-¹⁴C

を皮下注射して、30日間飼育すると、コレステロールの放射能の消失が、早いことが、わかった。この原因を知るため、主として吸収と排泄について調べた結果：吸収については、薬物加飼料で7日間飼育後、胃内にコレステロール-4-¹⁴C を薬物とともに注入し、4時間後の血中放射能を測定したが、薬物により血中にあらわれる放射能は、低い値をえた。また薬物およびコレステロール-7-³H 加飼料で飼育し、5日おきに、43日間みたが、薬物投与により、血中にあらわれるコレステロールの比放射能が、低いことが、わかった。これらのことからこの薬物は吸収阻害をおこしていると考えた。次に排泄についてみると、薬物加飼料で、17日間飼育し、10日目から17日目の糞排泄ステロール値には、変化はみられなかった。次に薬物およびコレステロール1%負荷飼料で、18日間飼育しその期間の糞排泄ステロール値をみると、薬物投与による排泄量の増加が、みられた。さらにこの飼料にコール酸を加えると、この効果は、失われたので、コール酸が、腸からのコレステロールの吸収に関与していることから、糞中ステロールの薬物投与による増加は、吸収阻害の結果によるものと、思われる。また、コレステロール-4-¹⁴C 皮下注射後、薬物および1%コレステロール負荷飼料で17日間飼育時の糞排泄コレステロール比放射能（ジギトニド法による）の増加も、同様に吸収阻害によると思われる。

4. メスラットにおける ACTH 放出因子 (CRF) 活性の日内変動パターン

和田さと、金子正則、藤枝憲二、広重力（北大、医、第一生理）

下垂体-副腎皮質系の機能の性差についてはいくつかの報告があるが、視床下部 ACTH 放出因子 (CRF) 活性の性差については未だ報告をみない。われわれは種々の条件下で CRF 活性の変動を調べているうちに、安静時のラット視床下部 CRF 活性に著しい性差のあることを見出したので報告する。

実験は一定の照明条件（6 AM~6 PM 明、残り暗）で飼育し、manual handling に慣らした Wistar 系ラットを用いた。CRF 活性はラット下垂体前葉内直接注入法にて測定した。

オスラットの安静時の CRF 活性は、午前 8 時

に最低となり、午後に上昇し午後 6 時に最高となる明らかな日内リズムを示した。一方血中コルチコステロン値もこれに平行して朝低く、午後に上昇するパターンを描いた。メスラットで同様に CRF 活性の日内変動をみたところ、午前 8 時に最高となり、午後に著明に低下し深夜に再び上昇する変動パターンをえたが、血中コルチコステロン値は午前に低く、午後上昇する日内リズムを示した。すなわち、メスラットでは CRF 活性の低下に一致して血中コルチコステロンが著明に上昇する逆方向のパターンがみとめられた。

つぎに性ホルモンの影響をみるために卵巣摘出を行なったところ、CRF 活性は正午に最高となり午後には低下し、血中コルチコステロンは正午に最低となり午後には上昇を示した。さらに松果体の関与の有無をみるため両側頸部交感神経節摘除を行なったが、同様にメス型の CRF 日内変動パターンがえられた。また性周期による変動を午前、午後の 2 点で調べたところ発情前期、発情期中 CRF 活性にあきらかなメス型リズムが観察された。

以上の結果から、CRF 活性には著しい性差のあることがあきらかになった。さらに、メス型パターンは卵巣摘出により本質的に影響されないことから、CRF 日内変動パターンの性差は、中枢神経レベルでの性の分化に起因することが推測される。

5. 寒冷馴化における脳内カテコールアミンの役割

福島直樹、伊藤真次（北大、医、第一生理）

視床下部には種々のアミンが高濃度に存在することが知られている。これらの中枢性アミンが寒冷馴化時の代謝性変化の発現に、また体温調節との関連でいかなる役割を演じているかを知る目的で以下の実験を行なった。すなわちラットの側脳室へカニューレを慢性的に植え込み、このカニューレよりノルエピネフリン (NE) で脳室内に注入し、体温、血漿 FFA、血糖の変化を室温飼育ラット、および寒冷馴化ラットについて調べた。今回は室温飼育ラットを中心にその実験結果を報告した。少量の NE (6 μg) の脳室内投与では軽度の体温低下につづいて、その後急激な上昇があった。大量投与 (25 μg, 50 μg) では 90~180 分続く

ことが認められ、それらの反応パターンは明らかに異なっていたから、両者の間に異なった作用機構があるかもしれない。また NE の大量投与による体温低下は propranolol でブロックされた。一方血漿 FFA の変化は NE 25 μ g, 脳室内注入後90分で有意に上昇した。これは体温が回復して bareline へ戻った時間に相当する。この FFA の変化は体温低下による2次的な上昇か、または NE の直接的な中枢性作用の結果を知るため、propranolol により体温の低下を阻止せしめ、血漿 FFA の変化をみた。この条件下でも血漿 FFA は上昇した。したがって中枢性に投与した NE は体温低下をきたすと共に、それとは直接関係なく血漿 FFA レベルの上昇をきたすと考えられる。

NE による体温の変化を寒冷馴化ラットで調べた結果、体温の低下とその時間経過は室温飼育ラットとほぼ同じであった。しかし bareline の回復は早い傾向にあった。寒冷馴化ラットでは体温の回復が早いことは脳室内に投与した NE の代謝が早いためかもしれない。

6. ACTH 分泌と脳内カテコールアミンとの相関について

阿部和男, 広重 力, 伊藤真次 (北大, 医, 第一生理)

ACTH の分泌調節における脳内活性アミンの役割について、多くの報告がみられるが、意見の一致をみていない。近年、Ganong のグループは、ラットやイヌを用いた実験でカテコールアミンの脳室内投与や L-DOPA の静脈内投与により、外科的ストレスに反応する ACTH 分泌が抑制されること、また視床下部ノルエピネフリン含量と血中コルチコステロン値との間には、負の相関関係が存在することより、中枢神経系において、カテコールアミン作動性ニューロンが ACTH 分泌に抑制的に作用すると主張している。しかし、これに一致しない見解も報告されている。

われわれは、すでに昨年、ラットの第Ⅲ脳室、側脳室に、慢性的に挿入したカニューレを通して、種々の活性アミンを、ネンブータル麻酔下および無麻酔下で投与したところ、ACTH の分泌は抑制されるというよりは、むしろ、刺激されることを報告した。

今回はレセルピン (2.5 mg/kg) の皮下注射と6-

OH Dopamine (200 μ g) の側脳室への投与により脳内のカテコールアミンを著明に減少させた状態で、または、MAO 阻害剤のサフラジン (10 mg/kg) の腹腔内への投与により、脳内のカテコールアミンを著明に増加させた状態で、正中隆起部の CRF 活性と血中コルチコステロン値を測定し、視床下部-下垂体-副腎皮質系の機能をしらべた。その結果、脳内のカテコールアミンの著しい増減にもかかわらず、正中隆起部の CRF 活性と血中コルチコステロン値には、明らかな日内リズムとストレス反応性がみられ、視床下部ノルエピネフリン含量と血中コルチコステロン値との間に Ganong らの主張する負の相関関係をみとめなかった。

本実験成績から、脳内カテコールアミンは、ACTH 分泌調節に主要な役割をはたさないものと結論された。

7. カエル、グリセリン処理筋の性質に関する研究

小坂 功, 太田 勲, 永井寅男 (札幌医大, 第一生理)

従来アクトミオシン-ATP 系筋モデルとカエルの生筋の収縮において、その温度依存性に差のあることが知られていたが、太田ら (1973) はカエル縫工筋のグリセリン処理筋の細束を用いて、その ATP 収縮の温度依存性をウサギ腰筋のそれと比較検討し、いずれも発生張力は低温下で抑制されるが、その程度にカエルにおいてウサギのそれより軽度であることを報告した。今回さらに、比較的短期間グリセリンで処理した両筋の単一筋線維についてその性質を比較し、以下の結果をえた。

ATP による発生張力は温度に依存し、低温下で抑制されたが、その抑制の程度はカエル筋においてウサギ筋のそれより小であり、明らかな差が認められた。すなわち、低温下の張力抑制は、ウサギ筋では KCl 濃度によりあまり影響されず、5 mM KCl 下で約56%、100 mM KCl 下でもその程度はほとんど変らなかつた。これに対し、カエル筋では 5 mM KCl 下で 15% しか抑制されず、100 mM KCl 下でも 高々30%の抑制しか認められなかつた。

また、ATP 収縮の EGTA による弛緩は、ウ

サギ筋では顕著であったが、カエル筋ではきわめて軽度であった。すなわち、ウサギ筋では弛緩の程度は 5 mM KCl 下で小さく 21% であったが、50 および 100 mM KCl 下ではそれぞれ 42 および 53% に増加し、明らかに KCl 濃度に依存した。これに対し、カエル筋ではその弛緩の程度は 100 mM KCl 下でもわずか 3% であった。

これらのことから、グリセリン処理単一筋線維においても、カエル筋は低温の影響を比較的受けにくいことが明らかにされた。また、カエル筋では、native tropomyosin がグリセリン処理過程で失活あるいは消失され易く、それがきわめて短時間内に起こるのであろうことが示唆された。

8. K-脱分極モルモット尿管平滑筋における律動性収縮

八重樫田鶴子，藪 英世，宮崎英策（札幌医大，第二生理）

等張性 KCl 脱分極モルモット尿管平滑筋は Ca 添加による拘縮 (Ca 拘縮¹⁾) の tonic 相において緩徐な (頻度 0.5~1.5/min) 律動性収縮を示した。最初の Ca 拘縮では波動は、数 mA Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, sucrose 等の添加，機械的刺激により初めて、現われてくるが、刺激による波動の持続に差はみられない。Ca 拘縮を 2~3 回繰り返すことにより自発的に生じ時間と共に減衰していくが、消失した時点でも溶液添加により再び現われ中でも Na⁺ が著明に持続させた。Na⁺ の効果は ouabain により増強された。外液 Ca 濃度により頻度，振幅，振幅比は共に変化し，2 mM Ca (常時) より低濃度では浅い緩やかな波が持続し，高濃度では細かい波が急な減衰を示した。また自発的に生じた波動とその時の Ca 拘縮高との間に，特に頻度において相関が見られた。Ca⁺⁺ 存在下に Mn⁺⁺ を添加すると，緩徐な波と共に張力が上昇し，Mn⁺⁺ 洗浄後 Ca 拘縮高および波動は，Mn 濃度，処理時間，処理状況により種々の変化を示した。モルモット結腸紐，イヌの尿管でも頻度振幅は異なるが tonic 相上波動が見られた。さらに脱分極させるといわれている K₂SO₄ 液中でも存在した。以上のことから脱分極平滑筋の Ca 拘縮では，個々の細胞が律動的に収縮し，同期して初めて出現すると仮定される。この波動は膜を介しての，特に膜内面での Ca の付着離脱を推定さ

せ，Mn 処理効果は膜内面で Ca⁺⁺ の結合に変化を与えているのかも知れない。また Na⁺ の効果も Ca⁺⁺ との coupling¹⁾ 以外に同部位での Ca⁺⁺ との interaction も考えられる。例えば流入 Ca⁺⁺ の 1 部が膜内面に付き流入の抑制となり流出という process が波動現象に想定され，温度による効果も，主に，ion の膜への吸着，流出に対する影響が大きいと考えられるが，Ca⁺⁺ の流出を含め，代謝の関与についてはさらに具体的な検討が必要であると思われる。

- 1) K 脱分極モルモット尿管平滑筋の Ca 拘縮に対する外液 Na⁺ の効果。札幌医誌 38, 5/6, 210-219 (1970)

9. 小動脈血管平滑筋の収縮と細胞内 Ca

藪 英世，宮崎英策（札幌医大，第二生理）

平滑筋の収縮機序を細胞レベルで論ずる場合，一つの問題は最終的に収縮系を活性化する Ca の origin は何か？ということである。従来これは活動電流発生時外液より流入する Ca がその (Ca-spike) 役割を演ずるといわれていた。しかし子宮，および血管平滑筋などの薬物拘縮では流入 Ca のみでなく，何らかの形で細胞内に貯蔵されている Ca (Stored Ca, storage Ca, sequestered Ca, intracellular bound Ca) も動員される可能性が示されている。

今回は小動脈血管平滑筋がある特殊な条件下で収縮する場合，細胞内 Ca を利用することを実験的に示されたので報告する。

実験はウシ顔面動脈筋層の helical 条片の等尺性収縮を観察することにより行なった。これを正常 Tyrode 液 (37°C, Carbogen 通気) 中に平衡後，無 Ca Tyrode 液にて繰返し洗滌，この間 GEDTA を加え電気刺激 (transmural, d, c, 3cycle, 13 V/cm, 3 sec) に対する応答が完全に消失したのち液を無 Na⁺, 無 Ca⁺⁺ 等張蔗糖液 (310 mM sucrose, 8 mM glucose, 1 mM Triscl, pH 7.2, 100% O₂ ion exchange resin contaminated Ca 10⁻¹⁰M) と交換する。

蔗糖液に平衡後，noradrenaline (NA), 電気刺激，caffeine などを加えると無 Ca-Tyrode 液中で消失した収縮性が再び現れる。この場合流入すべき Ca は外液中に期待できないので，細胞内 Ca が

利用されたと考える。これらの収縮は蔗糖液に加えた10~20 mM Na⁺ は抑制的に作用するが、その程度は無 Ca-Tyrode 液で洗滌中に加える GEDTA 濃度に依存する。この Na⁺ 作用は K⁺, Tris⁺ で代行しえず、また添加 ATP もこれらの収縮に対し抑制的に作用した。この Na⁺ の抑制(緩弛)作用は、一見生体膜上の反応としてよく知られている Na_{in}-Ca_{out} exchange 反応の結果とも考えられる。しかし ⁴⁵Ca を用いた本成績-予め負荷された ⁴⁵Ca 含量が Na 収縮時、およびそれが Na により弛緩した場合を比べるとほとんど同値である事実-はこの Na による弛緩が Na_{in}-Ca_{out} exchange によるものでないことを示す。おそらく、蔗糖液に加えられた Na⁺ が、何らかの機構を介して細胞内遊離 Ca のある site への再結合を促したためと思われる。

10. 外舌筋の反射活動

横田敏勝, 鈴木恵三, 中野耕輔 (北大, 歯, 口腔生理)

関節に関与せず、筋紡錘を欠くネコの外舌筋の反射活動は、口腔の外受容器からのインパルスによって制御されると考えられる。そこで、舌粘膜の機械的刺激による外舌筋の反射活動を調べ、舌粘膜外受容器による外舌筋運動制御の実体を明らかにしようとした。

実験はウレタン・クロラロース麻酔ネコおよびエーテル麻酔下に除脳したネコを対象として行なった。ネコの舌背に細い硝子棒の丸い尖端で触刺激を加えると、外舌筋運動単位の spike discharge がえられる。そこでこの discharge の受容野を個々の運動単位について調べた。

1. 茎突舌筋運動単位は、舌背前部の機械的刺激に反応して spike を発射する。その受容野は5型に分類されるが、ウレタン・クロラロース麻酔ネコでは主として舌尖部の非糸状乳頭部に受容野を有する bNF type が過半数を占める。これに対して、除脳ネコでは同側糸状乳頭部に受容野をもつ iF type が多い。

2. 舌骨舌筋運動単位は腹側群と背側群とに分類される。腹側群の受容野は同側舌背後部にあるが、背側群のそれは同側舌背前部の主として糸状乳頭部にある。

3. オトガイ舌筋運動単位は、舌粘膜の機械的

刺激によってまれにしか spike を発射しない。これがみられる場合の受容野は、同側または両側舌背前部の糸状乳頭部にあるのが普通である。しかし少数の例では同側舌背の後部に認められた。

4. 舌腹の機械的刺激によって茎突舌筋および舌骨舌筋運動単位の spike 発射がえられたが、オトガイ舌筋はこれに反応しなかった。

5. 同側舌背後部の機械的刺激によって茎突舌筋運動単位スパイク発射の抑制がみられた。また、同側、反対側または両側舌背後部の機械的刺激によってオトガイ舌筋運動単位の自発性放電の抑制が認められた。

11. 脊髄半切サルにおける膝蓋腱反射の亢進について

青木 藩, 森 茂美, 藤森聞一 (北大, 医, 第二生理)

ヒトで、脊髄傷害後腱反射亢進を主徴とするいわゆる痙縮症状が現われることが知られているが、その発現機序はまだ解明されていない。

私どもは、先年ネコについてのこの方面の研究を行なったが、このたびは、脊髄の機構がヒトのそれにより類似しているサルについて実験を行なったところ、サルがこの種の研究に適当であることがわかった。

1. 赤毛サルと日本サル33頭の胸髄 (Th 8) に半切を加えて、長期間にわたって諸症状の推移を観察したところ、特殊例の数列を除いた全例において、半切側の膝蓋腱反射が10~28日後亢進しはじめ30~40日で最高に達し、その後その状態が長期間継続した。

それとほぼ併行に、半切側の大腿周が短縮し、同側大腿筋の萎縮状態がみられた。なお、半切側下肢の運動障害は、次第に回復したが、同側下肢趾の運動障害は完全には回復せず、半切後3年経過した1例にもみられた。

2. 膝蓋腱反射検査は臨床的にも慣用されており、また定量的観察もしやすいので、今回はこれを重視して実験を行なった。

半切側の膝蓋腱反射亢進状態は Nembutal 静注 (20~25 mg/kg) 後にも明確にみられたので、以下の実験は、慢性的胸髄半切サルについて Nembutal 静注のもとに行なった。

3. 半切部より1髓節下位で胸髄に全切断を加

えても、半切側の膝蓋腱反射亢進状態は明確に認められた(6例)。

4. 膝蓋腱叩打による L_6 VR の反射電位は、半切側で著明に増強していたが、これらの例について腱叩打にともなう L_6 DR の afferent volley をみたところ、半切側において増強していた例はなく、すべて半切側において減弱した(4例)。

以上の成績から、ラサルの胸髄半切後次第で発現してくる膝蓋腱反射亢進は、脳とか末梢の筋・筋紡錘などの直接関与によるものではなく、半切部以下の脊髄内に次第に発展してくる機序によるものとみなされる。

それが後根線維からの「新芽発生」によるものか、「神経除去性過敏」によるか、両者が関与するのか、などについて、目下東大生理内菌生理(電顕)と同脳解剖部門(Nauta染色など)のご協力をえて解析を進めている。

12. ネコの四肢間反射-とくに向上性反射について

松本昭久, 青木 藩, 森 茂美(北大, 医, 第二生理)

四足動物にみられる四肢間反射については、Sherrington 以来知られており、その機能については歩行運動にさいし重要な役割を演ずるものと考えられている。しかし四肢間反射の一つである上行性反射の脊髄機構についてはいまだ不明の点が多いので、この実験ではその反射機構を明らかにしようとした。

実験は脊髄ネコについておこなった。前肢脊髄運動細胞群の興奮性変化を解析するために、橈骨神経本幹に単一試験刺激を加え、前肢足部背屈筋である Ext. carpi rad. 支配の筋神経より単シナプス反射(MSR)を導出した。このMSRの振巾値を指標として、後肢筋神経である deep peroneal n. と gastrocnemius n. および後肢皮膚神経である sural n. に単一条件刺激を加え、それら後肢から前肢への求心性信号のもたらす効果を解析した。

その成績として、後部足部背屈筋を支配する deep peroneal n. およびその拮抗筋を支配する gastrocnemius n. に条件刺激を加えると、いずれのばあいも、MSRに増強効果が認められた。その効果は、条件刺激後約14 msecの潜時で始ま

り、20~30 msecで最大増強効果を示し、その程度は条件刺激を加えないばあい250~300%におよんだ。そののちしだいにその効果は減弱し、持続時間は100 msecにわたった。このような増強効果は条件刺激側と反対側および同側の Ext. carpi rad. にもほぼ等しく認められた。後肢足部支配皮膚神経である sural n. の条件刺激のばあいにも増強効果は認められたが、その効果の程度は弱かった。これらの増強効果は後肢神経を構成する求心性線維群のうち、おもに G II 線維の興奮性変化によりひきおこされた。

以上の成績から、1) 前肢足部背屈筋支配の脊髄運動細胞群に対しては後肢神経より促進効果のあること、そして両側性であること、2) さらにこの促進効果の発現に関与する求心性線維は G II 線維群であることが明らかとなった。

13. 下オリーブ核細胞発射におよぼす頸筋支配神経および橈骨神経刺激の加算効果

三上章允, 森 茂美(北大, 医, 第二生理)

頸と前肢の動きとは機能的に密接な関連があるので、私どもは、頸筋支配神経に刺激を加えたいの外側前庭核細胞の発射や、前肢の脊髄反射におよぼす効果について一連の実験を行ってきた。一方、下オリーブ核は、錐体路から側枝を受けるとともに、上行性の脊髄オリーブ小脳路は下オリーブ核を経て climbing fiber として小脳の Purkinje 細胞へ投射しており、その側枝は外側前庭核にも投射していると考えられている。そこで今回は、下オリーブ核細胞発射におよぼす頸筋支配神経および橈骨神経刺激の効果について調べた。

下オリーブ核の細胞発射は、ネブタール麻酔(20~25 mg/kg)の除小脳ネコを用い、直視下にタングステン微小電極を刺入して細胞外で記録した。記録部位の同定は組織学的にも確認した。また、頸筋支配神経は、頭部挙上筋である板状筋や頸二腹筋の入口部で切断しその中枢端に単一刺激を加えた。

記録した細胞の多くは自発性には発射せず頸筋刺激に対して橈骨神経刺激とほぼ同じ潜時(8~22 msec)で発射したが、反対側刺激では同側刺激よりも1~2 msec 潜時が短かった。また橈骨神経浅枝と橈骨神経深枝では、浅枝の方が潜

時が短かった。つぎに、頸神経に同時刺激を加えると著明な加算効果が認められ、単独刺激に比較して2 msec 前後の潜時の短縮と発射数の増加がみられた。この加算効果は調べた細胞のうち、同側では約50%、反対側では約90%認められ、同側と反対側の頸神経を同時刺激した場合にも認められた。

この著明な加算効果は頭部挙上筋が抗重力筋であると考えれば、頸からの tonic の impuls が、下オリーブ核あるいはそれ以下のレベルで持続性の促進効果をおよぼし、前肢からの情報伝達を加減していることになり、機能的にも興味深い問題であろう。

14. 逆行性刺激頻度と脊髄 α 運動細胞の応答

福島菊郎，加藤正道（北大，医，第二生理），大場良次（北大，工，応用物理）

反回抑制は中枢神経系に広く存在することはよく知られている。これがどのようなはたらきをするか、最も簡単なモデルとして、脊髄 α 細胞に種々の頻度の逆行性刺激を加えた場合の SD spike の応答および脱落の規則性について軽い Nembutal 麻酔下のネコを用いて解析しその成績を反復性逆行性刺激に対する SD spike の応答を示すと思われる数式モデルによる理論値と比較考察した。えられた成績としては逆行性刺激頻度が、平均25 Hz までは各刺激に応答するが、それ以上の頻度では、1 回応答し1 回脱落あるいは、1 回応答2 回脱落などと一定頻度の刺激では、応答の間隔がほとんど一定で Eccles ら（1953）の報告が確認された。しかし記録する細胞によっては、これと異なったリズムを示す刺激頻度があった。たとえば、4 回続けて応答すると1 回脱落、あるいは3 回続けて応答すると1 回脱落さらに頻度があがると2 回続けて応答すると1 回脱落といったリズムの繰返しが、最初に記した規則的な応答の間の刺激頻度で認められた。この機構について今回十分に明らかにできなかったが、これらのリズムのうち2 回続けて応答し1 回脱落のリズムについては、連続した2 回目の応答で IS-SD 部の notch が著明で刺激から SD spike peak までの潜時は、2 回目が1 回目の応答よりも常に延長していた。しかしこのような規則的な潜時の延長は、上記リズムについて必ずしも常に認められ

なかった。次に各細胞について刺激頻度と SD spike 応答率 $F \cdot 1$ の関係を求めると $1/1$, $1/2$, $1/3$, $1/4$ の応答を示す刺激頻度の幅がほぼ等しい例があり、これは、数式モデルによる後過分極電位だけから求めた理論値とよく一致した。これに対し $F \cdot 1$ が30~40 Hz の間で著明な減少に続く上昇を示す例があり反回効果を考慮すれば説明できる成績と思われた。また前記の特有なリズムは、このような例に多く認められたことから脱落のこのようなリズムに反回効果の関与する可能性が考えられた。

15. 気流遮断時における肺内圧の時間経過について

才善宣雄（北大，応電研，生理部門），佐治裕，宮本嘉己（北大，応電研，生体制御部門）

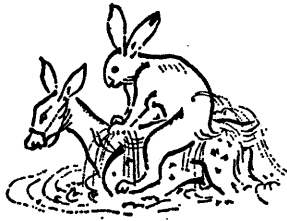
気流阻止法による気道抵抗の測定は1927年 Neergaard 等によって始められ、その後1954年 Mead 等により気道抵抗と肺組織抵抗の和であることが理論的にまた実験的に確かめられている。この方法は、装置が簡単であり、呼気時、吸気時の抵抗の分離測定や、あらゆる気流の時に測定できる等の便利さがある。しかし測定にあたっては、口腔内圧に胸廓の変動による圧が加わること、不均等換気のある場合、口腔内圧はいわゆる pendelluft（肺内で換気の良い部分と悪い部分との間の肺内圧に位相差を生じるため、気流阻止後も肺内圧を一定にするように気流が生じる）のため正確な肺胞内圧を示さない等により正確な気道抵抗を求めることはできない。そこでわれわれは、気流を一定時間阻止し、口腔内圧が肺胞内圧と等しくなった時点で気道を開放し、その直前の圧を開放直後の気流で割ることにより、気道抵抗を求めた。この方法では、胸廓の変動および pendelluft の影響は無視される。また、気流阻止後の口腔内圧と食道内圧の差を求め、肺内圧平衡後の気道抵抗を算出した（この方法も胸廓の変動および pendelluft の影響は無視されている）。これらと、食道内圧と気流とのリサージュ図より求められる抵抗を合せ、3種の気道抵抗を比較検討し、不均等換気がある場合の気流阻止法による気道抵抗測定の信頼度について報告する。

16. 過渡状態における肺血流とガス交換の挙動

小山富康, 中島 進, 堀本和志, 望月政司 (北大, 応電研, 生理部門)

グロー放電式呼気迅速分析計と定量呼出法とを組み合わせ肺血流量 \dot{Q} と酸素摂取量 \dot{V}_{O_2} との過渡変化を検討した。その結果正常人が運動を開始すると、きわめて速かに \dot{Q} , \dot{V}_{O_2} が増大した。定常状態では人の心送血量は心拍数の増加が必要であると考えられている。しかし過渡状態での両者の関係は未知である。今回は心送血量でなく肺血流量 \dot{Q} であるが、数人のペースメーカ装置患者の協力をえて運動開始にともなう過渡現象の機序を検討することを企図した。第一に心拍数可変ペースメーカを装置した患者で安静条件下で急激に心拍数 HR を変化させた。すなわち標準 HR を70とし、患者が定量呼出を開始してから約10秒後に急激に心拍数を50へ減少、および100, 130 cpm へ増加させた。この後呼出をつづける短時間内で呼出気を連続分析し、 \dot{V}_{O_2} を連続測定した。その結果 HR 減少の場合に \dot{V}_{O_2} は僅かに減少傾向を示したが、100 cpm へ増加させても \dot{V}_{O_2}

の増大は著明でなく、130 cpm へ増加させるとむしろ一過性の減少がみられた。この患者は疲労のため \dot{Q} の測定はできなかったが、外因性に単純に HR を増加させることは短時間内には \dot{Q} の増大につながらないことが推察された。第2に1週間前新たにペースメーカを埋め込んだ患者について HR 一定72 cpm で軽い運動を负荷した。すなわち定量持続呼出開始10秒後に運動を始めたが本例では \dot{Q} の著明な増加を認めえなかった。この成績は HR の増加を伴わない運動は短時間内に \dot{Q} を増大させなかったと解釈される。以上を総合すると HR の増大だけでなく恐らくは運動による末梢循環系の適当な挙動が同時に起るとき、はじめて迅速な \dot{Q} の増大が成立することを指唆している。正常人の運動開始における迅速な \dot{Q} 増大の内容は両者が遅滞なく起ることにあると考えられる。ところが他方、数年来ペースメーカを装置してきた人では全例において運動開始により \dot{Q} は速かに増大した。



Vol. 23, No. 1 (1973)

1. Analysis of membrane permeability coefficients of amphibian skin by means of electronic data processing. II. Absolute values of the permeability and cross coefficients from the current-voltage relation, 1-11.

両生類皮膚透過係数の電算機データ処理. II. 電流電圧曲線より求めた透過係数および交叉係数の絶対値

Y. SHINAGAWA (品川嘉也:京大, 医, 生理)

担体能動輸送があるときの膜を流れるイオン電流は, 著者が前報で提案した膜方程式から

$$I = -F\beta AE \{ P_K (C_K^i e^{\beta \Delta E/2} - C_K^o e^{-\beta \Delta E/2}) + P_{Na} (C_{Na}^i e^{\beta \Delta E/2} - C_{Na}^o e^{-\beta \Delta E/2}) + P_{Cl} (C_{Cl}^i e^{\beta \Delta E/2} - C_{Cl}^o e^{-\beta \Delta E/2}) - \Phi (e^{\beta \Delta E/2} - e^{-\beta \Delta E/2}) - \varphi \} / 2 \sinh \beta \frac{\Delta E}{2}$$

のごとく求められる。ここに ΔE は膜電位,

$\beta = \frac{F}{RT}$ で F, R, T は通常の熱力学記号である,

P は透過係数, Φ は担体流, φ は能動輸送流を表わす。短絡流は

$$I_{sc} = F\varphi$$

で表わされる。不可逆過程の熱力学における現象論的方程式を適用すると, 透過係数と交叉係数の間に

$$P_j = \sum P_{ij} \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

の関係がえられる。カエルおよびガマ皮 (腹部皮膚) を用いて電流電圧曲線を測定し, コンピューターシミュレーションにより, 透過係数および交叉係数の絶対値を求めた。透過係数はカエル皮で

$$P_{Na} = 1.53 \times 10^{-6} \text{ cm/sec,}$$

$$P_K = 0.158 \times 10^{-6} \text{ cm/sec,}$$

$$P_{Cl} = 1.24 \times 10^{-6} \text{ cm/sec,}$$

交叉係数は同じく

$$P_{NaNa} = 1.51 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

$$P_{ClNa} = 0.26 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

$$P_{KK} = 0.266 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

$$P_{ClK} = -0.108 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

$$P_{ClCl} = 1.32 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

となった。

2. Effects of background illumination on the receptive field organization of single cortical cells in area 18 of the immobilized cat, 13-23.

ネコ視覚領18野単一細胞の受容野構成におよぼす背景光の効果

S. NUNOKAWA (布川茂樹:岩手医大, 医, 生理)

1. 不動化ネコの脳視覚領18野の特定部位 (F_{0-3}, L_{2-3} in H-C coordinates) に微小電極を刺入し, 種々の刺激光に対する単一細胞の衝撃放電様式や, その細胞の受容野の性質が背景光の強さの変化によりどのように変化するかを系統的に調べた。単一細胞の衝撃は統計処理用のコンピュータを用いて時間分布分析を行ない, スリット光の往復運動に対する衝撃頻度のヒストグラムを記録した。

2. 上記皮質部位には光に対して複雑型の応答を示す細胞が多く, その細胞の受容野は比較的広く (視覚で約 $20^\circ \times 20^\circ$), 受容野の境界は明確でないものが多い。また拡散光の点滅に反応する細胞の存在も確認された。

3. 動くスリット光に対する応答は明暗順応の状態により異なり, 背景光から受ける影響の種類により総数86個の細胞は次の5型に分類された。(i) 抑制型 (27個), (ii) 促進型 (13個), (iii) 選択方向逆転型 (4個), (iv) 方位軸発現型 (3個), および (v) それ以外のもの (39個)。ここで抑制型とは受容野内をスリット光が移動する時, 背景光を与える事によって放電頻度が減少する型の細胞をいい, 促進型とは, 反対に放電頻度が増加する型をいう。選択方向逆転型とは暗所で見いだされた細胞の選択方向が背景光を与えると, その方向が逆転する型である。また方位軸発現型とは暗所でその細胞の受容野の方位軸の検出が困難なものが背景光を与えることにより検出が容易になるものをいう。

4. この実験成績は18野皮質細胞の受容野の構成, 方向選択性, 方位軸優位性等が背景光の存否強弱に依存して著明に変化することを証明するも

のである。

3. Activation of an electrogenic sodium pump in the smooth muscle cell membrane of guinea pig taenia coli during recovery after cold treatment, 25-38.

モルモット結腸紐急冷後の回復過程にみられる electrogenic Na pump について

T. MAGARIBUCHI, Y. ITO, and H. KURIYAMA (曲淵徹雄, 伊東祐之, 栗山 照: 九大, 歯, 生理)

モルモット結腸紐平滑筋の急冷処理からの回復過程の過分極の性質について, 2重蔗糖隔絶法を用いて研究した。その結果は, 次のように総括することができた。

1. 急冷中, 膜抵抗は増大し, 膜電位は低下する。しかし, 急冷の初期には膜抵抗は一時減少するが, この減少と回復過程の膜の過分極の間には正の相互関係があった。
2. 急冷の期間と過分極の間にも相関があった。
3. 急冷初期の膜抵抗の減少は Na 透過性の一時的増加によるもので, その後の膜の脱分極と膜抵抗の増加は, 非選択的なイオン透過性の抑制と emf によると考えた。
4. Na-欠徐液, および K-欠徐液中では, 初期膜抵抗の変化がなく, また回復過程の膜の過分極もみられなかった。
5. Cl-不足液 ($C_6H_5SO_3$ 置換) および Ca-欠徐液中では, 回復過程に過分極する。
6. Ouabain (10^{-6} g/ml) で過分極は抑制される。
7. 以上の結果から, 急冷中に細胞内に流入した Na を回復過程で排出する機序が, electrogenic Na-pump をして発生し, 膜を過分極するであろうと考察した。なお, この結腸紐でみられるこれらの現象を他の組織と比較考察した。また, electrogenic Na-pump の発生機序について, 他の細胞膜とも比較考察した。

4. Antiarrhythmic action of tetrodotoxin in various animal species, 39-46.

各動物種類における TTX の抗不整脈作用

T. F. HUANG (黄 廷飛: 台湾大, 医, 生理)

数種動物の摘出心筋標本, ニワトリ胎心室筋, ガマ心房筋, フナ心房筋を用いて, アコニチンで不規則頻率の細胞活動電位を誘発し, 微小電極で記録, これに対する TTX の抗不整脈作用を検討した。その結果は TTX 10^{-8} – 10^{-7} g/ml で, 何れの心筋標本の不整脈をも抑制した。TTX の抗不整脈作用は lidocaine に比し, 少なくとも数千倍以上強力である。アコニチンの不整脈誘発作用は Na 内向き電流の異常増加と思はれ, TTX の抗不整脈作用は Na 内向き電流の抑制と考へられる。

5. Effects of caffeine on tension development in dog papillary muscle under voltage clamp, 47-58.

膜電位固定法による仔イヌ乳頭筋の張力発生に対するカフェインの効果

M. OHBA (大場三栄: 九大, 医, 生理)

膜電位固定法によって調べられた心筋の膜電位と張力の関係から, 細胞内の Ca イオンが張力発生に関与することが示唆されているが, 本論文では, 仔イヌの右心室より摘出した乳頭筋を 2重蔗糖隔絶法により膜電位固定を行ないその時発生する張力を測定して次の結果をえた。

1. Tyrode 液中では -50 mV 位の低い膜電位で小さな張力が発生し始め 0 mV 付近で急峻で大きな張力の発生がみられ, いわゆる S 字状の張力-膜電位関係をえた。この関係は細胞外 Ca 濃度を増加すれば張力増強へ, 減少すれば張力減弱へ平行移動した。
2. 10 mM/litre 濃度のカフェインを加えると, 1 でみられた大きな張力の発生は著明な抑制を受けるが, 小さな張力の発生はほとんど抑制されなかった。
3. 高脱分極電位に膜電位を固定しても Tyrode 液中では弛緩が起るが, カフェインを投与すると弛緩は起りにくい。
4. 繰り返し膜電位固定を行ないながらカフェインを投与すると, 最初に発生張力の弛緩相がゆるやかになり, 次いで収縮相がゆるやかになった。

5. 膜電位固定後の第 1 発目の活動電位による張力は, Tyrode 液中では前の固定電位における張力の大きさに依存して大きさが変わるがカフェインを作用させると, ほぼ一定であった。

以上の結果から、温血心筋の張力発生には、細胞外 Ca イオンの流入による直接的作用のみならず細胞内の筋小胞体に能動的に取り込まれた Ca イオンが、その蓄積量および膜電位に応じて筋小胞体から遊離されることも大きな役割を果していること、また筋小胞体の能動的な Ca イオンの取り込みによって、筋の弛緩が起り、これをカフェインが抑制することがわかった。

6. The enhancing of action 5'-ribonucleotide on rat gustatory nerve fiber response to monosodium glutamate, 59-68.

ラット味神経線維のグルタミン酸ソーダ応答におよぼす 5'-リボ核酸の増強作用の解析

S. YAMASHITA, H. OGAWA, and M. SATO
(山下 智, 小川 尚, 佐藤昌康: 熊本大, 医, 生理)

舌の味刺激に対する、SD 系ラットの12本の単一鼓索神経線維のインパルスを記録し、グルタミン酸ソーダ (MSG) の濃度応答曲線におよぼす 5'-グアニル酸ソーダ (5'-GMP) の効果を調べた。

MSG の濃度応答曲線は刺激後 5 秒間のインパルス数でみると大部分は 0.001 M から 0.1 M に閾値を有し、0.3 M 以上の濃度で最大応答を示した。MSG 濃度応答曲線におよぼす 0.001 M 5'-GMP の効果は、いわゆる 4 基本味液に対する単一鼓索神経線維の応答様式により異なり、食塩に感受性の高い線維では 5'-GMP を添加しても MSG 応答は変化しなかったが、蔗糖に反応する線維では MSG の応答が著明に増大し、閾値の低下および最大応答の増大がみられた。また GMP と MSG 両者によく応答する線維では単なる相和効果がみられるに過ぎなかった。

相乗効果のあった例について、定常状態に近いと考えられる刺激後 5~10 秒間のインパルス数をもとに、5'-GMP の MSG 受容器に対する作用機序を松本と雲井の方法で解析した。C を MSG 濃度、R を応答の大きさ、R_m を最大の応答値とすると、GMP 添加によって MSG の濃度応答関係が変化する様式は次のようであった。すなわち、log C-R 曲線は 5'-GMP の添加により上方および左方へ移動し、log C-log R/(R_m-R) は C の小さい方へ平行移動し、1/C-1/R 関係は直線で、この直線と 1/R 軸の交点は GMP 添加により小さ

い値になった。このことから、相乗効果のみられる線維が支配している味細胞受容器では、MSG に対し GMP は競合的および非競合的相乗作用 (competitive and non-competitive sensitization) を示すものと推測された。

7. Circadian rhythms of brain temperature in the chicken, measured at different levels of constant illumination, 69-80.

各種レベルの一定照明の下にて測られたニワトリの脳温の24時間レベル

J. ASCHOFF and U. von S. PAUL (Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, 8131 Erling Andechs, Germany)

1. 無麻酔で緩く拘束したニワトリの脳組織の中に色々の深さに熱電推を刺入して脳温を連続的に描記した。ニワトリは防音室内の小さい円形の囲いの中に入れ、一定の照明の下に18日間迄飼育した。またその活動は囲いの底をバネで吊るしておいてその振動を数値として記録するようにした。照明の強さは 0.05 Lux より 100 Lux 迄変えたが併し少くとも24時間はそれぞれの一定の照度の下にニワトリをおき且大部分の実験ではこれを数日間持続した。

2. 総てのニワトリについてその脳温および大部分の活動は明らかに24時間リズムを示した。そこで各実験条件それぞれについて、脳温の平均レベル、24時間変動の中および活動の量を計算した。

3. 脳温のレベルおよび活動量は共に光の強さ(照度)と正相関を示す。併し、脳温の変動の中と照度との関係はこのような相関々係は一つの統計テストでは有意に出たが、照度が増した場合には他の二つのテストでは有意なものではなかった。

4. 脳温変動の中は脳温の低いレベルのところでは脳温のレベルと正の相関をもっているようであるがその平均レベルよりも高い範囲の所では負の相関をもっているように見える。

5. 光の強さの変化をおこさせると脳温はそれに反応してむしろ急激に変化し、且これは脳組織の総ての部分で同時に変化が見られる。

8. Electrophysiological comparison of the

action of oxytocin and carbachol on pregnant mouse myometrium, 81-96.

マウス妊娠子宮筋におよぼすオキシトシンの効果およびカルバコールの効果との比較

T. OSA and F. TAGA (長 琢朗, 多賀福太郎: 九大, 歯, 生理)

マウス妊娠子宮について電気活動, 収縮活動を指標にオキシトシンとカルバコールの作用を比較観察した。

結果と総括: 1) 10^{-6} – 10^{-5} U/ml オキシトシン投与により脱分極はおこらないが群放電の頻度が増加した電気活動と収縮の同期がよくなる。

2) 10^{-4} U/ml により約 10 mV の脱分極がおこりスパイク活動が増大する。3) カルバコールは 10^{-6} g/ml 以上で有効となり 10^{-4} g/ml で -25 mV の最大脱分極をおこす。モル濃度で比較するとオキシトシンが約 10^5 倍有効である。4) カルバコールの desensitization はオキシトシンより著しくすみやかにおこる。5) その他薬物作用時の膜コンダクタンスの変化, スパイク電位に対する過分極通電の効果を観察した。6) これらのことから活動電位の発生と伝導や膜電位に対するこれら薬物の作用を考察した。

9. Effects of external Na and Ca on the mouse myometrium in relation to the effects of oxytocin and carbachol, 97-112.

マウス妊娠子宮筋におよぼすオキシトシン, カルバコールの効果および外液ナトリウム, カルシウムの影響

T. OSA and F. TAGA (長 琢朗, 多賀福太郎: 九大, 歯, 生理)

子宮平滑筋に対するオキシトシンの作用には腸管平滑筋に対するコリン作働薬の場合と同じイオン機序が考えられている。現在の実験ではマウス妊娠子宮についてこれら薬物の作用に対する外液 Na, Ca の影響を比較観察した。

結果と総括: 1) 外液 Ca を 10 mM に増加すると膜電位は数 mV 過分極し膜のコンダクタンスは減少する。また外液 Na を蔗糖, Tris 置換によって 15.5 mM に減少すると一過性の脱分極のあと約 -40 mV に再分極し, この時膜のコンダクタンスは減少する。2) このようなイオン条件下でオキシトシン (10^{-3} U/ml) の脱分極作用は抑

制されないが, カルバコール (10^{-3} , 10^{-3} g/ml) の効果は著しくおさえられる。3) 低 Na 液中でも Ca 濃度を減少するとカルバコールの脱分極作用が賦活される。4) これらのことから子宮筋細胞膜に対する Na, Ca の効果を考察し, 合わせてオキシトシンとカルバコールの作用機序の相異について考察を加えた。

Vol. 23, No. 2 (1973)

1. The effects of sodium, calcium and manganese on the electrical and mechanical activities of the myometrial smooth muscle of pregnant mouse, 113-133.

妊娠マウス子宮筋の膜活動および収縮におよぼすナトリウム, カルシウム, マンガンの効果

T. OSA (長 琢朗: 九大, 歯, 生理)

実験の目的: マウス妊娠子宮の膜活動や収縮活動は外液イオンの変化に対し特異的な反応を示す。低 Na 液中 (16.2 mM) で膜は脱分極し, Na 欠除液では脱分極と拘縮が発生する。現在の実験では細胞内誘導による膜活動と収縮を指標に Mn の効果をいろいろな Na, Ca 濃度でしらべた。

実験結果および総括: 1) Locke 液中で Ca 濃度をますと (22, 66 mM) 過分極をおこし, 自発性のスパイク活動の頻度が減少する。スパイクの大きさや立上り速度は増大するが, overshoot の大きさは正常液にくらべ殆ど変化は見られない。

2. 外液ナトリウムを蔗糖または Tris で置換すると約 15 分づく脱分極にひきつづき膜は漸次再分極する蔗糖置換による場合, 定常状態でのスパイクの overshoot は正常液のにくらべむしろ大きい。3) 低濃度の Mn (0.1, 0.3 mM) により自発活動の頻度が減りスパイクの大きさもやや減少する。0.6~1.8 mM では膜は過分極し, 膜のコンダクタンスは減少する。また電気刺激によっても殆どスパイクは発生しない。外液 Ca の濃度を上げることによってスパイクの大きさは回復する。Ca 欠除液中で脱分極された膜は Mn 投与によって再分極する。4) 低 Na 液中では一過性, Na 欠除液中では maintain される脱分極や拘縮は Mn (0.6~1.2 mM) 投与によっておさえられる。この場合膜のコンダクタンスは減少する。

以上の実験結果から, 1) Mn は膜の Ca-site を

競合することにより活動電位の発生をおさえ、また Na や Ca に対する膜の透過性を減少させて過分極がおこると考えられる。2) 低 Na 液中でみられる脱分極や拘縮が Na-Ca exchange の抑制による可能性について先に Jap. J. Physiol. (1971) に報告した。今回の実験でえられた Mn の効果から考え低 Na 液中では細胞外からの Ca 流入が増大することも考えられる。

2. Studies on rapid cooling contracture of frog toe muscle immersed in hypertonic and hypotonic solutions, 135-147.

高張および低張溶液浸漬筋における急速冷却拘縮について

T. SAKAI and T. YOSHIOKA (酒井敏夫, 吉岡利忠: 慈恵医大, 第二生理)

Rapid cooling contracture の発生機序に関しては、著者の一人酒中が1960年以来、カエル骨格筋を用いて実験を行ってきた。その主な結論として lateral sacs の Ca pumping によるもので少なくとも T-system は2次的役割を演じているといっている。

そこで、本論文では、高張、低張溶液下で rapid cooling contracture を観察した。その目的は、骨格筋では高張溶液下では収縮の抑制、低張溶液下では収縮高の増大が、これまで確定されており、April らは、Ca microinjection 法を用いてさらにこれを確認した。一方、高張溶液下でも caffeine による S.R. からの Ca release がある事が Isaacson によっても報告されており、当然、われわれの rapid cooling contracture の実験でも S.R. からの Ca 放出がある事が予測できる。したがってこれらの実験事実から高張、低張両溶液中の rapid cooling contracture の pattern は、April らの実験結果と一致するであろう。若し一致すれば、予測した S.R. の Ca 放出が行なわれたものとする事ができる。

実験の結果は、従来の諸実験の成績と類同し、予測の正しさを確認することができた。この点、rapid cooling contracture は生理学的レベルでの収縮機序によって催起されている事が、一層確かめられたといえる。

論文の discussion では、高張溶液中での収縮の抑制、低張溶液中での収縮の促進機序に関する考

察が行なわれた。

3. Impulse propagation through the cardiac junctional regions of the axolotl and the turtle, 149-164.

サンショウウオ (*Axolotl*) およびウミガメの心筋接合部におけるインパルスの伝播

J. ALANIS, D. BENITEZ, E. LOPEZ, and A. MARTINEZ-PALOMO (Dept. of Physiol. of the Inst. Nacional de Cardiologia, and Dept. of Cell Biol. of the Centro de Investigación del I. P. N., Mexico)

Axolotl およびウミガメ心臓の切り出し標本から異なる心臓組織を通過して伝播するインパルスを研究した。各種の線維から細胞内記録を行なったが、二つの接合部では切れ目入りの活動電位が記録された。この部は房室輪 (A-V.R.) および室球部 (V-B.C.) であった。これらの部で記録された活動電位は、その脱分極相に切れ目があった。この切れ目の現われる時間的關係は、近傍の線維を活性化する事により、決定された。この切れ目によって示される二つの成分は、異なる実験条件によって分離する事が可能であった。A-V.R. および V-B.C. の接合部は水平線維群からできている。

これらの水平線維が近傍の他の線維から縛られると、接合線維は自発放電を示し、記録された活動電位は緩い上昇率を示し、切り目を欠き、ゆるい拡張期性脱分極を示す。

是等の接合部では伝導速度が他のどの心臓組織よりも遅いし、また伝播の遅延および停止が好んでおこる。

形態学的研究から、A-V 中間部の細胞の特徴は、a) 細胞形質部の断面直径が小さく、b) 独立した僅かの筋原線維が見られ、c) 多量のグリコーゲン貯蔵が見られる、d) 接合部接触がまばらに見られる。

本論文に報告された電気生理学のおよび微小構造の特徴は、*axolotl* および *turtle* の心臓における接合部での興奮伝播の遅延の基礎となる機構が、下等動物の心臓においては特殊な伝導系を持たないに拘らず、哺乳動物に見られる機構との相似性を示してみる。(勝木 譯)

4. An analysis of the membrane hyper-

polarization during action of the sodium pump in frog's skeletal muscles, 165-191.

ポンプによるカエル骨格筋膜過分極の発生機序について

T. TAHARA, H. KIMIZUKA, and K. KOKETSU

(田原 孝, 君塚英夫, 額頌教三: 九大, 理, 化学・久留米大, 医, 生理)

細胞内の Na 濃度を増大したカエル骨格筋を用いて, 温度を急激に上昇した時に見られる細胞膜の過分極電位変化 (thermohyperpolarization) を ouabain を与えた場合と, 与えない場合について比較検討し, その発生機序を分析した。

かかる thermohyperpolarization は低温中において一定の外向き電流を与えて膜を過分極の状態に保って置くと, その大きさは減少する。外向き電流の大きさを大にすると thermohyperpolarization は一定の膜電位レベルにおいて消失し (thermoreversal potential), さらに大にするとその極性は逆転し脱分極電位変化になる。かかる実験条件下において膜抵抗の変化を知るために電流-電圧関係を ouabain の存在する場合と, しない場合について調べた。また異なった膜電位レベルにて観察された thermohyperpolarization を完全に補整するのに必要な電流 (compensating current) を測定した。

以上の実験により, 異なった膜電位レベルにて観察測定された thermohyperpolarization と compensating current は共に電流-電圧関係から一貫して説明できることがわかった。また ouabain が Na ポンプだけを特異的に抑制するものと仮定することにより ouabain が存在する場合と, しない場合についてえられた thermohyperpolarization の相違からポンプ電位差 (pump potential drop), また同じく compensating current の相違からポンプ電流 (pump current) を理論的に計算した。かかる実験結果の分析によりポンプ平衡電位 (pump equilibrium potential) の存在が示唆される。

Thermohyperpolarization, thermoreversal potential, pump equilibrium potential は共に細胞外液の K 濃度に依存し 3.5 mM の K 濃度の時それらの値は最大となり, K 濃度が 3.5 mM より大になる場合も, また小になる場合もそれらの値は減少する。

5. Effects of reducing the extracellular calcium concentration on the resting potential of frog's skeletal muscle fibers, 183-197.

細胞外カルシウム濃度の減少がカエル骨格筋静止電位におよぼす影響

G. B. FRANK and F. INOUE (G. B. フランク, 井上文武: Dept. of Pharmacol., The Univ. of Alberta, Edmonton, Canada)

蔗糖隔絶法によりカエル趾筋 (M. ext. digit. long.) の一端を無カルシウム・リンガー液に浸すと約20分~25分後約15 mV の脱分極をし (コリンリンガー液では, 40~45分後), それ以後は (1時間またはそれ以上) ほんの僅かしか増大しない。僅か 0.05 mM の Ca^{++} はこの脱分極を妨げるかまたはその程度を大いに減少させる。

細胞内電極でえられた静止膜電位のヒストグラムをプロットしてみると無カルシウム溶液のものは正常のものに比して平坦で且つ分布の中が広くなるのが著しい特徴である。無カルシウム溶液中15分における脱分極の平均値は12ないし15 mV であるが, 浸漬1時間後に始めて記録をした場合の静止膜電位脱分極値の平均は10ないし15 mV にすぎなかった。この実験でえた脱分極最大値は1時間半後にえた55 mV でこれは4期間にわたって測定した場合の最後にえたものである。

カエル骨格筋の静止膜電位は無カルシウム溶液により大きな脱分極が生ずるとい報告を屢々みるが, われわれの実験結果からみるとこれは膜内のカルシウムが低下して細胞膜が傷つきやすくなった為に細胞内電極による損傷の結果であると考へられる。

6. The inhibitory action of caffeine on the smooth muscles of mouse myometrium and guinea pig ileum, 199-216.

マウス子宮筋およびモルモット回腸縦走筋におよぼすカフェインの抑制作用

T. OSA (長 琢朗: 九大, 歯, 生理)

実験の目的: Caffeine は骨格筋の収縮を増強することが知られ, またモルモット盲腸紐でも同様の報告がなされている。一方薬理学の領域では caffeine をふくめ methyl xanthine 誘導体は平滑筋の収縮を抑制するという報告が多い。

現在の実験ではマウス子宮筋とモルモット回腸

縦走筋を用いて *caffeine* の膜活動および収縮活動におよぼす効果の比較観察を行なうことにより、平滑筋細胞膜の性質を知る手がかりをうることを目的とした。

実験結果および総括：2~20 mM の濃度範囲で効果を観察した。1) 収縮におよぼす効果：子宮筋の場合周期的な自発性収縮は *caffeine* 処理により消失する。回腸筋では低濃度 (2~6 mM) により収縮は増強するが維持されず *caffeine* 存在下でも収縮高は次第に減少する。20 mM では筋は一過性の収縮増強のあと弛緩する。両組織において K-拘縮は *caffeine* により抑制される。2) 子宮筋の膜活動におよぼす効果：低濃度により膜は過分極し自発放電は停止あるが電気刺激によってスパイクを発生させることができる。高濃度の場合には通電によるスパイクも著しく抑制される。過分極には膜のコンダクタンス増大を伴う。

3) 回腸筋の膜活動におよぼす効果：正常液中ではスパイク電位は約30~50 mV の値を示し、著明な陽性後電位が見られる。低濃度 *caffeine* によりこのようなスパイクの頻度が増加する。筋の弛緩をおこすような高濃度によっても膜は殆ど脱分極しないがスパイクの頻度は増加する。この時見られるスパイクは大きさが増し再分極が著しく延長する。

総括：これらの組織において *caffeine* の作用の本態はおそらく細胞内 Ca の膜への吸着の促進、その結果として筋の弛緩や膜の性質、スパイク活動の変化で招来されると考えられる。子宮筋と回腸筋での膜活動に対する効果の差異はそれぞれの Ca に対する膜の応答の相異に基くと考えられた。このような *caffeine* の作用はおそらく代謝系を介してのものと推測される。

7. Graphical analysis and experimental determination of the active state in frog skeletal muscle, 217-240.

カエル骨格筋の活動状態の作図的解析および実験的決定

H. MASHIMA, K. AKAZAWA, H. KUSHIMA,

and K. FUJII (真島英信, *赤沢堅造, 九嶋宏樹, *藤井克彦: 順天堂大, 医, 第二生理・阪大, 工, 電気*)

カエル半腱様筋から直径 500~800 μ の筋束を作り、温度 10°C, 標準長 L_0 (最大張力 P_0 を発生する長さ) において活動状態曲線の全経過を求めた。方法は二通りある。一つは 3 要素模型を基礎とし解析的方法により計算から求める方法であり、もう一つは急速解放または急速伸張法などにより直接実験的に求める方法である。二つの方法でえられた活動状態曲線は、解放量または伸張量が筋長の 2% 以内ならかなりよく一致した。

3 要素模型は、張力発生器 FG と粘性様要素 VC からなる収縮要素、および直列弾性要素 SEC からなる。活動状態というのは FG が短縮も伸張もしないときの力と定義されているが、この模型では FG の力にほかならない。滑走説で考えれば筋フィラメント間に形成される連結橋に発生する力である。

この模型の運動方程式は

$$P(t) = F(t) - Fv(t)$$

となる。ここに $P(t)$ は張力曲線、 $F(t)$ は活動状態曲線、 $Fv(t)$ は VC における粘性様力曲線である。これから $P(t)$ を実測し、 $Fv(t)$ を計算によって求めることにより、 $F(t)$ を計算または作図により求めることに成功した。

その結果、等尺性収縮の活動状態は最大値 P_0 には達せず、0.7~0.8 P_0 に留まることを確かめた。また等尺性単収縮および強縮だけでなく、等張力性収縮中の $F(t)$ も計算された。等張力性収縮の活動状態は、負荷の小さいとき持続時間が短縮する。また立上り速度は収縮が等張力性に移行するところで幾分速くなる。

急速解放法に急速伸張法を組み合わせれば直接実験的に活動曲線を決定することができるが、解放量が多いほど活動状態は抑制され、伸張量が多いほど促進される。したがって実験的決定法には多少の不正確さが伴う。その意味で解析的方法の方が勝っている。

〔資料〕

生理学学生実習設備改善のための調査結果

日本生理学会教育委員会

昭和48年12月に生理学学生実習改善に必要と思われる実習機器について、生理学実習のためどの程度の費用が使われているかの現況調査を行なった。以下その集計である。歯学部生理学実習についても同様の調査を行なったが、回答数が少数のためここに報告せず、回答を資料として保管しておくにとどめた。

生理学実習機器の調査結果

医学および歯学における生理学学生実習については、実習項目の近代化、特に学生数の急増による実習方法の改革などが急務であると考えられる。数年前より日本生理学会大会において教育委員会は教育シンポジウムを開催し、生理学学生実習の改善などについて論議してきた。教育委員会は改善のための具体的方法について、第1種、第2種実習機器という呼称分類を行ない、医学部学生数を2分し、その半数が第1種生理学機器を使用し、他の半数は第2種生理学実習機器を使用するとした。学生数を120名とし、第1種機器を10台設備すると学生6名が1単位となる。第2種機器も10種類設備されれば、これも学生を6名グループに分けることができる。これらの具体案は少数教官で実習を行なうための一つの案である。これに基いて第2種機器のアンケートを行なった。新設を除く26の医学部、医科大学からの回答集計である。

1. 第1種生理学実習機器

機器名 生理学ME機器

使用目的 一般生理、神経、筋、感覚、中枢神経、血行動態、呼吸運動の実習

機器内訳

1. 本体ラック	1台	130,000
2. ブラウン管オシロスコープ	1台	100,000
3. 生体用プリアンプ	2台	190,000
4. ひずみ圧力用プリアンプ	1台	90,000
5. 直流用プリアンプ	1台	120,000
6. プリアンプ電源	1台	135,000

7. 電気刺激装置	1台	80,000
8. インク書オシログラフ	1台	390,000
9. 入力箱	1台	20,000
10. 血圧用スタンド	1台	30,000
11. 血圧用トランスジューサ	1台	100,000
12. ポラロイドカメラ	1台	70,000
13. ストレンゲージ (特)	1ヶ	5,000
14. 呼吸ピックアップ	1ヶ	9,500
15. 光刺激装置	1台	10,000

小計 1,479,500

学生6名に1セット用意するとして

以上のセットを10台設備すると、

総計 14,795,000

実習項目

一般生理

1) 分極曲線 2) 膜電位 3) 刺激生理

神経、筋

- 1) 神経活動電位の性質一般
- 2) 筋収縮の力学
- 3) 筋電図 EMG
- 4) 神経筋接合部の電気生理学的分析
- 5) 心筋、平滑筋の電気的力学的応答
- 6) 心電図 ECG

感覚

- 1) 網膜電図 ERG
- 2) 感覚器の刺激と求心性インパルス
例えば、筋伸展と筋紡錘発射、呼吸運動と迷走神経発射

中枢神経

- 1) 反射一般
- 2) 電流性皮膚反射 GSR
- 3) 皮質電図 EC_G
- 4) 脳波 EEG

血行動態

- 1) 血行調節
- 2) 灌流量に対する神経のインパルス、薬物の影響

呼吸

- 1) 呼吸運動およびその調節

2. 第2種生理学実習機器

希望 件数	機 器 名	使 用 目 的	機 器 内 容	実 習 項 目	金 額 (概 算)
12	CO ₂ ガス分析計*	呼吸、肺胞気のCO ₂ 分析 血中、尿中の諸物質の定量	赤外線呼吸CO ₂ ガス分析計 本 体	肺機能 体液と血液、腎機能、内分泌機能、 消化と吸収	100 80-120
11	分光光度計				
10	O ₂ ガス分析計**	呼吸、肺胞気のO ₂ 分析 換気量、肺容量、O ₂ 消費量測定	常磁性O ₂ ガス分析計 本 体、O ₂ ガスボンベ	肺機能 肺機能、基礎代謝	120 50
10	呼吸計				
8	液体用pH, Pco ₂ , Po ₂ 測定器	尿、血液などのpH, Pco ₂ , Po ₂ 測定 血漿分糖, Ht測定	本 体、電 極 卓上型遠心器	肺機能、腎機能、体液と血液 体液と血液、心血管機能	180 12
7	遠心器				
6	コンピュータ		HITAC 10, CRT モニターなど	情報処理生理	1270
5	心電・心音計****	人体の心電図、心音図描記 気量測定	本 体 本 体、 <i>ダグラスバツグ</i>	心・血管機能 肺機能	52 4
4	ガスメーター				
3	血圧計	人体の血圧測定	水銀圧力計、聴診器	心・血管機能	1
3	顕微鏡	標本観察、血球数算定	本 体	体液と血液、消化と吸収	12
3	テレメーター装置	運動負荷時の生理機能	送・受信器など一式	運動生理、肺機能、心血管機能	
3	シンチレーションカウンタ	放射能活性の測定	本 体	内分泌機能、腸透過能および未知液 量の測定	650
2	肺活計量	人体の肺活量測定	本 体	肺機能	2
2	炎光光度計	Na, Kの定量	本 体、フロバノンガスボンベ	体液と血液、腎機能	120
2	浸透圧計	尿、体液浸透圧の測定	本 体	体液と血液、腎機能	120
2	温度計	体温測定	サーミスター温度計、記録計	体温生理	
2	動物用人工呼吸器	動物実験のための装置	本 体	汎 用	
1	螢光分光光度計	螢光物質の微量測定	本 体	内分泌機能	320
1	ゾレチスモグラフィ	血流量の測定	本 体	心・血管機能	
1	タクメーター	血流速度の測定	本 体	心・血管機能	
1	尿量測定装置	尿量の測定	万能滴数計、電子ストッピング	腎機能	
1	凝固時間測定器	血液凝固時間の測定	本 体	体液と血液	
1	トロポホ粘弾性計	凝固血液の粘弾性測定	本 体	体液と血液	

1	血球自動計算器	血球, 血小板算定	本体	体液と血液	
1	呼吸流量計	肺胞内圧, 食道内圧, 流量, 流速の測定	本体	肺機能	20
1	発汗測定装置	発汗量の測定	精密用人体台計, 人工気候室	体温生理	
1	クロナキシメーター	神経筋のクロナキシー測定	本体	神経, 筋	
1	精神電流反射測定装置	自律系の活動測定	本体	自律神経	
1	レーザー発振器	骨格筋のサルコミア長測定	本体	筋	
1	握力計	握力の測定	本体	筋	
1	ミオグラフ	潜伏期・加重の測定	本体	筋	
1	視野計	視野測定	本体	感覚機能	
1	聴力測定器	聴力判定	本体	感覚機能	
1	フリッカー値測定器	疲労検査	本体	労働生理	
1	簡易型スキナーボックス	ネズミの行動観察	ラットボックス, 記録器	行動生理, 条件反射	
1	ガスクロマトグラフ	呼吸, 循環, 代謝諸量の解析	本体	環境生理	
1	自転車型エルゴメーター	運動負荷	本体	肺機能, 心・血管機能, 運動生理	
1	傾斜台	体位受動変換	本体	心・血管機能	100
1	脳定位固定装置	中枢神経刺激, 記録	本体, 電極支持器	中枢神経系の活動	
1	電極製造器	微小電極の作製	本体	汎用 (特に中枢神経系の活動)	
1	データレコーダー	記録の保存	本体, テープ	汎用 (特に情報処理生理)	900
1	血管内持続注入装置	薬物の持続微速注入	本体	汎用 (特に腎機能)	
1	恒温槽	生体標本の保温	本体	汎用 (特に消化管の運動)	
1	冷蔵庫	生体標本の保存	本体	汎用	
1	天秤	計量	本体	汎用	
1	キモグラフィオン	記録	本体	汎用	
1	エレクトロメーター	電圧, 抵抗測定	本体	汎用	

*, ** ガス分析計について, 本分類の機種と異なる指定もあったが便宜的に一括した.
*** 心電, 心音計の希望は並記の機種に統一した.

生理学実習費用の実態調査

昭和46年度、昭和47年度の学生実習設備の新設、更新および消耗品の費用の実態を調査した。その回答が国立13校、公立3校、私立3校よりあった。回答が1講座のみであったり、新設の医学部、医科大学の分および歯学部からの回答は、これを割愛した。

	昭和46年度			昭和47年度		
	設 備 (千 円)	消耗品費 (千 円)	/学生数	設 備 (千 円)	消耗品費 (千 円)	/学生数
国立 A	1,470+	370/	110	990+	370/	110
B	300+	400/	100	390+	500/	100
C	0+	128/	100	0+	146/	100
D	0+	123/	102	44+	171/	104
E	69+	313/	90	960+	276/	80
F	1,759+	319/	100	1,714+	452/	130
G	143+	186/	98	94+	167/	112
H	1,130+	162/	110	1,068+	263/	121
I	2,055+	207/	88	392+	287/	114
J	640+	297/	78	1,064+	413/	76
K	200+	213/	100	769+	402/	100
L	1,440+	344/	110	0+	580/	140
M	0+	77/	117	250+	87/	124
合計	9,206+	3,139/	1,303	7,735+	4,114/	1,411
公立 N	1,098+	88/	84	0+	88/	88
O	1,087+	959/	65	1,051+	519/	80
P	2,715+	129/	91	1,192+	147/	110
合計	4,900+	1,176/	240	2,243+	754/	278
私立 Q	4,559+	650/	171	4,485+	1,195/	141
R	0+	480/	78	758+	510/	81
S	785+	522/	92	707+	423/	96
合計	5,344+	1,652/	341	5,950+	2,128/	318

以上を取りまとめ、次のような結果をえた。

	年間設備新設・更新費		年間消耗品費用		年間実習費用	
	1校当り (千円)	学生1人当り (千円)	1校当り (千円)	学生1人当り (千円)	1校当り (千円)	学生1人当り (千円)
国立医学部	651	6.2	279	2.7	930	8.9
公立医科大学	1,190	13.7	322	3.7	1,512	17.0
私立医科大学	1,882	17.1	630	5.7	2,512	22.8
医学部・医科大 学平均実習費	1,241	12.3	410	4.0	1,651	16.2

ま と め

生理学学生実習を改善し、少人数教育を行ない、少数の教員でこれを徹底して行なうため、同一機種の実習機器を数組備え、同一項目の実習を同時に行なう計画をたてた。生理学ME機器10台により60名の学生を6名単位に分けて同一項目を実習する。残り60名はME機器でなされる実習項目以外の項目を行なう。それに必要な実習機器は回答の希望件数の多い順に列記した。これにはガス分析計、分光光度計、呼吸計の要望が多い。

昭和46年、47年度生理学実習に要した費用を調査したが、それを平均すると年間1,651千円で、学生1人当り16.2千円であった。国立大学における講座費(第1、第2生理を合せて)の大体1/3である。

以上の実習改善調査と実態調査に基づいて、実習改善の計画を作り関係機関に提出する生理学実習改善のための要望書とした。

〔会報〕

日本生理学会会則

昭和48年4月6日改正

1. 本会は日本生理学会と称する。
2. 本会は生理学の進歩発展をはかることを目的とする。
3. 本会は毎年1回大会を開いて会員の業績を発表討議し、総会および評議員会を開いて会務を評議する。大会の開催は前もって全会員に通知し演題を募集する。なお会員は各所在地において適宜地方会をつくり、業績を発表討議することができる。
4. 本会は会員の原著、大会および地方部会の講演抄録を発表するため機関誌邦文の日本生理学雑誌を発行し、欧文の The Japanese Journal of Physiology を編集する。
5. 会員は、本会の趣旨に賛成する同学者で評議員の紹介あるものに限る。会員は年額4,000円の会費を負担し、学会および機関誌に業績を発表することができる。また日本生理学雑誌の頒布を受ける。
- 学校、図書館、研究所等の団体は準会員として年額4,000円の購読料を前納し、会誌の頒布のみを受ける。
- 特別会員は多年本会に功労のあった会員で、評議員会から推薦され総会の賛同によって定められる。特別会員の会費は免除される。
6. 本会の役員には評議員、常任幹事、当番幹事がある。
7. 評議員は本会の中核となる会員であって、評議員の推薦により選考委員会を経て評議員会に附議して決定される。
- 評議員会は毎年大会の際開催され本会に必要な事項を評議する。
- 評議員会は地区別に定数の常任幹事を選出し、日常および緊急の会務を委嘱する。
8. 常任幹事の中に庶務・会計・編集等幹事をおく。
9. 当番幹事は大会の開催を引受けた評議員であって、大会の一切の事務を行なう。大会終了後次回当番幹事に事務引継を行なって任期を終わる。この任期中は常任幹事会の一員に加わる。当

番幹事は大会開催中常任幹事会・評議員会および総会を招集しこれを司会する。

10. 常任幹事会は必要に応じて各種の専門委員会を設け委員を委嘱することがある。必要に応じてその委員は常任幹事会に出席し専門事項の審議に参加する。

11. 本会の会計年度は毎年1月に始まり12月に終わる。

12. 本会の事務報告は総会および日本生理学雑誌に発表する。

13. 本会の事務所は東京都文京区本駒込2-28-21東洋文庫内におく。

14. 本会則を変更するには評議員会の決議を経て総会の承認を得なければならない。

附 則

常任幹事に関する事項

全国8地区に分け各地区の評議員の互選によって常任幹事を定める。地区およびその定員は下表による。任期は3カ年とし重任を妨げない。選挙の際選挙管理委員会を設け選挙事務を委嘱する。選挙の結果は日本生理学雑誌上に報告する。

幹事の選出区分	定員 (計25名)
北海道地区	2名
東北地区	2名
関東地区(新潟を含む・東京を除く)	2名
東京地区	8名
中部地区	3名
近畿地区	4名
中国四国地区	2名
九州地区	2名

内 規

1) 評議員選考基準：多年本会員として在籍し相当の生理科学の業績発表があり、満5年以上の研究歴があるもので本会評議員の推薦がなければならない。

2) 評議員は The Japanese Journal of Physiology を購読するものとする。

3) 会費滞納の会員は会員の資格が自然消滅する。

4) 庶務幹事は必要な場合に限り日本生理学会代表と称することができる。

5) 常任幹事会で選ばれた2名の監事が本会の会計を監査する。

6) 本会に次の常置委員会をおく。日本生理学

雑誌編集委員会, The Japanese Journal of Physiology 編集委員会, 評議員選考委員会。

7) 文部省科学研究費補助金審査委員候補者の選出方法は別に定める。

日本生理学雑誌投稿規定

本会の会員は誰でも本誌に投稿することができますが、下記の規定にしたがって下さい。原稿の採否は編集会議で決定します。

I. 原著

A. A4版(21×29 cm)の400字詰原稿用紙を用いて書き、別にコピーを1部つけます。

長さに制限はありません。しかし刷り上り2頁までの費用は学会負担ですがそれ以上は著者負担となります。また図版代や特別の費用を要するものは著者負担となります。

B. 表紙(原稿第1枚目)の上半には表題、欄外見出し、著者名、所属およびその所在地、国際十進分類(UDC、日本語版:国際十進分類法、日本ドクメンテーション協会、1967参照)などを書き、下半には原稿の枚数、図表の数、別刷請求部数、編集者への希望などを書きこみます。

C. 英文の摘要(表題、著者名、所属および200語以内の抄録からなる)をダブルスペースでタイプしてつけます。これは2部(1部はコピー)必要です。

D. 本文とくにローマ字などではできるだけ読み易く書き、イタリック指定をしたいところはアンダーラインをしてその下にイタリックと書きます。動物名などは原則として片かなを用います。単位および単位記号はなるべく国際単位系(本誌28巻, 141頁, 1967参照)によって下さい。

E. 図表の説明は Fig. 1, Table 1 など英文で書きます。本文の欄外に赤字で図表を挿入すべき位置を指定しておきます。

F. 項目分けは I, II, ……さらに A, B, ……さらに 1, 2, ……さらに a, b, ……というように分けて下さい。

G. 文献表の作り方

1. 本文中に引用文献の著者名を書きこみ、その右肩に番号をつけます。3人以上連名の場合

は“たち”または“*et al.*”を用います。

例1: 高木たち³⁾によれば……………

例2: Hodgkin & Huxley¹⁾によれば……………

2. 末尾文献表は著者名のA B C順に整理し、本文中の番号と照合します。著者名は *et al.* と略さず全員を掲げます。

3. 雑誌は著者名(西暦年数)表題、雑誌名巻、頁(始-終)の順に記します。

例1: 藤本 守, 宮尾賢爾(1969)電磁流量計の応用による腎血行調節機転の研究. 日本生理誌 31, 65-75

例2: Hodgkin, A. L., Huxley, A. F. & Katz, B. (1952) Measurements of current voltage relations in the membrane of giant axon of *Loligo*. *J. Physiol.* 116, 424-448

4. 単行本は著者または編者名(西暦年数)書名、版数、章名、発行所、その所在地、引用頁の順に記します。論文集などの場合は雑誌に準じますが雑誌名のところに上記単行本の項が入ります。

例1: Conway, E. J. (1957) Microdiffusion analysis and volumetric error, 1st Ed., Carbon monoxide, Crosby Lockwood, London, 326-330

例2: Scher, A. M. (1965) Electrical correlates of the cardiac cycle. In: Ruch, T. C. & Patton, H. D. Physiology and Biophysics, 19th Ed., Chap. 30, Saunders, Philadelphia, 365-599

5. 孫引きの場合は原典とそれを引用した文献およびその引用頁を明らかにし、“より引用”と明記します。

6. 雑誌名の省略名は雑誌により決めてあるものについてはそれに従がい、決めてないものについては日本自然科学雑誌総覧(1969, 日本医学図書館協会編, 学術書出版会)または *Index Medicus* によって下さい。これらにないものについては国際標準化機構のとり決め ISO R4 (ドク

メンテーションハンドブック, 1967, 文部省大学
 学術局編, 東京電機大学出版局, 39-42頁参照)
 にしたがって下さい。

II. 総説または解説

A. 長さには制限はありませんが400字詰原稿用
 紙40枚以内を希望します。専門外の人にもわかる
 ように注意して下さい。

B. 図表の数は原稿4枚に1個以内です。

C. 原著の規定B~Gに準じます。ただしコピ
 ーおよび英文摘要をつける必要はありません。そ
 の代り表紙の表題, 著者名, 所属などは英文もつ
 けて下さい。

III. 短報

速報や研究方法, 教育法などの原稿は大略原著
 規定に準じます。

A. 和文短報

1. 刷り上り2頁以内とします。400字詰原
 稿用紙約8枚です。

2. 図表は2個以内です。

3. 表紙をつけ, 表題, 著者名, 所属を和文
 と英文と両方記入します。

B. 英文短報

1. 刷り上り2頁以内とします。ダブルスベ

ースでタイプ用紙約4枚です。コピーを1部つけ
 て下さい。

2. 図表は2個以内です。

3. 表紙をつけ, 表題は英文で, 著者名, 所
 属は和文と英文と両方記入します(原著の規定B
 参照)。

4. 文献表はスペースの関係で表題名を省略
 することができます(原著の規定G参照)。

5. 和文要旨をつけて下さい。

IV. 抄録または講演要旨

A. 原則としてその集会の幹事の定める規定に
 したがって下さい。

B. 抄録は通常, 表題, 著者名, 所属, 本文
 を含めて400字詰原稿用紙1枚半(600字)以内
 (図表は不可)です。

C. 講演要旨は通常400字詰原稿用紙10枚以
 内, 図表4個以内です。

V. その他

集会などの内容紹介, 海外だより, ニュース,
 討論, 意見, 書評, 随筆など生理学または生理学者
 に関係あるあらゆる投稿を歓迎します。すべて
 図表, 写真などを含めて400字詰原稿用紙10枚以
 内にまとめて下さい。(1973, 12月)

日本生理学会会費お払込のお願い

昭和49年度会費4,000円をお払込み頂き度くお
 願い致します。前年度会費(昭和48年度4,000円)
 未納の方は特に至急お払込み下さるようお願いし
 ます(振替用紙は本号に挿入してあります)。

なお, 教室, 研究所などでは, まとめてお払込
 み頂ければ, 事務の簡素などの点でまことに有難
 く存じます。またお払込みには必ず振替または現

金書留郵便にてお願いします(普通郵便に現金ま
 たは小為替等の同封は紛失の例があります)。

〒113 東京都文京区本駒込2-28-21

東洋文庫内

日本生理学会事務局

振替口座 東京 86430

電話 (03) 945-2840

〔編集後記〕

前号でお知らせした本誌縮小方針による第1号
 をお届けします。20%減で各号50頁におさえる
 ということでしたのでこの方針にしたがい, 本号は
 50頁となっております。

縮小の理由は前号にもあったとおり製作費の急

激な値上りと紙不足です。これの原因は決して石
 油危機だけではありません。紙の原料である木材
 の不足は石油危機の数年前から明らかであり, こ
 れは今後益々激しくなるといわれています。した
 がって石油危機が去ってもたやすく元に戻るもの
 ではないと思います。

本誌にのせる学会(年次大会, 地方会)抄録の

長さの制限も従来の800字(400字2枚)から600字(400字1枚半)以内(表題, 著者名, 所属を含めて)となりました。各学会当番幹事(特に地方会の当番幹事)が抄録原稿を受理するとき, この点を特にチェックしていただきたいという編集事務局からの要望です。

投稿論文もこれからは本当に重要なことを簡潔に書くようにする必要があります。このようなことは紙を大切にすばかりでなく, 読者の時間を

大切にすることなので, 紙不足がなくても当然行なわねばならないことです。こう書いていると, 自分もこの後記を早く打切らねばならないという気持ちになります。

研究発表の重要性がますます増大していることには変りはないのですから, 紙不足といっても萎縮してはいられません。またこの際, 雑誌以外の方法による情報伝達を考えて見ることも必要なのではないでしょうか。 (入内島十郎)

編集委員

塚田 裕三(幹事)	入内島 十郎	酒井 敏夫
高垣 玄吉郎	戸塚 武彦	鳥居 鎮夫
村田 計一	望月 政司(北海道)	星 猛(東北)
新島 旭(関東)	東 健彦(中部)	品川 嘉也(近畿)
入沢 宏(中・四国)	栗山 照(九州)	



南山堂刊—好評発売中

■改訂版
発売中

生 理 学

藤 森 聞 一・伊 藤 真 次・永 井 寅 男 共著
宮 崎 英 策・望 月 政 司

はじめて生理学を学ぶ医学生にも十分に理解できるよう、わかりやすく工夫された教科書として評判を得てきた本書は、今回の第7版で新たに若い生理学研究・教育者を執筆者に加えて、最新の知見をとりいれるとともにその背景にある歴史的過程にもふれて、全面的に書き改めた。また、生理学と臨床医学との結びつきにも十分考慮を払って記述された。

¥6,800

B 5 判 620頁 521図 函入上製

臨 床 生 理 学 上 下 巻

東北大学教授 鈴木 泰 三・星 猛 編

20専門家分担執筆

本書は臨床医学を一層深くより正確に理解するのに直接役立つ生理学、という理想を実現した快著です。高学年の学生や、生理学研究、および実際に日常診療にたずさわっている方々の要望にこたえたもので、臨床と関連の深い新しい生理学をなるべく平易に解説した。従来の成書では不十分だった臨床症状のメカニズムを十分に掘り下げ、新知見は存分にとり入れてわかりやすく解説した。

上巻 ¥5,500

B 5 判 480頁 359図 函入上製

下巻 ¥5,200

B 5 判 406頁 280図 函入上製

新 医 化 学

大阪大学教授 山 村 雄 一 著

本書は生化学のもっとも進んだ知識を記載するとともに、医学に携わる人が医学の生化学的知識を十分に理解できるようにわかりやすく工夫された書である。

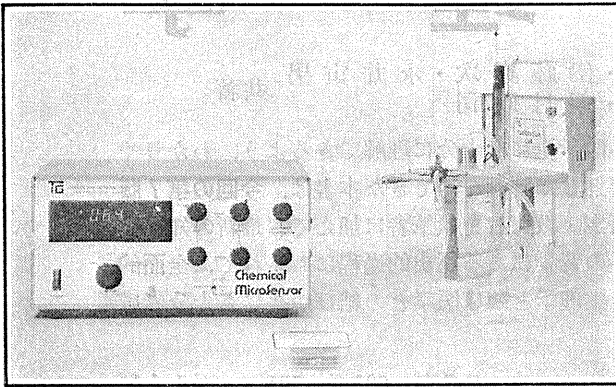
その後の改訂で、とくに進歩の最も著しかった核酸と蛋白質の章で、生合成を中心に大きく改めた。初版以来10年間の著しい生化学の進歩を背景に、さらに「新医化学」としての特色を深めた。

¥7,200

B 5 判 708頁 191図 函入上製

Chemical Microsensor MODEL 1210

新発売



PO₂, PH₂

測定に最適!

《特徴》

- 細胞レベルでのPO₂およびPH₂測定に最適。
- 測定値は読みやすいデジタル表示。
- 濃度単位はパーセントとmmHgで表示、電極分極はボルトで表示。
- アナログおよびBCD出力端子付。

《概要》

本装置は、生物組織中の溶存酸素を測定したいという研究者の強い要望によって生まれたものです。多くの研究室では組織における低酸素症を起こす心臓病の研究がなされています。例えば冠状動脈を閉塞することにより擬似的に血栓症を引き起こし本装置で酸素圧変化をモニターできます。

Neuro Graph

MODEL N-3

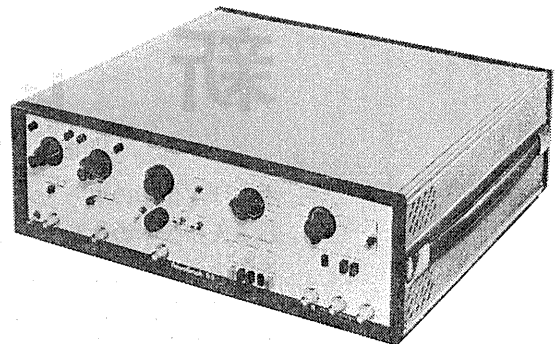
波形記憶装置

新製品

ニューログラフN-3は医学、生理学研究における高速の生体現象を的確に捉え、記憶するための全く新しい波形記憶装置です。

《特徴》

- 高速の生体現象を記録および記憶させます。
- 記憶されたデータをチャートレコーダーで描ける様にゆっくり読出します。
- ストアレンジオシロスコープや写真撮影の必要はありません。



日本総代理店

本社 東京都中央区日本橋室町4-3 〒103 ☎(03) 241-2444(代表)

室町機械株式会社

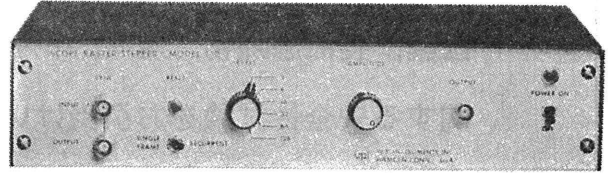
支店 大阪市東区道修町3-17(高原ビル2階) 〒541 ☎(06) 227-0182

SCOPE RASTER/STEPPER

MODEL 140

《新製品》

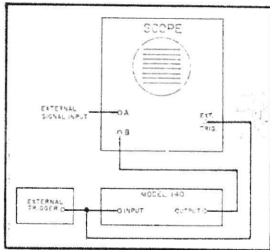
- より広範囲なデータ表示装置
- オシロスコープの機能を拡大



《概要》

140型スコープラスター/ステッパーは簡単で経済的なD-Aコンバーターであり、データをより広範囲に表示するために設計されています。本装置はオシロスコープのトレース(掃引幅)を通常の高さの128倍まで効果的に伸ばします。

— 主な使用例 —

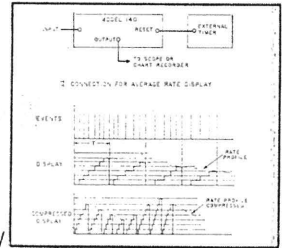


1. Raster Mode

Fig. 1

2. Dotted Display

Fig. 4



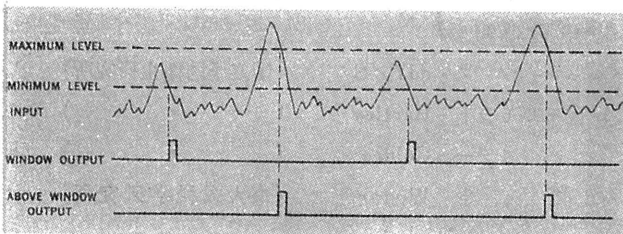
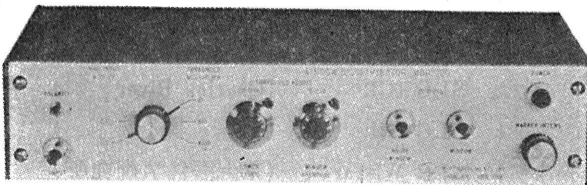
3. Contour Display

4. Average Rate Display

WINDOW DISCRIMINATOR

MODEL 120

《新発売》



《概要》

本装置は、増幅度“ウインド”のレベルを設定することにより、入力波形の上端部がこの設定レベル内に入ると本体の出力部にパルスを発生する様に設計されています。設定レベルラインはオシロスコープに表示されます。

日本総代理店

本社 東京都中央区日本橋室町4-3 〒103 ☎(03) 241-2444(代表)

室町機械株式会社

支店 大阪市東区道修町3-17(高原ビル2階) 〒541 ☎(06) 227-0182

静岡協が新しい会社を設立……

医薬，食品添加物，農薬，化粧品，化学物質等の諸物質に関する安全性試験をお引受けいたします。

生産から試験終了まで、一貫してSPF施設で実施

＜ 受 託 項 目 ＞

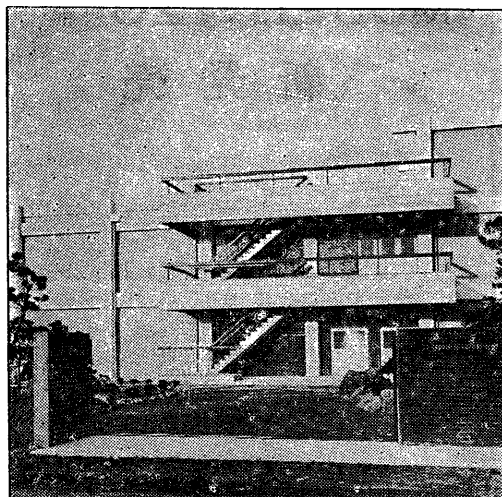
- ◇ 一般毒性試験
- ◇ 発癌性試験
- ◇ 刺激性試験
- ◇ 催奇性試験
- ◇ 世代試験
- ◇ 組織標本の作成並びに検査

株式会社 生物科学技術研究所

〒430 静岡県浜松市葵町95番地の10 TEL(0534)36-1957



—Barrier System(SPF) 実験動物の生産販売—



SPF 動物

- マウス SLC-ddY (国立予防衛生研究所)
- マウス SLC-ICR (Charles River)
- ラット SLC-SD ()
- ラット SLC-Wistar (東大医科学研究所)
- ラット SLC-Fischer ()

普通動物

- マウス ddY/S (国立予防衛生研究所)
- モルモット Hartley ()
- ハムスター Golden ()
- ラット Wistar (東大医科学研究所)

カンクイザル
アカゲザル 輸入検疫9週間経過後出荷

静岡県実験動物農業協同組合

〒435 静岡県浜松市小池町1616番地 TEL(0534)63-0865(代)

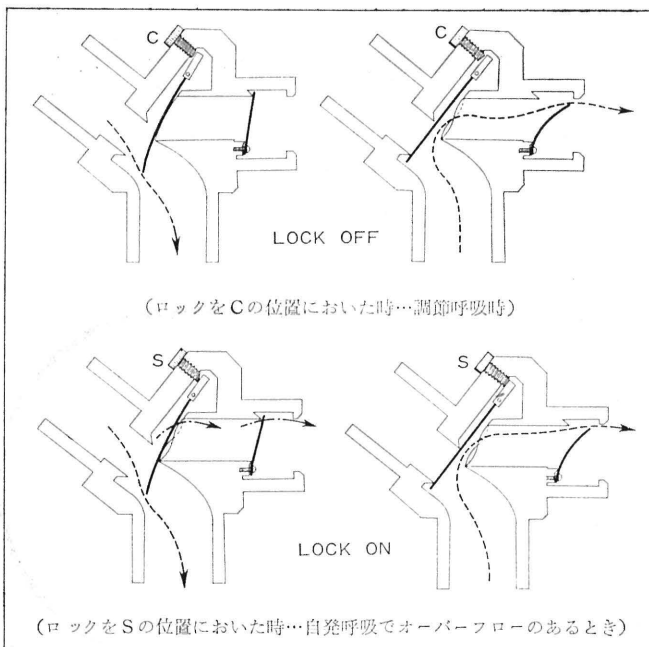
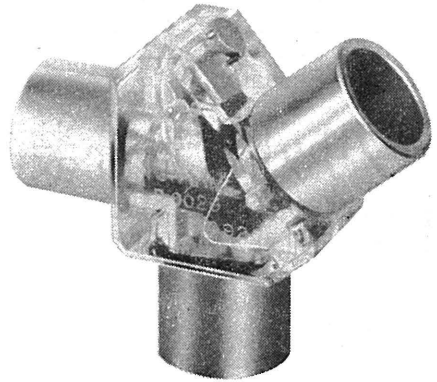
NUバルブ (微量呼吸用) (非再呼吸用)

(PAT 509209)

従来用いられて来た非再呼吸弁にはいくたの欠点があることが明らかとなっています。

それらは

- 1) 吸気ガスが多量呼気側に漏れる (**forward-leak**)。これは弁板の振動によるノイズのある時にもみられる。
- 2) 弁板の呼気側への密着 (**valve sticking**) による絶気。
- 3) 呼気が吸気側に逆流する (**back-leak**)。
- 4) 弁板の方向性張力や重力による位置感受性 (**position sensitiveness**)。
- 5) 吸気側に高流量が生ずる場合の肺の過膨張 (**over-inflation**)。



NUバルブは以上の欠点を改めるために、重心で支架した方向性張力のない一枚弁板を用い、僅かの圧差で弁板が回転運動を行う機構により従来観過されがちなガス漏れと逆流による不全換気を防ぐ効果をもたらします。

本器の特殊なロックは弁板に適当な吸気弁座復元力をもたせ、自発呼吸時の逆流防止と、オーバーフロー時の絶気予防を可能にしました。

日本総代理店：日本メディコ株式会社

本社：名古屋市千種区猪高町一社中根通上1554

〒465 TEL (052) 702-0721

営業所：東京・大阪・名古屋・岡山

Digitimer

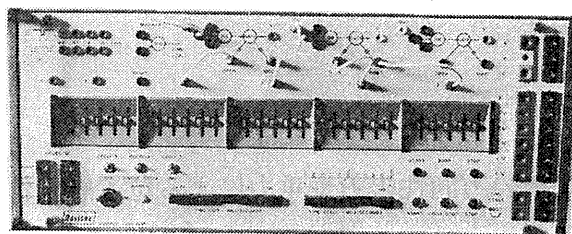
Research

Instrumentation

ソリッドステート装置を用いデジタル方式を採用
画期的な最高精度と使い易さを誇る現代生理学研究に不可欠な刺激装置

〔特徴〕

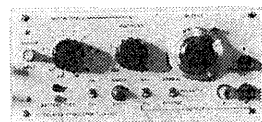
- 時間は5桁の数値を10マイクロ秒のステップで変化可能、リセットも正確。
- ゲート回路の使用で正確な持続時間と数のパルスを作れる。
- 本体一台で独立に4チャンネルのパルスを発生可能。
- アイソレーター使用によりパルス幅を50マイクロ秒から1秒まで可変。
- 出力インピーダンスは（出力電圧のどのレンジでも）1300オーム以下である。そして、短絡に対しては自動的に保護される。
- 実際の神経刺激に際しては出力電圧はダイアルメモリーと一致する。



Digitimer 3290

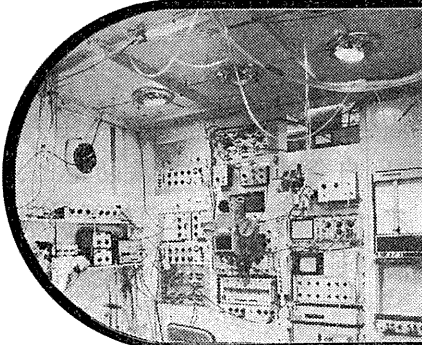


Gated Pulse Generator
2521



Isolated Stimulator 2533

☆その他、電気生理学装置としてモジュラー形式によるNeurologシステムも別に用意されております。カタログ、一覧表などを御希望の方は御一報下さい。



取扱製品

Digitimer 3290

Digitimer 4030

Isolated Stimulator 2533

Dual High Voltage Stimulator 3072

Gated Pulse Generator 2521

Relay Unit

Logic Unit 3080

Photic Stimulator 3182

Counter Timer 3251

その他

Neurolog System Instruments

英国ディジタイマー社(旧名デバイス社)日本総代理店

ドッドウェル エンド コムパニーリミテッド輸入物資部

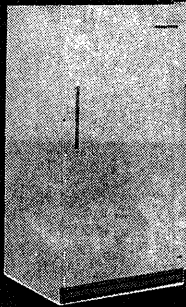
東京都千代田区丸の内1-4-2(東銀ビル)・03(211)2141内線424or429



世界のGM **ディープフリーザー** Frigidaire

使い易さ設置場所を取らないUprightを!

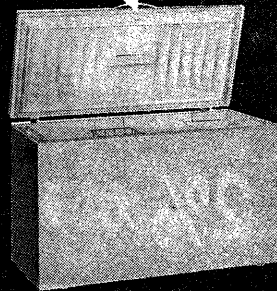
NO-Frost



写真モデル UFP-18 561 ℓ
384 ℓ ~ 633 ℓ
6機種

半永久保存はChestタイプ型で!

超一流品を貴方の研究室へ



写真モデル CF-20 609 ℓ
309 ℓ ~ 759 ℓ
4機種



-15~-25°C調整可能

(特 徴)

コンプレッサー……独特のロータリーコンプレッサーで回転式で運転音は殆んどありません。

断 熱 材……フリジフォームが使用され薄型壁構造の為内容積が大きく設置場所を広く取りません。

ノーフロスト……GM社独特の技術によりモデルUFP-15.UFP-18.は冷気循環方式で霜なし全自動です。

G.Mフリーザー.大型冷凍冷蔵庫.フォーマサイエンス各種恒温槽. -85°C超低温槽. プレハブコールドルーム. プラズマフリーザー
492BF

日本フリーザー株式会社

東京都文京区湯島3丁目19番4号 〒113
TEL 東京(03)831-7643. 833-1331(代)内線296.

医薬化

広告代理店

専門取扱
医学・薬学・化学
専門雑誌・業界新聞



本誌広告取扱

合資
会社 **日本医学広告社**
東京都千代田区神田駿河台2-9
日本医事新報ビル
電 話 (03) 292-6961 (代表)

動物実験に理想的な非動性が得られる

非脱分極性筋弛緩剤

2%ガラミン注射液“テイサン”

(1 ml中20 mgのガラミントリエチオダイドを含有)

〔特長〕

1. 理想的な筋弛緩が得られ、持続性あり、完全に可逆性。
2. 循環系に対して副作用が少ない、一過性に脈搏数の増加と血圧の軽度上昇をみるのみ。
3. 非常に安定で経年変化が少い。
4. 拮抗剤により拮抗される。

〔包装〕 20ml (400mg)バイアル
5ml (100mg)10管

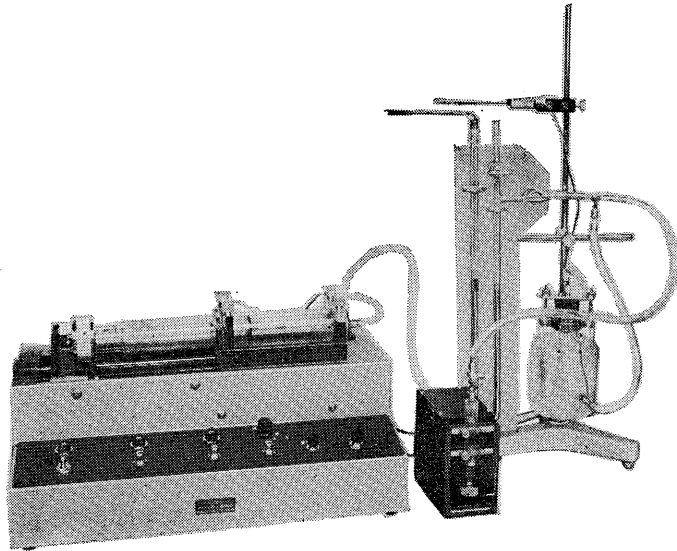
販売
長瀬産業株式会社

製造
帝国化学産業株式会社
大阪市西区北堀江上通1-10(大阪中央ビル)

HAFFNER法

鎮痛効果測定装置

実中研 医学研究所 御指導

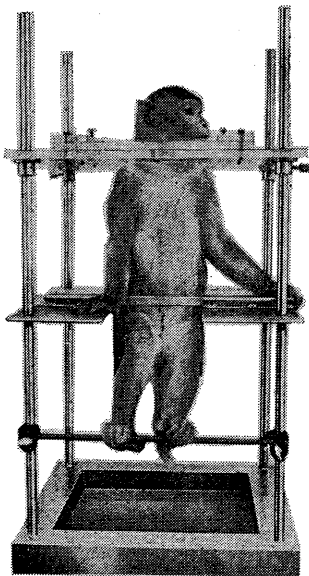


本装置は機械的的刺激によるマウスの仮性疼痛反応閾値上昇から薬物の鎮痛効果を測定する装置であります。

尾部に加わる圧力はモーターにより加圧されマンメーターにより記録されますので常に一定の加圧速度が得られ、かつ反応閾値を記録紙上で求めることが出来ます。

モンキーチェヤ

実験動物中央研究所
医学研究所 御指導



- 本装置チェヤに依るモンキーの体重は3kg～6kg迄使用可能です。
- 汚物を取出す引出しが下部後方に付いています。
- ステンレス製 上部はアクリル盤

特別附属品

- チェヤ固定盤 600×600×21mm (木製)

特別附属品

- 移動用固定盤 600×600×21mm キャスター4ヶ付 別途附属注文に応じます。

使用目的

- (1)薬物の投与
- (2)採血及採尿
- (3)生体電気現象の誘導
- (4)其の他無麻酔下で処置を加へる場合

KANO 株式会社 野上器械店

郵便番号113 東京都文京区本郷3丁目44～6 TEL(03)813-4811(代)

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 36, No. 1 (1974)

Originals

YOKOTA, T. : A stereotaxic platform technique..... 1
 SAKAI, A. : Hematocrit and right ventricular weight. I..... 8

Short communications

OBARA, S. : A triggered IC calibration for use in electrophysiological
 experiments17
 ITO, F. and KANAMORI, N. : Abortive spike recorded intracellularly from
 sensory nerve terminal in the frog muscle spindle19

昭和四十八年十二月二十日印刷

編集兼
 発行人

東京都文京区湯島二丁目二十八番二
 日本生理学会
 塚田裕三

印刷者
 印刷所

山形県鶴岡市山王町一四の三四
 三浦経夫
 鶴岡印刷株式会社

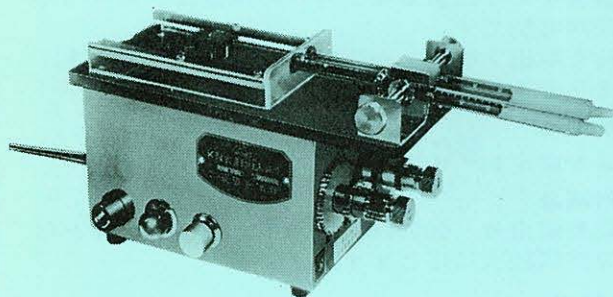
発行所

〒一三三
 東京都文京区本駒込二丁目二二
 日本生理学会

定振電話
 替 九四五一八四〇〇
 価 東京三八六四十三円

NAIUME KN-20 I KN式微量注入器 H型 D型

仕様



1. 寸法.....巾80mm×長さ180mm×高さ95mm
2. 注入速度.....1時間用(H型)・24時間用(D型)
3. 変速方法.....ギヤ歯車交換による7段階(速度表参考)
4. 電動機.....減速機付コンデンサー・起動ヒステリシスモーター 1 rpm 2 W
5. 自動停止装置.....マイクロスイッチ装置
6. 使用注入器.....各種マイクロシリンジ、ツベル、ルイチン注射筒及び5 ml、10 ml注射筒迄可能
7. 附属品.....交換ギヤ一式・注射筒0.5、1 ml各1本

実験動物解剖器具・一般研究実験器械器具・動物実験器械器具・動物飼育管理器具

株式会社 夏目製作所

東京都文京区湯島2丁目18番6号
 電話 03(813)3251 (代表)