

日本

# 生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

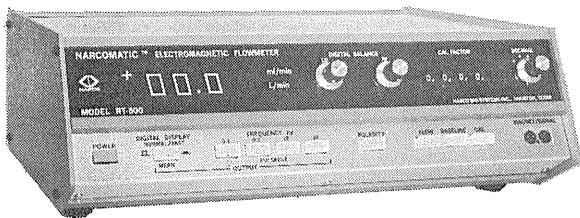
43巻 3号 1981

宮崎英策札幌医科大学元教授略歴	71
原 著	
橋本真徳：繰返しサッケードによる姿勢の安定化	73
短 報	
MASUMURA, S., HASHIMOTO, M., HASHIMOTO, Y. and SATŌ, T.: Levels of glycolytic enzymes in the process of lactate production in contracting rabbit aorta	84
第13回東北生理学談話会	88
第28回国際生理科学会議から—その2（入内島十郎，本間三郎，本田良行，菅谷英一）	95
会 報 日本生理学会昭和55年度第2回常任幹事会	99

NASAの技術を導入した未来のフローメーター登場！



# NARCOMATIC 電磁血流計



## RT-500

米国ナルコ・バイオシステムズ社がRT-400に続き開発したナルコマチックRT-500はこれまでの常識を破る革命的な新型の自動血流計で、ナル調整やゲイン調整は必要ありません。オートマチック・ゼロの特徴により、血管上のプローブが動いてもベースラインの変動はなく、正確且つ迅速な血流測定ができます。

※カタログ等の御請求は本社医用電子課へ

### 《特長》

- オートマチック・ゼロによりゼロレベルの変動はありません。
- 流量はデジタル表示で直読できます。
- 操作が簡単ですから臨床用として最適です。
- コンパクトで持ち運びに便利です。
- プローブはすべて校正済みで臨床用から研究用まで豊富に用意されています。

日本総代理店



株式会社 **東海医理科**  
TOKAI IRIKA CO., LTD.

〒101 東京都千代田区内神田3-2-12クリハラビル ☎(03)254-0052(代)  
札幌:(011)752-0176 北陸:(0764)78-5652 名古屋:(052)524-5408  
大阪:(06)787-0544 広島:(0822)93-2163 福岡:(092)472-3800

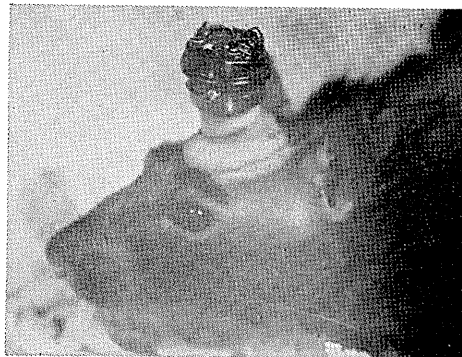
米国MIDGARD社製

脳波からユニット電位まで  
測定できるミニ・テレメータ

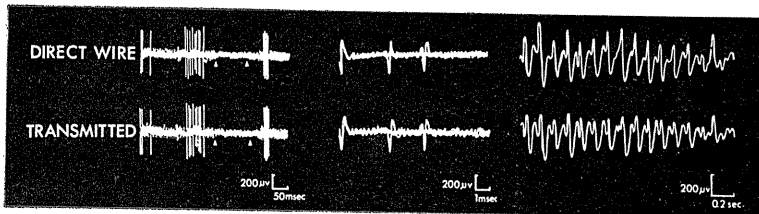
## Miniature FM Transmitter

### Model MXM-100

本装置はEEGからユニット電位までの生体信号を無線で送ることができるテレメータです。



モデル MXM-100 のユニークな特徴はインピーダンスの高い微小電極と共に使用できることです



日本総代理店



株式会社 **東海医理科**  
TOKAI IRIKA CO., LTD.

〒101 東京都千代田区内神田3-2-12クリハラビル ☎(03)254-0052(代)  
札幌:(011)752-0176 北陸:(0764)78-5652 名古屋:(052)524-5408  
大阪:(06)787-0544 広島:(0822)93-2163 福岡:(092)472-3800



### 宮崎英策 札幌医科大学元教授略歴

- |           |                              |                    |                         |
|-----------|------------------------------|--------------------|-------------------------|
| 大正8年5月14日 | 東京都新宿区に生まれる (東京市牛込区20騎町24番地) | 昭和35年8月～昭和43年8月    | 札幌医科大学附属病院中央検査部教授を兼任    |
| 昭和16年3月   | 北海道帝国大学予科三年修了                | 昭和37年              | 昭和37年度北海道医師会賞を授与        |
| 昭和19年9月   | 北海道帝国大学医学部卒業                 | 昭和39年7月            | 生理学第二講座の発足と同時に同講座を担当    |
| 昭和19年11月  | 北海道帝国大学大学院特別研究生として生理学を専攻     | 昭和42年～昭和52年        | 日本生理学会常任幹事              |
| 昭和21年5月   | 北海道帝国大学医学部生理学教室助手            | 昭和42年              | 日本平滑筋学会評議員              |
| 昭和24年9月   | 北海道女子医学専門学校生理学教室助教授          | 昭和47年4月～昭和51年3月31日 | 札幌医科大学附属図書館長            |
| 昭和25年3月   | 医学博士の学位授与 (北海道帝国大学)          | 昭和54年6月～昭和55年6月    | 日本平滑筋学会会長               |
| 昭和25年4月   | 札幌医科大学発足に伴い、同大学助教授 (生理学)     | 昭和54年10月1日         | 北海道知事表彰 (永年勤続)          |
| 昭和27年     | 日本生理学会評議員                    | 昭和55年8月12日         | 肺癌の為逝去, 享年61才           |
| 昭和30年2月   | 札幌医科大学教授 (生理学)               | 昭和55年8月12日         | 正四位勲三等に叙せられ, 旭日中綬章を授与さる |

## 宮崎英策先生を偲ぶ

札幌医科大学教授・日本生理学会評議員宮崎英策先生は、昭和55年8月12日肺癌により逝去されました。享年61才でありました。

宮崎英策先生は、故宮崎彪之助博士の御長男として東京にお生れになりました。御尊父は、故永井潜先生門下の碩学であり、若くして日本生理学会創立期の泰斗と目された方でありました。大正11年北海道帝国大学医学部生理学教室を創設され、第一講座の初代教授をつとめられました。

宮崎英策先生は、昭和19年に北海道帝国大学医学部を卒業された後、直ちに御尊父の創設された母校の生理学教室に入られ、箕島高教授のもとで、ひたすら生理学の研究に没頭されました。その後、昭和25年札幌医科大学が創設されるや、同大学生理学教室（永井寅男教授）の助教授に、ついで教授に任命され、後の御活躍の基をここに得られたのであります。この間終始永井教授の右腕として、同大学創設時の多くの難問題を処理しつつ、教育、研究、また後進の育成にと夜を徹され、寸暇も寧日もない有様であったことを回想いたしております。同大学では昭和39年講座制採用のため生理学教室は2講座となり、先生は第二講座を担当されました。この間、生理学教室時代には主に“骨格筋の構造と機能”の研究テーマのもとに多面的な研究活動をなされ、多くの報告を世に送っております。第二生理学教室時代にあつては、従来の骨格筋についての豊富な研究経験を生かし、一転、内臓平滑筋および血管平滑筋についての研究に着手されました。筋生理学の研究対象としての平滑筋細胞は言うに及ばず、臨床医学との接点において器官生理学的アプローチも試行してきました。その内容は、平滑筋収縮蛋白質の研究、細胞内Caイオン調節機構、電子顕微鏡による微細構造、平滑筋収縮時におけるCaイオン動態、プロスタグランジンの諸種平滑筋における生理学的意義など、多岐にわたっております。この間の業績は、Conference on the Chemistry of Muscular Contraction (1957, 医学書院)、筋化学 (1959, 医学書院)、生理学大系Ⅲ (運動系の生理学) (1966, 医学書院)、生理学 (1975, 南山堂)、膜と神経・筋・シナプス (1978, 喜多見書房)、プロスタグランジンの基礎と臨床

(1978, 現代医療社)などの著書、綜説および原著を含めて、190編余の報告にまとめられております。

この研究分野での国内、外での評価も高く昭和41年のノーベルシンポジウム(ストックホルム)での招待講演、昭和52年国際生理学会議(パリ)での発表、同年の日米合同セミナー(The controls of contractions in visceral smooth muscle)(ホノルル)での発表、昭和42年の日本医学会総会での“筋興奮収縮連関の比較生理学”と題したシンポジウム講演など、多くの聴衆に深い感銘を与えたものであります。

昭和54年6月からは日本平滑筋学会の会長として本学会の運営、会員の指導にあたられ、昭和55年6月には札幌にて総会を主催され、大変盛会であった記憶もまだ新しい今日であります。学会開催の跡始末を終え、御休息になられるひまもなく先生は黄泉の国へ旅立たれたのであります。

先生におかれましては、昭和25年に日本生理学会に入会、昭和27年には評議員に推挙され、昭和42年から常任幹事を4期にわたり歴任されました。また先生は、地元における生理学研究の振興にも意を注がれ、北海道医学会および日本生理学会北海道地方会の幹事を数回にわたり務められ後進の育成に努められたのであります。

御尊父の御血筋と申すべきか、生れながらにして生理学者としての偉容を備えておられました。子弟に対しては常に豊かな温顔をもって接され、およそ1/4世紀の永きにわたり御指導をいただきました小生におきましても、御言葉を荒だてられたことは遂に一度だに記憶にございません。一方、教育・研究に臨んで、事のあいまいさを決して許されない厳しい潔癖さをもって後進の御指導にあられたのです。温厚かつ寛容なお人柄は、当大学の同輩、教職員、学生など等しく敬慕する処であり、やがて本学を背負って立つ方として大いに期待されていたところであります。

御偉業半ばにしてこの急なる御逝去、まさに痛恨のきわみ、ここに深く哀悼の意を表し、御冥福を祈るものであります。

(札幌医科大学第一生理学教室 藪 英世)

## 繰返しサッケードによる姿勢の安定化

橋本真徳

(京都府立医科大学第二生理学教室)

**Body Sway Stabilization Induced during Periodic Saccades** Masanori HASHIMOTO (*Department of Physiology, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto 602, Japan*)

Periodic saccadic eye movement has been known to cause a reduction of the body sway while standing upright in man. Then, it was studied that under what experimental conditions such a well-balanced posture could be obtained; with special references to antigravity muscle activity of the lower leg, saccades in the dark, and saccade size and frequency. Body sway was measured as the antero-posterior deviation of the center of gravity. EOG (electro-oculogram) and EMG of soleus, gastrocnemius and tibialis anterior muscles were simultaneously recorded. The results were as follows :

1) The sway reduction was observed during periodic saccades performed in frequency higher than 0.2 Hz at 30°, in amplitude greater than 5° at 0.5 Hz and in duration longer than a few seconds without direction specificity.

2) The effect of saccades on the body sway was classified into three types, each of which was specific to the subject. In type I and II the reduction of the body sway occurred for the component of 0.2—0.4 Hz. The sway reduction was accompanied by the increase in activity of soleus and gastrocnemius. The sway reduction was also accompanied with a forward shift of the body position in type I, but not in type II. Type III showed active discharges in soleus and gastrocnemius before saccades, suggesting that the body was being already inclined during fixation of eyes. In this type no sway reduction and no continuous shift of the body position were observed.

3) The sway reduction was observed also during periodic, voluntary rapid eye movement in complete darkness.

4) Continuous eye rotation in either direction did not affect the body sway.

These results suggest that some neural activity related to the saccade may flow in the extrapyramidal system, raised the activity of triceps surae muscle directly or indirectly and stabilize the standing posture.

〔J. Physiol. Soc. Japan (1981) 43, 73-83〕

**Key words** : body sway, saccade, antigravity muscle, upright standing

### 序 論

ヒトが直立姿勢を維持している間、身体は一定範囲内で動揺し続け、完全に静止することはない。この体動揺は、力学的に不安定な直立位を重力に抗して維持するための姿勢制御系の作動によって起こる。この系の作動に与る入力には、体性感覚系、前庭系、視覚系入力があり、これらの入力は大脳、小脳、脳幹などの中枢神経系内で統合処理されたのち、遠心路を通じて項頸部、軀幹、下肢の筋群に姿勢の調節信号が

送られ、身体の平衡は保たれる。

姿勢制御系に対する各種入力とその中枢神経系における統御機構に関する研究は数多くなされてきた。著者らは急速眼球運動が姿勢制御に関与することを見出した。即ち、眼球のサッケード運動を繰返すことにより、体動揺が減少し、安定した姿勢が保たれる(橋本ら<sup>9)</sup>, Iwase et al.<sup>13)</sup>, Uchida et al.<sup>23)34)</sup>。

本報告では、電気眼球図および筋電図の同時記録から、体動揺の減少をもたらすサッケードの条件、サッケードによる体動揺の変化型について検討し、さらにその中枢機序について考察を加えた。

## 実験方法

被験者は、18～35歳の健康な成人男子12名（延べ26例）、女子5名（延べ10例）である。

被験者を電気・音響シールド・ルーム内で重心動揺計の測定台上に両足を左右平行に約2 cmの間隔を保たせ、首、腰、膝関節を伸ばしたまま直立させた。

体動揺の測定は、重心動揺計（三陽電機、平衡機能解析装置）を用い、体重心位置の前後および左右方向の偏位距離（mm）を検出した。重心動揺の主要周波数は、0.2～1.0 Hzの範囲であった。前後方向の動揺波のうち、0.3 Hz帯域（0.2～0.4 Hz）成分を低域フィルターを通して記録し、1分間の平均振幅を標準偏差と共に示した。

0.6 Hz帯域（0.5～0.7 Hz）および0.9 Hz帯域（0.8～1.0 Hz）の成分は低振幅であるため、平均振幅の測定は行わなかった。また左右方向の動揺については、下腿筋の筋電図を一側からのみ記録したため、筋活動との対応づけが不可能なので、現象を記録するにとどめた。

開眼時に一点固視およびサッケード運動を行わせるための視標は、G<sub>a</sub>P 発光ダイオード（LED、 $\lambda_{\max}$ =700 nm、120 fL）の点灯により与え、被験者の眼前1 mの距離に設置した（光点の大きさは視角にして14'）。また、被験者の視軸水平位を固視点と定め、この点を対称点として上下、左右にそれぞれ視角にして2.5°～30°の位置に視標を設置し、任意の対を交互に点灯し、これを眼球運動だけで交互に再固視させることでサッケード運動を行わせた。実験に先立ちサッケード運動を練習させた。サッケード運動の頻度は0.1～0.5 Hzとした。サッケード運動をモニターするために、右眼の垂直および水平方向の電気眼球図（electro-oculogram, EOG）をAC増幅器（時定数5.7秒）で記録した。

下腿筋群の活動は表面筋電図（electromyogram, EMG）により記録した。電極は銀—塩化銀皿型電極を用い、右側下腿の前脛骨筋（TA）、内側腓腹筋（MG）、ヒラメ筋（Sol.）上の皮膚に

装着した（双極導出）。以上の諸現象は、多素子記録計で同時記録した。

実験の順序は、①1分間の固視、②1分間の繰返しサッケード運動、③1分間の固視である。なお、シールド・ルーム内の明るさは、約60 luxであった。

## 結果

### I. 繰返しサッケード運動時の体動揺

固視時の体動揺は、多くの研究者により報告されているように、前後、左右とも不規則な振動波からなり、その優勢周波数成分は0.2～0.4 Hzに集中し、最大振幅は3 cm以内である。

固視に続いて繰返しサッケード運動を行わせると、多くの例で体動揺が減少し、さらに体位置の前方偏位を伴うこともあった。そこでこの体動揺が減少するサッケードの条件を5人、10例で求めた。

水平および垂直方向のサッケードの条件として、頻度、大きさ、持続時間について検討した。水平と垂直サッケードでは体動揺の減少はいずれも同様に引き起され、両者の間にほとんど差はなかった。

#### ① 頻度

水平サッケードの大きさを30°に定め、頻度を0.1～1.0 Hzの範囲で変化させ実験を行った。図1の上図に示すように、0.1 Hzの頻度のサッケード時には、0.3 Hz帯域の成分（平均振幅 $5.5 \pm 2.0$  mm）がみられる。これは固視時（平均振幅 $5.1 \pm 1.7$  mm）とほぼ同じである。0.6 Hzおよび0.9 Hz帯域の成分は固視時と同様ほとんどみられない。他方0.5 Hzの頻度のサッケード時（図1の下図）では、固視時にみられた高振幅（ $4.8 \pm 1.5$  mm）の0.3 Hz帯域の成分は振幅を減じている（ $2.3 \pm 0.6$  mm）。このとき、0.6 Hzや0.9 Hz帯域の成分が目立ってくる例が多かった。また、体動揺の振幅が減少する際、体重心の平均位置は前方へ偏位（5～20 mm）している。

#### ② サッケードの大きさ

垂直方向のサッケードの頻度を一定（0.5 Hz）

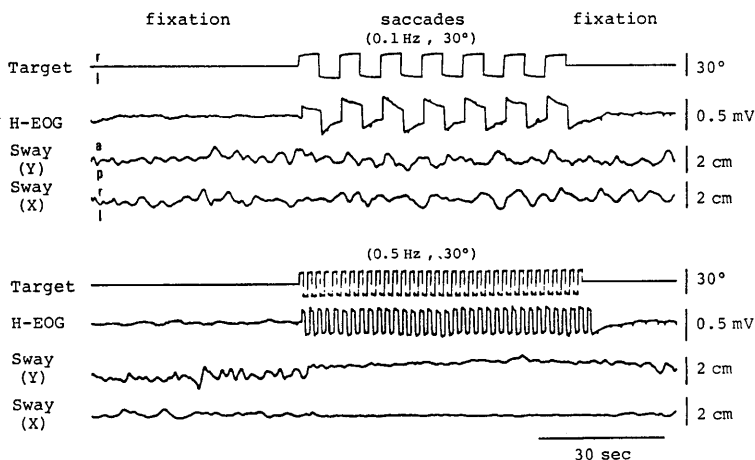


Fig. 1. The body sway during fixation of the eyes, periodic horizontal saccades and again fixation of the eyes, shown with the target position (Target) and horizontal electro-oculogram (H-EOG). Periodic saccades of 30° were performed at 0.1 Hz (upper) and 0.5 Hz (lower). Sway (Y) and (X) indicate the antero-posterior and right-left body sway, respectively. r, right; l, left; a, anterior; p, posterior.

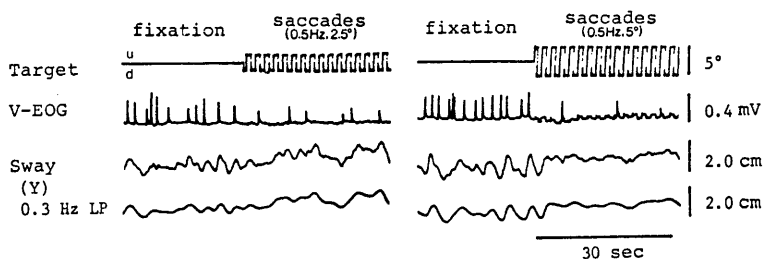


Fig. 2. Effects of 2.5° (right) and 5° (left) saccades of the visual angle on the body sway. Reduction of the body sway was observed during 5° saccades, but not during ones of 2.5°. Spiky deflections on the vertical electro-oculogram (V-EOG) show blinkings of the eyes.

に定め、大きさを 2.5°~30° の範囲で変化させ実験を行った。図 2 左に示す 2.5° の大きさのサッケードの場合、固視時の体動揺の平均振幅は  $5.0 \pm 2.1$  mm, サッケード時のそれは  $5.2 \pm 1.9$  mm でその差はない。5° の場合 (同図右) には、固視時の振幅 ( $5.8 \pm 2.0$  mm) に比べサッケード時の振幅 ( $2.8 \pm 1.1$  mm) は減少した。

### ③ 持続時間

水平サッケードの繰返し時間 (10~60秒) と体動揺の減少との関係について調べた。体動揺の振幅の減少には、数秒以上の繰返しが必要であった。図 3 は 25秒のサッケードを 2 回行わせた例で、サッケードにより重心位置の前方偏位

(8 mm) が起こり、0.3 Hz 帯域成分の振幅は固視時 ( $6.0 \pm 1.9$  mm) 以下に減少し ( $3.1 \pm 1.2$  mm), 0.6 Hz および 0.9 Hz 帯域の成分が顕著になる。サッケードを 10 秒間中断すると、2~3 秒後に重心位置は後方に偏位し、固視時の体動揺に戻る。さらにサッケードを 25 秒行わせると、再び体動揺の振幅 ( $2.7 \pm 1.1$  mm) は減少する。

以上の所見より、体動揺の減少をもたらすサッケードの頻度、大きさ、持続時間には下限値がみられた。したがって、以下の実験は、頻度 0.5 Hz, 大きさ 30° で試みた。

### II. サッケードによる体位置と体動揺の変化

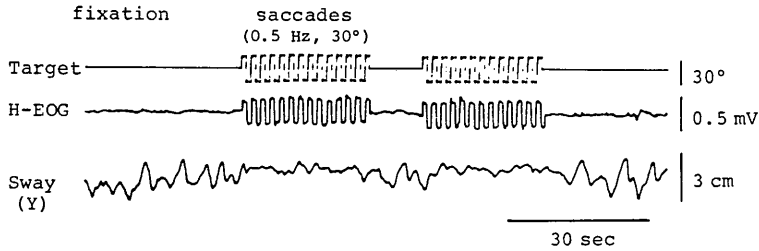


Fig. 3. The body sway during twin series of periodic saccades separated 10 sec from each other.

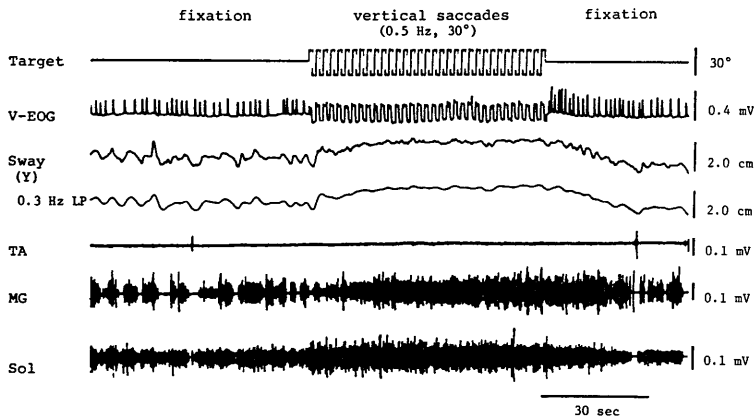


Fig. 4. The body sway during fixation of the eyes and periodic vertical saccades, shown with the original and low-passed sway (0.3 Hz LP), V-EOG and electromyograms of tibialis anterior (TA), medial gastrocnemius (MG) and soleus (Sol) muscles.

垂直および水平方向のサッケードによる体動揺の変化を17名、36例について検討したところ、その効果は以下の3型に分類できた。

① I型（前方偏位と体動揺の減少がみられる型）

この型は9名、17例でみられた。図4はその1例を示す。V-EOGは眼球が視標にほぼ正確に追従していることを示している。サッケード開始後、体位置は前方に偏位（18 mm）し、固視時にみられた0.3 Hz帯域の成分（ $5.3 \pm 1.4$  mm）は著明に減少（ $2.5 \pm 0.8$  mm）している。固視時に劣勢であった0.6 Hzおよび0.9 Hz帯域の成分は、サッケード時に顕著になる。一方、下腿筋の活動をみると、TAの活動は固視時、サッケード時ともに余り変わらない。MGは、固視時の大きな前方への動揺に対し、相動

的な放電を示したが、サッケードを開始すると、体位置の前方偏位に伴って放電を増し、持続的放電を示す。Sol.は固視時と同様持続的放電を示すが、固視時より活動は増大する。

② II型（前方偏位がみられないが体動揺は減少する型）

この型は3名、7例においてみられた。その1例では、固視時の体動揺の振幅（ $3.8 \pm 1.5$  mm）はサッケード時に $2.4 \pm 0.9$  mmに減少した。しかしこのときには前方偏位は生じなかった。筋電図上、MGの活動は、固視時においても活発な持続的放電を示し、すでに姿勢が前傾している傾向がみられた。サッケードにより、MGもSol.も活動を増し、持続的放電を示した。

③ III型（前方偏位も体動揺の減少もみられ

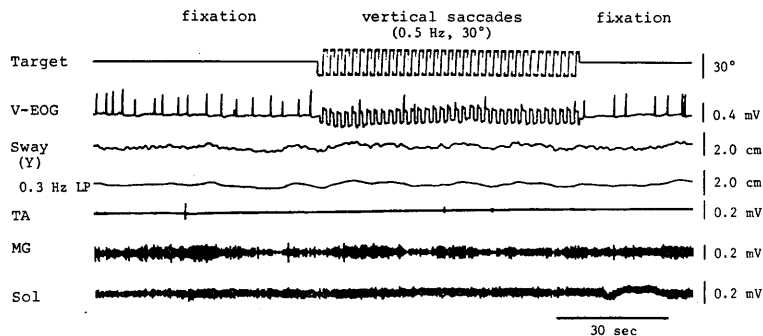


Fig. 5. An example of lack of the sway reduction during saccades. The body sway was very small even during fixation, probably owing to the preexisting, forward inclination of the body.

ない型)

この型は5名, 12例においてみられた。これらの例の固視時の体動揺は, 図5に示すように, 0.6 Hz 帯域の成分が優勢であり, 0.9 Hz 帯域の成分もみられるが, その振幅は小さい。0.3 Hz 帯域の成分はほとんどみられない。サッケードにより前方偏位はみられないが, 0.6 Hz 帯域の成分のわずかな振幅の増大がみられる。筋電図上, 固視時, サッケード時とも Sol. は持続的放電を示し, MG も比較的持続放電を続けている。

次に, 以上に述べたサッケード時の体動揺の

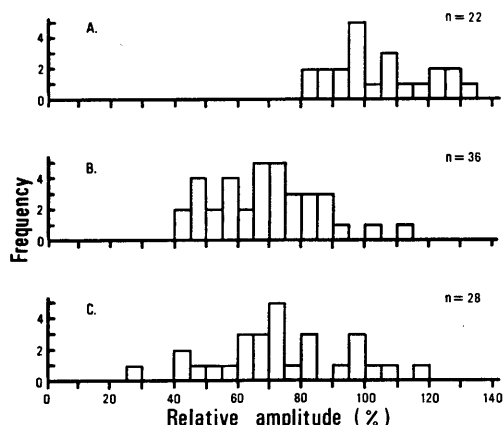


Fig. 6. Frequency distribution of the ratio (%) of the mean amplitude of the sway (1 min) during fixation (A), vertical saccades (B) and horizontal saccades (C) to that during respective preceding fixations (1 min).

減少の有意性を検討した。固視とサッケードの試行は2分間におよぶので, この間体動揺が変化することが考えられる。そこで, 2分間の固視持続時の体動揺の時間的変動を調べた。すなわち, 前半1分間に対する後半1分間の体動揺の平均振幅の比を求めたところ, 84~132% (平均値  $105.1 \pm 14.8\%$ ,  $n=22$ ) の範囲であった (図6のA)。つまり, 後半1分間に体動揺が減少する場合もある。そこで, このistogramの分布より, 固視時に対するサッケード時の体動揺の平均振幅の比が, 平均値 $-2SD$  (75.5%, 危険率5%以下) 以下になった場合を有意な減少が起ったと判定した。垂直サッケード時の体動揺減少比のistogramでは, 図6Bに示すようにその比は41~113% (平均値  $69.3 \pm 16.7\%$ ) に分布し, 36例中24例 (17名中12名) において有意な減少がみられたことになる。水平サッケードの場合には (図6C), その比は30~118% (平均値  $74.1 \pm 20.1\%$ ) に分布し, 28例中17例 (13名中9名) において有意な減少がみられた。垂直サッケード時と水平サッケード時のistogramの分布の間には有意な差がみられなかった ( $\chi^2=0.58$ ,  $df=1$ ,  $P<0.5$ )。同一被験者間の各試行ごとの差を検討した結果, 固視時に対するサッケード時の平均振幅の比の分散は10%以内で, 差はなかった。

Ⅲ. 視標への追従によらないサッケード時および眼球回転維持時の体動揺

## (A) 視標なしの急速眼球運動時の体動揺

被験者を完全暗黒中で、眼球を動かさないように指示して1分間開眼させ、続いて1.0 Hzのクリック音に合わせて左右交互に1分間の繰返し急速水平眼球運動を行わせ、再び1分間開眼させた。なお、クリック音は眼球運動前の開眼時から聞かせた。図7に示すように、H-EOGの振幅は視標がないため不規則であるが、クリック音の頻度に規制された0.5 Hzの繰返し眼球運動がみられる。固視時の体動揺の0.3 Hz帯域の振幅 ( $4.0 \pm 2.2$  mm) は眼球運動開始後約20秒で減少 ( $2.6 \pm 1.4$  mm) する。この例では、体動揺が減少する際、前方偏位がみられなかった。開眼時に対する眼球運動時の体動揺の

平均振幅の比は67%であり、有意な減少を示している。眼球運動を中止すると再び体動揺の振幅は増大した。また、全実験例 (17例, 10名) の平均振幅の比は21~91% (平均値  $67.1 \pm 22.2$  %) で、10例において有意な減少をみた。図7の筋電図上、TAの放電はみられない。一方、Sol. とMGは固視時、眼球運動時とも持続的放電を示している。

図7の例は、先に述べたⅡ型に属し、有意な体動揺の減少を得た10例中6例はⅠ型、4例はⅡ型であった。以上の結果は、体動揺の減少が視覚入力に関与なしでも生じることを示す。

## (B) 眼球回転維持時の体動揺

次に、明所で視標により眼球を上、下、左、

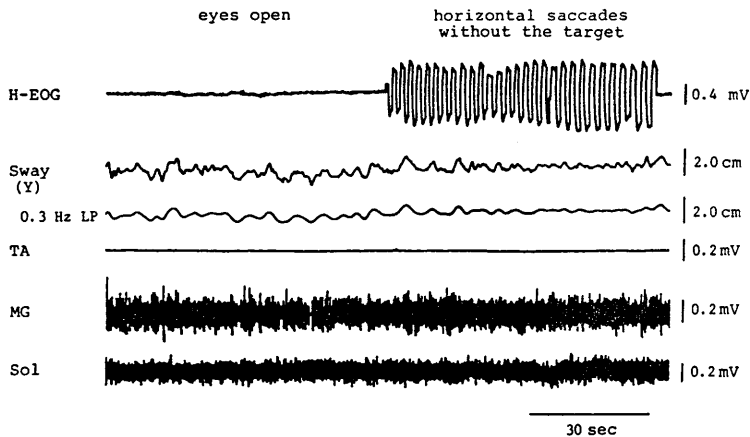


Fig. 7. Effect of periodic rapid eye movements on the body sway in complete darkness. Eye movements were guided by 1.0 Hz click sounds.

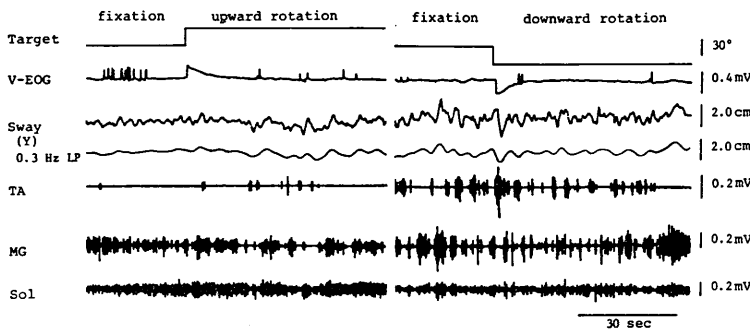


Fig. 8. The body sway during continuous upward (left) and downward (right) eye rotations. No decrement of the body sway was induced both by upward and downward rotations.

右いずれか一方に回転させ、その位置を維持させたときの体動揺を分析した。方法は、①1分間の固視、②眼球回転(30°)とその維持1分間、③1分間の固視である。図8にその結果の2例を示す。V-EOGの基線へのもどりは、増幅器の時定数によるもので、眼球は30°の回転を維持している。図8左の例では、固視時の体動揺の振幅は $3.0 \pm 1.8$  mm、眼球上転時には $3.7 \pm 2.2$  mmであった。固視時に対する上転時の平均振幅の比は123%と大きくなっているが、有意の差はない。また、全被験者10例(6名)におけるこの比は、94~131% (平均値106.9 $\pm$ 11.7%)であった。

図8右の記録は眼球の下転時のもので、0.3 Hz帯域の成分の振幅は $4.5 \pm 2.5$  mmで固視時の振幅( $4.8 \pm 2.4$  mm)とほとんど変わらない。固視時に対する下転時の平均振幅の比は94%であった。10例の比は、93~138% (平均値108.9 $\pm$ 13.4%)で有意差はない。

筋電図上、[眼球]の上転、下転時とも、TA、MGの相動的な放電、Sol.の持続的放電がみられ、固視時とほぼ同様である。

同様の結果は、眼球の右転、左転時にも得られた。

## 考 察

### I. 固視時およびサッケード時の体動揺

直立姿勢の維持には視覚系、前庭系、体性感覚系入力が必要である。まず視覚系入力に関しては、閉眼により視覚入力を絶つと、0.5 Hz前後の成分の振幅が増加するという報告がある(Dichgans et al.<sup>4)</sup>。また著者らは、この報告よりも低い0.2 Hz前後の成分の振幅の増加をみた(Uchida et al.<sup>23)</sup>。これらから、視覚系入力に関与する成分は0.2~0.5 Hzと考えられる。また、前庭系に関与する成分については、Kapteyn and De Wit<sup>14)</sup>は、前庭機能の廃絶したヒトの体動揺や、健康人に温度眼振刺激を与えたときの体動揺を検討して、0.2 Hz前後の成分が消失することを示し、前庭系入力は0.2 Hz前後の成分に関与すると報告している。以上の

所見より、本実験で処理した0.3 Hz帯域の成分は視覚系と前庭系入力による制御を反映していると考えられる。

これに対し体性感覚系入力<sup>1)</sup>は、1.0 Hz以上の成分に関与する。例えば、坐骨神経の圧迫により、下腿三頭筋からのIa入力を選択的に遮断すると、1.0 Hz前後の大振幅の体動揺が出現する(Dietz<sup>5)</sup>。同様に、薬物投与により $\gamma$ 系の活動を抑制し、固有受容器からのIa放電を減少させると、体動揺は大きくなり、その頻度は1.0 Hzよりも低くなる(Kapteyn and De Wit<sup>14)</sup>。しかし、Dichgansたち<sup>4)</sup>は、体性感覚系入力に関与する制御で現われる成分は、1.0 Hz以上だけではない、と報告している。すなわち、体性感覚系入力による制御が、視覚系や前庭系入力によるものより優勢になると、それぞれの入力に関与する体動揺の波が互いに干渉を起し、1.0 Hz以下の波が生じる。この所見から本実験における0.6 Hz帯域以上の成分は、体性感覚系入力による制御が優勢になった結果出現した成分であると考えられる。

以上に述べた様に、体動揺の周波数成分から立位維持に関与する優勢な入力の種類を推察することができる。

サッケード時の体動揺と持続的な体重心位置の変化から、サッケード運動の体動揺におよぼす効果を3型に分類した。各々の型は固視時においても、特徴的な体動揺、下腿の筋活動を示した。すなわち、I型に属する被験者の固視時の体動揺には0.3 Hz帯域の成分が主としてみられ、これは、視覚系、前庭系入力による制御が優勢であることを示す。また、MGの活動が相動的であったことは、足関節による下腿の前傾が著明でないことを示す(Portnoy and Morin<sup>17)</sup>, Smith<sup>19)</sup>。II型でも固視時の体動揺の主な成分は0.3 Hz帯域にあった。これは、I型と同様、視覚系、前庭系入力による制御が優勢であることを示す。MGの活動はI型と異なり、持続的であったが、大きな動揺に対応した活動の増減がみられた。これは、軽度の前傾を保っていることを示す。III型では固視時の体

動揺は、0.3 Hz 帯域の成分が顕著でなく、0.6 Hz 帯域の成分が主としてみられた。MG の活動は持続的であり、強い前傾を行っていることを示す。この型の被験者は、下腿運動のよく訓練されたスポーツマンなどに多くみられ、固有受容性入力による調節機能が高められた結果、微細な筋状態の変化に対しても敏感に反応できることを示唆する。同一の見解は、Dichgans たち<sup>4)</sup> や Kapteyn and De Wit<sup>14)</sup> も述べている。

サッケード時の I および II 型の被験者の体動揺は、0.3 Hz 帯域の成分が低振幅になり、0.6 Hz および 0.9 Hz 帯域の成分が著明にみられた。I 型では、サッケード開始後、体重心の前方偏位がみられた。MG は固視時の相動的な放電から持続的な放電に変わり、Sol. は持続的放電を続けたが、その活動を増した。したがってサッケード時の体位置の前方偏位は、主として足関節の回転によって生じていることを示す。II 型では、I 型と異なり、体位置の前方偏位はみられなかった。しかし、MG の活動は固視時より一層持続的放電を強め、Sol. の活動も増加した。したがって、II 型では足関節の回転により下腿の前傾は生じるが、下腿より上位の関節が後方に傾き、下腿の前傾を補償するために、体位置の前方偏位がみられないものと考えられる。III 型の体動揺は固視時とほとんど変わらず、0.6 Hz 帯域の成分が主としてみられた。さらに筋活動の変化もほとんどなかった。したがって、サッケードによる前方偏位はみられず、固視時の前傾姿勢を保持していることを示す。

以上の様に、サッケードにより下腿の前傾がみられるときに、体動揺の優勢な成分は、0.3 Hz 帯域から 0.6 Hz 帯域に変わる。前傾はサッケードに対する身体の構えと考えられ、これは dynamic posture (Howarth<sup>12)</sup>) に相当するものと考えられるが、その成因は明らかでない。また、前方偏位の程度と体動揺の減少との間には、定量的関係が求められなかった。これは、足関節の前傾によってもたらされる体位置の前

方偏位に対し、足関節より上位の関節運動による補償が様々な程度に起っていることを示唆するものであろう。

II. サッケードにより体動揺の減少が引き起される中枢機序

繰返しサッケード運動時に体動揺が減少する機序として次のものが考えられる。(A) サッケード系の活動が脳幹にある脊髄下行路に流入して、直接あるいは間接的に、姿勢の維持に与る筋群の活動を変化させる。(B) 伸張反射系の活動の増加。(C) サッケード時の視覚入力の変化、もしくは、(D) サッケード時の外眼筋の伸張受容器からの入力の変化が、脊髄運動系に作用する。

#### (A) サッケード系

急速な繰返し眼球運動が、下腿の筋活動に影響を与えることは、Thoden たち<sup>21)</sup> によって報告されている。彼らは、ネコに視運動性眼振を引き起したとき、サッケードと等価である眼振の急速相において、下腿三頭筋の活動が増加することを見出し、サッケード系がこれらの伸筋の運動ニューロンに対して、直接前庭脊髄路を通じてバイアスをかけることを明らかにした。本実験で得られたサッケード時の体動揺の減少が、このような経路で発現するとすれば、体動揺の減少をもたらすサッケードの頻度、大きさ、持続時間に下限値が存在することは次の様に説明される。サッケード信号は大脳皮質からの司令にもとづき、傍正中橋網様体 (PPRF) や中脳網様体 (MRF) で作られ、サッケードの頻度、大きさ、持続時間はこれらの場所のニューロンの発火様式により規定される。このニューロンには、サッケードの大きさに比例して発火するユニット、方向特異性をもつユニット、サッケード時間に比例して発火するユニットがある (Luschei and Fuchs<sup>15)</sup>, Sparks and Travis<sup>20)</sup>)。したがって、体動揺の減少をもたらすには、このようなサッケードニューロンの数と発火頻度、発火の持続時間が一定以上に増加することが必要であることを示すものと考えられる。また、サッケードの方向に無関係に体動揺が減少することは、水平方向では PPRF、

垂直方向では MRF のニューロン活動が関与し (Büttner et al.<sup>11</sup>, Cohen and Henn<sup>21</sup>, Cohen and Komatsuzaki<sup>8</sup>, Luschei and Fuchs<sup>15</sup>, Sparks and Travis<sup>20</sup>), いづれの活動においても同じ結果を引き起こすことを意味するのである。

サッケーード系の活動が流入するその他の場所として、縫線核や網様体が考えられる。Mori たち<sup>16</sup>)は、ネコの縫線核を刺激することにより下腿三頭筋の活動が増大することを明らかにした。これは下腿三頭筋活動を抑制する青斑核ニューロンに対し、縫線核ニューロンの興奮が抑制的に作用するからである。網様体に関して、サッケーード信号が網様体上行賦活系を介して脳の覚醒度を高めるために、体動揺を減少させる可能性も考えられる。しかし、体動揺の減少を引き起こすサッケーードの大きさに閾があること、さらにサッケーードよりもより高い覚醒度を必要とする滑動性追跡 (smooth pursuit) 時 (Rashbass<sup>18</sup>) には、むしろ大きな体動揺が出現する (Tokumasu et al.<sup>22</sup>)。このことから、覚醒度を高め、注意を集中することが体動揺の減少を引き起こす要因でないと考えられる。

また、著者らは軽度の飲酒 (35 ml のエチルアルコールに相当) 後、繰返しサッケーード運動の脱落や中断などがみられた例では、体動揺の減少がみられなくなることを明らかにした (橋本ら<sup>10</sup>)。

以上より、体動揺の減少にはサッケーード系の活動が関与すると考えられ、その中枢機序は、サッケーード中枢のニューロン活動が、眼球運動を起こすと同時に、前述の系を経て脊髄下行路を介して、下腿伸筋群の  $\alpha$  および  $\gamma$  運動神経に作用し、筋活動を高めると同時に筋固有受容器の感度を調節し、微細な調節を行いながら、前方偏位により新しく設定された姿勢を、よく平衡のとれた状態にするものと考えられる。

一方、サッケーードにより体動揺の減少のみられなかった被験者群では、固視時からすでに前傾姿勢をとり、微細な調節を行いながら立位を保つ機序が働いていたものと考えられる。

## (B) 伸張反射系

サッケーードにより体動揺の減少がみられる I, II 型の被験者では、下腿の前傾がみられた。前傾により下腿三頭筋は伸展され、この筋の筋紡錘は伸展に対し放電を増す。前傾による固有受容性の入力により、伸張反射活動が増加した結果、体動揺が減少する可能性もある。しかし、Gurfinkel たち<sup>8</sup>)は、直立時に下腿三頭筋の伸展を引き起こす外乱を与えたとき、筋放電は増加するにもかかわらずアキレス腱反射 (T 波) の振幅は、外乱を与える前と変わらないことを明らかにした。このことは、伸張反射が立位姿勢維持にとって直接的な役割をもっておらず、伸張反射活動は中枢プログラムにより調節されていることを意味する。また日比野たち<sup>11</sup>)は、直立時にアキレス腱に振動刺激を加え、三頭筋に持続的な伸展を引き起こしても筋活動に変化はないが、前傾姿勢をとらせることにより、著明な筋活動の増加をみた。この機序について、筋紡錘からの入力、前庭系などの他の感覚入力と一致した場合、上位中枢を介する伸張反射活動は増加すると報告している。これらの知見より、本実験のサッケーード時の体動揺の減少は、前傾に伴って、中枢性に制御された伸張反射活動の増加によって引き起こされるものとも考えられる。

III 型の被験者の場合には、サッケーード前より前傾姿勢をとっているため、伸張反射活動はすでに増加している。したがって、サッケーードを行っても、それ以上の活動の増加を起し得ないため、体動揺の減少がみられないものと考えられる。

## (C) 網膜からの視覚入力

体動揺の減少は、完全暗黒中で行われた急速な眼球運動によっても引き起こされる。暗黒中の急速眼球運動は、明所の視標の追従によるサッケーードと異なり、速度は遅く、振幅も一定でなかった。しかし、この急速眼球運動もサッケーード運動であり、サッケーード中枢によって制御される (Sparks and Travis<sup>20</sup>)。したがって、体動揺の減少に対し、視覚入力は眼球運動に比べ

重要な因子ではないと結論できる。

(D) 外眼筋の伸張受容器からの入力

Gantchev たち<sup>7)</sup>は眼球の上転により体動揺の振幅が増加する、と報告しており、これはネコの外眼筋の伸張により首や四肢の筋活動が抑制されるという報告 (Easton<sup>6)</sup>) から説明できる。しかし本実験では、眼球の上、下転あるいは右、左転により外眼筋に持続的な伸張を加えても体動揺の振幅は変わらなかった。したがって、サッケード運動を繰返すことにより、外眼筋の伸張受容器が伸張され、その入力に姿勢制御に有効に働いたとは考えられない。しかし、外眼筋受容器からの求心性神経には持続伸張にさいして速順応性のインパルスが発生するものもあるので、繰返しサッケードの場合には、この速順応性受容器入力の関与を完全に否定することはできない。

総 括

健康な成人の一点固視時およびサッケード時の体動揺、電気眼球図、下腿筋群の筋電図を記録して、以下の結果を得た。

1) サッケードによる体動揺の減少は、頻度 0.2 Hz 以上、大きさ 5° 以上、持続時間 3 秒以上の繰返しサッケードにより引き起された。

2) サッケードの体動揺への影響には 3 型が区別された。Ⅰ、Ⅱ型では、体動揺の減少の際、下腿三頭筋の活動の増加と体動揺の 0.3 Hz 帯域成分の振幅の著明な減少がみられた。Ⅰ型ではさらに体動揺減少は体重心位置の持続的前方偏位を伴うが、Ⅱ型ではこの偏位が認められなかった。Ⅲ型では、固視時にすでに前傾した姿勢を維持しており、下腿三頭筋の活発な放電がみられ、体動揺の振幅も小さかった。この型では、サッケードによる体動揺の減少はみられず、体重心位置の変化もなかった。

3) 完全暗黒中におけるクリック音による急速な繰返し眼球運動によっても、体動揺の振幅の減少はみられた。

4) 眼球の持続的な回転時には、体動揺に変化はなかった。

以上の結果より、繰返しサッケード時の体動揺の減少は、サッケード中枢のニューロン活動が直接もしくは間接的に下腿の伸筋群の活動を高めるため引き起されたものと考えられる。

稿を終るにあたり、御指導ならびに御校閲いただきました岩瀬善彦教授、種々御指導くださいました内田 孝助教授に深謝の意を表します。

(本論文の要旨は、昭和54年6月18日第6回国際筋電図学会議において発表した。)

References

- 1) Büttner, U., Büttner-Ennever, J. A. & Henn, V. (1977) Vertical eye movement related unit activity in the rostral mesencephalic reticular formation of the monkey. *Brain Res.* **130**, 239-252
- 2) Cohen, B. & Henn, V. (1972) Unit activity in the pontine reticular formation associated with eye movements. *Brain Res.* **46**, 403-410
- 3) Cohen, B. & Komatsuzaki, A. (1972) Eye movements induced by stimulation of the pontine reticular formation: Evidence for integration in oculomotor pathways. *Exp. Neurol.* **36**, 101-117
- 4) Dichgans, J. Mauritz, K. -H., Allum, J. -H. -J. & Brandt, Th. (1976) Postural sway in normals and atactic patients: Analysis of the stabilizing and destabilizing effects of vision. *Agresologie* **17**, 15-24
- 5) Dietz, V. (1978) Analysis of the electrical muscle activity during maximal contraction and the influence of ischemia. *J. Neurol. Sci.* **37**, 187-197
- 6) Easton, T. A. (1971) Inhibition from cat eye muscle stretch. *Brain Res.* **25**, 633-637
- 7) Gantchev, G., Dunev, S. & Draganova, N. (1973) On the spontaneous and induced body oscillation. In: Gydikov, A. A., Tankov, N. T. & Kosarov, D. S. *Motor Control*, Plenum Press, New York, 179-194
- 8) Gurfinkel, V. S., Lipshits, M. I., Mori, S. & Popov, K. E. (1976) The state of stretch reflex during quiet standing in man. In: Homma, S. *Understanding the Stretch Reflex*, *Prog. Brain Res.*, vol. 44, Elsevier, Amsterdam, 473-486
- 9) 橋本真徳, 竹上 徹, 鈴木直人, 内田 孝, 岩瀬善彦 (1979) 視標追跡時の眼球運動と重心動揺, 脳波と筋電図 **7**, 178-185
- 10) 橋本真徳, 竹上 徹, 山本由美 (1979) 視覚性姿勢

- 制御に対するアルコールの影響. アルコール研究 **14**, 293-294
- 11) 日比野隆一, 小野田嶺雄, 古池保雄, 橋爪真言, 祖父江逸郎(1980)立位姿勢における下腿三頭筋伸張反射活動に関する一考察, 脳波と筋電図 **8**, 181-187
  - 12) Howorth, B. (1946) Dynamic posture. *J. Am. Med. Assoc.* **131**, 1398-1404
  - 13) Iwase, Y., Uchida, T., Hashimoto, M., Suzuki, N., Takegami, T. & Yamamoto, Y. (1979) The effect of eye movements on the upright standing in man. *Agressologie* **20**, 193-194
  - 14) Kapteyn, T. S. & De Wit, G. (1972) Posturography as an auxiliary in vestibular investigation. *Acta Otolaryngol.* **73**, 104-111
  - 15) Luschei, E. S. & Fuchs, A. F. (1972) Activity of brain stem neurons during eye movements of alert monkeys. *J. Neurophysiol.* **35**, 445-461
  - 16) Mori, S., Nishimura, H., Kurakami, C., Yamamura, T. & Aoki, M. (1978) Controlled locomotion in the mesencephalic cat: Distribution of facilitatory and inhibitory regions within pontine tegmentum. *J. Neurophysiol.* **41**, 1580-1591
  - 17) Portnoy, H. & Morin, F. (1956) Electromyographic study of postural muscles in various positions and movements. *Am. J. Physiol.* **186**, 122-126
  - 18) Rashbass, C. (1961) The relationship between saccadic and smooth tracking eye movements. *J. Physiol.* **159**, 326-338
  - 19) Smith, J. W. (1957) The forces operating at the human ankle joint during standing. *J. Anat.* **91**, 545-564
  - 20) Sparks, D. L. & Travis Jr. R. P. (1971) Firing pattern of reticular formation neurons during horizontal eye movements. *Brain Res.* **33**, 477-481
  - 21) Thoden, U., Dichgans, J. & Savidis, Th. (1977) Direction-specific optokinetic modulation of monosynaptic hind limb reflexes in cats. *Exp. Brain Res.* **30**, 155-160
  - 22) Tokumasu, K., Kawano, R., Tashiro, N. & Suzuki, T. (1979) The role of vision to body stability during standing. In: Ushio, N., Kitamura, H. & Matsunaga, T. *Postural Reflex and Body Equilibrium*, Society of Nara Otoneurological Research, Nara, 94-102
  - 23) Uchida, T., Hashimoto, M., Takegami, T., Suzuki, N. & Iwase, Y. (1979) Sway-stabilizing effect caused by saccadic eye movement during standing in human beings. *J. Physiol. Soc. Japan* **41**, 93-95
  - 24) Uchida, T., Hashimoto, M., Suzuki, N., Takegami, T. & Iwase, Y. (1979) Effects of periodic saccades on the body sway in human subjects. *Neurosci. Lett.* **13**, 253-258

## Levels of glycolytic enzymes in the process of lactate production in contracting rabbit aorta

Sumio MASUMURA, Michio HASHIMOTO, Yōko HASHIMOTO and Toshiko SATŌ

*Department of Physiology, Shimane Medical University, Izumo 693, Japan*

In the arterial wall, the degree of oxygen consumption is considerably less as compared with other tissues<sup>1)</sup> and most carbohydrates are broken down to lactate<sup>2)</sup>. This finding is a particular feature of the arterial wall and indicates that the major metabolic pathway of carbohydrates is glycolysis, not the Krebs cycle. Since carbohydrates in the arterial wall are mainly utilized as substrates for energy output, lactate production in contracting arteries has been given much attention<sup>3) 4) 5) 6)</sup>.

Regarding lactate production in the contracting arteries, adrenaline is a potent stimulator, under either aerobic or anaerobic conditions. However, little is known of the effect of this catecholamine on the levels of glycolytic enzymes. Thus, in different areas of the rabbit aorta, we determined the levels of glycolytic enzymes during the lactate production following adrenaline stimulation.

Healthy, adult rabbits of both sexes fed a laboratory chow diet ad libitum before the experiments were given pentobarbital sodium (30mg/kg i. p.) and then sacrificed by bleeding from a carotid artery. The aortic arch ( $A_1$ ), the proximal ( $A_{2p}$ ) and distal ( $A_{2d}$ ) areas of the thoracic aorta and those ( $A_{3p}$ ,  $A_{3d}$ ) of the abdominal aorta were immediately excised. Subsequently, the aortic materials were cut into spiral shaped strips. These strips were bisected longitudinally. Using the method of Karaki and Urakawa<sup>7)</sup>, the adventitia of all the materials was removed from the intima-media layers. One of each pair of the strips served as the control and the other was brought into contact with adrenaline.

The aortic strips were mounted in 20 ml of a bath medium aerated with 5%  $CO_2$  and 95%  $O_2$  at 37°C. In this case, a resting tension of 1 gm was applied to each strip. Under such conditions, all strips were equilibrated with the bath medium of Krebs-Henseleit solution (pH 7.3~7.4) for 3 hours before the addition of adrenaline.

When adrenaline was added to the bath medium, the tension produced was recorded by means of a force-displacement transducer (TD-111 S, JD-111 S, Nihon Koden Kogyo Co., Tokyo) connected to the RM-251 multipurpose polygraph. Aortic muscle was contracted for 10 minutes by a dose of  $5 \times 10^{-6}M$  of this catecholamine. Within the time, the tension development attained the maximum. These strips were then frozen using dry ice-acetone.

The lactate production ( $\mu\text{mole/g}$ ) was calculated from increase in lactate content of a frozen strip and of the bath medium. To measure the lactate level<sup>8)</sup> the bath medium was previously concentrated by a method of freeze drying.

To estimate the activity of phosphofructokinase (one of glycolytic enzymes), the frozen strips, measuring on the average 30 mg., were suspended in 20 volumes of 1~4°C solution containing in final concentration 30 mM potassium phosphate buffer, 1 mM EDTA and 30 mM KF at pH 6.8<sup>12</sup>). On the other hand, for assay of other enzymatic levels, such suspensions were made in other chilled media containing 50 mM Tris-HCl buffer, 100 mM KCl, 5 mM MgSO<sub>4</sub> and 1 mM EDTA at pH 7.4<sup>9</sup>). These suspensions were homogenized in a Polytron homogenizer and then centrifuged for 40 minutes 10,000×g at 2°C. Using the supernatants thus obtained, we carried out the following assays ;

The activity of hexokinase (HK) was determined by the method of Joshi and Jagannathan<sup>10</sup>) and that of phosphoglucose isomerase (PGI) was estimated according to the method of Bodansky<sup>11</sup>). The activity of phosphofructokinase (PFK) was assayed by the method of Ling et al<sup>12</sup>). The level of pyruvate kinase (PK) was measured according to the method of Gutmann and Bernt<sup>13</sup>) and that of lactate dehydrogenase (LDH) was determined by the method of Bergmeyer and Bernt<sup>14</sup>). Throughout the studies, one unit of each enzyme was defined as the amount of enzyme that catalyzes the formation of 1 μmole of product per minute.

Fig. 1 shows the amounts of lactate in different areas of the resting or contracting aorta in the bath medium. During the time of this experiment (3hr. and 10 min.), higher

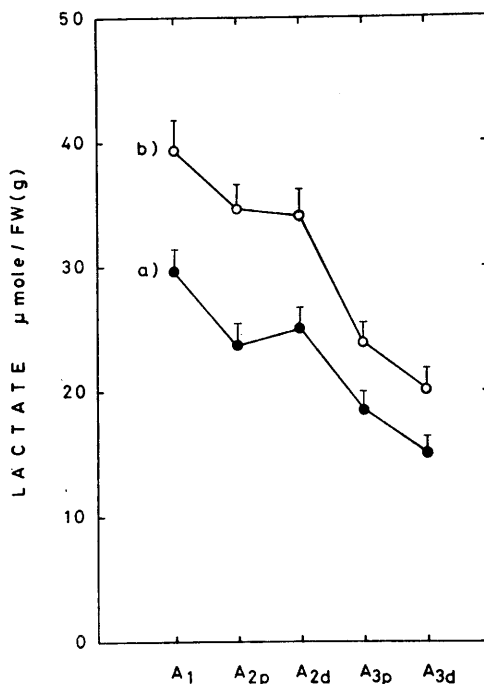


Fig. 1. The levels of lactate produced for 3 hr and 10 min. a : the levels in the resting aorta (the controls). b : the levels in the contracting aorta. FW : fresh weight frozen in dry ice-acetone. Average of 26~30 tests. Vertical bars  $\pm$  standard error.

levels of lactate were found in the aortic arch than in the thoracic and abdominal aorta. In the contracting aorta, the levels of this metabolite were augmented over those of the controls. On the different areas, the increasing percentages were 33% in the aortic arch, 36~46% in the thoracic aorta ( $A_{2p}$ ,  $A_{2d}$ ) and 28~34% in the abdominal aorta ( $A_{3p}$ ,  $A_{3d}$ ). All of the values were statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Fig. 2 summarizes the levels of glycolytic enzymes in the resting or contracting aorta. Each of the control activities declined from the aortic arch to the distal area of thoracic aorta. Within the limits of the experiments, however, only the level of lactate dehydrogenase in the distal area of abdominal aorta ( $A_{3d}$ ) significantly increased by about 10% in comparison with that in the proximal area ( $A_{3p}$ ) ( $p < 0.05$ ).

During the elevation of tone, the level of hexokinase in the proximal area of abdominal aorta was much the same as in the control, whereas the other levels in the different areas increased by 10~45%. Fig. 2 (c) shows these percentages. The levels of phosphofructokinase, pyruvate kinase and lactate dehydrogenase were significantly stimulated during lactate production in all areas of the contracting aorta ( $p < 0.05$ ).

At present stage, changes in the levels of glycolytic enzymes in contracting arteries are poorly understood. According to a report of Meisel and Fermum<sup>15)</sup>, the ratio of fructose diphosphate to fructose 6-phosphate (FDP/F6-P) increased during shortening of bovine carotid arteries. This is indirect evidence for the activation of phosphofructokinase. In connection with the observation, we found that the increasing percentages of this enzyme in contracting rabbit aorta were the most remarkable.

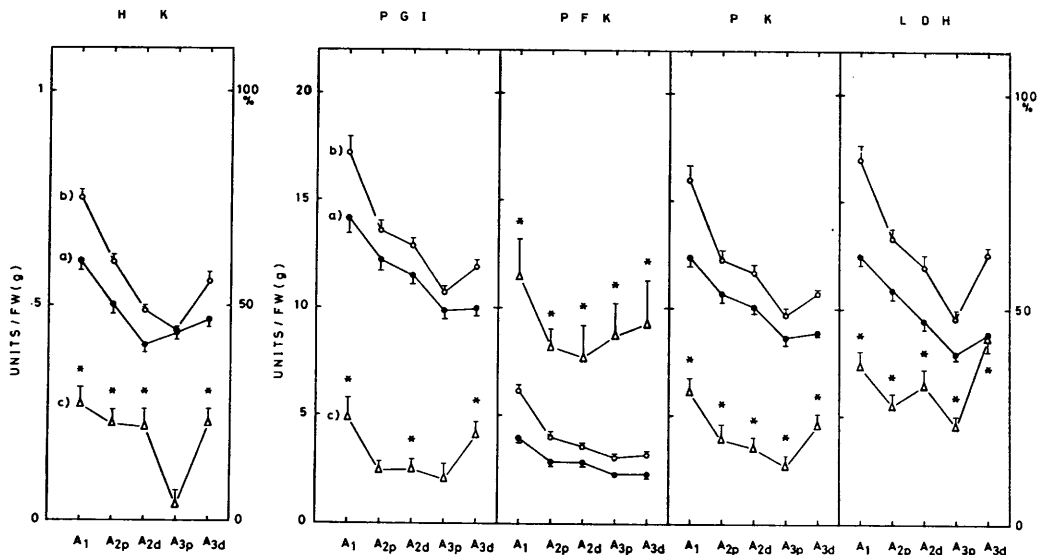


Fig. 2. The levels of the glycolytic enzymes. a: the levels in the resting aorta (the controls). b: the levels in the contracting aorta. c: the increasing percentages during the elevation of tone. \*: statistical significance ( $p < 0.05$ ). FW: fresh weight frozen in dry ice-acetone. Average of 24~34 tests. Vertical bars:  $\pm$  standard error.

Little is known about the mechanism involved in the activation of glycolytic enzymes. Phosphofructokinase (a possible rate-limiting enzyme) in different biological systems is stimulated by metabolic products such as cyclic AMP, 5'-AMP and inorganic phosphate<sup>16)</sup>. This observation, together with the finding that  $\text{Ca}^{++}$  in rabbit aorta could serve as a common effector of the muscle contraction and the activation of glycogenolytic enzyme<sup>17)</sup>, gave rise to the question whether the glycolytic activity stimulated by adrenalin may be mediated by metabolic products and by  $\text{Ca}^{++}$ .

Since glycogenolytic activity<sup>5)</sup> and glucose uptake<sup>18)</sup> are stimulated by adrenaline during contraction of mammalian aorta, we can not rule out the contribution of the glycogen phosphorylase activity and/or the membrane transport of glucose on the lactate production. However, in the present study, we found that the levels of hexokinase in the contracting aorta were less than those of phosphofructokinase. Therefore, it seems most likely that the lactate production observed after addition of this drug rather depend on the levels of glycogen phosphorylase and phosphofructokinase. Further studies are needed to evaluate which of these actions predominate.

#### References

- 1) Briggs, F. N., Chernick, S. & Chaikoff, I. L. (1949) *J. Biol. Chem.* **197**, 103-111
- 2) Morrison, E. S., Scott, R. F., Kroms, M. & Frick, J. (1972) *Atherosclerosis*. **16**, 175-184
- 3) Lundholm, L. & Mohme-Lundholm, E. (1962) *Acta physiol. scand.* **55**, 45-63
- 4) Lundholm, L. & Mohme-Lundholm, E. (1965) *Acta physiol. scand.* **64**, 275-282
- 5) Needleman, P. & Blehm, D. J. (1970) *Life Sci.* **9**, 1181-1189
- 6) Lundholm, L., Andersson, R. G. G., Arnqvist, H. J. & Mohme-Lundholm, E. (1977) *The Biochemistry of Smooth Muscle*. pp. 159-207 (Stephens, N. L., ed. University Park Press, Baltimore).
- 7) Karaki, H. & Urakawa, N. (1977) *Eur. J. Pharmacol.* **43**, 65-72
- 8) Gutmann, I. & Wahlefeld, A. W. (1974) *Method of Enzymatic Analysis*. Vol. 3, 2nd ed. pp. 1464-1468 (Bergmeyer, H. U., ed. Academic press, New York).
- 9) Kimberg, D. V., Yielding, K. L. (1962) *J. Biol. Chem.* **237**, 3233-3239
- 10) Joshi, M. D. & Jagannathan (1966) *Methods in Enzymology*. Vol. **9**, pp. 371-375 (Wood, W. A., ed. Academic Press, New York).
- 11) Bodansky, O. (1953) *J. Biol. Chem.* **202**, 829-840
- 12) Ling, K-H. Marcus, F. & Lardy, H. A. (1965) *J. Biol. Chem.* **240**, 1893-1899
- 13) Gutmann, I. & Bernt, E. (1974) *Methods of Enzymatic Analysis*. Vol. 2, 2nd ed. pp. 774-778 (Bergmeyer, H. U., ed. Academic press, New York).
- 14) Bergmeyer, H. U. & Bernt, E. (1974) *Methods of Enzymatic Analysis*. Vol. 2. 2nd ed. pp. 574-579 (Bergmeyer, H. U., ed. Academic Press, New York).
- 15) Meisel, P. & Fermum, R. (1973) *Acta biol. med. germ.* **31**, 597-604
- 16) Hofmann, E. (1976) *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology* pp. 1-68, (Adrian, R. H. et al., eds. Springer-Verlag, Berlin).
- 17) Namm, D. H. (1971) *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **178**, 299-310
- 18) Newmark, M. Z., Malfer, C. D. & Wiese, C. D. (1972) *Biochim. Biophys. Acta.* **261**, 9-20

**Key words** : glycolytic enzymes, lactate, adrenaline, rabbit aorta

## 第13回東北生理学談話会

日 時：昭和55年10月18日(土)，19日(日)

場 所：天童市「出羽路会館」

当番幹事：山形大学医学部 第一生理 望月政司，第二生理 西山明德

### 1. イヌ視床下部降圧部位の検討

布木和夫，飯島俊彦（東北大，医，第二薬理）

心血管系の中樞神経調節機構における視床下部の役割についてはネコ，ラットを用いた実験報告はあるが，イヌについてはその報告は限られている。今回われわれはイヌ視床下部において降圧および心拍数減少をきたす部位の検討を行った。

ビーグルおよび雑犬をペントバルビタール麻酔下に脳定位装置に固定した。血圧は大腿動脈に挿入したカニューレから，心拍数は血圧の脈波から記録した。視床下部電気刺激は同心双極電極により行ない刺激部位の決定は Lim の図譜を参考とした。電極位置は実験後脳を剔出しホルマリン固定後肉眼的に確認した。

電気刺激による降圧および心拍数減少は前視床下部にはほぼ限局していることが確認された。また心拍数減少への迷走神経の関与を検討する目的で迷走神経切断後に同一条件で前視床下部を刺激した結果心拍数の減少は小さくなった。

Eliasson らはイヌ前視床下部の電気刺激による後肢血流量変化を報告しているが血圧，心拍数の変化については詳細な記載はない。しかし今回の結果からイヌにおいてもネコ，ラットで報告されているように前視床下部の電気刺激により降圧および心拍数減少がみられることがわかった。また迷切後に心拍数減少が小さくなったので心拍数減少に迷走神経の関与があると考えられる。

### 2. アフリカマイマイ歩行活動リズムの自然光サイクルへの同調

小笠原卓，田崎京二（東北大，医，第二生理）

アフリカマイマイを一匹ずつ running wheel に入れ歩行活動量を調べると，恒温・恒湿・LD12:12の条件下で，D期に入って2時間以内に活動量のピークをもつLDサイクルに同調した歩行活動リズムを示す。今回の実験は，日出5時付近，日入17時付近の昼夜の長さのほぼ等しい自然光サイクルによる歩行活動リズムの同調を調べた。照度は，自然光サイクルの全過程を通じて30

ルクス以下で，日出，日入付近の1時間は，10ルクス以下であり，温度，湿度は実験全体を通じて一定に保つようにした。11時から23時までL期のLD12:12サイクルに同調させてから，11時に自然光サイクルに移すと，1日後から自然光サイクルに同調したリズムが現われた。L期の照度が約20ルクスのLD12:12サイクルに対する同調が確認された。3ヶ月前に両眼を除去した動物では，本実験に用いた自然光サイクルへの同調が見られなかった。以上の結果は，アフリカマイマイの歩行活動リズムの同調が自然の条件では，日出・日入付近の短時間の照度変化によって行なわれる可能性を示し，照度の低い時間帯での照度変化を容受する上で，眼が重要な役割を果していることを示唆している。

### 3. 摘出ヒナ網膜の灌流実験法

佐藤 匡，平 孝清，松本範雄，鈴木 隆（岩手医大，歯，口腔生理）

ネブタール 2 mg で麻酔された雛から眼球を摘出し，これの後極部より直径 6 mm の網膜・強膜標本を打ち抜いた。この標本をドーナツ型のアクリル円板上に移して強膜のみを切除し，この部分にチリ紙製の1枚の薄い円板（厚さ 10 $\mu$ ）と 250 $\mu$  間隔のナイロン網を張り付け，次いでこの非剥離網膜標本をシリコングリスで灌流箱内に接着した。

40個の眼球から採取した硝子体液と脈絡膜液のイオン組成分析結果に基づいて作成した溶液を用い，硝子体側と脈絡膜側を独立に灌流したが，網膜は短時間で膨化して剥離し，ERG は全く記録できなかった。そこで網膜両側灌流液の最適浸透圧や両液間のイオン濃度勾配などを検討し，仮の両側標準灌流液を定めた。これら両液の温度を 37 $^{\circ}$ C に保ち O<sub>2</sub> 97.5%，CO<sub>2</sub> 2.5% のガスを吹き込みながら鈴木均ら（1979）の方法により両液を循環・灌流させて実験を行った結果，灌流開始後1時間経過しても標本の膨化や剥離は見られず，発光ダイオードの I<sub>max</sub>/300 の光刺激で in vivo の

眼球とはほぼ同様な振幅や波形の a・b・c 波が記録できた。しかし、c 波の振幅が減少し易く、また S D 様の大きな電位変動が時々常存電位に重畳し ERG 各波の振幅を著しく変えるので、今後これらの点について検討を加える。

#### 4. 陸棲および水棲腹足類網膜機能の比較

中江俊夫, 鈴木 均, 田崎京二 (東北大, 医, 第二生理)

陸棲の有肺類で、形態的に 2 種の光受容細胞の存在が Kataoka (1975) らによって報告されている。われわれは、その中のコウラナメクジの網膜が、機能的二重性を示すことをあきらかにした。(Suzuki et al.; 1979) 本実験では、腹足類網膜における機能的二重性について、陸棲と水棲の動物を使って調べた。

陸棲の有肺類では、調べたもの全て、光強度-応答振幅関係 (I-A 関係) は 2 つの要素から成っていた。暗順応経過でも、脊椎動物にみられるコールラウシュの折れ曲がりに相当する現象がみられた。細胞内記録により、これらの網膜には、感度の異なる 2 種の光受容細胞が見い出された。

水棲の腹足類では、I-A 関係と暗順応曲線とから 2 種の光受容細胞を持つと思われるものと、1 種の光受容細胞からなると思われるものが見い出された。単一の I-A 関係は  $V/V_{max} = I^n / (I^n + K^n)$ ,  $n=0.88$  で記述でき、2 つの要素を持つ I-A 関係は、K の値が 3 log 単位ちがう 2 つの式の和で記述できた。

以上のことから、網膜の機能について、陸棲の有肺類では一般的に二元説が成立し、水棲の腹足類では二元説の成立するものと、一種類の光受容細胞しか持たないものが存在することがわかった。

#### 5. 盲斑部のみえ方について

斎藤 進, 山下良蔵, 村瀬研一, 片平清昭, 塚原 進 (福島医大, 第二生理)

ヒトの盲斑部を横切って長い直線を見せると、直線は不連続とならずにつながってみえる。このように、盲斑部をふくんだ視野の感覚には、興味ある問題が残されている。この実験では、盲斑部のひろがりを計測し、その周辺における視覚の静的、動的特性をしらべて検討した。実験項目が多

量のため、刺激の呈示や測定結果の処理には、マイクロコンピュータによる実験システムを構成して実験の高速化と自動化をはかった。

盲斑部のかたちを 0.2 度の精度で作図した。その後、盲斑部付近の視覚特性を 2 種の方法で調べた。1 つは空間的分解能であり、他は運動知覚の能力である。空間的分解能は、視角 0.2 度のドットを 2 つ、位置と間隔をランダムに呈示したときの弁別確率から求めた。刺激を呈示する位置により、空間的分解能には差が認められた。運動知覚の分解能は、点を移動させてその移動距離をパラメータとして測った。5 名の視力正常者についてえられた空間的分解能と運動知覚の結果から、実験パラメータ間の相関マトリックスを計算し、それをベースに主成分分析を行った。結論として、盲斑部の近傍とその鼻側網膜と耳側網膜の 3 部位におけるみえ方が質的に異なっていることが示された。

#### 6. 螢光眼底撮影剤 (Na-Fluorescein) と網膜電図

玉井 信, 水野勝義, 鈴木 均\*, 田崎京二\* (東北大, 医, 眼科・生理\*)

Na-Fluorescein (F) 静脈内注入前後でその励起光 (491nm) により誘発される網膜電図 (ERG) を比較すると血液-網膜柵の破壊がみられる疾患では増強される。その効果の機序を知る目的でカエル剥離網膜を用い、ERG P III, b 波を指標とし F の影響を検討した。

カエル剥離網膜を 100% O<sub>2</sub> で飽和したカエル Ringer 液で視細胞側、硝子体側を独立に灌流した。前者側に F を 10<sup>-5</sup>g/l ~ 10<sup>0</sup>g/l になるように注入した。P III は 10mM の Na-Aspartate を用いて分離した。刺激光には F の吸収極大に近い 497 nm と、全くそれと無関係の 562nm を用いた。

ERG P III に対する 10<sup>0</sup>g/l の F の効果は 562nm 刺激では一過性の強い増強作用のあと 8 分で一定となった。強さ一反応曲線で見ると 0.3log unit 閾値が低下していた。491nm 刺激では 1 log unit 上昇となったがこれは F による透過率の減少で説明できた。

b 波に対する効果は F の濃度により異なった。491nm の刺激光で見ると 10<sup>-3</sup>g/l では control 値にくらべ 0.2 log unit, 10<sup>-1</sup>g/l では 0.5 log unit

閾値が低下していた。しかし $10^0\text{g/l}$ へとFの濃度を上昇させると $3\log\text{ unit}$  閾値が上昇していた。これは透過率減少に伴う刺激光強度の低下よりも $2\log\text{ unit}$  大きく、神経上皮に対するFの効果の存在が示唆された。

### 7. ネコ旁二丘体の電顕的構造

小川哲朗, 石沢章光 (秋田大, 医, 第一生理)

旁二丘体 (parabigeminal nucleus) には主に同側の上丘浅層から求心性線維投射がある。われわれは一昨年、本談話会でこの投射が単シナプス性に行なわれていることを電気生理学的に証明した。今回は、ネコ旁二丘体のシナプス機構について電顕的研究を行なったので報告する。

シナプスをシナプス前神経終末にみられるシナプス小胞の形状から球状タイプ (Sタイプ) と扁平タイプ (Fタイプ) に区別すると、Sタイプのシナプスは観察した全シナプスの約77%を占め、Fタイプは23%であった。またシナプスが形成されるニューロン上の部位は、末梢樹状突起、一次樹状突起、細胞体、棘突起 (スパイン)、神経終末部などいろいろであったが、末梢樹状突起にシナプス結合するものが大部分で、82%を占めた。そのうちで、SタイプとFタイプの比率は5:1で、Sタイプが大勢を占めた。

上丘破壊後5日目に脳を固定した標本では、同側の旁二丘体内に濃縮変性像を示す神経終末が観察された。この終末はシナプスを構成するシナプス前、後膜の肥厚状態から非対称性Sタイプシナプスに属するものであると考えられた。対称性シナプスを構成するFタイプでは変性像を示すものが観察されなかった。以上から、上丘より旁二丘体へ単シナプス性投射があることが結論された。

### 8. ネコ視覚野の誘発電位—脳薄切切片法による—

加藤宏司, 伊藤正省, 小川哲朗 (秋田大, 医, 第一生理)

ネコ麻酔したネコの皮質視覚野の薄切切片をつくり、白質を電気刺激して灰白質の誘発電位を記録し、その性質を検討した。

誘発電位の波形は、皮質深部で短潜時の陰性波とこれに続く著明な陽性波およびゆっくりした陰性波で構成されていた。陽性波のピーク潜時は

$5.4 \pm 1.6\text{msec}$  ( $N=40$ ) で振幅は多くは $200 \sim 800\ \mu\text{V}$ 、その範囲は $50\ \mu\text{V} \sim 2.5\text{mV}$ であった。

低 $\text{Ca}^{++}$  ( $0.1\text{mM}$ ) かつ高 $\text{Mg}^{++}$  ( $5.0\text{mM}$ ) のメジウム中では短潜時陰性波は消失しなかったが、後続の陽—陰性波は消失した。低 $\text{Cl}^-$  メジウム中では陽性波のピーク以降の変化が著しく、 $100\text{msec}$  にわたる高振幅陽性波となりその上にスパイク放電が重畳した。

灰白質内で記録部位を変えると、皮質第II層の中程で誘発電位の位相反転がみられた。

メジウム中への酸素供給を停止すると、誘発電位の振幅は漸減し、潜時も遅くなった。振幅は15分後でコントロールの50%、40分後に12%になった。40分後より再び酸素を供給したところもとの66%に回復した。

メジウムの温度を下げていくと、 $23 \sim 20^\circ\text{C}$  で誘発電位は急激に小さくなり、また潜時も遅くなり、 $19 \sim 15^\circ\text{C}$  で消失した。再び加温すると振幅は次第に増大していき、潜時も短くなった。振幅は加温中に著しく増大し、 $33^\circ\text{C}$  ではコントロールの160%になった。

### 9. ネコ17野の両眼干渉細胞の応答に対する GABA と Bicuculline の影響

二唐東朔, 根本龍司\* (岩手医大, 第一生理・眼科\*)

ネコ17野の細胞から光刺激に対する単一放電を細胞外的に記録すると、これらの細胞は両眼から興奮性の入力を受ける細胞 (E E細胞) と片眼から興奮性の入力を受け、他眼から抑制性入力を受ける細胞 (E I細胞) の二種の両眼干渉細胞と1眼の刺激にのみ応答する単眼視細胞 (E細胞) にわけられる。GABA とその拮抗剤である Bicuculline を電気泳動的にこれらの細胞に与えた時のスリット光運動刺激に対する応答を検索した。三連のガラス微細電極に、 $0.5\text{M GABA}$ 、 $5\text{mM Bicuculline}$  と $3\text{M KCl}$  をそれぞれ注入した。単一放電の記録には $3\text{M KCl}$  を充填した電極を用いた。E E細胞にGABAを $20\text{nA}$  で5秒間与えると、運動スリット刺激に対するその細胞の放電頻度は減弱し、さらに6分与えると放電は消失した。Bicuculline を $80\text{nA}$  で5秒間投与すると応答の放電数は増加し、さらに6分与えると背景放電数も増加した。最大応答を誘発させるスリット光の刺激変数

(方位, 運動方向, 速度)にはほとんど影響を与えなかった。E細胞については Bicuculline 投与中に他眼(劣位眼)に与えたスリット光に対して, 何ら応答を示さないものが大多数であったが劣位眼に優位眼の応答と同様な応答が出現するものもあった。GABA と Bicuculline はE I細胞の抑制入力には影響を与えなかった。

#### 10. 純流体素子を使った匂い刺激装置の試作

飯島正治, 天貝裕地 (東北歯大, 生理)

現在まで様々な匂刺激装置が嗅覚の研究に使用されてきたが, 純流体素子を使用したものはその報告を見ない。そこで刺激時の圧変動および振動の除去, 匂刺激波形の改善を目的として, 純流体素子を使用した匂刺激装置を試作した。今回われわれは米国コーニング社製側壁付着形論理素子を使用した。これには OR/NOR・AND/NAND・FF・単安定マルチなどの基本的論理素子がユニットの形で供給されており, 多少の注意をはらうことであたかも, デジタル電子回路の設計のごとく回路を作ることができる。そこで FF・単安定マルチを各4個, AND/NAND を1個, OR/NOR, バイナリカウンターを各2個, バックプレッシャースイッチさらにリセットスイッチなどにより, 2チャンネルの刺激回路を設計・試作した。その結果, 電磁パルプを使用した装置での刺激に伴う圧変化・大きさ  $3.8\text{cm H}_2\text{O}$ ・持続  $250\text{msec}$ は, 試作刺激装置ではそれぞれ  $1.4\text{cm H}_2\text{O}$ ・ $14\text{msec}$ に減少した。また本来純流体素子は可動部分を持たないので, 刺激時の振動は全くなくなった。刺激波形(圧変動)は, 立上りが最大  $8\text{msec}$  (80%フルスケールまで)で, 立上り立下りともに大幅な改善が見られた。また最小パルス幅は  $22\text{msec}$ であった。このような無振動かつ圧変動の少ない装置は微小電極を使用する研究には不可欠で, 今後さらに改良を重ね装置の小型化と操作性の向上を計りたい。

#### 11. 頸動脈洞神経から記録される温度感受性放電について

吉崎克明, 佐藤 実, 古谷野速雄 (秋田大, 医, 第二生理)

頸動脈洞神経には求心性神経線維として, 圧受容線維と化学受容線維とがある。しかし, ウサギ

の摘出頸動脈小体標本の洞神経からは, 充分なる酸素供給下で, しかも特別に機械的刺激を与えない状態で, 常に自発放電が観察される。そこでこの放電発生について検討した。

洞神経幹から導出される自発放電は, 規則的な緊張性の放電であって, 外液の温度が  $27.5^\circ\text{C}$  なるとき, その頻度は毎秒約 320 であった。この放電頻度は外液の温度によって大きく変わり, 液温を  $38^\circ\text{C}$  に上げると, 毎秒約 30 前後に減少した。一般的に洞神経の化学受容線維の放電頻度の  $Q_{10}$  は約 3 であり, また圧受容線維の  $Q_{10}$  は約 1 である。これらの値と比較して, 洞神経からの自発放電の頻度の  $Q_{10}$  は  $-10$  であり, 非常に特異的であるといえることができる。そこで単一線維についてこの自発放電を調べた。放電は規則的で緊張性であり, その発生には臨界温度があり悉無津的であった。その臨界温度は各線維によって異なり,  $25^\circ\text{C}$  から  $37^\circ\text{C}$  の範囲であった。また, ある線維は頸動脈小体近傍に与えられた機械的刺激にも応答し, この温度感受性の自発放電は一部の圧受容系線維からの放電と考えられた。

#### 12. 脳腫瘍者の頭皮上から導出された定常電位管 世智子 (弘前大, 医, 第一生理)

前回, 健康成人を対象として, 常時存在すると思われる大脳定常電位の時間経過を記録し, その生理的性質と具体的数値について報告した。今回は, 脳腫瘍患者 5 名および動脈瘤患者 1 名を対象として, 頭皮上から導出された直流電位を約 30 分間連続測定し, その時間的経過について検討した。安静背臥位に臥床させた被検者の鼻根部に不関電極, 腫瘍または動脈瘤が存在すると思われる部位の頭皮上に探索電極を接着してその時間経過を記録し比較検討した。さらに, 患部と対称となる反対側の正常な部位の頭皮上にも探索電極を接着してその時間経過を記録し比較検討をした。直流電位の導出には calomel 不分極電極を使用し, チョッパー型高感度直流増幅器で増幅し, レクタホリにより記録した。まず, calomel 不分極電極の分極電圧を測定後, 約 30 分間にわたり腫瘍または動脈瘤の存在する部位の頭皮上における直流電位を測定すると, 陽性または陰性の数 mV の値を示した。この場合, 腫瘍による皮質の圧迫あるいは皮質の障害には関係がなかった。この数値は同

一患者における腫瘍または動脈瘤の存在しない反対側の正常部でもほぼ同じ値であった。なお、これらの測定値は、前回報告した健康成人の頭皮上における数値の範囲内であった。以上の結果に、脳腫瘍に由来する頭皮上から導出される直流電位について、2、3の考察を加える。

### 13. 輪筋管平滑筋のCaイオンコンダクタンスのノルアドレナリンによる調節について

三又知文，猪又八郎（東北大，医，応用生理）  
 モルモット輪筋管平滑筋組織を用いて，この筋細胞膜に対するノルアドレナリン(NA)の $\alpha$ 興奮作用のイオン機構について，二重蔗糖隔絶法電圧クランプにより分析を試みた。この組織より縦走筋層を剥離し，幅300 $\mu$ ，長さ8mmの筋標本を作成し用いた。両側の蔗糖液によりとり囲まれた中央の‘node’幅は膜容量は平均0.6 $\mu$ Fであり，用いたNAの濃度は $5 \times 10^{-6}$ g/mlであった。電流クランプ下では，正常 Krebs 液 ( $[Co^{++}]_0 = 2.5$ mM) で，NAの投与により膜電位は一過性の頻数スパイク放電の発生とこれに続く膜抵抗の減少を伴った‘tonic’脱分極がみとめられた。この過程で外向き電流を与えると再分極相の延長したスパイクが発生する。以上の現象を電圧クランプ下でみると，外向きの速いK電流はNAにより増大する傾向を示したが，遅いK電流には優位な変化がみとめられなかった。これに対してCa電流はNAにより最大 $I_{Ca}$ が約25%，最大コードコンダクタンス， $\bar{g}_{Ca}$ が約15%それぞれ増加した。しかしこのイオンの逆転電位( $E_{Ca}$ )は一定の値を示した。さらにCa‘tail’電流はNAにより増大するがDecay Phaseの $\tau$ は殆んど変らなかった。以上の事実からNAの $\alpha$ 作用にはCaコンダクタンスの上昇など主要な役割を果しているとは推定できる。

### 14. モルモット結腸紐におけるrebound contraction について

福土靖江，鈴木泰三（東北大，医，応用生理）  
 モルモット結腸紐の壁内神経を刺激すると筋は弛緩し，その後収縮が見られる。この弛緩後の収縮(rebound contraction)はアトロピン耐性であることは古くから知られてきたが，その機構はまだ不明である。われわれはこの収縮について次の実験を行った。(1) TTXは弛緩および収縮反

応の両方を完全に消失させるが，TTX感受性は収縮反応の方が大きかった。(2) 低頻度刺激を行うと，弛緩反応は1Hzですでに最大弛緩に近い反応を示し，10Hzで最大になり，頻度上昇にしたがい減少したが，収縮反応は10Hzから起り，頻度上昇にしたがい増大した。(3) D-tubocurarine (d-TC)は，このアトロピン耐性の収縮を可逆的に抑制することが見出された。しかも，弛緩反応には，何ら影響がみられなかった。外から投与したアセチルコリンの反応にはdTCは何ら影響を与えなかったので，筋膜にはニコチン受容体は存在しないことは明らかである。(4) Hexamethoniumは収縮に影響しなかった。以上の事実により，rebound contractionは非コリン作働性興奮神経刺激により起り，その神経末端はd-TC感受性であると推定される。

### 15. 迷走神経節状神経節への放射活性アミノ酸の注入について

佐藤 実，吉崎克明，古谷野速雄（秋田大，医，第二生理）

放射活性アミノ酸を迷走神経節状神経節へ注入すると放射活性物質が軸索流で末梢側へ運搬される。いま，胃での迷走神経求心性神経の走行および終末の分布様態について組織の比放射活性(cpm/組織湿重量)測定やオートラジオグラフィで検索している。しかし，走行および終末の分布を詳細に調べる際，神経節内ニューロンの蛋白合成活性が均等であることが前提となる。それで神経節内ニューロンの放射活性アミノ酸の取り込みをオートラジオグラフィで検討した。

ウサギをウレタン麻醉し，左側迷走神経を節状神経節の中核側で切断，100~1,000 $\mu$ Ci/2 $\mu$ lの $[^3H]$ -ロイシンをマイクロシリンジで神経節の実質内へ刺して注入する。約10日生存後，神経節を摘出し，ホルマリン固定，パラフィン包埋，サクラ乳剤による光顕レベルでのオートラジオグラフィを行なった。

神経節の横切りや縦切り標本の所見から，銀粒子は，ニューロンおよびそれから出ている神経繊維に多く見られるが，マイクロシリンジで損傷を受けた近辺のニューロンでは少ない。すなわち，マイクロシリンジを神経節の実質まで刺し込んで注入すると，神経節内ニューロンの蛋白合成活性

が均一でない結果になるとわかった。今後、実質に損傷を与えず、効率よく微量注入できるようにさらに工夫する必要がある。

#### 16. イモリ腎近位尿細管の膜電気特性; *paracellular shunt pathway* について

丸山武夫 (東北大, 医, 応用生理)

微小ガラス電極法, 微小ガラス穿刺法の併用によってイモリ腎近位尿細管細胞の膜電気特性の測定をおこなった。イモリ腎近位尿細管細胞の *peritubular membrane*, *transepithelial membrane* の *input resistance* はそれぞれ  $4.1 \pm 0.1 \times 10^6 \Omega$ ,  $12.7 \pm 0.2 \times 10^4 \Omega$  であった。イモリ腎近位尿細管は細胞内の電気特性から電氣的ケーブル網の理論が適応された。腎近位尿細管の管腔内に Ringer 液, *mineral oil* を注入したときの *peritubular membrane* の *space constance* は  $446 \mu\text{m}$ ,  $476 \mu\text{m}$  *effective resistance* は  $1.2 \times 10^6 \Omega$ ,  $2.7 \times 10^6 \Omega$ , *specific resistance* は  $550.9 \Omega\text{cm}^2$ ,  $1127.9 \Omega\text{cm}^2$  であった。*mineral oil* 注入時の *electrical resistance* は Ringer 液注入時に比較してほぼ2倍の値を示した。同様にイモリ腎近位尿細管は管腔内外の電気特性から電氣的ケーブル網の理論が適応された。腎近位尿細管細胞の *space constance*, *specific resistance* は  $694.4 \mu\text{m}$ ,  $83.2 \Omega\text{cm}^2$  であった。以上の結果から, イモリ腎近位尿細管細胞は電氣的に細胞内連結が存在し, 管腔内側面の電氣的变化は *paracellular shunt pathway* を通じて同時に管腔外側面に干渉していることが明らかとなった。腎近位尿細管細胞の管腔内外に流れる全電流のうち *paracellular shunt pathway* には 96.4% の電流が流れた。

#### 17. 筋原性細胞株 (MC3T3-A1) の性質

天貝裕地, 小玉博明, 飯島正治, 葛西四朗 (東北歯大, 生理)

筋原性細胞株; MC3T3-A1 は, マウス頭蓋冠から樹立された8細胞株のうちの一つである。この株から *cloning* を2回繰り返してえた *clone M13* は, 10% 新生コウソウ血清添加  $\alpha$ -MEM での培養で約20時間の倍化時間で増殖し, *confluent* に達して24時間以内に細胞融合を起こし, 多核の筋管を形成する。このうちいくつかは最高毎分150回の自発収縮を示すものも生じる。また, 筋管形成時

より *glycogen phosphorylase* 活性陽性のものが現われ始め, その48時間後にはほとんどの筋管が酵素活性陽性になる。膜の電氣生理学的性質は, 増殖期の単核の細胞では静止膜電位が  $-15 \sim -20 \text{ mV}$  と比較的浅く, 実効膜抵抗は  $30 \sim 50 \text{ M}\Omega$  と高い値を示すが, 筋管ではそれぞれ  $-30 \sim -70 \text{ mV}$   $2 \sim 10 \text{ M}\Omega$  という値となった。筋管になったものでは遅延整流現象が見られたが, 膜電位が浅いものでは遅く弱く, 深いものでは早く強く現われた。また,  $-60 \text{ mV}$  より深いものでは外向き通電, 内向き通電の開放いづれに依っても活動電位とそれに引き続く収縮が観察された。この結果から, この細胞の興奮性は増殖期の単核のものから活動電位を生じる筋管に至るまで, 連続的に段階を追って発現していくことが考えられる。

#### 18. *In vitro* 唾液腺の分泌および収縮組織におよぼす *tyramine* の作用

加藤和雄, 斎藤伸二郎, 金子健也, 西山明德 (山形大, 医, 第二生理)

ラット顎下腺がアドレナリン作動性神経の支配を受けていることは, 形態学的研究からも明らかである。しかし, *in vitro* 顎下腺でこれを機能の面から証明することは困難であった。今回私達は, 内因性カテコールアミンの放出作用を有する *tyramine* (Tyr) の, 摘出顎下腺組織の  $\text{K}^+$  輸送 (分泌細胞由来) および張力 (筋上皮細胞由来) に対する作用から, この組織のアドレナリン作動性神経終末の存在を検討した。

Tyr ( $6 \times 10^{-7} \sim 6 \times 10^{-4} \text{ M}$ ) は, 主に  $\beta$ -受容体を介する腺組織への一過性の  $\text{K}^+$  取りこみを促した。しかし, *propranolol* 存在下ではわずかではあるが,  $\alpha$ -受容体を介する  $\text{K}^+$  放出を明らかに促すことを確認した。これらの作用は,  $3 \times 10^{-7} \text{ M}$  の NA の作用に相当する。内因性カテコールアミンを枯渇せしめる作用【有する 6-hydroxydopamine (6-OHDA) を実験前日に腹腔内投与した腺組織では, NA に対する反応が正常とほぼ変らなかったが, Tyr の  $\text{K}^+$  輸送に対する作用は完全に消失した。また, Tyr は 6-OHDA の前処理によって消失する腺組織の張力発生を促した。以上の実験結果は, 内因性カテコールアミン, おそらくはアドレナリン作動性終末が顎下腺組織に存在することを示唆するものと思われる。

### 19. 動, 静脈血 $\text{CO}_2$ 濃度差と肺胞気, 静脈血 $\text{CO}_2$ 分圧差との関係

新関久一, 田村和一, 内田勝雄, 田沢 皓, 望月政司 (山形大, 医, 第一生理)

肺毛細管内で赤血球が酸素化される時, Haldane 効果により赤血球内  $\text{Pco}_2$  は上昇し,  $\text{Cl}^-$  との交換で  $\text{HCO}_3^-$  の内向きの移動をもたらすが, 肺胞気  $\text{Pco}_2$  ( $\text{PAco}_2$ ) が静脈血  $\text{Pco}_2$  ( $\text{Pvco}_2$ ) よりも高い場合には, Haldane 効果によって  $\text{CO}_2$  の内向きの拡散, したがって  $\text{HCO}_3^-$  の血球外への移動が抑制されるため, 血漿中の  $\text{HCO}_3^-$  の増量は分離血漿程度に留る結果となる。したがって  $\text{Cl}^-$  shift の reversal が生じない限り,  $\text{PAco}_2$  は動脈血  $\text{Pco}_2$  ( $\text{PAco}_2$ ) より寸分高くなると考えられた。

イヌを用いて hypercapnia で normoxia と hyperoxia とで肺胞気と動, 静脈血  $\text{Pco}_2$  を測定した。その結果  $\text{Pvco}_2$  よりも低い  $\text{PAco}_2$  では, それは  $\text{PAco}_2$  とよく一致したが,  $\text{Pvco}_2$  より高くなると  $\text{PAco}_2$  は  $\text{PAco}_2$  より低くなる傾向が見られた。殊にその傾向は hyperoxia よりも normoxia に著明に見られ, hyperoxia では酸素化速度が速くなるため, 赤血球内外での  $\text{HCO}_3^-$  の平衡が接触時間内で起こりやすくなることが示唆された。同様な関係が間接法で  $\text{Pvco}_2$  を求める場合にも見られると考え, 正常被験者 8 名で Collier 法で  $\text{Peq}$  の測定を試みた。その結果, わずかではあるが統計的には有意な 1 torr 程度の差が認められた。

## 〔第28回国際生理科学会議から—その2〕

## 循 環 生 理 学 の 周 辺

広島大, 医, 生理 入内島 十 郎

循環生理学に関する発表の中から特に興味あると思われるもののいくつかを以下で紹介する。なお心筋および血管平滑筋の一般生理学に関するものは対象外とした。

赤血球の径は毛細管の内径よりも大きく、赤血球が毛細管を通過すると押しつぶされたような形となることはよく知られている。Born (London) によればこれにより赤血球と毛細管壁の間の接触面積が大きくなり、ガス交換が促進される。また小リンパ球がリンパ組織の後毛細管静脈から外に出るときには内皮細胞とリンパ球の間に「認識」が行なわれているようであるが、その本体はわかっていない。

骨格筋の活動時に筋血流が増加する機序についてはまだよくわかっていないのであるが、Honigら (Rochester) は種々の組織化学的方法によってこの問題に取り組んでいる。骨格筋線維の収縮に伴う機械的影響が細動脈の平滑筋を弛緩させる可能性を、慢性的に除神経した後にも残る、細動脈のアドレナリン作動性および非アドレナリン作動性神経細胞との関連において指摘していることは注目される。

Korner (Melbourne) によれば中枢のノルアドレナリン作動性の経路は橋以上の場所では昇圧性であり、延髄—脊髄では降圧性である。またセロトニン作動性の経路を破壊するとクロニジンの降圧効果が消失し、ノルアドレナリン作動性の経路の破壊ではクロニジンの徐脈効果が消失する。これらは6-OHDA および5, 6-DHT を脳槽内に注射して得られた無麻酔のウサギについての観察である。

潜水反射に関連して、Angell-James (London) は迷走神経心臓抑制ニューロンが吸気ニューロンおよび肺の伸展受容器からの抑制から開放され、化学受容器や上気道の受容器からの入力により興奮しやすくなることを指摘した。

Baez (New York) は従来考えられていたよりも末梢の微小血管まで神経支配がおよんでいるこ

とを報告した。

胸腔内の低圧受容器の刺激が低下すると圧受容器反射の感度が上昇する。下半身の加圧、減圧および頸部の吸引により、人体で低圧受容器と高圧受容器の相互作用を研究しうる (Bevegard ら, Stockholm)。中等度の高血圧患者では心拍出量、心拍数が増加し、総末梢抵抗は上昇傾向にあるが前腕の血管抵抗は下降傾向にあり、低圧受容器反射と高圧受容器反射の相互作用が乱れている。静脈の伸展性が下り、静脈圧 (前負荷) の変化による心拍出量や前腕血流の変動幅が大きくなっている。

Thorén (Göteborg) は無髄の圧受容求心線維について総括した。これらの線維に求心インパルスを送る圧受容器は閾値が高く、ふつうの血圧では興奮しない。これらが高い圧によって興奮するとき、インパルスの頻度は少く、間隔も不揃いである。しかしこの種の圧受容器は高血圧のときリセットされにくいので、その際の循環調節に重要な役割を果たすであろうと考えられる。

Vanhoutte (Antwerp) によれば皮膚の静脈は低温にさらされると交感神経収縮線維および流血中のカテコールアミンに対する感受性が上昇する。これは体熱の保存のために重要な機能と思われる。

無麻酔動物を用いる実験が次第に精巧となり、急性実験と同様な複雑な操作が行なわれるようになった。たとえば Rochester の Donald らは無麻酔イヌにおいて圧受容器反射の実験を行ない、また Gellai ら (Hanover, U. S. A.) はラットの腎の血流の自己調節が麻酔下では110 mmHg以上の血圧範囲でないと見られないのに、無麻酔では80 mmHg まで見られることを報告した。

Cardiovascular CommissionはLinden, Korner, Mellander および入内島が出席して開かれ、これまでと同様総会と総会の間に、Commissionの主宰するシンポジウムを開くこと、特に日本における開催の可能性を検討すること等が話合われた。

## 生 理 実 習 の テ レ ビ 供 覧

千葉大, 医, 生理 本 間 三 郎

前回のパリの学会に引続き、ブダペストでも生理学教育展示が催された。日本生理学会編の生理学実習書の英文化による紹介と教育実習のためのビデオテープを供覧することになった。以下の5編のテープをそのため作製した。

1. Mechanical Activity of the Heart-Everted Sinus-Atrium Preparation, H. Hayashi et al (Saitama Med. Sch.)

2. Experiments on Isolated Ventricular and Sinoatrial Preparations of Frog, Part I. Ventricular Preparation, I. Hatakeyama (Kitasato Univ. Sch. Med.)

3. Respiration and Circulation Control System (Rabbit), T. Sakai et al (The Jikei Univ. Sch. Med.)

4. Tendon Reflex, S. Homma (Chiba Univ. Sch. Med.)

5. Cortical Evoked Potential in Cat, Y. Oomura (Kyushu Univ. Fac. Med.)

各テープについて、その Aim, Procedure, Questions など内容の紹介文もつくった。その紹介文は勝木先生により理事会に提出していただいた。わが国が実習書を刊行したり、ビデオテープを作製していることなどについて、Hutter 教授や Broockharat 教授らは多大の関心を寄せられていた。今回提出した私共の資料に対して、理事会で次のような批判が述べられた。生理学実習内容が高級過ぎること、発展途上国はビデオ装置すら入れることができない現状にあることであった。生理学実習書は改訂を機会に実際に即した内容に改善していくことは教育委員会では強い申合せをしている。むしろ高級な内容をいかに実習に採用していくかの工夫がなされるべきで、その一つの現われがビデオテープの作製である。発展途上国に対してはビデオによる教育法の改善と共に生理学実習機器の堅牢化、動作の安定化、価格の低廉化などを目指し、それらの援助を含めてわが国が国際協力をなすということではなかろうか。わが国でも見かけないような高級な設備装置を援助していると聞くし、また逆に余りに低級な内容

の協力であってはならないと思う。そもそも生理学教育内容そのものに高級も低級もない。明らかにされてきた進歩した知見を実習により体得させていくことであろうと思われる。

ブダペストでは教育展示の他にシンポジウム教育研究集会がもたれた。教育委員長である大村教授が Physiology Laboratory Manual for Medical Students を口演された。その Manual のなかからいくつか作製したビデオテープのうち同教授の作られた Cortical Evoked Potential in Cat が供覧された。私自身もそのビデオの見事に驚嘆しているところであるが、講演後大村教授に惜しめない賛辞が与えられていたのも印象的であった。100部ほど用意した Manual もアッという間になくなってしまった。シンポジウムでは各国の生理学教育の現状が報告された。教科書が完備されてきたことから講義の不用論が提出されたり、新しいカリキュラムのなかでの生理学教育などが熱っぽく論議された。この教育研究集会を通じ、わが国における生理学実習の取り組み方、ビデオテープによる生理学教育実習の指南など十分に紹介できたと思う。

一方教育展示の方では大きな手違いがあった。世話係である Forgacs 教授より連絡があり、ビデオ装置をハンガリーに持ち込むことは関税上困難な手続きを要するので当方で準備するという。有難い申越しと書いていたらさにあらず面倒臭いことは一切やりたくないというのが本音、シンポジウムの時だけビデオ装置を借用してくれただけ。教育展示では折角持参した上記のテープを供覧できずじまいであった。パリでの催しと違い教育展示は貧困そのもの、Forgacs 教授の熱意のなさにもよるが、これが Hutter 教授の逆鱗にふれ、その後の Forgacs 教授の傷心ぶりは哀れであった。

今回は私共が作った28本のビデオテープのなかから5本を英文化し持参した。このビデオテープの一つの特色は、実習書と同様に設問を設けたことで、学生はこれに答えることによってビデオテープが進行していくようになっている。

## 呼吸生理学に関する印象

千葉大, 医, 第二生理 本 田 良 行

呼吸に関連した演題の内訳を表に示した。総計306題にもつぼり、全講演の1割近くを占めておりこの分野での研究の盛況を偲ばせる。わが国からの演題は25もあり、これは空前の数の多いことであった。呼吸に関する招請口演は5題、シンポジウムは12で、もちろん口演、ポスターのほんの一部にだけ直接に接する機会を得たに止った。筆者の最も興味をもっている呼吸調節については、最多数の演題があり、この中よりいくつかの話題をひろって、責めをふさぐこととしたい。

呼吸に関する演題の内訳  
(第28回国際生理科学会議, 1980)

Regulation of respiration	79(9)
Gravitational Physiology	59(2)
Mechanics of breathing	27(3)
Blood gas	26(1)
Pulmonary gas exchange	23(5)
Diving	15
Hypoxia, altitude and pulmonary circulation	13(2)
Lung metabolism	11(1)
Respiratory muscle	10(1)
Defence reflex from the respiratory tract	10
Breathing control during exercise	8
Method	7(1)
Underwater physiology	4
Comparative physiology of respiration	4
Total	306(25)

括弧内は日本からの出題数

1) 頸動脈小体 (C.B.) の化学受容機構について: Acker と Lübbers は針電極を用いて局所の  $P_{O_2}$  と血流の測定を行った。C.B. の全血流量は血圧により左右されるのに、局所の血流は  $P_{O_2}$  により左右され化学感受性との関連が示唆された。Purves もヒツジの胎児で C.B. が不活性のとき動脈血と局所の  $P_{O_2}$  は同じなのに、出生後は局所の  $P_{O_2}$  のみが低下することを見出した。一方、 $CO_2$  による刺激の場合は、全血流は増えるのに局

所血流は変わらない。このように C.B. の  $P_{O_2}$  と  $P_{CO_2}$  に対する感受性機構が別のものではないかという報告が、電子伝達系阻害剤であるアンチマイシンやオリゴマイシンを使って Lahiri と Mulligan によって報告された。これらの薬剤は Hypoxia や Cyanide による C.B. の興奮は完全に抑制するが、 $CO_2$  に対する刺激効果は残っている。Eyzaguirre は、C.B. の細胞内穿刺に成功し、10~60mV の膜電位をえた。Ach により脱分極する細胞も認め、彼の持説に一步を進めた。O'Regan らは、交感神経による C.B. の刺激に際し、 $Ca^{++}$  の増加と  $K^+$  の減少を認めた。Semple は、動脈血  $P_{CO_2}$  の oscillation に由来する C.B. の換気におよぼす効果を17%と報告した。

2) 運動時の換気亢進の機序に関する研究: 換気の増加が神経性要因だけで説明できるのか、液性要因も必要なのか、論争に明らかな決着は今度もつけられなかった。「Breathing control during exercise」のシンポジウムの第1席で、Kao は「液性要因が関係するという明白な証明は何もない」と述べた。ところが第2席の Levine は、脊髄を完全に切断したイヌで、後肢の運動による明白な呼吸亢進が認められると報告した。彼は、イヌの頭部を他のイヌで灌流し、末梢化学受容器の除神経を行っても、この呼吸亢進は認められたと述べ、extracranial receptor の存在を仮定した。一方、Tibes は、イヌの後肢の刺激を行い、求心神経の cold block を行うと可逆的に後肢の運動に由来する呼吸促進をブロックできるとした。彼は、関係する神経線維は group III, IV に属すること、 $H^+$ ,  $K^+$ , 浸透圧増加などが刺激となり、一部 polymodal 性のももあると述べた。Purves は、肺循環中に血液の  $P_{CO_2}$ , pH は完全な平衡に達しないとし、末梢化学受容器は、中枢より高い  $P_{CO_2}$ ,  $H^+$  にさらされている可能性があるとして述べた。したがって、運動時に採血して測った血液の pH,  $P_{CO_2}$  は、実際の呼吸刺激としての値よりも低く見積っている可能性があるとした。また、運動時には C.B. で、 $\beta$ -adrenergic receptor 機構が働いて呼吸促進に関与する可能性を述べた。

3) その他: West は, 1978年5月に酸素マスクなしでエベレストに登った2人の登山家のガス交換について, 詳しい推測を行った. 最大酸素摂取量は700ml/minが限界であり, 気圧により非常に影響される. 彼らは近く, この実証のための Expedition を行う予定という. Tok は中枢化学受容野がプロゲステロンにより刺激されることを報告した. Cherniack は, 中枢性と閉塞性の

sleep apnea の発生に関し, 上気道の緊張低下が共通の誘発原因となることを報告した. Bastel は, Halothane 麻酔時に見られる頻呼吸は, 従来言われていた迷走神経の求心性活動と関係が少なく, 中枢性であろうと述べた. これは, 最近われわれの教室で西野のえた結果とよく一致し, 興味深かった.

## Symposium on "Physiology and Pharmacology of Epileptogenic Phenomena" 印象記

神奈川歯大, 生理 菅 谷 英 一

第28回国際生理科学会議のサテライト・シンポジウムの一つとして表記のシンポジウムが Max Planck 研究所の M. R. Klee, H. D. Lux, E. J. Speckmann の主催で Frankfurt 近郊の森の中にあるホテルに全員宿泊して行われた.

7月6日夕方からレセプションが行われ, 軽い apéritif のあとバイキング形式の食事, そしてそのあと21:30~23:00の間翌日からの講演に関連のあるポスター展示が行われた. 日本からは生理学研究所の寺川氏と Dr. Klee の所に留学中の池本氏が出題しておられた.

本会議は7月7日から9日までで, ホテルの中の小さな会議室で合計36人の招待講演が3つのセッションにわけて進められた. その第一は Ionic conditions of seizure activity で Dr. Lux の司会で D. A. Prince G. Somjen, U. Heinemann, J. R. Hotson, E. Sugaya, M. J. Gutnick, R. Pumain, I. Dietzel, F. F. Wright, A. Lehmenkühler, R. K. S. Wong, W. Raabe, O. Féher の順で9:00~17:00にけいれん波と細胞内外のイオンを中心とした問題について講演が行われた. ここでは細胞外の Ca についての内容が主でイオン電極が全盛であったが, 私共は他の人々とはやや趣きを異にして細胞内の Ca の問題を論じた. 翌8日には Changes of synaptic processes during paroxysmal activity のセッションで始り, 司会は Dr. Speckmann が行い, P. Anderson, U. Misgeld, K. Krnjević, C. Nitsch, S. D. Eulkar, U. Sonnhof, N. Chalazonitis, C. E. Elger, K. Fleischhauer, H.

Petsch の10人が9:00~13:00の間に話をした. ここでは海馬特にその slice, そして軟体動物の細胞を用いての解析が目についた. 続いて3つ目のセッションは Effects of convulsants and anticonvulsants upon the electrically excitable membrane で Dr. Klee の司会により15:30より翌日の12:00までに I. Tasaki, W. E. Crill, G. T. Bruggencate, W. A. Wilson, G. W. Sypert, P. R. Adams, O. A. Krishtal, M. Gola, W. Dannicht, Y. Pichon, A. L. Kleinhaus, J. R. Schwarz, J. Hoyer が次々と講演を行った. 純粋にけいれん剤や抗けいれん剤のメカニズム追求というよりこれらを含めて seizure discharge をおこす物質, また抑制する物質を道具として使用し abnormal discharge の起因について述べたものが多かった.

一日目のシンポジウム終了後, Frankfurt から Fürstenlager までバスで行き森の中の小さなレストランで Dinner と Wine tasting の会が催された. 色々のシンポジウムでおなじみの人や, 論文を通じてのみの知り合いで初対面でも長年知り合っている人のように親しみを感じたりといった光景はいつもながら同じであった. 食事前の森の中での散策で Dr. Tasaki が生理学の将来の展望について熱っぽく語られたことなどは雑談であっても小生にとっては印象深いものであった. 食事中は次から次へと注がれるドイツの色々の地方の白ワインに終りの方では味を区別することもできなくなり一同名残りを惜しみながら夏とは思えない

いほどひんやりした空気の中を夜半にホテルに戻った。

シンポジウムの最後に Sir J. C. Eccles がしめくくりの批評を行ったが、これによると同様の会はコロラドで1967年に行われたとのことであり、そのときは海馬を使つての実験が話題の中心であつたらしい。今回は相変わらず海馬は花形であつたが、それにイオン電極による  $[K^+]_0$  や  $[Ca^{2+}]_0$  の測定、そして他の各種の方法による Ca とそれに関連した物質の問題、細胞内の pH 測定の方法などが新しく登場したものといえよう。てんかん

の研究においても方法論の開発と共に研究の動向が決るという印象であつた。特に Ca の動きについては他の分野と同じく多くの人々の関心が集り、seizure discharge においても僅かな Ca 濃度の動きが色々な現象の引きがねになっているのではないかという印象は出席した多くの人が抱いたのではないかと思われる。

尚このシンポジウムの内容は Raven Press より Klee, Lux, Speckmann 3人の編集で一冊の本にまとめられ出版される予定である。

## 〔会報〕

### 日本生理学会昭和55年度第2回常任幹事会

日時：昭和55年12月13日(土)午後1時半～5時

会場：私学会館

出席者：(敬称略)加藤正道、広重 力、鈴木泰三、高木貞敬、本間三郎、伊藤正男、佐藤昌康、酒井敏夫、島津 浩、古河太郎、星 猛、真島英信、内藤耕二、大原孝吉、御手洗玄洋、宮川 清、井上章、岩間吉也、岡本彰祐、中山昭雄、及川俊彦、松本淳治、大村 裕、額綱教三

議長：伊藤正男

#### 1. 報告

1. 庶務報告(伊藤庶務幹事)：会員につき昭和55年1月より11月の期間入会 244名、退会53名、会員総数 3,114、(評議員 835名、内特別会員22名)であることが報告され、宮崎英策、村上長雄両評議員の死去に対する追悼の辞が述べられた。

科学研究費審査委員の予備選挙を9月19日、本選挙を9月27日に行い、第一段審査委員候補者として、生理学一般に本田良行、中島一郎、神経筋肉生理学に島津 浩、竹内 昭、田崎京二、環境生理学に村上 憲、広重 力、第二段審査委員候補者として、入沢 宏、伊藤正男の各氏を推薦した。

山田財団研究援助推薦について55年度は応募件数の範囲であつたので選考会は開催せず援助Aに塚原伸晃、Bに高木貞敬、登倉尋実の各氏を推薦した。

日本医師会医学賞に本田良行氏、日産学術研究助成に佐藤昌康氏を推薦した。

日本医師会評議員に真島英信、同連絡委員に酒

井敏夫の両氏を推薦した。

日本新薬より「排尿の神経機構」英語版 16mm プリント1本の寄贈申込みがあり受納した。

第21回日本医学学会総会日程は昭和58年4月8日(金)～10日(日)である。

2. 会計中間報告(星会計幹事)：昭和55年11月末日迄の会計中間報告がなされ了承された。

3. 日本生理学雑誌編集報告(塚田編集幹事)：塚田幹事欠席のため伊藤幹事より日生誌(和文)の発刊及び編集状況が報告された。

4. J. J. P. 編集報告(真島編集委員長)：J. J. P. の発刊及び投稿の現状が報告された。

5. 生理学教育委員会報告(大村委員長)：生理学実習書の英文要約及びビデオを完成し国際生理学学会で供覧したこと及び生理学実習書の改訂について昭和56年から作業を開始する予定であることが報告された。更に生理学実習書の中国語訳が中国において出版されていることについて報告された。

6. 生理学用語委員会報告(酒井委員長)：生理

学用語集の編纂に関する説明がなされ昭和57年3月を完成目標としていることが報告された。

7. 日本生理学史編集委員会報告(名取委員長): 名取委員長欠席のため酒井幹事より完成のための協力が要請された。

8. 国際生理科学連合および生理科学研連に関する報告(勝木委員長): 勝木委員長欠席のため本間幹事より11月1日慶応大学において生理研連のシンポジウムを行ったこと, IUPSの新役員の決定及び二つの中国の参加に関する件など報告された。第29回 IUPS 大会は1983年8月オーストラリアのシドニーで開催されるが, 赤道以北ではサテライトシンポジウムを開催しないことが報告された。この件に関しては, 評議員に連絡することが了承された。第30回 IUPS 大会はカナダのバンクーバーの予定である。また, 昭和56年5月シドニーで第29回 IUPS 大会のプログラム委員会が開かれ, これに出席するので, 大会行事に関する日本側の案を募りたい旨, 伊藤幹事より報告された。

9. 第58回日本生理学会大会に関する報告(松本幹事): 昭和56年4月1日~3日, 徳島で開催される日本生理学会大会の準備状況が報告された。大会予稿集の人名索引を省略したいとの提案がなされ, 当番幹事に一任することで了承された。

10. 第59回日本生理学会大会に関する報告(塚田幹事): 塚田幹事欠席のため伊藤幹事より慶応

大学において昭和57年3月30日(火)~4月1日(木), 慶大日吉校舎で開催される予定であることが報告された。

11. その他: 東京都の都立研究所法人化問題につき佐藤幹事より報告された。生理学研究所教育に対する科学研究費配分の現状につき内菌幹事より報告された。

## II. 議 題

1. 前回議事録を一部字句訂正の上承認した。

2. J. J. P. 編集委員半数改選の件: 常任幹事による予備選挙が行われ候補者として一般生理に星 猛, 中馬一郎, 額額教三, 筋生理に真島英信, 杉 晴夫, 富田忠雄, 中枢神経に島津 浩, 大村裕, 佐々木和夫, 呼吸生理に本田良行, 望月政司, 福原武彦の各氏が選ばれ, 56年1月に評議員による本選挙を行うこととなった。

3. 常任幹事改選の件: 常任幹事の地区定員数について審議され, 現行のまま56年1月に評議員による選挙を行うこととなった。

4. 選挙管理委員会設置の件: 選挙管理委員長の選挙が行われ, 島津幹事が選出された。

5. 第60回日本生理学会大会開催地について: 大阪で開催される可能性について検討された。

6. 生理学実習書の中国語訳出版に対する日本生理学会の態度につき慎重に審議された。

## 【編集後記】

日生誌43巻3号をおとどけいたします。本号には, 原著, 短報, 東北生理学談話会抄録, 国際会議報告などが掲載され, いささかではありますが内容がバラエティーに富んできたように思われます。最近, 原著論文の投稿が増加する傾向にあり

ますことはうれしいのですが, それだけに投稿料の著者負担が少しでも軽減されるよう努力せねばならないことを痛感いたします。

なお本号には, 上記内容の他に故宮崎英策先生の追悼文が掲載されております。先生の御冥福を改めてお祈り申し上げます。

(上山章光)

## 編 集 委 員

塚 田 裕 三(幹 事)	馬 詰 良 樹	植 村 慶 一
田 中 励 作	上 山 章 光	中 村 嘉 男
菅 野 富 夫(北海道)	中 浜 博(東 北)	新 島 旭(関 東)
永 坂 鉄 夫(中 部)	品 川 嘉 也(近 畿)	村 上 憲(中・四国)
河 田 溥(九 州)		

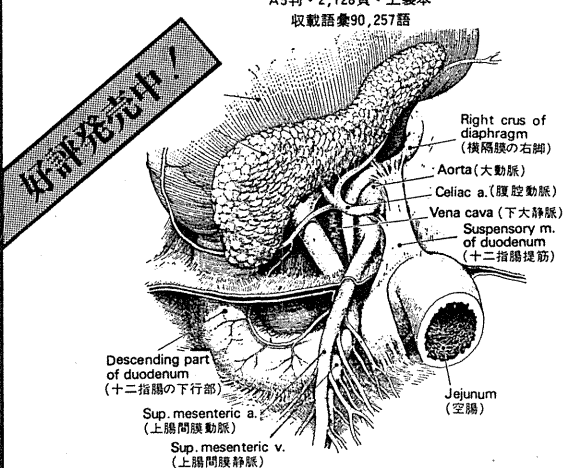
豪華版の特徴をそのままにハンディタイプで新登場!!

# ステッドマン 医学大辞典 縮刷版

英和・和英

総監修 吉利 和 定価 13,000円

A5判・2,128頁・上製本  
収載語彙90,257語



好評発売中!

全世界で確固たる評価を勝ち得ている《Stedman's Medical Dictionary》を原典とし、その特徴を余すところなく活かし、医学百科全書として生まれ変わったステッドマン医学大辞典。その内容、特色をそのままに縮刷版が新登場します。

- 携帯に便利な軽装縮刷版。  
豪華版の内容、特色そのままの携帯に便利なハンディタイプ。手軽に使える軽装版。
- 英和辞典と和英辞典を一冊にまとめた。  
死語・廃語を省いた90,257語を収載。日本語・英語・記載頁を併記した86,000語にのぼる和英索引は完璧な和英辞典として使用できます。
- 現在使用されている用語をくまなく網羅。  
ME、免疫等をも含む、医学関係者に必要なすべての用語を収載。
- 引き出し易さを追求した構成。  
使用頻度の高い用語を本文中に小見出しとして揭示。派生語・小項目の頭出しにより簡単に目的の語を引くことができます。

ステッドマン医学大辞典<豪華版>  
定価75,000円 B5判・2,128頁・表紙—高級クロス張  
水染ヤンビー皮革・金箔押・布函入

絵(約3,500点)で見る医学英語辞典の決定版!!

# 新図解医学英語辞典

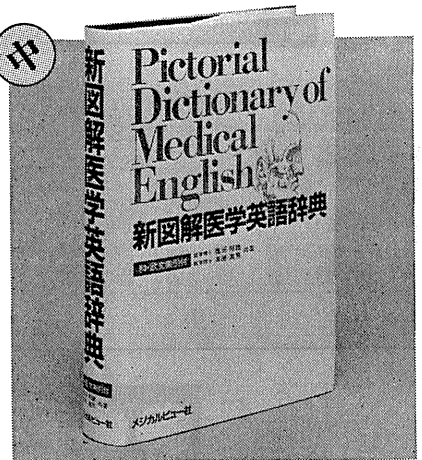
和・欧文索引付

奥田邦雄・高原満男著

定価 9,000円

従来の“ことば”で理解する医学辞典から脱皮し、“視覚”によりストレートに医学英語が理解できる画期的な医学辞典が新登場。なお、本書は、絵で見る医学英語辞典として、医師のみならず医学生、看護関係の方々にも幅広くご活用いただけます。

- イラスト、英語、日本語の立体構成により一目で医学英語を理解。
- 最新の医学用語から、解剖・組織・手術術式や器具・装置の名称まで、精選された約13,000語、イラスト3,500点を収載。
- 基礎編においては関連機能により分類、臨床編においては各特別に分類され、イラストから逆に必要な語を引くことができる。
- 巻末の和文索引・欧文索引により、目的の語を即座に引くことができる。



A5判・800頁・上製本 収載語彙13,000語・イラスト3,500点

●内容見本送呈  
お申込みは最寄りの図書館取扱店  
または巻末の申込みハガキで  
直接小社まで。

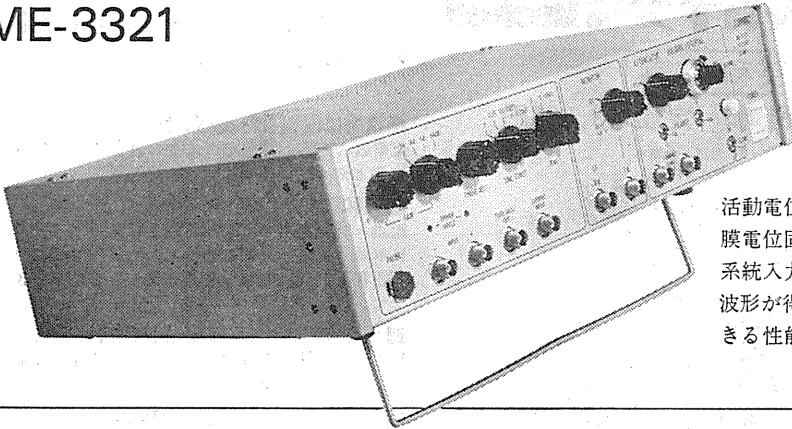
発売 グロビュー社 発行 メジカルビュー社

〒102 東京都千代田区麹町3-1  
泉屋東京店ビル ☎03(264)7510

膜電位固定法に必要な機能をフルに搭載

# ボルテージクランプユニット

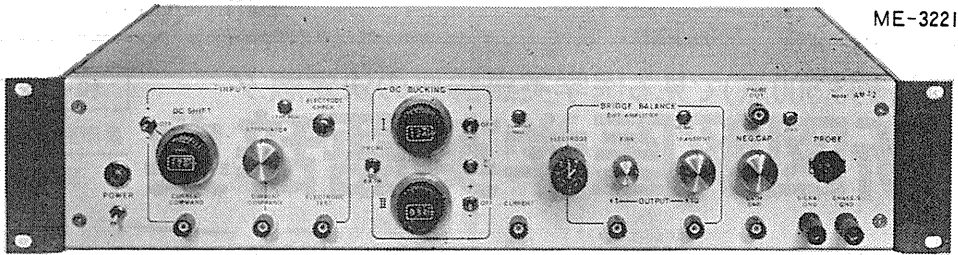
## ME-3321



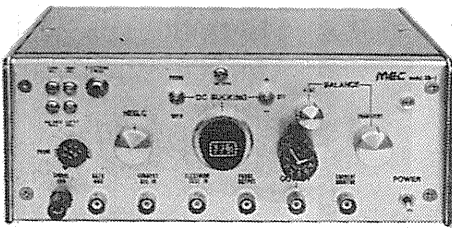
活動電位発生のメカニズムを追求する膜電位固定法のための専用装置で、2系統入力を組み合わせた複雑なクランプ波形が得られ、高抵抗の電極を使用できる性能をもっています。

電極抵抗の高い実験にも抜群の威力

# 微小電極用増幅器 ME-3200シリーズ



ME-3221

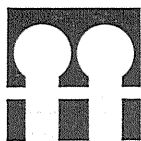


ME-3211

ME-3221 通電回路・DCシフト・2ch DCバックキングつき

ME-3211 通電回路つき

- 細胞電位の研究をおこなうために特に設計された装置で、1000MΩまでと広範囲の電極が使用できます。
- 差動増幅器を内蔵しています。
- ME-3221は、色素注入が可能なDCシフトなど、高度な機能を盛り込んでいます。



株式会社

## エム・イー・コマーシャル

本社：〒166 東京都杉並区和田3-54-11 ☎(03)317-1451(代表)

大阪営業所：〒564 大阪府吹田市江坂町2-2-20 ☎(06)380-2601

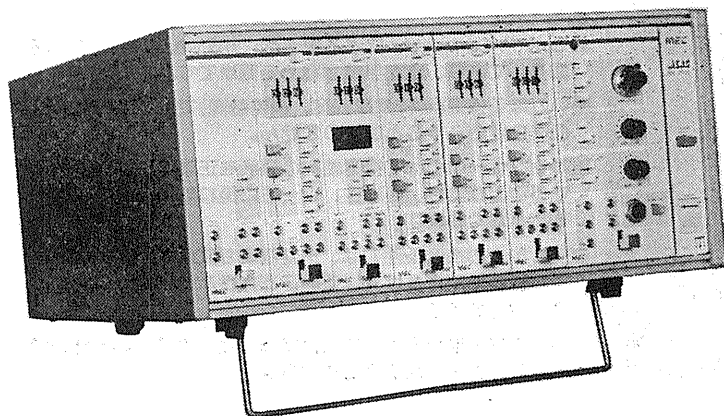
福岡営業所：〒814 福岡市西区茶山5-12-18 ☎(092)863-2757

工場：〒411 静岡県駿東郡長泉町下土狩1320 ☎(0559)87-8645

ME機器の機能をシステムデザイン

# MEAG

メアックシステム  
ME-2100シリーズ



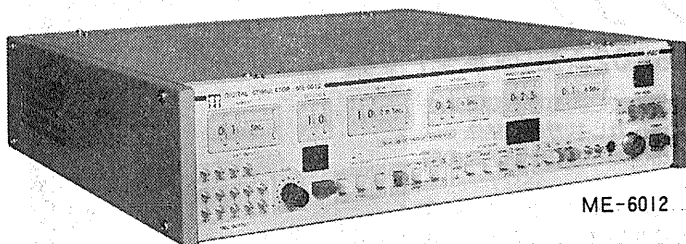
個々の装置として別れていた専用機能を有機的にユニット化し、用途に応じてひとつの装置として組みあげることができるシステムです。

★構成ユニット

- 301—トリガ
- 302—パルスジェネレータ
- 303—プリセットカウンタ
- 304—パワーアンプ-A
- 305—ステップパルスジェネレータ
- 306—プログラブルジェネレータ
- 307—タイムマーカ
- 308—パワーアンプ-B
- 309—オーディオモニタ
- 310—ウインドディスクリミネータ
- 311—マルチカウンタ
- 312—パワーアンプ-C

高度化する電気生理学に対応する

## デジタル刺激装置 ME-6000シリーズ



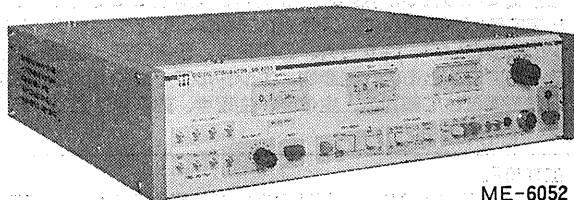
ME-6012

### 研究用高級機 ME-6012

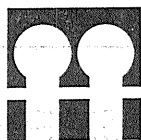
- 階段波やステップ波に至る4種の刺激電圧パターンを持っています。
- 各設定部をトリガで作動させることができ、豊富な刺激時間パターンをつくりだせます。
- 出力電圧がデジタル設定できます。

### 実用機 ME-6052

- 水晶発振子とデジタルスイッチの使用により、波形精度そのものは高級機と同一できわめて高精度です。
- 設定された時間間隔のダブルパルスが得られます。
- 外部装置との組み合わせが容易です。



ME-6052



株式会社

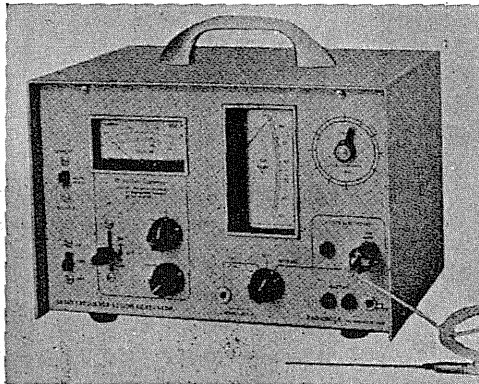
## エム・イー・コマーシャル

本社：〒166 東京都杉並区和田3-54-11 ☎(03)317-1451(代表)  
 大阪営業所：〒564 大阪府吹田市江坂町2-2-20 ☎(06)380-2601  
 福岡営業所：〒814 福岡市西区茶山5-12-18 ☎(092)863-2757  
 工場：〒411 静岡県駿東郡長泉町下土狩1320 ☎(0559)87-8645

0.7mmのリージョンから脳浮腫までを  
均一なサイズ、すばらしい再現性をもって作成する!

RADIONICS社

## 動物用 RF リージョン ジェネレータ



### 主な特徴

- Lesion Generator による損傷は、小動物の脳組織の損傷に適しており、また手技が極めて簡単です。
- いかなる損傷条件(損傷温度、損傷時間)でも生体組織に出血をひきおこすことはありません。
- 熱センサーによって損傷組織の温度を正確にコントロールすることができ、再現性、均一性に優れた損傷巣を作製することができます。
- 50℃以上の損傷条件では、損傷温度が高ければ高いほど、また損傷時間が長ければ長いほど大きな損傷巣を作製することができます。
- 外部の刺激装置と本体を接続することにより、同一電極から電気刺激を与えることもできます。

新発売

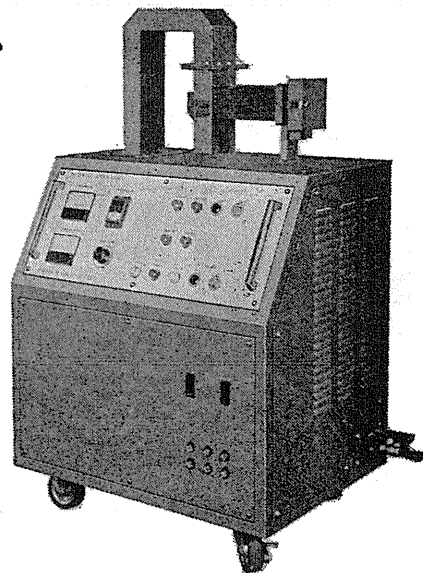
実験動物脳内酵素不活性化装置

## 東芝マイクロウェーブ アプリータ

TMW-6402A型(改良型)

実験動物の脳内物質の測定に先立ち、測定物質に関連する諸酵素を不活性化する方法として凍結法があります。しかしながら凍結法では生体内酵素を不活性化させるまでにかなりの時間を必要とし、この間に測定物質が変化するおそれがあります。

最近この解決方法としてマイクロウェーブの瞬時照射により諸酵素を不活性化する方法が用いられるようになりました。とくに照射後は凍結法で行われる低温処理の必要もなく室温にて処理ができ、安定した測定値が得られます。アセチルコリン、サイクリックAMP、サイクリックGMP、GABA、DOPA、5-HTP、セロトニン、カテコールアミンとその代謝産物、エンドルフィンなどの正確な測定の前処理装置として薬理学、生化学、生理学、内科学など広い分野にご活用いただけます。



### 主な特長

1. 均一な照射が得られ、更に従来組織破壊の見られた視床下部もきれいに残ります。
2. アプリータ内のラットの脳波を記録することができます。
3. サイズの異なる実験動物を使用する場合、ホルダーを交換するだけで済むので手間がかかりません。
4. マイクロ波エネルギーは0~5,000Wまで連続可変、照射時間は0.1~9.9秒まで0.1秒単位で設定できます。
5. 電源部・アプリータ部・出力部が1つにまとまっているので設置に要するスペースが少なくて済みます。

日本総代理店

室町機械株式会社

〒103 東京都中央区日本橋室町4-3(大辻ビル)  
電話 (03)241-2444(代表)

明日の健康と福祉を守る

AAA San-ei 三栄測器

東京都新宿区大久保1-12-1 〒160 ☎03(209)0811(代)

シグナルプロセッサによる  
脳等電位分布図作成システム



脳波計で導出した12または16chの脳波を解析して、各周波数帯域における脳等電位分布や、あるいはある潜時上における誘発反応電位振幅を求め、詳細な頭皮上の等電位分布図(二次元表示)を作成してカラーブラウン管に表示し、かつ超高速キーボードプリンタで印字記録するシステムです。従来、脳波を判読して、頭の中で空間的分布を作りあげていた

ものが、本システムにより、短時間で客観的、定量的にマッピング可能となりました。

- 周波数分析と誘発反応のマッピングが可能
- FFT方式による高速演算処理
- データ取込み時間を自由に設定可能
- 周波数分析帯域は6帯域
- カラー表示、印字は11段階表示

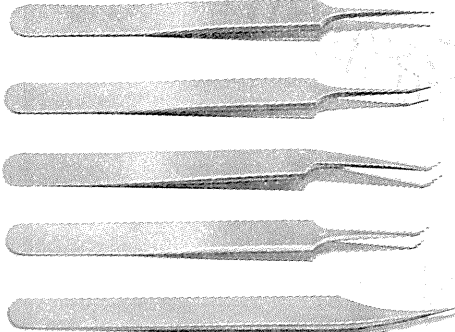
**トポグラフィシステム 500**

# 生物用精密ピンセット

スイス製



## REGINE®



高品位、世界各国一流メーカーで使われています。

### 材 料

- 炭素鋼
- 硬化ステンレス (INOX)
- 耐酸耐磁
- チタン
- 輸入顕微鏡各種。
- 電極用ワイヤー(アメリカ)。
- 電顕用ダイヤモンドナイフ (スイス)。
- ハサミ(西ドイツ)。
- 特注品も応じます。
- その他、研究用設備機器各種。

\*詳細お問合せは下記へどうぞ。\*地方代理店を広く求めております。



株式会社

輸入 発売元  
**茶 谷**

〒180 東京都武蔵野市境南町5-3-25  
電話 (0422) 31-8562 番

全国 医学・薬学・化学・雑誌広告取扱  
本誌 広告 取扱

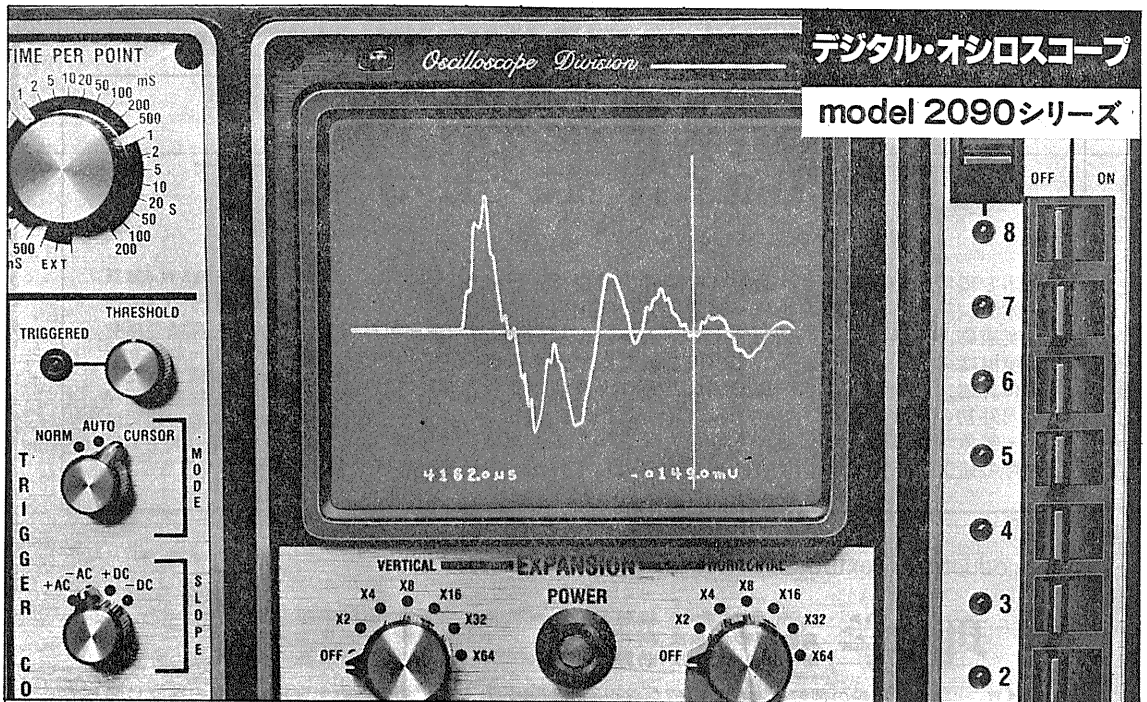
各学会の雑誌、抄録、プログラム及び名簿  
等の印刷並に広告掲載のお世話を致します

廣 告 代 理 店



東京都千代田区神田駿河台2丁目9番地  
電話 (292) 6961 (代表)

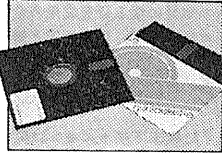
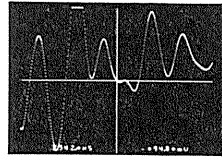
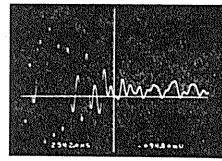
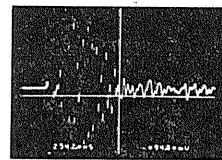
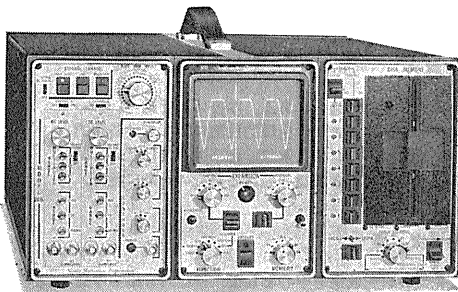
## 日本医学広告社



デジタル・オシロスコープ

model 2090シリーズ

# ニコレーが、ストレージ・オシロをデジタル化。



アナログとデジタル測定の利点を組み合わせたオシロスコープが新しい波形観測の領域を広げます。電圧軸の分解能12ビット(1/4096)※時間軸4096ポイントの高分解能測定が、水平・垂直のカーソル機能により簡単に可能です。しかも測定結果はCRT上にデジタル表示。感度(mV/div)や掃引時間(ms/div)などのわずらわしい換算やスケールの読み取りの必要は一切ありません。さらに内蔵のマイクロ・プロセッサが相対値の読み取りや波形間の加減算を可能にしました。

※model 204 プラグインは8ビット分解能

- 主な性能 ●分解能:12ビット(2090-1/201、206プラグ・イン)、8ビット(204プラグ・イン)
- サンプリング・タイム:200kHz(201)、1MHz(2090-1)、2MHz(206)、20MHz(204)
- メモリ容量:4kワード ●プリトリガ機能 ●デジタル拡大:×2~×64水平・垂直共(2<sup>n</sup>ステップ)
- デジタル読み取り ●外部記憶:ミニフロッピー・ディスク32kワード(オプション)
- CRT:8×10cm

Nicolet is a Problem-Solving Company

**NICOLET JAPAN CORPORATION**

**ニコレージャパン株式会社**

東京都目黒区東山1丁目1番2号(東山ビル) 〒153 TEL 03(715)2551代  
 大阪市淀川区西中島6丁目7番8号(大昭ビル) 〒532 TEL 06(305)2150代  
 名古屋市千種区内山3丁目10番17号(今池ビル) 〒464 TEL 052(741)2150代

詳しい資料を  
 請求ください

Thermophysiologyが包摂する各分野を俯瞰!

〈最新刊〉

# 温熱生理学

大阪大学教授 中山昭雄／編

生体と環境の熱交換から、暑熱寒冷時発現の自律・行動性体温調節反応、調節の神経・液性機構と応用病態生理、温度適応、生活と温度の諸問題まで、人体および動物と環境温度のかかわりを主として生理学的な観点から総合的に詳述。関連領域の第一線研究者26氏により執筆された内外初の大著。医学・薬学・獣医学・動物学、環境工学・気象学・家政学・保健体育学・人間工学など、関連分野の研究者・学生の参考書、また教科書にも好適。

B5判 656頁

定価 24000円 千400円

【主要内容】体温 人体と環境の熱交換 体温調節反応(熱産生・放散 液性調節反応) 体温調節機構(温度の受容 体温調節中枢 中枢機構の薬理他) 体温調節の応用病態生理 温度適応 生活と温度 付録(人工気候室 略語・単位・換算表)

## ■ Introductory Textbook Series of Medical Science

### 生理学

九州大学教授 後藤昌義・鹿児島大学教授 橋村三郎  
島根医科大学教授 榎村純生・九州大学教授 安部良治／共著  
島根医科大学教授 前野 颯・大分医科大学教授 有田 真

菊判 536頁  
定価 5000円  
千300円

医学の理解に必須の事項を重点的に記述したもので、生体の生理現象とその機能に関して器官・組織はじめ全般にわたる知識を、細胞・分子レベルに至る新しい知見をふまえ、応用面と関連づけながら解説。図・表など最新研究資料を豊富に用いた本書は、医学生をはじめ薬学生、その他パラメディカル学生の簡明な教科書として好適。

### 内分泌学〈第2版〉

北海道大学名誉教授 伊藤眞次／著

菊判 292頁  
定価 3800円  
千300円

ホルモンの新しい知識は、生物学や基礎・臨床医学に限らずあらゆる学科に必要となっている。本書は、ホルモンの一般知識をはじめ、最近発見された新しいホルモンやホルモン様物質などに関する知識に至るまで、飛躍的に進展する内分泌学の全知識を体系的に解説。医科はもとより広く関連学科の学生の教科書として、また臨床医家の参考書に好適。

### 神経ペプチド

北海道大学名誉教授 伊藤眞次／著

〈新刊〉

菊判 240頁  
定価 3500円  
千300円

ホルモンによる神経支配の研究が進み、神経ペプチドが単離され、その構造、作用の解明が進められている。とくにその生理作用の研究は、新しい神経内分泌学の時代を迎えることになった。本書は、神経ペプチドに関する最新の研究動向と知見をまとめたもので、基礎医学研究者、生物学・薬学・農学研究者はもちろん、臨床医家の重要な参考書。

### 適応と脳ホルモン

北海道大学名誉教授 伊藤眞次 横浜市立大学教授 川上正澄／編集

A5判 416頁  
定価 6200円

生体におけるホルモンの真の意義は環境の変化に対する生体活動の適合にある。本書は、行動・リズム・温寒など外的な環境要因の変化に対する適応のメカニズムと脳ホルモンの生理的役割に関して、基礎的知識はもとより最新の知見に至る研究成果の全容を体系的に整理し詳細に解説。臨床医家をはじめ、関連分野の研究者の方々にとって、生理適応と神経内分泌機序に関する知識の整理と研究の一助に絶好。

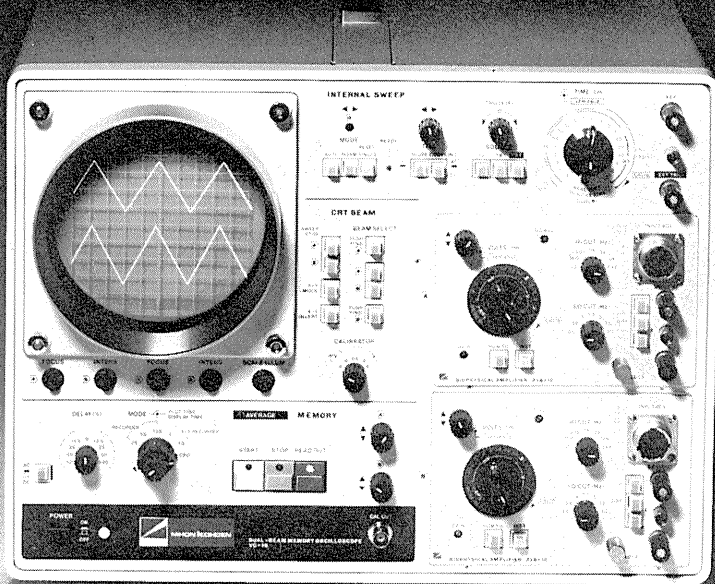
### 神経内分泌学

北海道大学名誉教授 伊藤眞次／著

B5判 416頁  
定価 9800円

神経系のなかでもとくに視床下部ホルモンに関する最先端の研究成果を中心として、神経内分泌学の全容を体系的に詳述したものである。古典的な定義によるホルモンのみならず、神経伝達物質としての役割をもつ新しいホルモン様物質などすべてを含めて神経機能を考察するとともに、神経内分泌学の研究の現況と将来の展望を述べた。研究者、学生、臨床医家の方々の必読の書。

グレードアップして新登場!!



# 〔2-4現象 メモリオシロスコープ VC-10〕

DUAL-BEAM MEMORY OSCILLOSCOPE

## 2ch メモリ内蔵。

記憶内容を静止波形として表示できます。リアルタイム波形と記憶波形の同時表示も行えます。また、記憶内容 (X・Y) のリサーチ表示も可能です。

## トリガ点前の記憶も可能。

刺激後の誘発反応だけでなく、刺激前の現象を観察することもできます。±100%までのディレイ設定が行えます。

## アベレージヤ(別売)の追加可能。

誘発反応加算装置を追加することにより、2チャンネルアベレージングが行えます。

## 専用モニタを用意。

4現象モニタVC-MA-10は、今までと違い1ガンチョップ方式としたため、経済的な価格でお求められます。

## さらに性能アップしたプリアンプ群。

(VC-9シリーズも使用可能)

- ①チョップ増幅器 (AVM-10) を使用した時も、両チャンネルの信号出力 (1V/cm) が得られます。
- ②AVH-10は、DC~10 $\mu$ V/cmの感度 (入力インピーダンス10M $\Omega$ ) とLO. CUT, HI. CUTフィルタの追加によりさらに使い易くなりました。
- ③AVB-10は、入力換算雑音5 $\mu$ V以下、入力インピーダンス180M $\Omega$ 以上となり、バッファ・アンプ付入力箱により性能がアップしています。

エレクトロニクスで病魔に挑戦する



日本光電

〒161 東京都新宿区西落合1-31-4

☎03(953)1181

販売推進部宣伝課

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 43, No. 3 (1981)

**Original**

HASHIMOTO, M. : Body sway stabilization induced during periodic saccades..... 73

**Short communication**

MASUMURA, S., HASHIMOTO, M., HASHIMOTO, Y. and SATO, T. :  
Levels of glycolytic enzymes in the process of lactate  
production in contracting rabbit aorta..... 84

昭和五十六年二月二十日印刷

編集兼  
発行人

塚田裕三  
東京都文京区本駒込二丁目二番十二号  
東京文庫新館三階  
日本生理学会

印刷者  
印刷所

三浦経夫  
山形県鶴岡市山町一丁目二四  
鶴岡印刷株式会社

発行所

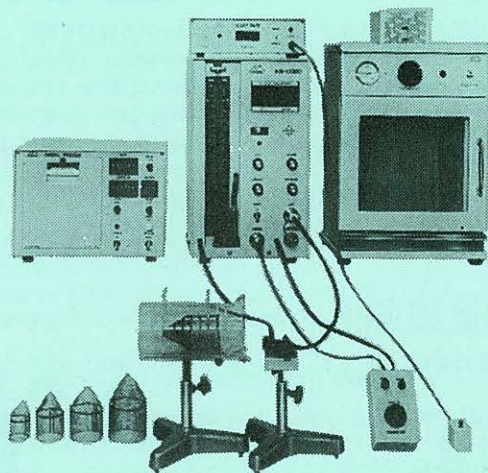
日本生理学会  
東京都文京区本駒込二丁目二番十二号

電話  
九四五―二八四〇  
振替  
東京三七八六四三  
七〇  
百〇〇  
円



# ラット尾動脈圧測定装置 KN-209

非観血的にラットの尾動脈圧を測定するデジタル血圧計です。



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)