

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

42巻

4号

1980

原 著

皆川 孝志：速いおよび遅い運動単位の反射活動におよぼす皮質運動野の刺激効果…………… 73

第12回東北生理学談話会…………… 84

会 報 第4次生理学用語委員会への覚え書(酒井敏夫)…………… 93

お 知 ら せ 財団法人トヨタ財団昭和55年度「国際学術研究集会助成」応募要項…………… 95

財団法人トヨタ財団昭和55年度研究助成応募要項…………… 96

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

静動協の受託試験研究所

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
- ◇ 催奇性試験
- ◇ 発癌性試験
- ◇ 世代試験
- ◇ 刺激性試験
- ◇ 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)36-9021

Technical Research Laboratory of Biological Science Co.,Ltd.

Barrier System (SPF) 実験動物の生産販売

SPF 動物

クローズドコロニー

マウス Slc :ddY (国立予防衛生研究所)
マウス Slc :ICR (Charles River Lab.)
マウス Slc :C3H/He (東大医科学研究所)
マウス Slc :C57BL/6 (")
マウス Slc :DBA/2 (")

近交系

マウス BALB/cCr Slc (東大医科学研究所)
マウス C57BL/6CrSlc (")
マウス C3H/He Slc (")
マウス DBA/2Cr Slc (")

交雑群

ラット Slc :SD (Charles River Lab.)
ラット Slc :Wistar (東大医科学研究所)
ラット Slc :Wistar/ST (")
ラット Slc :Fischer (Charles River Lab.)
ラット HOS®:Donryu (星野試験動物飼育所)

マウス SLC-CDF₁ (東大医科学研究所)
マウス SLC-BDF₁ (")
マウス SLC-B6C3F₁ (")

ミュータント

ヌードマウスBALB/c-^{nu} Slc (東大医科学研究所)
ヌードマウスBALB/c-^{nu} Slc (")

Conventional 動物

クローズドコロニー

マウス Std :ddY (国立予防衛生研究所)
ラット Std :Wistar (東大医科学研究所)
ラット Std :Wistar/ST (")

モルモット Std :Hartley (国立予防衛生研究所)
ハムスター Std :Golden (")
イヌ FUJ:Beagle (富士アニマル)

カニクイザル 輸入検疫9週間経過後出荷
アカゲザル



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)

Shizuoka Agricultural Cooperative Association
for Laboratory Animals.

速いおよび遅い運動単位の反射活動におよぼす皮質運動野の刺激効果

皆 川 孝 志

(山口大学教養部体育学教室)

Effect of motor cortex stimulation on recruitment pattern during reflex activity of fast and slow motor units in the cat. Takashi MINAGAWA (*Laboratory of Biomechanics and Physiology, Faculty of Liberal Arts, Yamaguchi University, Yamaguchi, Japan*)

In order to learn whether change of the fixed recruitment order is induced by the activity of motor cortex or not, the effects of motor cortex stimulation on stretch or vibration reflex of single motor units were examined in 43 motor units of the triceps surae muscle in cats. On the single alpha axon identified functionally there was observed two types of firing pattern in response to the muscle stretch; a phasic change and a tonic change in firing pattern. Then, according to the firing pattern, the fast or the slow motor units defined by the twitch contraction time was classified into the fast-phasic unit, the fast-tonic unit, the slow-phasic unit, and the slow-tonic unit.

The axonal conduction velocity was significantly correlated with the reciprocal of twitch contraction time ($r=0.812$, $p<0.001$). Since the conduction velocity reflects the motoneuron size, larger motoneurons would correspond to the fast motor units and smaller ones to the slow units. By repetitive stimulation of the contralateral pericruciate cortex, the activities of the fast-phasic units were facilitated (11 units), those of the fast-tonic units were either facilitated (3) or inhibited (4), and those of the slow-tonic units were inhibited (24 units) except that only one slow-phasic unit was facilitated. Namely, larger motoneurons with higher conduction velocity had a shorter contraction time and a phasic discharge pattern, and were facilitated by the cortical stimulation, while the smaller ones with lower conduction velocity had the opposite properties.

Further, the cortical control described above, were confirmed by the experiment which examined the simultaneous responses to the MG vibration of two or three axons in a natural filament of the MG nerve.

These findings suggest that a stereotyped recruitment order according to the motoneuron size could be modified by the input system from the motor cortex.

〔J. Physiol. Soc. Japan (1980) 42, 73-83〕

key words : recruitment pattern, motor units, stretch reflex, motor cortex

I. 結 言

ある筋が張力を発揮する時、その筋の運動単位がどのように活動化されていくかについては種々の検討が行なわれ、その筋の収縮が増加するにつれて一定の順序、すなわち細胞の大きさにしたがって活動化され、その参加順序には再現性のあることが報告されてきた²²⁾²⁴⁾²⁸⁾³⁶⁾。そしてかかる運動単位の参加順序は、それら運動単位の構造的、組織化学的特徴にも対応してい

ることが示唆されている⁸⁾。

機能的特徴を異にする運動単位が持続的な筋収縮に参加する場合、遅い運動単位が初めに動員され、その後速い運動単位が参加するという様式は機能的観点から理に適っていると考えられる³¹⁾³⁷⁾。これに対して、力強く早い動作ではむしろきまりきった一定の参加順序の逆転が発現すると仮定するのがより適切であると考えられ、このような観点に立ってこれまでいくつかの成績が報告されている²³⁾²⁹⁾。最近、緊張性振動反射に対する閾値が低く伝導速度の遅い運動ニューロンと、閾値が高く振動刺激に応じない

伝導速度の速い運動ニューロンは同側の皮膚刺激によりそれぞれ抑制性効果と興奮性効果を受けることが見出された (Kanda et al.²⁶⁾). これより以前に Endo たち¹⁴⁾ は錐体ネコの皮質運動野刺激により後肢筋支配の fast 運動ニューロンには興奮性シナプス後電位が, slow 運動ニューロンに対しては抑制性シナプス後電位が誘発されることを報告した. これらの成績は皮質運動野からの入力によって上述した運動単位の参加順序の逆転が発現する可能性を示唆している.

本研究は運動単位の参加順序の変化が皮質運動野刺激により誘起されるか否かを検討するために行った. その結果は同一運動ニューロン群のなかでも, 皮質運動野刺激により興奮性または抑制性のどちらか一方の効果を受けるニューロンが存在し, それらのニューロンはそれぞれ機能的性質に差異があることが見出された. かかる観察成績にもとづき運動単位の参加様式について論議する.

II. 実験方法

実験動物はウレタンクロラロース (300mg/30mg/kg) の腹腔内投与によって麻酔した雌雄成熟ネコ (2.6-4.9kg) を用いた. 内側腓腹筋 (MG), 外側腓腹筋 (LG), ヒラメ筋 (Sol) の3筋はできる限り, 周辺組織から分離し, MGとLGは腓腹筋の付着側から起始に約2/3の長さにより筋組織や循環を損わないように切り離した. 踵骨の三頭筋付着部で切断した腱は, おのおの筋伸展装置および振動発生装置 (国際機械振動研究所 K. K. 製, MS-VS-01 (S)) に縫合糸とストレインゲージを装着したスチール棒を介して接続した. 左後肢下腿三頭筋と膝伸筋群を除いて他の筋枝神経および皮膚神経はすべて切除した. 動物の左後肢膝関節, 脊椎骨は骨クランプにより固定された.

実験手順 A

下腿三頭筋の筋伸展による単一同名筋運動単位の反射放電と収縮特性の記録のために, 椎弓切除術により第七腰髄と第一仙髄前根を露出

し, これらを切断せずにできるだけ長くかつ機能的に単一軸索に分離したのち, 伸張反射放電は双極銀線電極を用いて記録された. 単一運動単位の収縮特性はそれが属する筋を張力トランスジューサー (共和電業 K. K. 製, 120T-500C) に連結して記録された. 組織を露出した背部ならびに左後肢のパラフィンプールの温度と体温は37~38℃に維持した. 単一運動単位は次の4条件によって確認された.

1. MG, LG, Sol の支配神経が筋に入る直前で逆向性に電気刺激 (幅, 0.01msec) を加え, 前根の細いフィラメントで記録した誘発電位の閾値を求め, その数倍 (通常4~5倍) の刺激強度によって誘発された電位が閾値刺激の時の誘発電位と同じ振幅であり, かつ同じ波形であること.

2. 前根フィラメントに閾値刺激を加えた時得られた単収縮張力の大きさと波形が, 閾値の整数倍の単一電気刺激により誘発される単収縮張力の大きさと波形が同じであること.

3. 被験筋以外の筋枝神経の逆向性刺激による誘発電位が記録中のフィラメントに出現しないこと.

4. 被験筋の伸展により誘発される反射放電の閾値が他の下腿三頭筋の伸展による閾値より低いこと.

実験手順 B

脊髄前根を露出せずに, MG 神経の筋への入口近くでその細い神経枝を切断し, 中枢側に10~15mmの長さにより MG 神経からそれを分離して双極銀線電極上においた. 残りの MG 神経枝は坐骨神経幹からできる限り長く分離し, 記録電極より遠い中枢側に位置した刺激電極上においた.

MG の伸展と振動刺激により発生する数ケの単シナプス性反射活動は上述の細い MG 筋枝神経より記録した. 単一運動単位の軸索伝導速度は MG 神経の中枢側においた刺激電極を通して電気刺激を加え, 筋の入口で切断した細い筋枝神経から記録した誘発電位 (特徴的波形と振幅をもつ) の潜時と両電極間の距離とから算

出した。

対側皮質運動野の刺激電極は被覆した径 0.2 mm のステンレススチール線の先端をわずかに露出し、皮質表面約 3 mm の深さに刺入された。露出した皮質表面はワセリンで覆い乾燥を防いだ。刺激は単極刺激（刺激幅 0.2msec, 頻度 400Hz, 刺激強度 50~数百 μ A）とし、不関電極は上耳介筋においた。

緊張性振動刺激は、ほとんどの場合、振幅 50~100 μ m, 頻度 100Hz または 160Hz の正弦波振動を用いた。なお本実験に用いた振動発生装置は負帰還方式の自動制御装置を内在しているので、振動反射により発生する筋張力に関係なく定振幅の振動刺激を与えることが可能であった。

筋を伸展する場合、各筋の初期長は生体内における最大の長さにした。そしてこの長さで筋にかかる張力は 30g 以下であった。筋の伸展速度は 5~40mm/sec, 距離は通常 3~6 mm とした。この伸展距離で反射を誘発しない閾値の高い運動単位はその最大距離を 10mm にした。

III. 実験結果

今回検討した 43 コの運動単位は、以前の成績（皆川と丹生³²⁾）にもとづき、単収縮時間 40msec を基準にして速い運動単位（18例）と遅い運動単位（25例）とに分類できた。

A. 下腿三頭筋の運動単位の種類と伸張反射の放電様式との関係

前根フィラメントから記録した同名筋の速い運動単位ならびに遅い運動単位の筋伸展による放電様式は相動性の発射パターンを示すものと、緊張性の発射パターンを示すものに分類された。

図 1-A は伸張反射放電の模式的パターンを示したものである。相動性の発射パターンとは伸展開始から持続的伸展相の初期まで発火がつづきすぐ消失するものであり、緊張性の発射パターンは筋伸展開始から伸展終了直前まで放電が持続するものである。ここに挙げた運動単位の反射放電パターンは記録開始から終了まで変

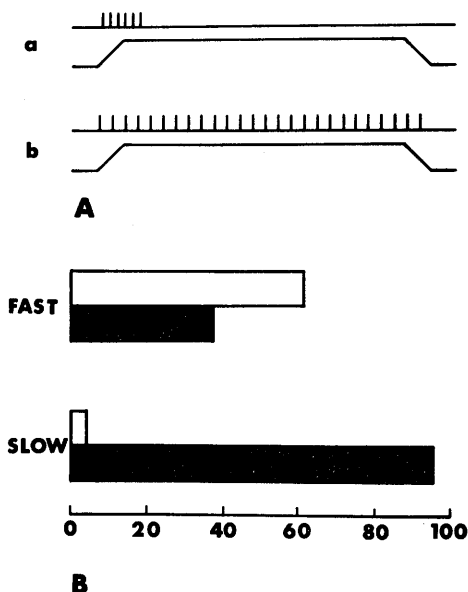


Fig. 1. A: Schematic diagram showing discharge patterns of α -motoneurons in response to muscle stretch. Each pairs show reflex discharge (upper trace) and tension profile (lower trace). a: a phasically firing pattern, b: a tonically firing pattern. B: Histogram showing percentage distribution of firing patterns in fast and slow motor units. The open and shaded black bars show incidence of the phasic firing pattern and the tonic firing pattern, respectively.

動しなかった。図 1-B は観察した速い運動単位と遅い運動単位のうち相動性の発射パターンを示したものと、緊張性の発射パターンを示したものと割合を百分率ヒストグラムで表わしたものである。速い運動単位の 61% (11 単位) は相動性のパターンを、39% (7 単位) は緊張性のパターンを示した。これに対して遅い運動単位の 94% (24 単位) は緊張性のパターンを示した。しかし 4% (1 単位) は相動性の発射パターンを示した。

B. 伸張反射放電におよぼす大脳皮質運動野の刺激効果

図 2-A, B はそれぞれ速い運動単位と遅い運動単位の収縮特性と伸張反射放電およびその反射放電におよぼす大脳皮質運動野の刺激効果の記録を示したものである。A は速い運動単位で

相動性の発射パターンを示したものである (a, b). この運動単位の伸張反射放電が消失したのち、大脳皮質運動野に刺激を加えると再び発火し、やがて刺激期間中にもかかわらず放電は消失した (c). 記録 d は伸張前に皮質刺激を開始し、その刺激期間中筋を伸張した記録である. この運動単位は c と同じ強度の皮質刺激だけでは応答せず、筋伸張により誘発された単シナプス性の求心性入力と上位からの入力が増重された結果、発火閾値に達したことが推測される. しかしながら、c の張力曲線に注目すると皮質

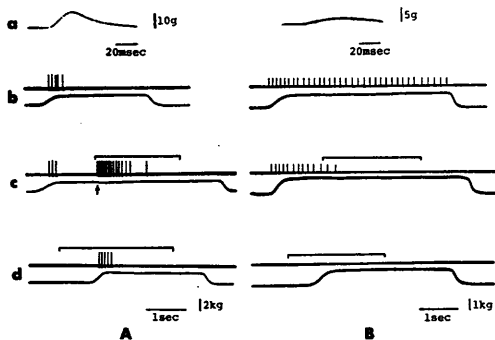


Fig. 2. Effects of electrical stimulation of the contralateral motor cortex on stretch reflex of MG fast-phasic (left records) and slow-tonic motor units (right records). a: profile of twitch tension, b: reflex firing (upper trace) in response to muscle stretch (lower trace), c: effects of cortical stimulation on the activities of motor units during sustained stretch, d: cortical stimulation preceding to stretch. The lines above each record of reflex firings indicate the period of cortical stimulation.

刺激開始直後張力の低下が見られる (矢印). この運動単位が所属する筋は全体としては皮質刺激によって抑制効果を受けていることを示している. このような抑制効果による筋張力の減少は多くの運動単位で観察された.

これに対してBは遅い運動単位で緊張性の発射パターンを呈する運動単位 (S-T 運動単位) である. このように遅い運動単位は前述した如く緊張性の発射パターンを示すものが多かった (表 1). この運動単位は筋伸張後に行なった皮質運動野刺激により刺激開始後持続していた反

射放電は消失した (c). また皮質運動野刺激中に筋を伸張しても発火が見られなかった (d). これらの諸成績からネコ下肢伸筋の速い運動単位ならびに遅い運動単位には皮質運動野から質的に異なる入力が存在することが推察される.

本実験で得た18個の速い運動単位のうち相動性の放電様式を示す11個の運動単位 (F-P 運動単位) はすべて皮質運動野から促通効果を受けた. しかし緊張性の発射パターンを示す残りの7個の運動単位 (F-T 運動単位) のうち3個の運動単位は皮質運動野刺激により促通効果を示

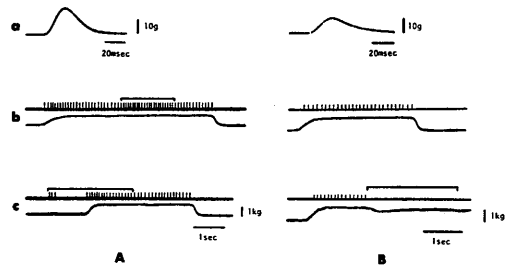


Fig. 3. Records from two fast MG motor units showing tonic pattern. Record A and B show motor units revealed facilitatory and inhibitory effects to cortical stimulation respectively. a: profiles of twitch tension, b: A is the effect of cortical stimulation on reflex discharge during muscle stretch, and B is a reflex discharge in response to muscle stretch alone. c: A is the effect of cortical stimulation preceding to muscle stretch, and B is the effect of cortical stimulation during sustained stretch on reflex discharge.

し、4個の運動単位は抑制性効果を呈した.

図 3-Aは速い運動単位で緊張性の発射パターンを示すが、皮質運動野刺激により促通効果を受けている. この運動単位はcの記録で見られるように皮質運動野刺激のみで発火している. これに対してBはF-T運動単位であるが、皮質運動野刺激により抑制効果が観察された例であり、皮質刺激により放電が消失している (c). このようなF-T運動単位はBurke⁷⁾が報告したF*タイプ (単収縮張力1.5g以下) に相当することも考えられるが、これらの運動単位の単収縮張力の大きさはそれに対応しなかつ

Table 1. Number of motor units facilitated and inhibited by cortical stimulation and their functional characteristics

Motor unit type	Discharge pattern	F	I	Conduction velocity (m/sec, mean)	Twitch tension (g, mean)
Fast	Phasic	11	0	110.0(S. D.±14.0)	13.5(S. D.±7.5)
	Tonic	3	4		
Slow	Phasic	1	0	88.5(S. D.± 9.5)	2.3(S. D.±3.9)
	Tonic	0	24		

F : Facilitation, I : Inhibition

た。

一方、25個の遅い運動単位のうち24個は緊張性の放電様式 (S-T 運動単位) を示し、皮質運動野刺激により抑制性効果を示した (表 1)。以上の結果、皮質運動野の刺激は F-P 運動単位に対して促進性に作用し、F-T 運動単位は促進性または抑制性作用を受けた。これに対して遅い運動単位は 1 例を除きすべて皮質運動野刺激により緊張性の発射パターンで反応し、皮質運動野から抑制性作用を受けた。これらの運動単位に促進および抑制効果を誘発する皮質運動野の刺激閾値は 50~500 μ A であったが、運動単位の多くは 100~300 μ A の刺激強度でその効果が出現した。そして S-T 運動単位に対する閾値は F-P 運動単位のそれよりも全般的に低い傾向にあった。

F-P 運動単位を支配する運動ニューロンの大きさは S-T 運動単位のそれよりも大きく、その大きさ (細胞の入力抵抗から推定) は軸索伝導速度および張力の大きさと関係があることが報告されている⁶⁾²⁸⁾。そこで図 4 は測定した運動単位の軸索伝導速度と収縮の速さ (単収縮時間の逆数)、皮質運動野の刺激効果との関係を示したものである。伝導速度が増加するにしたがって運動単位の収縮時間は短くなる傾向にあり、両者の間には有意に高い正の相関関係が見出された ($r=0.812$, $P<0.001$)。すなわち単収縮のピークまでの時間が 40msec 以上の遅い運動単位の軸索伝導速度 (平均, 88.5m/sec) は 40msec 以下の単収縮時間を示した速い運動単位 (平均, 110.0m/sec) のそれよりも遅く、前述の如くそのほとんどは皮質運動野から抑制

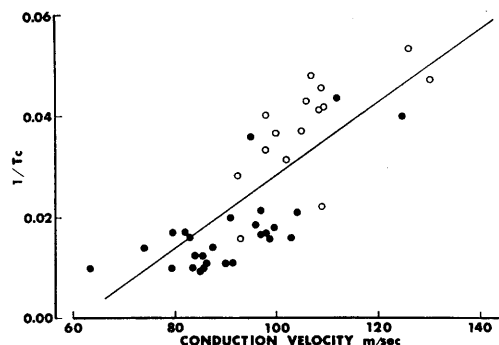


Fig. 4. Relation between reciprocal of twitch contraction time (ordinate) and axonal conduction velocity (abscissa) in forty-three triceps surae motor units. All of the motor units investigated were shown facilitatory (open circles) or inhibited (solid circles) effects to cortical stimulation. The linear regression was significantly different from zero ($r=0.812$, $p<0.001$).

性効果を受けた。これに対して軸索伝導速度の早い速い運動単位の多くは皮質運動野から促進性支配を受けることが明らかである。なお運動単位の単収縮張力は速い運動単位が遅い運動単位より大きい値を示した (表 1)。いかえると皮質運動野から興奮性の効果を受ける運動ニューロンは、抑制性の支配を受ける運動ニューロンよりその大きさが大きい傾向にあると推察できる。

C. 同一運動ニューロン群内における皮質運動野の特異的支配

これまでの単一運動単位別に調べた成績によると皮質運動野の興奮は脊髄の F 型運動ニューロンおよび S 型運動ニューロンに対して、それぞれ興奮性と抑制性の効果と同時におよびしていることが推測される。また図 2-A の C の張

力の減少からも大脳皮質運動野の速い運動ニューロンおよび遅い運動ニューロンに対する特異的制御の可能性が示唆されよう。この点をさらに確認するためにMG運動ニューロン群内のスパイク高の異なる運動ニューロンにおよぼす大脳皮質運動野の刺激効果について検討した。

図5はMGの筋電図(上, 中段)とMGフィラメント(下段)から記録した緊張性振動反射放電に対する皮質運動野の刺激効果を示したものである。上段の記録は頻度160Hz, 振幅50 μ mの正弦波振動に応ずるMG運動単位の活動

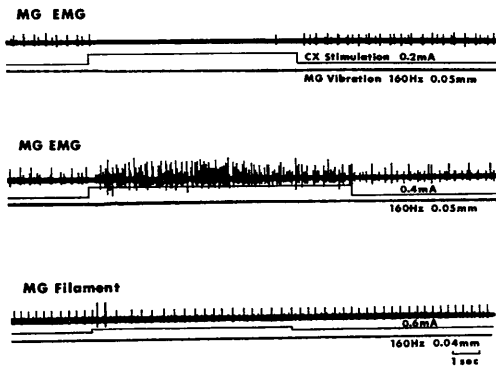


Fig. 5. Records of EMG activity (upper and middle records) and activity of a few MG motor axons (lower record) in a natural filament of MG muscle nerve. These records were obtained from same preparation.

電位の記録である。これらの運動単位の活動は0.2mA, 400Hzの皮質運動野刺激により抑制されている。さらに皮質運動野の刺激強度を0.4mAにすると, 中段の記録に見られるように振動刺激に応じなかったスパイク高の大きい運動単位が活動化されている。しかし, このEMG記録では多くの単位が記録され, また反応している単位の大きさを推定するパラメーターとしての軸索伝導速度の測定が不可能であるので, 実験手順Ⅱの方法により2個の単位を含むフィラメントを選んで観察した。下段はその代表例であるが上, 中段の記録と同じMG標本から得た記録である。160Hzの振動刺激に反応する小さなスパイクをもつ運動単位は0.6mAの皮質刺激

によって頻度が減少しているのに対して大きなスパイクを持つ運動単位が相動性に発火している。因みに小さなスパイクを呈した運動単位よりも大きなスパイクを呈した運動単位の伝導速度の方が速かった(小さなスパイクを示した運動単位の伝導速度: 73.6m/sec, 大きなスパイクを示した運動単位の伝導速度: 86.5m/sec)。したがってスパイクの振幅と軸索伝導速度から見て大きい運動ニューロンが活動化されたのに対して持続的に放電していた小さい運動ニューロンが抑制されたことは明らかである。

Ⅳ. 論 議

本研究は完全な中枢神経幹をもつ麻醉ネコの単一運動単位の収縮の速さと軸索の伝導速度の結果から, 運動ニューロンの大きさを推定し, 次いで大きさを異にする運動ニューロンの伸張反射放電におよぼす大脳皮質運動野の刺激効果についてしらべ, 運動単位の参加順序を運動ニューロンの大きさにもとづいて論議せんとするものである。

脊髄 α 運動ニューロンは, そのニューロンの順応現象²⁵⁾³⁵⁾やシナプス入力構成の差により筋の伸張や振動刺激³⁾に対する反応を異にする。Granit たち¹⁷⁾¹⁹⁾は除脳ネコの腓腹筋, ヒラメ筋の求心性線維に反復刺激を加え, 反復刺激後増強のうちにその筋の持続的伸張による反射や, そのほかの反射における放電様式から運動ニューロンを緊張性運動ニューロンと相動性運動ニューロンに分類した。本実験結果は頻回の筋伸張ののち, 機能的に一本に分離した前根フィラメントから得られたもので, 緊張性の発射パターンと相動性の発射パターンに分類された。

緊張性運動ニューロンや相動性運動ニューロンが支配する筋単位はその単収縮時間により速い運動単位と遅い運動単位に分類された³²⁾。その結果多くの速い運動単位(61.1%)は相動性の発射パターンを, 残りの運動単位(38.9%)は緊張性の発射パターンを呈した。一方遅い運動単位はほとんどすべて(96.0%)が緊張性に

応答した。現在までの研究によると、遅い運動単位で緊張性の放電を呈する運動単位は細い軸索と遅い伝導速度をもち、速い運動単位で相動性の発射パターンを示す運動単位は太い軸索と速い伝導速度をもつものと解されている¹³⁾¹⁹⁾。また Bessou たち⁴⁾と Proske と Waite³⁴⁾は単収縮時間と軸索伝導速度の間に相関があることを報告している。また遅い伝導速度をもつ運動ニューロンは速い伝導速度をもつ運動ニューロンよりも細胞の入力抵抗は大きく、細胞内通電による反復放電の閾値が低い²⁸⁾。さらに Burke⁷⁾は、速い運動単位のほとんどは相動性運動ニューロンに対応し、遅い運動単位はすべて緊張性運動ニューロンに相当することを明らかにし、加えて軸索伝導速度と入力抵抗の対数との間に負の相関関係を得た。そして速い運動単位は遅い運動単位よりも軸索伝導速度は速く、入力抵抗は小さい傾向を報告した⁶⁾⁷⁾。これらの諸成績は軸索伝導速度が運動ニューロンの大きさを反映することを示唆している。本研究においても図4に見られるように軸索伝導速度と単収縮時間の逆数との間に直線関係が得られたので、遅い運動単位は速い運動単位よりも運動ニューロンの大きさが小さいことを示唆している。

これまで多数行なわれている錐体路刺激の α 運動ニューロンにおよぼす影響についての研究結果は、伸筋に対して抑制性に作用し屈筋に対して興奮性に作用するという所見であった¹⁾²⁾²⁷⁾⁴⁰⁾。しかし単一運動ニューロンを調べた研究によると、上記の効果とは相反する効果を呈する運動ニューロンが伸筋運動ニューロンにも、屈筋運動ニューロンにも見出されている¹⁾³⁰⁾。したがって本成績は、これまで一般に認められてきた伸筋抑制と屈筋促進という特異的な効果に加えて、同一の運動ニューロン群内でも抑制性効果と促進性効果を受けるものがあることを示唆しているものと考えられる。

さらに、Endo たち¹⁴⁾は錐体ネコを用い下肢の伸筋や屈筋の運動を支配している速い運動ニューロンと遅い運動ニューロンに対する皮質運

動野の刺激効果をしらべ、速い運動ニューロンでは興奮性シナプス後電位が、遅い運動ニューロンでは抑制性シナプス後電位がそれぞれ優先的に誘発されることを報告している。本研究は中枢神経幹と神経筋の完全な動物を実験に供したこと、ならびに屈筋については検討していないという点で彼等の研究と差異がある。つまり本実験の運動単位の反射放電に対する皮質刺激効果は錐体路系のみならず錐体外路系の効果も含まれていることである。それにもかかわらず皮質運動野の刺激効果は F-P 運動単位に対しては主に興奮性に、S-T 運動単位に対しては抑制性に作用することが観察された。このような脊髄 α 運動ニューロンにおよぼす皮質運動野の刺激効果が屈筋と伸筋に対する効果でなく、速い運動ニューロンならびに遅い運動ニューロンに対しても特異的作用をもつという事実は、高い張力水準で速い運動を遂行する時に運動単位のきまりきった参加順序とは逆に速い運動単位が優先して動員されるという可能性を示唆するという点で非常に興味ある問題と考えられる。

中枢神経幹から神経筋まで完全な状態にある標本では、皮質運動野刺激は γ 運動ニューロンを介して α 運動ニューロンにおよぼす効果も考えねばならない。これまで、 γ 運動ニューロンの活動におよぼす皮質錐体路系の作用は後肢屈筋に対して促進、伸筋に対して抑制といわれてきた¹⁵⁾¹⁸⁾²⁷⁾³³⁾。しかしながら、Vedel⁴¹⁾は伸筋の dynamic γ 運動ニューロン (γ_D 運動ニューロン)も皮質運動野刺激によって促進されることを示した。さらに、Vedel と Mouillac-Baudevin⁴²⁾は麻酔の深さによって足首伸筋の static γ 運動ニューロン (γ_S 運動ニューロン)と γ_D 運動ニューロンにおよぼす刺激効果が変化することを報告した。すなわち軽い麻酔では、 γ_S と γ_D 運動ニューロンとも抑制されるが、中程度の麻酔では両者とも促進される。そしてその効果は γ_D 運動ニューロンに対しては強力に、 γ_S 運動ニューロンには僅かであった。また、Fidone と Preston¹⁵⁾は錐体ネコの足首

伸筋 γ 運動ニューロンの約 1/3, 屈筋のその約 3/4 は皮質運動野刺激により促進効果を, 残りは抑制効果を受けると報告している. そして伸筋と屈筋 γ 運動ニューロンの促進と抑制効果を示す割合が Crowe と Matthews⁹⁾ によってえられた γ_S 運動ニューロンと γ_D 運動ニューロンの比と類似していることから, 伸筋の γ_S 運動ニューロンと屈筋 γ_D 運動ニューロンは抑制効果を, 伸筋 γ_D 運動ニューロンと γ_S 運動ニューロンは促進効果を受けると推定した. これと類似の成績は膝の伸, 屈筋についてもえられている²⁰⁾. 次いで, Durkovic たち¹²⁾ は錐体ネコの足首伸, 屈筋の γ_S と γ_D 運動ニューロンの皮質運動野の刺激効果を調べ, γ_D 運動ニューロンはほとんど効果が現われなかったが, 伸筋 γ_S 運動ニューロンは抑制効果を, 屈筋のそれは促進効果を受けると見出した. これらの成績を勘案すると, 皮質運動野の活動は伸筋 γ_S 運動ニューロンを促進するよりむしろ抑制する方向に作用し, γ_D 運動ニューロンは抑制されるよりはむしろ促進される傾向にあると考えられる. 本実験は筋紡錘求心性入力を記録していないので, γ 運動ニューロンの皮質運動野刺激に対する応答は不明である. したがって, 上記の推察に基づき今回えられた結果を考察する.

今回用いた動物は除脳固縮に近い状態にあるので, γ 運動ニューロンは自発性に放電していると考えられる. したがって, γ ループを介して α 運動ニューロンを閾下興奮の状態に置くであろう. このような状態において筋を伸展すると α 運動ニューロンは放電を開始する. この際皮質運動野を刺激すると, γ 運動ニューロンはなんらかの影響を受ける. 皮質運動野刺激により γ_S 運動ニューロンが抑制され, γ_D 運動ニューロンが促進されたとすれば, 筋紡錘求心性入力は皮質運動野が刺激されていない状態とほとんど変わらないと考えられ, 放電は休止せずに継続するであろう. しかしながら, すべての S-T 運動単位は皮質運動野刺激により抑制され, その放電は消失した. したがって, この抑

制効果は γ 系を介する間接的な効果よりもむしろ錐体路系および錐体外路系を經由して α 運動ニューロンにおよぼす抑制性入力によって惹起されたと考えるのが妥当であろう.

一方, F-P 運動単位は主に筋伸展の動的相に斉射様の放電を示し, すぐ放電を停止する. その後の定常的伸展相において皮質運動野を刺激するとこの運動単位は斉射放電を呈した. この時 γ_S 運動ニューロンが抑制され, γ_D 運動ニューロンが促進されたとすれば, この放電は主に γ_D 運動ニューロンの促進効果のみで誘発されたと考えなければならない. 定常的伸展相において, γ_D 運動ニューロンの活動に基づく group 1a 求心性入力は γ_S 運動ニューロンの活動によって誘発される入力よりも小さい⁹⁾. しかも F-P 運動単位に対する group 1a 求心性入力は S-T 運動単位のそれよりも小さいという Burke たち⁸⁾ の成績を考慮すると, F-P 運動単位の促進効果は γ 系の関与も勿論無視できないが, γ 系のみ活動によって誘起されたものとは考えにくく, 主に皮質運動野の興奮性入力により誘発されたものと推測される. 皮質運動野錐体路系が slow および fast α 運動ニューロンに対して質的に異なるシナプス入力を有するという成績¹⁴⁾ は上記の推測を支持するであろう. いずれにしても, α 運動ニューロンの伸張反射放電と同時に筋紡錘求心性入力を記録し, γ 運動ニューロンに対する皮質運動野の刺激効果を検索することが必要であろう.

Henneman たち²³⁾²⁴⁾³⁶⁾ は group 1a 求心性入力による size principle を提唱して以来, 上位中枢からの入力に対してもこの原則が成立することを報告してきた. その後ヒトの運動単位においてもこの size principle が適用出来ることを見出した²²⁾. これに加えてヒトのゆっくりした随意収縮でも運動ニューロンはその大きさにしたがって小さい運動ニューロンから参加するとの所見が多く報告されている¹⁶⁾³¹⁾³⁸⁾. 最近随意的にいかにも早い収縮を遂行しても参加順序は size principle にしたがうという成績が得られている¹⁰⁾¹¹⁾. 他方運動単位の参加順序

の逆転を示唆する成績についてもいくつかの報告が見られ、Hannerz のグループ⁵⁾²¹⁾は軸索伝導速度や放電頻度にもとづいて同定した運動単位が速い収縮においてその参加順序を逆転する可能性を見出した。また多様な作用をもつ手指筋を本来もっている運動方向と異なる方向へ動かす時、一对の運動単位の間に参加順序の逆転があることも報告されている³⁹⁾。

Kanda たち²⁶⁾はネコで違った軸索伝導速度をもつ内側腓腹筋を支配する数個の α 運動ニューロンの緊張性振動反射に、同側腓腹神経の刺激がいかなる効果を有するかを検討した。その結果運動ニューロン群内のあるニューロンには興奮性シナプス効果を、そして他のニューロンには抑制性効果を同時におよびすことを認めた。この成績は、運動単位の一定の参加順序が運動ニューロンに対する入力量によって決まるとする考え方からすると、量的入力構成とは別に速い運動ニューロンと遅い運動ニューロンに対して質的に異なる入力系が存在することを示唆するものである。著者の研究成績から、この入力系とはその起源を異にした別の入力系の存在が推察されるのであって、大脳皮質運動野の刺激は同じ運動ニューロン群内の軸索伝導速度と緊張性振動刺激に対する閾値とを異にした数個の運動ニューロンに対してあるものには促進性に他のものには抑制性の効果を同時におよびすことが認められた (図5)。さらに単一の速い運動単位と遅い運動単位の伸張反射放電におよぼす皮質運動野の刺激効果を考えると、機能的に違った α 運動ニューロンに対し皮質運動野が特異的に制御しているという観察結果は、敏速で力強い意図的な筋収縮では主に速い運動単位が主役を演ずるのではないかという可能性を示唆している。これまでの多くの研究では、運動に際して関与する運動ニューロンはきまってきた参加順序で参加して来るものと報告されており、したがって運動ニューロンへの入力が興奮性であろうと抑制性であろうと同一運動ニューロン群内のすべての運動ニューロンに対して同じ密度で投射し、運動ニューロンの興奮性

はその大きさにもとづく入力抵抗によって決定されるとしている。そうしてかかるシナプス構成は運動ニューロン群内の機能的に異なる運動単位が選択的に活動化される様には構成されていないものと解される。しかしながら本研究の結果からは固定した参加順序を変え得る可能性のあることが強く示唆されている。

V. 要 約

1) ネコの下腿三頭筋における速い運動単位と遅い運動単位の伸張反射や振動反射におよぼす対側皮質運動野刺激の効果を調べ、運動単位の参加様式が size principle にしたがうものなのか、あるいはその順序が変更されるか否かを検討した。

2) 第七腰髄と第一仙髄の前根を切断せずに分離し、機能的にみて単一軸索を含むと同定されたフィラメントから双極電極を用いて単一運動単位の反射放電と軸索伝導速度を記録すると同時に、この運動単位の収縮特性をも観察した。

3) 43個の運動単位の軸索伝導速度と単収縮時間の逆数の間に有意な相関関係が得られた。軸索伝導速度は運動ニューロンの大きさを反映することから、大きな運動ニューロンは速い運動単位に、小さい運動ニューロンは遅い運動単位に対応した。

4) 11個の速い運動単位の反射放電は相動性の発射パターンを呈し、これらは皮質運動野の反復刺激によりすべて促進性効果を示した。残りの F-T 運動単位は促進効果を受ける単位 (3個) と、抑制効果を示す単位 (4個) が見られた。これに対して、遅い運動単位のほとんど (24個) は緊張性の放電様式を示し、皮質刺激により抑制された。残り1個は相動性に発火し、興奮性効果を示した。

5) 内側腓腹筋運動ニューロン群のなかで伝導速度が速く、振動反射閾値の高い運動ニューロンと、伝導速度が遅く振動刺激に対する閾値の低い運動ニューロンは皮質運動野刺激によりそれぞれ同時に興奮性と抑制性効果を受けた。

6) 筋活動の発現に際し筋肉を支配している運動ニューロンはその大きさにしたがって小さいニューロンから活動化されるという一定の参加順序は、錐体路系によって変更されうる可能性が示唆された。

稿を終るにあたり、終始親切なる御指導と御校閲の労を賜りました故丹生治夫山口大学名誉教授、また終始親切に御鞭撻いただくとともに御校閲していただいた山口大学生理学第二講座の村上憲教授に深甚なる感謝の意を表します。

本研究は、一部文部省科学研究費によって行なわれたものであることを附記します。

文 献

- 1) Agnew, R. F. & Preston, J. B. (1965) Motor cortex-pyramidal effects on single ankle flexor and extensor motoneurons of the cat. *Exp. Neurol.* **12**, 384-398
- 2) Agnew, R. F., Preston, J. B. & Whitlock, D. G. (1963) Patterns of motor cortex effects on ankle flexor and extensor motoneurons in the "pyramidal" cat preparation. *Exp. Neurol.* **8**, 248-263
- 3) Anastasijević, R., Anojić, M., Todorović, B. & Vuco, J. (1968) The differential reflex excitability of alpha motoneurons of decerebrate cats caused by vibration applied to the tendon of the gastrocnemius medialis muscle. *Brain Res.* **11**, 336-346
- 4) Bessou, P., Émonet-Denand, F. & Laporte, Y. (1963) Relation entre la vitesse de conduction des fibres nerveuses motrices et le temps de contraction de leurs unités. *C. R. Acad. Sci. (Paris)*. **256**, 5625-5627
- 5) Borg, J., Grimby, L. & Hannerz, J. (1978) Axonal conduction velocity and voluntary discharge properties of individual short toe extensor motor units in man. *J. Physiol.* **277**, 143-152
- 6) Burke, R. E. (1967) Motor unit types of cat triceps surae muscle. *J. Physiol.* **193**, 141-160
- 7) Burke, R. E. (1968) Firing patterns of gastrocnemius motor units in the decerebrate cat. *J. Physiol.* **196**, 631-654
- 8) Burke, R. E., Rymer, W. Z. & Walsh, J. V. (1976) Relative strength of synaptic input from short-latency pathways to motor units defined type in cat medial gastrocnemius. *J. Neurophysiol.* **39**, 447-458
- 9) Crowe, A. & Matthews, P. B. C. (1964) The effects of stimulation of static and dynamic fusimotor fibres on the response to stretching of the primary endings of muscle spindles. *J. Physiol.* **174**, 109-131
- 10) Desmedt, J. E. & Godaux, E. (1977) Ballistic contractions in man: characteristic recruitment pattern of single motor units of the tibialis anterior muscle. *J. Physiol.* **264**, 673-693
- 11) Desmedt, J. E. & Godaux, E. (1977) Fast motor units are not preferentially activated in rapid voluntary contractions in man. *Nature*, **267**, 717-719
- 12) Durkovic, R. G., Piwonka, R. W. & Preston, J. B. (1972) Cortical modulation of spindle afferent discharge patterns in the pyramidal cat. *Brain Res.* **40**, 179-186
- 13) Eccles, J. C., Eccles, R. & Lundberg, A. (1958) The action potentials of the alpha motoneurons supplying fast and slow muscles. *J. Physiol.* **142**, 275-291
- 14) Endo, K., Araki, T. & Kawai, Y. (1975) Contra- and ipsilateral cortical and rubral effects on fast and slow spinal motoneurons of the cat. *Brain Res.* **88**, 91-98
- 15) Fidone, S. J. & Preston, J. B. (1969) Patterns of motor cortex control of flexor and extensor cat fusimotor neurons. *J. Neurophysiol.* **32**, 103-115
- 16) Freund, H. J., Büdingen, H. J. & Dietz, V. (1975) Activity of single motor units from human forearm muscles during voluntary isometric contractions. *J. Neurophysiol.* **38**, 933-946
- 17) Granit, R., Henatsch, H. -D. & Steg, G. (1956) Tonic and phasic ventral horn cells differentiated by post-tetanic potentiation in cat extensors. *Acta physiol. scand.* **37**, 114-126
- 18) Granit, R. & Kadda, B. R. (1952) Influence of stimulation of central nervous structures on muscle spindles in cat. *Acta physiol. scand.* **27**, 130-160
- 19) Granit, R., Phillips, C. G., Skoglund, S. & Steg, G. (1957) Differentiation of tonic from phasic alpha ventral horn cells by stretch, pinna and crossed extensor reflexes. *J. Neurophysiol.* **20**, 470-481
- 20) Grigg, P. (1972) Motor cortex modulation of knee flexor and extensor fusimotor neurons in the 'pyramidal' cat. *Brain Res.* **48**, 390-393
- 21) Grimby, L. & Hannerz, J. (1977) Firing rate and recruitment order of toe extensor motor units in different modes of voluntary contrac-

- tion. *J. Physiol.* **264**, 865-879
- 22) Henneman, E., Shahani, B. T. & Young, R. R. (1976) Voluntary control of human motor units. In: Shahani, M. *The motor system: Neurophysiology and muscle mechanism*, 1st Ed., Elsevier, Amsterdam, 73-78
- 23) Henneman, E., Somjen, G. & Carpenter, D. O. (1965) Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *J. Neurophysiol.* **28**, 560-580
- 24) Henneman, E., Somjen, G. & Carpenter, D. O. (1965) Excitability and inhibibility of motoneurons of different sizes. *J. Neurophysiol.* **28**, 599-620
- 25) Homma, S. (1963) Phasic stretch of muscle and afferent impulse transmission in tonic and phasic motoneurons. *Jpn. J. Physiol.* **13**, 351-365
- 26) Kanda, K., Burke, R. E. & Walmsley, B. (1977) Differential control of fast and slow twitch motor units in the decerebrate cat. *Exp. Brain Res.* **29**, 57-74
- 27) Kato, M., Takamura, H. & Fujimori, B. (1964) Studies on effects of pyramid stimulation upon flexor and extensor motoneurons and gamma motoneurons. *Jpn. J. Physiol.* **14**, 34-44
- 28) Kernell, D. (1966) Input resistance, electrical excitability, and size of ventral horn cells in cat spinal cord. *Science*, **152**, 1637-1640
- 29) Kernell, D. & Sjöholm, H. (1975) Recruitment and firing modulation of motor unit tension in a small muscle of the cat's foot. *Brain Res.* **98**, 57-72
- 30) Lundberg, A. & Voorhoeve, P. (1962) Effects from the pyramidal tract on spinal reflex arcs. *Acta physiol. scand.* **56**, 201-219
- 31) Milner-Brown, H. S., Stein, R. B. & Yemm, R. (1973) The orderly recruitment of human motor units during voluntary isometric contractions. *J. Physiol.* **230**, 359-370
- 32) 皆川孝志, 丹生治夫 (1976) ネコ運動単位の伸張反射応答と収縮特性について. *日本生理誌* **38**, 107
- 33) Mortimer, E. M. & Akert, K. (1961) Cortical control and representation of fusimotor neurons. *Am. J. phys. Med.* **40**, 228-248
- 34) Proske, U. & Waite, P. M. E. (1974) Properties of types of motor units in the medial gastrocnemius muscle of the cat. *Brain Res.* **67**, 89-101
- 35) Sasaki, K. & Otani, T. (1961) Accomodation in spinal motoneurons of the cat. *Jpn. J. Physiol.* **11**, 443-456
- 36) Somjen, G., Carpenter, D. O. & Henneman, E. (1965) Responses of motoneurons of different sizes to graded stimulation of supraspinal centers of the brain. *J. Neurophysiol.* **28**, 958-965
- 37) Stephens, J. A. & Stuart, D. G. (1975) The motor units of cat medial gastrocnemius: Speedsize relations and their significance for the recruitment order of motor units. *Brain Res.* **91**, 177-195
- 38) Tanji, J. & Kato, M. (1973) Recruitment of motor units in voluntary contraction of a finger muscle in man. *Exp. Neurol.* **40**, 759-770
- 39) Thomas, J. S., Schmidt, E. M. & Hambrecht, F. T. (1978) Facility of motor unit control during tasks defined directly in terms of unit behaviors. *Exp. Neurol.* **59**, 384-395
- 40) Uemura, K. & Preston, J. B. (1965) Comparison of motor cortex influences upon various hind-limb motoneurons in pyramidal cats and primates. *J. Neurophysiol.* **28**, 398-412
- 41) Vedel, J. P. (1966) Mise en évidence d'un contrôle cortical de l'activité des fibres fusimotrices dynamiques chez le Chat par la voie pyramidale. *C. R. Acad. Sci. (Paris)*. **262**, 908-911
- 42) Vedel, J. P. & Mouillac-Baudevin, J. (1970) Contrôle pyramidal de l'activité des fibres fusimotrices dynamiques et statiques chez le Chat. *Exp. Brain Res.* **10**, 39-63

第12回東北生理学談話会

日 時：昭和54年10月13日（土），14日（日）

場 所：釜房 憩 の 家

当番幹事：東北大学応用情報学研究センター 塚原 保夫

1. スナネズミ下垂体後葉の ADH 含量

毛利虎一，丸山武夫*（東北大，医，第二内科・
応用生理*）

Glick らの方法にしたがい，ウシ血清アルブミンと Arginine-Vasopressin を glutaraldehyde を用いて conjugate し，Freund's complete adjuvant を用いて3匹のウサギに免疫注射した。そのうちの1匹は初回免疫後17週で飲水量が1,600ml/日となり，Arg-Vasopressin に対する良好な抗体を産生した。抗血清を400,000倍にして用いた RIA では，B/T=47% で最小測定感度は0.6pg/tube であった。Miller らの方法にしたがって，スナネズミの下垂体から ADH を抽出し，RIA により ADH の含量を測定した。体重60-80g，平均 67.1 ± 7.6 g の成熟スナネズミ7匹の下垂体1個あたりの ADH 含量は154.5-189.0mU/pituitary（平均 172.1 ± 12.5 mU/pituitary）で，正常ラットの38%であった。体重100gあたりの ADH 含量に換算すると，スナネズミでは223.8-315.0mU/100g（平均 258.7 ± 31.0 mU/100g）となり，正常ラットの体重100gあたりの ADH 含量の154%であった。

2. 培養下垂体 GH 細胞の細胞膜電気特性におけるカルシウム依存性

丸山武夫（東北大，医，応用生理）

ラット下垂体前葉由来の成長ホルモン（GH）分泌細胞を用いて実験をおこなった。GH 細胞は培養中分裂をくりかえし，細胞質内に分泌顆粒を認める。これら GH 細胞に外向きの電流を与えると，立ちあがりの速い膜電位変化と，与えた電流を止めた後に under shoot の電位変化が生じた。また外向きの電流を与えると遅滞整流が認められた。これら GH 細胞の静止膜電位はほぼ -55 mV，input resistance は 36 M Ω であった。外向きの電流によって誘発される電位変化は， 10^{-7} g/ml tetrodotoxin を溶液中に与えても何ら変化しなかったが， Ca^{2+} -free， 10^{-5} g/ml D-600， 1.2 mM LaCl_3 ， 5 mM MnCl ， 5 mM CoCl_2 によって消

失した。外向きの電流によって生ずる電位変化は溶液中の Ca^{2+} 濃度を高めると増大する傾向を示した。また，溶液中の Ca^{2+} 濃度を高めると一過性の膜電位の脱分極と同時に input resistance の減少が生じ，続いて膜電位は過分極し，それに伴って input resistance の増大が認められた。以上の結果から GH 細胞に外向きの電流を与えて誘発される電位変化は Ca^{2+} -spike であり，溶液中に Ca^{2+} を与えたときに生じる一過性の脱分極と膜抵抗の減少は Ca^{2+} の膜透過性の増大によるものであり，ひきつづいておこる膜電位の過分極，膜抵抗の増大は Na^+ の膜透過性の減少によるものと推測される。

3. 結腸細平滑筋における Ba^{++} の種々の濃度下の膜電流のカイネティクス

猪又八郎，三又知文，丸山芳夫（東北大，医，
応用生理）

モルモット結腸細平滑筋の外液 Ca^{++} free Ba^{++} 2.5, 10, 20, 68mM濃度のそれぞれ溶液下の膜イオン電流の動向について二重シヨ糖隔絶法を用いて比較検討した。(1)電流固定時の膜電位応答：静止電位は $[\text{Ba}^{++}]_0$ 2.5から20mM範囲内で僅かの過分極方向の移動がみとめられるが Na^+ free 68 mMで15mV程の著明な過分極が発生する。spikeの高さは $[\text{Ba}^{++}]_0$ に依存し， 60.6 ± 7.06 (2.5mM) から 94.6 ± 3.6 mV (68mM) に達する。この再分極の plateau 相も $[\text{Ba}^{++}]_0$ に比例して著しく延長する。(2)電圧固定時の膜電流応答：Ca 電流に比較して Ba 電流はその活性化，不活性化のそれぞれの時定数 (τ_m , τ_h) は優位に大きい。特にこの不活性化過程の時定数は $[\text{Ba}^{++}]_0$ の上昇とともに増大する。Ba 逆転電位 (E_{Ba}) およびその最大電流 ($\text{max}I_{\text{Ba}}$) は $[\text{Ba}^{++}]_0$ の上昇とともに陽極側右方向に推移および増大を示す。 $[\text{Ba}^{++}]_0$ の対数値に対して E_{Ba} および $\text{max}I_{\text{Ba}}$ 値は2.5から68 mM範囲にわたって殆んど直線関係がみとめられた。外向き K 電流 (I_{K}) は $[\text{Ba}^{++}]_0$ に依存して著しく抑制される。K の chord conductance (g_{K}), slope

conductance (G_K) は $[Ba^{++}]_0$ により減少するが高濃度下68mM 液下でも完全抑制はみとめられなかった。K の逆転電位 (E_K) 値は $[Ba^{++}]_0$ の値に関係なく一定であった。

4. Postsynaptic membranes は high $[K]_0$ で脱分極するか?

佐藤 誠, 染井宏祐(岩手医大, 医, 第一生理)
一般に, 細胞膜に沢山のシナプス受容器を持つニューロンは, 外液の K 濃度 $[K]_0$ を増しても中々脱分極し難く, Nernst の式にはしたがわない。ネンブタールで受容器を麻酔すると $[K]_0$ で脱分極し易くなる。これは, ネンブタール自身が膜の K-透過性を増大させる性質を持つ事にも依る。外液の pH をアルカリ性 (pH=9.0) にするとやはり $[K]_0$ で脱分極し易くなり, Nernst の式にしたがうようになる。

抑制性の synaptic input を持つニューロンは, $[K]_0$ を増すとしばしば過分極を起す。これは, $[K]_0$ が先ず presynaptic fibers を脱分極し, その末端より抑制性の transmitter を出し, それが postsynaptic membrane の Cl^- -透過性を増大させるために, high $[K]_0$ の存在下でも過分極を呈するものと解釈される。脳や脊髄内で起る K^+ -イオンの局所的な蓄積によって起る種々の効果の分析には上記の諸事実を考慮して十分注意を要する。

5. 拡散係数の不均等性の組織内酸素輸送におよぼす影響

加川朋子, 望月政司(山形大, 医, 第一生理)
Longmuir らは, 細胞内 endoplasmic reticulum 内に存在する Cytochrome P-450が酸素の輸送を速めることに関連し, 不均等媒質内での拡散速度の計算を行っている。が, 彼らは不均一層の相互間での拡散を無視している。そこで, 著者らは拡散係数が不均等に分布している場合, また, 拡散係数が酸素分圧に依存する非線形性拡散の場合について, モデル計算を試みた。モデルには種々の厚さの半無限の組織層内に不均一な分布条件を想定して, 定常状態における拡散速度, およびモデル内での O_2 分圧の分布を点反復法を用いて計算した。計算上特に工夫を要した点は, 境界における組織酸素摂取量の取扱いと, 反復の回数決定であった。前者は境界外における酸素摂取量を無

視したことにより, また, 後者は, 溶液と組織の間の境界面での拡散量が組織内における酸素摂取全量と等しくなることに注目して決定した。計算結果では, 2つの不均一な層の間での拡散を考慮すると, 2つの層が独立であるとして求めた値より一般に大きくなり, その差は不均一度合に応じて, 増大することが認められた。また拡散係数が O_2 分圧に依存する場合にも, 不均一性の効果は大きくなり, 今後の実験結果の評価に有意な指標となると考えられる。

6. 吸気 CO_2 分圧の換気応答におよぼす効果

新関久一, 田村和一, 田沢 皓(山形大, 医, 第一生理)

本田らは, 呼吸制御系について, CO_2 吸入に伴なう肺胞気 CO_2 分圧 (P_{ACO_2}) の上昇分と換気上昇に伴なう P_{ACO_2} の減少分の比, すなわち (open loop) gain は P_{ACO_2} に対する肺胞換気量の比 (response curve) のみに依存することを報告している。Open loop gain は空気呼吸時の P_{ACO_2} に対する肺胞換気量 (V_A) の関係式 (metabolic hyperbola) を用いて計算されている。一般に, metabolic hyperbola は吸入気 P_{CO_2} に依存するので open loop gain と response curve の関係についてはさらに詳細な検討が必要と思われた。

著者らは6名の被験者について, open circuit 法を用いて response curve を求め, 吸入気 CO_2 分圧の変化分に対する P_{ACO_2} の変化分の比 (minification = $\Delta P_{ACO_2} / \Delta P_{ICO_2}$), および open loop gain を求め, それらと他のパラメータとの相関を求めた。 CO_2 に対する response curve は被験者によって異なったが, Cunningham らのデータに比し, 緩やかで, 平均して0.7 l/min torrであった。 P_{ICO_2} に対する minification は一定ではなく, P_{ICO_2} と共にほぼ直線的に増加し, 換気の P_{ACO_2} を抑制する効果は, P_{ICO_2} の上昇に伴なって, むしろ減少する傾向を示した。また, open loop gain は, P_{ICO_2} の上昇に伴なって双曲線的に減少しており, 両者の関係には, 著明な個人差は見られなかった。

7. *Xenopus laevis* の carotid labyrinth

日下部辰三, 石井公正(福島医大, 医, 第一生

理)

Xenopus laevis の carotid labyrinth には、動脈系化学受容器が存在し、いわゆる glomus cell が存在することがすでに明らかにされた。この glomus cell には exocytosis を示す像がみられ、一部は分泌細胞であることが示唆されたが、さらに電顕像により次のことが明らかになった。

Xenopus の glomus cell は、稀に単独に、多くは4から5個の細胞が群をなして存在し、長い突起を持っている。この場合、細胞間に、desmosome 様結合像および、gap junction が見られる。supporter cell の発達は悪く、細胞は大部分周囲組織と直接に接している場合が多い。Dense cored vesicle の exocytosis は、しばしばこの部に見られる。また、細胞は labyrinth に存在する smooth muscle と密接な関係にある。時に17nmの間隔で、他の組織の介在なしに、直接細胞膜同士の接触が見られる。

以上のことから、glomus cell の一部は分泌細胞と思われるが、その分泌物の target の1つはおそらく、smooth muscle であると考えられる。その生理学的意義は目下のところ明らかではない。

8. オートラジオグラフ法による胃迷走神経求心性線維およびその終末の分布について

佐藤 実, 岩元 純, 古谷野速雄 (秋田大, 医, 第二生理)

迷走神経求心性線維の胃における分布については、主に生理学的な方法によって幽門部から前庭、小彎部にかけて密に分布し、その終末は胃壁の全層にあるとされている。しかし、それらの分布は、形態学的にも他の方法でも確認されていない。この実験では知覚神経の軸索流による放射性物質の胃壁内分布によって、神経線維および終末の分布を一層明確にすることを目的とした。

左側節状神経節より中樞側の神経を切断し、神経節に [¹⁴C]-ロイソンを微量注入した。軸索流の速度は、遅い流れのうち放射活性の高い部分が約1.5~2 cm/日であった。これから、注入後約10日飼育のウサギから胃を氷冷下で摘出した。胃の幽門部を切り取り、胃壁を物理的に剥離して漿膜縦走筋層、輪状筋層、粘膜層の3層に分け、各層の放射活性/湿量の測定とオートラジオグラフィー

を行なった。何れの層にも放射活性があり、特に輪状筋層に高かった。オートラジオグラフィーの結果では、これとは必ずしも対応せずに漿膜および筋層に銀粒子が、分散して存在しているせいかよく確認できない。しかし、粘膜層では、銀粒子が粘膜層の基部にある細胞の上付近に集中的に出現している。このことの生理的な意味については今後の課題である。

9. 胆道末端部粘膜ヒダの構造と機能

羽田隆吉 (弘前大, 医, 第二生理)

イヌの総胆管十二指腸壁内部 (壁内胆管) の流れに対する抵抗を順行性 (肝側から十二指腸側へ) あるいは逆行性 (十二指腸側から肝側へ) に測定した。

壁内胆管に2本のカニューレを挿入、1本は総胆管が十二指腸壁に進入する部位で固定し、他方のカニューレを移動させて胆管の実質長を変化させながら抵抗を測定した。このために定勾配圧を印加した時の開放圧を抵抗の指標とした。

胆管実質長を増大させると順行性、逆行性の開放圧はともに増大した。これは壁内胆管が抵抗を発生させる原因であることを考えさせる。また、順行性の開放圧に比して逆行性のそれは有意に大であった。これは抵抗の大小に方向性のあることを意味する。さらに逆行性開放圧の順行性開放圧に対する比は、胆管実質長が長くなるにしたがって大となる傾向が認められた。これは、壁内胆管の抵抗発生に関与する要素が、十二指腸側に偏していることを意味する。

一方壁内胆管の組織像では、十二指腸側へ近づく程、背丈が高くなり、十二指腸側へなびくように配列されている粘膜構造が観察された。この粘膜構造の特徴は、抵抗測定の結果と良く一致する。

以上のことから壁内胆管の粘膜は、順行性には胆道内圧形成の一因となり、逆行性には十二指腸内容の逆流防止に役立っているという可能性が示唆された。

10. 摘出顎下腺腺細胞に対する Isoproterenol の作用

加藤和雄, 酒井 仁, 中里 満 (山形大, 医, 第二生理)

ラットとマウスの摘出顎下腺片を、Krebs-

Henseleit 液で灌流し, Isoproterenol (Iso.) 刺激による K^+ イオンの移動と腺胞細胞内膜電位の変化から, Iso. の K^+ イオン輸送に対する作用を検討した。

1) Iso. ($4 \times 10^{-7} \sim 4 \times 10^{-4} M$) の 5 分間持続投与では, 最大 $2 \mu mol./gr. wet tissue/min.$ の K^+ イオンの取りこみが認められた。2) マウス顎下腺腺胞細胞の膜電位は平均 $53.2 mV$ であり, Iso. ($2.5 \times 10^{-7} M$) の 1 drop 投与刺激では, 平均 $9 mV$ の過分極現象が認められた。3) Iso. による過分極現象は, 次の点で ACh や Phenylephrine 刺激時の反応と異なっていた。① Iso. による過分極は, 入力抵抗の減少を伴わなかった。② Ouabain ($1 mM$) あるいは Propranolol ($5 \times 10^{-6} M$) の存在下で消失した。③ 無 K^+ あるいは低 Na^+ 灌流液中でも消失した。さらに, 無 K^+ 液を $4.7 mM$ の K^+ を含む液に換えた時に見られる発電性 Na^+ ポンプの活性化による過分極反応は, Iso. の投与によって増強された。以上の結果から, Iso. はマウスおよびラットの顎下腺腺胞細胞膜の発電性 Na^+-K^+ ポンプを直接活性化し, 外液中の K^+ イオンを細胞内に取りこみ, おそらくは細胞外へ Na^+ イオンを汲み出すものと結論することができた。

11. イヌ顎下腺における 4-Aminopyridine の副交感神経刺激作用について

清水哲夫, 柳沢輝行, 平 則夫 (東北大, 医, 第二薬理)

腺動脈から血液で灌流した顎下腺に, 4-Aminopyridine (4-AP) を動注して, 4-AP の作用動態を検索した。4-AP は唾液分泌, 血流増加を起したが TTX で消失した。1-hyoscyamine は唾液分泌作用を消失させた。節遮断剤 (hexamethonium など) は, 4-AP の作用を強く抑制したが, 鼓索-舌神経の慢性的な decentralization は 4-AP の作用を増強させなかった。 Mg^{2+} , Ca^{2+} の存在により 4-AP の作用だけが特異に抑制された。以上は 4-AP が副交感神経節後線維を反復的に刺激する結果生じるものであること, そして節の nicotinic 受容体を介しているのではなく, むしろ節後線維の negative charge した部位との bind もしくは, screening による可能性が示唆された。

12. 腺組織片の収縮反応からみた唾液腺筋上皮細胞の自律神経支配様式

西山明德, 斎藤伸二郎, 平井雅晴 (山形大, 医, 第二生理)

ラットおよびネコの唾液腺 (舌下腺, 顎下腺, 耳下腺) の摘出組織小片 ($5 \sim 30 mg$) のフィールド電気刺激 (FS) および自律神経刺激薬によって発生する張力から, この収縮系 (筋上皮細胞) の自律神経支配様式を検討した。すべて唾液腺において, $30 V$, $2 msec$ 幅の頻数刺激 ($1 \sim 100 Hz$) および Ach 刺激によって張力の発生をみた。この張力はすべて, atropine の投与によって消失した。ラット舌下腺を除いた他のすべての唾液腺において, phenylephrine (Phe), isoproterenol (Isp), noradrenaline (NA) ならびに tyramine により腺組織の収縮が誘発された。Phe の作用は, α -アドレナリン受容体遮断薬である phentolamine により, Isp の作用は β -アドレナリン受容体遮断薬である propranolol によって消失した。NA およびアドレナリン作動性神経の末端からカテコールアミンの放出を促す tyramine の作用は, 主に propranolol, 一部 phentolamine によって遮断された。

以上の実験結果は, ラット舌下腺筋上皮細胞はコリン作動性神経の支配のみ受け, アドレナリン作動性神経の支配を受けないが, 他の実験を行った唾液腺筋上皮細胞は, コリンおよびアドレナリン作動性神経の二重支配を受けることを示唆するものと思われる。

13. 腸管平滑筋に対するゲンタマイシンの作用機構

中井 洋 (東北大, 医, 応用生理)

モルモットの結腸紐を用いて, ゲンタマイシンの腸管平滑筋に対する収縮抑制作用とその機構を調べた。ゲンタマイシンは, フィールド交流刺激, K 拘縮, アセチルコリンによる収縮を共に抑える。その時, 正常クレブス溶液下での効果に比べて, $Ca 0.25 mM$ 溶液下では抑制効果が大きく, $Ca 10 mM$ 溶液下では抑制し難かった。single Sucrose gap method により, 膜電位と張力の変化を同時に調べた。K 脱分極では, ゲンタマイシンは脱分極相のスパイクを消失させ, それに伴う拘縮の phasic な部分も消失させた。自発性スパ

イク放電に対しては、ゲンタマイシン 10^{-4} g/ml はスパイク発生頻度を減少させ、 10^{-3} g/ml は、スパイクの発生とそれに伴う収縮を完全に消失させた。平滑筋を直接刺激する電気刺激に対しても、刺激に応じ難くさせ、 10^{-3} g/ml では完全に応じなくなった。この時出現する後過分極をも抑制する。なお、その効果を D600 と経時的に比較してみた。ゲンタマイシンは5分後には完全に収縮を抑制するが、D600では60分後も収縮が残る。洗浄による回復では、ゲンタマイシンは10分後に完全に回復したが、D600では60分後も抑制効果が残っていた。以上の事実から、ゲンタマイシンは腸管平滑筋に対して、Ca influx を特異的に抑えていると推測される。なお後過分極の抑制は Ca influx の抑制による gk activation の抑制と考える。ゲンタマイシンは他の Ca ブロッカーよりも、その効果発現、回復に関してもすぐれていると思われる。

14. 脳組織内腸管平滑筋弛緩物質について

福士靖江、鈴木泰三 (東北大, 医, 応用生理)

われわれは、モルモット、ウシ、ウサギ、ブタの脳組織から、モルモット腸管平滑筋を弛緩させる物質を見出した。この物質は脳組織内にしか存在せず、肝臓、腎臓、骨格筋にはふくまれていない。極く微量で効果を有し、弛緩効果は TTX ではブロックされない。また、どの交感神経遮断剤にもブロックされない。

この物質をわれわれは Substance R (relaxing substance) と名づけている。SR は酸性側では比較的安定であるが、アルカリ側では不安定である。SR を pH7.5 にすると、温度が 4°C 下でも、 22°C 下でも同じように一時間位から徐々に弛緩効果を失っていく。それと同時に 22°C 下においた SR は収縮を起すようになるが、 4°C 下においた SR は収縮を起さない。さらに、SR を 40°C 下におくと、収縮はわずか20分位からみられるようになり、45分後には殆んど収縮に変化する。

Sephadex G10クロマトグラフィーによって二つの成分を分離することができた。SR は void volume に溶出してくるが、収縮物質はそれよりやや遅れて溶出した。以上の結果により、SR は失活する際に、温度と pH を特殊な条件にすると、反対の収縮物質に変化する性質をもつ物質で

あることが判明した。

15. 毛様体上皮の Cl^{-} 能動輸送とプロスタグランジンの作用

斎藤禎隆、渡辺忠雄* (東北大, 医, 第一生理・眼科*)

プロスタグランジン (PG) 投与は、眼圧上昇や眼房水への蛋白漏出を誘発する。血管-房水柵の破綻および電解質能動輸送促進を起すものと考えられている。本研究では、 Cl^{-} 能動輸送が房水産生に重要な役割を担っているガマ毛様体上皮における短絡電流および短絡条件下の一方向性 Cl^{-} フラックス (J_{Cl}) に対する PG の作用を観察した。後房側投与の PGE_1 , PGE_2 , $\text{PGF}_{2\alpha}$ はいずれも上皮内外電気抵抗を変えずに短絡電流を著明に減少させた。実質側投与にくらべ房水側投与はより速かで著明な効果が見られた。抑制効果の順位は $\text{PGE}_1 > \text{PGE}_2 \geq \text{PGF}_{2\alpha}$ であった。実質側-房水側 J_{Cl} は PG により減少するが逆方向 J_{Cl} は微増した。A-23187 は 10^{-6} g/ml 以下の用量では短絡電流に影響を与えなかった。Cycloheximide 1 mg/ml は短絡電流を僅か減少させたが、PG の抑制効果に対しては影響しなかった。

これらの観察結果から 1) PG は Cl^{-} 能動輸送を抑制する。2) PG は上皮の受動的イオン透過性に影響しない。3) PG の作用は c-AMP を second messenger として発現していると思われるが、細胞内 Ca^{++} 濃度変化および蛋白質合成機序を介して作用しているとは考え難い、と結論される。

16. ラット視細胞外節の再生リズム

玉井 信 (東北大, 医, 眼科)

杆体外節先端は周期的に放出 (shedding) され、色素上皮に貪食 (phagocytosis) される。すなわち、日周性および概日性リズムが存在し、体内時計の中核と考えられている松果体を摘出しても、影響を受けないことが明らかになった。今回幼若ラットにおける上記生体リズムの発達について観察を行なった。

正常白色ラットを生後5日目より母親とともに12時間-12時間の明暗周期下に飼育し、外節が光学顕微鏡にて観察される10日目より光点燈後2時間の眼球を摘出し固定した。また12日、15日、18

日, 23日目のラットから朝7:00 (点燈時), 8:15, 9:30, 10:45, 15:00, 21:00 (消燈後2時間) の眼球を摘出し固定, 200 μ m に含まれる phagosome の数を計測した。

Phagosome の数は生後2週間目より徐々に増加し, 4週間でほぼ一定, すなわち成熟ラットと同じレベルに達した。また日内変動を調べた結果では, 生後15日目で明らかな日周性, 概日性を示し, 以後そのリズムが一層明瞭となった。このことは以上の外節再生リズムの発現が, 開眼およびそれに続く視機能の発達と密接に関係しているものと思われる。

17. 発光ダイオードを用いた光刺激光源

長井吉清, 鈴木 均, 田崎京二 (東北大, 医, 第二生理)

発光ダイオードを光刺激に用いるため, 市販の数種につき, 電流に対する発光量と発光スペクトル特性を調べた。緑色用 (ピーク波長560nm) の TLG-113 (集束型), TLG-114 (拡散型-Toshiba) の例は以下の通りである。定格電流は25mA であるが, 数秒程度であれば 150mA 位は可逆的に流すことができ, 100 μ W 以上の発光がある。電流と光量の直線性は 115mA まで保たれており, 100mA が約100 μ W (この波長で 3×10^{14} photons. sec^{-1}) に対応する。発光スペクトルのピーク波長は 100 mA まで不変で, それ以上の電流では長波長側にずれ, 250mA で 575nm にもなり, ダイオードは破壊される。したがって, 100mA 以内であれば単色光源として充分使えることがわかった。光強度は次のようにして変えた。1 log 単位の変化は電流値を変える事により, またそれらの光を 0.1 log 単位ずつ変えるには, 光を 2 KHz のパルス光として, そのパルス幅を調整した。また, この発光ダイオードを, ERG 導出用銀電極をつけたコンタクトレンズに取り付けてウシガエルの ERG を導出すると, b-波の振幅は飽和して, さらになお 1 log 単位の強さの余裕があった。この電極は, 無麻酔の動きまわるカエルに装着しても, 一定の光刺激を与えて ERG を記録することができるので, 薬物の効果などを調べるのには好都合である。

18. ネコの上丘浅層ニューロンにシナプス結合

する網膜神経節細胞の種類

高橋弥穂, 小川哲朗 (秋田大, 医, 第一生理)

ネコの上丘浅層には, 最も遅い伝導速度 (3-15m/sec) を持つ W 線維と, 最も速い伝導速度 (30-50m/sec) を持つ Y 線維の 2 群の視神経線維が投射していることが知られている。本研究では, 細胞内記録, 染色 (プロシオン黄) 法で, 16個の浅層ニューロンの形態およびそれが存在している層と, そのニューロンにシナプス結合している視神経線維の伝導速度との関係について調べた。その結果, 浅灰白層の浅層および中間層に存在し, 上丘表面に水平または垂直な樹状突起を出している小型のニューロン (9 個) には W 線維 (4-14 m/sec) が, また中間層から深層にかけて存在し多極性の樹状突起を出している大型のニューロン (3 個) には Y 線維 (34-42m/sec) がシナプス結合していた。さらに中間層から深層にかけて存在し, 上丘の表面に向って V 字状に樹状突起を出している大型のニューロン (4 個) のうち 1 個は Y 線維 (35.0m/sec) から, 2 個は Y 線維 (36.2m/sec, 35.1m/sec) と W 線維 (7.8m/sec, 6.8m/sec) から, 1 個は W 線維 (5.4m/sec) からそれぞれ入力を受けていた。今回は, これらの結果を基に, ネコの上丘浅層のニューロン回路について考察する。

19. 皮質運動野錐体路細胞への視覚入力

滝森 徹, 小川哲朗 (秋田大, 医, 第一生理)

ネコの大脳皮質運動野錐体路細胞 (PTcell) への視覚入力の有無およびその反応の仕方, 並びにそのような PTcell の形態と存在部位を調べるため, クロラローズ麻酔したネコの前 S 字状回のニューロンに対して, プロシアンイエロー電極を用いて細胞内導出と細胞内染色を行なった。

視覚伝導路の電気刺激または flash light に反応し, 延髄錐体路の電気刺激に対して逆行性に反応する PTcell が皮質前 S 字状回・第 V 層から 5 個得られた。いずれも中型ないし大型の錐体路細胞で, 細胞体から出てすぐ枝分れし層に平行に伸びてゆく基底樹状突起と表層に垂直に伸びてゆく尖頭樹状突起が細胞内染色標本から観察された。これらの細胞は視神経交叉, 視覚野, 上丘の電気刺激に対して, 潜伏約 10 ミリ秒, 持続時間 20-30 ミリ秒の EPSP に重畳する数発のスパイク放電を示し, 上シルビウス回前部の刺激に対しては, 潜

時数ミリ秒のEPSPに重畳して数発のインパルス放電を示した。Flash light に対しては両眼性で潜伏時間10ミリ秒～100ミリ秒のON, OFF, またはON-OFF型の反応を示した。また、延髄錐体路の刺激に対する逆行性の反応の潜伏時間から算定されたこれらPTcellの伝導速度と細胞の大きさの間には、速-大型細胞、遅-小型細胞の関係が見出された。

20. サル前頭前野注視ニューロンの視覚誘導性テコハナシ反応時の活動増強

東 正夫, 鈴木寿夫 (弘前大, 医, 第二生理)

光スポットの輝度増大を合図に、サルがテコをはなす時の前頭前野ニューロン活動を調べた。サルを訓練し、スクリーン上の小さな光スポットを1-4秒間注視させ、このスポットの輝度増大を合図にテコハナシを行わせた。多くの前頭前野ニューロンが注視時に発火頻度を増した(注視ニューロン)。これらのうちの約1/2は、輝度増大-テコハナシ時にさらに発火頻度を増大した。このときの活動増強に輝度増大がどれくらい関与するかを知るために、輝度増大時にテコをはなさないようサルを訓練し、ニューロン活動を調べた。ほとんどのニューロンが、テコハナシを伴わない輝度増大時に、輝度増大-テコハナシ時と同程度の活動増強を示した。このことから、輝度増大が大きく関与していることが考えられた。

光スポットの輝度増大が、活動増強にどの程度選択的な効果をおよぼすかを知るため、光スポットの注視時に1,000Hzの音を提示し、これを合図にテコハナシを行わせた。多くのニューロンは、輝度増大-テコハナシ時にみられた活動増強を示さなかった。このことから、輝度増大が選択的に作用することが示唆された。

21. 酢酸エステル類匂い刺激によるEOGの順応

飯島正治, 天貝裕地 (東北歯大, 生理)

今回われわれは嗅覚の特徴の一つである選択性疲労を、酢酸エステル類刺激に対する食用ガエル(*Rana catesbeiana*)を用い調べた。

材料を50%ウレタン腹腔内注射により麻酔し、固定器上で通法により嗅粘膜を露出した。記録には不分極ガラスマクロ電極を用い。不分極電極を不関電極として口腔内に置いた。刺激にはnアミ

ルアセテート(nA), イソアミルアセテート(iA), nブチルアセテート(nB), イソブチルアセテート(iB), nプロピルアセテート(nP), イソプロピルアセテート(iP)の6臭を用い、濃度は原則として0.52ml飽和臭気/1,000ml無臭空気/分とした。単独刺激でのEOGの高さは、iAを1とすると、nB:1.14, iB:1.07, nA:1.04, iP:0.92, nP:0.85でnBが最も大きなEOGを生じた。しかし、自己順応ではこれら6臭間に大きな差は見られず、刺激間隔2秒で対照の63~75%に試験刺激の応答が減少した。一方、相互順応ではnBを条件刺激、iPを試験刺激に用いた時同じく刺激間隔2秒で54%と一番大きく、iP-iBが83.7%で最も小さく、他臭に与える影響はnB>iB>nP>iPの順となった。これらから末梢においても選択疲労が見られ、またその効果は匂いの組み合わせで異なることがわかった。今後、濃度変化をも入れ実験を進めてゆくつもりである。

22. ウサギ舌の灌流培養における2・3の問題点について

葛西四朗, 天貝裕地, 小玉博明 (東北歯大, 口腔生理)

われわれは第56回日本生理学会において、人工腎を組込んだ灌流培養装置の改良について発表した。今回、家兎舌をこの装置により培養し若干の成果と共に未だ改善を要する点が幾つか存在することが判った。以下それらについて報告する。灌流液には、8%にBSAを含む α -MEM液に自己赤血球(Hct. 約10%)を加えたものを用い、透析外液には、Dextran 40を4%を含む α -MEM液を用いた。舌は左右の頸動脈と舌静脈にカニューレを挿入して灌流し、静脈カニューレは流量計に開いているので陰圧による吸引は行われなかった。また、液圧は約60mmHgから10mmHgまでの脈圧とし、流量は4~6ml/minであった。培養が比較的良好であった1例では頸舌骨筋の自発的単収縮が培養中6時間に亘って認められ、また別の1例では小唾液腺の粘液分泌が6時間以上継続した。また、培養舌の葉状乳頭における味蕾内ATPaseは非培養の対照におけるよりも濃く、intactであった。一方、これらの成績にもかかわらず、培養5~6時間目より溶血が進行し、これに伴って灌流量が減少し、間もなく流れが停つて

しまう。この時、血管の収縮か栓塞が起きていると考えられるが、この溶血の原因として、1) 人工腎ホロー細管内での赤血球間の軋轢、2) 赤血球膜中のコレステロールの減少、3) 灌流液での乳酸等の増加が挙げられる。

23. 口腔粘膜下の電気刺激による皮質誘発電位の分布

平 孝清, 松本範雄, 鈴木 隆 (岩手医大, 歯, 生理)

口腔内体性感覚の大脳皮質投射野の局在と機能を明らかにするため、ネコの口腔内諸構造(口腔前庭粘膜, 口蓋, 舌など)に電気刺激を与え、金属ボール電極を用いて左側前頭葉冠状回の格子点72点で誘発電位を記録した。この誘発電位の陽性 primary response の振幅を指標にして、3次元応答図および等電位図を求め、各刺激部位から大脳皮質への投射様式を解析した。口腔領域からの投射は冠状回の一部に限局し、その投射焦点は十字溝および前シルヴィウス上溝両者の延長線が交差する点よりやや尾側に位置していた。この部位は第一体性感覚野(SI)でありながら両側性投射をなし、かつ対側優勢支配が見られた。上顎、下顎の口腔内部位からの投射密度を比較すると、上顎側からの投射は下顎側よりはるかに高く、かつ主投射焦点と亜投射焦点の2つが観察された。口蓋, 舌などの前方(口唇側)と後方(咽頭側)からの投射密度を比較すると、前方からの投射が著明で、口唇側の体性感覚は咽頭側のそれより鋭敏であることを示した。口蓋の前後左右4点の粘膜下電気刺激に対応する皮質上の等電位図は殆んど重複するので、口腔内構造の同型復原は認め難いものと想定された。

24. 歯根膜感覚に携わる三叉神経中脳路核の細胞

田端孝義, 宗方芳英*, 刈田啓史郎 (東北大, 歯, 生理・第二補綴*)

歯根膜感覚に携わる中脳路核の細胞が、その末梢枝を直接歯根膜部に送っているかどうか、もし、そうであるなら、その神経細胞体の局在、大きさがどうかということを調べるため、歯根膜部に HRP を注入し、中脳路核の HRP 陽性細胞を検索した。

子ネコ(生後2~3ヶ月)の左上顎犬歯歯根膜部に HRP (1~2mg) を注入し、3~4日後グルタルアルデヒド・カコシル酸固定液で脳内灌流固定、50 μ の凍結切片、ベンチジン、H₂O₂ により発色、クレシル紫で対比染色した。

①中脳路核に HRP 陽性細胞が観察されたが、細胞内の HRP リソゾームは細胞中央に集積する傾向にあった。②細胞の大きさは18~60 μ であり、大小同程度の頻度で出現した。③ HRP 陽性細胞はP 2~P 3近傍に多く出現したが、この部分は全体的に中脳路核の細胞数が多い場所であった。④歯根膜に末梢を送る神経細胞の分布パターンは、Linden (1978) の電気生理的に得られた歯根膜応答ニューロンの分布パターンと非常によく一致していた。

25. 咬合による硬さ感覚と顎位

刈田啓史郎, 高藤道夫*, 渡辺 誠* (東北大, 歯, 生理・第2補綴*)

咬合時のゴムの硬さ弁別に関するわれわれの一連の研究から、ゴムの硬さ弁別には歯根膜が重要な役割をはたしていること、また顎位が20mm以上大きくなると弁別能が低下することが明らかとなっている。さらに、今回顎位の変化によりゴムの硬さ感覚が変わることが明らかになった。実験は、プラスチック角棒の上下にゴムを張った試料を咬んで比較のゴムとの硬軟を弁別させた。ゴムの厚さを変えずプラスチックの厚さを変えて、資料の高さと沈みこみ量の比が小さくなるようにすると、約15mm までは厚さが増すほどゴムが硬く感じられる。しかし、それ以上では硬さは増さず一定の硬さのままを感じられる。次に、ゴムの厚さを変えて、試料の高さと咬合による沈みこみの比を一定になるようにすると、約15mm までは、試料が厚くなるほどゴムは軟らかく感じられる。そして、それ以上の厚さでは一定の硬さで感じられる。すなわち、咬合によるゴムの硬さの感覚は、顎位によって変化し、約15mm までは顎位とともに変るがそれ以上は一定となる。これらのメカニズムに関与すると考えられる受容器として、歯根膜圧受容器、閉口筋紡錘、顎関節受容器等があるが、特に顎関節受容器は、約15mm 以上の顎位で硬さが一定にするのに重要な役割を演じているものと推測される。

〔会報〕

第4次生理学用語委員会への覚え書

生理学用語委員長 酒井敏夫

生理学用語集(1972, 医学書院)は、発刊以来8年、広く利用され、高く評価されてきた。学術の進展に伴い用語の補充、訂正などの要望があり、日本生理学会は生理学用語委員会の再出発を行うべく、私にその委員長を委嘱した。今回、生理学用語集に関する御意見を聴取したところ数多くの方々から御返答を頂きました。心からお礼申し上げます。

生理学用語集は、過去3次にわたり改訂が行われており、これが医学全領域における医学用語集、辞典等にも基本的に影響してきた。昭和45年、日本医学会用語委員会は、「医学用語辞典」(南山堂)を出版し、現在、日本医学会管理委員会の名称の下に、本辞典中の誤り、ないしは不合理の発見、訂正の作業を継続している。すでに、日本医学会用語委員会には生理学部門として戸塚武彦、福田邦三、故時実利彦、島津浩諸教授が参加されたことは、生理学用語集が日本医学会の「医学用語辞典」とかかわりを持っていることといえる。また、日本医学会医学用語委員会は、現行の学術審議会学術用語分科会に設置された医学用語専門部会を兼ねたので、文部省学術用語集(現在、数学、物理学編など22学術用語集が公刊されている)との提携が保たれている。したがって、新生理学用語集の編集にあたり、関連する学術用語集や医学辞典などとの関係を持ちながら混乱を引き起こすことなく、わが国学術用語の統一に寄与しなければならない。戸塚先生は用語集に対して次のような感慨を述べておられる。含蓄ある言葉と思うので引用させて頂いた。“人によって好みも意見もあるであろうが、小異を棄てて成るべく最新の用語集に準拠して頂きたい”と。

Ⅰ. 今回行った生理学用語集に関するアンケート調査結果。

昭和55年1月、生理学用語集に関して、①医学書院版、生理学用語集に対する感想および要望。②新しい生理学用語集はどのような内容、体裁が

望まれるか? のアンケート調査を全国国公立大学、医、歯学部の生理学教室; 研究所に在勤される日本生理学会会員(1研究単位に2枚の用紙を送付)に依頼したところ、45名の方々からの返答がえられた。専門分野別にみると、生殖、腎・体液を除きすべての分野に関係した会員からであったが、就中、神経生理、感覚、環境生理学および呼吸を専門としたの方々からのものが多く目立っていた。

現在の生理学用語集に対して、多大の評価があり、先人諸先生の努力への敬意は今さら紙面を塞ぐ必要はない。

そこで、新生理学用語集編集にあたっての要望事項の中から主だった御意見を拾ってみた。案ずると、すべての方々は、医学書院版生理学用語集を念頭に、アンケート調査に臨まれたことは確かである。返答内容は多岐にわたっており、これらを拾いあげるにあたって重要度とか、同一解答数が多いとかを度外視して記載することにした。また、記載の順序も特別意味があるものではないことを予め御承知下さい。

- ・生理学用語集は、生理学の専門家のためにあるのか、あるいは非専門家のためにあるのか?
- ・生理学用語集は、少々辞典的ニュアンスのあるものが利用し易い。この点、現在のものは便利である。しかし、解説にもっと工夫がほしい。
- ・利用するに際して、和→英→独、英→和→独など何れを主目的としているのか。仏語、露語も入れてほしい。

現在のカタカナ表示は読みにくいのでローマ字による書き表し方にしたら如何。

例 学術用語審査基準

ガクジュツヨウゴシンサキジュン

Gakuzutu-yōgo-sinsa-kizyun

- ・用語数の増加、補充は早急にすべきである。現在の用語の中、あるものは訂正する必要が

ある。日本語訳の中で中途半端の感があるものが存在している。日本語訳がない術語に対しては、無理に捻造することもあるまい。

- 同義語、同意語および反義語の記載がほしい。
- 用語の統一。隣接、関連学界における学術用語を検討し、生理学会の一人よがりではすまされない。読み方の統一。すでにオージオリジ学会からの疑義申し込みがあった。胸部疾患学会篇の用語集などとの対応が必要であり、医学用語辞典（南山堂）との間の検討も望まれる。IUPS による Glossary of terms for thermal physiology は参考となる。
- 略語欄が望ましい。
国際単位表を附録につけたら如何。
一般的な標準値、平均値などの数値の記載も利用に便である。
- Index Medicus などの Key words となっているものには、その旨の標示を。
- 増補・改訂は少くとも5年毎に。
- 中国の生理学用語も考慮してほしい。しかし、望ましいことだが日中両国の間の用語統一は極めて慎重に。
- 1960年版の方が、1972年版よりも少々利用度が高い。
- 現在の体裁でよいから速かに増補、改訂版を出すべきである。

II. 生理学用語集委員会の編成。

現在生理学は広汎・多岐にわたる研究が行われ、生理学用語の選定、改訂には、生理学全領域の多くの専門家の御協力が無ければ成就できない。また、生理学と隣接する学問領域との接触がある方々の意見も重要である。生理学用語集委員会の事業再開に際して、よろしく尽力方を願いたい。何分にも、学術用語集の出版物は経済的に割合わないもの故、用語委員会の活動には会員の奉仕に頼らなければならないことは、心苦し

いことである。この点の御理解を、切に望むところ。思えば、故橋田邦彦教授の第1次から、第3次の故時実利彦教授に至る用語委員会もこの条件に制約され、在京の諸先生方がその任にあたられていました。

しかし、生理学専門領域の拡大につれて手狭な委員だけでは処理できないので、少々全国的規模で委員会の編成を行わねばならないと考える。そこで、今回の生理学用語集委員会は、①編集庶務委員。②編集専門委員より構成され、編集庶務委員は会合の頻度が高いので東京に近い勤務の方が担当、専門委員は全国にわたる勤務の方々にもお願いすることとした。

生理学用語集委員会構成

委員長	1名
編集庶務委員	8名
編集専門委員	
一般生理	1名
中枢神経系・行動	1名
感覚	1名
環境生理・体温調節・代謝	1名
筋	1名
血液	1名
循環	1名
呼吸	1名
消化・吸収	1名
生殖・内分泌	1名
腎・体液	1名
体力	1名
分子生物・生物物理	1名
遺伝生理	1名
ME	1名
計	15名

註：編集専門委員は、それぞれの専門領域で複数の協力委員をえて、小委員会を構成することができる。

【お知らせ】

財団法人トヨタ財団 昭和55年度「国際学術研究集会助成」応募要項

1. 助成の主旨

この助成は、日本で開かれる国際的な学術研究集会に発展途上国の研究者、専門家が参加できるような機会を拡大することをねらいとしています。特に、有意義でしかも十分な対話ができる規模の集会を助成の対象とし、発展途上国からの参加者の旅費および滞在費を援助いたします。

2. 助成分野

助成分野は、生活・自然環境（交通安全を含みます）、社会福祉、教育・文化等、自然科学を主とし、あわせて人文・社会科学を含めた分野とします。

3. 助成の対象

次の諸条件を満たす学術研究集会を対象とします。

- (1) 日本国内で開催される国際的学術研究集会であり、開催のための事務局が日本に置かれていること。
- (2) 昭和55年12月1日～昭和56年11月30日の間に開催される研究集会であること。
- (3) 研究集会の目的が学術交流としてじゅうぶん意義があり、必要性の高いものであること。討議内容が、現代の人間社会がかかえている問題にかかわりをもつものであること。その研究集会の開催が関連分野の今後の発展に大きな影響と刺激を与えるものであること。
- (4) 参加者数がおおむね100人以下であること。
- (5) 海外からの参加者が2カ国以上の国からであること。
- (6) 研究集会の討議内容ならびに運営が営利的でないこと。
- (7) 政治活動、宗教活動を目的とする研究集会でないこと。

4. 申請者の資格

当該学術研究集会の責任者に限ります。

5. 助成金総額

昭和55年度の助成金総額は、1,000万円程度で

す。

（ただし1件についての助成額は、昨年度助成決定者一覧をご参照下さい）

6. 助成金の用途

助成金の用途は原則として発展途上国の研究者、専門家が会議に参加するための旅費、滞在費とします。ただし滞在費を支給する期間は会期にその前後それぞれ1日を加えた日数以内とします。旅費は、エコノミークラスの航空運賃の往復料金および空港と会議場が同一市内にない場合はその間の旅費を含みます。滞在費は、食費、宿泊費、交通費、雑費を含めることができます。ただし、家族・同伴者の費用を含めることはできません。

7. 報告の義務

助成金の受領者には、事業終了後に、成果および会計について当財団に報告していただきます。

8. 応募方法

当財団所定の申請書に必要事項を日本語で記入のうえ正1通、副1通（A4判コピー）を当財団宛書留にてご送付下さい。

9. 応募締切日

昭和55年5月31日（土）（当日の消印のあるものは有効です）

10. 選考方法

助成対象者は、選考委員会において慎重かつ厳正に選考のうえ、10月上旬の理事会にて決定いたします。

選考委員長 林 雄二郎

11. 注意事項

- (1) 「採」、「否」の結果につきましては、理事会決定後、申請者全員に文書にてお知らせいたします。（10月上旬～中旬予定）
- (2) 「採」、「否」の理由についてのお問い合わせには応じられませんのでご諒承下さい。
- (3) 提出いただきました申請書および添付資料は、返却いたしませんのであらかじめお含みおき下さい。

12. 応募書類申込先（申込は官製ハガキにてお願いします）
〒160 東京都新宿区西新宿 2 丁目 1-1

新宿三井ビル37階 私書箱236号
（財）トヨタ財団「国際学術研究集会助成」係
本助成は明年度（昭和56年度）以降は行いません

財団法人トヨタ財団 昭和55年度研究助成応募要項

助成の対象

(1) 研究の内容

助成の対象は下記の課題を内容としたものに限られます。

- ・「交通安全、生活・自然環境領域」

安全で快適な交通環境の実現を計り、人間が住むにふさわしい生活環境を確保し、長期的な視野にたって自然環境を保全し活用していくために必要な研究。

- ・「社会福祉領域」

社会生活に不安を与える諸要因を除去し、望ましい社会福祉の実現を計り、質の高い社会生活を創造するために必要な研究。

- ・「教育・文化領域」

現代の教育・文化に係わる諸問題の解決に必要な研究、および、多様な文化に対する理解・認識を深め、これからの学術の発展に対して基礎的な情報を提供し得る研究。

- ・特定課題：「地域社会の変化に関する実証的研究」

戦後の経済成長とそれに伴う物質文明の発達・普及が一定の地域社会における環境・生活・文化をどう変えたかを実証的に追跡する研究。（後掲「特定課題の主旨・内容」参照）

(2) 研究者の資格

- ・代表研究者・共同研究者いずれについても資格は問いません。ただし、実質的に研究活動に参加できる人となります。

- ・代表研究者は、研究内容全体について責任を持ち得る人とし、本人の所属する機関の承諾が得られた人となります。

- ・共同研究者については申請にあたり、本人からの事前の了解を得ていただくようお願いいたします。

(3) 予備的研究について

当研究助成では、研究計画の確立した本研究以

外に、その準備段階の予備的研究にも助成をいたします。

これは、独創的・試行的な研究および国際的・総合的な研究の機会を増やし、それらを十分な準備のもとに展開させることを目的として行うものです。

申請にあたってはその研究題目を「○○○に関する予備的研究」として下さい。

なお、この研究に対する助成額は1件につき概ね50～150万円程度とします。

(4) 助成の対象とならない研究

前記各項に該当するものでも次のものは助成の対象となりません。

- ・営利を目的として行う研究。または製品開発等で営利につながる可能性の大きい研究。

- ・すでに完了している研究。（ただし、それを基にさらに発展して研究を進める場合の今後の研究分については助成対象となります。）

- ・研究集会の開催、海外出張等のみを目的とした研究。

選考の方法・基準

(1) 選考の方法

助成対象者は、下記の方々を委員長とする選考委員会において、十分論議し、慎重・厳正に選考のうえ、10月上旬の理事会にて決定します。

「交通安全、生活・自然環境」選考委員会

委員長 浅田 孝

「社会福祉」選考委員会

委員長 大島正光

「教育・文化」選考委員会

委員長 天城 勲

なお、特定課題研究については、三選考委員会それぞれにおいて検討の上、選考委員長会において選考いたします。

(2) 選考の基準

前項「助成の対象」に該当するもののうち、次の各項目のいくつかの点について高い評価の得られたものを選考いたします。

① 政府の委託や助成等，他からの資金援助が得難い種類の研究であって，民間財団が助成するにふさわしい意義のあるもの。

② 研究目的が，時代の要請に合致したものであり，長期的に見て，その研究を遂行すること自体の，あるいはそれによって得られる成果の，社会的意義が大きいもの。

③ 研究計画・研究体制について独創的・試行的なものがあり，画期的のある研究成果が期待されるもの。

④ 研究目的が明確に定められており，研究計画・研究体制についても十分な検討がなされていて，学術発展の基礎となる研究成果が期待されるもの。

⑤ 研究者または研究組織の意欲・能力について秀でた点があり，申請の研究についても総合性のある高い水準の研究成果が期待されるもの。

(3) その他の留意事項

・「予備的研究」について

幅広い独創的・試行的な研究の推進を計るため，研究の第一歩としてふさわしいものを積極的にとりたいと考えております。

・「共同研究」について

研究の目的・方法・内容に照らして，研究者相互が十分に議論を尽し，共通の基盤に立ってその成果が得られるような体制が望まれます。既成の専門分野や所属組織にとらわれないことのない，研究目的にふさわしい共同研究体制をご検討下さい。

・「国際共同研究」について

研究対象が国外に及ぶ場合には，できるだけ現地研究者との協力体制を整えた「国際共同研究」として行うことが望まれます。この場合，特にわが国と諸外国との関係を良好にし，両者の相互交流の実をあげ得るような研究体制を整え，研究成果が関係国に波及するようなものとなることが期待されます。また相手国が先進国である場合には，相手チームの研究費はその国において調達されることを希望します。

・「継続申請」について

これまでの助成研究の継続として申請されたものについては，新規申請と同一条件で審査して，高い評価が得られることが必要ですが，さらに次の3点を満たすことが助成の条件になります。

① これまでの研究経過から判断し，当初の研究計画に照らして十分な成果が得られたか，得られつつあるもの。

② 一定期間の継続的な研究を行うことにより，単年度の研究だけでは得られない，有意義な成果が期待できること。

③ 継続的な研究を進める上で，当研究助成が不可欠または極めて重要と判断されるもの。

なお，研究の内容によっては，連続した継続助成よりも一定期間の整理・考察期間をおいた断続的な助成が適切な場合もあると思われまので十分ご検討下さい。（継続申請の選考にあたっては，中間報告等，これまでの研究成果を重要な前提資料とします。）

一般的事項

(1) 助成金額

昭和55年度の1年間の研究助成金総額は2億8,000万円程度です。

(2) 助成期間

昭和55年10月15日より1年間とします。（1年間以上にわたり継続して助成を希望される場合も，毎年提出された申請書に基づき選考いたします。）

(3) 助成金の使途

後掲「研究助成金費目一覧」のとおりです。ただし，代表研究者・共同研究者の人件費や組織の一般管理費を含めることはできません。

また，研究成果の発表を目的として行う報告書の印刷，書籍の刊行，シンポジウム等の開催の費用については，この研究助成金には含まれません。（これらについては当財団の助成によって完了した研究を対象として行う「成果発表等助成」の制度があります。）

(4) 助成対象者の義務

助成対象者は，当財団と覚書を交換し，これに基づき助成金を受領することとなります。また，助成対象者には，助成期間の中間および終了後に，研究の経過・結果・会計につき，当財団に報告していただきます。

応募手続

(1) 応募方法

当財団所定の申請書に必要事項を日本語で記入

のうえ、正書一通を当財団宛書留にてご送付下さい。記載紙面の追加および規格外の紙面の使用は認められません。直接事務局への持参はお断わりします。

なお、研究代表者は申請に先立ち、所属機関より承諾を得て下さい。(申請書末尾の欄にご記入下さい。)

(2) 応募締切日

昭和55年5月31日(土)(当日消印のあるものは有効です。)

(3) 注意事項

- ・「採」、「否」の結果につきましては、理事会

決定後、10月上旬～中旬頃に申請者全員に文書にてお知らせします。

・なお「採」、「否」の理由につきましては、お問い合わせに応じ兼ねますのでご諒承下さい。

・また、ご提出いただきました申請書等は、返却いたし兼ねますのであらかじめご承知ください。

(4) 応募先(申請書類申込先—申込は官製ハガキにてお願いします)

〒160 東京都新宿区西新宿2丁目1-1

新宿三井ビル37階 私書箱236号

(財)トヨタ財団 研究助成係

[編集後記]

神戸の生理学会大会も終り、新年度を新たな気持ちでお迎えのことと存じます。本年の大会は従来の口演に加え、当番幹事の方々の大変な御苦勞のもとにポスターシンポジウムという新しい試みがなされました。ますます細分化、マンモス化する学会の中で、大会のありかたも新しい方向に向っている感を強くうけました。

編集会議総会では論文表題集の掲載料について

話し合われました。昭和53、54年度には試験的にこの掲載料を各研究機関に御負担いただきましたが、その性格があいまいなことから一部の方々に御迷惑をおかけしたようです。そのためか、まだ40%位の方々が未払いになっております。今後この方々には事務局より再請求申し上げますが、どうかよろしく御協力の程お願いいたします。なお、このような現状を考慮して、本年度からは再び論文表題集掲載料は全額学会負担となります。

(馬詰良樹)

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)		

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。
- プローブはすべて較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.

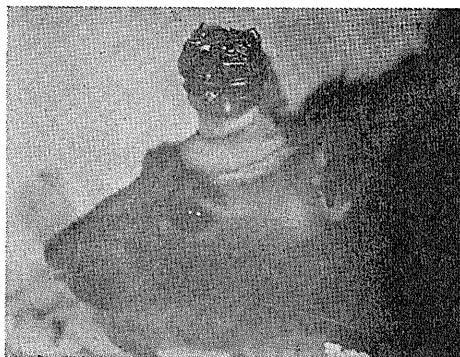
本社：東京都千代田区内神田3-2-12クリハラビル
〒101 電話 (03)254-0052(代表)
営業所：大阪(06)787-0544/福岡(092)472-3800

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

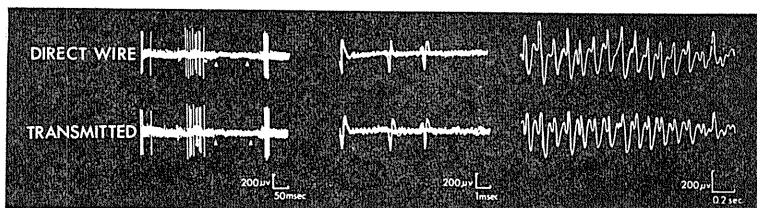
Miniature FM Transmitter

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



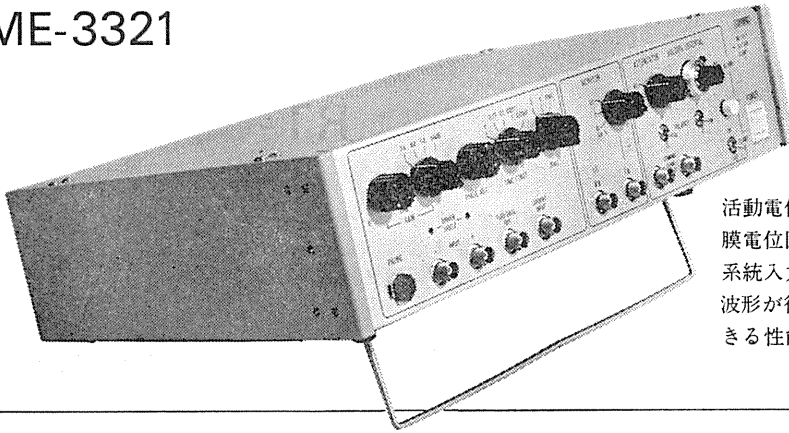
株式会社 **東海医理科**
TOKAI IRIKA CO., LTD.

本社：東京都千代田区内神田3-2-12クリハラビル
〒101 電話 (03)254-0052(代表)
営業所：大阪(06)787-0544/福岡(092)472-3800

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

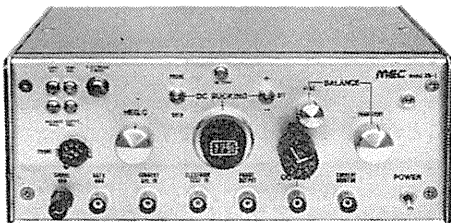
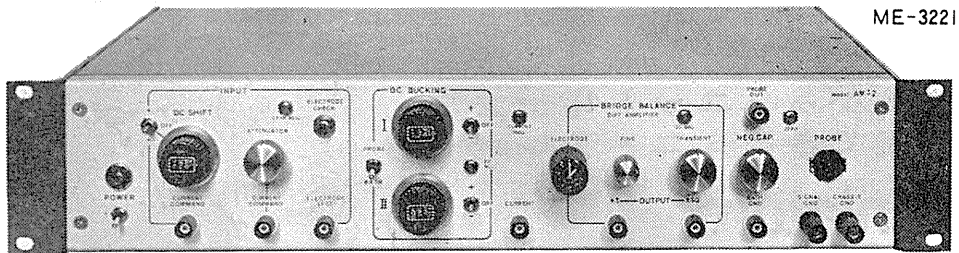
ME-3321



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

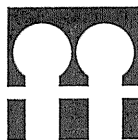


ME-3211

ME-3221 通電回路・DCシフト・2ch DCバッキングつき

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、1000M Ω 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

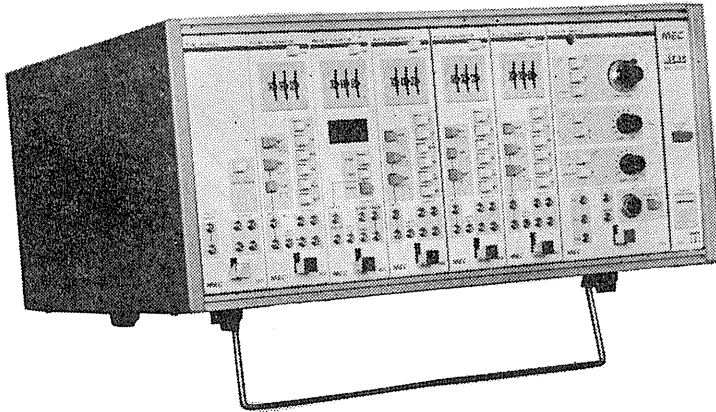
エム・イー・コマーシャル

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

MEAC

メアックシステム
ME-2100シリーズ



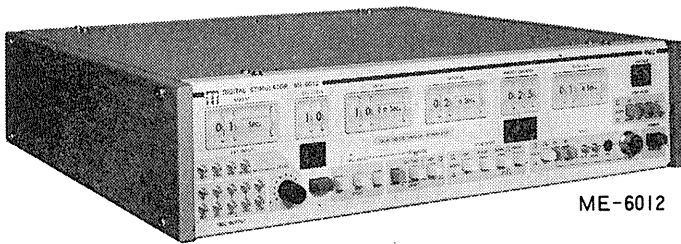
個々の装置として別れていた専用機能を有機的にユニット化し、用途に応じてひとつの装置として組みあげることができるシステムです。

★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—プログラマブルジェネレータ
- 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動作させることができ、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

イム・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！

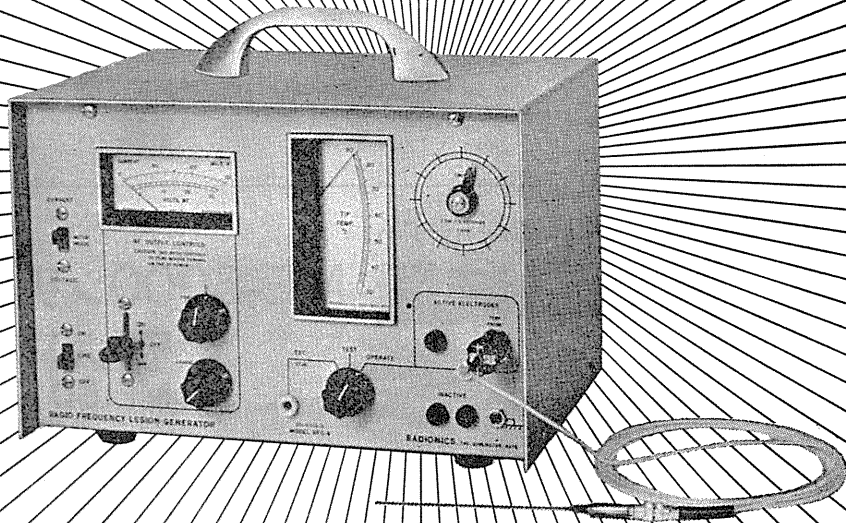
RADIONICS社

動物用

高周波

RF リージョン ジェネレータ

Model RFG-4



- 〔特長〕
- ①電極先端の温度モニターが可能
 - ②こまかい温度コントロールが可能
 - ③刺激装置と組合せて、同一電極から刺激が可能
 - ④タイミング用の秒針を内蔵

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)

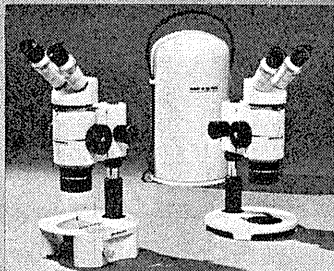
**WILDO
HEERBRUGG**

(スイス) ウィルド・ヘルブルック社

ウイルドM8：この新しい
ズーム式実体顕微鏡なら、
あらゆる試料が観察できま
す。明るくて、鮮やかに。

- 視野が大きい。
- 像の質がすばらしい。
- 歪と色収差がない。
- ズーム範囲は1：8。
- 運搬と保管に便利な金属製フードがつけられる。
- 操作は快適。
- 順応性のあるモジュール式設計のため、数限りない用途に使えます。

以上は、品質が高く多くの目的に使える、新しいズーム式実体顕微鏡ウイルドM8の特長です。



〈常設ショールームのご案内〉

弊社本社内と大阪営業所内に、ライツとウイルドの顕微鏡その他関連機器を常時展示し、皆様のご利用をお待ちしております。

No. 6



日本総代理店

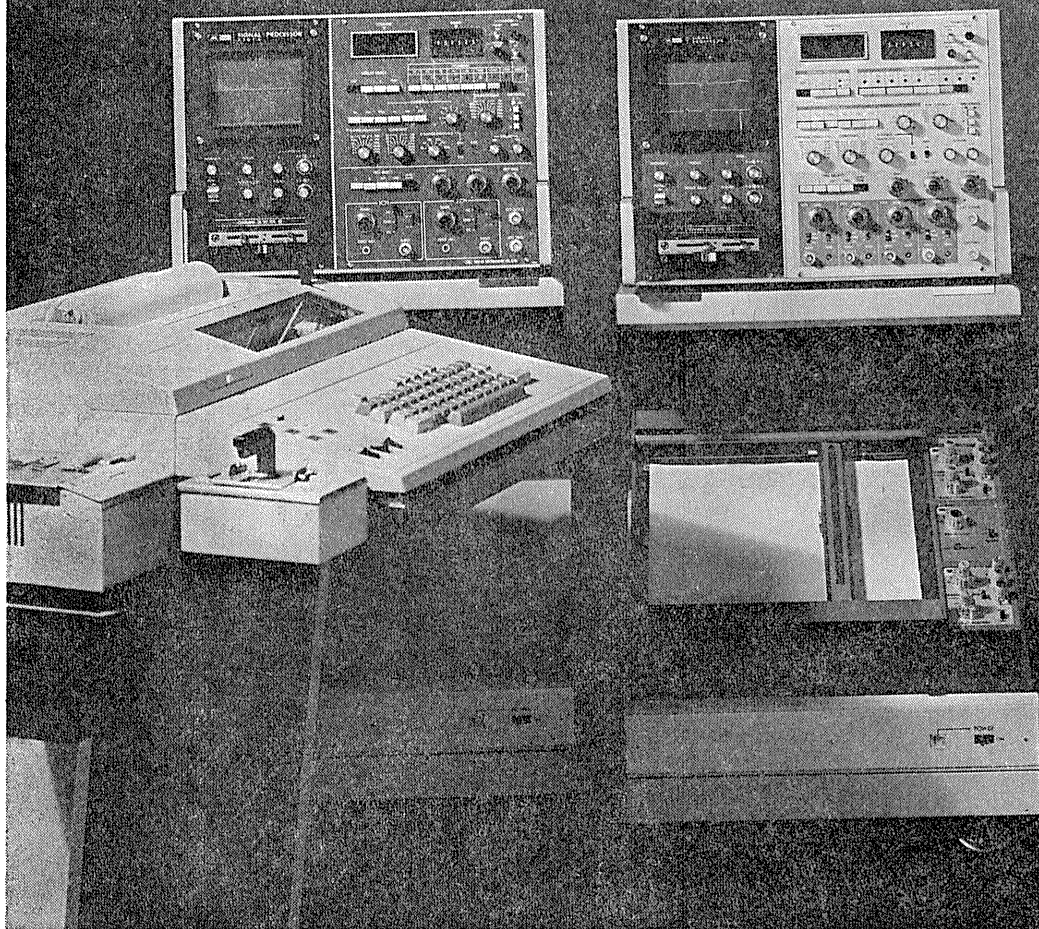
シイベル機械株式会社

顕微鏡部

本 社 東京都千代田区丸の内3-4-1(新国際ビル) ☎ 03(216)4411
名古屋営業所 名古屋市中区錦1-17-13(名興ビル) ☎ 052(221)7181
大阪営業所 大阪市南区塩町通り4-18(豊田ビル) ☎ 06(271)2431

ますます機能が拡張、データ処理装置の決定版

シグナルプロセッサ



- 7T07A ●メモリ4K ●入力数2ch.
7T08 ●メモリ8K ●入力数4ch.

ソフトウェアがさらに充実、処理プログラムは100種類を突破しました。メモリは最大16Kまで内蔵可能で、ほとんどのアナログデータの統計処理が可能です。

主なプログラム/アペーシ (アーチファクトクリア付、オルタネート加算、CNVなど各種)、パワスペクトル(2ch)、コリレーション、ヒストグラム及びバリエーション(各種)、フーリエ変換・逆フーリエ変換、回帰直線係数、スペクトルアレイ等。

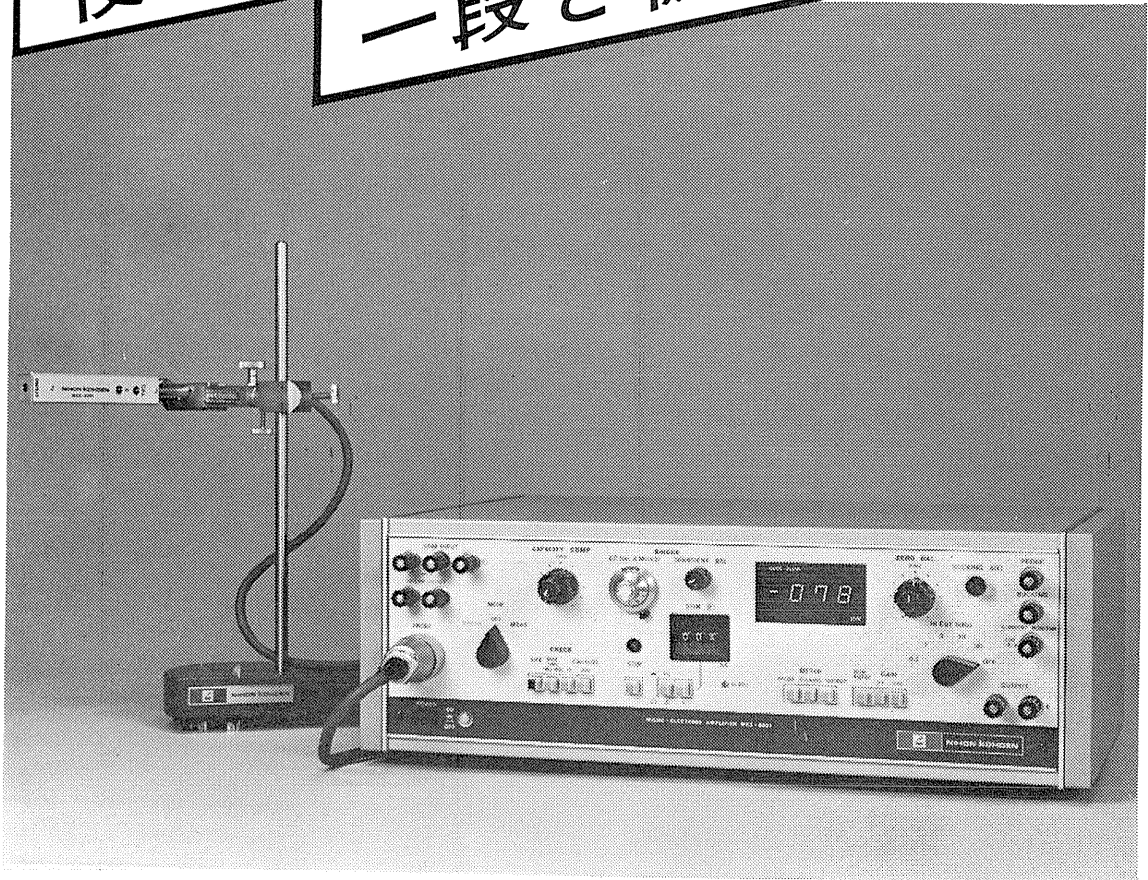
明日の健康と福祉を守る

AA SANEI 三栄測器

本社 東京都新宿区西大久保2-223-2 千160☎03 (209)0811(代)
工場 東京都小平市天神町1-5 7 千187☎0423(41)0821(代)

使いやすさを追求

一段と機能アップ



通電誘導型 微小電極用増幅器 MEZ-8201

特長

- ①DCポテンシャルをデジタル表示します。
- ②通電は定電流(最大600nA)で行えます。
- ③通電電流をデジタル設定できます。
- ④通電波形は2種類の刺激入力を加算できます。
- ⑤プローブチェック、電極抵抗測定が簡単に行えます。
- ⑥薬物・色素注入のための入力端子付です。
- ⑦ハイカットフィルタ、ハムフィルタ付です。

エレクトロニクスで病魔に挑戦する



日本光電

東京都新宿区西落合1-31-4 2303(953)1181大代表 千161

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 42, No. 4 (1980)

Original

MINAGAWA, T.: Effect of motor cortex stimulation on recruitment pattern
during reflex activity of fast and slow motor units in
the cat.....73

昭和五十五年三月二十日印刷

編集兼
発行人

塚田裕三
東京都文京区本郷三丁目二十八番二
東洋文庫(新館三階)
日本生理学会

印刷者

三浦経夫
山形県鶴岡市山王町一四の二四
鶴岡印刷株式会社

発行所

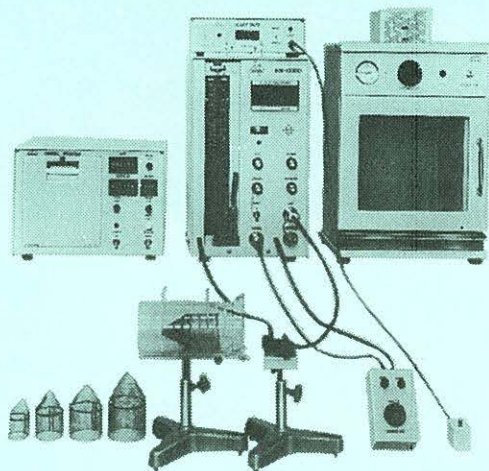
日本生理学会
東京都文京区本郷三丁目二十八番二
東洋文庫

電話
九四五一二八四
振替
東京三十八六四三〇
七〇百〇〇



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压計です。



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)