

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

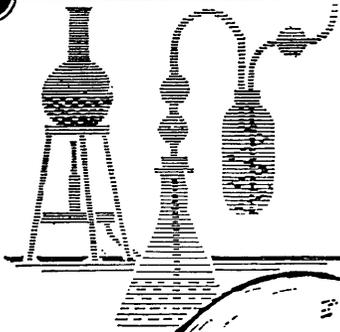
37巻 5号 1975

原 著

- 矢部京之助, 村地俊二: 随意動作に先行する silent period の役割…………… 91
- 学会抄録 第50回近畿生理学談話会…………… 99
- 海外だより Symposium “acid-base homeostasis of brain extracellular fluid”
の印象 (本田良行)……………105
- 案 内 第1回神経生物学セミナー受講生の募集……………106

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



ラット Donryu

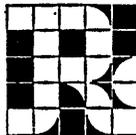
特 長

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

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

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

飼育系統——〈Donryu〉〈Wistar〉〈Buffalo 〉



日 本 ラ ッ ト (株)

埼玉県浦和市根岸608-3
TEL(0488)61-6850・6401

随意動作に先行する silent period の役割 612.74

矢部京之助, 村地俊二
(愛知県コロニー発達障害研究所, 中央病院)

Role of the silent period preceding the rapid voluntary movement

Kyonosuke YABE and Shunji MURACHI (*Institute for Developmental Research, Aichi Prefectural Colony, Kasugai, Aichi*)

It has been shown that there is the silent period preceding the rapid voluntary movement. The present paper is designed to find the mechanisms of this inhibitory phenomenon and to investigate their role in the voluntary movement.

The following results were obtained :

1. It was found that the silent period before the movement was observed not only in reaction trials to visual stimulus but also in voluntary trials without stimulus.
2. The silent period were simultaneously recorded from the rectus femoris, the vastus lateralis and the vastus medialis by upward jumping movement. This finding suggested that this inhibitory phenomenon was a change in excitability of motoneurons innervating the quadriceps.
3. When a subject extended his elbow and knee at the same time, the silent period before the movement could be seen in both triceps brachii and vastus medialis.
4. These results suggest that the upper center sends some inhibitory discharge to the motoneurons before the movement. It is supposed that the silent period preceding the voluntary movement plays a major role in the mechanisms of motor control.

[J. Physiol. Soc. Japan (1975) 37, 91-98]

key words : silent period, inhibition, motor control, EMG.

I. 緒 言

あらかじめ主働筋にかかる随意的な緊張を加えた静的状態から, 光刺激に応じて急速な反応動作をおこすと, 動作に先行して筋放電の休止期 (silent period) が出現する。猪飼⁷⁾は, 反応時間の測定時にこの動作に先行する silent period を観察し, 視覚体肢反射の関与する中枢性抑制現象であろうと述べている。この現象の特徴は, 随意的な反応動作をおこす直前に出現するという点である。この点が他の反射動作や体肢の電気刺激によって生じる筋収縮中の silent period¹⁾²⁾⁶⁾¹²⁾¹³⁾とは区別される。筋収縮中に出現する silent period の発現機構についてはつぎのように解釈されている¹⁰⁾。すなわち, 1) 筋紡錘からの求心性神経衝撃の停止, 2) 腱器官からの抑制性神経衝撃, 3) Renshaw 側肢の抑制であり, これらのうちの一つ

の因子か, あるいは3因子のすべてに由来するというものである。これに対して本実験で対象にする動作に先行する silent period の発現機構については明らかにされていない。しかもこの現象に関する報告は極めて少なく, 猪飼たち⁷⁾⁸⁾⁹⁾と Gatev⁴⁾を除いてほとんどない。Stetson & Bouman¹⁴⁾の急速反復動作の筋電図記録にその出現をみとめることはできるが, 発現機構については何らの考察も加えられていない。本研究の目的は, これまでに報告されてきた一側肢の動作に加えて両側肢の同時伸展動作, 選択反応動作, 合図なしの任意な動作, さらに下肢の伸展動作を対象にして, この動作に先行する silent period の発現機構と随意動作における役割を明らかにしようとするものである。

II. 実験方法

A. 肘関節伸展動作の場合

本実験では光刺激に応じてできるだけすばやく肘関節を伸展させる反応動作をおこなった。

被検者は肘掛け椅子に安静椅座位の姿勢をとりながら、肘関節を約 120 度に屈曲し、前腕を回外位にしたままで前面の台上にのせる (Fig. 1). 手首の下に strain gauge を貼布した木製棒を置き、肘関節の伸展動作を歪圧変化として記録した。検者の「用意」の合図とともに木製棒をかるく圧抵した状態から、光刺激に対してできるだけすばやく肘関節を伸展するように指示した。刺激を加える時点は用意の合図から 3~5 秒後である。本実験では等尺性収縮による反応動作を用いたので、反応時間の測定は光刺激が与えられた時点から、伸展動作曲線に「ふれ」が生じる時点までを計測することによってえた。

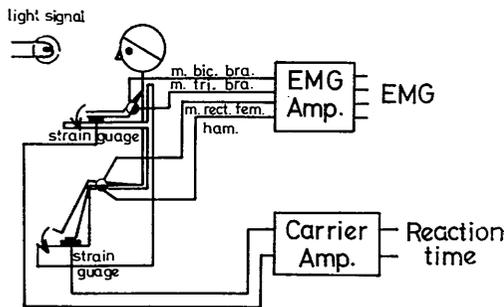


Fig. 1. The experimental arrangement of the silent period preceding the rapid voluntary movement.

本実験では単純反応と選択反応を行なった。後者の手順はつぎのとおりである。検者の「用意」の合図とともに左右肘関節をかるく伸展して strain gauge を貼布した 2 個の木製棒を圧抵し、光刺激に対してできるだけすばやく指示された一側肢だけの肘関節を伸展するようにした。光刺激装置はランプ 2 個を並列に 約 15cm 離し、被検者の視線の高さに合わせて約 1 m 前方に設置した。選択反応は向って右側のランプが点灯したときに右肘関節伸展動作だけを行ない、左側のランプが点灯したときには左肘関節だけを伸展するように指示した。また反応動作をおこさない対側肢は静的準備姿勢を持続するようにした。刺激を与える順序は乱数表によ

た。

筋電図は左右の上腕三頭筋と上腕二頭筋から導出した。導出には直径 10mm の銀円盤電極を使用し、2 個の電極を筋腹上に筋線維の走行にそって約 3 cm 離して接着する表面双極導出法を用いた。筋電図と動作曲線はポリグラフとデータレコーダ (日本光電, RM 45, VC 7 A, SDR 813) によって記録した。実験はシールドルーム内で行なった。被検者には健康な成人男女を煩わした。

B. 跳躍動作の場合

Strain gauge を貼布した台上 (5×50×50 cm) に被検者をたたせ、検者の「用意」の合図とともに膝関節をかるく屈曲させて準備姿勢とした。光刺激が与えられたならば、できるだけすばやく準備姿勢から垂直方向に跳躍動作を行なうように指示した。筋電図を導出した部位は、右の大股直筋、外側広筋、内側広筋、腓腹筋であり、導出、記録方法は、A の肘関節伸展動作の場合と同様である。

C. 上・下肢同時動作の場合

上・下肢の同時動作は、肘関節と膝関節の同時伸展動作を行なうことによってえた。Fig. 1 に実験装置の模式図をしめした。被検者は肘掛け椅子に安静椅座位の姿勢をとりながら、両足を足台にのせる。足台の下部に strain gauge を貼布し、膝関節伸展動作によって生じる足台の歪圧変化を増巾、記録した。筋電図は右上腕三頭筋と右内側広筋から導出した。肘関節伸展動作の記録は先きの A と同じ方法によった。実験にあたっては検者の「用意」の合図とともに肘関節と膝関節をかるく伸展し、光刺激に応じてできるだけすばやく肘関節と膝関節の同時伸展動作を行なうように指示した。

Ⅲ. 結 果

A. 上肢にみられる動作前 silent period

あらかじめ肘関節伸展動作の主働筋である上腕三頭筋にかかる随意的な緊張を加えた状態から、光刺激に応じてできるだけすばやく肘関節伸展による反応動作をおこすと、動作に先行し

て筋放電の休止期が出現する。これを動作前 silent period (pre-motion silent period) とした。記録の1例を Fig. 2 にしめた。上段と下段の記録は同一記録であるが、下段は増巾感度を2倍にたかめたものである。各段の記録は、上より光刺激の合図(上向きのふれが刺激時点)、上腕三頭筋、上腕二頭筋から導出した筋放電である。記録から明らかなように、主働筋の上腕三頭筋に動作前 silent period の出現していることがわかる。しかし主働筋に silent period が出現している時期の拮抗筋に筋放電はみとめられない。したがってこの動作前 silent period は相反的神経支配の関与する現

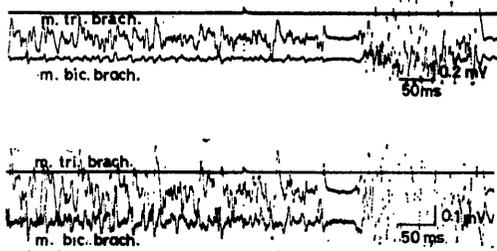


Fig. 2. The silent period preceding the elbow extension from the triceps brachii and the biceps brachii. Top trace in each of the two response records is a light signal. Middle trace is surface-recorded action potentials from the triceps brachii. Bottom trace is surface-recorded action potentials from the biceps brachii. Both of the upper and the lower response records were exactly same data but these were at the different amplitude.

象ではない。この結果は猪飼たちの報告⁸⁾⁹⁾と一致するものである。しかも増巾度をたかめた下段の記録から明らかなように、肘関節伸展動作の拮抗筋である上腕二頭筋にも主働筋と同様な動作前 silent period がみとめられた。その出現時期、持続時間は主働筋、拮抗筋ともほぼ同一であった。

動作前 silent period は、刺激に応じて反応動作を行なったときだけに出現する現象ではなく、任意に急速な肘関節伸展動作を行なったときにも観察された。さらには左右の両肘関節を同時に伸展させた場合にも Fig. 3 にしめし

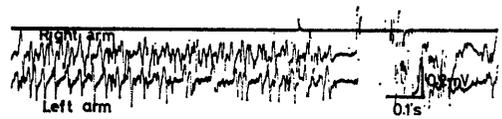


Fig. 3. The silent period preceding the elbow extension of both arms simultaneously. Top trace: a light signal. Middle trace: surface-recorded action potentials from right triceps brachii. Bottom trace: surface-recorded action potentials from left triceps brachii.

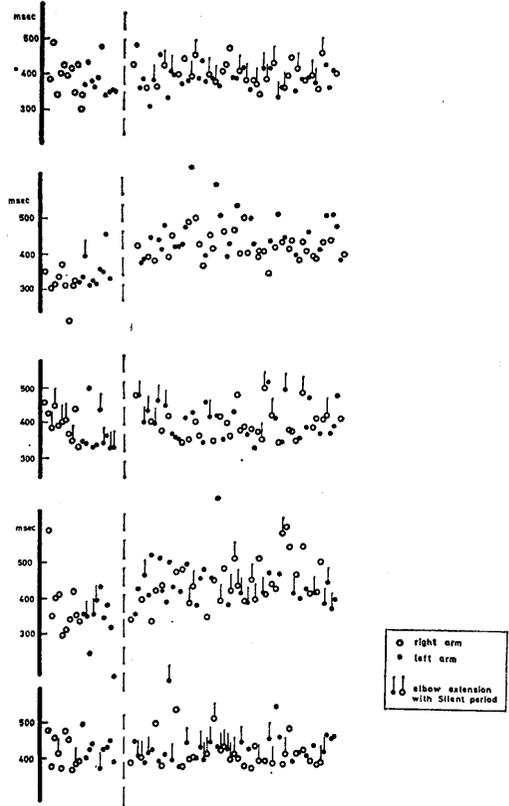


Fig. 4. Simple and selective reaction trials of the elbow extension for five subjects. ○: reaction trials of right elbow extension. ●: reaction trials of left elbow extension. ↓: reaction trials of elbow extension with the silent period before the movemnt. The left parts of each broken line: simple reaction trials. The right parts of each broken line: selective reaction trials. Abscissa: number of trials. Ordinate: selective reaction trials for five subjects.

たように、左右上腕三頭筋に同時期に動作前 silent period がみられた。

時間系列に反応時間と動作前 silent period

の出現をしめすと Fig. 4 になる。図は左右の単純反応を各10試行おこなった後に、選択反応を60試行おこなった結果である。破線の左側の試行が単純反応、右側が選択反応である。図中の白丸印は右肘関節伸展動作による反応時間、黒丸印は左肘関節伸展動作による反応時間をし

Table 1. Comparison of percentage silent period preceding the elbow extension in simple reaction and selective reaction trials for five subjects (mean±standard deviation)

Simple reaction		Selective reaction	
Right	Left	Right	Left
14 ± 22%	18 ± 16%	26 ± 18%	23 ± 15%

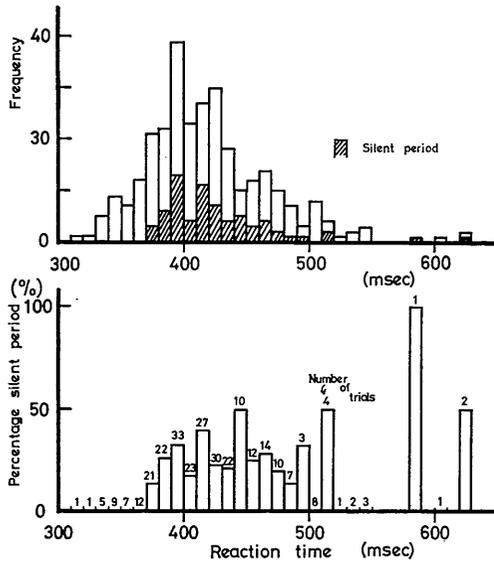


Fig. 5. Distribution of selective reaction time for five subjects. Abscissa: selective reaction time in 10 msec group. Ordinate: frequency of trials (upper histogram) and percentage silent period preceding the elbow extension (lower histogram).

めし、短い垂直線のついた値は動作前 silent period の出現した試行である。

単純反応と選択反応による動作前 silent period の出現率を5名の平均値と比較すると Table 1 になる。単純反応の右肘関節伸展動作は14%、左肘関節伸展は18%、選択反応の右

肘関節伸展は26%、左肘関節は23%であった。その結果、動作前 silent period の出現頻度は単純反応の試行よりも選択反応の試行の方が高くなる傾向がみられた。しかしその差は統計的に有意ではない。

反応時間の長短と、動作前 silent period 出現頻度および出現率との関係をしめすと Fig. 5 になる。記録は5名の被検者の選択反応によってえられた値である。図の横軸は選択反応による反応時間、上段の縦軸は肘関節伸展による反応動作の試行回数と動作前 silent period の出現頻度、下段の縦軸は動作前 silent period の出現率である。上段の斜線でしめしたヒストグラムは動作前 silent period の出現した頻度である。反応時間が 370 msec よりも短い試行の場合には動作前 silent period の出現はみとめられないが、反応時間の長い場合にはみとめられた。下段のヒストグラムは動作前 silent period の出現頻度を比率であらわしたものである。図中の数字は試行回数である。反応時間の値が 370 msec 以下をしめす試行回数もかなりみられるが、その試行の場合には動作前 silent period の出現はみとめられなかった。したがってこの動作前 silent period の出現は刺激に対してできるだけすばやく動作を開始するまでの時間に関与するものではなく、反応動作開始の決断が下されたならば、すばやく筋収縮速度をたかめることに関与しているものと思われる。また反応時間の値が一般的に長い傾向にあるが、それは本実験で用いた光刺激の強度と選択反応動作に起因するものと思われる。

B. 下肢にみられる動作前 silent period

光刺激に対してできるだけすばやく垂直方向に跳躍動作を行なったときにえられた動作前 silent period の記録を Fig. 6 にしめした。記録は、上より黒丸印が光刺激の合図、動作曲線(下向きのふれが跳躍動作)、腓腹筋と内側広筋から導出した筋放電である。

同一の運動神経に支配されている筋から跳躍動作時の筋放電を導出すると、Fig. 7 のような記録がえられた。図は大腿神経に支配されてい

る内側広筋と外側広筋から導出した筋電図記録である。動作前の準備姿勢では両筋とも持続的な筋放電をしめしているが、光刺激（黒丸印）の与えられた約 80 msec 後に silent period は出現している。この silent period 出現の潜伏時間は両筋ともほぼ同一であり、しかもその持続時間もほぼ同一値をしめしていた。同様に大腿神経に支配されている内側広筋、外側広筋、大腿直筋についてみても、三筋ともほぼ同時期に動作前 silent period の出現がみとめられた (Fig. 8).

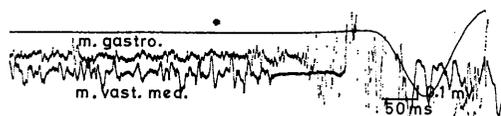


Fig. 6. The silent period preceding the upward jumping movement. Top trace: mechanical response of upward jumping. Downward deflection indicates the jumping. A dot mark above the mechanical response trace is a light signal. Middle trace: surface-recorded action potentials from the gastrocnemius. Bottom trace: surface-recorded action potentials from the vastus medialis.

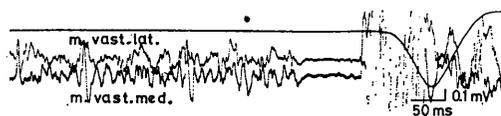


Fig. 7. The silent period preceding the upward jumping movement. Top trace: mechanical response of upward jumping. Downward deflection indicates the jumping. A dot mark above the mechanical response trace is a light signal. Middle trace: surface-recorded action potentials from the vastus lateralis. Bottom trace: surface-recorded action potentials from the vastus medialis.

C. 上・下肢同時動作による動作前 silent period

肘掛け椅子にすわった姿勢から、光刺激に応じて肘関節と膝関節の同時伸展動作を行なうと、上腕三頭筋と内側広筋の両筋に動作前 silent period がみとめられた (Fig. 9). 動作前 silent period の出現時期は、上肢が下肢より

も 16 ± 4.5 msec (平均値 \pm 標準偏差) 先行していた。なお動作曲線は肘関節伸展動作を記録したものである。



Fig. 8. The silent period preceding the upward jumping movement taken from the quadriceps. Top trace: the vastus medialis EMG. Middle trace: the vastus lateralis EMG. Bottom trace: the rectus femoris EMG.

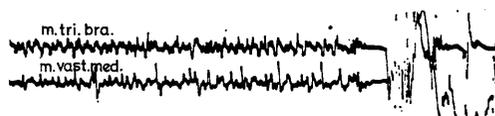
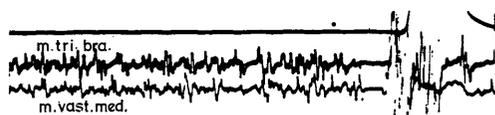


Fig. 9. The silent period preceding simultaneous extension of elbow and knee joint. Top trace in each of the three responses is the mechanical response of the elbow extension. A dot mark above the mechanical response trace is a light signal. Middle trace is surface-recorded action potentials from the triceps brachii. Bottom trace is surface-recorded action potentials from the vastus medialis.

IV. 論 議

随意動作に先行する silent period は、これまでにも猪飼たち⁷⁾⁸⁾⁹⁾によって報告されてきたが本実験で明らかになった結果をまとめると、Fig. 10 のようになる。第1は合図なしの任意

に伸展動作を行なった場合にも動作前 silent period が観察されたことである。さらには主働筋に silent period が出現する時期と同時期に、拮抗筋にも silent period の出現していることがたしかめられた。また左右肘関節の同時伸展動作を行なった際には左右の上腕三頭筋に動作前 silent period がみとめられた。

第2は、同一の運動神経に支配されている筋では各筋とも同時期に動作前 silent period がみとめられたことである。たとえば大腿神経に支配されている大腿四頭筋では、内側広筋、外

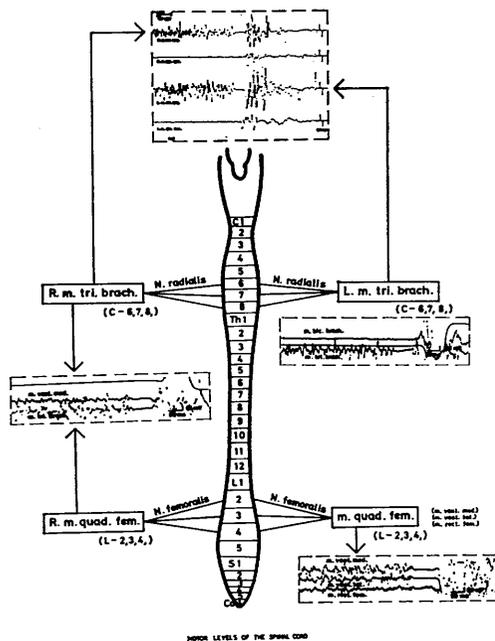


Fig. 10. Relation between the silent period preceding the rapid voluntary movement and motor levels of the spinal cord.

側広筋、大腿直筋の各筋とも同時期に silent period が出現していた。この結果は、動作前 silent period の発現が大腿四頭筋を支配している脊髄前角の運動ニューロンの興奮水準の変化によることを示唆するものである。

第3は、上肢と下肢の同時伸展動作を行なった際に、上・下肢ともに動作前 silent period の出現したことである。しかも上肢から導出した silent period の出現時期は下肢よりも平均値で約 16 msec 先行していた。この差は遠心性

運動神経の伝導速度が上・下肢とも同一とするならば³⁾、上位中枢から筋放電を導出する部位までの距離の差によるものと考えられる。したがってこの伝導時間の差からみるならば、全身動作によって上・下肢にほぼ時期を同じくして silent period が出現したことになる。上肢では上腕三頭筋から、下肢では内側広筋から筋放電を導出したものであり、その神経支配は上腕三頭筋が橈骨神経、内側広筋が大腿神経である。前者は第6～8頸神経、後者は第2～4腰神経である。このようにそれぞれ異なった脊髄分節から発する異なった運動神経に支配されているにもかかわらず、伝導時間の差異からみれば、上・下肢同時伸展といったような全身動作によって上・下肢ともほぼ同時に silent period が出現したことになる。この結果は先きに動作前 silent period が脊髄全体の同時抑制であるという報告⁹⁾を支持するものである。

動作に先行する silent period の出現には至適条件が必要である。一つは準備姿勢時の筋緊張であり、他の一つは筋の収縮速度である。前者の静的準備姿勢では 10～30 Hz の持続性放電が必要であると報告されている⁷⁾。また静的準備姿勢を持続するためには gamma 系を介した筋緊張の関与が大きいものと思われる。筋の収縮速度と動作前 silent period 出現との関係については先きに報告したように、筋の収縮速度の大きい場合の方がそうでない場合よりも容易に観察できるのである。これに対して収縮速度の小さいときには、この現象の出現はみとめられなかった。また刺激に対する反応のはやさ、動作前 silent period との間にも直線的な関係は成り立たない。むしろ反応時間の短い試行の場合には、その出現をみとめることができなかつたのである。いわば動作前 silent period の出現は、刺激に対してできるだけすばやく反応を開始するというよりも、むしろ筋収縮をおこすための決断が下されたならば、できるだけすばやく集中的に神経衝撃を射出すること、つまり筋収縮速度の大きさと関連性が深

いものと推察される。

しかし筋収縮速度の大きさだけが動作前 silent period 発現の制限因子になっているのではない。準備姿勢時の適度の筋緊張と上位中枢の関与がなければならない。筋収縮速度が大きければ大きい程よいというならば、電気刺激による筋収縮の方が随意収縮よりもすぐれている¹¹⁾。しかし電気刺激による筋収縮では動作前 silent period はみとめられない。同様に随意的に筋収縮を行なっているところに電気刺激を重ね合わせても動作前 silent period は出現しない¹⁵⁾。いわば末梢の運動神経に電気刺激を加えることによってえた筋収縮では、動作前 silent period の出現をみとめることができないのである。このことは動作前 silent period が意志による上位中枢の関与なしでは発現しない現象であることを示唆するものといえる。

猪飼⁷⁾は、この動作前 silent period の発現機構についてつぎのようにのべている。すなわちこの現象の出現は、視覚体肢反射による遠心性神経衝撃が脊髄前角の運動ニューロンの興奮水準を変容させることによって生じるものであると想定している。さらには脳幹抑制領域からの抑制性神経衝撃の関与を除外することはできないとも考察している。本実験から明らかのように、全く任意な合図によらない急速な伸展動作を行なった試行の場合にも動作前 silent period は出現しているのである。したがってこの現象の発現機構を単に感覚体肢反射だけでもとめることはできなくなる。猪飼も考察しているように、大脳前頭葉や脳幹の抑制領域、あるいは他の上位中枢からの抑制性神経衝撃も考慮に加えることが妥当と思われる。この発現機構としては、Granit⁵⁾がのべているように、alpha-gamma linkage でおこなわれている静的準備姿勢から、急激に alpha 運動経路だけの筋収縮をおこす際にみられる神経系の切り換え機構が大きく関与しているものと推察される。

Gatev⁴⁾は、運動の協調性を明らかにするために、とくに乳幼児を対象として随意動作における抑制現象の役割を明らかにしている。それ

によると、任意に肘関節の屈曲動作をおこなったときに拮抗筋に抑制現象が出現するのは、生後1~2ヶ月では17%、7~9ヶ月では28%であり、2.5~3才になると80%に達するという。しかも3才児になると動作に先行する抑制現象、いわゆる本実験と同様な silent period が観察されるようになったと報告している。随意動作の発達段階からみるならば、まず拮抗筋に抑制現象が出現し、ついで主働筋の放電よりもいく分か先行した予測性の拮抗筋抑制現象となり、さらに主働筋の筋放電に先行する抑制現象が出現してくるようになるという。この動作における抑制現象は随意動作における協調性の発達に欠かせない要因であるとのべられている。Gatev が報告している主働筋の動作前 silent period 出現率は、上腕二頭筋を主働筋とする肘関節屈曲動作では109試行のうちで27試行にみられたという。しかし27試行のうち16試行は不完全な抑制現象であったとのべていることから、この主働筋にみられる動作前 silent period は10%だけ出現したことになる。本実験のように光刺激に応じて上腕三頭筋を主働筋とする肘関節伸展動作を行なった場合の出現率は、5名の平均値で右腕三頭筋が14%、左上腕三頭筋が18%であった。いずれも本実験結果の方が高い出現率をしめしているが、彼の実験とは、1) 主働筋が異なること、2) 被検者が成人であること、3) 反応動作であることなどを考慮に加えなければならない。しかし Gatev ものべているように、随意動作にともなう抑制現象は、たとえそれが動作の直前に出現する silent period であっても、また筋収縮中に出現する silent period であっても、随意動作の発達や動作の巧拙と深い関連性をもつものであると推察される。

V. 要 約

静的な準備姿勢から光刺激に応じてできるだけすばやく動的な反応動作をおこすと、動作に先行して主働筋に筋放電の休止期 (silent period) がみられる。この動作に先行する silent

period (動作前 silent period, pre-motion silent period) の発現機構と随意動作における役割を明らかにすることが本研究の目的である。本実験の結果を要約するとつぎのようになる。

1. 動作前 silent period は、刺激に応じた反応動作だけに出現する現象ではなく、合図なしの任意な動作によっても出現した。

2. 左右肘関節の同時伸展動作をおこすと、左右上腕三頭筋に時期を同じくして動作前 silent period が観察された。

3. 単純反応と選択反応を行なった場合の動作前 silent period 出現率を比較すると、選択反応による試行の出現率の高くなる傾向がみられたが、統計的には有意な差ではなかった。

4. 同一の運動神経に支配されている筋、たとえば大腿四頭筋では支配下の各筋ともほぼ同時期に動作前 silent period の出現をみとめた。このことは脊髄前角の運動ニューロンの興奮水準の変容の生じたことを示唆するものである。

5. 上・下肢の同時伸展動作をおこなうと上腕三頭筋と内側広筋の両筋に動作前 silent period が出現した。その出現時期は上肢が下肢よりも 16 ± 4.5 msec 先行していた。その差は導出部位の伝導時間の差によるものと思われる。

6. 以上の結果から、動作前 silent period は脊髄全体の同時抑制によるという報告を支持するものである。さらにこの随意動作に先行する抑制現象は動作の巧拙と深い関連性をもっているものと推察される。

本論文の要旨の一部は、第20回生理学中部談話会と第51回日本生理学会大会で発表した。

文 献

- 1) Agarwal, G. C. & Gottlieb, G. L. (1972) The muscle silent period and reciprocal inhibition in man. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **35**, 72-76
- 2) Alston, W., Angel, R. W., Fink, F. S. & Hofman, W. W. (1967) Motor activity following the silent period in human muscle. *J. Physiol.* **190**, 189-202
- 3) Cracco, R. Q. (1974) Spinal evoked response: Peripheral nerve stimulation in man. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* **35**, 379-386
- 4) Gatev, V. (1972) Role of inhibition in the development of motor coordination in early childhood. *Develop. Med. Child Neurol.* **14**, 336-341
- 5) Granit, R. (1970) The basis of motor control. 1st Ed., Academic Press, London, 163-186
- 6) 猪飼道夫 (1955) 健康人における体肢の交叉性反射. *日本生理誌* **17**, 253-262
- 7) 猪飼道夫 (1955) 動作に先行する抑制機構. *日本生理誌* **17**, 292-298
- 8) 猪飼道夫, 芝山秀太郎 (1965) 動作の敏捷性. — その生理的背景. *体育の科学* **15**, 149-156
- 9) 猪飼道夫, 矢部京之助, 山本高司, 川初清典, 渡部和彦, 手塚政孝 (1974) 随意動作に先行する silent period の発現機構. *体育学研究* **18**, 127-133
- 10) Jansen, J. K. S. & Rudjord, T. (1964) On the silent period and Golgi tendon organs of the soleus muscle of the cat. *Acta physiol. scand.* **62**, 364-379
- 11) 金子公宥, 矢部京之助 (1969) 筋パワーの生理的限界に関する研究. *体育学研究* **13**, 155-161
- 12) Merton, P. A. (1951) The silent period in a muscle of the human hand. *J. Physiol.* **114**, 183-198
- 13) 小野三嗣, 大和 真, 尾谷良行, 坪田修三, 倉田博, 岩垣丞恒, 高橋泰光 (1968) 動的収縮中に発現する silent period について. *日本生理誌* **30**, 86-95
- 14) Stetson, R. H. & Bouman, H. D. (1935) The coordination of simple skilled movement. *Arch. Néerl. de Physiol.* **20**, 177-254
- 15) 矢部京之助 (1966) 最大筋力と疲労. *体育学研究* **11**, 77-85

第 50 回 近 畿 生 理 学 談 話 会

日 時：昭和49年11月9日（土）10時～15時15分
場 所：大阪大学医学部附属病院第二講堂（7階）
幹 事：岩間吉也

1. Incubation によるウサギ赤血球の浸透抵抗と比重の変化について

小河弘之，須藤勝見，木村英一（大阪市大，医，第二生理）

赤血球捕捉のメカニズムを解明するために，ウサギ赤血球を 37°C で 24 時間保存し，CPC により浸透抵抗の変化を，また須藤等の開発した比重分布曲線により比重の変化を観察した。

浸透抵抗は新鮮血で 108 mOsm を頂点とし，抵抗幅が 87～125 mOsm であったが，incubation によって 55，120 mOsm の 2 点を頂点に 2 群に分離された。

比重は新鮮血は 1.084 を中心に 1.075 と 1.092 の間であったが，incubation により，頂点は 1.080 に移り，軽い方にも重い方にも分布が広がった。

次に incubation 後，赤血球を比重により，4 層（最軽，軽，重，最重）に分画し，それぞれの浸透抵抗を観察した。

最軽赤血球は，120 mOsm を頂点とする単峰分布を示した。軽赤血球と重赤血球は 55，120 mOsm を頂点とする 2 峰分布を示した。最重赤血球は 55 mOsm を頂点とする単峰分布であった。

Incubation 後，比重が増加した赤血球は浸透抵抗が増し，比重が減少した赤血球は，抵抗が低下した。比重はその中間の値を示し，浸透抵抗が 2 峰性となったものも，比重が増すにつれて，抵抗の強い赤血球が増加した。

2. Ruthenium red によるシナプトソーム膜の Ca²⁺ 結合能の変化

神野耕太郎，小川正晴，上坂伸宏，井上章（京大，医，第二生理）

Rat の brain cortex から分離した synaptosome の Ca²⁺ 結合は ruthenium red により著しく阻害される。Synaptosome と Ca²⁺ との結合は scatchard plot から結合部位が 2 種類あって，その一つが Ca²⁺ 結合部位との結合であると考えられ，その飽和量は約 130 nmoles/mg. prot でこれは Ca²⁺ の飽和結合量にほぼ等しい。しかしその

Hill 係数は 1 で，これは Ca²⁺ 結合とは違い，non-cooperative であることを示している。そこで ruthenium red の結合量とそれによる Ca²⁺ 結合の阻害の度合との間には 1:1 の対応関係はなく ruthenium red の飽和量の 15% の結合量で Ca²⁺ 結合は約 60% 阻害される。さらに ruthenium red の存在で Ca²⁺ 結合の Hill 係数は小さくなる傾向を示す。これらの結果と ruthenium red は glycoprotein と結合するということから，synaptosome 膜の Ca²⁺ 結合部位は構造に glycoprotein ようのものをふくみ，かつ，いくつかの ligand から成り，そのうちの一つが ruthenium red と結合すると，他の ligand の Ca²⁺ との結合能の著しい低下あるいは co-operativity の減少を来すものと考えられる。

3. Synaptosome 膜と bromthymol blue の相互作用—Ca による conformational change の指標としての有効性

小川正晴，上坂伸宏，神野耕太郎，井上章（京大，医，第二生理）

BTB は mannitol-sucrose 溶液中において synaptosome に結合するが，2 価陽イオンによってその結合量が増大する。その増強能は Mn>Co, Ni>Ca>Ba>Mg と synaptosome 膜の Ca-binding site での結合能と一致している。これら BTB の結合の様子は，その吸光度の変化から追跡できる。BTB の Ca による synaptosome への結合増大の Hill 係数 ($\log \frac{\bar{X}}{1-\bar{X}} \sim \log y$; y は free Ca) は 1 であり，Ca の binding の Hill 係数 ($\log \frac{\bar{Y}}{1-\bar{Y}} \sim \log y$) も 1 であった。また実験結果から次式の成立が予想された。

$$\log \frac{\bar{X}}{1-\bar{X}} = \log \frac{\Psi(y)}{1-\Psi(y)} + \text{const.}$$

ただし $\Psi(y)$ は $\Psi(0) = 0$ ， $\Psi(\infty) = 1$ を条件とする y の関数。たとえば $\Psi(y) = \frac{ky}{1+ky}$ —即ち \bar{Y} は $\Psi(y)$ の必要条件を一応満足している。これらより BTB の結合は Ca による synaptosome 膜の

conformational change の指標として使いうることが示された。

4. 局所麻酔剤の axon membrane 透過性

品川嘉也, 大木新平 (京大, 医, 第二生理・State University of New York Buffalo)

局所麻酔剤の効力が pH によって変わることは古くから知られているが, そのメカニズムについては不明の点が多かった。われわれはこれが細胞内外の pH (pHi, pHo) の差によると考え, 局所麻酔剤は中性型で axon 膜を透過したのち細胞内で解離してカチオン型となって効力を発揮するとして次の式を導いた。

$$C \frac{10^{pK-pHi}}{1+10^{pK-pHo}} = [BH^+]_i \left(1 + \frac{r}{2P} \frac{1}{t}\right)$$

ただし C は全濃度, $[BH^+]_i$ は細胞内のカチオン型濃度, P は膜透過係数, r は axon の半径, t は作用発現に要する時間である。Lobster の giant axon を用いて活動電位を消滅させるに要する時間を t として実験を行ない $1/t$ を上式左辺に対してプロットしたところかなりよい直線性を得た。直線のスロープから $r=40 \mu$ として求めた膜透過係数は cocaine に対して 9.3×10^{-6} cm/sec (pH 7.2), tetracaine に対して 4.3×10^{-6} cm/sec (pH 7.0), 5.8×10^{-6} cm/sec (pH 6.0) であった。

5. 微小電極における tip potential 発生原因に関する実験的考察

岡田泰伸, 井上 章 (京大, 医, 生理)

Glass microelectrode の尖端で発生する tip potential (T.P. と略す) によって, 膜電位測定値に誤差もたらされる可能性が知られている。この誤差の order を知るためにも, できるだけ小さな T.P. の電極を作製するためにも, この T.P. 発生の原因を知る事が重要である。比較的長時間溶液中に浸しておかなければならないメタノール置換法によって充填された電極は, 直接充填法, ガラス・ファイバー法によって作られた電極に比べて非常に高い T.P. を持つ。使用するガラス管の酸処理や, 充填する KCl 液の酸性化によって T.P. は著明に減少する。この事は T.P. 発生が, tip での contamination によると考えるよりも, ガラス壁の固定陰電荷によると考える方が合理的である事を示している。そこで直接 tip 付近のガ

ラス壁の電気抵抗を測定すると, 溶液中に電極を浸す期間を長くするにつれて著しく減少し, それに伴って T.P. が増大する事が見られた。37°C で7日間 3M KCl 中に電極を保存すると, tip 付近のガラス壁抵抗は pore を介しての抵抗と same order にまで減少する。これらの実験結果から, 一般に T.P. は pore を介しての diffusion potential と tip 付近でのガラス壁を介しての boundary potential の両者により成立しており, その寄与度はそれぞれの抵抗の比によって決まる事が結論された。

6. 両棲類腎尿管近位部における K 輸送機序について

藤本 守, 窪田隆裕, 岡田勝彦 (大阪医大, 第二生理)

液体イオン交換性 2 連微小 K 電極を用いて食用ガエルの腎近位尿管の管腔液 (TF), 血漿 (P) の K イオン活量と膜電位を測定しネフロン of イオン輸送機序について検討を加えた。

1. 実測尿管両面間電位 (PD) と, TF/PK 活量比から計算された Nernst 電位を比較すると, 実測 PD の方が常に深い。TF_K の上昇にも拘らず, PD の変化は非常に少ない。これは, a) TF_K を下げる機序の存在, b) ネフロン of 電氣的短絡を示唆する。

2. 10^{-4} M ethacrynic acid を腎門脈を通じて尿管周囲側から作用させると, TF/P の K 活量比は時間の経過と共に低下し, ほぼ 1 に近づくが, 管腔側から作用させると, TF_K は高くなり, 細胞 K の脱出を示唆する。

3. 10^{-4} M ouabain を尿管周囲側から作用させると, TF_K は一時低下の後上昇し, TF/P 比はほぼ 1 に近づく。

4. 10^{-4} M acetazolamide を尿管周囲側から作用させると, TF_K は僅かの低下の後上昇し, 時間の経過と共に TF/P 比は 1 を上まわる。これは尿管々腔側に H 分泌または HCO₃ 再吸収に関連した K 輸送機序の存在を示唆する。

5. 以上の結果より, 尿管近位部管腔側膜には, K の能動的な再吸収機構が存在し, それはエタクリン酸, アセタゾールアミドに感受性を示すものであると考えられる。

7. 手掌関節運動の連なり

久保秀雄 (大体系機能)

資料: 学生西山邦子, 巢立博子の実測値

目的: 挙措の柔らかなキネシオロジーへの1歩として, 手掌関節での前屈から着手.

実測の仕方: 垂直に固定した腕の手根関節以下, 四つの一軸回転の自由さを保つ. 中指の先端にマークづけ. 前屈に伴うマークの動きの面で連続撮影. その x, y 座標を分析, 運動種目を異にする被検者23名.

結果: $\log x, t; \log y, t$ 曲線は四つの直線で包絡される.

中心から末節に余韻を残しながら波及する逐次的回転, 各関節の回転に奇与する度合いは連なる基本パターンに対しての置換数を要する.

8. ネコ視交叉における閃光誘発電位—背景光に鋭敏な遅い成分

浦本 勲, 清野茂博 (愛知県コロニー研究所, 生理)

視覚系径路の色々な部位から導出した閃光誘発電位 (FEPs) が, 背景光によって修飾を受けることはよく知られている. この修飾は早い成分について記載されてきたが, ネコ視交叉から記録した FEPs の中で遅い成分が, 背景光の条件で特長的な変化を示した.

ネプタール麻酔下で, 暗順応および明順応の二つの条件で FEPs を記録し比較した. 一般に暗順応でみられる FEPs は, まず三つの正-負の振れからなり, これらは50ミリ秒以内に観察される. つづいて, 幾つかの振巾の小さい成分がみられる. 遅い成分について調べると, 大部分の FEPs では, この遅い成分は明順応で観察され, 潜時は約70ミリ秒で, 暗順応ではほとんど完全に消失した. 少数の FEPs では, 逆に暗順応で約80ミリ秒の潜時をもつ遅い成分があらわれ, 明順応では消失した. 更に, 上丘から導出した FEPs について調べたところ, 明順応で約80ミリ秒の潜時をもって出現し, 暗順応でおさえられてしまう成分が認められた.

9. ラット大脳皮質誘発電位による聴覚発現時期の研究

時本孝行, 大迫茂人* (大阪市大, 第一生理・

大阪市大, 医, 耳鼻科*)

ラットやマウスは生後, 一定の期間を経てから聴覚が出現するといわれており, 以前より内耳の発達に関する形態的研究がなされ, 生理学的方面からは拍手音による startle response や Preyer 耳介反射あるいは, 蝸牛からの種々の電位 (CM, EP, SP, AP etc.) を直接測定する方法が用いられている. しかし前二者は客観性にかけるところがあり, 後者は生後連続して同一動物について調べられない.

本実験においては, 大脳皮質聴覚性誘発電位の加算法を用いることにより, その欠点を解消した. 記録のためには大脳皮質聴覚領野に相当する頭蓋骨と, 前頭洞に電極を植め込んだ. 正常成熟ラットでは, 50回から100回の脳波の加算で, 明らかに聴性誘発電位 (潜時約10 msec) が認められるのに対し, 仔ラットにあっては, 生後しばらくの間全く反応が認められなかったが, 11日目頃からうじて誘発電位が観察され始め, 14, 15日目頃まで, それは大きく明白になり, またその潜時の短くなるのが観察された. それとほとんど同時に Preyer 耳介反射も認められるようになった. さらに誘発電位の出現の様子を, 経目的に可聴曲線としてみると, 各周波数とも平行して出現し, 生後15, 16日目ではほぼ, 成熟ラットのそれに一致した.

尚, この時期は形態的には, 外耳道の開孔ならびに組織学的には, 内耳の tunnel 腔および intracellular space (Nuel 氏腔) の形成が完成される時期と一致していた. また聴器毒として知られているカナマイシン (KM) や新カナマイシン (DKB) を, 頂度, 聴器形成時期である生後10日目から一定期間連続投与した成熟ラットについては, その聴性誘発電位は観察されなかった.

10. イヌ食餌性ベダル押し行動の運動電位について (知見補遺)

吉井直三郎, 矢島幸雄, 北村俊雄*, 宮本健作** (兵庫医大, 第二生理・阪大, 医, 第二生理*・独協医大, 医心理**)

イヌ尾状核 7.5 c/sec 刺激を CS として食餌性ベダル押しを訓練した. ベダル押し行動が現れる直前の誘発電位 (Ep) を含む脳波活動の変化は運動電位 (MP) の発生によると考え, 既報の方法

(Med. J. Osaka Univ., 1969; 神経研究の進歩, 1971) で“MP”を抽出した。正反応(右前肢で右ペダルを押す)10試行と誤反応(左前肢で左ペダルを押す, すぐ正反応を示す)4試行の平均“MP”を比較した。1) 正反応ではペダル押し前肢 EMG 出現の約 1.5 sec 前より皮質・皮質下領域で Ep の速成分の変化が安定化しはじめ(A波), 約 800 msec 前にはさらに遅成分の変化が安定化しはじめ(B波), 約 200 msec 前には速および遅成分の変化はピークに達する(C波)。EMG 出現後は約 250 msec で速成分の変化は減退しはじめ(D波), 約 500 msec でペダル押し肢運動による末梢からの影響をうけて遅成分が変化した(E波)。

2) 誤反応では皮質知覚運動野の“MP”は正反応のそれと相違しないが, 皮質下とくに正中中心核や視床下部の“MP”はA波の出現がおくれ, B波の出現は脳各領域で不揃いとなる。3) 誤反応出現の原因は網様体や海馬などの準備性賦活作用の減弱であろうと考える。

11. カエル脊髄の一次求心性線維の PAD

林田嘉朗, 松裏修四(大阪市大, 医, 第一生理)
カエル脊髄一次求心性線維の脱分極(PAD)は当該線維を含む後根のみならず隣接後根の刺激及び後索の逆行性刺激によって起こされ, その振巾は通常数 mV から約 17 mV であった。この PAD に当該線維刺激による求心性インパルスを重ねると PAD の時間経過に一致してスパイク電位の振巾の減少(通常約10%)がみられた。また PAD から数個のスパイクの生ずる場合があり, そのスパイクに当該線維刺激による順行性スパイクが衝突すると後者の伝導はブロックされた。

後根刺激による順行性スパイクの伝導速度は 7~45 m/sec, 一方後索刺激は 7~15 m/sec で多くの場合後者の伝導速度が遅かった。2発刺激に応ずる発火の最小刺激間隔は順行性刺激で 1.7~6.0 msec, 逆行性刺激で 1.7~3.0 msec であった。

このように電気生理学的性質に相違がみられるので組織学的検索のため, プロシアンイエローの細胞内注入連続組織切片から再構築像を作成した。その結果脊髄の入り口は比較的太い(直径約 10 μ) が上行中に数個の下行又は腹側に走る分岐を出しながら直径の小さくなる例(直径 5~7 μ)のあるのがわかった。なお直径の変化しない線維

も観察されている。

12. Slow および fast 脊髄運動ニューロンに対する上位中枢の支配様式

遠藤克昭, 荒木辰之助, 河合洋祐*(京大, 医, 第一生理・山口大, 教養*)

麻酔ネコ(錐体ネコ, 非錐体ネコ)のヒラメ筋(Sol)および内側腓腹筋(MG)支配の運動ニューロン(MN)に対する上位中枢刺激効果の相違を検した。1) 対側大脳皮質運動感覚野の刺激により錐体ネコおよび非錐体ネコにおいて, 従来のパターンと異なり, Sol では IPSP, MG では EPSP が多く, 若干の MG では IPSP がみられた(S-MG)。非錐体ネコの PSP の潜時は錐体ネコに比し有意に短かく, 前者では錐体外路系の成分が含まれることが示唆された。PSP の潜時から, fast MN も slow MN も fast PT cell の支配を受けることが見いだされた。非錐体ネコの同側大脳皮質刺激により Sol, MG において EPSP がみられ, 錐体ネコではそれがみられず, 前者の EPSP は錐体路の軸索側枝が錐体外路系を活動させることによると考えられた。2) 非錐体ネコの対側赤核刺激により Sol では 2 シナプス性 IPSP, MG では 2 シナプス性 EPSP が多く, 若干の MG では IPSP がみられた(S-MG)。同側赤核刺激により Sol では IPSP, MG では EPSP が多く, 同側大脳皮質刺激の場合と対照的であった。3) 同側外側前庭核刺激により MG, Sol において単シナプス性 EPSP がみられた。4) 同側延髄網様体刺激により Sol では 2 シナプス性 IPSP, MG では単シナプス性 EPSP がみられた。

13. 両側舌神経刺激による舌下神経運動ニューロンのシナプス電位

高田 充, 尾形和彦(阪大, 歯, 口腔生理)

舌下神経運動ニューロンは P-Mn (protrusive Mn) と R-Mn (retractive Mn) とに大別される。本実験はネプタール麻酔ネコを用い, P-Mn で同側・対側舌神経刺激によるシナプス電位を記録すると共に通電により膜電位を変化させ詳細にシナプス電位を分析した。同側舌神経刺激型によるシナプス電位より P-Mn は IPSP 型, IPSP-EPSP-IPSP, EPSP-IPSP 型に分類できた。対側舌神経刺激の場合も同側舌神経刺激により誘発されるシ

ナプス電位と全く同様のシナプス電位が誘発される。IPSP 型細胞が最も多く記録されるが、対側舌神経刺激による IPSP (Contra-IPSP) の振巾は同側舌神経刺激による IPSP (Ipsi-IPSP) の振巾の約 1/2 であった。また Ipsi-IPSP と Contra-IPSP の平衡電位は全く同じであることが明確になった。同側・対側舌神経刺激によるシナプス電位は Cl 注入した P-Mn においては逆転し共に脱分極電位になる。但し低振巾の過分極電位が逆転した脱分極電位につづく。約 10 nA 脱分極方向への通電で同側・対側舌神経刺激によるシナプス電位は共に 0 となることが Cl 注入 P-Mn で明らかになった。また閾値の 1.1~1.2 倍刺激で P-Mn に IPSP が誘発される。以上の実験結果より、同側・対側舌神経中の低閾値の線維が P-Mn の細胞体に抑制性シナプスで結合していることが推察される。

14. 新しく形成された大脳-赤核シナプスの伝達特性

藤戸 裕, 村上富士夫, 塚原伸晃 (阪大, 基礎工, 生物工学, 刺激生理)

ネコの赤核大細胞は小脳中位核と大脳感覚運動野から単シナプス興奮性入力を受ける。

大脳からは樹状突起部に、小脳からは細胞体部にそれぞれシナプス結合しており、それぞれの連発刺激に対して、小脳性入力は促進を示さないが、大脳性入力は促進を示すことが見出されている (塚原ら, 外山ら)。ここでは中位核破壊後赤核ニューロンの細胞体近傍に形成されたと考えられるシナプス (塚原, Hultborn, と村上, *Experientia*, 30, 1974, 塚原, Hultborn, 村上, と藤戸, *Proc. Golgi Centennial Symposium*, in Press) の伝達特性を調べた。刺激は大脳脚部において閾値近辺で行ない、細胞内誘導で unitary EPSP およびその連発刺激による促進を記録した。結果は、正常ネコと同じく、促進が観測され、また、正常ネコよりも立ち上がりの鋭い、高振巾の unitary EPSP が記録された。刺激に対する促進の時間経過は二つの指数関数の和で近似された。このときの促進の大きさは先行する EPSP の大きさに依らず、一定であることが 2 連発および 3 連発の刺激で見出された。

15. 視覚神経路に対する DMT (N, N-dimethyl-tryptamine) の作用の電気生理学的研究

畑田耕司, 岩田宣芳* (京大, 医, 脳研・三共中央研・ミシガン大, 薬理, ラフィエット病院*)

外側膝状体 (LGN) および大脳皮質視覚領野 (VC) で誘発電位を記録し、幻覚惹起物質 DMT の作用ならびに向精神薬との相互作用を検討した。Chloralose 麻酔ネコで刺激電極を視神経交叉 (OC) および視放線 (OR) に定位し、LGN からはガラス管微小電極、VC からは表面電極で次の 4 項を観察した。I) OC 刺激による LGN 誘発電位、II) OR 刺激による LGN 中継細胞の逆行性発火を主とした電位、III) OR 刺激による VC の誘発電位、IV) LGN 中継細胞に対する抑制現象。DMT は静脈経路で 10 μ g/kg から 3.2 mg/kg まで段階的に投与され I が顕著な抑制を受けると共に IV も脱抑制変化を受けたが II, III は殆ど影響がみられない。DMT 効果は 30 分以内に回復する。Chlorpromazine または Haloperidol を 1.0 mg/kg 前投与すると、I に対する DMT 作用は増強されるが、IV に対する脱抑制効果は拮抗作用を受ける。Methiothepine の 1.0 mg/kg 前投与は I を拮抗するが IV については作用しない。視覚神経路において DMT は視神経外側膝状体間の興奮性伝達を遮断し、外側膝状体中継細胞に対する抑制機構を阻害するが、外側膝状体大脳皮質間の伝達については影響しない。向精神薬は DMT の脱抑制効果についてのみ拮抗する。

16. 脳幹網様体の単位放電に関する 2, 3 の神経薬理学的所見

安原基弘, 内藤博江, 内山正三, 伊勢森教子, 竹村京子, 堀内佐恵子 (関西医大, 第二生理)

私たちはウサギの脳幹網様体の自発性単位放電に関する神経薬理学的研究を行なった。無麻酔のウサギの中脳網様体に微小電極を挿入し、前置増巾器 (日本光電 MZ-4) を介してブラウン管オシログラフ (同 VC-7A) に誘導される自発性単位放電におよぼす各種薬物の影響を調べたところ、中枢抑制薬であるところの barbiturate や chlorpromazine はその放電数を減少させたのに対し、一方中枢興奮薬 (cardiazol, ATP, cytochrome C, CDP-choline, meclofenoxate, pyriothione etc.) はこれを増加させる傾向にあった。これら薬物の

自発性単位放電に対する作用は、同薬物の内包破壊ウサギの誘発筋放電閾値に対する作用と平行関係にあることが認められた。

次にこの自発性単位放電は、大後頭神経の 3 Hz 刺激では減少し、100 Hz 刺激では増加する傾向のあることが認められた。この末梢神経刺激によ

る自発性単位放電の変化は、CDP-choline, meclofenoxate, ATP, cytochrome C などの投与により弱くなることから、このような脳障害治療薬は外来刺激による単位放電の変化を少なくする作用を有することが推定された。



[海外だより]

Symposium “acid-base homeostasis of brain extracellular fluid” の印象

千葉大学医学部生理学教室
本 田 良 行

本年3月17~18日西ドイツの Ruhr 大学で Hans Loeschcke 教授の主催で、表記のシンポジウムが開催された。話題は、1) 血液と脳脊髄液および脳細胞が脳細胞外液の酸塩基平衡の恒常性にどのようにかかわっているか。2) 代謝性および呼吸性酸塩基平衡障害における血液と脳細胞外液間のイオン交換。3) 脳細胞外液の水素イオン濃度の神経性調節。4) 呼吸の化学感受性領域と、その換気活動におよぼす影響、および活動の相互間の作用。5) 呼吸調節の中樞機構、およびそのシステム解析、などであった。

以下、この話題についていくつか紹介する。

1. 脈絡膜叢の細胞が CSF (脳脊髄液) のイオン組成に重要なかわりをもつことが In vitro の実験により報告された。CSF の Na^+ 増加、 K^+ 減少は、血管内の HCO_3^- 濃度の増加によってもっとも強くドライブされるという (E. M. Wright)。

2. Lund 大学の Ponten は、脳組織の平均炭酸ガス圧は、動静脈の平均炭酸ガス圧より約 1 mm 高いという従来の彼等の実験結果を再確認した。これは、近年 Gurtner らによってとなえられている脳組織と動静脈血の炭酸ガス圧勾配が逆転するという説 (membrane charge hypothesis, Wien effect) を否定するものである。多くの討論も Ponten の結果を支持する向きが強かった。

3. CSF は物理化学的には緩衝能力が低いにもかかわらず、酸塩基平衡の恒常性が高いのは、 Pco_2 が上昇したとき、glia cell との間に chloride shift が起きて、 HCO_3^- が供給されるためではないかという仮説が提出された (Loeschcke)。これは、glia cell 中に Cl^- が多く含まれているという事実からの推論であるが、赤血球と違い膜電位の高い glia cell で Cl^- が電位に逆って簡単に動くだろうという反論もなされた。

4. 延髄腹側表面の呼吸の化学感受性領野の研究に関して、組織学および電気生理学に重要な

知見が追加された。

5. 頸動脈小体を摘出したイヌおよびヒトについて、末梢化学感受性が残存することが Bouvert および筆者により報告された。これは、末梢化学感受性が全く失われてしまうとするアメリカの K. Wasserman のグループの主張と対立する結果であった。

6. R. W. Torrance (Oxford) は、頸動脈小体の興奮機序に関し Winder の説を modify した新説を提出した。これは、Type I と II の細胞間隙の酸性度が頸動脈小体の活動性をきめるとし、その space に細胞膜から HCO_3^- 分泌ポンプが働いているという考えである。

7. 呼吸の中樞性調節機序に関し、B. Lloyd (Oxford) は、従来の所説を次の式で総括し、これについて多くの論議が展開された。

$$\dot{V} = h \left(\frac{\lambda + \log \text{H}_a^+ / \text{H}_a \theta^+}{\text{PAO}_2 - \gamma} + \mu + \log \text{Hc}^+ / \text{Hc} \theta^+ \right)$$

この式のパラメーターに関し解説するには、紙面を要しすぎるので省略するが、論議は、1) 中樞と末梢の化学受容器からの drive は上式で示されるような加算でよいのか、2) 末梢の化学感受性は H^+ と Pco_2 の相互作用という式だけで十分なのか、3) 化学刺激が閾値以下に下ったとき、残余の呼吸刺激ドライブがあるのか否か、などの諸点であった。

また南カルフォルニア大学の Grodins は、呼吸調節の New concept と題して、「呼吸の仕事量を最小にするよう換気が調節されるのか」、「ガス交換を保つため換気・血流比を適正にするよう調節されているのか」という考えで検討を進めていると述べた。その何れもが実際の換気を説明するにはいたっていないという。

おな、4 および 6 の話題と討論に関しては、多少くわしく、雑誌「臨生床理」および「呼吸と循環」に紹介する。

[案 内]

第1回神経生物学セミナー受講生の募集

本セミナーは神経生物学を志す中堅研究者(医学・薬学・生物学・農学・理学を含む)の養成を目的とする。

第1回セミナーの主題は「神経系の発生と分化」で17名の講師(外人4名)により形態、生理、生化学、組織培養などの分野から講義され、第2回「ニューロンとグリアの神経生物学」、第3回「神経系の統合機序」を予定。

1. 応募資格 大学卒業後5年以上(医歯学系は4年以上)15年未満
2. 募集人員 約50人
3. 期 間 昭和51年1月4日(日)～10日(土)7日間

4. 参加費 1人25,000円(受講料,宿泊費,食費を含む)

5. 応募〆切 昭和50年8月末日
(応募者については,実行委員会で選考致します。)

6. 場 所 大磯ロングビーチホテル
神奈川県中郡大磯町国府本郷546
TEL 0463(6)1550

7. 主 催 財団法人 医学研究振興財団
〒102 東京都千代田区平河町
2-8-2
エターナル・モーザビル内
TEL 03(239)0777~8

[編集後記]

新学期がはじまり、緑のきれいな頃となりました。研究に教育に御多忙のことと思います。今春三重大大学の総会で、内籾、伊藤、塚田各幹事が再任されました。編集委員会の当面の問題は来年度総会の当番幹事である東北大学よりの申入れにより、従来学会予稿集と本誌に掲載の学会記録の2

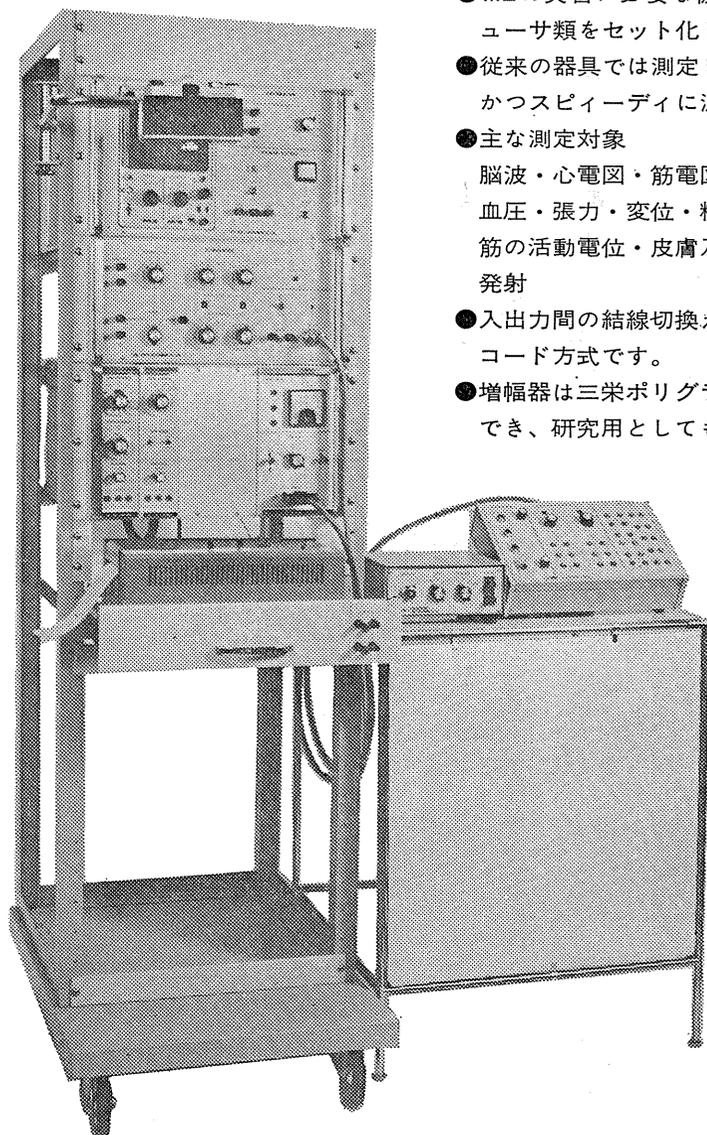
本立であったのを1本化して予稿集を本誌として出すこととあります。色々御迷惑がかかると思いますが、御協力のほどお願い申し上げます。また経費節約のため、すでにお気づきのことと思いますが、次回生理学会大会のご案内を本誌に折込みでお送りすることになりました。お見逃しのない様に御注意下さい。(植村慶一)

— 編 集 委 員 —

塚田裕三(幹事)	入内島十郎	酒井敏夫
植村慶一	戸塚武彦	大島知一
村田計一	菅野富夫(北海道)	星猛(東北)
新島旭(関東)	東健彦(中部)	品川嘉也(近畿)
及川俊彦(中・四国)	栗山熙(九州)	

効率的なグループ実習を可能にする 生理学学生実習装置

NEW
★新製品★



- MEの実習に必要な機器、電極、トランスジューサ類をセット化してまとめてあります。
- 従来の器具では測定しにくかった現象を正確かつスピーディに測定できます。
- 主な測定対象
脳波・心電図・筋電図・心音・脈波・呼吸・血圧・張力・変位・精神電流現象・神経及び筋の活動電位・皮膚及び筋紡錘よりの求心性発射
- 入出力間の結線切換は実習に便利なパッチコード方式です。
- 増幅器は三栄ポリグラフのものを共通に使用でき、研究用としても十分使用できます。

明日の健康と福祉を守る

AA SAN-EI 三栄測器

本社 東京都新宿区西大久保2-223-2 〒160 ☎ 03(209)0811代表
工場 東京都小平市天神町1-57 〒187 ☎ 0423(41)0821代表

静岡協が新しい会社を設立……

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

生産から試験終了まで、一貫してSPF施設で実施

〈 受 託 項 目 〉

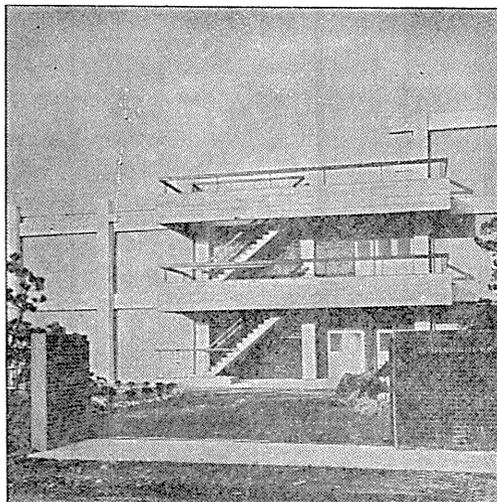
- ◇ 一般毒性試験
- ◇ 催奇性試験
- ◇ 発癌性試験
- ◇ 世代試験
- ◇ 刺激性試験
- ◇ 組織標本の作成並びに検査

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)36-1957



—Barrier System(SPF) 実験動物の生産販売—



SPF 動物

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

普通動物

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

カニクイザル アカゲザル 輸入検疫9週間経過後出荷

静岡県実験動物農業協同組合

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

動物実験に理想的な非動性を得られる

非脱分極性筋弛緩剤

2%ガラミン注射液“テイサン”

(1 ml中20mgのガラミントリエチオダイドを含有)

〔特長〕

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

〔包装〕 20ml (400mg)バイアル
5ml (100mg)10管

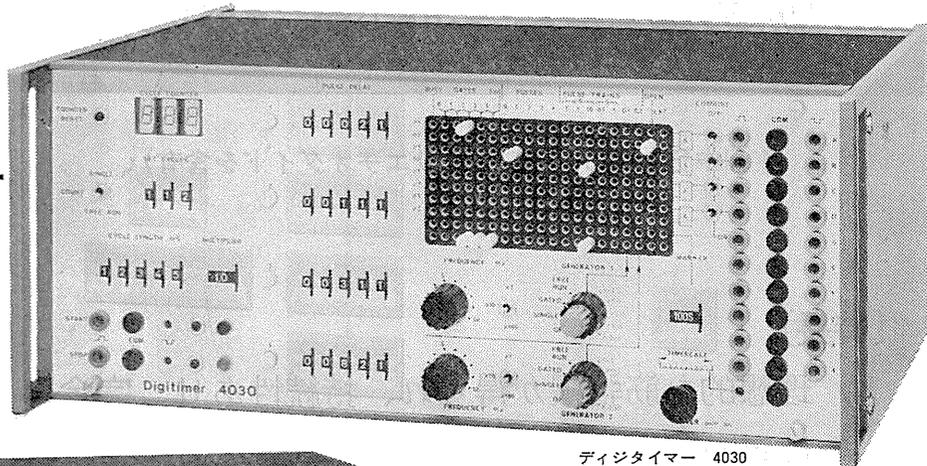
販売
長瀬産業株式会社

製造
帝国化学産業株式会社
大阪市西区北堀江上通1-10(大阪中央ビル)

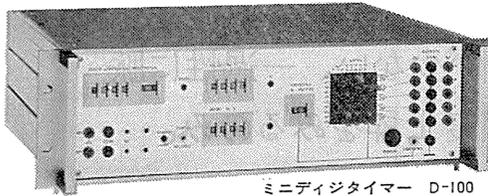
Digitimer

Research Instrumentation

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

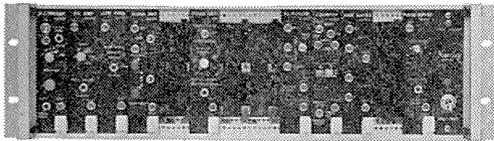


ディジタイマー 4030



ミニディジタイマー D-100

●4030型高級機の精度、機能をそのままにコンパクト化した製品。



ニューロログシステム

●電気生理学用として開発されたモジュラーシステム。電気生理学実験に必要な多種類のモジュールがあります。実験に必要な装置を手早く、安価に求めることが出来るようになりました。モジュールの種類については御問い合わせ下さい。

《特徴》

- 時間は5桁の数値を10マイクロ秒のステップで変化可能、リセットも正確。
- マトリックスボードプログラマーにより複雑なパルス列を発生することが出来る。
- 本体一台で独立に4チャンネルのパルスを発生可能。
- 出力パルスは各々独立したバッファーを持ち $\pm 2V \sim 12V$ 迄可変出来る。
- 出力インピーダンスは約 200Ω 、短絡に対して自動的に保護される。
- クロック発振器2MHz水晶誤差 $-20^\circ C \sim +70^\circ C (\pm 0.02\%以内)$

取扱製品

Digitimer 4030・Counter Timer 3251
Isolated Stimulator 2533
Dual High Voltage Stimulator 3072
Gated Pulse Generator 2521
Relay Unit・Logic Unit 3080
Photic Stimulator 3182
Neurolog System Instruments

新製品

SPIKE PROCESSOR D-130
REVERSAL PATTERN STIMULATOR D-110
PATTERN GENERATOR 4330
FUNCTION GENERATOR 4331

☆アフターサービスについては完全を期しておりますので、安心して御用命下さい。又カタログを御希望の方は御一報下さい。

英国ディジタイマー社(旧名デバイス社)日本総代理店

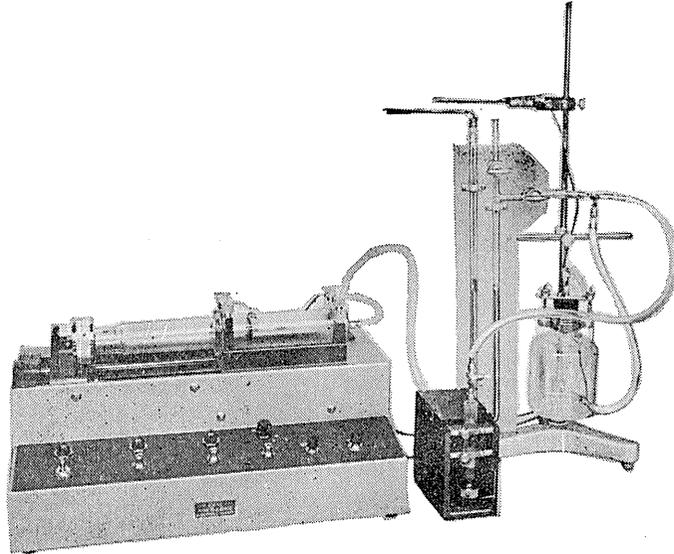
ドッドウェル エンド コムパニーリミテッド輸入物資部

東京都千代田区丸の内1-4-2(東銀ビル) ☎03(211)2141内線424or 429

HAFFNER法

鎮痛効果測定装置

実中研 医学研究所 御指導

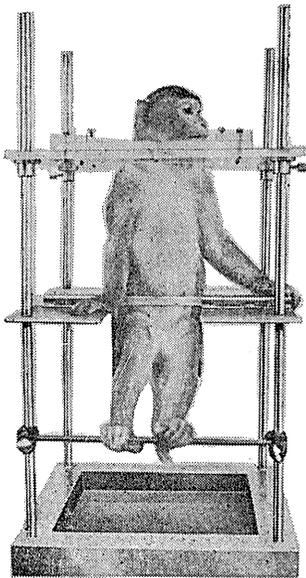


本装置は機械的刺激によるマウスの仮性疼痛反応閾値上昇から薬物の鎮痛効果を測定する装置であります。

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

モンキーチェヤ

実験動物中央研究所
医学研究所 御指導



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

特別附属品

- チェヤ固定盤 600×600×21mm (木製)

特別附属品

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

使用目的

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

KANO 株式会社 野上器械店

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

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 37, No. 5 (1975)

Original

YABE, K. and MURACHI, S. : Role of the silent period preceding the
 rapid voluntary movement..... 91

昭和五十年 四月二十日印刷

編集兼
 発行人

東京都文京区駒込二丁目一八二番
 日本生理学会
 塚田裕三

印刷者
 印刷所

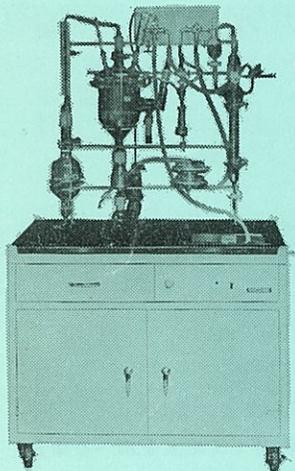
山形県鶴岡市山王町一四の二
 三浦経夫
 鶴岡印刷株式会社

発行所

東京都文京区本駒込二丁目一八二番
 日本生理学会

電話
 九四五一二八四〇
 三五六三〇〇
 振替
 東京六四三〇〇
 三五六三〇〇

NAIUME KM式動物吸気¹⁴C¹⁴CO₂計測試料採取装置



*** 使用目的 ***

- 投与標識物質の収支決算としての吸気排出率の測定。
- 動物の一般代謝の指標として、特定物質（¹⁴C-Glucose などの Oxidation Test.
- 薬物の作用機構の解明手段として、代謝系路のよく判っている物質の代謝に、目的の薬物がどのような作用を示すか……。

*** 本装置の構成 ***

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1. 除埃用プレフィルター | 11. 脱水器 |
| 2. 乾燥、炭酸ガス吸収塔 | 12. 吸収塔 |
| 3. 流量計 | 13. 吸収液注入瓶 |
| 4. 温度計 | 14. 積分測定用試料採取装置 |
| 5. 動物チャンバー | 15. 微分測定用試料採取装置 |
| 6. 給水瓶 | 16. コールドトラップ |
| 7. 採尿瓶 | 17. ポンプ |
| 8. ステンレス床鋼 | 18. 樹脂製フード |
| 9. 採糞瓶 | 19. 移動式台車 |
| 10. 給餌器、餌屑採取瓶 | |

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)