

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

35巻 1号 1973

総 説

入内島十郎：血圧変化の解析 1

原 著

平尾武久，篠崎温彦，古屋信彦，石川道雄：回廊法行動観測器 10

短 報

SATO, T. and HARADA, Y.: How is the H-reflex modulated during rapid eye movement (REM) sleep? 19

解 説

品川嘉也：MEDLARS 情報検索実験——生理学領域における電算機データ処理 21

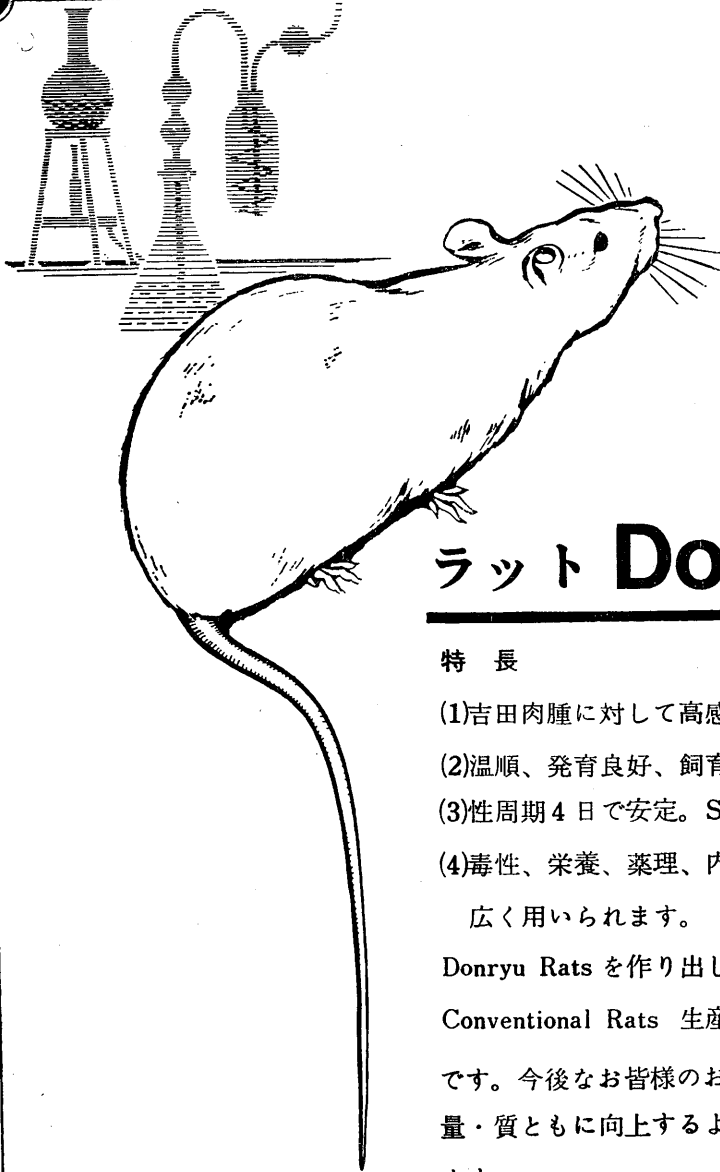
学会抄録 第45回近畿生理学談話会 32

Japanese Journal of Physiology 第20巻第3-4号掲載論文の和文抄録 39

資 料 生理学教育の Minimum Requirement (M. R) に関する調査結果 (高橋 應) 45
実験動物需要供給調査の必要性について (菊地鎌二) 55

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



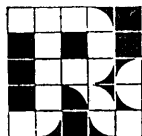
ラット Donryu

特長

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

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

飼育系統——〈Donryu〉〈Wistar〉〈Buffalo〉



日本ラット(株)

埼玉県浦和市根岸608-3
TEL(0488)61-6850・6401

血 圧 変 化 の 解 析 612. 14

入 内 島 十 郎 (東京大学医学部生理学教室)

Analysis of arterial pressure change Juro IRIUCHIJIMA (Department of Physiology, Faculty of Medicine, University of Tokyo)

I. 血圧変化の組成

血行力学的に動脈血圧を決定する因子は、主として心拍出量と全身的な末梢抵抗とである。心臓血管系の反射ないしは反応に際して血圧が変化したとき、それが心拍出量の変化によって生じたのか、末梢抵抗の変化によって生じたのかが問題となる。もし両方の変化によって血圧が変化したのであれば、それぞれがどのような割合で関与しているかを知る必要がある。これはすなわち血圧変化の組成についての問題である。実験結果からこの血圧変化の組成を定量的に算出する式を導くことは、心臓血管系の調節機構を分析的に研究する際に有用と思われる¹³⁾。

いま、平均血圧を P 、心拍出量を I 、総末梢抵抗を R であらわせば、 P は I と R の単調増加関数であるから、

$$P = f(I, R); \frac{\partial P}{\partial I} > 0, \frac{\partial P}{\partial R} > 0 \dots\dots(1)$$

と書くことができる⁹⁾。

循環系を模型的に図1のように考え¹⁰⁾、図1の各蛇口の抵抗を図2のように電気抵抗でおきかえると、 R は各局所抵抗 r_1, r_2, \dots の並列総合抵抗とみなすことができる。すなわち

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots\dots(2)$$

である。

Poiseuille の法則、すなわち圧力と流れとの間の比例関係が各々の局所流域において成立つとするならば、同じ法則がそれらの重ね合わせである動脈系全体についても成立つはずであるから、式(1)は近似的に

$$P = IR \dots\dots(3)$$

となる。これを全微分形式で書けば

$$dP = R dI + I dR \dots\dots(4)$$

であり、微分でなく変化分であらわせば、近似的に

$$\Delta P = R \Delta I + I \Delta R \dots\dots(5)$$

となる。この式は、血圧の変化 ΔP は心拍出量の変化による部分と、総末梢抵抗の変化による部分とに分けて考えることができることを意味する。それぞれの部分の血圧変化全体に対する相対的な大きさは、右辺のそれぞれの項の左辺に対する比率によりあらわすことができる。これを C_I, C_R と書くことにすると、

$$C_I = \frac{R \Delta I}{\Delta P} \dots\dots(6)$$

および

$$C_R = \frac{I \Delta R}{\Delta P} \dots\dots(7)$$

となる。 C は組成 constituent の頭文字をとったものであり、 I は心拍出量、 R は総末梢抵抗を示す。当然

$$C_I + C_R = 1 \dots\dots(8)$$

である。

R は実験的に直接測定することのできる変数ではないので、実際には C_I, C_R を実験結果から算定するためには、

$$R = \frac{P}{I} \dots\dots(9)$$

でおきかえ、式(6)、(7)の代りに

$$C_I = \frac{\frac{\Delta I}{I}}{\frac{\Delta P}{P}} \dots\dots(10)$$

および

$$C_I = 1 - \frac{\frac{\Delta I}{I}}{\frac{\Delta P}{P}} \dots\dots\dots(11)$$

を用いる。なお、式(9)は式(3)と同じ形であるが、式(3)は Poiseuille の法則に基き P, I, R の間の近似的な関係を示すものであり一方式(9)は総末梢抵抗を定義する式である。

Ⅱ. 局所抵抗の役割一質的な指数 α

上にのべたように、血圧変化は心拍出量の変化と総末梢抵抗の変化によって起こるものであるが、一方、総末梢抵抗の変化は各局所の局所抵抗の変化によって生ずる (式(2)参照)。血圧反射に際して総末梢抵抗が変化した場合、血管

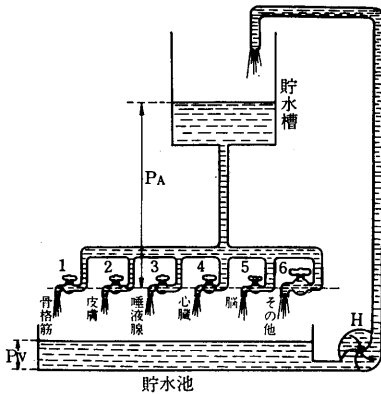


図1. 模型的に見た循環系。

運動神経の活動状態の差や、そのほかの条件の差により、ある局所の抵抗が他の局所よりも大きく変化することがあるであろう。そのような場合、前者は後者よりもその反射に大きく関与しているということが出来る。このような局所的な差を知ること、循環反射の機構を理解する上に重要と考えられる¹⁶⁾。

図1および図2を考慮し、ある血圧変化が生じた際のある局所抵抗の総末梢抵抗の変化に対する寄与度は

$$\alpha = \frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta R}{R}} \dots\dots\dots(12)$$

という指数によってあらわすことができる、こ

れを index of participation と呼んでよいであろう。 r はその局所の末梢抵抗であり、 Δ はそれぞれの変化分である。その局所の血流を i であらわし、 $r = P/i$ で r を計算すると、式(12)は、

$$\alpha = \frac{\frac{P + \Delta P}{i + \Delta i} - \frac{P}{i}}{\frac{P}{i}} \bigg/ \frac{\frac{P + \Delta P}{I + \Delta I} - \frac{P}{I}}{\frac{P}{I}}$$

となる。この式を整頓し、二つの Δ の積を無視すれば

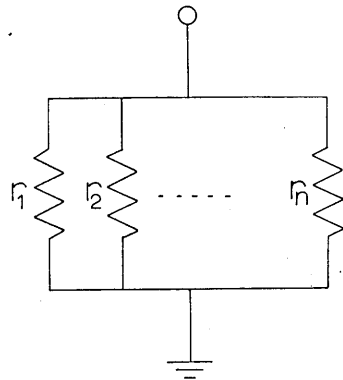


図2. 図1の蛇口の抵抗を電気抵抗でおきかえた模型図。

$$\alpha = \frac{I(i\Delta P - P\Delta i)}{i(I\Delta P - P\Delta I)} \dots\dots\dots(13)$$

$$= \frac{\frac{\Delta P}{P} - \frac{\Delta i}{i}}{\frac{\Delta P}{P} - \frac{\Delta I}{I}} \dots\dots\dots(14)$$

と簡略化される。これらの式の右辺の変数はすべて実験的に測定可能であるので、この式を用いて指数 α を実際に計算することができる。

もし $\alpha = 1$ であるならば、局所抵抗の変化率は総末梢抵抗の変化率に等しいことになる。これはすなわちその血管領域が、局所抵抗を変えらることにより血圧変化に寄与する程度が平均的であるということになる。昇圧反射に際しても $\alpha > 1$ であればその局所血管は平均以上に収縮していることになる。 $1 > \alpha > 0$ ならばその収縮の程度は平均以下である。さらに、もし $\alpha < 0$ ならばその局所の血管は、他の大多数の場所

血管の収縮が起こる昇圧反射に際して、大勢に逆らって拡張していることになる。以上は昇圧反射についてのべたが、降圧反射についても同様であり、「収縮」という言葉と「拡張」という言葉を入れかえればよい。

ある種の血圧反射において、心拍出量の変化は末梢抵抗の変化に比して僅かである。そのような場合は、式(13)において $\Delta I = 0$ とおくことにより、

$$\alpha = 1 - \frac{\frac{\Delta i}{i}}{\frac{\Delta P}{P}} \dots\dots\dots(15)$$

となる。

Ⅲ. 量的な指数 β

心拍出量のごく一部しか受けていない局所は、たとえ α がいかに大きくとも血圧変化にほとんど寄与することができない。ある血圧反射に際し、もし二つの局所が同一の α を持つならば、当初の血流が大な局所の方がその反射に大きく貢献することになる。このように考えると、 α はどちらかという質的な指数であり、ある局所の血圧反射などに対する貢献度をあらわすためには、 α のほかにもっと量的な指数が必要なことがわかる。このように局所循環と全身循環の量的側面を検討する際には、抵抗そのものよりもその逆数のコンダクタンスの方が便利である。それは、並列のコンダクタンスの総合コンダクタンスが、個々のコンダクタンスの代数和として求めうるからである（血流を電流に、血圧を電圧に対比して考えれば、血流抵抗、血流コンダクタンスは電気抵抗、電気コンダクタンスと同様に考えればよい。このとき、Poiseuille の法則が Ohm の法則に対応することになる）。

すなわち全身的なコンダクタンスを $G = I/P$ 、局所コンダクタンスを $g = i/P$ とすると、

$$G = g_1 + g_2 + \dots\dots\dots$$

となり、また G の変化は個々の g の変化の和となるから、

$$\Delta G = \Delta g_1 + \Delta g_2 + \dots\dots\dots$$

となる。したがって、

$$\beta = \frac{\Delta g}{\Delta G} \dots\dots\dots(16)$$

を、全身的なコンダクタンスの変化に対するある局所コンダクタンスの変化の貢献度をあらわす指数とすることができる。これがすなわち、index of contribution¹⁶⁾である。たとえば、 $\beta = 0.1$ ならば、その局所は全体のコンダクタンス変化の10%を受持っていることになる。実際の計算には

$$\beta = \left(\frac{i + \Delta i}{P + \Delta P} - \frac{i}{P} \right) / \left(\frac{I + \Delta I}{P + \Delta P} - \frac{I}{P} \right) \\ = \frac{i\Delta P - P\Delta i}{I\Delta P - P\Delta I} \dots\dots\dots(17)$$

を用いる。 α と β の関係は

$$\beta = \frac{i}{I} \alpha \dots\dots\dots(18)$$

である。

β に I でのべた C_R を乗じその積を β' とすると、

$$\beta' = C_R \beta \dots\dots\dots(19)$$

となる、この指数はある局所抵抗の変化の血圧変化に対する重要性を心拍出量の変化のそれと比較するに役立つ。すなわち

$$\Sigma \beta' + C_I = 1 \dots\dots\dots(20)$$

である、この場合 Σ は全身の並列体循環回路について総計することを意味する。

α 、 β という記号は単に便宜上つけたものであるが、 α -レセプタ、 β -レセプタの概念と混同するおそれがある。血圧反射の研究には、しばしば α -ブロッカー、 β -ブロッカーなどが使われるし、また、これら薬物の血圧に対する作用をわれわれの指数を使って解析する必要が生じることも考えられる。このようなときには両概念の混同を避けるために、指数 α 、指数 β 、といった具合に α 、 β の前に指数という言葉を用いておこう。

指数 α 、 β に至る考え方は多分に近似的であることにも注意を喚起しておく必要があろう。まず第一に、血流と血圧との比例関係、すなわち Poiseuille の法則は極めて近似的に成立つに過ぎない³⁾。また末梢抵抗を通して血流を流す

力は動静脈の圧差であるがここでは静脈圧が動脈圧に比して0に近いものと仮定している。そのほか、血圧、血流測定の問題もある。電磁流量計による血流測定は絶対値よりも相対値をより正確に測定しうるから、式(14)の示すように血流変化の相対値しか必要としない α の方が β よりも誤差が少ないことになる。何れにせよ、これら指数が近似的なものであることをわきまえその導出の際に設けた仮定を常に念頭に置いておくことが、これら指数を十分利用するためには不可欠である。

IV. 諸指数の算定

上にのべた C_I , C_R , α , β , β' の諸指数の意味は、実験結果からこれらを実際に計算することにより一層明らかになるであろう。

1. 昇圧反射

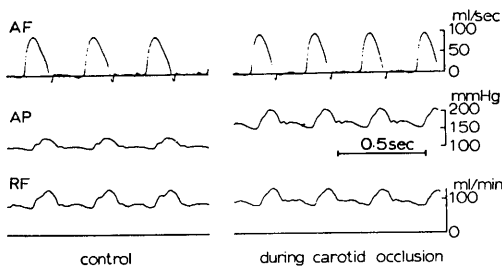


図3. 両側総頸動脈閉鎖のイヌ大動脈血流(AF), 血圧(AP), 左腎血流(RF)に対する効果。

図3はペントバルビタールで麻酔したイヌにおいて、大動脈血流、動脈血圧、左腎動脈血流を同時に記録したものである。両側の迷走神経は切断しており、動物は開胸の上、陽圧呼吸の下に実験を行なっている。図の左半は対照であり、右半は両側の総頸動脈を閉鎖することにより起こした昇圧反射の際の記録である。この実験の際の心拍出量、腎血流、血圧の初期値および反射による変化分は

$$I=1500\text{ml/min}, \quad \Delta I=54\text{ml/min}$$

$$i=97\text{ml/min}, \quad \Delta i=2\text{ml/min}$$

$$P=112\text{mmHg}, \quad \Delta P=63\text{mmHg}$$

であった。これらの式を式(10), (11), (14), (17),

(20) に代入すると

$$C_I=0.064$$

$$C_R=0.936$$

$$\alpha=1.03$$

$$\beta=0.066$$

$$\beta'=0.062$$

を得る。この昇圧反射においては心拍出量の変化は少なく、血圧の反射性上昇は大部分(94%), 末梢抵抗の変化により起こっていることがわかる。 $C_I \approx \beta'$ であるから、心拍出量の変化のこの昇圧反射における寄与度は一側の腎の局所抵抗変化の寄与度と同程度であることになる。

この例において α がほぼ1であることは、腎血管抵抗の寄与度が平均的であることを示す。いかえると、この反射の際の腎抵抗血管の収縮の程度は他の大多数の場所の血管の収縮の程度と同様である。また β が0.066ということは、一側の腎の抵抗変化は総末梢抵抗の変化の約7%を分担していることを示すことになる。

2. 降圧反射

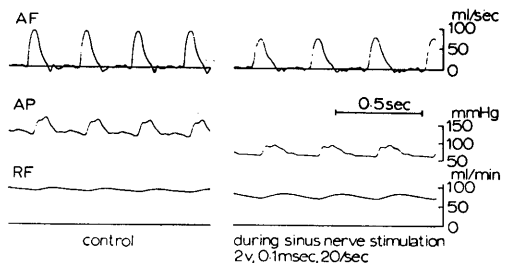


図4. 洞神経電気刺激のイヌ大動脈血流(AF), 血圧(AP), 左腎血流(RF)に対する効果。

図4は頸動脈洞神経の電気刺激による降圧反射の際の大動脈血流、血圧および腎血流の変化を示す。これらの諸変数の刺激前の値および刺激による変化分は

$$I=1170\text{ml/min}, \quad \Delta I=-230\text{ml/min}$$

$$i=87\text{ml/min}, \quad \Delta i=-15\text{ml/min}$$

$$P=135\text{mmHg}, \quad \Delta P=-60\text{mmHg}$$

であった。これらの値から

$$C_I=0.443$$

$$C_R=0.557$$

$$\alpha = 1.09$$

$$\beta = 0.081$$

$$\beta' = 0.045$$

が得られる。この例では、前の例と異なり、血圧の減少に際し末梢抵抗ばかりでなく心拍出量も重要な役割を果たしており、両者の寄与度の比はほぼ1対1である。また、 α , β の値からこの降圧反射の際、腎血管は平均よりやや顕著に拡張し、更に一側の腎の末梢抵抗の減少は全体の末梢抵抗の減少の約8%を占めていることがわかる。

上記の二つの例は共に末梢血流として腎血流を観察している。腎には周知の自己調節作用があるから、このような指数による解析の対象として不適当と思う向きもあろうが、これらの指

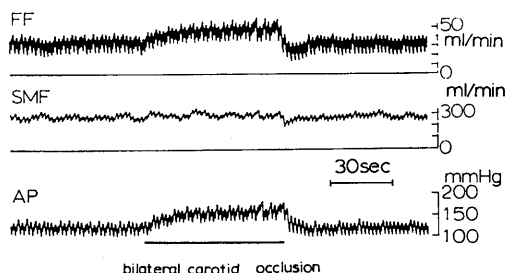


図5. 両側総頸動脈閉鎖のイヌ左股動脈血流 (FF), 上腸間膜動脈血流 (SMF), 血圧 (AP) に対する効果。

数は、自己調節のような神経によらない調節も、神経体液性の調節も同時に検討しているのである。尚、腎は極めて豊富な神経支配を持ち頸動脈洞反射に際してその発射が顕著に変化するばかりでなく、血圧を一定に保った条件において腎血管抵抗を変化させることが知られている¹⁸⁾。

3. 二つの末梢抵抗の比較

図5は股動脈血流、上腸間膜動脈血流、血圧の同時記録である。下線の期間、両側の総頸動脈を閉鎖し、図3と同様の昇圧反射を起こしている。記録された諸変数の反射前の値と反射による変化分は以下の通りであった。

$$\text{股動脈血流} : i_1 = 34.5 \text{ ml/min,}$$

$$\Delta i_1 = 17.6 \text{ ml/min}$$

$$\text{上腸間膜動脈血流} : i_2 = 276 \text{ ml/min,}$$

$$\Delta i_2 = 10 \text{ ml/min}$$

$$\text{血圧} : P = 119 \text{ mmHg, } \Delta P = 37 \text{ mmHg}$$

心拍出量は記録していないが、この反射の際、この変数はほとんど変化しないことが知られている⁵⁾²⁰⁾²²⁾²³⁾。したがって式(15)を用い、

$$\text{股動脈について, } \alpha_1 = -0.64$$

$$\text{上腸間膜動脈について } \alpha_2 = 0.88$$

が得られる。股動脈の α が負であることは、他の大部分の場所で血管収縮を起こすこの昇圧反射に際し、この例では股動脈の血管が逆に拡張していることを示す。しかし、いうまでもなく、この指数は原因については何もいっていない。上の結果は股動脈を支配する血管運動神経の活動が、他の場所を支配するものと逆の方向の変化を起こしていることにはならないのである。

V. 応 用

1. 頸動脈閉鎖反射の機序

上の計算例でも示したように、麻酔下の実験動物において総頸動脈を閉鎖すると血圧が反射性に上昇する。すでにのべたように、このとき心拍出量はほとんど変化せず、この血圧上昇はもっぱら総末梢抵抗の増加によって起こる。もっとも、クロラロース麻酔のネコでは心拍出量が増加することが最近報告されている²⁵⁾。これはこの条件で洞反射が亢進しているためと考えてよいであろう。少なくともペントバルビタール麻酔のイヌでこの反射の際心拍出量の変化が僅かであることは確実である²⁾²²⁾。すなわち、近似的に $C_I = 0$, $C_R = 1$ である。

この総末梢抵抗の変化において、どの血管領域がどの程度に参加しているかが次の問題となる。筆者らは種々の場所の動脈について、二つの指数 α , β を計算することにより、この問題の実験的解決を試みた¹⁵⁾。

表1は、上にのべた麻酔条件の7匹のイヌにおいて、両側総頸動脈の閉鎖による昇圧反射の際の三つの動脈の α , β の平均を標準偏差と共

に示したものである。上腸間動脈と股動脈については同一のイヌにおいて同時に測定し、腎動脈については別のシリーズの実験において測定した。

一般にこのような反射においては内臓血管領域が重要な役割を果していると考えられている²¹⁾。したがって、代表的な内臓血管である上腸間動脈の α が1より有意に小ということは大きな驚きであった。この昇圧反射の際、もし上腸間膜動脈流域の抵抗血管が主役を果しているならば、この動脈の血流は減少することが予期されるが、実際にはほとんど変化しないか、軽度増加したのである。増加した場合でもその程度は血圧の上昇より少ないのであるから、血

表1. 両側総頸動脈閉鎖による昇圧反射の際の三つの動脈の α と β 。各7匹のイヌについての平均および標準偏差

動脈	α	β
上腸間膜動脈	0.73±0.17	0.12 ±0.06
左股動脈	0.44±0.55	0.005±0.01
左腎動脈	0.94±0.12	0.086±0.022

圧を血流で除して計算した末梢抵抗は全例において増加したのであるが、1より小な α によって示されるように、その程度は全身の平均よりもむしろ小であった。

この反射の際の股動脈の血流の反応は種々であった。血流は増えることもあり、変らぬこともあり、減少することもあった。末梢抵抗の変化は-13.6%から+31.6%に亘っており、 α の平均は0.44で、1より小であったが変動が甚しい。このように変動の大きい理由として、股動脈血流の大半を占める後肢筋の血流が、灌流圧の変動と血管運動神経の活動の変化の影響を受け易いことを挙げることができる¹¹⁾。しかし、麻酔下においては股動脈血流の絶対値が小であるから、 β が極めて小であり、血圧に対する影響も小さい。

腎動脈血流は頸動脈閉鎖反射にほとんど関与しないという報告もあるが⁶⁾、 α が表1に挙げた三つの動脈のうちもっとも大であることから

わかるように、この実験では腎動脈領域の血管抵抗は明らかに増加している。腎の抵抗血管には周知のように自己調節作用があるが、少なくとも神経支配が存在する場合には、この抵抗増加に血管収縮線維の興奮が関与している¹⁸⁾。

何れにせよ、表1の三つの動脈で α が1より小ということは、どこか別の血管領域で α が1より大であることを意味する。

β についても同様である。全身について β を合計すれば1となるはずであるが、左右対称を仮定して腎動脈と股動脈については左右の動脈を考慮すると、表1に挙げた三つの動脈の β の合計は0.3に過ぎない。もう一つの重要な内臓血管として腹腔動脈があるが、これも上腸間膜動脈と同様、血圧反射に関与していると考えられる。しかし、腹腔動脈に上腸間膜動脈の2倍の β を仮定しても、横隔膜より下の主要動脈における $\Sigma\beta$ は約0.5であり、1よりはるかに小である。

すでにのべたように、 α, β の計算には種々の仮定や省略が含まれているし、血圧ことに血流の測定には少なからぬ誤差が見込まれる。また、下腸間膜動脈以下の比較的小きな動脈も考慮する必要がある。しかし、それにしても上の結果は横隔膜より上にこの反射に際し大きく関与する動脈が存在することを示唆するといつてよいであろう。

この昇圧反射を起こすために閉鎖される総頸動脈自身の効果はどうであろうか。もし、心拍出量の $x\%$ を受取る動脈が閉鎖されれば、血圧は約 $x\%$ 増加する¹²⁾。しかし、これには仮定があり、 x が小でなければならず、その動脈は終動脈であり側副路が存在せず、また心拍出量はその間変化せず、しかも血流と血圧との間に比例関係が成立たねばならない。

実際にはイヌの総頸動脈には側副路が豊富である¹⁴⁾¹⁹⁾²⁶⁾。したがって、総頸動脈を閉鎖したとき血圧が上昇するのは頸動脈洞内圧の減少による反射の効果が主である。両側の頸動脈洞神経を切断しておいて両側の総頸動脈を閉鎖すると、血圧の上昇は5%以下である。したがっ

て、総頸動脈閉鎖による機械的効果の血圧への影響は一見無視してよいように思われる。

しかし、もう一步進んで考えると、上の考えは一面的である。それは頸動脈洞神経切断の後の総頸動脈の閉鎖が血圧にほとんど影響がないことを証明しているに過ぎず、洞神経が健在のときのことについては問題が残るからである。このときは、交感神経収縮線維の反射性収縮により、閉鎖前に総頸動脈によって灌流されていた末梢血管も収縮し、そのため側副路からの血液流入を妨げて、血圧上昇に関与するであろう。洞神経切断後に頸動脈閉鎖を行なった場合にはこの機序が存在しない。

この問題の解析のために、筆者らは総頸動脈とその主要な側副路である椎骨動脈の両者をあたかも一つの動脈であるかのように考え、これについて総頸動脈閉鎖反射の際の α と β を計算してみた。実験の1例を図6に示す。これは右椎骨動脈血流 (RVF) と右総頸動脈血流 (RCF) および血圧の同時記録である。左右の対称性を仮定し、正中面を横切る血流は常に存在しないと考えると、右側の総頸動脈-椎骨動脈流域の血流は対照時には $RVF+RCF$ であり、両側総頸動脈閉鎖時には RVF のみである。尚、椎骨動脈が総頸動脈の唯一の側副血管であると仮定している。

したがって、式(15)の i はこの場合、対照時の $RVF+RCF$ であり、 Ai は閉鎖時の RVF から i を引いた値である。

このようにして計算した総頸動脈-椎骨動脈の α 、 β の6匹のイヌにおける平均 (±標準偏差) は

$$\alpha = 1.83 \pm 0.39$$

$$\beta = 0.22 \pm 0.058$$

であつた。すなわちこの流域が、これまでしらべた他のいかなる流域よりも大きくこの昇圧反射に寄与していることがわかる。

2. 洞反射と消化の内臓血流に及ぼす複合的影響

局所血流は中枢性機構と局所性のそれによって競合的に調節されている。たとえば、骨格筋

の血管は血管運動神経の支配により中枢神経系の支配下にあるばかりでなく、骨格筋の活動状態により大きく影響されていて、運動の際には局所性の血管拡張作用により血管運動神経の作用がほとんど無効となるのである。

内臓血管領域は消化の際、主として局所性の機序により血管拡張が起こると考えられる。一方、この部分は血管運動神経の支配を密に受けており、全身的な循環反応に際し重要な役割を果たすといわれている。それならばこの両者の間の相互関係はどうであろうか。Fronck⁸⁾は指数 α 、 β を用いてこの関係の実験的解析を試みた。

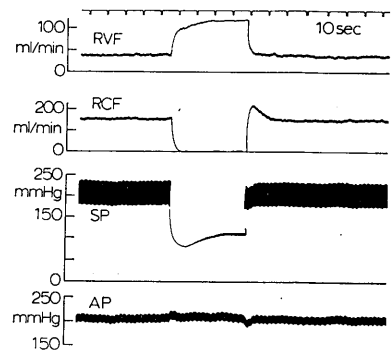


図6. 右椎骨動脈血流 (RVF), 右総頸動脈血流 (RCF), 右頸動脈洞内圧 (SP), 血圧 (AP) の同時記録. イヌ, ネブタール麻酔. 図の中央において約45秒間両側総頸動脈を閉鎖.

彼は無麻酔のイヌにおける慢性実験を行なった。麻酔下のイヌの大動脈および上腸間膜動脈に電磁流量計ヘッドを装着し、また下行大動脈に挿管して動脈血圧を測定できるようにし、同時に腕頭動脈に細長いふくろを巻きつけ、これに連なる管に外部から空気を送って、両側の総頸動脈を根本のところまで閉塞し、頸動脈洞内圧を人工的に下げて全身的に昇圧反射を起こさるようにした。

手術1週間後から実験を行ない、無麻酔の状態に床に寝ているイヌについて、両側の総頸動脈の閉鎖による昇圧反射を起こし、この際の上腸間膜動脈についての α 、 β を空腹時と消化時について比較した。消化時とは肉を主成分とす

る450gの缶入りのイヌの餌を標準食として与えたのち1～5時間後である。

表2はFronekの論文で図示されているデータから筆者が読みとった数値をまとめたもので、それぞれのイヌの各数値は毎日数回、数日に亘って繰返して得た値の平均である。興味あることは、このような無麻酔の条件においても、麻酔下と同様、この反射の際の上腸間膜動脈の α は1より小であり、また β も少なくとも空腹時にはかなり小で、この血管領域がこの反射の主役を演じているとは考えられず、前項でのべたように、他の血管領域たとえば閉鎖された総頸動脈流域自身などの寄与を仮定せねばならぬことである。

空腹時と消化時を比較すると、1匹のイヌ

表2. 無麻酔のイヌにおける総頸動脈閉鎖による昇圧反射の際の上腸間膜動脈血流に関する指数 α 、 β の空腹時および消化時の比較。Fronek⁹⁾のデータによる。*印のみ $P < 0.01$ で有意の差が認められた

イヌNo.	α		β	
	空腹時	消化時	空腹時	消化時
1	0.42	0.48	0.044	0.054
2*	0.72	0.20	0.058	0.098
3	0.52	0.49	0.038	0.045
4	1.20	1.48	0.109	0.110
5	1.43	1.14	0.083	0.097
平均	0.86	0.76	0.066	0.081

(No. 2)を除いて、 α にも β にも有意の差が認められない。この昇圧反射は交感神経血管収縮線維がほぼ全身的に興奮し、それによって起こる血管収縮の結果であるが、消化時の内臓血管は運動時の筋血管と異なり、活動性充血の際も中枢神経系の支配を離脱することなく収縮性のインパルスを受ければ収縮するようである。5匹の平均で見て、消化時の α が空腹時に比べると小であり、 β は逆に消化時に大であることは消化時に内臓血流が増加しており、また血管収縮性インパルスに対する反応性が下がっていることを反映しているものと考えられる。

3. アヒルの潜水反応

潜水動物が潜水中、その心臓血管系は著しい

反射性変化を起こす¹⁾²⁴⁾。そのパタンはアザラシ、クジラのような哺乳動物でも、またアヒルのような水鳥でもほぼ同一である。迷走神経の興奮による徐脈がもっとも顕著な変化であり、心拍出量はいちじるしく減少するが、末梢血管はかえって収縮する。これは結局、潜水開始時に肺および血液中に保有している有限の酸素を二つの重要器官、脳および心臓に優先的に分配するという機能的意義を持っている。潜水中激しく活動する筋の血管も収縮するので、潜水動物の運動は潜水中は嫌氣的に、酸素負債によって行なわれることになる。

この反射の求心経路は三叉神経であり、鼻の皮膚が水につかることが有効な刺激となる。反射中枢は延髄であるが上位中枢の影響が大きく麻酔により非常に影響される。遠心経路は心臓迷走神経および交感神経血管収縮線維であるが、アヒルの場合、迷走神経は心室筋にも豊富に分布していて、潜水中迷走神経の活動により心室の収縮力も減少する負変力作用が見られる⁷⁾。

Butler および Jones⁴⁾はアヒルの潜水時の血管収縮の程度の局所的な差を指数 α 、 β を計算することにより定量的に検討した。局所麻酔の下にアヒルの頸動脈および坐骨動脈に電磁流量計をとりつけ、また血圧測定用の挿管を行ない、無麻酔の条件下にアヒルの首を水の中に突っ込み、その際の血流、血圧の測定値から二つの指数を計算した。

アヒルの首を2分間水中に浸した後の α は

坐骨動脈について 1.36

頸動脈について 0.11

であった。すなわちこの血管収縮反射の際、足の血管は平均以上に収縮するに反し、頭の血管はほとんど収縮しないことを示す。なお坐骨動脈の β は0.03～0.05であった。

潜水動物の浮上の際、いちじるしい血管拡張が起こるが、浮上5秒後の α は潜水前を基準として坐骨動脈で0.01、頸動脈で1.85であった。これは、足の血流は浮上後直ちに潜水前の状態に戻ることに對し、頭の血流には一時潜水前よ

りも大量に流れるオーバーシュートが存在することを示すものである。このとき頸動脈についての β は 0.03 であった。

VI. 要 約

血圧変化の要因を分析するため、 C_I , C_R , α , β の四つの指数を考案した。 C_I , C_R は心拍出量と総末梢抵抗のそれぞれの変化の血圧変化に対する寄与度を比較するためのものであり、 α , β はある局所の抵抗変化の総末梢抵抗の変化に対する寄与度を、 α は質的に、 β は量的に示すものである。これらの指数が血圧反射や血圧反応の解析に役立つことを自他の例を以て示した。なおこれらの指数は薬物の作用や、高血圧やショック等の血圧異常の解析にも用いられると思われる。

文 献

- 1) Andersen, H. T. (1966) Anatomical organization of the central nervous system in relation to control of the heart and blood vessels. *Physiol. Rev.* **46**, 212-243
- 2) Bond, R. F. & Green, H. D. (1969) Cardiac output redistribution during bilateral common carotid occlusion. *Am. J. Physiol.* **216**, 393-403
- 3) Burton, A. C. (1965) *Physiology and Biophysics of the Circulation*. Year Book, Chicago.
- 4) Butler, P. J. & Jones, D. R. (1971) The effect of variations in heart rate and regional distribution of blood flow on the normal pressor response to diving in ducks. *J. Physiol.* **214**, 457-479
- 5) Corcondilas, A., Donald, D. E. & Shepherd, J. T. (1964) Assessment by two independent methods of the role of cardiac output in the pressor response to carotid occlusion. *J. Physiol.* **170**, 250-262
- 6) Folkow, B. (1962) Nervous adjustments of the vascular bed with special reference to patterns of vasoconstrictor fibre discharge. In: *Shock, pathogenesis and therapy*. ed. K. D. Bock, Springer, P. 61-75
- 7) Folkow, B., Nilsson, N. J. & Yonce, L. R. (1967) Effect of 'diving' on cardiac output in ducks. *Acta physiol. scand.* **70**, 347-361
- 8) Fronek, A. (1970) Combined effect of carotid sinus hypotension and digestion on splanchnic circulation. *Am. J. Physiol.* **219**, 1759-1762
- 9) 入内島十郎 (1966) 循環生理学入門. 医学出版社, P. 115
- 10) 入内島十郎 (1970) 人体の生理学. 医学出版社, P. 253
- 11) 入内島十郎 (1971) 骨格筋の血流. *臨床生理* **1**, 408-415
- 12) Iriuchijima, J. (1968) The effect of local peripheral resistance on systemic arterial pressure. *Japan. Heart J.* **9**, 487-493
- 13) Iriuchijima, J. (1969) The constituents of arterial pressure change. *Experimentia*, **25**, 713-714
- 14) Iriuchijima, J. & Koike, H. (1970) Carotid flow, intrasinus pressure, and collateral flow during carotid occlusion. *Am. J. Physiol.* **218**, 876-879
- 15) Iriuchijima, J., Koike, H. & Kurihara, M. (1971) Vascular area which most contributes to carotid occlusion reflex. *Pflügers Arch.* **325**, 279-286
- 16) Iriuchijima, J., Koike, H. & Matsuda, K. (1969) Indices for the role played by regional flow resistance in blood pressure reflex. *Pflügers Arch.* **307**, 22-28
- 17) Iriuchijima, J., Soulsby, M. E. & Wilson, M. F. (1968) Participation of cardiac sympathetics in carotid occlusion pressor reflex. *Am. J. Physiol.* **215**, 1111-1114
- 18) Iriuchijima, J. & Wilson, M. F. (1969) Sympathetic vasoconstrictor activity to the kidney in carotid occlusion pressor reflex. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **131**, 189-192
- 19) Jewell, P. A. (1952) The anastomoses between internal and external carotid circulations in the dog. *J. Anat.* **86**, 83-94
- 20) Kenney, R. A., Neil, E. & Schweitzer, A. (1951) Carotid sinus reflexes and cardiac output in dogs. *J. Physiol.* **114**, 27-40
- 21) McDowall, R. J. S. (1956) *The control of the circulation of the blood*. Vol. 1, Dawson & Sons.
- 22) Polosa, C. & Rossi, G. (1961) Cardiac output and peripheral blood flow during occlusion of carotid arteries. *Am. J. Physiol.* **200**, 1185-1190
- 23) Sarnoff, S. J., Gilmore, J. P., Brockman, S. K., Mitchell, J. H. & Linden, R. J. (1960) Regulation of ventricular contraction by the carotid sinus: its effect on atrial and ventricular dynamics. *Circulation Res.* **8**, 1123-1136
- 24) Scholander, P. F. (1963) The master switch of life. *Scientific American*. Dec.
- 25) Wang, H., Chai, C. Y., Kuo, J. S. & Wang, S. C. (1970) Participation of cardiac and peripheral sympathetics in carotid occlusion response. *Am. J. Physiol.* **218**, 1548-1554
- 26) Wang, S. C., Mazzella, H. & Heymans, C. (1952) Hemodynamic studies on the carotid sinus pressoreceptive reflex: effects of occluding efferent branches of carotid bifurcation upon the sinus pressor responses. *Arch. Intern. Pharmacodyn.* **90**, 1-17

回廊法行動観測器 612. 76 : 612. 014. 421

平尾 武久, 篠崎 温彦, 古屋 信彦
石川 道雄 (群馬大学医学部行動医学研究施設行動生理学部門)

A new behaviour measuring system : Cloister method Takehisa HIRAO, Haruhiko SHINOZAKI, Nobuhiko FURUYA and Michio ISHIKAWA (*Department of Physiology and Behaviour, Behavior Research Institute, School of Medicine, Gumma University, Maebashi*)

In this decade we have investigated the automatic recording system of the animal behaviour by which the locations and the locomotions of a mouse in a space can be estimated quantitatively. The main purpose of the investigation was to get the exact information to formulate the normal and abnormal behavioural characteristics in mice. Recently various electrical elements such as operational amplifiers have been developed, therefore, we could set up the recording system using these elements. The improvement has been brought about in order to increase the fidelity and the stability of the recording system. The sensitivity for the detection was often contradictory to the fidelity and the constancy of the system. In order to minimize the drift and to increase the S/N ratio, integrated circuits were used as the AC amplifier, and DC was transformed to AC. By this system using the operational amplifier, the high S/N ratio was obtained. Data from this system were punched out automatically by a tape puncher and were treated with the general purpose electronic computer.

[*J. Physiol. Soc. Japan* (1973) 35, 10-18]

key words : animal behavior, apparatus for behaviour measurements.

I. はじめに

回廊法行動観測とは生体の棲息空間を単位に分割し、各単位空間への来訪と、そこに滞在する時間とを観測して個体の行動特性を解析しようとするものである²⁾³⁾。このような考え方で観測装置の試作にとり組んだのは昭和36年⁴⁾である。

本観測器には方法論的立場から、次の四つの条件が強く要求される。1) 観測の方法が動物にとって生理的に無関であること。2) 少なくとも10時間は無調整で安定な観測が可能であること。3) 出力の記録が量化され数学的解析が可能であること。4) 同様の観測器が数多く同時に動作すること。これらの要求を満たすために我々は幾度か改良し実測を重ねながら、現在では記録を完全にデジタル化し、出力部でテープ自記穿孔機を駆動してテープに記録し、それをコンピューターで処理するに至っている。

最近各種回路素子が開発されて、長期間にわ

たり高い忠実度と安定性をもつ平易な回路がつくられるようになり、前記の要求を満足するものができたので、ここに報告する。

II. 単位空間と容量検出

A. 単位空間

回廊法行動観測は均一な回廊状ケージの中で無拘束のマウスの移動と滞在時間とを単位空間について記録するので、単位空間の大きさは無拘束個体の生存¹⁾³⁾⁷⁾と運動に必要な下限によって規定される。一方その構造上排泄物などが自然に排除されるのが好ましい。

透明なプラスチックでつくった幅10 cm 高さ7.5 cm の丸いドーナツ型のケージを、網目のある金属製の床の上において、10 cm の間隔で互に独立な高周波電場をつくり、その一単位、つまり7.5×10×10 cm³ を単位空間とした。このように構成した実験空間は、いくつかの単位空間を環状に連結したものと考えられるので、円周10×n cm のものを、大きさ n の回廊 (cloister) と呼んでいる。

B. 回廊の設置

回廊を Fig. 1 に示す。回廊の各単位空間には address 番号がつけられその一つの単位空間では、水、餌が供給される。一つまたは複数の単位空間の前には視覚刺激用のマウスが飼育できるようになっている。しかもそれは観測の電氣的妨害にならぬように配慮した。もちろんこのマウスにも水、餌の供給を考慮した。水、餌の補給は少なくとも数日間に1回ですむように設計されている。これらの装置は全て防音保温材料をあわせて作った人工合板による回廊収納箱の中に納められ、金属床から落下する排泄物は回廊に手をふれずに排除される。また小型の排気装置をつけて臭気の蓄積を防いだ。回廊上方にはサークル型蛍光灯をとりつけ、照明を一定の time schedule で行うようにした。更に回廊収納箱は、防音、恒温恒湿の部屋に設置され、電源、テープ穿孔機、その他の記録に関する装置は隣接した別室においた。

C. 容量検出 (capacity detection)

単位空間におけるマウスの所在検出は、容量検出法によった。単位空間を $7.5 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ に規定した場合、10 cm 間隔で天井につけた電極と床との間の浮遊容量は約 10 pF、マウス来訪時のずれは 1 pF 以下である。誘導値が大きく Q の高い市販のコイルから TRIO T-21 を選びだし、検出用高周波として、1.68 MHz を 1

kHz で 30% 振幅変調したものを signal generator よりコイル 1 次側に供給し、2 次側を、接地した金属床と天井電極に結合して、その間の浮遊容量の変化でマウスの容量検出を行った。天井側の電極はプラスチックケースの外側につけるので、動物に不要な刺激を与えない限りどの様な形にもすることができる。従って動物個体が来訪した時の容量変化をなるべく大きくする様に、形を変えて計測してみると、マウスを上からとりまくような形の時に、変化分が最大になった。このようにするとマウスの来訪により、あたかも接地電極が天井電極の中に入り込むような形になる。

III. 信号電位の増幅回路

回路の入力部は Fig. 2 で示すように、コイルの 2 次側が天井-床電極と並列に入り、単位空間の浮遊容量は特設した 15 pF のバリコンで、あらかじめ 1.68 MHz に同調するようになっている。1 次側のコイルを接地すると、一つの回廊に少なくとも 10 個以上の並列入力があるために signal generator の出力に大きな負荷が要求されるのみならず、2 次側での干渉が 1 次側にも波及して不安定となるので接地していない。2 次側の中間タップを入力抵抗の高い MK-10 のソースホロワで受けた後に検波する。検波にはシリコンダイオード 1S1 555 を使用しているが、

シリコンダイオードは 0.6 V 以上の電圧で動作するので、MK-10 のソースに直接に接続し、抵抗と並列のコンデンサーとで受ける。即ちソース電位 1.5V と重畳する高周波電位を、ダイオードの抵抗とコンデンサーで積分する形で、高周波成分のプラス側の 1 kHz を整流することになる。

この 1 kHz を汎用演算増幅器 SN-72741 で電圧増幅し、バイアスを適当にした 2 SC 372 のエミッタホロワで半波整流し

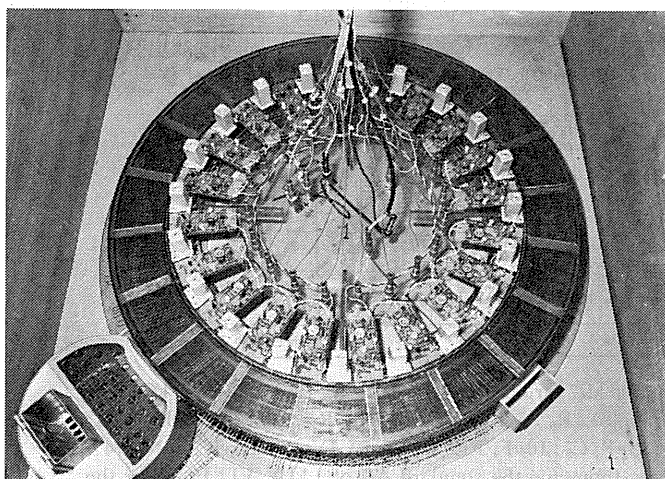


Fig. 1. Cloister.

再び積分回路で直流化する。この信号電位はマウス所在の時に減少する。信号電位をSN-72741の非反転入力(V_i)に入れ(Fig. 3), 一方全く独立に1 kHzの基準正弦波をMK-10のソースホロワでとりこみ(V_s), このSN-72741の反転入力に入れて, 差動増幅をする。基準正弦波の電位をマウス不在時の信号電位より少し大きくしておけば, 出力端子での1 kHzの信号電位は, 電源電圧(+15 V)による saturated voltage より負側のもだけになり, マウス所在時に増大するようになる。この交流化された信号電位を, 次段のSN-72741の反転入力に, また一定の直流電圧を非反転入力に入れて差動増幅する。それをバイアス電位を適当にした2SC372のエミッタホロワで受け, 且つ半波整流する。再び1S1555お

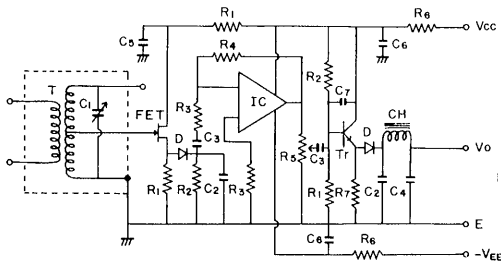


Fig. 2. Input circuit for the capacity detection. R_1 : 10 k Ω , R_2 : 100 k Ω , R_3 : 2 k Ω , R_4 : 4 M Ω , R_5 : 5 k Ω variohm, R_6 : 100 Ω , R_7 : 1 k Ω , C_1 : 15 pF variable condenser, C_2 : 0.01 μ F, C_3 : 2.2 μ F, C_4 : 0.05 μ F, C_5 : 10 μ F, C_6 : 33 μ F, T: Trio T-21, FET: MK-10, D: 1S1555, IC: SN 72741, T_r : 2SC372G-O, CH: ST-30, V_{cc} : +15V, $-V_{EE}$: -15V, V_o : output.

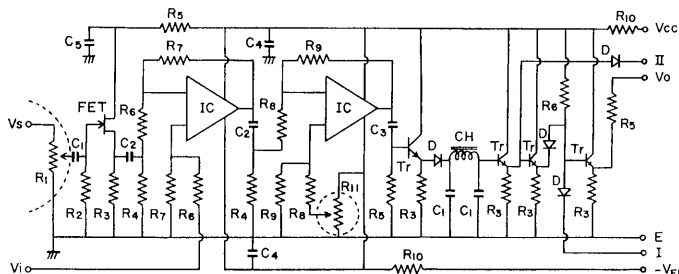


Fig. 3. Amplifier circuit. R_1 : 500 k Ω variohm, R_2 : 1 M Ω , R_3 : 1 k Ω , R_4 : 5 k Ω , R_5 : 10k Ω , R_6 : 20k Ω , R_7 : 2 M Ω , R_8 : 50k Ω , R_9 : 5 M Ω , R_{10} : 100 Ω , R_{11} : 20k Ω variohm, C_1 : 0.1 μ F, C_2 : 4.7 μ F, C_3 : 2.2 μ F, C_4 : 33 μ F, C_5 : 10 μ F, FET: MK-10, D: 1S1555, IC: SN72741, T_r : 2SC372G-O, CH: ST-30, V_s : Input for the standard AC of 1 kHz, V_i : Input for the signal current, II: Output to the logic circuit (NAND), I: Input for the logic circuit (AND).

よびコンデンサの積分回路およびチョークコイルで平滑化した後エミッタホロワに入れる。

直流化された信号電位は, このまま Fig. 5のサイリスタ (SCR) のゲートに入れることも可能であるが, マウスが単位空間の境界上に所在する時には, 検出回路の感度によって, 隣接する二単位空間の SCR を同時点弧させる場合がある。この同時点弧を防ぐ目的で, 論理回路 Fig. 4を SCR の前段に結合する。単位空間の address を奇数番および偶数番に分けてそれらの出力 (II, Fig. 3)を各々まとめて NAND 回路を作り, その出力と当該単位空間の出力信号とで AND 回路 (I, Fig. 3) を作り, エミッタホロワを介して Fig. 5の SCR (SFOR-2B41) のゲート (V_i) に入れる。

マウス来訪と同時に SCR は点弧するが, 滞在時間の終了と同時に消弧させねばならない。SCR の消弧はアノード側に接続された 2SC372の制御回路で行う。すなわち SCR の点弧によってデジタル化した信号をエミッタホロワで受け, その一部から微分回路およびダイオードによって負パルスを取り出し, マウスが単位空間に来訪したというだけの信号にする (V_o to R-SFF, Fig. 5)。このパルスを単位空間の奇, 偶数番に分けてまとめて, 一對の OR 回路をつくり, 奇, 偶数番の各々に対して作った Fig. 6の入力にそれぞれ入れる。奇, 偶数番に組分けした単位空間は Fig. 4の論理回路により, マウスの所在信号をそれぞれ同時には出さないから,

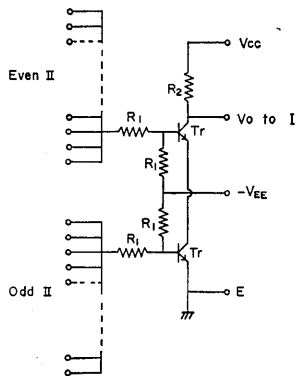


Fig. 4. Logic circuit (NAND-circuit). $R_1 : 5\text{ k}\Omega$, $R_2 : 1\text{ k}\Omega$, $Tr : 2SC372G-O$.

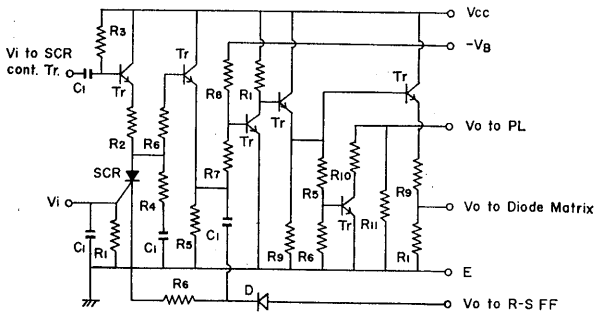


Fig. 5. Circuit for composing final output signs. $R_1 : 1\text{ k}\Omega$, $R_2 : 200\Omega$, $R_3 : 200\text{ k}\Omega$, $R_4 : 20\Omega$, $R_5 : 2\text{ k}\Omega$, $R_6 : 10\text{ k}\Omega$, $R_7 : 5\text{ k}\Omega$, $R_8 : 20\text{ k}\Omega$, $R_9 : 1.5\text{ k}\Omega$, $R_{10} : 20\Omega$, $1/2\text{ W}$, $R_{11} : 500\Omega$, $1/2\text{ W}$, $C_1 : 0.1\ \mu\text{F}$, $D : 1S34$, $Tr : 2SC372G-O$, $SCR : SFOR2B41$, $-V_B : -5\text{ V}$.

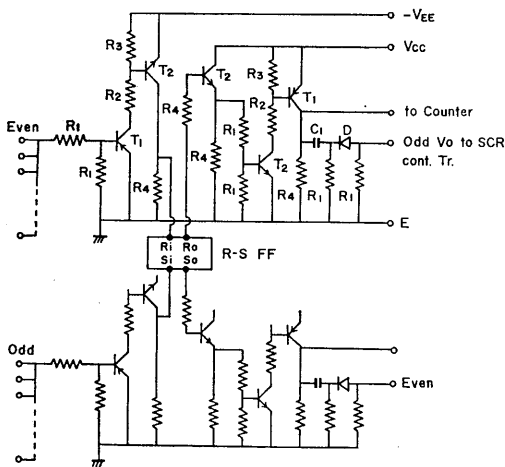


Fig. 6. Circuit for controlling the SCR firing. $R_1 : 10\text{ k}\Omega$, $R_2 : 3\text{ k}\Omega$, $R_3 : 500\Omega$, $R_4 : 1\text{ k}\Omega$, $C_1 : 0.1\ \mu\text{F}$, $D : 1S34$, $T_1 : 2SA495G-Y$, $T_2 : 2SC372G-O$, $R-S\ FF : MARCON\ T-3400$.

今ある奇数番の単位空間にマウスが来訪すると、奇数番の負パルスが増幅されてR-S型フリップフロップ(マルコン, T-3400)のリセット入力 R_i に入り、リセット出力 R_o に low level の直流信号を、セット出力 S_o に high level の直流信号を出す。この level は動物個体とその単位空間に滞在している間は不変であるが、隣りの単位空間すなわち偶数番にうつるとそれぞれ逆転する。一方偶数番の負パルスはセット入力 S_i に入れ、奇および偶数のパターンが互に逆になるようにする。SCRの電流制御を行う2SC372の入力に入るのは負パルスなので、フリップフロップ出力を増幅し微分してダイオード1S34で負パルスを取り出し (V_o to SCR cont. Tr. Fig. 6), Fig. 5の消弧回路 (V_i to SCR cont. Tr.) に入れる。すなわち奇数番での R_o 出力を偶数番の消弧回路に入れれば、マウスが奇数番の単位空間に入る時に偶数番の、すなわち直前にマウスが所在した隣接単位空間での所在信号を確実に切ることができる。このようにして滞在の時間を矩形波として表わした信号はエミッタホロワを介して、反転回路に入り反転される (Fig. 5)。この後、さらにエミッタホロワを介して、滞在時間計数回路、テープ穿孔機駆動回路およびパイロットランプの点灯回路に接続される。滞在時間計数回路はTTLを使用する関係上、ダイオードマトリクスへの出力は5Vをこえないように配慮した。

上述の電気回路はプリント基板上に各単位空間宛のものを作製し、その性能がなるべく均一になる様に調整し、Fig. 2, 3の回路は各単位空間の傍に設置した。それは高周波のleakageに対する配慮でもあるが、むしろこの実験

の中で回廊の設置される所が一番温度的に安定していることもその理由の一つである。

Ⅳ. 動作時の回路の調整

実験開始前にコイルの1次側に高周波検出用入力を入れ、Fig. 2の出力での半波交流信号が最大になるように、マウス不在時浮遊容量を1.68 MHzに同調させる。この時の調整部位はコイルの2次側のバリコンである。次に5 k Ω のボリュームで各単位空間ともほぼ一定の出力になるようにし、Fig. 3の500 k Ω のボリュームを調整して、Fig. 3の出力部における電位が0Vになるようにする。最後に2段目の演算増幅器の非反転入力側の20kのボリュームによりマウスが来訪した場合以外の全ての雑音電位を完全に消すように調整する。

この段階で回廊にマウスを入れるか、マウス類同の容量を空間単位内に入れて、SCRの点弧をパイロットランプで確認しながら、さらに500k Ω および20k Ω のボリュームを使用して感度を調整する。本回路の検出力は非常に敏感であるが、実際の使用時はマウスが天井電極の下に入った時にそこで検出されるように感度をやや下げて使用するのが望ましい。

なお電源スイッチを入れる際、偶数又は奇数番のランプが数多く点灯し、大多数のSCRは奇数、偶数を問わず点弧してしまう。これは電源スイッチを入れることによっておこるショックノイズによると思われるが、SCRの電源回路のみを一旦オフしてやれば、全てのSCRは消弧し、動作状態にいつでも入れるようになる。

V. 記 録

記録は一回廊に附属する8ビットのテープ穿孔機で行う。Fig. 5の出力はダイオードマトリックスに入って、その単位空間に5ビットの記号を与える。この記号はマウスがその単位空間に来訪して、滞在を続ける限り一定の出力を示すデジタルな記号である。同時に奇、偶数に分けた前記R-S型フリップフロップ回路からエミッタホロワを介して負パルスを取りだし、ゲ

ートをひらかせ、clock generatorから10Hzのパルスを分周して滞在時間だけのパルスを計測する。その負パルスはまた50 msec幅のパルスに整形され、テープ穿孔機駆動時間内での奇、偶数単位空間の同時入力を先入優先の形で制御するようにしてある。

マウスが移動すると、それに伴う立ち下りをもって単安定マルチバイブレータを駆動し、20 msec幅のパルスをつくり、これで直前にいた単位空間の記号、および滞在時間を穿孔する。

各単位空間の5ビットの記号を(1, 2, …, n)として記録法を説明すると、マウスがすでに2に滞在していて1に移った時点では、2の記号とaddress markが1列に、次の2列に2に滞在した時間が穿孔される。3列の穿孔に必要な時間は95 msecである。もし1での滞在時間が27分3秒を超えるとマウスが現在いる単位空間すなわち1の記号とover flow markが1列に、空白穿孔が2列つづく。さらに27分3秒を超えた場合にもこれが続く。次に再び2に移ると、前にいた単位空間の記号すなわち1の記号とaddress markが1列に、次の2列に直前のover flow mark穿孔時以後1に滞在した27分3秒以下の残りの滞在時間が穿孔される。Over flow mark穿孔とマウスの移動が同時におこった場合には、over flow markによる滞在時間の方が行動解析の上で重要な量なので、その穿孔は同時におこる移動に優先させた。例えば2で長い時間滞在し、1列目の2の記号とover flow markおよび2列の空白の組が続きその最後の穿孔の時刻に同期して、マウスが3に移動したとする。その時は3の記号は穿孔されない。しかしその後の3の滞在時間が95 msec以上27分3秒以下で他に移る時には3の記号とaddress markとその滞在時間が穿孔されるし、また27分3秒以上の時も3の記号がover flow markと共に穿孔される。

この記録では、滞在時間が穿孔機駆動時間(95msec)以下では何も穿孔されない。しかし回廊空間内でのマウスの最大速度は約100 cm/

sec で単位空間通過の最小滞在時間は約 0.1 sec となるので、この場合もコンピューターによってひろいだされて、滞在時間 0.1 sec とみなされるが、この程度の差は無視しても実際にはあまり問題にならない。

上記の穿孔テープはコンピューターによって処理され、回廊内のマウスの移動と滞在の全経過が再現される。

VI. 考 察

A. マウスの所在に関する各種の検出法

われわれは各種の素子による検出方法を考案し試作してみた。まず、タッチ制御リレー放電管 2040 (東芝) は冷陰極リレー放電管としての動作に加えて、頭部透明導電皮膜に与える電位によって、その点弧を制御することができる。頭部導電皮膜の電位変化による放電の制御は非常に高感度で、起動に要する交流バイアス電流は高々 $0.1 \mu\text{A}$ 程度である。しかしこのタッチリレー放電管は鮮明な赤色の発光を伴うので、照明を人工的に制御している回廊の傍に設置することはできない。そのために入力部の浮遊容量が増大して、検出回路の安定性が大きく損われた。また放電管のトリガ感度がばらついており、グリッドバイアスを個々に与えなくてはならない。放電管の性質上一度放電を開始すると電源を切らない限り消弧できないので、消弧のため電源に 50Hz の交流を使用した。電源からの混入雑音で点弧することがしばしばみられた。直流電源を使用した場合は、コンデンサーで互に消弧し合う回路が各単位空間に 1 個宛必要となり検出部回路が複雑になるために試用を中止した。

Photo-transistor による方法は、光を使用する関係で、動物の感覚系におよぼす影響を考慮せねばならず、回廊実験には不向きな素子である。また最近開発された感圧素子は、排泄物などによる汚濁の影響を常に考える必要があり使用に耐えないと考えられた。それで結局容量検出による方法から離れることができなかつた。しかし同じ容量検出でも、ハートレー発振

器を各単位空間の傍につくり、マウス不在時は常時発振させておき、マウスが来訪すると容量変化により発振が停止する回路を試作したが、単一の場合は具合が良いが、3 個以上並列に設置するとビートがおこり、5 個以上になると極めて複雑な制御装置を考えねばならなかつた。発振を利用するのなら、マウスが来訪した時に発振開始になるような回路が良いであろうが、マウスが来訪した時を基準に調整せねばならない等、技術的にも至って困難である。

上に述べた方法は、いずれもマウスが棲息する内側の床や壁に検出用操作を施すことが必要であり、内側を洗ったりすることが至って困難である。殊にタッチリレー放電管を使用した場合は、床の網目の大きさや電極間距離を、マウスの運動状態が変化するぐらいにしないと使用できない欠点があった。われわれの報告する容量検出の方法は、回廊自体には複雑な造作も必要とせず、また電気回路のプリント基板をはずせば、全体を水洗できるという利点があり、このしごく単純な利点で、次々と新しいマウスを使用して実験する場合に一番有用な条件であった。

なお最近 “Animex” とよばれる小動物の motor activity を測定する装置⁶⁾ (mfd. by Farad Inc., Hägersten, Sweden) が市販されているが、この装置も容量検出法を採用している。しかしわれわれの考案したものと原理は同じであっても大分趣を異にしている。

B. 電極と入力部の相互干渉

マウスの不在時と滞在時との信号電位の比は天井電極を床にはおわせる格好にした時が最大になる。しかし排泄物などによる汚濁の影響が心配されるために適当ではない。したがって前述した様なコの字型の天井電極となるわけであるが、これも隣接し合う電極間はもちろん、かけ離れた場所にある電極間の相互干渉に考慮しなければならない。検出回路の入力部は各単位空間の傍に、しかも互に接近して設置されるために、検出用の高周波による相互干渉に注意しないと観測が不可能となる。検出感度は高周波

の周波数が大きい方が良く、複雑な回路を駆使すればかなりのこともできる。しかしその相互干渉を考えればできる限り低い周波数による簡単な回路が好ましい。また高周波電圧は低くしないと、物理的な検出能力の範囲としての単位空間が、規定した単位空間を著しくこえてしまい、隣接した単位空間入力に対しても干渉が強くなる。実際に入力電圧が0.7~0.8Vを超えると相互干渉が著しくなり、1Vを超えると、かなり離れた単位空間入力にも影響がでてくる。本検出回路の能力では高周波電圧の最低限度が20mVであるが、実際の観測には200mV以下を使用している。幸いなことに市販コイルのなかに、外側がシールドされていて、しかも比較的低い周波数に同調するコイルを見出し、1次側を接地せずに使用して相互干渉を著しく減弱させることができた。その結果として、かなり高利得の増幅回路が必要になった。しかし本回路は旧回路と異って、高周波を振幅変調した1kHzの交流増幅回路であり、安定した増幅が可能であった。

高周波の周波数が、われわれの使用した約2MHz位では汎用演算増幅器(例えばSN-72702N)でも充分安定した増幅が可能であったが、コイルとこのOPアンプとのインピーダンスの整合のために、どうしても半導体素子の介入を必要としたため、前述した積分方式による変調波の検波をした方が、はるかに効率のよいものとなった。

C. 回路特性の安定性と忠実度

このような観測器の回路は、長期間にわたって無調整で、且つ安定して動作することが不可欠の要件となる。そのため回路全体について、1) 温度特性の向上、2) SN比の向上と雑音による変動の抑制、3) マウス自体の動作または誤った信号による記録損失の防止、等に努めた。

1. 温度特性を重視し、全ての素子は、予め温度特性を調べた上で使用し、増幅部は全て集積回路(IC)を使用、FET(電界効果トランジスタ)およびトランジスタは入力が充分大きい電圧の時以外は、主としてソース、エミッタホロワと

して使用したが、その温度特性は極めて良かった。入力部における1kHzの検波回路(Fig. 2)や、増幅後の整流回路(Fig. 2, 3)にシリコンダイオードを使用した。それらは一貫してソース、エミッタホロワの後につけ、ソース、エミッタ電位と重畳してくる交流変動の積分回路の抵抗として使用した。整流を積分回路で行った利点は、ソース、エミッタホロワによる一定直流電位とその低抵抗出力がダイオードに常時充分なサージ電流を流し、その温度特性を最高に保証することである。その上積分回路における抵抗としてのダイオードは、順方向の充電時抵抗が次段増幅回路の入力抵抗に比して著しく低く、また逆方向の放電時抵抗は入力抵抗に比して著しく高いため、結合するコンデンサーでの充電電圧をほとんど損失のない状態で積分する。事実入力部検波回路のダイオード使用は、本回路以外では全く不安定であって最大の隘路となっていた。旧回路のように検出用高周波を振幅変調せずに、この積分回路を通して直流化し、Fig. 3の入力(V_i)に入れ、 V_o には基準交流信号を独立に入れば、Fig. 2のIC以下は殆んど省略されて、より簡単な回路となるが、このようにしても充分安定して動作する。これも全てこのダイオードを利用した積分回路の温度特性が極めて良いからであろう。その他電源やsignal generator等で本観測器に必要とするものは、全て温度特性をチェックして使用している。本回路によって作製され現在使用している観測器は、5°~30°Cにわたる急激なまたは緩慢な室温変化に対して、全く無調整で安定に動作する事が確認されている。

2. Fig. 2の出力部の電位は、マウスが不在の時の単位空間の浮遊容量による電位である。必要なのはマウスの滞在するときの信号電位である。そのためにFig. 3の回路で、直流化した信号電位により、基準電位の振幅レベルを制御して交流増幅し、信号電位を次々と変換して雑音電位を消去していった。また直流化の際にはチョークトランスを挿入して高い周波数成分の雑音電位を防いだ。このためにSN比は著しく増

大し Fig. 3 の出力部では信号電位のみになり、マウス所在のそれは12Vに達する。また段間の結合には安定したエミッタホロワを使用して低出力抵抗による連結に注意した。

3. 本観測は操作的に規定した単位空間でのマウスが信号源となる。マウスの移動によって記録が駆動される限り二つの単位空間の境界でおこる現象は克服しておかねばならない事の一つであった。各単位空間に番号をつけ奇数組と偶数組に組分けて先入優先の記録の原則をつくり、両者すなわち隣接する単位空間での入力が同時には SCR の点弧信号電位をつくらぬ様に、Fig. 4 の NAND 回路および Fig. 3 後段の AND 回路を作って入れた。このようにしてパイロットランプおよび記録部に、同時に2ヶ以上の単位空間の所在信号が混入するのを完全に除去した。またマウスの滞在信号の終りを単にマウスが当該単位空間を出た事によるのではなく、むしろ Fig. 6 の回路をつけて移動した隣接単位空間での所在信号で積極的にきめた。このことは以前使用していた回路と全く異った性能であって、滞在時間の測定は完全になり、且つ先入優先の記録の機構が完成したといえる。この意味でも消弧機構を必要とする SCR の点弧信号を利用したのは甚だ合目的であった。

さらに記録部の回路には、マウス移動の信号で50 msec のパルスをつくり、50 msec の間は記録部の機能を抑止した。穿孔機の動作期間は95 msec であるから、それ以内の現象についてはむしろ最終的にはコンピュータによってひろい上げるようにした。このことによって動物の動きと同期してテープに穿孔することが可能になる。旧型は10分間の移動回数と滞在時間をコンデンサーの充電を利用して計測し、継時値の必要な時は回路をきりかえて使用せねばならなかった。

現在使用中の本観測器は一度調整して数日使用後、スイッチを切って1~2日放置しても、再び使用する時に全く調整を必要としない安定な動作を示している。

D, 単位空間

単位空間の概念はすでに Lewin⁵⁾が hodological space の元として示したものと思惑的には同じで、回廊法行動観測の場合に標本空間の要素として重要な意味をもつ。生態学的考察についてはここではふれず、むしろ計測の立場から少し述べておく。われわれはマウスでのその space を $10 \times 10 \times 7.5 \text{ cm}^3$ としたが、この大きさは初期の段階において、試作器の容量検出の検出範囲でもあった。前にもふれたが新しく考案したものでは、検出感度を高め、単位空間でのマウスの滞在信号は、当該空間への来訪と隣接する単位空間に移った信号で構成してある。そのために天井電極が10 cm 間隔であっても、物理的検出能力の範囲としての単位空間はその意味を全く失い、その大きさは、物理的検出能力の制約を離脱したといえる。それにもかかわらず、依然として $7.5 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ の大きさにこだわるのはむしろマウスによる実験での生物学的意味と、これまでに蓄積した研究結果を生かす目的をもつからである。ただこのような所在信号では単位空間がマウスの進行の方向に増大するように考えられるが、尾長を含めぬ体長を9 cm とすれば、その頭が隣接単位空間の天井電極の下にくる時、体の中心はもとの単位空間の天井電極から約5.5 cm の距離にあり、尾長を考慮すれば、2~3 cm の距離にあると考えられるから、本検出法によっても天井電極からほぼ左右に5 cm の距離が単位空間の長さとなり、実際に模型で観測しても、考えたような進行方向への延長はおこらない。一方このように隣接する単位空間への移動で滞在信号の終期を構成することは、回廊観測に時間のすきまがなくなることを意味する。一般に運動する物体の計測には、空間か時間かのいずれかに精度として無理を生ずるものである。その意味では規定した単位空間の中心部でなく、むしろ辺縁部に1~2 cm のあいまいな部分をつくって、時間計測に対する忠実度を上げたといえよう。

Ⅶ. おわりに

昭和37年の試作以来、capacity detection に

よる回廊法行動観測器は、実験と改良をくりかえし、終に理想に近い形で完成した。本観測器が旧来のものと異なる点は、検出用入力信号に振幅変調した交流を使用したこと、温度特性とSN比の向上に配慮しながら交流増幅して検出感度をあげたこと、隣接する単位空間での信号の同時出現を制御し、マウスの所在信号を当該単位空間での所在信号と、隣接単位空間への移動信号によって構成し、先入優先の記録の機構を確立したこと、それによってマウスの移動によって駆動する同時記録を完全に可能にしたこと等である。本機は実験室における幅の広い環境変化に対して、長期間にわたって完全に無調整で安定に動作している。

文 献

1) Bonfils, S. & Lambling, A. (1963) Psychological

factors and psychopharmacological actions in the restraint induced gastric ulcer. In: Skoryna, S. C. Pathophysiology of peptic ulcer, McGill Univ. Press, 153-171

- 2) 平尾武久, 臺弘 (1964) 講堂における座席の成立. 精神経誌 **61**, 987-1003
- 3) 平尾武久, 臺弘 (1965) 個体生態行動観測の方法論. 精神経誌 **67**, 1005-1023
- 4) 平尾武久, 臺弘 (1962) 志向移動観測器. 蛋白質核酸酵素 **7**, 789
- 5) Lewin, K. (1938) The conception of representation and the measurement of psychological forces. Duke Univ. Press, Durham.
- 6) Svensson, T. H. & Thieme, G. (1969) An investigation of a new instrument to measure motor activity of small animals. Psychopharmacologia, **14**, 157-163
- 7) Worden, A. (1957) The UFAW hand book on the care and management of laboratory animals, 2nd Ed. The Universities Federation for Animal Welfare, London.



How is the H-reflex modulated during rapid eye movement (REM) sleep?

Toyohiko SATOH and Yoshio HARADA*

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

Electrical stimulation of the tibial nerve at the popliteal fossa elicits a monosynaptically relayed potential (H-wave) which can be recorded with bipolar surface electrodes over the gastrocnemius muscle. Recording in awake subjects, Nakayama and Hori⁷⁾ have argued that the H-wave is a vector summation of two components, the kinetic and the tonic. The former has a shorter latency and a higher threshold as compared with the latter. According to their suggestion, the spinal motoneuron pool involved in the H-reflex arc may be divided into two discrete groups.

It has been repeatedly shown that the H-wave is tremendously reduced in amplitude during REM sleep²⁾³⁾⁸⁾. An investigation⁴⁾ on the cat has demonstrated that both the phasic and the tonic components of the monosynaptic reflex discharge of the tibial nerve were depressed during REM sleep.

The question is whether the H-wave changes which occur during human REM sleep are due to uniform depression of spinal motoneurons, or to their differential depression. If the kinetic and the tonic motoneuron pools are differentially depressed during REM sleep, certain changes in the shape of the H-wave would be expected on the basis of Nakayama and Hori's assertion.

Experiments were performed on 10 subjects. The tibial nerve was stimulated at the popliteal fossa through a disc electrode with rectangular cathodal pulses of 1~4 msec duration delivered every 2 sec. A large anodal electrode was attached to the medial aspect of the knee. The responses of the gastrocnemius muscle were picked up bipolarly

with surface electrodes over the muscle and displayed on a cathode ray oscilloscope. The responses were also fed into a tape recorder having a frequency response flat up to 5 kHz. Stable contact of the stimulating electrode was assured by monitoring the M-wave, which was due to direct activation of the motor fibers in the tibial nerve. The different stages of sleep and wakefulness were assessed from the EEG and the electro-oculogram.

The kinetic component of the H-wave had a latency between 28.0 and 31.7 msec (29.6 average) and the total duration of the H-wave, comprising both the kinetic and the tonic components, was between 8.4 and 11.8 msec (10.3 average). As shown by the arrow in Fig. 1 Wb, with stimulation intensity relatively high, a discrete notch was observed in the main, downward deflection. The latency of the notch was longer than the latency of the kinetic component by 3.2 to 5.9 msec (4.6 average). According to Nakayama and Hori, this notch is considered to indicate the point where the tonic component begins to superimpose on the kinetic one. At threshold stimulation intensity, both during wakefulness and slow wave sleep, the kinetic component was almost undetectable and the H-wave seemed to be composed only of the small tonic component, having a latency corresponding to that of the above-mentioned notch (Fig. 1 Wa and SSa).

When REM sleep began, the H-wave was strongly depressed or completely abolished (Fig. 1 REMa). The depression was usually most pronounced when associated with bursts of REM. When the H-waves were small in size as in Fig. 1 REMb, their latency was always identical to that of the notch which could be observed before REM sleep. That is to say, the kinetic component had a higher

* 佐藤豊彦, 原田善郎: 愛知学院大学歯学部生理学教室

[Received for publication August 1, 1972]

threshold than the tonic one, just as was observed during wakefulness and slow wave sleep. No exception to this statement was found among more than 8,000 responses recorded during REM sleep. Stimulation at higher intensity gave rise to large responses which comprised both the kinetic and the tonic components with their relative proportion identical to that observed in wakefulness and slow wave sleep (Fig. 1 REMc).

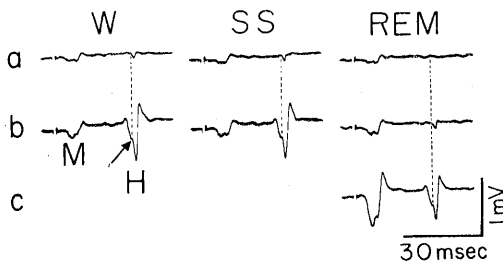


Fig. 1. Changes in H-wave as a function of states of consciousness and of stimulation intensity. W; wakefulness. SS; slow wave sleep. REM; REM sleep. a, b, and c; stimulation intensity of 11, 13, 15 V, respectively. Stimulation duration; 2 msec. M and H; M- and H-waves. The arrow indicates the notch described in the text. Subject: K. S. male, 21 y.

Although the spinal mechanism behind the depression of H-wave amplitude during REM sleep is still unclear, investigations¹⁾⁵⁾⁶⁾ on the cat have revealed that during REM sleep the monosynaptic transmission of spindle afferent impulses to spinal motoneurons is inhibited by an unknown supraspinal mechanism, acting at both pre- and post-synap-

tic levels.

The analysis of the kinetic and the tonic components reported here indicates that there occurs during REM sleep no definite qualitative modification of the neuronal program in the spinal cord involved in the H-reflex. The rapidly and the slowly conducting H-reflex arcs, responsible for the kinetic and the tonic components respectively, would seem to be under the influence of a common modulatory mechanism. The outputs of the mechanism to the two types of reflex arcs are kept constant in their proportion, although the absolute intensity of the outputs changes with shifts of sleep stage⁹⁾

References

- 1) Baldissera, F., Cesa-Bianchi, M. G. & Mancina, M. (1966) *J. Neurophysiol.* **29**, 871-887
- 2) Hishikawa, Y., Sumitsuji, N., Matsumoto, K. & Kaneko, Z. (1965) *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **18**, 487-492
- 3) Hodes, R. & Dement, W. C. (1964) *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **17**, 617-629
- 4) Kubota, K., Iwamura, Y. & Niimi, Y. (1965) *J. Neurophysiol.* **28**, 125-138
- 5) Morrison, A. R. & Pompeiano, O. (1965) *Arch. ital. Biol.* **103**, 497-516
- 6) Morrison, A. R. & Pompeiano, O. (1965) *Arch. ital. Biol.* **103**, 517-537
- 7) Nakayama, T. & Hori, T. (1967) *Jap. J. Physiol.* **17**, 415-428
- 8) Satoh, T. & Harada, Y. (1972) *Physiol. Behav.* in press.
- 9) Supported by Grant No. 5R023 from the Japan Society for the Promotion of Science. Thanks are due to Drs. F. Ito & L. M. Vernon for their reading of the manuscript.

key words : H-reflex, REM sleep, human.

MEDLARS 情報検索実験

—生理学領域における電算機データ処理—

品川 嘉也 (京都大学医学部生理学教室)

Information retrieval experiments on "electronic data processing in physiology" using MEDLARS system Yoshiya SHINAGAWA (*Department of Physiology, Kyoto University School of Medicine, Kyoto, Japan*)

特殊法人日本科学技術情報センター (Japan Information Center of Science & Technology, 以下 JICST と略す) の医学情報委員会は、MEDLARS の磁気テープを利用しての文献探索サービスをわが国に導入することを目的として、1970年4月より、医学・薬学各方面の学会・研究者と協力して情報検索実験を行ってきた。日本生理学会は、第48回評議員会においてこの検索実験に参加することを決定し、第48回大会期間中、検索テーマを学会員より、公募した。実験の実施方法については昭和46年度第2回常任幹事会において決定され「生理学領域における電算機データ処理」について検索実験を行なうことになった (議事要録は、日本生理誌 33 (8) 563(1971)). 筆者は庶務幹事より実験担当を命ぜられたので、同年5月より翌年6月にかけて実験を行なった。また同時に関連事項についても調査・研究を行なったので、実験結果と共に報告し解説を加えたい。

なお学会員の中には MEDLARS の system について、なじみの薄い方もおられると思うので簡単な解説を加えたい。

I. ふえつづける科学情報

情報検索システムの必要性は、一にかかって科学情報の爆発あるいは洪水と呼ばれる指数関数的激増にある。必要は発明の母といわれるが、我国のこの方面の研究はまことに微々たるものである。

19世紀の初頭に約100種であった科学雑誌は、1900年にはおよそ5,000種、現今では26,000種を超え、なお指数関数的増加を続けている。その増加率はほぼ15年毎に倍増するという。そ

れらに含まれている文献数も、代表的な抄録誌についてみると MEDLARS や Excerpta Medica は年間20万以上の医学文献をインプットしている。Chemical Abstracts の抄録文献数は8年毎にほぼ倍増しているが、1980年には700万件を突破するだろうといわれている。

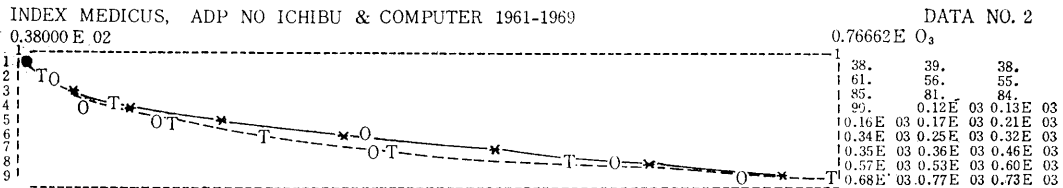
これだけの文献数について、1年分の文献を探索するのに1年以上かかるといわれるようになってきた。とくに科学の“国際化”が進み、重要な生理学的研究が化学者や物理学者によってなされ、また臨床検査法の近代化に伴って臨床医学からの生理学的情報が大巾に増加しているが、それらがわれわれの眼にふれるのは偶然の機会に過ぎない。

研究者が研究時間の51%平均を費して、Current Contents などを利用して行なっている情報探索の努力が、医学図書館学者からは全く問題にもされていない¹⁾ことに注意を払う必要がありそうに思われる。

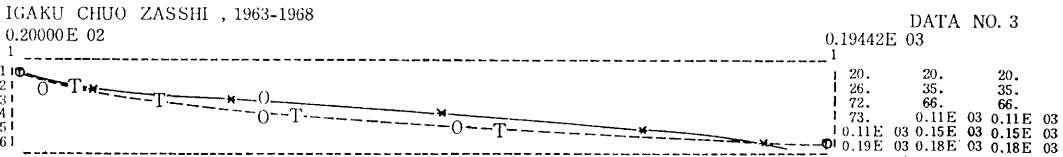
A. 科学情報の生長曲線

文献数の経年増に対して生長曲線のあてはめを考えたのは Tamiya¹⁰⁾が最初ではないかと思う。彼は文献数が logistic 曲線 (Verhulst, 1845) に従って増加するであろうと推論したが、実際の分析は行なわず関数型は示していない。そこでわれわれ⁷⁾は Tamiya¹⁰⁾の調べたアスペルギルス関係文献数 (1917~28) について最小自乗法により具体的な関数型も求め、実測の文献数によくあてはまることを示した。しかし同じ実測値に対して指数曲線もまたよくあてはまることが示される⁷⁾。

文献数増加の背景となる研究者数の増加についても幾つかの研究があるが小谷⁵⁾は世界の有



a. Index Medicus, 1961-1969.



b. 医学中央雑誌, 1963-1968.

図1. 最近の索引誌に現われた医学領域におけるコンピュータ関係文献数(O)および理論曲線, Logistic (曲線—*—)と指数曲線(……T……).

史以来の物理学者の90%は現存していると考えて、倍增時間14年をえている。筆者⁸⁾は日本物理学会会員に logistic 曲線、指数曲線ともによくあてはまることを示した。倍增時間は 11.7年で、このまま行くと22世紀前半には会員数1億に達するので、指数関数的発展はあと100年は続かないでそれまでに飽和現象が現われるであろう。

さて、検索テーマ「生理学領域における電算機データ処理」について文献数の増加を求めるのは困難であったので、われわれ³⁾は Index Medicus および医学中央雑誌から、医学領域におけるコンピューター関係の文献数をひろった。すなわち Index Medicus には1966年より computers の項 (subject heading) が設けられているので、この項に収録されている文献数を数え、1960~65年については automatic data processing の項から、また1948~59年については cybernetics の項から computer 関係の文献を選び出した。医学中央雑誌については、全表題を調べた上、必要に応じて原著に当て決定した。

こうして得られた文献数に対して、最小自乗法により logistic 曲線と指数曲線をあてはめた結果を、図1に示す。グラフは電子計算機でラインプリンター紙上に直接書かせたものである。倍增時間は Index Medicus で 2.12年、医

学中央雑誌では 1.76年で、科学文献全体の倍增時間が約13年といわれているのに較べて6~7倍の高度生長期にあることがうかがえる。指数曲線と logistic 曲線が、共によいあてはまりを示すことから、どちらの近似がより「正しい」という問題が起こるかも知れない。しかしこれは両曲線の理論的比較などで決められることではなくて、どのような分析をするかという分析者の立場によって決まって来る問題である。たとえば、日本物理学会会員数は短期(10~20年)の急増期には logistic 曲線をあてはめることができ、飽和値の推定も可能であるが、長い眼でみると、このまま飽和してしまうのではなくて一定の“かげり”の期間を経て「次の」急増期の logistic 曲線に行っていく、100年位の視点で見れば、全体としては指数曲線にしたがい、飽和現象は未だみられないといえる。

生長の“かげり”を強調するとライフ・サイクルを求めることもできる。山田・大滝¹²⁾は Chemical Abstracts の Index に記載されている論文数の、同誌に採録されている全論文数に対する比率が

$$y = \frac{K}{A + \frac{a}{2T} \left(t - \frac{1}{a} \right)^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$A = K/y_0 - 1/2 aT \dots\dots\dots$$

表1. 各種の生長曲線, $\frac{1}{y} \frac{dy}{dt} = f(y)g(t)$

g(t)	f(y)	y	文献と註
1/T	1	$y_0 e^{t/T}$	指数関数
$-t^n/T(n+1)$	1	$y_0 \exp(-t^{n+1}/T)$	Weibull 関数
1/T	$1-y/K$	$\frac{K}{1-Ae^{-t/T}}$	Logistic 関数
$\ln b$	$\ln \frac{y}{K}$	KAb^t	Gompertz ⁴⁾
1/T	$\sqrt{1-y/K}$	$K \operatorname{sech}^2 \frac{t-A}{2T}$	
$\frac{1}{T}(1-at)$	y/K	$\frac{K}{A + \frac{a}{2T} \left(t - \frac{1}{a}\right)^2}$	山田, 大滝 ¹²⁾
$\frac{1}{T}(1-\cos wt)$	1	$y_0 \exp \frac{1}{T} \left(t - \frac{1}{w} \sin wt\right)$	品川 ⁷⁾

の形の関数で表わされ, $a/2T$ がライフ・サイクルの最盛期の長さに対応することを示した。この関数の意味については次節で述べるが、何で分析しようとするかによって、種々の生長曲線を考察する必要がある。

B. 生長曲線の理論

前節では何通りかの生長曲線が文献数の増加に対してあてはめられることを示したが、これらの生長曲線はいずれも

$$\frac{1}{y} \frac{dy}{dt} = f(y)g(t) \dots\dots\dots(2)$$

の形の微分方程式から導くことができることはよく知られている。指数関数は $f(y), g(t)$ を共に定数とおくことによって求められる。(1)式は

$$g(t) = \frac{1}{T}(1-at), f(y) = \frac{y}{K} \dots\dots\dots(3)$$

とおいて導くことができる⁹⁾。生長曲線のうちの特異なもの Blumberg²⁾ の表に与えられているので、ここではやや一般的な関数を表1に示しておく。ただし y_0 は $t=0$ における y の値, A はそれ以外の積分定数で T, K, y_0 で表わすことができるが一々については形をあげない。

さて、前節で述べた物理学会々員のよう、長期的には指数関数的増加を示しながら短期的には急増期とのかげりを周期的にくり返している例では、生長曲線として

$$y = y_0 e^{t/T - a \sin wt} \dots\dots\dots(4)$$

を考察することができる, a は定数, w は周期でライフ・サイクルに対応し平均15年くらいのことが多い。この曲線は一般に極大, 極小点を S 字形にくり返しなが全体として指数関数的増加を示す。しかし科学的情報量は、このような極値を示すことなく僅かな“かげり”の期間の後には次の急増期に突入することが多い⁶⁾。この場合は $a \geq 1/Tw$ であるが、とくに $a=1/Tw$ のときは変曲点のみを有し

$$y = y_0 e^{\frac{1}{T} \left(t - \frac{1}{w} \sin wt\right)} \dots\dots\dots(5)$$

と書くことができる。科学情報はこの形で生長を続けるものが多い。

II. MEDLARS について

A. 索引誌のコンピューター化

増え続ける科学情報のために二次雑誌の刊行を人力のみに頼ることは困難となり、多くの抄録誌、索引誌の作製にコンピューターが導入された。有名なものには抄録誌では Chemical Abstracts, Biological Abstracts, Excerpta Medica など、索引誌では Chemical Titles, Index Medicus などがある。

これらはいずれも一次雑誌から抽出された大量の情報を磁気テープに収めて、コンピューターで編集して刊行されている。一つの磁気テ

プから何種類かの二次雑誌が作製されることが多く、また、磁気テープそのものを入手して個々の機関が自分のコンピューターにかけて使用することができる。1966年頃から英国、スウェーデンで1970年からフランスとオーストラリアで磁気テープの活用が行なわれている。米国では1965年に医学図書館援助法が成立して、地域センターの育成、医学情報学の研究などに年間1千万ドルを支出し、しかもベトナム戦下で種々の研究予算の削られる中で年々金額を増して1973年まで続けられることになっている。

これに反しわが国では、Index Medicus や Chemical Abstracts などの二次資料の購入数がアメリカに次いで第2位と称しながら、磁気テープの利用には大きな立ち遅れを見せ、予算的にも極めて不十分である。1966年以来、慶大でMEDLARSに対する日本文献のインプット・サービスを引受けて来たが、肝腎の探索センターの設置については同年よりJICSTと米国立医学図書館(National Library of Medicine, 以下NLMと略す)の間に交渉が持たれたが、遅々としてはかどらず、ようやく1970年1月磁気テープ導入に関する協定が結ばれ、検索実験が行なわれた。その結果1972年6月より有料検索サービスが開始されることになった。遅まきながら軌道にのりかかって来たことはよろこばしい。

B. MEDLARSのシステム

MEDLARS (Medical Literature Analysis and Retrieval System, 医学文献分析検索システム) はNLMが開発した医学文献情報システムであって、このシステムにより提供される製品には索引誌 Index Medicus をはじめとする19種類の出版物と、電子計算機による文献検索のための磁気テープ (MEDLARS テープ) とがある。このシステムは1963年から開発されて1964年より稼動し、同年の Index Medicus からこのシステムで印刷されている。システムの主力計算機は Honeywell 800/200 であるが、このコンピューターは余り汎用性がないので他機種への書き換えが困難で、わが国に

MEDLARS テープを導入するときにも重要な障害の一つとなった。現在では、より汎用性の高い IBM 360/50 を使った MEDLARS II が開発されており1972年後半期に完成の予定である。MEDLARS は三つのサブシステム (i) 入力 (ii) 検索 (iii) 出版から構成されている、それぞれについて簡単に解説しておく。

1. 入力サブシステム

このサブシステムは雑誌の選択、索引作業、機械可読形式への変換、磁気テープへの入力作業を行なう。コンピューターに詳しい文献分析者により主として人力によって行なわれる。雑誌は二千種以上の医学、生物学誌が選ばれ、重要度によって depth と non depth に大別される。

索引者はシソーラスである Medical Subject Headings (以下 MeSH と略す) から、論文にあらわれる主題概念に最も適したものを選ぶ。索引者はまず注意深く論文の標題を読み、ついで序文、内容の項目見出し、図表に目を通し最後に結論または要約を読む。著者のつけた要約やキー・ワードに MeSH と一致するものがあったとしても、そのまま採用されるわけではない。件名をいくつ採用するかは、その論文の重要度によるようで1968年1月の例では depth journal に含まれる論文には平均10の件名がつけられているが、non-depth journal の論文には平均4つにすぎずその後平均3件に減少している。MeSH 用語はさらに Index Medicus に印刷させるものと、検索のみに用いるものとに分けられ書誌的事項と共に、紙テープにパンチし校正後コンピューターに入力される。コンピューターは誤りを除いて(誤りをリスト印刷して)磁気テープに記録する。

技術的な問題は文献1を参照されたい。なおシソーラスというのは索引語の辞書であって、索引語として自然語を用いると検索もれやノイズを大量に生じるので規制された索引語を使用するのである。MEDLARS のシソーラスである MeSH は毎年1月に Index Medicus 1月号の第2部として発行され、その年間を通じて

Index Medicus の見出し語として使用されるべく固定された索引語である。しかし、シソーラスの性格として学問の進歩、変化に順応して行くために、毎年新しい件名が随時つけ加えられ機械索引に使用される。これを仮件名 provisional headings と呼び、年度末に使用頻度その他の評価がなされて翌年の MeSH に採用するか続いて仮件名とするかまたは使用を中止するかが決定される。

2. 出版サブシステム

Index Medicus を含む MEDLARS 出版物は GRACE と呼ばれるコンピューター・システムで印刷されている。これは Graphic Art Composing Equipment の略で、電子計算機 Photon 900 の photo type setter が利用され 1964年8月より稼動している。

このシステムに出版に必要な詳細を書いたカードを入力すると、探索プログラムが適切な書誌的事項を取り出し、さらに出版形式をつくるプログラムが印刷用の磁気テープを作成する。この磁気テープに従って、毎秒1.7行、約300字の速さで紙または写真用フィルムに印字される。

3. 検索サブシステム

利用者から特定主題についての、文献探索の要求を受けると、その要求は探索専門家に送られる。探索専門家は論理式による三つ以内の探索式を作成し、カードにパンチしてコンピューターに入力して、該当した文献を印刷用プログラムによりラインプリンター用紙に印刷する。検索の実際については、次節で実験例に即して詳細に述べる。

以上が MEDLARS の簡単なスケッチであるが、このシステムを稼動するのに毎日最低90人を必要とする。また、近くさらに大規模なシステム MEDLARS II に切り替わることになっているが、それについても適当な時期に本誌に紹介されることが望まれる。

III. 情報検索実験

A. 実験の目的

日本生理学会は JICST の医学情報委員会と協力して、文献探索実験を行ない MEDLARS の磁気テープの導入に協力すると共に、学会員に文献探索のコンピューター化についての体験を得させる目的で、MEDLARS の磁気テープ 1971年度分より「生理学領域における電算機データ処理に」に関する文献の探索を行なった。実験結果は会員の閲覧に供される。

B. 実験方法

MEDLARS 磁気テープ1971年分を慶大情報科学研究所のコンピューター IBM 7040 を使用して、次の論理式により検索を行なった。

$$\left. \begin{array}{l} M1*(C1+X1) \dots\dots\dots \\ X1=S1*\sum_{i=2}^{20} Ci \dots\dots\dots \end{array} \right\} (9)$$

ここに * は積の記号であって論理積を表わし、+ および 和の記号は論理和を表わす。M1 は MeSH のカテゴリー L18, automatic data processing を意味し、C1 は同じく G1, biological sciences を、また C2, C3, ……、C14 は同じく A1, ……、A13 の part of the body, C15, ……、C20 は B1, ……、B6 の animal kingdom および plant kingdom を意味する、S1 は MeSH の subheading の physiology に対応する。簡略化していえば、physiology または biological sciences と automatic data processing を同時に含む医学文献を探索することである。

なお automatic data processing のカテゴリーには次の 11 項目の subheadings が含まれ、それらおよび関連項目の系統樹は図 2 の通りである。

- 1) automatic data processing
- 2) computers
- 3) analog-digital conversing *
- 4) computers, analog
- 5) computers, digital
- 6) computers, hybrid *
- 7) dataphone *
- 8) data display *
- 9) information retrieval system

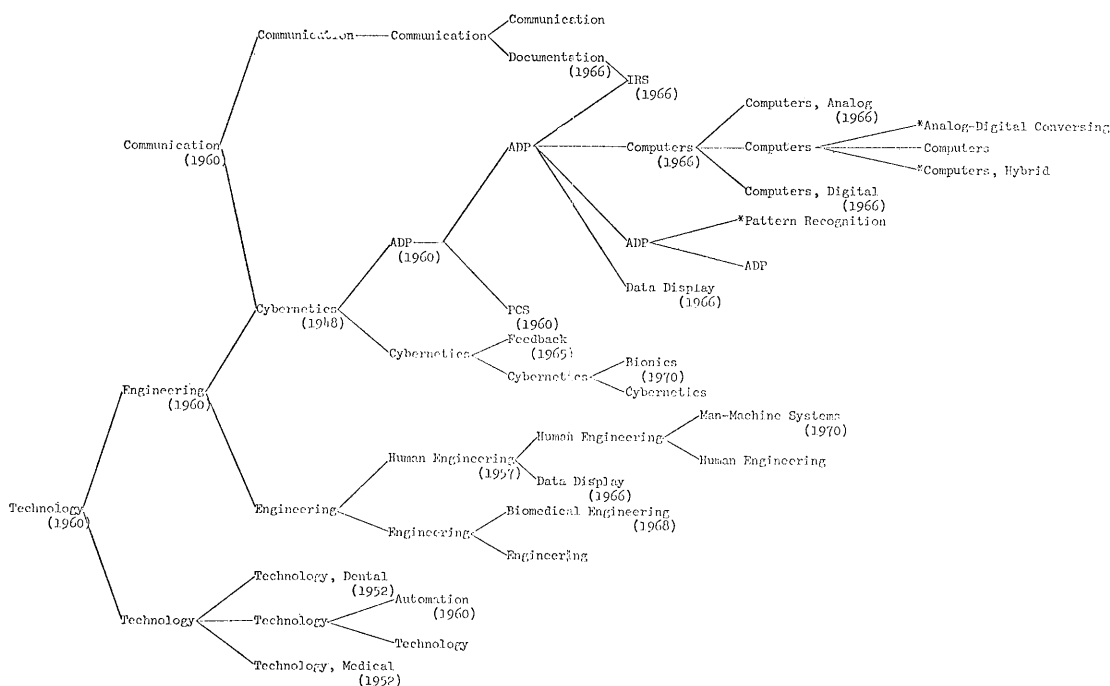


図 2.

10) pattern recognition *

11) punched card system

* は provisional headings であって MeSH には入っていない項目、また図 2 の () 内に示した数字は MeSH に採用された年を示す、ただし 1960 年以前のもは Quarterly Cumulative Index Medicus に初めて現われる年を筆者らが調査して記したものである。

C. 実験結果

1. 検索アウトプットの形式

検索結果は、文献単位でラインプリンター用紙に大文字のみを用いて印刷され、第 1 著者名のアルファベット順に配列されている。アウトプットされた文献は次の例のように (i) 著者名 (ii) 文献標題 (iii) 書誌事項 (iv) トレーシング (文献内容を索引したキーワードの群で、主要なキーワードには * 印が付けられている) より成る。キーワードは前述したようには MeSH から選ばれ、その数個の組み合わせで索引件名を表現するようになっている。これから文献内容をある程度判断することができる。例、

SHINAGAWA Y 著者名
 MEMBRANE PERMEABILITY AND THE 標 題
 ALLOSTERIC EFFECT.....DATA
 PROCESSING OF THE MEMBRANE
 POTENTIAL
 PROTEIN NUCLEIC ACID ENZYME
 書誌事項
 (TOKYO), 15, 1389-95, NOV 70
 ANIMAL EXPERIMENTS, BINDING SITES,
 トレーシング
 BIOLOGICAL TRANSPORT/ACTIVE,
 * CELL MEMBRANE PERMEABILITY,
 COMPUTERS, FROGS, MATHEMATICS,
 * MEMBRANE POTENTIALS,
 MODELS/BIOLOGIC, MODELS/
 THEORETICAL,
 MOLLUSCA, REVIEW

この例では著者名イニシャルの Y が T にミスプリントされていた、これは恐らく入力時のミスパンチと思われ、この程度の校正もれは人力

ではさげられないようである。

2. 検索件数

1971年、1年分の磁気テープから計936件の文献が検索された。このうち102件は生理学との関連が比較的薄いものであった、そのうちでは臨床医学、臨床心理学および獣医学における統計処理で生理機能の項目を含む文献、および生理機能に関する臨床検査法の文献であってその原理はよく知られていると思われるものが多い。これらは MeSH term の physiology をトレーシングに含むもので、これらの文献を除く論理式を作製することはかなり困難と思われる。残りの834件(89.1%)は、生理学における電算機データ処理に関する review を書くときには一応承知していなければならない文献という意味では“満足な”文献である。しかし834件というのはいかにも多過ぎて、全文を日本生理誌に紹介するという当初の計画は結局放棄せざるを得なくなった。また一人の研究者が1年間にこれらの文献を総て読むこともありえないと思われる。それでは、生理学領域における一分野での実験的研究に従事し、したがってデータ処理を行なっている一人の研究者が、そのうちどれほどの文献に直接関心を持つであろうか。それは極めて個人差が大きいと思われるが、筆者自身を例にとると、何らかの意味で原論文に眼を通すか、複写するかまたは別刷を請求するかした文献を仮に個人的関心が高いものと定義すると、それらは計151件(16.1%)であった。この“関心”の大体の傾向を示すためにそれらの文献の掲載誌名を頻度の高い順に示すと表2のようになる。以下、文献数2の掲載誌が13誌、文献数1の雑誌が55誌あった。英語文献が多いのは MEDLARS の性格上——米国の医学研究者の要求にこたえなければならない——当然のことかも知れないが、データ処理をコンピューターで行なう医学研究者は、筆者の知る限り、米英に多く、次いで独、仏、ソ、といったところで、コンピューター保有台数世界第2位の日本に少ないのは奇妙な現象といわざるをえない。データ処理量は研究の activity

に比例して増大するから、これを手計算に頼っていると、それだけ時間の損失が大きい。コンピューター利用の少ない国では、研究者はその分だけ余分の労働時間を費していることになる。コンピューターにでもできることは電算機に任せて、研究者の能力は真に創造的な分野にそそぎたいものである。我国でも早くそれが可能になる研究体制と予算とを得たいものである。

3. 検索テーマ

今回の実験では、比較的単純なテーマであって検索が容易であり、しかも多数の会員に関心のあるものが選ばれていたと思われる。他の実験例をみるとテーマが狭ま過ぎて毎月検索され

表2. 掲載誌別文献度数

雑誌名	文献数
J. Appl. Physiol.	12
J. Physiol.	11
J. Theor. Biol.	11
Comp. Biomed. Res.	7
Am. J. Physiol.	6
Biophys. J.	6
Kibernetik	5
Med. Biol. Eng.	4
Electroencephalogr. Chin. Physiol.	3
J. Mol. Biol.	3
Prog. Brain Res.	3

る文献数がゼロかまたはそれに近く、学会の行なう実験としては思わしい結果が得られないような場合もある。本実験結果は、逆に文献数が多くて検索結果をそのまま学会誌に掲載することが不可能となったが、これは検索テーマを一般性のあるものにするときには現今のように科学情報過多の時代にはある程度さげられない現象かも知れない。この種の一般性のあるテーマについては、年間の検索文献数が1,000かそれに近い数に上ることはさげられないであろう。このようなテーマについて総説を書くとする、論文の標題を一寸変えて並べるだけで非常に長いものになってしまう。生理学の全分野についての総説を掲載しうる雑誌は存在しえないかも知れない——これが今回の実験によって得られ

た最も重要な結果の一つといえるかも知れない。

われわれが生理学の全分野で発表される、おびただしい論文の内容を知るには、どのような手段が残されているのであろうか。

D. 考察

日本生理学会としてこのような文献検索実験の機会を持つことができたのはよい経験であったと思われる。すなわち、本学会員が今後 MEDLARS テープによる検索サービス(有料)を受ける機会が多いと予想されるが、そのときの依頼テーマおよび論理検索式の選択に際して、一つの目安となる実験結果が得られた。

本学会員が文献検索サービスを受けようとするとき、その目的は (i) 会員が目下行なっている実験に関して関連文献を知りたい場合、および (ii) 総説を書くためというのが多いであろう——JICST の「MEDLARS 医学文献検索サービス申込書」の「質問目的」の項にはこの二つが例としてあげてある。このうち (i) は比較的狭いテーマで検索文献数も少ない場合が多いであろうが (ii) のケースではいろいろのテーマがありうる、一般的なテーマについては前述したように検索文献数が多くなり過ぎて総説の執筆が困難になるという問題を生じ、総説誌のあり方に投げかける。われわれが、たとえば生理学全般について最近の研究論文からトピックスを抽出し、それらに共通した問題意識や論点の相違を知るといのは、個人の努力の限界を越えているように思われる。また、そうした個人的努力の集成である総説誌も、全分野にわたってトピックスを網羅することは不可能になってきている。すなわち、総説の形でまとめられるような情報を、多数の文献から抽出するシステムは人力だけでは構成し難くなっている。そのようなシステムをコンピューター・システムとして、あるいは man-machine system として設計することが、情報検索研究の次の課題となるであろう¹³⁾。

なお JICST は1972年6月より有料で文献検索サービスを受け付けているが、これには (i)

選択的情報提供 (SDI, selective dissemination of information), すなわち申込みの時から毎月新しい文献データを検索提供するサービスと (ii) 遡及検索 (RS, retrospective searching) すなわち過去2年分または1年分を申込の時点からさかのぼって検索提供するサービスとがある。さらに SDI サービスには JICST が設定した標準テーマによるスタンダード SDI と、利用者の要求するテーマについて検索するリクエスト SDI とがある。本実験はリクエスト SDI の形式で行なわれたものである。

IV. わが国における情報検索の現状

情報検索という術語は、もと information storage and retrieval に対応するものであったが、現在では略されて information retrieval となり、さらに IR とも呼ばれることが多くなっている。情報検索システムとしては人力のみによるものと、コンピューターを利用するものがあるわけであるが、今日では IR といえば computerized information retrieval (電子計算機による情報検索) と同義語になってしまっている。この意味で、今回の実験ならびに JICST による MEDLARS テープの導入が、わが国における情報検索にとってどのような位置を占めるかを簡単に概観しておきたい。

文献情報検索用の磁気テープを提供している団体は、II 節のはじめに述べた索引誌・抄録誌関係の外にも有名なものだけで二十をこえるといわれている。それらのうちで医学関係のものに話題を限ると、国家事業としてあるいは公共機関によって提供されているものでは MEDLARS とならんで、オランダの Excerpta Medica Foundation の Excerpta Medica Magnetic tape が重要なものであることはいまでもない。これとわが国との関係についていえば、そのデータバンクの中から医薬品情報を抜き出して作った DRUGDOC の磁気テープを主として製薬企業体に対するサービスを目標として導入の話合いが進められているという¹⁾。

製薬会社では、すでに英国の Derwent Pu-

blication Ltd. の磁気テープ Ringdoc など
をコンピューターにかけて使用しているところがあり、製薬企業から大学研究室に文献情報が供給される例が増大していることに危機感を抱く人もある。明らかにこの目的と推定される文献複写の申し込みが、大学の医学図書館に対してふえていると指摘する図書館人もある。これに対して、わが国公共機関の情報検索システムとしては今回の JICST の MEDLARS テープの導入が、最初のコンピューター化であって、民間企業に較べても大きな立ち遅れがある。

さらに JICST の企画を完全な情報検索網にしあげるためにはサブセンターないしはサテライト・センターを全国的に配置しなければならないが、わが国の医学図書館のうちコンピューターが導入されているのは東京大学の TOSBAC 3400 と阪大図書館の FACOM 230-15 のみのようであり、これとても雑誌の発注受入業務に使われているだけであり、文献情報検索にとっては補助的にも使えないくらい小さなシステムである。慶大では1967年から雑誌受入業務のためのプログラムの開発が始められ、先駆的な役割を果たしたが専用のコンピューターを持たないため実用化されていないようである。京大図書館でも1970年から数理解析研究所のコンピューターを利用して同様のプログラムを開発したが、その後は慶大と同じ事情のようである。その他では癌センターの図書室で日常業務の一部にコンピューターを利用している程度で医学図書館のコンピューター化はほとんど進んでいないという¹¹⁾。他の医学情報については、広島大学原爆放射線医学研究所で、原爆被爆者に関する医学記録を TOSBAC 4200 F を用いて、検索サービスしているのが唯一の例ではないかと思う。

最後に、わが国のメーカーで開発された情報検索システムの例³⁾をあげておく。

i. MARS システム

Medical Abstract Retrieval Service の頭文字を取って命名されている、機器構成は FACOM 230-20/30 (記憶容量64K字) を中心に

磁気テープ装置 3 台、コンソールタイプライタ、ラインプリンタ、紙テープ読取装置各 1 台より成る。Derwent Pub. 社の医薬文献データ (前述の Ringdoc など) 磁気テープを検索するためのシステムである。

ii. FACOM 230-50 DISP システム

JICST と富士通が共同開発した総合文献情報処理システムで、汎用情報処理をめざしている。すなわち MEDLARS のほか Chemical Abstract Service (CAS) や Institute for Scientific Information (ISI) 等の磁気テープをかけられるようにし、プログラム言語を COBOL にするなどの汎用性が考慮されている。また自然言語の処理や、用語統計処理ができるとうたっている。

最小構成は FACOM 230-50 (記憶容量48K語以上、他に MONITOR III 駐留領域として磁気ドラム 1 台)、磁気テープ装置 6 台ラインプリンタ、タイプライタ、カード読取 (または紙テープ読取) 装置各 1 台である。基本的なファイル (この構成では磁気テープが主) は BCD コードで書かれたデータ・ファイルでレコード長は 9 語の固定長、1 語は 36 ビットから成る。

V. 結 語

科学文献数の異常な増加率は生理学についても例外ではない。電算機データ処理を行なった生理学文献に限っても、相当な数にのぼりしかも毎年倍増している。生理学文献の全体を人力で検索することは、現在の時点でもすでに不可能であると断定して誤りはなからう。この点で機械検索——といってもコンピューター・システムによる磁気テープ検索以外には考えられないが——の重要性はいうまでもない。このような時期に、日本生理学会が文献情報検索実験の機会をもち、JICST が検索サービスを開始するのは、幾分おそきに失したきらいはあるにしてもまずはよろこばしい。これ以上遅延すると、医学文献情報の探索は製薬資本に主導権を持たれることになったかも知れないといわれているのである。

医学情報の処理システムの第1歩としてMEDLARS テープの導入がはかられたことは、それが最善か否かは別としてごく自然のなり行きであったと思われる。問題は、これが JICST の一事業としての検索サービスに終わるか、全国の医学図書館網を軸とする検索ネットワーク建設の第1歩となるか、ではなからうか。医学情報の検索には i) 医学研究者 ii) 医学図書館人 iii) コンピューター専門家の密接な協同作業を必要とする。現在の体制は iii) を主体とする JICST に全面的におんぶしている。医学図書館人の熱意は相当なものであるが、予算的に余りにも恵まれていない。これに較べると医学研究者の認識は、未だに低調で啓蒙の段階にある。この点では、本稿執筆の機会を与えられた本誌編集委員会幹事の見識に特に敬意を表したい。

NLM でも医学研究者の直接の協力は十分でないといわれているが、秀れた医者であり bibliographer であった J. S. Billings によって旧 Index Medicus が発刊され、その後何人もの医師の指導のもとに現在の Index Medicus の基礎が作られて来たのである。わが国が NLM と比較できるような医学情報センターを持たず、この方面で業績をあげた医学研究者も知られていないことは不幸といえないであろうか。わが国にも医学情報センターのネット・ワークを確立することが急務ではなからうか。

これはわが国における医学情報検索が、MEDLARS や Ringdoc に代表される欧米のデータバンクに依存しようとする傾向が強く、独自のデータバンクを設立する動きが全くといってよいほど見られないことにも関係している。これは、たとえば MEDLARS に収録されている雑誌のうち、日本の雑誌は約 240 誌で総収録誌の10%を占めるとはいえ、医学中央雑誌が収録対象としている雑誌の僅か20%に過ぎない事実を抜きにしては論じられない。MEDLARS の収録対象誌を選択する ad hoc committee は i) 米国の医師がどんな雑誌をより多く読みまたは要求しているか、ii) できるだけ多くの国の雑誌を収録しようという2因子によって

選択する傾向があるといわれている¹¹⁾。このどちらの因子も英文誌をより多く選択する方向に働くとされる、その結果、米国の医師および索引者にとって語学的に困難さの高いアジア諸国の言語で書かれた雑誌が抜け落ちることになる。しかし NLM の索引者の量的質的制約は今後とも根本的な改善は望めないであろう。この点についてだけでも、わが国独自のデータバンク設立は意味があるかも知れない。少なくとも、医学中央雑誌のコンピューター化はこのような構想を抜きにしては語れないであろう。

次に、これからますます重要性を増すと思われる中国語文献の索引には、少なくとも当分の間ローマ字化が完全に実現するまでは漢字の併記が必須であろうが、わが国がコンピューターの漢字プリンターを開発している唯一の国であることを考えれば、日中交流の促進と共に独自の医学情報センターの存在意義はより大きくなるであろう。

以上の諸点から、全国的な医学情報センターの必要性を特記して、小論をおわりたい。実をいえば、今回の検索実験を1年余にわたって担当するまで筆者もこの方面には全くうかつたのであるが、実験を遂行する中で幾つかの論文に接して問題の重要性に驚いた次第である。日本生理学会としても、この方面にさらに意を注ぐ必要があると思われる。

おわりに本実験の検索の衝に当たられた日本科学技術情報センターの西川正洋、川野惟二両氏、実験データの整理、索引・抄録誌の調査などに当り協同研究して頂いた京大医学図書館の諸氏、とくに岩本博、黒田歴子両氏に日本生理学会の一員として深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) Austin, C. J. (1968) MEDLARS 1963-1967, NLM, Bethesda, Md.
- 2) Blumberg, A. A. (1968) Logistic growth rate functions. J. Thoret. Biol. 21, 42-44
- 3) 富士通 K. K. (1970) アプリケーション・プログラム概説. FACOM Manual, 13, 富士通
- 4) Gompertz, B. (1825) Phil. Trans. R. Soc. 522 (文献8より引用)

- 5) 小谷正雄 (1966) 分子科学序論. 分子科学講座1, 1, 共立出版 (東京)
- 6) Price, D. (1961) Science since Babylon. Yale Univ. Press, New Heaven
- 7) 品川嘉也, 黒田歴子, 岩本 博 (1971) 医学領域におけるコンピュータ関係文献数の時間的増加について. 医学のあゆみ **78**, 187-188
- 8) 品川嘉也 (1971) 物理学会会員数の変動について. 日本物理学会誌 **26**, 734-735
- 9) 品川嘉也 (1972) 生体膜における情報処理. 物性 **13**(6), 341-348
- 10) Tamiya, H. (1931) Eine Mathematische Betrachtung über die zahlenverhältnisse der in der "Bibliographie von Aspergillus" zusammengestellten Publikation. *Botan. Magaz.* **45**, 62-71
- 11) 津田良成 (1970) わが国の医学分野における情報活動. 情報管理 **13**, 434-442
- 12) 山田圭一, 大滝栄一 (1971) 科学研究のライフ・サイクル. 自然 **27** (12月号), 68-76
- 13) 品川嘉也 (1972) 脳とコンピューター. 中公新書 (東京)

Summary

Information retrieval experiments for 1971 were carried out on the item of "electronic data processing in physiology" by means of MEDLARS magnetic tape system using the IBM computer 7040. Retrieved literature was 934 in number, of these 151 paper related directly to physiological studies while 102 did not.

Exponential growth of scientific information was shown on the number of cited papers under subject headings, computer and automatic data processing in the Index Medicus. Logistic curve was also shown to be applicable to the growth.

A growth curve possibly applicable to the periodic growth is :

$$y = y_0 e^{\frac{1}{T} \left(t - \frac{w}{1} \sin wt \right)}$$

where y is population or size at time t , and y_0 is initial size. T and w are constants.

Necessity and precision of information retrieval system for the physiologist are discussed in relation to the growth rate of literature.

第45回近畿生理学会談話会

日 時：昭和47年3月11日（土）
場 所：和歌山県民文化会館五階大集会室
当 番：長井晋次，松下 宏

1. 白鼠肝ミトコンドリアの基質依存について
中瀬雄三，長井晋次，辻本 毅（和歌山医大，
第一生理）

Mitochondria (Mt.) の state 3 呼吸速度は，substrate の種類により異なる． α -Ketoglutarate (α -Kg) を基質とした場合，state 2 から，state 3 への移行時に大きな lag が見られ，普通 2 回目の state 3 で最高速度に達する．ところが，state 4 時間を長くするにつれ，しだいに lag は減少し，数分間 state 4 状態を保てば，ADP の添加と同時に最高速度に達し，state 3 の間その速度を維持することを示した．

これらの事，および Tager 等の成績 (B. B. A., 153, 1968, 98) から， α -Kg の Mt. 膜透過が遅いため lag が生じるのであり， α -Kg の Mt. 膜透過速度と，Mt. 内で α -Kg が酸化される速度が平衡に達したとき，state 3 の定常速度に達すると解される．そこで，Mt. 内 α -Kg 濃度と，state 3 速度の定量的な関係を知るために次のような実験をした．すなわち，state 4 時間を変えて，state 3 速度がどう変わるかを測定した．これは state 4 時間と，Mt. 内に取り込まれた α -Kg 濃度の間に比例関係があるとの仮定に基づき，state 4 時間と state 3 初期速度との関係を知るための実験である．その結果は，Michaelis-Menten 型よりは，sigmoid になっており，時間を濃度に置き換えて，Hill plot をとると直線にのった．

あるいは，時間の対数が濃度に比例するとして，Hill plot をとっても，ほぼ一直線になった．そこで，Mt. 外 α -Kg 濃度を A，Mt. 内 α -Kg 濃度を X， α -Kg の Mt. 膜透過速度を v ， α -Kg の酸化速度 (state 3 速度) を v' とすると，次のような関係が仮定される．

$$v = f(A, X, \dots)$$

$$X = f(v - v') dt$$

$$v' = f(X, Y, \dots) \quad \text{ただし } Y \text{ は ADP 濃度,}$$

$$(\text{state 4 では, } Y \approx 0, v' \approx 0)$$

すなわち，state 3 速度は Mt. 内 α -Kg 濃度により決まり，Mt. 内 α -Kg 濃度は α -Kg の Mt. 膜

透過性に依存する．今後さらに Mt. 内 α -Kg 濃度を実測することにより，上記の仮説の確証を得たい．

2. スピン・ラベル法によるニトロソベンゼン・ヘモグロビンの研究

志賀 健，上田至宏，中馬一郎（阪大，医，第一生理）

ヘモグロビン (Hb) の立体構造について oxy 型と deoxy 型については知られているが，より大きな ligand が結合したときの構造は調べられていない．他方，HbA の cooperativity は ligand が大きくなると感少する．そこで，ligand の大きさを変えたときに Hb 構造が変化するかどうかを β -93 Cys 附近の構造変化に敏感なスピン・ラベル法によってしらべた．

方法：ヒト HbA および β 鎖の SH 基に N-oxy-2, 2, 6, 6-tetramethyl piperidyl-iodoacetamide を結合させ，このラベル分子の電子スピン共鳴を 4～55°C の範囲で測定した．

結果：HbA の電子スピン共鳴吸収スペクトルを分析すると次のようになった．

1. [O₂, CO] 2種のラベル分子配向 (strongly および weakly immobilized 形，A および B 型と略す) が平衡して存在し，その存在比は 25°C でほぼ 1:1 である．高温では B 型が増し，その吸収線巾はやや狭くなる．

2. [Nitrosobenzene およびその p-chloro, p-methyl 置換体] 2種のラベル分子配向の存在比は上と同様であるが，高温では B 型の吸収線巾がより狭くなる．

3. [Perfluoronitrosobenzene] B 型の存在比が増加し，低温でもその吸収線巾は狭い．

4. [2, 4, 6-trichloro および 2, 3, 5, 6-tetramethyl-nitrosobenzene] Hb とは結合しない．

β 鎖に関しては，perfluoronitrosobenzene 結合物では僅かに A 型が出現する，しかし他の ligand では B 型のみである．

結論

1. Ligand と結合した HbA の高次構造は ligand size の大小により変化する。

2. 大きな ligand が結合すると β -93 Cys に結合したラベル分子は tyrosine pocket から外界に押し出される傾向がある。

3. この構造変化は HbA と単離 β 鎖とは異った様相を示している。

3. 交互流遠心向流分配法とその応用

青木一郎 (大阪市大, 医, 第一生理)

各種生体物質を変性させずに出来るだけ純粋に分離する事は、生理学の分野においても重要な事である互いに混り合わない 2 液相に対する溶質の分配比すなわち分配係数の差により物質を分離、分析する方法は、溶媒系の選択による、低分子物質より細胞体に至る広汎な適用性、非吸着性、温和な操作条件等幾多の長所を有し、古来向流分配法として多くの人々に用いられて来た。しかしこの方法は通常重力場で用いられる為、操作に長時間を要し且試料の必要量も多く、生物学的な研究には不利な点が多い。以上の欠点を打開しうる新しい方法としてわれわれは、以前この学会において coil planet centrifuge を用いた遠心場向流分配法を報告した。この方法は少量の試料を用いて短時間で高能率の分離を行なう事ができ、一応所期の目的を達成しえたが、最大の欠点としては分離された物質を連続的に外部にとり出しえない事であり、なお負荷しうる資料の量が少なすぎる事、時間当りの分離能率が充分でない事等の欠点を有する。以上の欠点を克服する装置として、新しい原理による装置を試作し、昨年の上生化学会で発表した。すなわち直径 1~6 mm の可塑性プラスチック棒に、内径 1 mm 以下の細いプラスチックチューブを多数回 (1,000 回以上) 巻きつけたものを遠心場におき、分配液相の一方、例えば上液相をコイル状チューブに満たした後、一端より適当量 sample を負荷し、次でその後より下液相を圧入し他端より排出する。一定時間後附置されたコックを切替え、いま迄の排出端より上液相を圧入下液相圧入側より排出するという操作を行なえるようにしたものである。この方法により、分配係数に関係なく分配曲線の peak を自由に移動させる事が可能となり、極めて高能率分離を行ない乍ら、排出端より連続的に分離物質を採取する事が

出来た。今回はこの装置を用いた生体物質の分離例を報告する。

4. 腺組織における分泌圧と水分透過性

今井雄介, 森本武利, 亘 弘 (京都府医大, 第一生理)

唾液腺における分泌圧の分析より腺上皮膜組織の水分透過度を定量的に求め水分輸送機転を明らかにすることを目的として今回の研究を行なった。研究方法はいぬの顎下腺に直接半導体圧力計を接続し分泌刺激を与えた場合の分泌圧曲線を記録した。腺腔内圧の発生は腺腔壁の張力発生によるものであるから、腺腔壁の張力発生の原因を分析する必要がある。腺腔壁の張力発生の原因としては壁自身の収縮または弛緩による active な部分と腺腔内の水分の流入または流出による passive な部分の二つが考えられる。実験条件である導管に直接圧力を接続している閉鎖系では、active な部分としては筋上皮膜を通しての水分輸送が考えられる。

分泌腺の水分塩分分泌機構は塩分の能動輸送が起り、それによる浸透圧濃度勾配が上皮膜内外に浸透圧を発生し水分輸送が起ると考えられる。一方腺腔内圧自身も水分輸送に関係する。水分輸送については、腺上皮膜組織の半透膜的性質の証明と、水分透過係数を明らかにする必要がある。前者については導管より逆行性に高張液を注入する実験を行ない、腺組織に浸透流による腔内圧力の発生を認め、これを証明した。後者については分泌刺激停止後の圧の指数函数的減衰曲線が筋上皮細胞の弛緩による速い経過と、腺腔内圧による上皮膜組織を通じての水分透過による遅い経過に分けられることより、これより水分透過係数を求める方法を考察した。このようにして求めた水分透過係数には方向性はないものと考えられるから、これは分泌時の水分透過係数であるとも考えられる。これらの値を用いて、水分分泌の driving force の大きさ等の水分分泌機転について討議する。

5. 局所麻酔剤と血液成分の相関性

Ⅲ. 局所麻酔機序に関する考察

行待寿紀, 加藤幹夫 (大阪医大, 第二生理)

最近局所麻酔薬の応用範囲が広くなり、直接静

脈内に投与する方法などが行なわれると血中の薬剤濃度も急激にしかも長期に上昇することが考えられる。そこで局所麻酔剤の血清蛋白分画像におよぼす影響を電気泳動法で系統的に追求した。使用せる薬剤は lidocaine, mepivacaine, LAC-43である。その結果、いずれの薬剤でも albumine 分画が control に比して大体10~15%の増大を認める。一方 globulin 分画では γ -globulin 分画が著明な減少を示し control の50%ないしそれ以下の低値となった。 α_1 , α_2 , および β -globulin 分画には著変は認められない。次にほぼ同量の薬剤による ECG に対する影響をラットを使って追求した。Lidocaine 0.01mg~0.06mg/g, mepivacaine 0.01mg~0.06mg/g, LAC-43 0.015mg~0.05mg/g を使用した。その結果 lidocaineでは、搏動数の減少, R 波の低下, S 波の deflection があるが、あまり著明ではない。Mepivacaine では搏動数の減少が見られたものもあるが、それほど著明ではない。R 波の低下 S 波の deflection の増大, T 波の増大は lidocaine に比して著明に現われる。LAC-43では S 波の deflection の増大と T 波の増大が投与後2分で出現し、約60分間持続する。その他 R 波の増大等もあるが、mepivacaine に比して、薬剤の影響時間がやや長くなる。以上のように、局所麻酔剤は心電図上にも影響をおよぼし、これ等所見より、刺激の伝導時間の延長、心収縮力の減弱などが推測できる。これらの影響は、直接的には局所麻酔剤そのものの作用によるのであろうが、薬剤の投与量によっては、血液成分の変動が十分起りうるので、この面からの影響が2次的に現われるという可能性もあると考える。

6. 運動競技に現われる偶然の分析

久保秀雄, 松村新也 (大阪体育大, 機能系)

研究目的: 野球完全試合達成を確率事象として、これをモデル化し、計算による確率と現時点での完全試合生起の割合とのくい違いを基として、これを、定性的に表現されるツキを定量化しよう。

研究内容: 完全試合生起時間間隔分布の最尤値は1.8₃年/回とされる。この値の表現度は99%である。

負けたチーム側選手 i の打率を P_i とすると、安打にならない確率は $(1-P_i)$ 。27回連続事象を各

独立とすると、完全試合達成の確率 P は

$$P = \prod P_i S_i \quad S_i: \text{打席数}$$

で与えられる。今回の東映・西鉄戦で西鉄側の打率と打席数から計算すると $P=0.00045$, 1万回に4.5回の完全試合が生起すると予想される。換言すると2,200回の試合中1回の完全試合が生起する筈である。

他方, 1.8₃年/回なる最尤値をもってすれば1,430回に1回の完全試合が生起する。

したがって、現実には(ただし数学的モデルから)その生起確率は P より大きい筈である。これを $P+\alpha$ で表わす。 $\alpha=0.00024_3$ となる。

P を融通のきかない(計算上固定した)確率との意味でハード・ウェア的部分といい、 α を融通のきく(時に臨んで)確率との意味でソフトウェア的部分と区別すべきと考える。一つはクールな論理(単なる確率計算)の対象となる蓋然事象、他はホットな心ある生きものとしての人間を対象とする蓋然事象である。

今日の東映, 西鉄の場合、実力(打率から計算した)の約50%は α である。

誤差論における系統誤差は P に、避けえられたであろう、そして、たまたま添加された誤差は α に対応するとたとえられる。

いわゆる、定性的に漠然と考えられているツキはこの α の大部分を占めるものであろう。

7. 自然発症高血圧ラットにおける圧受容器の特性

野坂昭一郎 (京大, 医, 病理, 脳研生理)

選択的兄妹交配によりえられ例外なく高血圧を発症する自然発症高血圧ラット (SHR) をもちいて、その圧受容器の機能を研究した。

方法: Chloralose 麻酔後、両側頸動脈洞を遊離し酸素添加した Tyrode 液 (pH 7.4) により灌流し、灌流圧(洞内圧)を種々のレベルに固定し、あるいは step 状に変化せしめてそれぞれに対する体血圧の反応および洞神経発射の変化のパターンを SHR と対照正常圧ラット間において比較した。

結果

1. 定常状態特性: 定常灌流圧に対する体血圧の関係を示す曲線において対照正常圧ラットでは閾値圧(血圧降下を惹起する最小灌流圧)が約

80 mmHg であり、最大の降圧反応をおこす灌流圧が約 160 mmHg であったのに対し、SHR ではそれぞれ約 120 mmHg および 220~240 mmHg であった。灌流圧対洞神経発射の関係からもほぼ同様の結果がえられた。

2. 過渡応答：種々の基準灌流圧より急激に圧を step 状に上昇せしめ過渡応答の特性の差異を検討した。正常圧ラットでは 60mmHg のような低い基準圧や 160mmHg のような高い基準圧では 20mmHg の圧増分 (step) に対しては血圧反応はみられず、逆に基準圧が中間血圧値に近い 100 mmHg のさい、大きな反応を示した。これに対して SHR では基準圧 100mmHg では 20mmHg の圧増分に対する反応はほとんどみられず、その中間血圧値に近い 160mmHg において大きな反応がみられた。以上の関係は洞神経活動電位記録によってもたしかめられた。

結論：以上より次の結論が可能である。

1. 一般にラットの圧受容器の動作域は他の動物に比してせまい。

2. SHR では対照に比しその圧受容器の定常状態における機能が洞内圧の高い側にずれている。これは SHR の高血圧の維持に関与する一要因であろう。

3. SHR では過渡状態における動作点も洞内圧の高い側に偏移している。これは SHR の高血圧の安定化に関する変化と考えられる。

8. ネコ舌下神経中の求心性線維について

森本俊文 (阪大, 歯, 口腔生理)

従来、ネコの舌筋中に伸展受容器が存在するかどうかは種々議論がある。組織学的研究によれば、ネコの舌筋中には筋紡錘は存在しないと考えられている。しかし、近年、生理学的研究によりネコの舌筋中に伸展受容器の存在する事が示唆されている。すでに河村ら (1967) は舌感覚を司る舌神経および舌咽神経中に舌の伸展に応じて発火する線維が存在することを報告している。一方、舌の運動神経である舌下神経中にも舌の伸展に応じる線維が存在することは Cooper (1954) によって示唆されている。今回演者は、この舌下神経中に舌伸展に応じる求心性線維が存在することを単一線維記録法によって確認し、その性質を検討した。

舌下神経を舌根部で切断し、その末梢端より記録すると、少数ながら自発性発火を示す線維が存在した。これらの線維は舌伸展に応じて発火頻度の増大を示したが、伸展に対する感受性は一般に四肢筋の spindle afferent よりも低かった。また伸展の初期には dynamic phase は認められず、伸展を停止すると一時的に発火頻度は減少するが、明白な silent period は認められなかった。また succinyl choline (100 μ g/kg) の投与は少数の線維において自発性発火を増大させた。さらに、舌筋の active contraction は自発性発火を停止させた。これらの結果は、舌下神経中の伸展に応じる求心性線維の性質が Group II のそれと類似していることを示している。

なお、舌の伸展によって舌下神経運動細胞の活動が如何なる影響を受けるかについても報告する。

9. Dorsal spinocerebellar tract neuron の afterhyperpolarization について

高田 充 (阪大, 歯, 口腔生理)

従来神経細胞の AHP の機作はコンダクタンス測定により巨大神経の AHP と同様に G_K の増大によるものと推定されている。近年 DSCT neuron の AHP 生成の機構について、この細胞では G_K の変化によるのではなく electrogenic Na pump の活性化によると結論されてきた。この矛盾を明確にする為本実験を行なった。実験にはネブタール麻酔下のネコを用いた。DSCT neuron は下肢の皮膚・筋神経刺戟・小脳刺戟・存在部位により同定される。コンダクタンスの測定は pulse technique で行なった。且つ procion yellow 注入により組織的にも DSCT neuron を同定した。多くの細胞は自発性放電を示すが、微量のネブタールにより放電停止が可能のように思はれる。実験には自発性放電を示さない 70~90mV の安定した活動電位をもつ細胞に限定した。えた結論は、1) AHP amplitude は spike No. に比例して増大する。2) AHP amplitude は膜電位に依存し平衡電位が存在すること (勿論 IPSP の平衡電位とは異なる)。3) コンダクタンスの変化がある。しかも AHP の大きさとコンダクタンスの変化は平行している (DSCT neuron も anomalous rectification がある。しかし AHP のコンダクタ

ンスの変化に比べると非常に小さい). 以上の結果は DSCT neuron の AHP も ionic conductance の変化によるものであり, 多分 G_K の変化によると推定される. DSCT neuron の AHP は electrogenic Na pump の活性化によるという結論は自発性放電停止のため細胞を過分極した状態で実験を遂行したために間違った結論を導いたものと考えられる. 但し post-tetanic hyperpolarization の機作は別の機構によるものと推定される. この実験は Sweden の Dr. Lundberg 研で Dr. Gustafsson & Dr. Lindström と行なった研究である.

10. カエル小脳皮質の long-term inhibition 下野登士男 (京大, 医, 脳研生理)

近年, カエル小脳皮質の抑制機構, 特にその抑制性介在ニューロンの存否と, その抑制機序の有無に関して, 形態学的, 電気生理学的に相反する報告がなされている. 著者は, ネンブタール麻酔の食用カエル (*Rana Catesbiana*) を用いて電気生理学的に, これを検索し, いわゆる long-term inhibition の確証をえたので, それを報告する.

小脳皮質表面に置いた, 平行線維刺激用電極 (Loc) と, 小脳脚に近い白質 (W. M.) に刺入した電極 (プルキンエ細胞軸索, 登上線維, 苔状線維刺激用) を通じて電気刺激し, それぞれの刺激および combined shock によって生じた細胞内・外電位を 3M・KCl または 4M・NaCl ガラス微小電極により記録し, 分析した.

各層に生ずる field potential について, combined shock 法を用いて検討すると, W. M. 刺激によるプルキンエ細胞の逆行性反応および Loc 刺激によるプルキンエ細胞の順行性反応は, Loc の先行刺激によって, 長い間 (数百 msec) 著明に depress される事がわかった. また, W. M. 刺激による顆粒細胞の順行性反応は Loc の先行刺激によって, 長い間 (数百 msec) 著明に depress された. これ等の結果は, それぞれ, stellate cell および Golgi cell による抑制効果を示唆している.

プルキンエ細胞の細胞外・単一反応に関しても, 略同上の現象が見られた.

プルキンエ細胞内記録において, Loc 刺激により, EPSP に続く著明な過分極電位 (80~150msec duration) が見られた. これは活動電位の有無に

かかわらず, 見られ, また刺激強度により漸増的にその大きさを変える. 登上線維刺激による EPSP は, この過分極電位の active phase に一致して約 20 msec depress される. これは, 明らかに shunting effect によるものであり, この過分極電位は主として, stellate cell による IPSP であろう.

以上より, カエル小脳皮質には哺乳動物と同様の強力な抑制機構が存在し, stellate cell および Golgi cell がそれに関与している事がわかった.

11. 錐体外路系障害の白ネズミ「綱わたり」行動におよぼす影響

丹羽健市・山口雄三・吉井直三郎 (阪大, 医, 第二生理)

白ネズミに餌を報酬として「綱わたり」行動を熟練させ, これに対する錐体外路系諸構造の破壊の影響を観察した.

二つの台を 85cm 離しておき, その間に細い金属棒を渡して, 白ネズミがこれを渡って一方の台から他方の台に移ったときに餌を与えた. 予備訓練によって白ネズミが自発的に棒を渡るようになった後, さらに毎日 20~25 回宛 10 日間の訓練を行ない, その際の行動潜時, 走行時間, 運動様式の変化を観察した. そのあと, caudatus-putamen, globus pallidus, 大脳および小脳皮質をそれぞれ両側性に電気焼灼し, 動物が運動能力を回復した後, ふたたび訓練を行なって「綱わたり」行動の変化および回復の状況を検討した.

1. Caudatus-putamen または globus pallidus を破壊した場合, 破壊巣の直径が 1~2 mm 程度の例では「綱わたり」行動の変化は軽度であり, 数日間の再訓練によって完全に回復した.

2. Caudatus-putamen の破壊巣の直径が 2~3 mm の例では, 行動潜時に著明な変化はなかったが, 走行時間は延長し, 且つ走行時の体の動揺がはげしく, 10 日間の再訓練によっても完全には回復しなかった.

3. 大脳前頭皮質を破壊した例では, 行動潜時, 走行時間も延長したが, 10 日以内の再訓練で回復した. 感覚運動野を含む頭頂皮質の破壊または皮質下白質切截では, 行動潜時, 走行時間の延長が著しく, 再訓練によっても回復が困難であった.

4. 小脳皮質の破壊では、動物は頭部の動揺が激しく、手術後3週間を経ても「網わたり」行動は全く不可能な状態であった。

なお、再訓練10日以後の回復経過については現在観察中である。

12. ウサギ瞬目条件反射時の大脳皮質ニューロン活動について

秦 順一, 堀 泰雄 (阪大, 医, 第二生理)

目的・方法: 条件反射の神経メカニズムを解析するために、予め開頭手術した慢性ウサギに純音をCS, 一侧の眼球への air-puff をUSとして瞬目反射を条件づけ、条件反射確立後にUSを与えた眼球とは対側の運動皮質(座標 APO, L3を中心とした位置で、Bures らによると瞬目条件反射に関与する部位)に微小電極を挿入して、単一の又は少数のニューロン活動を記録した。なお、対照群のウサギにはUSを伴わない同じCSだけを与えた時のニューロン活動を観察した。

結果: 約390回強化すると瞬目条件反射は全試行の80%以上で陽性であった。対照群のウサギよりえたニューロン活動の放電頻度分布図を求めると、音刺激提示後約70ミリ秒で放電頻度が最大あるいは最小となるニューロンが少数ながらえられた(15細胞中3細胞)。一方実験群のウサギではCS提示後比較的短い潜時(約30ミリ秒から80ミリ秒)で放電頻度が最大となるニューロンがかなり多数あった(33細胞中8細胞)。また少数のニューロンでは同じような潜時で放電頻度の最小値を示した。CS提示後比較的長い潜時(約160ミリ秒)で増加するニューロンをえた(33細胞中2細胞)。

考察: 今回の実験結果によれば、naiveなウサギの皮質運動野にはCSである音刺激に反応するニューロンが少数存在し、音に対する条件反射が確立されるとその反応するニューロンの数が増加すると推定される。またこの記録部位には瞬目条件反射に参加するニューロンにはCS提示後短潜時で反応するものと長潜時で反応するものがあるように思われる。

13. ウサギ視皮質における両半球間の連絡について

時々輪浩穂, 室賀辰夫, 東田陽博, 御手洗玄洋(名

大, 環境医研, 第五部門)

立体認知や奥行知覚は両眼からの情報の統合処理によってえられるといわれるが、おそらく、視皮質では両眼の映像の融合あるいはズレの検出が重要と思われる。したがって単純な明暗や二次元的な形態認知に比べ、脳における一段高度な知覚情報処理機構を必要とする。このような機構の解明には視皮質の各部位と視野との詳細な対応とともに、各半球に分離して送られた像の再統合に関する両半球間の連絡様式の把握が重要な過程となろう。ウサギの大脳は平滑で、視皮質は広い分布をもつ。また視覚系がより原始的な、たとえばハリネズミなどに比べ、両眼視領の新たな発達が見られる。これらの利点からウサギは両眼視機構の研究に有用な動物であるが、従来報告は少なく結果も大きく違いを示している。

昨年すでに一部報告したが、今回は両眼視領についての新たな知見を報告する。一侧の視神経を電気刺激すると同側の視皮質に一次および二次の誘発波がみられる。それぞれの陽性波の頂点時は、7~9msec, 11~15msecで分布は有線領のほぼ前外側部に拡がる。二次反応は、対側皮質の電気刺激による誘発波同様、対側の視皮質を氷塊で強冷したり、xylocainを塗布すると消失するので、対側からの交連線維による誘発波と思われた。この分布範囲をより明確にするため、対側視皮質の諸所を電気刺激してえられる誘発波(潜時3~5msec)の出現範囲をみるとThompsonら(1950)のbinocular areaとよく一致する。また各刺激による誘発波の最大振幅点はThompsonらのdecussation lineとほぼ一致した直線的分布を示した(最大振幅線と呼ぶ)。最大振幅線上の刺激(Smax)で対側の対応点に最大反応がえられるだけでなく、視皮質座標上Smaxと同一緯度上の刺激点(S₁, S₂, ...)であれば、その最大反応は上と同じ点にえられることがほぼ確からしく思われた。すなわちS₁, S₂, ...等に来る各受容野からの入力是对側の同一緯度の最大振幅線上に収斂されると考えられた。このことは両眼視でとらえられた線がおのおの視皮質座標の同一緯度上に投射され、最大振幅線上で両者からの像の融合、対比が計られることを暗示するものであろう。

14. 低頻度閃光刺激による時間弁別の調節と視

覚領誘発電位の特長的变化

浦本 勲 (阪大, 高次研, 生理)

ネコを用い, プザー (条件刺激 CS, 1 秒間) を鳴らし始めてから 5 秒以後 15 秒までの間にのみバーを押したとき, 正反応 (条件反応 CR) として食餌報酬を与える道具的痕跡条件反射の実験を行なった. CS の開始から最初のバー押しまでの時間を反応時間と定義する. 条件づけの判定基準は, 連続 10 期 (1 期は 20 試行) 80% 以上の CR スコアを示すこととする.

1. はじめに 1 Hz の閃光刺激を 15 秒間呈示して条件づけを完成する (閃光つき条件づけ). 次に, これを消去して, 内光なしで改めて条件づけを行なう (閃光なし条件づけ). 閃光つき条件づけと閃光なし条件づけの両方で反応時間の平均値とその分散値を比べると (但し, 終末の 5 期につい

てとる), 閃光つき条件づけでは有意に小さい値をとった.

2. 1 Hz の閃光つき条件づけを完成したネコについて, 背景の閃光頻度を 0.1 Hz から 0.9 Hz まで変化させて反応時間を調べた. 1 Hz から 0.4 Hz までは, 頻度の減少とともに, 反応時間は単調に増加することを認めた.

3. 閃光つき条件づけの過程で, 条件づけの初期と完成の段階で, 閃光に対する視覚領誘発電位を記録した. a) 初期の段階では, 誘発電位にゆらぎがあったが, 完成の段階では安定した. b) 条件づけによって, 誘発電位の増大が認められた. c) バー押しの直前と直後の誘発電位を比べると, 初期段階ではほぼ同様な波形を示すが, 完成段階では特長的な変化が認められた.



Japanese Journal of Physiology 掲載論文の和文抄録

Vol. 20, No. 3 (1970)

1. Chromatographic and electrophoretic separation of platelet-clumping substance in rabbit plasma, 261-271.

クロマトグラフィーならびに電気泳動によるウサギ血漿中血小板凝集物質の分離

H. YAMAZAKI, H. MURASE, T. SHIMAMOTO, H. IJIRI, K. ANAN and T. SHIMAMOTO (山崎博男, 村瀬 弘, 島本達夫, 井尻はがの, 阿南功一, 島本多喜雄: 東京医歯大, 医, 心臓血管病研)

血小板凝集物質 (島本, 山崎, 1958年) は血栓症急性期, 寒天, 細菌内毒素などの高分子物質投与後, 血液酸性化などで血中に出現する。本物質の分離抽出をこころみた。

〔方法〕

無処置ウサギ21羽, 0.5%寒天溶液 5 ml/kg 静注30分後のウサギ 11羽より heparinized plasma をとり, 無処置の10羽からの血漿を pH 5.5 とし, これらを材料として Sephadex G-25, 50, 200, DEAE-cellulose, DEAE-Sephadex A-50 (何れも溶媒はリン酸 buffer, pH 6.0~7.0) による column chromatography ならびに Hunkel & Slater 法による starch-block electrophoresis (Veronal buffer, $\mu=0.05$, pH 8.6) を行ない, 各分画の血小板凝集活性を生食水に浮遊させた血小板を用い検討した。

〔成績〕

1. Sephadex G-25, 50, 200 にては, 血小板凝集活性は main protein peak とわかることはできなかつた。

2. DEAE-cellulose にて溶媒の食塩濃度を段階的に上げてゆくと, 1.5 M NaCl を加えた溶媒にて蛋白 peak にひきつづいて凝集活性を示す分画が溶出された。

3. DEAE-Sephadex A-50 にて溶媒食塩濃度を上げてゆくと, 0.17 M NaCl を加えた溶媒にて蛋白 peak (albumin) にひきつづき凝集活性を示す分画が溶出された。

4. 凝集活性を示さぬ血漿のcolumn chromatography の何れの分画にも凝集活性は見出されなかつた。

5. Starch-block electrophoresis により凝集活性は albumin band または albumin band に接し, より陽極側に検出された。抗凝固活性ははるかに陽極側に見出された。

6. 凝集活性を示さぬ血漿の電気泳動後, 活性を示す分画がえられた。

7. 電気泳動で凝集活性を示す部分の抽出液は免疫電気泳動にて特別な沈降線を示さなかつた。

8. これらの方法によってえられた sample の活性は流水に対し72時間透析, 100°C, 15分加熱しても変化しなかつた。紫外部吸収で 260 m μ で著明な peak を示さなかつた。

〔考察および結論〕 この成績は血中に存在する血小板凝集物質は, 既知の血液凝固因子や, ADP, adrenaline, serotonin など血小板を凝集せしめる各種物質と異なることを示す。

2. Spontaneous potential activities in the pontine area of the cat related to the intravesical pressure, 272-280.

ネコの膀胱内圧に同期せる橋周辺の活動電位について

K. KOSHINO (越野兼太郎: 関西医大, 脳神経外科)

26匹の成熟ネコを用いて, Chloralose 腹腔内麻酔のもとに上丘物側端または上下丘間の高さにて除脳を行ない, さらに両側の小脳を除去して第四脳室底を露出した。橋および延髄上部に電極を挿入し, 膀胱内圧の変動に同期する活動電位を記録すると共にその記録部位を組織学的に決定した。

膀胱の spontaneous contraction に対応する活動電位の記録点は54点であり, それ等は, 1) 膀胱内圧の上昇と共に放電頻度の増加するもの29点, 2) 膀胱内圧下降と共に放電頻度の増加するもの25点, の二つに大別することができた。

膀胱の spontaneous contraction の際に見られる放電頻度の変化と同じ変化が膀胱の isovolumetric contraction の際にも観察された場合が9点, 反対に膀胱の spontaneous contraction の際にみられた放電頻度の変化が isovolumetric contraction の際に消失する場合が2点記録された。

この事実は膀胱壁に膀胱の内圧の変化を感受す

る receptor と、膀胱の容積の変化を感受する receptor の2種類が存することを暗示している。

活動電位の記録された54点の中、45点について組織学的に検索することができた。その記録点の解剖学的分布をみると、脳幹の背面投影では主として橋吻側端より延髄上部に至る間の正中線および境界溝に沿って分布し、前額横断面に投影すると大部分延髄網様織ならびに橋被蓋の背外側、および縫線背側部の基底灰白質に近く存在する。これは Forel の被蓋束およびその尾側連続の位置に一致しているので、脊髓延髄路の終末部に発し、Forel の被蓋束に合流する上行性線維束の中には膀胱知覚に関与する因子が含まれていると結論できる。

3. Functional differentiation in sB and sC neurons of toad sympathetic ganglia, 281-295.

ガマ交感神経節の sB, sC ニューロンの機能的相違

S. HONMA (本間信治: 新潟大, 医, 第一生理)

1. ガマの腰部交感神経節は伝導速度から、遅速二つの遠心伝導系、すなわち sB および sC 系より構成されているものと考えられる。

2. 神経節のニューロンは組織学的連続切片の計測から、その卵円形の胞体の大きさ(長径と短径の平均値)より、大小二つのニューロン群に大別することができるであろう。

3. 細胞内染色法により大きなニューロン群が sB 系を、より小さなニューロン群が sC 系を形成するものと考えた。

4. sB 系は下肢皮膚の毒腺を、sC 系は下肢の血管系を支配しているものと想像される。

5. sB, sC 両系ともカテコールアミン作働性ニューロンより構成されているものと考えられる。

4. Vibratory stimulation of muscles and stretch reflex, 309-319.

筋振動と伸展反射

S. HOMMA, H. KOBAYASHI and S. WATANABE (本間三郎, 小林英夫, 渡部士郎: 千葉大, 医, 第一生理)

ネコの腓腹筋, ヒラメ筋の腱を縦方向に振動

し, Ia と運動ニューロン発射を記録した。運動ニューロンに至適周波数の発射をおこす振動の変位 (ΔL) を振動の各頻度 (f) について求めた ΔL - f 関係を求め, ΔL - f 曲線の部分を応答野と名付けた。そのなかで最小の ΔL を示す振動を最適頻度という。一般に 100 c/s である。

応答野と最適頻度は, Ia 線維の強縮後強化と協同筋の伸展によって, 同じ方向の変化を受ける。すなわち ΔL - f 曲線の下昇, 応答野の拡大と最適頻度の高頻度振動への移行である。

一方拮抗筋支配の求心性神経の強縮刺激で, 上記の逆の変化, すなわち ΔL - f 曲線の上, 昇応答野の狭小, 最適頻度の低頻度振動への移行である。

Vol. 20, No. 4 (1970)

1. Elicitation of scratching movements by mechanical stimulation to spinal cord in decerebrate cats, 365-369.

除脳ネコの脊髄に加えられた機械的刺激により生ずる引き掻き運動について

C. C. HUANG, C. M. LAU and M. T. PENG (黄中正, 劉鏞文, 彭明聡: 国立台湾大学)

1. 脊髄の脊面に加えられた機械的刺激によって除脳ネコの引き掻き運動を惹きおこす事がある。

2. この引き掻き運動をおこす領域は C_1 と C_2 のレベルで背面中心脊髄動脈の 2 mm 側方の脊髄脊面表層に存在する。この運動は 4~34 秒続く。またその潜刺激時は 1~4 秒以下であって、運動の頻度は 1~4 / 秒である。

3. Pentobarbital で麻酔したネコでは、引き掻き運動を惹き起せしめる事ができなかった。

4. 耳翼運動, ギャロップおよび歩調取り運動もまた除脳動物の脊髄の色々なレベルにおける機械的刺激によって惹き起こすことができた。

2. Finger temperature responses, to local cooling in several groups of subjects in Hokkaido, 370-380.

北海道の数群の被験者における局所冷却に対する手指温度反応

S. ITOH, A. KUROSHIMA, T. HIROSHIGE and

K. DOI (伊藤真次, 黒島辰汎, 広重 力, 土居勝彦: 北大, 医, 第一生理)

北海道に居住する和人 8 群とアイヌ 1 群について局所冷却に対する手指温度反応を試験した。その結果, 本州出身札幌に 2~5 年在住する者では北海道出生者にくらべて反応が低いこと, アイヌの反応は風連の農民, 紋別の水産加工労務者, 札幌の男子学生のそれとほぼ同じであるが, 旭川の警察官, 看護婦, 女子学生, 紋別の漁民にくらべて有意に高いことを知った。

皮温反応に性差はみとめがなく, また冷却前の皮温が同じであれば夏と冬との間に差をみなかった。しかし年令はこの反応に影響し, 幼年者および老年者で反応が弱かった。

北海道出生和人 187 例の測定結果を総合すると, 皮温上昇開始までの時間が平均 6.5 分, 上昇開始時の皮温が 2.2°C であり, アイヌ 53 例の平均値はそれぞれ 5.5 分, 3.3°C であった。これを従前本州で試験された成績にくらべると, 北海道の者では反応がかなり強く, ことに皮温上昇開始までの時間が短縮していた。

3. Effect of grayanotoxin 1 on the electrical properties of rat skeletal muscle fibers, 381-393.

グラヤノトキシン 1 のラット骨格筋線維の電気的性質におよぼす影響について

I. SEYAMA (瀬山一正: 熊本大, 医, 第二生理)

出口等によって grayanotoxin 1 は, カエル骨格筋の Na^+ 透過性を増強し, 興奮性作用をおよぼす事が明らかとなった。この実験は, ラット骨格筋へのこの毒物の作用機序を明らかにした上で, さらに Na^+ 透過性に影響する性質を利用して, fast muscle と slow muscle の性質の差を解明しようとした。しかし, これら 2 種の筋の間に有意の差を認めなかった。

ラット骨格筋に対しては, この毒素は抑制的に働き, 張力発生が消失した。また静止膜電位は脱分極し, 活動電位の最大立ち上り速度は低下し, 振幅は減少し, 閾値は上昇した。これら諸現象の程度は, 毒素の濃度に比例した。静止電位の減少は, spike potential の発生に伴なわれる事なく出現するので, 骨格筋に対する抑制性の作用は, 一

次的に静止電位の脱分極によると考えられる。脱分極のさいには, 膜の実効抵抗が低下しイオン透過性の昇進が著るしい事が示唆された。 K^+ , Cl^- の濃度を正常の Ringer のそれと, 大略等しく保って Na^+ を tris に置換したところ, 毒素の脱分極作用は消失し, 膜の実効抵抗の低下も認められなかった。すでに発表されたカエル骨格筋に対する作用と著明な相違がある事が明らかとなった。

二つの異なる種の骨格筋での作用機序の相違については, 一つの可能性として次の事が考えられる。この毒素の静止膜電位の脱分極作用は, いづれの細胞にも存在しているが, カエルの場合には, 活動電位が陰性後電位を伴うため, Na^+ の緩徐な流入が 2 重になって, 持続性の脱分極を生ずるのに対し, ラットでは陽性後電位を伴うので, 実験で示したようにこの毒素は遅延整流作用には影響しないから, 持続性脱分極に至らないと考えられる。Veratrine の作用との類似点および相違点について言及した。静止膜電位の脱分極が, 外液の Na と密接な関連性がある事は, 良く類似しているが, spike 後に持続性脱分極を発生する事は, ラットでは認められず, カエルの骨格筋でえられた結果と良く一致した。

4. The behavior of frog muscle spindle in hyper- and hypotonic solutions, 394-407.

高, 低張溶液中におけるカエル筋紡錘の態度
I. FUMIO (伊藤文雄: 愛知学院大, 歯, 生理)

カエル逢工筋から単一分離した筋紡錘の求心性神経線維から paraffin gap 法で電位を誘導し, その筋紡錘に色々な高張または低張溶液を作用させた時の変化を記録分析した。低張溶液は Ringer 氏液中の NaCl を減じて作り, また高張溶液は Ringer 氏液または蒸留水中に NaCl , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$, sucrose, urea, glycerol および propylene glycol を添加して作った。

生体内と同じ筋長における自発性放電頻度は高・低張溶液内で共に増大した。低張溶液中では筋伸長に伴なう発動器電位の振巾も, 亦活動電位の反応頻度も共に増大し, 特に dynamic component の増大が著るしかった。反対に高張溶液中ではそれらの電位および反応頻度は低下し, dynamic component も 0 に近づく。これらの変

化の一部はその感覚神経末端部の定常電位,あるいは筋線維に対する高・低張溶液の効果と考えられるが,むしろ感覚神経末端が高・低張溶液により萎縮または膨張させられた為と考えられる.従来感覚信号の順応はその transformer 構造(周囲組織)の粘弾性および支配神経の accommodation に主として起因していると考えられていたが,神経末端部の性質(構造)によっても大きく左右されることが判明した.

5. Relationship between venous flow and colonic peristalsis, 408-416.

大腸運動の大腸静脈血流量におよぼす影響

T. SEMBA and Y. FUJII (銭場武彦, 藤井由字子: 広島大, 医, 第二生理)

門脈血行に対する消化管運動の役割を追及する目的で,先きに著者らは,胃の運動とそれが胃脾静脈血流量におよぼす影響を追及して,胃の収縮時に血流量が増加する型と,その弛緩時に血流量が増加する型とを区分し,その間に,種々の移行型があることを報告した.今回,胃の運動に比してさらに強大にして持続的な蠕動運動を有する下部大腸について,その運動が大腸静脈血流量におよぼす影響を追及し,胃においてえられた成績と比較した.動物はイヌを用い,血流量は電磁流量計で,測定した.大腸の蠕動運動は常に大腸静脈血流量曲線上に週期的な動揺を与えており,それには,3型を区分することができる.すなわち,大腸の収縮相の前期に一過性に急激な血流量の増加をきたす「収縮相型」と,収縮相に血流量の減少をきたし,弛緩相において持続的な血流量の増加をきたす「弛緩相型」および骨盤神経刺激などによっては,大腸静脈血流量の変化は,初め「収縮相型」次いで「弛緩相型」の変化を示すところの「混合型」の3型である.収縮相の初めにみられる血流量の増加は,腸壁内含有血液が駆出されることによるものであり,弛緩相にみられる血流量の増加は,収縮の極期におこる腸壁内の血流阻止の結果としておこる血管拡張にもとづくものである.何れにせよ,蠕動運動は大腸静脈血流を促進する方向に働いていることを示した.

6. The heterogenous structure of the specialized tissue in the heart as a factor

in atrioventricular conduction delay, 417-434.

房室間低速度伝導の一因子としての特殊心筋組織構築の不均一性

T. KANNO (菅野富夫: 北大, 獣医, 獣医生理)

房室伝導の本性を調べるためにガマおよびウサギ心臓の房室伝導部特殊筋線維について実験を行った.

微小電極によって記録した細胞内活動電位の波形,立ち上り速度,振幅,持続期間は,興奮伝導の方向を正(心房→心室),逆(心室→心房)とかえることによって変わってくる例が多かった.しかし静止電位は変化しなかった.活動電位立ち上り速度の変化は房室伝導路を経由した距離には無関係であった.

ガマ心臓房室伝導路(房室輪状筋の一部)の心房寄り部から記録した活動電位は心臓神経(心房中隔神経)刺激によって立ち上り速度が低下し著しい場合には活動電位そのものが消失する(Kanno, 1963)が,このような効果も興奮伝播の方向が「正」の場合にみられるもので「逆」にかえると効果は変り,持続期間短縮という心筋に対する効果と同質のものになってしまった.さらに,心臓神経中に含まれる交感神経によるものと思われる陽性変伝導効果がみられる際,2個の活動電位が重畳して1個の活動電位となる記録もえられている.

以上のような諸現象を減衰伝導説によって説明することは困難で,房室伝導部の筋線維構築の特異性を考慮に入れなければならない.

ガマ房室伝導部筋線維構築を調べるために,その部の連続顕微鏡切片を作り微分干渉顕微鏡で観察した.筋線維細胞と他の組織とを明瞭に区別できる上,細胞形質膜部分に「暈効果」が生じないので線維間の側-側細分岐連絡を明瞭に観察できた.このような構造上の特異性の意義について論じた.

7. Effect of tetrodotoxin and manganese ion on the aconitineinduced arrhythmias of the isolated rabbit atrium and ventricle, 435-443.

カイウサギ摘出心房および心室筋のアコニチン不整脈に対するテトロドトキシンおよびマンガ

ン-イオンの作用

T. F. HUANG (黄 廷飛: 国立台湾大, 医, 生理)

カイウサギ摘出心房および心室筋標本のアコニチンによる不規則, 速かな電気的活動の機転を硝子微小電極法を使用して検討した. アコニチンを 10^{-6} g/ml の濃度に灌流液に加えると心房および心室筋標本共に数分後に不規則, 速かな自動的電気的活動が出現し, これは長時間タイロッド氏液で灌流しても消失することがない. 次に Na イオンをコリン (choline) で置き換えたタイロッド氏液で灌流すると, アコニチンによる不規則的活動がすべて消失するが正常の状態に回復することはない. 次に Na イオンのインフラックス (influx) を抑制するテトロドキシンを, 5×10^{-7} g/ml の濃度を含むタイロッド氏液で灌流すると心房は20分位で, また心室は30分位でアコニチン不整脈をなくし, しかも, 対照の如き規則的電気活動が回復する. これに反し Ca イオンのインフラックスを抑制する $MgCl_2$ (2 mM) を含むタイロッド氏液で長時間灌流しても回復することはない. 以上の結果からしてアコニチンによる不規則, 速かな電気的活動は Na イオンの速かな細胞内への流れ込みが充進しておこるものと考えられる.

8. Potentiation of gustatory response to monosodium glutamate in rat chorda tympani fibers by addition of 5'-ribonucleotides, 444-464.

グルタミン酸ソーダに対するラット鼓索神経線維応答の5'-リボヌクレオタイドによる増強

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

四基本味液 (食塩, 蔗糖, 塩酸, 塩酸キニーネ), グルタミン酸ソーダ (MSG), 5'-GMP, 5'-IMP, 5'-AMP, 5'-UMP および MSG の1/10を上記リボヌクレオタイドで置換した液による刺激によって, ラット鼓索神経線維におこるインパルス放電を記録してみると, 蔗糖に感受性の高い線維で MSG と 5'-GMP, 5'-IMP, 5'-AMP との間の相乗効果が著明にみられるが, 蔗糖に感受性が低く, 食塩に感受性の高い線維では相乗効果はみられない. また, 前者のカテゴリーの線維を蔗糖,

サッカリン, MSG とリボヌクレオタイドとの混合液で刺激すると, 数百ミリ秒の周期のインパルス放電がみられる. これらのことから 5'-GMP, 5'-IMP, 5'-AMP は甘味受容分子と glutamate との結合を促進する作用を持つと考えられる.

数多くの線維について, MSG と 5'-GMP, 5'-IMP, 5'-AMP との混合液によっておこるインパルス数と蔗糖, サッカリンによっておこるインパルス数との間の相関係数を計算すると, 有意の正相関があり, 同時に前3者間にも非常に高い相関がある. このことは MSG に 5'-GMP, 5'-IMP, 5'-AMP を加えた場合, この3種の液の味の質がほとんど同じであり, またこれらは蔗糖, サッカリンの味とも類似していることを示す. しかし MSG と 5'-UMP との混合液は蔗糖との相関を示さず, 食塩と相関があり, 味の質が相異すると考えられる. えられたデータに基づいて, MSG とリボヌクレオタイドとの混合液によっておこる味神経情報を, 四基本味液によっておこるインパルス数を変数とした方程式としてあらわした.

9. On the movements of the intestinal villi of the dog, 465-471.

イヌの腸絨毛運動について

R. NANBA, S. HIRAMATSU and K. MORIMOTO (難波良司, 平松誠子, 森元克士: 岡山大, 養護教諭養成所, 生理)

小腸絨毛運動に関する研究は Hambleton (1914) をはじめとして, King et al. (1922) や Kokas と Ludány (1930) らによってなされている. またこれらの研究者達はいずれも双眼顕微鏡をもちいて絨毛運動の詳細な観察をおこなっているが, 運動曲線が描記されていない. また絨毛の神経支配については各研究者の実験結果が一致していない.

そこで著者達は絨毛運動を記録紙上に記録する方法を考案し, 絨毛運動を描記しながらその性質および神経支配について研究を行なった.

実験はすべてイヌをもちい, その小腸の一部に長さ約5 cm の縦切開を加えて腸内腔を露出したのち, この腸を双眼実体顕微鏡下に固定する. また双眼実体顕微鏡には測微接眼レンズを取りつけた. この測微接眼レンズ内部には固定目盛と容易に移動させることのできる移動指示針があり, この指示針を1本の絨毛の先端に合わせてゆくと絨

毛運動を容易に追跡することができる。さらにこの指示針の動きを force-displacement-transducer に伝え、carrier amplifier を介して記録した。

なお、露出腸管には38°C に温めた Tyrode 液少量を絶えず流すことにより腸内腔の乾燥を防いだ。

上述の方法で行なった実験の結果を要約するとつぎようになる。

1. 絨毛運動の周期は不規則であり、収縮は早

く弛緩はゆっくりしている。また個々の絨毛はその他の絨毛とはまったく無関係に運動しており、1分間に約10~28回収縮運動をしている。

2. 絨毛運動の activity は小腸上部がもっとも高く、下部になる程低下する。

3. 迷走神経刺激により絨毛運動の activity は僅かに増大するが、内臓神経や腸間膜神経刺激は絨毛運動の activity を抑制する。



[資料]

生理学教育の Minimum Requirement (M. R) に関する調査結果

生理学教育委員会委員長
高 橋 恵

はじめに

医学教育における各科教育の M. R については、すでに屢々論ぜられていたけれども、生理学教育委員会が取上げたのは、昭和46年5月であった。その年4月全国医学部長・病院長会議の「医学教育のあり方」委員会においてこれが採上げられ、基礎医学各科について、その調査を基礎医学会教育委員会に委嘱したい考えであったが、実現しなかったため、生理学関係について考えたのであった。

その時学会教育委員会では、次のような考えに意見が一致した。すなわち——

「生理学教育の立場からは M. R の考えは妥当でない。けれども、医学(部)教育における生理学教育としては時間的制約もあり、M. R を考えざるをえない。

これを考えるのには、医学部教育の最終目標(臨床医学の習得)を考慮して、参考のため臨床各科の意見を聞くことが必要である。

なお M. R は個々の教育者の教育活動を規制するものでなく、参考資料とすべきであって、その意味から M. R というよりも、むしろ適当な標準であることが望ましい。

この調査は、このような考えから、全国大学医学部の生理学教室(講座担当教授)および臨床各教室について行なったものの結果である。

まず、先きの現状調査(生理学教育に関するアンケートの結果(1971), 日本生理誌 33, (No. 9), p. 611) に用いた生理学授業内容の項目分類表(表1)によって、生理学教室および臨床医学教室に「M. R として必要な授業」について照会し生理学教室にはさらに授業時間に関する照会が追加された。

ここには、そのそれぞれについて述べ、これに対する委員会の考えは改めてまとめる予定である。

調査結果

1. 生理学教室からの回答結果

調査方法：生理学授業を講義、実習に区分し、それぞれの授業時間数を100とするとき、M. R として表1の各項目にそれぞれ何時間を当てるべきかについて回答を求めた。

調査結果(図1, 2): 27大学, 52講座主任からの回答を、大学一括(講座分担)形式のものと、回答者独自のものとにわけ(図1), また大学一括形式のものは国立大学に多く、公, 私立大学では殆どが回答者独自のものであったから、これらを区分して比較した(図2)。

各項目の講義時間の比率が、先きの調査結果(1971)とよく一致していることは図3から明らかであった。

このことから、現在すでに M. R に近い時間配分において生理学の授業(講義)が行なわれていることが明らかとなった。

各項目の比率が、講義・実習においてほぼ同様であることは図1, 2から明らかであるが、実習の比率にはこれが行ない易いか否かの要素が加わることが考えられ、血液、呼吸、骨格筋(容易)と内分泌、排泄、消化・吸収(困難)にそれが考えられた。

このことからまた、各項目授業の比率が、実習よりも講義によりよく表現されていると考えられ、これについて図1, 2, 3の内容を考えて見た(実習については前調査なし)。10%程度以上の授業時間が当てられているのは、一般生理、循環、感覚、神経系で、18項目の平均(5.2%)に近い、5~6%の項目は、血液、呼吸、消化・吸収、排泄、内分泌の植物性機能各系および骨格筋、その他は授業時間のさらに少いもので、代謝、体温、生殖、成長、平滑筋、筋運動、環境がそれに当たった。

この結果は、生理学教育の立場からも、医学教育における生理学の立場からも理解のできるものと考えられた。

別紙 1

表 1. 医学教育における人体生理学のミニマム・リクウィアメント

回答者.....大学, 第 1, 2 生理・臨床.....科 (氏名)

各カリキュラム毎に講義・実習の欄に, 生理の場合%で, 臨床各科の場合, 是非必要◎, 必要○, いづれでも△, 不要×, 分らない・, そのまま, でお示し下さい.

主カリキュラム		サブカリキュラム	講義	実習	主カリキュラム		サブカリキュラム	講義	実習
I	一般生理	分子生理学			XII	骨格筋	力学		
		興奮性膜					神経支配		
		伝導・伝達					収縮機構		
		能動移送					計		
II	血液	血球			XIII	平滑筋	力学		
		血漿					神経支配		
		血液型					計		
		計							
III	循環	心臓			XIV	筋運動	姿勢		
		血行力学					歩行声		
		特殊循環					計		
		リンパ組織液							
		循環調節							
		計							
IV	呼吸	ガス交換			XV	感覚	皮膚感覚		
		呼吸運動と調節					味覚		
		計					嗅覚		
							聴覚		
							視覚		
							平衡感覚		
		計					計		
V	消化・吸収	消化・吸収			XVI	神経系	自律神経		
		消化管運動					末梢神経		
		計					脊髄		
							脳幹		
							間脳		
							小脳		
							大脳		
							脳波		
							脳代謝		
							睡眠		
							学習行動		
		計					計		
VIII	体温	発熱			XVII	環境生理	環境適応		
		発汗					体力・疲労		
		体温調節					計		
		計							
IX	内分泌	内分泌各論			XVIII	その他	宇宙生理		
		液性相関					ME		
		計					情報科学		
							遺傳		
							計		
X	生殖						計		
							総計		
XI	成長								
		計							

〔ご意見〕

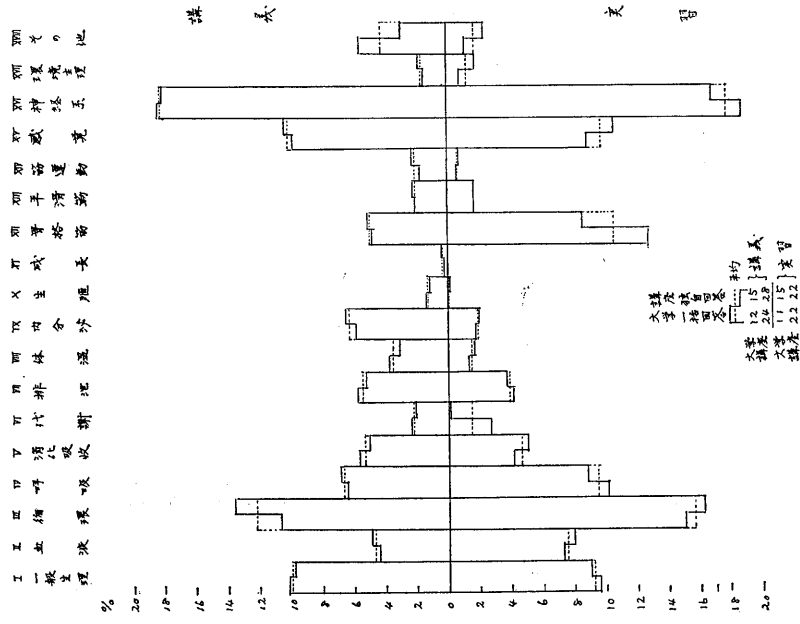


図1. 生理学教育内容18項目の相対的重み (%)

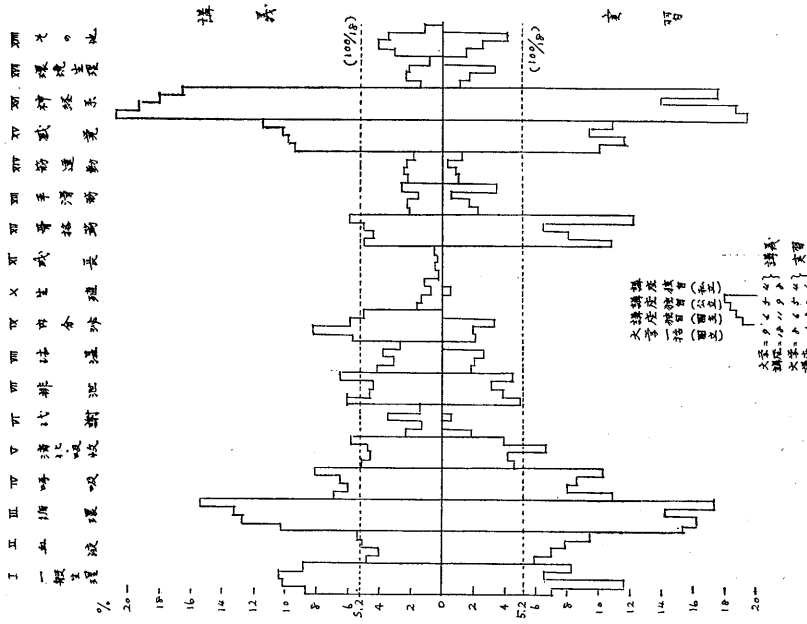


図2. 前同様 (回答内容による比較)

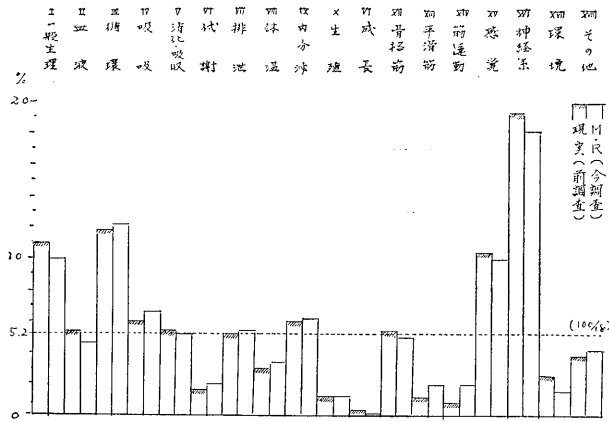


図3. 生理学教育内容18項目の各々に対する現実の講義時間配分比率(1971)とM.Rにおける講義時間配分比率(全調査)との比較。

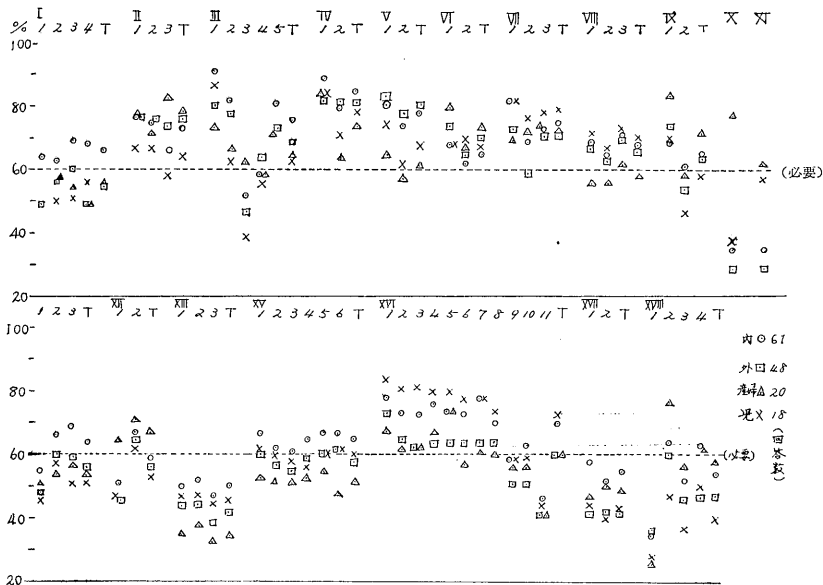


図4. 内、外、産婦、児科の生理学教育内容18項目、その細目に対する生理学授業の必要程度(100:是非必要, 60:必要, 40:いずれでも可, 20:不明, 0:不要)。

しかも、現実とよく合致し(図3)、十分な実現可能性を有して居り、医学部における生理学教育のM.Rとして、妥当なものと考えられた。

2. 臨床医学教室からの回答結果

調査方法:各項目(表1)の細目について、生理学の授業を必要とする程度を、是非必要(100)、必要(60)、いずれでも可(40)、不明(20)、不要(0)の5段階(カッコ内は評点)にわけ、国、公、私立大学の臨床各科毎に分類集計して、各細目の平

均評点を求め、また細目評点の平均を項目の評点として図示した。

調査結果(図4, 5, 6):内科(61), 外科(48), 産婦人科(20), 小児科(18), 精神科, 整形外科, 眼科, 耳鼻咽喉科(各29), 皮膚科(23), 泌尿器科(25), 放射線科(21)および麻酔科(10)(カッコ内は回答数)からの回答結果は、図4, 5, 6のようであった。

この結果から、内、外、産婦、児(第1群)各

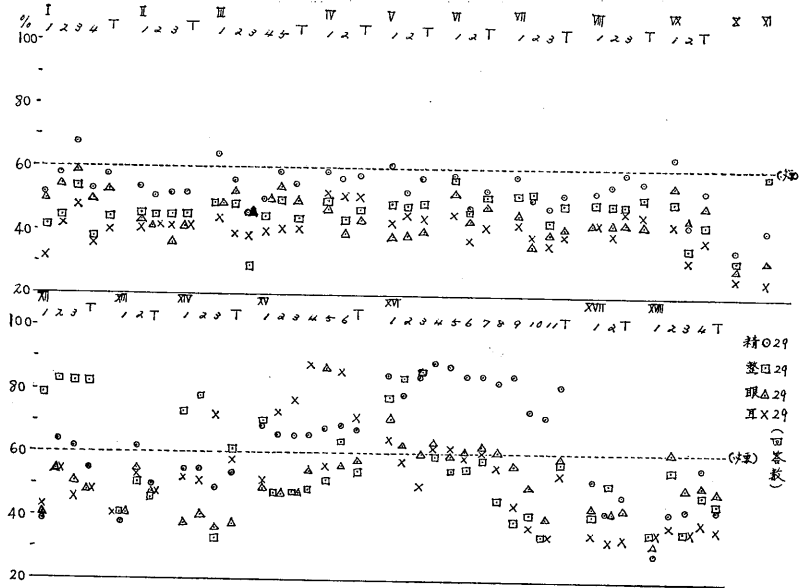


図5. 精, 整, 眼, 耳鼻の各科に関し, 前図と同様.

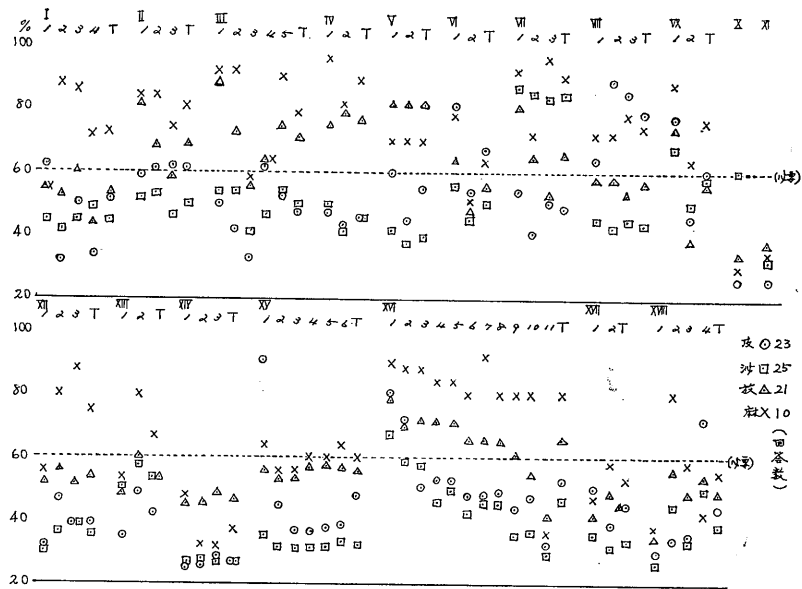


図6. 皮, 泌, 放, 麻の各科に関し, 前図と同様.

科の傾向が互に類似し, 前述した生理学教室からの回答結果にも近似していることが推定された.

精, 整, 眼, 耳鼻 (第2群) 各科の傾向がまた互に類似し, 植物性機能各系に対する傾向が第1群と, したがって, 生理学教室の考えと著しく異なることが明らかにされた.

皮, 泌および放, 麻の各科については, 後者が第1群に, 前者が第2群に近い傾向を持っていることが明らかにされた.

両群の傾向をさらに明らかにするために, 各項目に対する各科の評点とその平均および全項目の平均評点を両群について調べた.

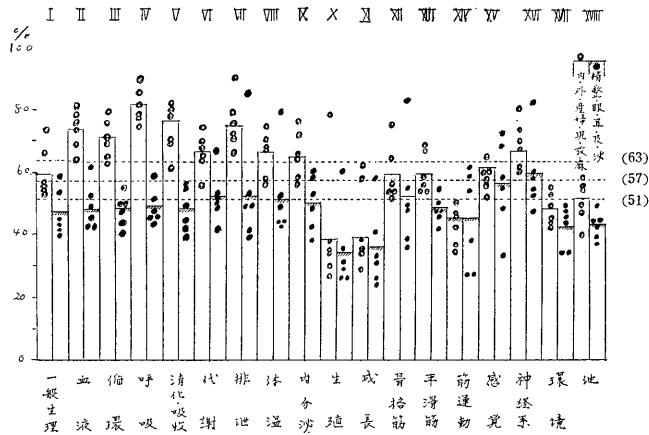


図7. 第1群(内, 外, 産婦, 児, 放, 麻)および第2群(精, 整, 眼, 耳鼻, 皮, 泌)臨床科目の生理学教育内容各項目に対する生理学授業の必要程度(各科別および群平均)と18項目全体としての生理学授業の必要程度(第1, 第2群および回答計).

その結果は図7のようで, 1) 第1群は全般的に生理学授業に対する要求が強く(全項目平均評点63=必要)第2群はこれが低い(51=必要といずれでも可との中間).

2) この差はことに植物性機能の授業について甚だしく, また,

3) 第1群各科の評価が比較的狭い範囲に集中しているのに対して, 第2群では分散が甚だしいことが特徴と考えられた.

第2群においては, 科毎に特殊な項目に対して高い要求が示されたが, これはそれぞれ各科の専門内容を示すものと考えられた.

すなわち, 第1群は全身的な機能の関連を問題としている科目, 第2群はより専門化の進んだ科目と考えられ, これらがそれぞれ医学教育における基幹科目, その他の科目とほぼ一致したわけである(精神医学は医学教育上屢々基幹科目に含められるが, この結果に関する限り, 第2群の特性を示した. そのような精神医学教育の適否については別に論じられなければならない).

なお国, 公, 私立大学別の結果は省略するが, 国, 公立の評価が類似し, 私立大学のほぼすべての臨床科目が, 18項目のすべてについて国, 公立大学よりも高い評価を与え, 生理学の授業を強く要求していることが注目された.

3. 生理学18項目の授業に対する臨床医学教室および生理学教室の重みづけ

臨床医学各科からの回答を, 先きに述べた生理

学教室の回答(図1, 2)と関連づけるために, 臨床各科毎に, 18項目にわたる総評点数に対する各項目の評点数の比率を求めた(図8).

その結果, 各項目に対する各科の比率が基幹科目, 専門化科目にかかわらず, ほとんど一致していることが明らかにされ, 第2群の各科は生理学授業に対する要求が少いけれども, 少ないながら18項目の各々の授業に対する要求の比率については基幹科目と殆ど変わらないことが明らかにされた.

同様な比率を臨床全科目について求め, これを生理学教室の回答結果(図1)と比較し(図9), 両者の傾向が割合によく一致していることが理解された.

これによって, 医学(部)教育における生理学授業の内容(M. R)に対する臨床および生理学教室の見解に甚だしい差のないことが明らかにされたわけである.

4. 授業時間数を中心とする追加調査の結果

さきの調査結果(1971)によると, 医学部で行なわれている生理学講義時間数は平均202時間, 昭和43年の調査(1969)では講義197時間, 実習75.5時間(実習対総授業時間比率27.6%—理想39.6%)であったが, 大学間の差が甚だしく, 最少, 最多時間数の間には1:2以上の差が認められた.

今回のM. Rの調査においては, 生理学授業時間に関する調査を行なわなかったのは現状が明らかにされたばかりであったからであるが, 最

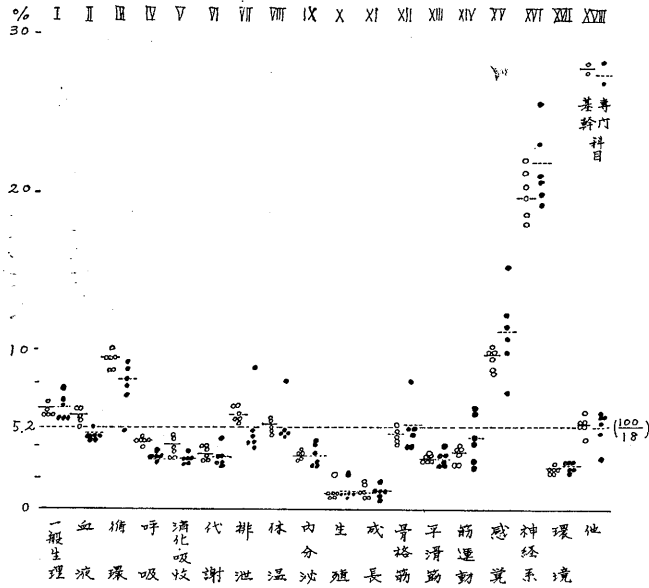


図8. 第1, 第2群(前掲)臨床科目の生理学教育18項目の各々に対する生理学授業の必要程度の%比較(各科および群平均).

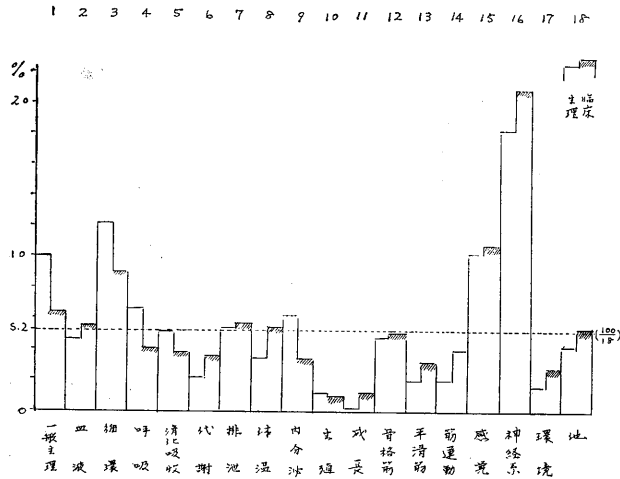


図9. 生理学教育内容18項目の各々に対する生理学教育者および臨床医学教育者による M. R. の%比率.

終的には矢張りこれを繰返さなければならぬ。講座担当教授各位に多大の迷惑を掛けた。

ただ、その機会に生理学の総授業時間数だけでなく、医進課程における授業、病態生理学の授業、他学科との協力を適当とする授業、医学(部)教育における生理学および基礎医学授業時間数(比率)についても回答を求めた。

回答は、国立15(28)、公立5(8)、私立9(11)、計29大学(47講座)から寄せられた。

なお授業時間数は実際上の便宜から90~100分を単位とする「時限」数で求めた。

結果は次のようであった。

(1) 医進課程での生理学授業時間現状および M. R. を求め、現状については12大

学, M. R については16大学から有意の回答があり, その結果は図10のようであった. すなわち—

- 1) 現実: 一部国立大学でも少時間数からこの授業が行なわれて居り, 私立大学では高率に, 時間数も多く行なわれている. 実習は少ない.
- 2) M. R: 現状とは逆に, 国, 公立大学で要求が強まり, 私学では現状維持であったことが注

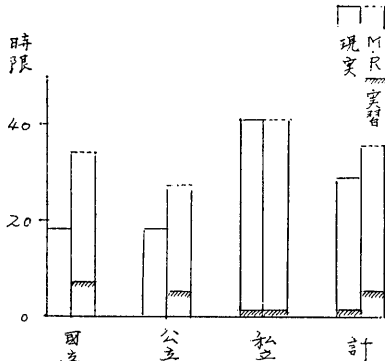


図10. 医進課程における生理学授業.

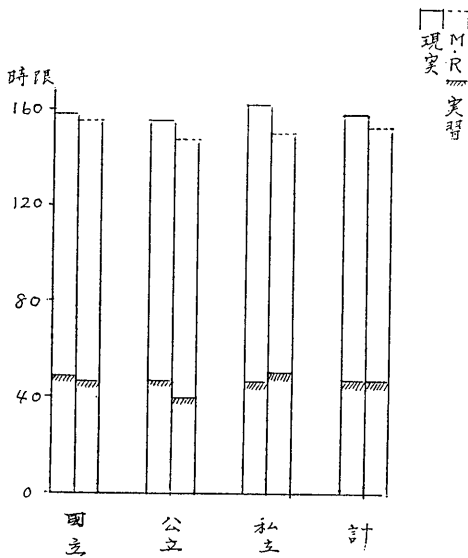


図11. 生理学総授業時限数.

目された.

ここでの授業は主として細胞生理学および生理学総論であるが, 人体生理学も一部含まれていた.

(2) 生理学総授業時限数

総授業時間数には細胞生理, 生理学総論から人

体生理学, 病態生理学の講義, 実, 演習の総てが含まれるが, 現状については国, 公, 私立各15, 5; 7大学, M. R については各14, 3, 5大学から回答が与えられ, その結果は図11のようであった.

この図から次のことが明らかにされた.

1) 現実, M. R とも, 国, 公, 私立大学間に著しい差がない.

2) 総授業時間数は現状では平均159時限 = 238 ~ 265 時間, 講義70%, 実習30%であった.

総時間数は1971年の結果 (推定 288 時間), 1969年の結果 (総時間 272.5 時間) よりやや小であったが, 実習については1969年の結果 (27.6%) よりも比率的にやや増加した.

3) M. R では総時間数について現実よりも6時限の減少を示され, それがほぼすべて講義の減少で, 実習は現状維持, 私学ではむしろ実習増加が考えられている点に特徴があった. このことか

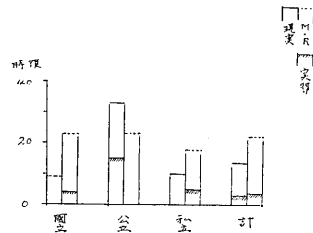


図12. 病態生理学の授業時間.

ら現状がすでに削減を許さない M. R に近い状況であることが理解された.

(3) 病態生理学の授業時間

現実に実施の回答は, 国, 公, 私各 6, 2, 3 大学で少く, M. R の回答は各 7, 3, 4 大学で増加の傾向であるが, その授業時間数についても図12のとおりで, 現実には少く, M. R で増加する傾向が示された.

しかし, 現実に多時間数を掛けている公立大学が, M. R でこれを減少 (実習は皆無) させている点は注目され, 医進での授業 (図10) と同様, 理想と現実とが動揺している状況が明らかにされたように考えられた.

(4) 生理学の授業に対する適切な他学科の協力

生理学の授業について, 他学科の協力を適当とする程度 (時間上の%比率) を求めた結果, 講義については国, 公, 私立各14, 5, 7大学から, 実

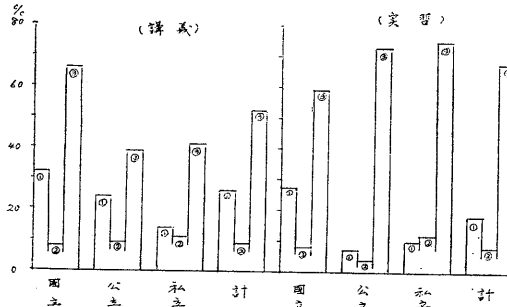


図13. 生理学授業への他学科の協力 ①細胞生理学, 生理学総論 ②人体生理学 ③病態生理学.

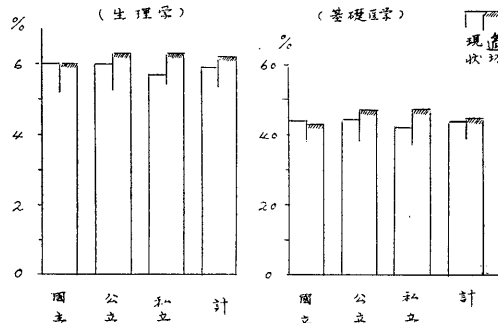


図14. 生理学および基礎医学授業時間の医学(学部)教育時間に占める比率.

習については各12, 5, 7大学から回答があり, その結果は図13のようであった.

すなわち, 他学科協力範囲の最も少ないのは人体生理学で, その程度は講義・実習とも高だか10%まで(協力学科は主として, 解剖, 生化, 薬理, 臨床病理=臨床検査および臨床各科).

次に少いのは, 細胞生理学, 生理学総論(講義: 平均約25%, 実習: 約15%)であって, 国, 公, 私立大学間の差が大きいことが注目され, 実現可能性の大小による所が大きいであろうと推定された(協力学科は医進の各科, ことに生理学).

病態生理学では, 講義: 約50%, 実習: 約70%の協力が適当と回答され, 大学による差は比較的僅小であった(協力学科は主として臨床病理=臨床検査学および臨床各科).

以上の結果は, 医学教育のカリキュラム編成上重要な参考資料となることが考えられた.

(6) 生理学および基礎医学の授業時間

医学(部)教育における生理学および基礎医学教育(授業)時間の比率を, 現状および適当とす

る考えについて回答を求め, 現状については, 国, 公, 私立各15, 5, 7大学, 適当値については, 各12, 4, 5大学から回答が与えられ, その結果は図14のようであった.

すなわち, 文部省の古い規定に照して, 現状は, 生理学についてはほぼ不変, 基礎医学については約10%減であったが, 私立大学では生理学についても基礎医学についても減少が目立ち, 臨床医学強調の結果と考えられた.

適当値については, 生理, 基礎いずれについても現状よりやや増加し, ことに現状値の小さい公, 私立大学での増加幅が大であった.

すなわち, 現状の差は僅小であっても, その僅小差が問題となるほど重要な意味を持つわけで, 前述のとおり, すでに M. R に近い状態で教育が行なわれているのが生理学, 基礎医学の実情であろうと考えられた.

なお, 医学専門課程(4年間)の規定教育時間4,200時間——これは90~100(分=1時限)×22(時限/週)×30(週/年)×4(年)に一致する.

2~3年前厚生省は、「さらに600~800時間を増加し、これを主として臨床実地教育 Bedside Teaching によって埋めるのが適当である」との意見を出し、大学ことに基礎医学関係者の反撥を買ったことがある——の5.9% (現実), 6.2% (適当) は、それぞれ248時間 (150~165時限), 260時間 (156~174時限) であって、この数値が前述の生理学総授業時間数 (現実) とほぼ一致していることは当然である。

結 び

以上の結果を参考に医学 (部) 教育における生理学教育 M. R の1例として、図15のような方式を考えて見た (高橋試案)。現状の生理学2講座編成しかも少数スタッフによる実現可能性をも考慮に入れた。

会員各位の提案を切望する次第である。

委員会としては、前述のように、会員からの意見を含めて十分に検討した上で、最終的な標準案を考える予定である。

終りに当って臨床各科および生理学関係の回答者各位に甚深な謝意を表する。

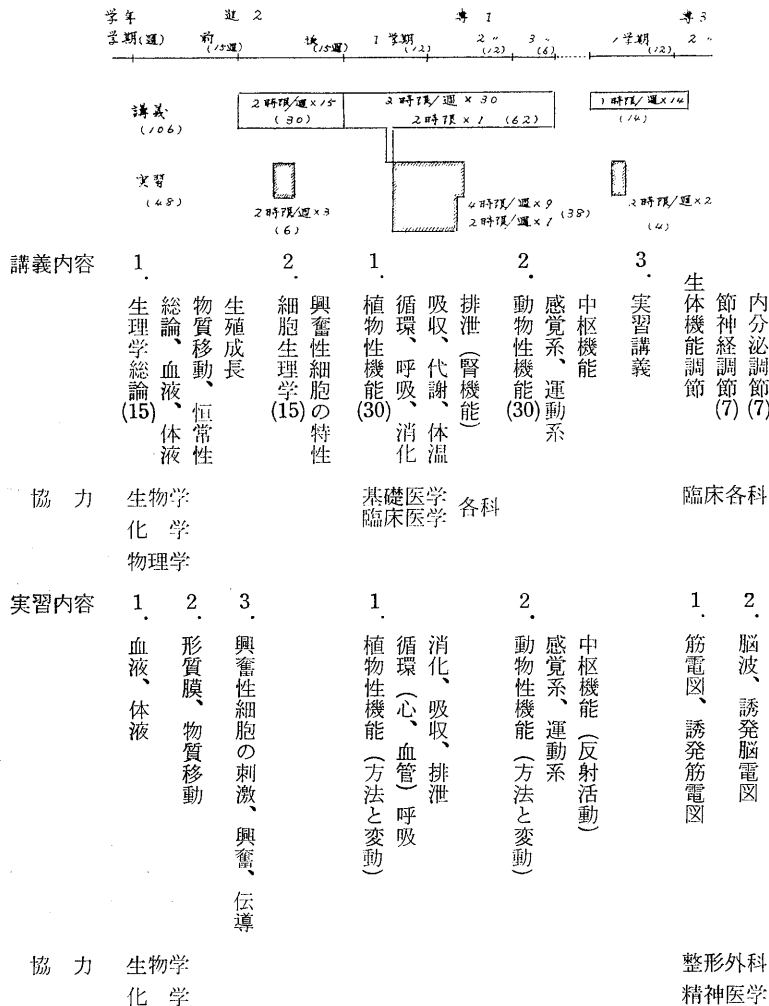


図15. 医学 (部) 教育における生理学教育の M. R に関する調査の結果による生理学教育方式の1案。

実験動物需要供給調査の必要性について

生理学会教育委員会委員

菊地 鏡 二

近年日本各地土地開発、汚染、需要増加の影響をうけ、飼育システムの不備などからある種の実験動物の入手は困難になりつつあります。もしこのまま推移すれば実験は勿論、学生実習にも差支えるようになることが予想されます。そこで教育委員会の事業として、現時点における各医学、歯学部、生理学教育の動物に関する実態調査を行なって実験動物に関する情報交換ならびに総合的対策樹立の資料に致すべく調査計画をたて、広く会員皆様の御批判をえて、もし調査費の目処がつけば実施に移したいと考え総会の機会に提案いたしました。

調査項目は表1, 2のようであります。

この調査結果の整理：学会で行なっている調査は委員の手によってなされ、これが大分負担になることもあり、また毎年あるいは隔年行なうことを考えると、1) アルバイトを雇って行なう。

2) 計算センターに依頼する、の二つの方法が考えられます。第1の方法は精々10万円以内で済むことが予想されますが、第2の方法は表4にあるように約40万円を要しますが、実験動物や教室のコード化(表3)など別のメリットもあります。

学会における教育に関する討論会にて内容を発表したところ、現在のところ余り緊急性を感じていないような印象をうけ、一方調査データ処理に第2の方法は費用がかかりすぎることを指摘する方もありました。尚関連学会(例えば薬理学会)と合同で行なう方が望ましいという意見もありました。また余り情報交換を行なうと現在独自のルートで動物をえているので他人に知られると競争が生じることが心配であるという意見もありました。何れにしても動物により環境汚染による数の減少や飼育数が減ることから、今後動物費の値上りもあるでしょうから会員各位の活発な御意見をうかがいたいと思います。

本調査の前段階で

- 1) 現在実験動物入手に不便を感じているか
- 2) 入手希望の動物の有無
- 3) 動物入手先の国内外のリスト、動物価格についての情報入手の希望の有無

4) 動物飼育技術に関する情報について簡単な調査を行なってはどうかと思えます。

表1. 使用動物名

脊椎動物

魚 網：サメ、エイ；コイ、フナ、キンギョ、ウナギ

両棲綱：イモリ；ゼノプス、トノサマガエル、アカガエル、ヒキガエル、食用ガエル

爬虫綱：トカゲ、ヤモリ、ヘビ；カメ

鳥 網：ハト、ニワトリ

哺乳綱：ウサギ、マウス、ラット、モルモット；ネコ、イヌ、サル

その他：

無脊椎動物

腔腸動物：クラゲ

棘皮動物：ヒトデ、ウニ

環形動物：ミミズ、ヒル

節足動物：カニ、昆虫

軟体動物：カイ、シャコ、アワビ、イカ、タコ、アメフラシ、イソアワモチ

原索動物：ホヤ

其の他：

30種を選定する

表2.

入手法

- A. 業者 (地区：北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州)
- B. 直接購入または捕獲
- C. 自家繁殖

使用法

使用区分：研究用、実習用

使用する臓器、組織

1. 血液
2. 循環器 (心臓、血管)
3. 内分泌臓器
4. 外分泌臓器 (腎、輸尿管、膀胱)
5. 消化器 (胃、肝、脾腸)
6. 呼吸器 (肺、気管)
7. 感覚器 (化学、張力、圧、温、光受容器)
8. 筋
9. 神経系 (中枢、末梢神経)
10. その他

使用期間

1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月
11月 12月

〈最新刊〉

脳の薬理と生化学

▶ J. R. クーパーほか著 高坂睦年(岡山大学脳代謝研究施設所長)ほか訳

A5 240頁/¥2,600 千140

神経薬理学の最近の進歩はめざましいものがあり、特に生化学の分野においてもこの数年の間に明らかになった事実が多い。

本書は単に神経生理・薬理の立場だけでなく、生物学的観点から分子レベルに至るまで、“膜とその興奮”に関する知識を系統的に述べたもの。特に、神経伝達物質を強調しながら、神経細胞の生化学と生理学に重点をおき、その作用が“膜とその興奮”に関係している神経薬理学的物質を紹介している。また研究方法の批判をおこない、データ測定法を各所で述べている。この分野における今後の前進に備えるための絶好の参考書である。

〈内容〉 **神経薬理の細胞レベルの基礎** 神経細胞の細胞学的特徴 細胞学的特徴による機能の説明 神経細胞の生物電气的特性 研究方法 シナプス伝達物質の同定 シナプス伝達の諸段階 参考文献 **中枢神経系の生化学** 実験技術と標本 神経化学的研究 参考文献 **アセチルコリン** 定量方法 合成 加水分解 ニューロンにおけるコリン作働系3要素の起源 ACHの摂取、貯蔵および放出 ACHの作用 コリン作働性受容器 参考文献 **カテコラミン** 方法論 分布 カテコラミン類の生活環 軸索輸送 神経伝達物質の役割 カテコラミン作働性神経の薬理学 情緒異常のカテコラミン学説 参考文献 **セロトニン** セロトニンの生合成 松果体 セロトニンの細胞効果 セロトニンを含む多細胞系の脳機能 参考文献 **γ-アミノ酪酸、グリシン、グルタミン酸** γ-アミノ酪酸 グリシン グルタミン酸 参考文献 **ヒスタミン、プロスタグランジン、P物質、エルゴチオネイン、C-AMP** ヒスタミン プロスタグランジン P物質 エルゴチオネイン 3',5'-アデノシン-リン酸 参考文献 **記憶と学習の細胞機構** 記憶および学習に関する公式化した学説 形態学的実験 学習実験のための細胞モデル 学習や記憶に関する生化学的実験 学習と細胞内生化学的变化の関連性

〈最新刊〉

運動制御の原理

▶ R. グラニット著 本間三郎(千葉大医学部)・渡部士郎(杏林大医学部)訳

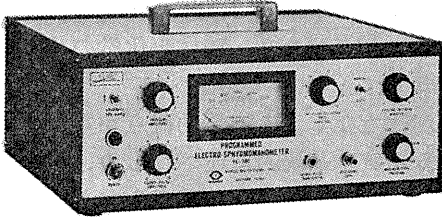
A5 390頁/¥3,800 千170

本書は、運動と姿勢の制御が単一の系によるのではなく、予想もされなかった二重の運動システムによっているという新しい考え方を述べる。すなわち、一つは直接的であるが、他は間接的で、これはガンマ系を介して筋紡錘に達したのち、そこから脊髄および上位中枢に戻るループ(環)機構、そういった二つの系が存在することである。さらにこの分野で残された多くの未解決の問題をもできるだけ指摘した。広く生理学、神経生理学、神経学、生体工学などの分野の研究者に興味を持って読んでいただける研究書である。

NARCO BIO-SYSTEMS Inc.

(旧名 E & M Instrument Co.)

非観血的血圧測定装置 (Tail Pulse Method)



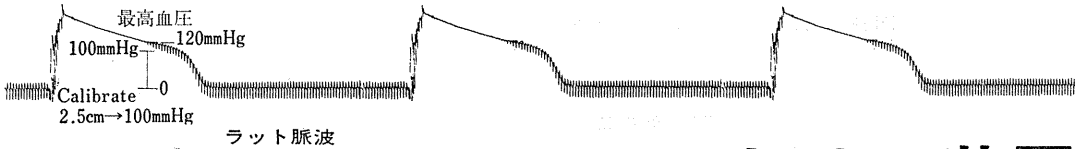
Programmed Electro-Sphygmomanometer
PE-300 (他社の記録計にも接続できます)

アクセサリを交換する事により、マウス、ラット、犬、猫、猿等全ての動物の測定ができます。

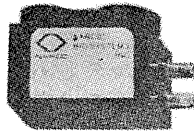
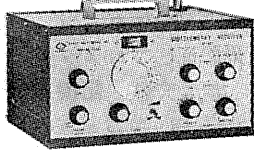
特長

1. 完全なる再現性。
2. 保温固定装置(35°C~40°C)付
3. 同時に心電図、呼吸、体温、心拍等を測定できます。
4. 完全自動測定。

〔例〕 Rat Indirect Blood Pressure



Receiver



Transmitter
実物大

テレメトリー装置

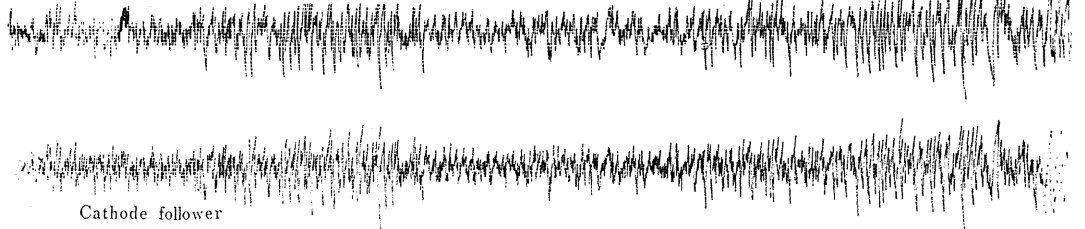
今まで実験に利用できなかったラットもこの Transmitter で測定可能です。

特長

1. 送信部 寸法 17×11×25mm
重量：5.5g (電池含む)
電池寿命：100時間
2. 受信部 受信距離：最大130m
伝送周波数：0.06~10,000Hz
3. 測定対象 ECG, EMG, EEG, Resp, GSR.
(特注として血圧、血流量用もあります)

猫脳波 speed 1cm/sec

FM → (Narco Telemetryによる)



NARCO社 他の主要品目

- 電磁式血流量計 ■ バイオタコメーター (ECG, 心拍数測定に) ■ 滴数計 ■ 電撃刺激装置 ■ 等張性トランスジューサー ■ 等尺性トランスジューサー ■ 自動呼吸装置 ■ その他ユニット, 及びアクセサリ関係

日本総代理店

室町機械株式会社

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

出張所 大阪市北区牛丸町55(東洋ビル新館) 〒530 ☎(06) 372-1459(代表)
名古屋市中区栄区堂山通り3-16(新今池ビル) 〒464 ☎(052) 741-5079(代表)
広島市中区中町10-7(松島ビル) 〒730 ☎(0822) 48-1641(代表)

新製品御案内

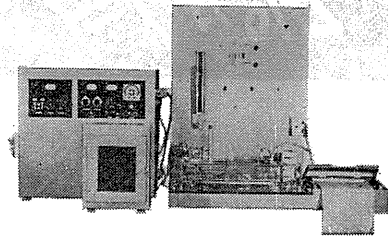
腺分泌液の自動測定装置が開発されました！

体液流量測定装置 SS-NS-1型

唾液腺・膵臓・肝臓より分泌される分泌液の量並に流速等は、動物実験などで通常水平マイクロビューレット法が用いられております。本装置ではその原理を用いて新しい検出方法を採用することによって、完全に自動化することに成功いたしました。同時にデータが自記されますので非常に研究に役立つものと確信いたします。しかも超微量の 0.0003°C の分解能力を有しますので、分泌量の少ない唾液の測定も十分に可能であります。又、現在、唾液腺と膵臓とは、関連があると云われておりますが、この2現象を同時に測定する機種を用いることにより、究明することが容易であります。実例でピロカルピンの投与により、分泌量の増加することが確認されております。

〔装置仕様〕

- ◎測定能力 最小 0.0003°C ～最大御希望に応じます。
- ◎測定温度 $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内
- ◎測定温度範囲 $10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$
- ◎測定精度 1～5%以内
- ◎流速範囲 $0.075^{\circ}\text{C}/10$ 秒以下より、御希望に応じます。より流速の速い装置の製作もできます。
- ◎装置の大きさ 巾 $800 \times$ 高さ $700 \times$ 奥行 400
重量 約 40Kg



仕様書・文献進呈

科学研究用機器



研究・設計・製作

株式会社 柴山科学器械製作所

東京都豊島区南大塚3丁目11番8号 電話 東京(03)987-4151(代)

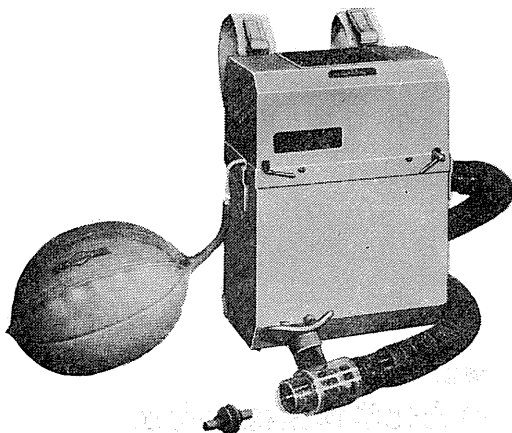
西独ゲッチンゲン社製

Respiration Gas-Meter

マックスプランク研究所 (E. A. Müller) 開発。(デジタル式)

作業中の呼吸ガス量測定

作業中の呼気ガス採集



- いかなる作業状態でも背負って出来る直接法と、静止の状態及び間接測定も出来ます。
- 小型バックに分析用のガスサンプルが同時に採取出来ます。
- 呼吸抵抗、毎分 20l の流速で 10mms
- 流速による誤差がありません。
- 精度が高く、軽量です。

日本総代理店

旭光物産株式会社

東京都文京区本郷4の3の1
Tel. 東京 03 (814) 1 6 3 5

モナーク社 エルゴメーター
プレストン社 トレッドミル
ゼネラル社 ガス分析装置

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20 mgのガラミントリエチオダイドを含有)

〔特長〕

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

〔包装〕 20ml (400mg)バイアル
5ml (100mg)10管

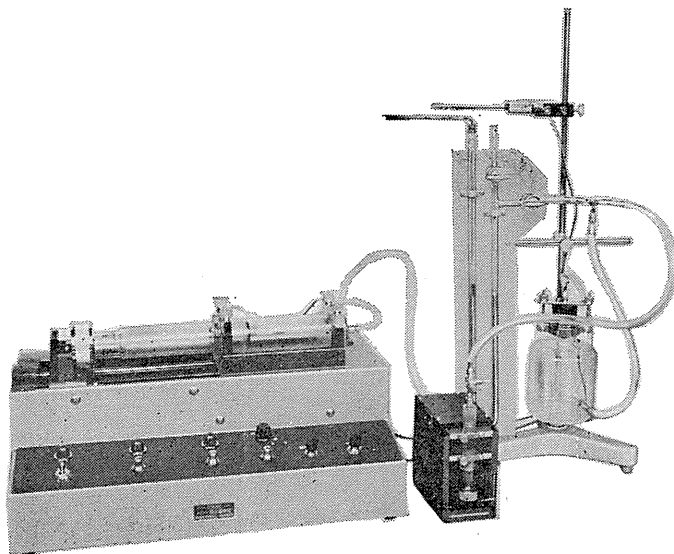
販売
長瀬産業株式会社

製造
帝国化学産業株式会社
大阪市西区北堀江上通1-10(大阪中央ビル)

HAFFNER法

鎮痛効果測定装置

実中研 医学研究所 御指導

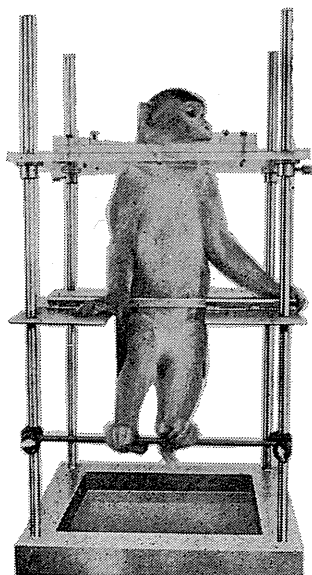


本装置は機械的刺激によるマウスの仮性疼痛反応閾値上昇から薬物の鎮痛効果を測定する装置であります。

尾部に加わる圧力はモーターにより加圧されマンノ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できます。

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3 kg ~ 6 kg迄使用可能です。
- 汚物を取出す引出しが下部後方に付いています。
- ステンレス製 上部はアクリル盤

特別附属品

- チェヤ固定盤 600×600×21mm (木製)

特別附属品

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

使用目的

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

KANO 株式会社 野上器械店

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

