

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第14巻 第9号

Vol. 14 No. 9

昭和27年12月1日発行

December 1952

原 著

石河利寛: 筋作業の研究 I. 新作した腕エルゴメーター	487
石河利寛: 筋作業の研究 II. 負荷と作業耐久時間との関係	490
石河利寛: 筋作業の研究 III. 前腕屈曲運動の際のエネルギー代謝	494
飯塚恒治: 胃腸に至る迷走神経終末より遊離する物質に就いて	498
飯塚恒治: 腎臓に至る迷走神経終末より遊離する物質に就いて	501
高岡 涉: 唾液の酸塩基平衡に関する研究 (第1報) 唾液の酸塩基平衡と血液の酸塩基平衡	504
阿知波 繁 一: 疲労の電気化学的研究 (第17報) 蛋白質の分解過程よりみたる小川膠質法, Donaggio-佐藤-吉川法 並に阿知波法間の相関性に就いて (其の1)	514
吉村寿人・福田正弘・大島公明・井上太郎: 人体皮膚温分布測定法に就いて	517
八田博英・飯塚恒治: リンパ節の收縮性について	525
八田博英・飯塚恒治: 化学的物質のリンパ節への作用について	530
山岡 誠 一: 体育運動のエネルギー代謝に関する基礎的研究 (第3報) 総合的な一連のスポーツ運動時のエネルギー需要量の算定	533

地方小學會報

第80回生理学東京談話会	540
第81回生理学東京談話会	543

附: 正誤表	544
--------	-----

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan



の
局方製品

パンクレアチン
含糖ペプシン
アミンナカン
タンナルビン
次硝酸ビスマス
次炭酸ビスマス
次多食子酸ビスマス
スルファミン
アセトスルファミン
サルチル酸ナトリウム
ヘキサミン
葉用石炭末
カリ石炭

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化學産業株式會社

★ 定評ある北研製品 ★

ジフテリアトキソイド「北研」……………20cc入
「北研法」ワツセルマン反應用抗原……………20cc入
「北 研」 微 毒 診 断 液……………0.5cc×12
血液型判定用血清「北研」……………0.5cc×2
狂犬病ワクチン(人体用)……………2cc×7
……………2cc×14

東京都港区芝白金三光町138

★ 製 造 元 ★

社團法人

北 里 研 究 所

筋 作 業 の 研 究 612.744.211

I. 新作した腕エルゴメーター

Studies on Muscular Work.

I. A New Arm-ergometer.

石 河 利 寛 (Ishiko-Toshihiro)*

我々が日常行つて居る動作はすべて動的作業と静的作業とが混合して成立っている。しかし我々が人体筋作業を研究する場合に、ひと先ず動的作業と静的作業とを出来るだけ分離して、その各々について比較検討して行くことが必要である。従来から屢々用いられている自転車労作計や指エゴグラフを、この様な目的に使用するのには必ずしも適当でない。前者はそのままでは静的作業が不可能であるし、後者は指の伸展時にも負荷がかかることゝ、筋作業が小さいため労作に際してのエネルギー代謝を測定することが出来ないという缺点を持つている。そこで著者は静的作業と動的作業とをほぼ同一条件でなす腕エルゴメーターを作製したのでここに報告する次第である。作業としては前腕屈曲運動を行わせることにした。これは次の様な理由からである。

(i) 比較的簡単な基本的運動である。(ii) 習熟することを要しない。(iii) ほぼ同一筋群を使用して、静作業と動作業とを行いうる。(iv) 適当な時間に疲労し、又エネルギー代謝を測定するに適当な作業強度を有する。(v) 呼吸及び心臓機能の影響を余りうけず、主として局所筋の働きをしらべることが出来る。

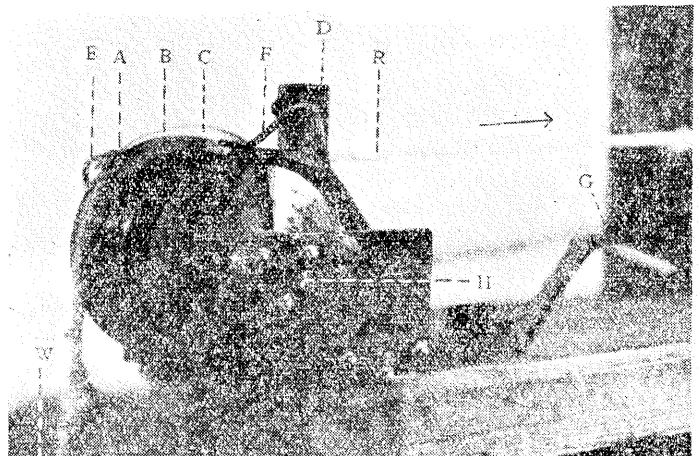
装 置

第1図の様に同一軸(H)に A, B, C の3個

* 東京大学医学部生理学教室

の円盤をつける。円盤と軸との間はボールベアリングとし摩擦を出来るだけ小さくしてある。

Aは錘り(W)を吊し、Bはロープ(R)を介して手の握りに連なる。第3の円盤Cは120個の一方向きの歯を有する歯車となつている。錘りは横振れを防ぐために直径8cmの鉄の筒の中へ吊す。鉄の筒の下面には錘りと同じ直径を有する丸いゴム板を敷き錘りが落下する際の音響と振動とを緩和するゴム板の枚数を加減することにより、錘りの落下する距離を調整することが



第1図 前腕エルゴメーター

W:錘り(図には表われていない), E:抑え, A:錘りを吊す円盤, B:ロープを連結する円盤, C:歯車付円盤, F:抑え, D:ロープの誘導板孔がある, R:ロープ, H:軸, G:把手

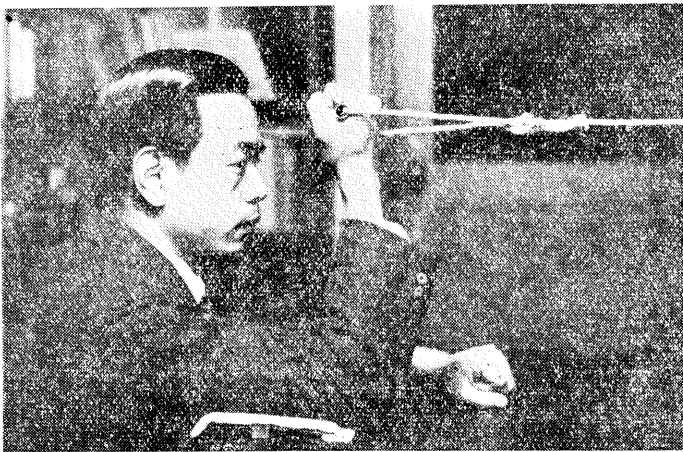
出来る。Bに巻付けたロープ(R)を水平方向に引けば錘り(W)はAによつて巻き上つて来る。歯車(C)には歯止が接着して居て錘りが上る際にはCが一方向きの歯を有するために歯止がきかないが、錘りが落下しようとする歯止が作用して錘りの落ちるのを防ぐ、把手(G)を抑えると歯止が外れてWを自由に落下させることが

出来る。Dには縦に細長い孔をあけてそれにRを通してRの左右に振れるのを防止する。E, FはロープがA, Bから外れないための抑えである。

運動を描記させるには、軸(H)と描記挺子とを糸で結び付けて、前腕の運動を縮小させて描記する。描記挺子は水平の位置で上下に動く様に作製し、キモグラフィオン上に煤紙描記を行う。

実 施 方 法

被験者は机に対して腰掛け、上腕を約8°傾斜している支えにのせる(そのためには腰掛けが



第2図 作業姿勢

適当に低くなければならない)。動作業を行うときは、前腕は回外位として水平に机上に置き、ロープの一端の長さ10cmの握りをつかみ、前腕を肘関節で曲げながらロープを引いて錘を持ち上げる。この際ロープの長さを充分長くすれば、負荷は常に水平方向にかかる。充分屈曲して前腕を停止させれば、歯止めが効いて、錘はそのまゝの位置で停止し、その後は被験者に静的負荷を与えることはない。したがって屈曲した前腕をのぼす際は負荷なしで自由に行うことが出来る。被験者の腕が伸びたときを見計し、実験者は把手(G)を押せば、歯止が外れて錘は重力の作用で鉄筒内を落下し、前腕に何等の衝撃を与えることなくゴム板に衝突して

停止する。このとき錘りを吊すロープが丁度伸び切っているようにする。被験者は再び屈曲運動を繰返せばよい。作業のテンポはメトロノームを見ながら行うのが一番やりよい。

静作業を行うには、上腕は前述の様に支えの上に置き、前腕は垂直に立て、握りをつかむ。実験者は把手(G)を抑えて歯止めを外し負荷をかける。此の時急に負荷がかからない様に他の手でロープを持ちながら次第に負荷をかけてやるとよい。

装置をダイナモメーターとして使用し、瞬発的の最大筋力を測定するには、鉄筒を除き錘りを適当な容器に入れて吊し、錘りを増減して測定すればよい。

従来の腕エルゴメータ 一との比較

1) Johansson²⁾ は両手を以て握りをつかみ、水平に牽引して錘を持ち上げる装置を作製した。この装置は正並びに負の動作業、及び静作業が共に可能で両腕の牽引力の検査に適して居るが装置が大きくなる嫌がある。

2) Hill³⁾ は慣性能率の異なる数個のはずみ車(inertia fly wheel)を取り付け、これに紐を巻き紐を引つぱりながら腕を曲げて、その時得られるはずみ車の速度を測定して、運動のエネルギーをしらべた。この装置は1回の筋収縮による仕事、効率、最大仕事量、筋収縮速度と仕事量との関係などを論ずるのには適して居るが、持続的な作業の研究に使用することは出来ない。

3) Fisher¹⁾ は腕の屈曲運動のエルゴグラフを作つた。彼の装置は常に前腕の骨軸に垂直に負荷のかゝる様に工夫したのが特徴であるが、前腕をのぼす際に負荷のかゝつたまゝ行なわなければならないのが缺点である。

以上の諸エルゴメーターと著者のエルゴメーターとを比較してみると、Johanssonの装置と

著者の装置とは運動の種類を異にしている。前者は体育実技の面からは、ボート、綱引きが相当し、後者は逆手懸吊の運動に近い。Hill の装置とは運動の方法、力の働き具合は全く同一であるが、使用目的を異にして居る。又 Fisher の装置は運動方法、使用目的に於て著者のものと一致して居るが、負荷の方向及び前腕伸展時にも負荷のかゝる点がちがう。更に著者の装置をダイナモメーターとして筋力測定に使用すれば、従来より体育実技の面から要望されて居る腕の筋力測定に資する所が大きいと思う。

要 約

- 1) 前腕屈曲運動を研究する目的で新しい腕

エルゴメーターを作つた。

- 2) 動作業と静作業とを同一筋群について独立に課し両者を比較することが可能である。

- 3) ダイナモメーターとして筋力測定にも使用しうる。

装置作製に當つては、生理学教室紫崎氏の盡力をうけた。感謝します。

文 献

- 1) Fisher, I. (1931) Wirkungsgrad und Ermüdung. *Arbeitsphysiologie* 4, 109
- 2) Hill, A. V. (1922) The maximum work and mechanical efficiency of human muscles, and their most economical speed. *J. Physiol.* 56, 19
- 3) Johansson, J. E. (1901) Untersuchung über die Kohlenäureabgabe bei Muskelthätigkeit. *Skand. Arch. f. Physiol* 11, 273

Summary

1. Construction and principle of a new forearm-ergometer were described.
2. This ergometer may be applied to record dynamic or static muscular work, practically independently from each other.
3. This ergometer may also serve as a dynamometer for measurement of muscular strength.

(Department of Physiology, Medical School, University of Tokyo)

筋 作 業 の 研 究 612.744.211

Ⅱ. 負 荷 と 作 業 耐 久 時 間 と の 関 係

Studies on Muscular Work.

Ⅱ. Relation between Load and Maximum Endurance.

石 河 利 寛 (Ishiko-Toshihiro) *

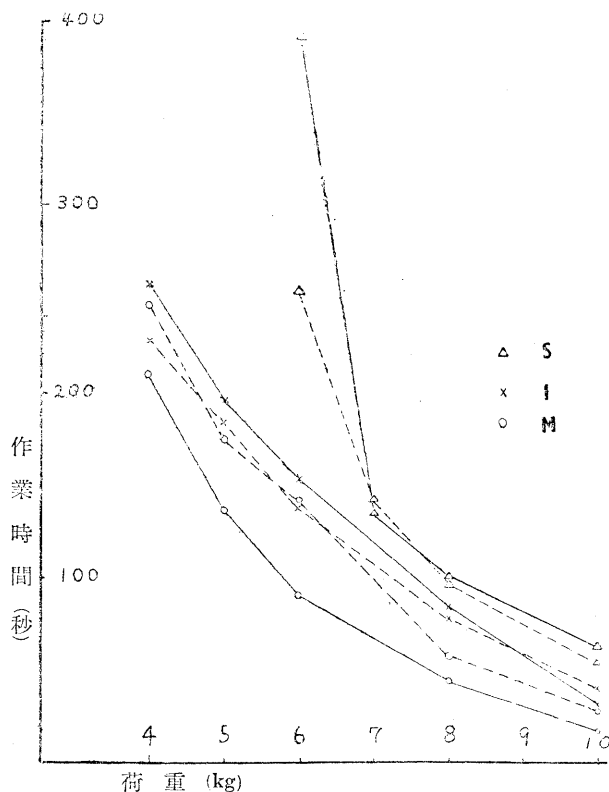
所謂“steady state”が成立しない状態に於て、種々の負荷に対して生体が作業をどの位継続しうるかということ（作業耐久時間、以下これを作業時間と略称する）は、作業に対する人体の働き方を理解する上に於ても、或は身体疲労の成立を考察する上に於ても、重要なことであるにもかゝらず、此の種の研究が殆んど行われていない。わずかにMüller¹⁾及び井上¹⁾が自転車労作計を用いて実験を行い、前者は負荷の対数と作業時間の対数とが一次関係にあることを観察し、後者は負荷の対数と作業時間とが一次式をなすという結果をえて居る。そこで著者は第1報の様な前腕エルゴメーターを用いてこの関係を動作業及静作業に就て調べて見たので報告する。

実 験 成 績

動作業は前報の様な方法でメトロノームに合せて前腕屈曲運動を3秒に1回のテンポで繰返した。前腕の伸展は無負荷で自由に行うことは云うまでもない。3秒に1回というテンポは著者が適当に選んだのであるが、此の程度のテンポが最もやりやすく、Fisher²⁾も彼の装置を用いた前腕屈曲運動に於て3秒に1回というこのテンポが被験者に最も快適なテンポであることをのべている。また1回の屈曲運動で錘を持上げる距離を35cmと定めた。これは日本人の成人の前腕屈曲の回轉半径が約30cmであるためにこの程度の作業が適当と思われるからである。

* 東京大学医学部生理学教室

静作業は前腕を垂直に立て、水平方向の負荷をかけて耐えうる時間をストップウオッチを以て測定した。動作業の場合は作業回数に3秒を乗じた値を以て作業時間とした。動作業、静作業共に収縮高が最初の80%以下になつた時に作



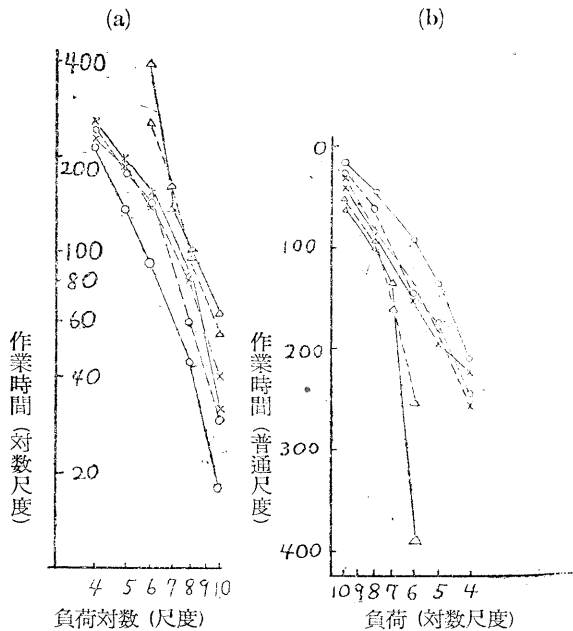
第1図 荷重と作業耐久時間との関係
実線は動作業の場合、破線は静作業の場合

業中止を命じた。動作業の場合は又テンポに後れてしまつた場合も作業中止の條件とした。

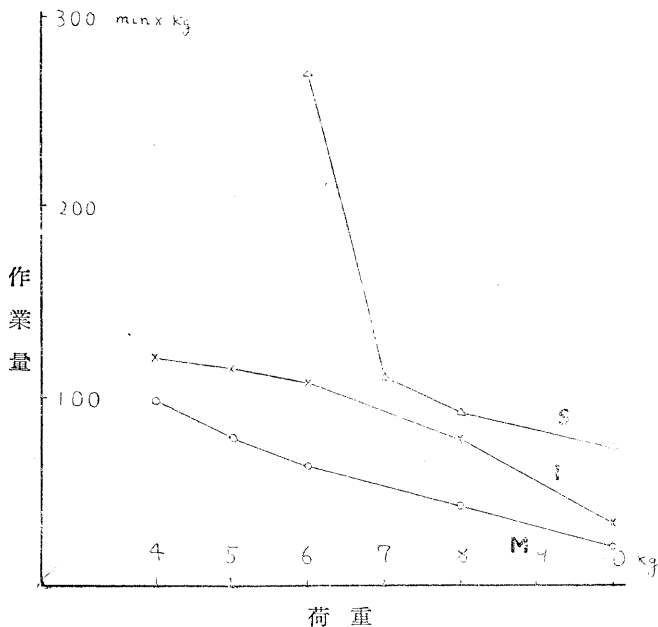
3人の被験者(S., I., M.)に就ての実験成績を第1図に示す。被験者は何れも当生理学教室の研究員である。

動作業は直線、静作業は破線を以て示した。

第1図より直ちにわかることは負荷が減するに従つて急速に作業時間が延長して無限大に近ずき所謂 steady state に入ることである。



第2図 負荷対作業時間の函数関係の検討



第3図 荷重と作業量との関係
3人の被験者 S, I, M についての値を示す

このときの負荷は作業能力によつて異なるが、被験者 S. では 4~5 kg, I. 及び M. では 2kg 附近である。そこで此処にえられた 負荷-時間曲線の性質を検べるために負荷の 対数-時間の対数並びに負荷の 対数-時間曲線を求めると第2図 (a), (b) の様になり、(a) の方が (b) よりもより多く直線性に近いことがわかる。

次に気が付くことは軽作業が長く継続出来る人と割合に重作業が持続する人とがあることである。これは第3図の様に動作業の際の作業量-作業時間曲線を作つてみれば一層明白になる。被験者 S は荷重が少なくなつて 6kg になると急に作業能力が高まるが I. は 5kg, 4kg になつても左程作業能力の著しい上昇を示さない。

第三に注目すべきことは、個人により動作業に長くたえられる人と静作業に長く耐えられる人とがあることである。第1図でみられる様に被験者 M. はあらゆる負荷で静作業時間が動作業時間に優越して居るが、被験者 I. は 10kg の場合を除きすべて動作業時間が静作業時間よりも長い。

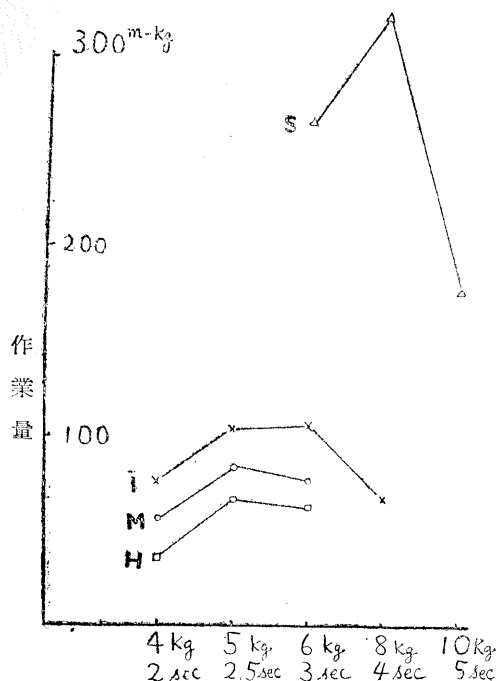
第4図に示したのは動作業で、単位時間当りの作業量を等しくして作業のテンポ及び負荷をかえた際の最大作業量である。即ち作業強度を毎秒 2kg になる様に負荷とテンポを夫々 4kg-2秒, 5kg-2.5秒, 6kg-3秒, 8kg-4秒, 10kg-5秒の様に組合せた。実験結果は、あらゆる場合に Optimum の 負荷-テンポが存在して、その Optimum は作業能力の優る人ほど、重い負荷の方に存在することを示している。

考 察

1) Grosse-Lordemamn 及 Müller²⁾ は自転車労作計を用いて

$$\log t = a_1 \log N + b_1$$

なる関係式を導いて居る。但し t は



第4図

単位時間の作業強度を等しくした場合
の負荷又はテンポと総作業量との関係

最大作業時間, N は作業強度を表わし, a, b は常数である. 井上¹⁾ は同じく自転車労作計を用い $t = a_2 \log N + b_2$

であることをのべている. 著者は腕エルゴメーターによつてこの関係を求めて見た. その結果は第2図に示した様にむしろ Müller の成績に一致している. そこで著者の場合を

$$\log t = a \log N + b$$

として最小自乗法を用いて a, b を求めてみると第1表のようになるの.

第1表

被験者	作業の種類	a	b
I.	動作業	-2.3	3.9
	静作業	-1.9	3.6
M.	動作業	-2.6	4.0
	静作業	-2.4	3.9
S.	動作業	-3.4	5.0
	静作業	-3.1	4.7

a, b 値は Müller が6名の被験者で求めた

$$a_1 = -2.6 \sim -7.8, b_1 = 4.0 \sim 11.0$$

の範囲と大体一致する. それ故 Müller と著者との場合を引きくるめて

$$\log t = a \log N + b$$

を以て表されると考えて差支えない. 井上の得た成績を上のを式を用いて表わしてもそれ程妥当性を缺くものではない. 作業の点から見れば自転車労作計を腕エルゴメーターとは種々の点に於てことなる. 前者は脚の運動であり, 後者は腕の運動である. 又作業継続時間も作業強度も前者が遙かに大きい. 作業の種類に於ても前者が連続的動作業であるのに反して後者は断続的動作業及び連続的静作業であつて両者は全く様式を異にしている. 此の様に全く相異なつた様式の2つの運動が同一形式にしたがうことは興味深い. それ故人間の四肢の筋作業において, steady state が成立しない場合は, 作業の種類, 負荷の大きさ等の色々な外的條件に拘らず一般に作業強度 N と作業耐久時間 t との間には

$$\log t = a \log N + b$$

なる式が成立すると考えて大した誤りはない様に思われる.

たゞ此の式の缺点是 $t=0$ なる点が存在しないことであるが, 実際には $t=0$ なる点は勿論腕エルゴメーターに於ても自転車労作計に於ても存在するわけである.

2) 軽作業に適する人と重作業に適する人は a の大きさのちがいで表わされる. このことは Müller, 井上共に自転車労作計に於てみとめてゐる. しかし自転車労作計は一種の全身作業であつて, 酸素負債及び心臓機能が作業を中断する要素の重要な部分を占めてゐるが, 著者の実験の場合は局所筋疲労が主であつて, 心臓呼吸機能の影響はほとんどない. これは腕の作業の場合は酸素負債が 1 l にも及ばないし, 脈搏が 120 を越す様な事がないことから理解出来る. この様な場合にもなお作業の強度によつて個体差の表われることは筋そのものの作業能力にこれだけの差があるものとして注目し値する.

3) 個人により動作業を長くつゞけうる人と静作業を長くつゞけうる人とがあることは, 今迄に報告されていないが, これは適当なエルゴメーターがなかつたからであらう. これに就ては別の報告で改めて取扱いたい.

4) 作業のための Optimum が負荷とテンポの組合せに存在することはあらゆる人体筋作業で見られているが、著者の実験方法に於ても腕の作業に就いて Optimum が存在することは当然である。テンポが速くなつて2回の筋作業の間程が短くなればなるほど筋の中の代謝状態が作業前の状態に回復する余裕がないことになり、たとえ毎回の負荷がテンポと逆比例的に軽くしてあつても、回復不全という條件が圧倒的制約を及ぼして作業耐久時間、したがつて又総作業量の減少という結果になることは理解に難からぬ所である。またテンポをおそくすれば作業の間程に於て筋はより多くの休息回復の時間を与えられるけれども、単位時間の作業量を等しくするという條件で比べるのであるから、毎回の負荷量はそれだけ大きくなる。そして負荷量が限度を越えて大きくなることは回復の爲めに比例的以上に大きい休息時間が要求されることになるのは極端な場合の経験に徴して明かである。したがつて上の様に規定された條件に於ては過度に重い負荷に対しては筋はますます回復不全のまゝ次の作業にたずさわることになる。かくて或る中間のテンポまたは荷重の場合に最もよく耐久された作業が見られることになるわけである。

種々の被験者を比べて考察すると、同じ條件で作業させたときに疲労の起りにくい、たとえば被験者Sのような者は、この Optimum の位置がおそいテンポ即ち毎回到り上げる負荷の大きい方へずれている。このことは彼の筋力が重い負荷に対して他者よりもよりよく適していることを物語るものに他ならない。

通常 Optimum といへば一定の仕事量をなすのに最小のエネルギー消費で行いうる條件を指し

著者の実験内容とは異なる。しかし作業のための荷重とテンポの Optimum を著者の実験の様に定義して取扱うことは理論上差支えないし、また実験がはるかに簡単である長所がある。

要 約

第1報の様な腕エルゴメーターを用いて負荷と作業を継続しうる時間との関係をしらべ、これと自轉車エルゴメーターによつてえられた結果とを比較してみた。

1) 四肢の筋作業では作業強度 N と作業耐久時間 t との間に一般に

$$\log t = a \log N + b$$

なる関係が成立つと考へてよい。

2) 比較的軽作業を長くつゞけられる人と重作業を得意とする人とがある。

3) 静作業に長く耐えられる人と、動作業に長く耐えられる者とがある。

4) 作業強度を一定にした場合にテンポ並びに負荷に Optimum が存在する。その Optimum は作業能力の大きい人程大きい負荷の所に存在する。

文 献

- 1) 井上 章(1947)筋作業の耐久力に関する研究(其の3)重筋的作業の持続限界時間と作業強度の関係 日本生理誌 10, 117
- 2) Fisher, I. (1931) Wirkungsgrad und Ermüdung. Arbeitsphysiologie 4, 109
- 3) Grosse-Lordemann, H. u. E. A. Müller. (1937) Der Einfluss der Leistung und der Arbeitsgeschwindigkeit auf das Arbeitsmaximum und den Wirkungsgrad beim Radfahren. Arbeitsphysiologie 9, 454
- 4) Müller, E. A. (1938) Die Abhängigkeit des Arbeitsmaximums von der Leistung bei verschiedenen Personen. Arbeitsphysiologie 10, 67
- 5) 石河利寛(1953)筋作業の研究 I. 新作した腕エルゴメーター 日本生理誌 14, 487
- 6) 石河利寛(1953)疲労に至る迄の動作時間と静作業時間との比 体力化学(投稿中)

Summary

1. With the forearm-ergometer, described in the preceding paper, the relation between the load and the endurance time for repeated or sustained forearm flexion was studied.

2. For the dynamic as well as static modes of muscular work, the following equation was confirmed to hold between the load N and the endurance time t :

$$\log t = a \log N + \beta$$

where a and β are constants determined by the method of least squares.

This equation conforms with that of Grosse-Lordemann and Müller for muscular work with a bicycle-ergometer.

3. Endurance time was in some subject, longer for dynamic works than for static works, while in others the relation was reversed.

4. For a constant total work, an optimum combination of pace and load exists for each subject. The reason for its occurrence was discussed.

(Department of Physiology, Medical School, University of Tokyo)

筋 作 業 の 研 究 612.744.211

Ⅲ. 前腕屈曲運動の際のエネルギー代謝

Studies on Muscular Work.

Ⅲ. Energy Metabolism in Forearm Flexion.

石 河 利 寛 (Ishiko-Toshihiro)*

各種の人体筋運動に就てエネルギー代謝を測定することは労働生理学上から云つても体育生理学上から云つても必要なことである。しかるに最も要素的な動作の1つとみなされる前腕屈曲運動に關してのエネルギー代謝を測定した者は僅かに Hill¹⁾ 及び Fisher²⁾ があるだけである。しかもこれらは何れも動作業に就てゝあつて静作業に就ては行われていない。静作業が動作業に比してエネルギー消費が少いという事は一般にみとめられている事実であるが、從來の研究は静作業と動作業とを別種の運動に就て觀察しているのをこれを量的に比較することが出来ない。著者は第1報の様なエルゴメーターを用いて同一筋群に就いて独立に静作業と動作業とを行わせその際のエネルギー代謝を測定して動作業と静作業とを直接比較検討しようと試みた。以下にその成績を報告する。

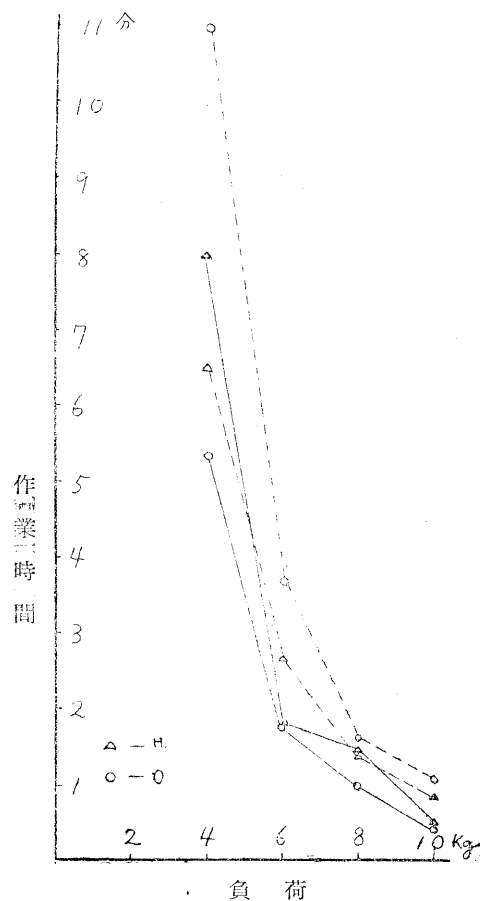
実 験 並 に 考 察

動作業及び静作業に就ては第Ⅱ報の様な方式に従い筋の収縮高が最初の80%に低下する迄行つた。しかし負荷2kgでは steady state に入つてるとみとめられるので5分間で作業を中止した。呼吸採集はダグラス嚢を数個用意して適宜切替え、呼吸の分析には労研式ガス分析器を用いた。被験者H及びOは東京大学医学部学生で平素から特別にスポーツ運動を行つていない。前腕屈曲筋力は12~13kgで先ず中等度の筋力所有者と考えてよい。

実験成績を第1表に示す。

1) 負荷と作業時間との關係は第1図に見る様である。被験者Hは各負荷に於て静作業時間

が動作業時間に対して遙かに長い、被験者Oでは静作業時間の方が長いこともあるし動作業時間の長いこともある。



第1図 負荷と作業時間との關係
直線は動作業、点線は静作業

2) 動作業の効率(作業量/労作代謝量)は2~5%で低効率である。此の種の運動では負荷のモーメントが大きい爲に筋にかかる実際の負荷が可成り大きいことが推測され、此のことが

* 東京大学医学部生理学教室

第1表 (テノボ毎秒20回)

A. 被験者O

負荷 (kg)	動 作 業							靜 作 業			
	作業時間 (秒)	作業量 (mkg)	超過O ₂ (l)	酸素債 (l)	効 率 (%)	kcal/mk gR.M.R		作業時間 (秒)	超過O ₂ (l)	酸素債 (l)	R.M.R
10	27	31.5	0.545	0.494	2.9	80.9	5.1	65	0.740	0.665	2.9
8	60	56.0	0.656	0.411	3.9	56.1	2.8	100	0.663	0.417	1.7
6	108	75.6	0.760	0.542	4.6	50.7	1.8	222	0.985	0.342	1.1
4	321	149.8	2.130	0.878	3.2	71.7	1.7	660	1.654	0.412	0.6
2	300以上	70以上	0.657	0.108	4.9	47.4	0.55	300以上			(0.2)

B. 被験者H

10	30	35.0	0.841	0.825	1.9	121.3	7.1	50	0.874	0.707	4.4
8	87	72.8	1.154	0.785	2.9	80.0	3.7	85	0.819	0.523	2.4
6	111	77.7	1.098	0.715	3.3	71.3	2.5	160	0.877	0.609	1.4
4	480	224	3.018	0.495	3.4	67.9	1.6	390	1.000	0.524	0.6
2	300以上	70以上	0.606	0.173	5.3	43.7	0.5	300以上			(0.15)

4kg の負荷でもなお steady state が成立しないこと及び効率が一般に低いことの大きな原因となつているとみなされる。此の際注意すべきことは此処にえられた効率は平均効率であつて作業の各瞬間が此の効率で行われているわけではない。作業の後期になると疲労のために効率が低下することは一般に認められている事実であるし、作業の最初の1分間も効率がきわめて悪いことを Simonson 及び Hebestreit⁶⁾ が報告している。著者の実験では2kg の負荷を除きすべて疲労による効率の低下があるものと考えなければならない。2kg の負荷を用いた際の効率が他の負荷の場合に比して割合によいのは此の爲めかもしれない。又 10kg の効率の悪いのは Simonson の意味に於ける効率の低下を重要視しなければならないが Simonson の主張には異論がないわけではない。これらの点を考慮すると疲労しない状態の前腕屈曲運動は著者のえた値よりももう少し効率が良いことが推定されるが、それにしても余り高い効率の作業とは考えられない。

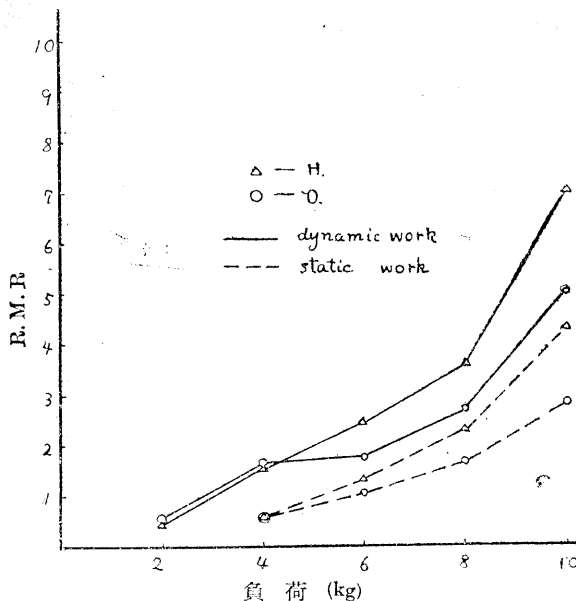
3) 疲労に至る迄の作業量と作業の効率とは必ずしも一致しない。被験者Hでは之が一致しているが、Oでは此の関係が必ずしも合致しない。Atzler¹⁾ は之について自轉車労作計を用いて効率の最も良い時に最大の作業量をなし得ることを示している。しかし Simonson 及び Sirki-ana⁷⁾ が重量を持ち上げる作業で Atzler の主張

する様な関係の成立しない事を証明し、Atzler²⁾ 自身も後に Simonson の主張をみとめている。しかし Atzler は Simonson の実験で最大作業量と最大効率とが一致しなかつた原因として、作業における静的要素の関与の割合を重要視している。著者の実験に於ては静的要素を極力除き負荷によつて静的要素の関与の割合が著しく異なるとは考えられないから、効率と作業量との不一致の原因として Atzler の様に静的要素のみを重要視するには当たらない。

4) 著者の実験に於てはすべての場合に酸素負債が 1 l に達していない。この様な状態に於て既に疲労が起ることは、この疲労が呼吸及び心臓機能に基因するものではなく、局所の変化に基づく疲労であることは明かである。

5) 負荷とエネルギー代謝率 (R. M. R.) との関係を第2図に示して置いた。負荷が8kg から10kg になるに及んで2人の被験者共に R.M.R. が急に大きくなつていくことが認められる。

作業時間にするとこの負荷は30秒~2分位の所であつて、前述の Simonson の効率の低下が表れているためかもしれない。定常状態の成立するとみられる2kgの負荷の動作業では R.M.R. がわずかに 0.5 で、静作業 4kg では R.M.R. が 0.6 でもなお定常状態に達していない。この様に定常状態の成立限界の R.M.R. の低い点も、前腕運動が一種の局所運動であることを物語っている。



第2図 負荷とエネルギー代謝率との関係
直線は動作業、点線は静作業

第2表

毎分1kg当りの超過酸素消費量及びこれに基づいて
計算した動作業と静作業のエネルギー代謝量の比

負荷	動作業 (l)	静作業 (l)	見かけ の動作業/静作業	眞の 動作業/静作業
被験者O				
10	0.121	0.068	1.8	9.0
8	0.082	0.050	1.6	8.0
6	0.075	0.044	1.6	8.0
4	0.095	0.038	2.6	13.0
2	0.066		(2.8)	(14.0)
被験者H				
10	0.168	0.105	1.6	8.0
8	0.111	0.072	1.5	7.5
6	0.100	0.055	1.8	9.0
4	0.094	0.038	2.5	12.5
2	0.061		(3.3)	(16.5)

静作業2kgの負荷の場合のエネルギー代謝は僅かであるため、正常の全身の静止時代謝の動揺範囲内に入つてしまつて測定出来ない。したがつてこの場合のR.M.R.は外挿法によつて推定してみた。その結果を第1表に括弧を以て示して置いたが被験者Oは0.2, Hは0.15であつた。

6) 動作業と静作業とのエネルギー消費を超過酸素消費から比較すれば第2表の様になる。但し2kgの負荷は前述のように外挿法により推定したものである。これを見ると6kg以上の負荷では動作業は静作業の1.5~1.8倍のエネルギー

消費があり4kg及び2kgでは2.5~3倍となつている。此の様に動作業と静作業との比が重い負荷で小さいという意味では「負荷が重くなると動作業は静的になる」という事が出来ようが、実際に静的要素が加つたのではないことは著者の使用したエルゴメーターの性質及び負荷により腕屈曲に要する時間が殆んど変らないことから云える。又動作業のテンポを3秒に1回としたとき、その中腕屈曲に要する時間はロタリウムを用いて測定すると平均0.6秒で残りの2.4秒は偽いていないので動作時のみの動作業と静作業のエネルギー代謝を比較すれば動作業は静作業の7.5~13倍のエネルギーを消費することになる。これをみると筋の収縮に要するエネルギーは張力維持に要するエネルギーに比して如何に大きいかがわかる。著者の実験の動作業と静作業との関係は一見摘出筋の等張、等尺収縮の關係に似ているが、等張、等尺収縮に於ては熱発生に桁ちがいの差はないという点を考えればこの様な外見の類似性は事実の類似性を表すものでないことがわかる。

動作業と静作業のエネルギー消費を直接比較した文献はないがMüller⁵⁾の成績から推定してみよう。Müllerはバネに抗して20kgの握力を地上160cmの高さで維持する際消費するエネルギーを次の様な式で表わしている。

$$E = 114 + 32t$$

ここにEは消費するエネルギー、tは時間(秒)である。即ち114は筋の張力発生に要するエネルギーであり、32は1秒間筋を20kgの張力に維持するエネルギーである。この際の筋の張力発生に要する時間は記載されていないが、仮に0.5秒と考えれば握力を発動する際と維持する際のエネルギー消費を同一時間に就て比較すれば $114/32 \times 0.5 = 7.1$ となり著者の実験とほぼ同様の数値をうる。

要 約

- 1) 前腕屈曲運動を動作業並びに静作業に就てエネルギー代謝を測定した.
- 2) 此の種の作業は低効率である.
- 3) 最大作業時間と効率とは必ずしも平行しない.
- 4) 局所疲労を起す.
- 5) 定常状態成立限界の R.M.R. は甚だ小さい.
- 6) 動作業は静作業の 7~13 倍のエネルギーを必要とする.

終りに臨み、色々の御指導と御教示を戴いた福田教授に感謝します.

文 献

- 1) Atzler, E. (1928) Probleme und Aufgaben der Arbeitsphysiologie. *Erg. Physiol.* 27, 754
- 2) Atzler, E. (1939) Arbeitsphysiologie. *Erg. Physiol.* 41, 228
- 3) Fisher, I. (1931) Wirkungsgrad und Ermüdung. *Arbeitsphysiologie* 4, 109
- 4) Hill, A. V. (1922) The maximum work and mechanical efficiency of human muscles, and their most economical speed. *J. Physiol.* 56, 19
- 5) Müller, E. A. (1930) Die energetischen Optimalbedingungen der senkrecht abwärts gerichteten Zugbewegung. *Arbeitsphysiologie* 3, 477
- 6) Simonson, E. u. H. Hebestreit (1930) Zum Verhalten des Wirkungsgrades bei körperlicher Arbeit. VII Mitteilung. *Zur Physiologie des Energieumsatzes.* *Pflüger Arch.* 225, 498
- 7) Simonson, E. u. G. Sirkiana (1934) Wirkungsgrad und Arbeitsmaximum. *Arbeitsphysiologie* 7, 457

Summary

1. With a forearm-ergometer of the author's own device, dynamic and static works were recorded independently from each other, and the energy expenditure for the muscle activity was measured.

2. Dynamic works cost from 1.5 to 2.5 times as great an energy expenditure as the corresponding static works for the same load $\times$ working time.

If the intervals between the repeated flexions of the forearm were subtracted from the working time, the net ratio between the energy expenditure for dynamic works and that for static works amounted 7.5-13.

(Department of Physiology, Medical School, University of Tokyo)

胃腸に至る迷走神経終末より遊離する物質に就いて 612.187

The Study of the Vagus Nerve to the Stomach and Intestines and the Substance
Liberated by its Nerve Endings.

飯 塚 恒 治 (Iizuka-Tsuneji) *

I. 緒 言

胃腸に至る迷走神経からアセチルコリン様物質が分泌される事が、Dale and Feldberg²⁾, Banting, Meek and Maaske¹⁾, 高杉³⁾ 等に依つて報告されているので、胃腸に至る迷走神経に就いて追試し、又迷走神経刺激に依つて得られた灌流液の性状に就いてはほとんど知られていないので、この遊離された物質と他の2, 3の化学物質との関係を追及した。

II. 実験方法

蟾 (*Bufo vulgaris formosus*) をエーテル麻醉後腹位に固定し、後頭骨の皮膚を除き頭蓋の一部を椎了を切除して延髄に達し、延髄の頭側部より出る三叉、顔面、聴神経を切り、更に延髄を迷走神経根の中核および末梢部で横切し、又正中線で縦切すると、左右の迷走神経は延髄に附けた儘脊髄管中に残る。次いで背位に固定してから所謂 Vago-Sympathicus を Arteria cutanea magna の分枝 R. inframaxillaris に沿つて走る部位から諸組織を剝離し、この走向を頭側に辿ると M. levator scapulae inf. の下をくゞつて迷走交感神経は Ganglion jugulare に入る。一方この神経節から脊椎側へ更に尾側へ向つて交感神経があり、やがて交感神経節に入る。次に再び動物を腹位にし迷走神経の走向を注意して Foramen jugulare まで辿り、この孔を背部より半切して延髄の附いた迷走神経を背側より腹側へ送る時は容易に迷走神経と交感神経の二頭を有する Ganglion jugulare が腹側へ浮出して来る。この神経節から出る舌咽神経、其他迷走交感神経幹より出る側枝を切離しながら、

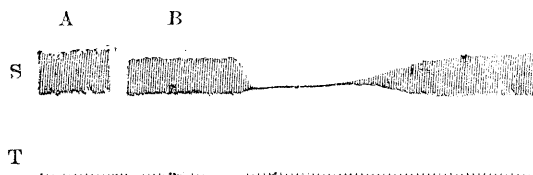
迷走交感神経幹を可及的長く末梢まで求めて切離する。斯くの如くして取出した神経は神経節の中核側に迷走神経と交感神経の二頭を有し、末梢側は一本の迷走交感神経幹となつた Y 型の神経であつて、必要に応じて迷走神経、迷走交感神経を別々に刺激する事が出来る。

灌流方法としては大動脈より 450mmH₂O の圧に胃、腸、腸間膜を灌流し、門脈に他のカニューレを挿入して灌流液を集めた。灌流液としては 10⁻⁴ エゼリン加 Ringer-曾爾氏液を用い、刺激後に得られた溶液を注射器にて輪道に注入し、洞房標本に作用させその収縮高を見た。刺激装置はサイラトロンに依る棘状波型⁴⁾ にて刺激し、強度 2V、周波数 1 秒 40 回に一定した。

III. 実験成績

(A) 迷走神経刺激

エゼリン加 Ringer-曾爾氏液を灌流しながら迷走神経刺激後に得られた溶液を洞房標本に作用させた場合第 1 図に示す如く洞房標本の収縮



第 1 図

S: 洞房標本収縮機械曲線, T: 時間 6 秒

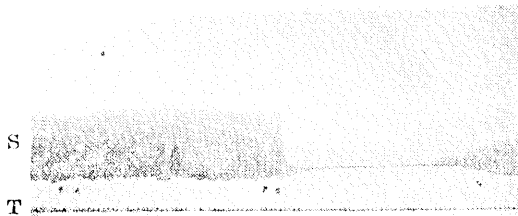
高は著明に減少し、ある時は搏動数の減少と共に遂に拡張性の停止状態をおこした。然るにエゼリンを灌流液に加えざる場合はこの様な収縮高の減少は見られなかつた。

(B) 迷走交感神経刺激

迷走交感神経刺激後に得られた灌流液を洞房

* 広島医科大学生理学教室

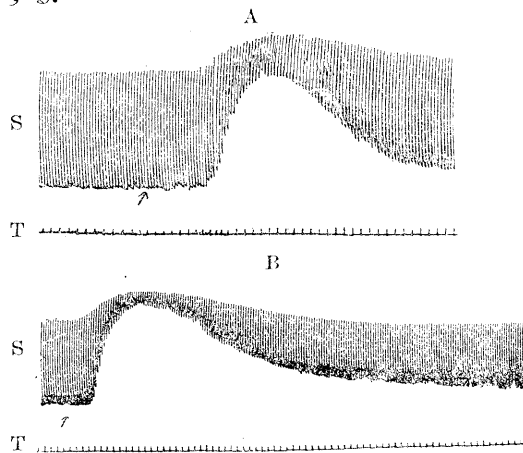
標本に作用させると、高杉⁴⁾の成績の如く最初収縮高が減じて拡張性の効果が現れ、次第に収縮高を増大してアドレナリン様の作用が現れる場合と、収縮高の増大のみ現れる場合と第2図に示す如く、唯拡張性の状態になつて収縮高の減少する時があつた。



第2図
S: 洞房標本収縮機械曲線
T: 時間6秒

(C) 迷走神経刺激後に得られた物質と化学物質との関係

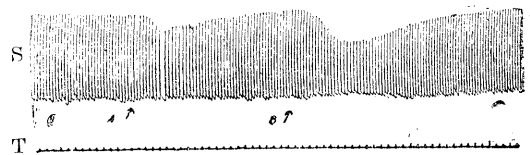
1) アドレナリンとの関係 10^{-6} アドレナリン (三共) 溶液 $1ml$ を洞房標本に作用させると第3図Aの如く洞房標本の収縮高を増大させるが、 10^{-4} エゼリン Ringer-曾爾氏液を灌流して迷走神経刺激後に得られた溶液 $0.5ml$ と 10^{-6} アドレナリン溶液 $0.5ml$ とを注射器にて混じ洞房標本に作用させると同図Bに示す如く、この溶液はアドレナリンの作用に対して拮抗的に作用する。



第3図
S: 洞房標本収縮機械曲線
T: 時間6秒

2) アトロピンとの関係 10^{-5} アトロピン-

Ringer-曾爾氏液 $0.5ml$ と Ringer-曾爾氏液 $0.5ml$ を試験管中にて混ぜ、洞房標本にこの溶液を作用させた所第4図Aの如く収縮高の著明な減少を呈し、ほとんど停止状態になり8分経過後元の収縮高に回復した。然るに 10^{-5} アトロピン $0.5ml$ と迷走神経刺激後に得られた溶液 $0.5ml$ とを混ぜて洞房標本に作用させた所第4図Bの如く収縮高の減少が表れ、ほとんど収縮停止状態になつたがこの場合は元の収縮高に還るのが著しく早く即ち3分30秒後には回復し、拮抗作用を示した。



第4図
S: 洞房標本収縮機械曲線
T: 時間6秒

IV. 考 察

以上の実験にて迷走神経単独刺激に依りその灌流液の中に洞房標本の収縮高を減少させる物質が得られた。然るにエゼリンを加へぬRinger-曾爾氏液を灌流した場合に、迷走神経を刺激しても洞房標本の収縮高を減少させる物質は得られなかつた。之に依り迷走神経刺激後に得られる物質はエゼリンが灌流液にない場合には速に破壊せられるものと考えられる。

エゼリン加-Ringer-曾爾氏液を灌流して迷走交感神経を刺激した場合の灌流液を洞房標本に作用させた時、第2図の如く収縮高の減少のみ現れた場合と、洞房標本の収縮高を減少させるアセチルコリン様物質の作用が先ず現れ、以後洞房標本の収縮高を増大させる物質が現れる場合がある。この事は篠崎⁵⁾が心臓にて高杉⁴⁾が墓胃腸血管灌流の場合に各々迷走交感神経を刺激して迷走神経の作用が現れた後交感神経の作用が現れたと報じている事と極めて類似するが、刺激の強度、興奮せる神経線維の数、種類に依り三通りの場合が現れるものと考えられる。

迷走神経刺激後に得られた溶液とアドレナリンとアトロピンとの関係を追及すると極めてよく洞房標本に於て拮抗した。この事は篠崎⁵⁾がアドレナリンとアセチルコリン、アトロピンとアセチルコリンが洞房標本で拮抗線を描いたと報じた事より考えて、この溶液も同様な関係にあると思われる。犬の胃に至る迷走神経からアセチルコリン様物質が遊離する事は、H. H. Dale and W. Feldberg が之を報じ、小腸に於ては Bunting, Meek and Maaskeが、蕤に於ては高杉が胃腸に至る迷走交感神経末よりアセチルコリン様物質が出ていると報じているが、私の実験に於ても迷走神経終末よりアセチルコリン様物質が出た事を確認した。すなわち蕤の胃腸には、迷走神経、交感神経が Ganglion Jugulare で一緒になり相共に迷走交感神経となつて胃腸に分布し、この両神経から各々アセチルコリン様物質とアドレナリン様物質が遊離すると考えられる。

V. 結 語

1) 蕤の迷走神経刺激後に洞房標本の収縮高を減少させる物質が現れ、この物質はエゼリンを加える事に依り、組織にて分解される事が防がれる。即ちアセチルコリン様物質が遊離される。

2) 迷走神経刺激後に得られる溶液は洞房標本に於てアドレナリンとアトロピンとに拮抗する。

文 献

- 1) Bunting, H., W. J. Meek and C. A. Maaske (1935) The chemical transmission of vagal effects to the small intestine. *Am. J. Physiol.* 114, 100
- 2) Dale, H. H. and W. Feldberg (1934) The chemical transmitter of vagus effects to the stomach. *J. Physiol.* 81, 320
- 3) 飯塚恒治 (1952) 刺激装置の一考案 廣島医学 4, 5
- 4) 高杉悦子 (1950) 胃腸に於ける迷走神経終末よりの遊離物質に就いて 廣島医学 2, 8
- 5) 篠崎尙次 (1942) Adrenaline と Acetylcholine の拮抗作用に就いて 日本生理誌 7, 11, 12

Summary

During vagal stimulation the outflowing perfusate of the toad's stomach and intestine contains a substance which stops the sinoauricular contraction at the diastolic stage. Without eserine sulphate this substance is quickly destroyed by the tissue and it is antagonistic to adrenaline and atropine.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

腎臓に至る迷走神経終末より遊離する物質に就いて 612.187

The Study of the Vagus Nerve to the Kidney and the Substance
Liberated by its Nerve Endings.

飯 塚 恒 治 (Iizuka-Tsuneji) *

I. 緒 言

腎臓に至る血管収縮神経に就いては既にその存在が J. R. Bradford¹⁾, 西丸¹⁰⁾等に依り報告されている。

一方腎臓にいたる血管拡張神経に就いては, Roy, G. Pearce¹¹⁾が腎臓に至る迷走神経を刺激すると血流量が増加し, 尿量も増加する事を報じている以外は, 血管拡張神経の存在を証明する決定的実験もなく, 種々論議され, その存在さえ疑われているので, 私は若し血管拡張神経が存在するのならその神経終末から血管拡張性物質が遊離されるのではないかとの考えのもとに, 先に肺臓⁴⁾にて試みたと同様な意図にて, 迷走神経を刺激して些か知見を得たので茲に報告する。

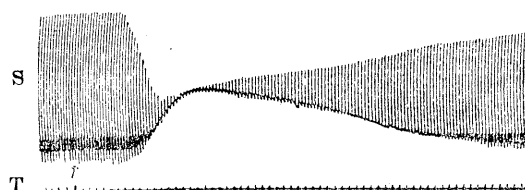
II. 実験方法

蟾 (*Bufo vulgaris formosus*) をエーテル麻醉し, 先に報告した⁵⁾と同様な手技のもとに迷走神経幹を頭蓋より取り出し随時刺激実験の行われる様にした。一方灌流液として 10^{-4} エゼリン加-Ringer-曾爾氏液を用い, A. renalis より 270mmH₂O, V. Portae renalis より 80mmH₂O の圧を以て灌流し, V. Cava posterior にカニューレを挿入し, 刺激後に得られた灌流液を試験管に集め洞房標本に注入しその作用を検討し, 更にこの溶液と 2, 3 化学物質との関係を見た。尚刺激装置としてはサクラトロンによる放電流⁶⁾を用い出力 2V に周波数40に一定した。

III. 実験成績

(A) 迷走神経刺激 迷走神経を強度 2V, 周

波数40に一定して刺激し刺激後に得られた溶液を洞房標本に作用させた所第1図Bに示す如く著明な収縮高の減少と共に, 収縮停止の状態になった。尚エゼリンを加えない Ringer-曾爾氏液にては第1図Aに示す如く, 斯くの如き収縮高の減少は見られなかつた。

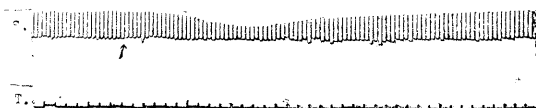


第1図

S: 洞房標本収縮機械曲線, T: 時間6秒

(B) 迷走神経刺激後に得られた溶液と化学物質との関係

1) アドレナリンとの拮抗作用 10^{-6} アドレナリン 0.5ml を洞房標本に作用させると第2図Aの如く収縮高の増大を來たすが, 上述の如き方法で迷走神経刺激後に得られた溶液 0.5ml と 10^{-6} アドレナリン 0.5ml とを注射器に取り洞房標本に作用させるとアドレナリンとこの溶液は拮抗する。第2図Bにてはアドレナリンの作用が全く現れず迷走神経終末遊離物質の作用のみ現れた。



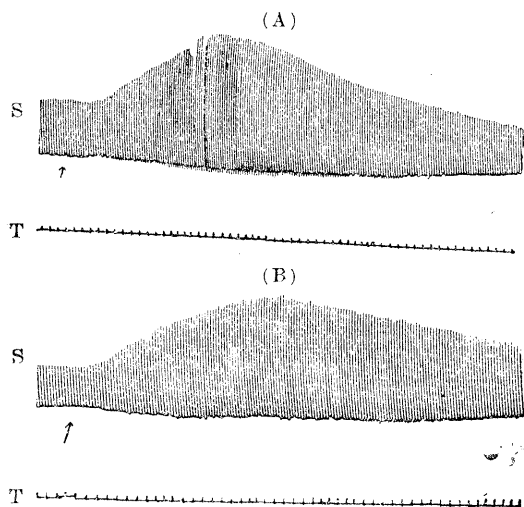
第2図

S: 洞房標本収縮機械曲線, T: 時間6秒

2) 塩化バリウムとの関係 1% 塩化バリウム 0.5ml を洞房標本に作用させると基底線の上昇が見られ収縮高は減少し拡張期が著しく上昇した (第3図A)。この事は既に市河⁸⁾に依り報

* 廣島医科大学生理学教室

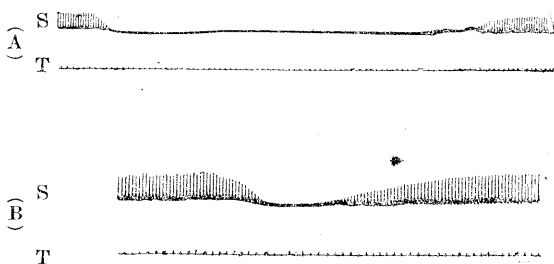
告されており同様な作用を呈したが、迷走神経刺激後に得られた溶液 0.5ml と 1% 塩化バリウム 0.5ml とを試験管を混ぜ洞房標本に作用させた所拮抗せずむしろ作用を増強した (第3図B).



第3図

S : 洞房標本収縮機械曲線, T : 時間 6 秒

3) d-tubocurarine chloride との関係 2×10^{-3} d-tubocurarine chloride Ringer-曾爾氏液 0.5ml を洞房標本に作用させると収縮高を減少させる (第4図A). 又この d-tubocurarine chloride はアセチルコリンの如何なる濃度に於いても拮抗せず収縮高を減少させる様に仿く、即ち協調的に作用するが、迷走神経終末遊離物質 0.5ml と 2×10^{-3} d-tubocurarine chloride 0.5ml とを注射筒に混ぜて洞房標本に作用させた所、アセチルコリンと d-tubocurarine chloride との関係と同様に拮抗せず、むしろ収縮高の一層の減少作用が現れた。即ちこの溶液と dtubocurarine chloride とは協調的に仿く (第4図B).



第4図

S : 洞房標本収縮機械曲線, T : 時間 6 秒

IV. 総括及び考察

J. R. Bradford はオンコメーターを用い迷走神経中には腎血管拡張神経は含有せずと主張したが、R. G. Pearce も迷走神経刺激が腎血管拡張を起さざる事を最初に証明し、後になりオンコメーターと血流量を計り、迷走神経刺激に依り血管と拡張と共に尿量の増加するのを見て血管拡張神経の存在を暗示した。一方別の観点から吳建⁴⁾は脊髄副交感神経中に腎臓に至る血管拡張神経が存在する事を主張している。私は先に肺臓¹⁾及び胃腸⁵⁾に至る迷走神経を刺激してその灌流液の中にアセチルコリン様物質の出る事を報じたので、腎臓に若し血管拡張神経が存在するなら、腎臓に至る迷走神経中に含まれその神経を刺激する事に依り、同様にアセチルコリン様物質が遊離するのではないかと考えて延髄に近い所で迷走神経をとり出し、刺激してその後に得られた溶液を洞房標本に作用させた所、収縮高の減少を來たし、アセチルコリンと同様な作用を呈した。

アドレナリンとアセチルコリンが相拮抗する事は既に知られた事実であり、胃に至る迷走神経刺激後の溶液がアドレナリンと拮抗したが腎臓に至る迷走神経を刺激した溶液からも〔実験B.(1)〕に示す如くアドレナリンと拮抗する事がわかつた。

墓の後肢血管を 10^{-3} 塩化バリウム-Ringer-曾爾氏液で灌流した場合に血管の Tonus が増加して、この Tonus はアセチルコリンに依つて血管は拡張する事なく、一層収縮する事が百々²⁾に依り報告されているが、洞房標本に於て塩化バリウムと迷走神経刺激後に得られた溶液との関係を見ると、この溶液に依り塩化バリウムの働きが一層強められた〔実験B.(2)〕。

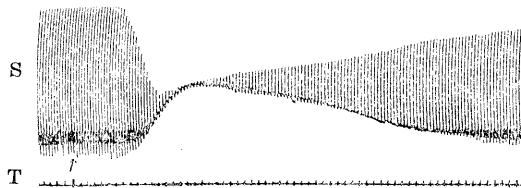
又 G. L. Brown and W. Feldberg²⁾ は Curarine が神経節を麻痺するが、しかし節前神経を刺激した時神経節から出るアセチルコリンの量に影響を及ぼさないと云っているが、私は更に洞房標本に於て d-tubocurarine chloride とアセチルコリンが拮抗せず作用

第14巻の完結について

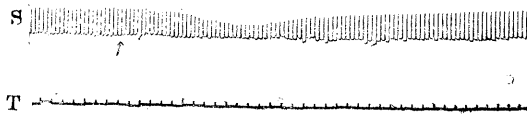
第14巻は第9号（昭和27年12月号）で完結と致しました。念の爲お知らせ致します。

正 誤 表

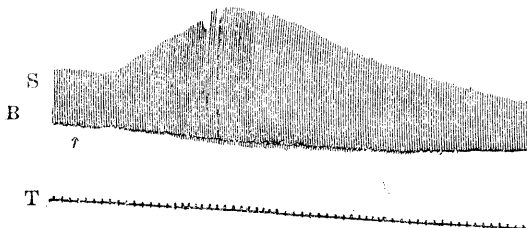
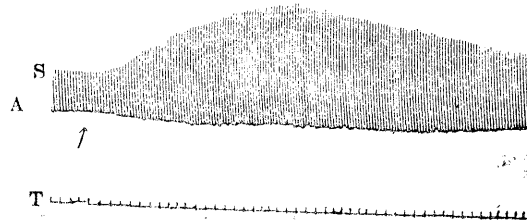
第14巻9号498頁の“胃腸に至る迷走神経終末より遊離する物質に就いて”と501頁の“腎臓に至る迷走神経終末より遊離する物質に就いて”の両論文の附図が夫々入れ誤りましたので裏面の図版を切って夫々はり付けられたい。



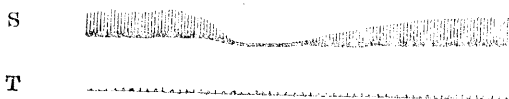
第1図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒



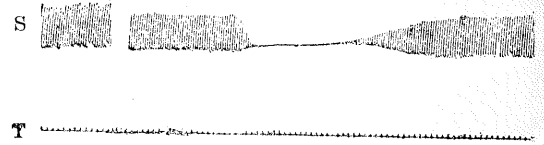
第2図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒



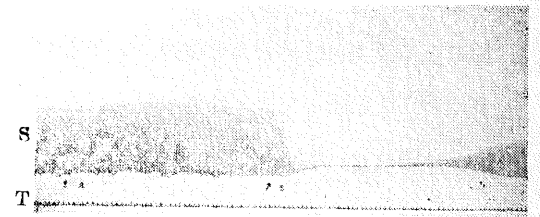
第3図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒



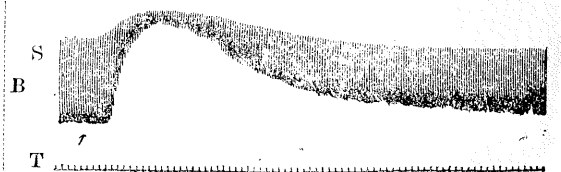
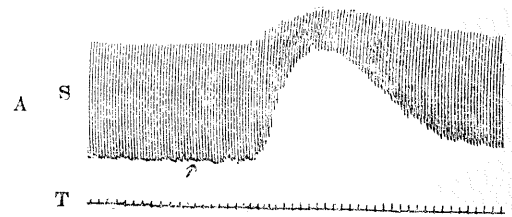
第4図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒



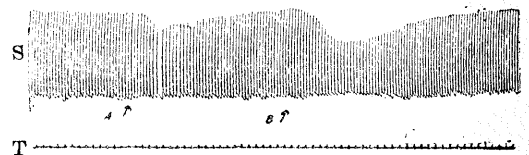
第1図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒



第2図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒



第3図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒



第4図 S: 洞房標本收縮機械曲線
T: 時間6秒

を一層増強する事を報じた⁷⁾。アセチルコリン様作用を呈する此溶液と d-tubocurarine chloride との関係を見ると、アセチルコリンと d-tubocurarine chloride との関係と同様に収縮高の減少を一層甚だしくした。即ちこの溶液と d-tubocurarine chloride と協調的に作用する。

又この溶液は灌流液の中にエゼリンを加えざる時は洞房標本の収縮高を減少させる物質は得られなかつた(実験A) 事や血液を入れる事に依つて容易に作用が失われる事や、他の化学物質即ちアドレナリン、塩化バリウム d-tubocurarine chloride との関係がアセチルコリンの場合と極めて類似している事から腎臓に至る迷走神経からアセチルコリン様物質が遊離されこのものが腎臓血管を拡張させるのではないかと考えられる。

V. 結 語

1) 腎臓に至る迷走神経刺激後に灌流液の中に洞房標本を拡張させて収縮高を減少させる物質が得られた。このものは組織に依り速に破壊せられる。

2) この溶液はアドレナリンと拮抗し、塩化バリウム d-tubocurarine chloride の働きを一層強め協調作用を呈し、アセチルコリンとこれら化学物質との働きと極めて類似する。

文 献

- 1) Bradford, J. R. (1889) The innervation of the renal blood vessels. *J. of Physiol.* 10, 359
- 2) Brown, G. L. and Feldberg (1935) Differential paralysis of the superior cervical ganglion. *J. of Physiol.* 86, 109
- 3) 百々芳雄 (1942) 化学的刺激による血管の Tonus に就て *日本生理誌* 7, 10
- 4) 飯塚恒治 (1951) 肺臓に至る血管運動神経に就て *日本生理誌* 13, 459
- 5) 飯塚恒治 (1952) 胃腸に至る迷走神経終末より遊離する物質に就いて *日本生理誌* 14, 498
- 6) 飯塚恒治 (1952) 刺激装置の一考案 *広島医学予定*
- 7) 飯塚恒治 (1953) *広島医学掲載予定*
- 8) 市河三太 (1944) 蕁洞房標本に対する ion の作用 *日本生理誌* 9, 708
- 9) 吳 建 (1935) 自律神経 克誠堂
- 10) 西丸和義 (1928) 胃, 腸, 脾臓及び腎臓に至る血管運動神経に関する研究 *岡山医学会誌* 40, 10
- 11) Roy, G. Pearce (1914) Effect of vagus stimulation on the blood flow through the kidney after section of the corresponding splanchnic nerve. *Am. J. Physiol.* 35, 2

Summary

During vagal stimulation the outflowing perfusate of the toad's kidney contain a substance which stops the sino-auricular contraction at the diastolic stage.

Without eserine sulphate this substance is quickly destroyed by the tissue and it is antagonistic to adrenaline and accelerate the action of barium chloride and of d-tubocurarine chloride.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

唾液の酸塩基平衡に関する研究 612.314.1

(第1報) 唾液の酸塩基平衡と血液の酸塩基平衡

Studies on the Acid-base Balance of Saliva.

Part I : The Interrelation between the Acid-base Balance of Saliva and of Blood.

高 岡 渉 (Takaoka-Wataru) *

I. 緒 言

唾液の酸塩基平衡に関しては、既に 渡辺-Zambrini 反応^{1) 2)} によつて知られる如く、疲労と密接な関係ある事が認められ、Zambrini²⁾ は唾液は全身違和の状態を写す鏡であるとさえ言っている。併し何故に全身の斯様な疲労の状態が唾液の pH に影響するかの機序に到つてはよく知られていない。この様な唾液の酸塩基平衡の機序を論ずるに当つて先ず問題となるのは血液酸塩基平衡との関係である。元來唾液は主として血液内の成分乃至はそれと関係深き組織液を材料として分泌せられるものであるから、両者の間には密接な関係が成立するのであらうと推察せられる。事実 Benetato & Oprisin⁴⁾ は犬について実験的に acidosis 及 alkalosis をつくる時にはそれぞれ唾液 pH は低下または上昇し、血液の酸塩基平衡の変化が唾液に反映し、唾液は身体の酸塩基の調節の一役を演ずるとさえ主張している。又渡辺²⁾ は人体血液の豫備アルカリ量と唾液 pH との間に直線関係が成立する事を明にした。而しながら何故に血液の酸塩基平衡が唾液に反映するかの機序に就ては何等の記載もなく唯體が乍ら血液成分の唾液への拡散が両者の関連に主役を果すのであらうと想像されるに過ぎないのである。

著者はかねがね渡辺¹⁾ が指摘した唾液の pH が身体疲労時に低下する事実に興味を持ち、この機構の研究を計画していたのであるが、たまたま教室にて行われた人体栄養試験に際して、唾液の pH と血液酸塩基平衡の関係について精査する機会を得た。その結果は本論文に述べる

如く、必ずしも両者の間には平行関係の成立せざる事を確め、益々唾液酸塩基平衡機構の探求に思を深め、こゝに本研究を企てたる次第である。そこで研究を3段階に分ち第1報に於ては血液の酸塩基平衡と唾液酸塩基平衡との関係につき論じ、第2報に於ては唾液酸塩基平衡変動の要因につき研究し、第3報に於て疲労と唾液の酸塩基平衡との関係を論ずる事とする。而してこの第1報の血液と唾液の酸塩基平衡の相互関係に対しては実験を2つに分ち、先ず最初に前記人体栄養試験に於ける血液の酸塩基平衡と唾液のそれを早朝空腹時に平行的に検査して比較した成績を述べ、次に人工的に被検者にアルカリを飲用せしめたり、CO₂の吸入を行つて血液の酸塩基平衡を変化せしめた場合の唾液の酸塩基平衡に就て論ずる事にする。

II. 実験方法

1) 検査材料

検査したる材料は正中静脈よりとつた静脈血と耳下腺唾液又は混合唾液である。此等の材料は何れも厚い流動パラフィン (1~2cm) 下にとつて CO₂の脱出を防ぎつゝ測定に供した。此の際血液には 2.3% 蔞酸加里 (等張性) を 9:1 の割合にて血液に混入し凝固を防ぎ、此れを遠心沈澱して血漿を分離した場合と、採血後直ちに遠心して血清を分離して測定に供した場合とがある。唾液の採集には先ず混合唾液に就て言えば始め被検者の口内を清水にて含嗽せしめたる後、最初に出る唾液を吐出せしめ、その後出るものを普通 10~30 分間流動パラフィンを入れたスピツグラスに採集した。この唾液は時に口内の汚物の残渣を混ずる事があるから、その

* 京都府立医科大学生理学教室 (主任教授吉村寿人)

場合には遠心沈澱して清淨の唾液を得るに勉めた。次に耳下腺唾液に就て言えば被検者の耳下腺導管の開口部に永井氏唾管⁶⁾を附し、これにゴム管をつけて口外のスピツグラスの流動パラフィン下に導いた。そして適当な刺激を加えて反射的に唾液分泌を促してこれを採集した。刺激としては M/8 酒石酸を2分毎に1ccづゝ約20分間に涉つて舌背にたらした場合と1% pilocarpin を0.2cc乃至0.3cc皮下注射した場合とある。pilocarpin 皮下注射の場合には注射後5分位より既に著明に分泌が亢進した。

血液酸塩基平衡を後記の如く人工的に変化せしめる場合には、その影響が尿に及ぶ事は衆知の事であるから、斯様な影響が一般体液にも及ぶ事実を確める対照の意味にて、尿の酸塩基平衡の変化をも測定した。而してこの場合には尿、血液、唾液は何れも30分～1時間毎に分割採集して、時間的経過を追つてその相互間の関連性を明かにする様に務めた。

2) 検査項目とその測定方法

上記の被検液に就て検査せる項目はそのpH、CO₂濃度であり、唾液並に尿に就てはその分泌速度をも併せ測定した。pHの測定は血漿や唾液に就ては水素瓦斯電極(黒瀬氏注射器電極⁶⁾) (pH測定法については吉村⁷⁾参照)を用いた。尿の夫はpHが酸性のものが多かった爲にキンヒドラ電極を用いた。血漿や唾液のpHを吉村⁷⁾の方法に準じてキンヒドラ電極にて測定した事もあるが、誤差が多い爲にこの成績は單に参考に供するに止めた。CO₂濃度の測定は唾液や血液に就ては斎藤式微量測定法⁸⁾を用い、この内唾液の場合には松田⁹⁾に従つて比重の軽い試薬を用いた。又血漿の測定の場合に稀酸加里溶液を混じしたものは原血漿が若干稀釈されているから、そのヘマトクリット値を加えた稀酸加里量とより稀釈量を補正して原血漿量の値に換算し、CO₂濃度を算出した事は言う迄もない。

3) 人体栄養試験の概要

以上の如き検査を行つた、栄養試験は昭和23年の夏期に行つた低蛋白食試験(被検者3名)と

昭和24年夏期の低蛋白食試験(1例)、其他に昭和24年春と夏において教室にて行つた労働実験(4例)である。低蛋白食試験の詳細は山本¹⁰⁾の論文に記載せられ、労働実験の詳細は山地¹¹⁾の論文に記載せられているが、実験成績を述べる關係上その概要を述べると次の様である。低蛋白食試験に於ては先ず被検者に養價2400 kcal、蛋白75g(動物性25%)の標準食を与え、其の後養價2400 kcalに一定するも蛋白のみを全部植物性として25g/日に減少せしめ、これを23～30日間与えた。かくして低蛋白食の生理的影響を検した後再び標準食にもどして、その回復の有様を検した。又労働実験は前記の標準食の後に1日需要熱量約1100 kcalの重労働を毎日行わしめ、その1日消費熱量を3500 kcalとしてこれに相当した養價の食物を与えた試験であつて、労働は約半ヶ月を1期として各労働期後には5～7日の休息期を与えた。休息期の養價は2400 kcalとした事は言う迄もない。又労働期の蛋白量は125g/日の高蛋白食を与えた場合と標準食と同様75g、50g又は25g/日の低蛋白の場合とあり、休息期の夫は労働期又は標準食と同様とした。而して此等の重労働や栄養変化そのものの、人体酸塩基平衡に及ぼす影響は別に論ずる事として本報に於て述べる事は此等の試験の間に於て長期に涉り同一被検者について日々早朝空腹時の血液と唾液との酸塩基平衡を平行的に測定比較した成績である。

4) アルカリ飲用並にCO₂吸入

以上の早朝空腹時の血液と唾液の酸塩基平衡の關係を見た実験の外にアルカリを飲用せしめてalcalosisを起させたり、CO₂を吸入せしめてacidosisを起させたりした場合の唾液の酸塩基平衡の変化をも追求した。アルカリとしては被検者に重曹を30～40g或はクエン酸ソーダ40g(pro kg 0.87g)をオブラートにて5gづゝの包みにして一度に全部を飲用せしめた。而して飲用後1時間にして既に血液に著明なalcalosisを認める事が出来たので、飲用後4時間に涉つて自然に流出する唾液を1時間毎に約10分間づゝ採集した。唾液の少い場合には1% pilocarpin を

飲用後約2時間目に0.3cc皮下注射した場合もある。CO₂の吸入を行う爲には約2000l入りのゴム袋に予め一定量の空気と炭酸瓦斯(ボンベより)を吹入れて混合瓦斯をつくつた。而してこれを瓦斯マスクを通じて被検者に約1時間に涉つて吸入せしめた。瓦斯の組成はCO₂約4%, O₂約20%, N₂約76%であつて、その瓦斯濃度は労研式瓦斯分析器にて測定した。而してこの場合の唾液の採集は前記の唾管を耳下腺導管の開口部に装着して、それより導かれたゴム管をガスマスクの小孔より気密に外に導きて採集した。唾液は自然流出のものを集めた場合もあるが、分泌の少ない場合には1% pilocarpin 0.2cc を皮下注射した場合もある。

5) 唾液CO₂測定法に就ての豫備試験

唾液CO₂を測定する場合、採集直後に行える場合は問題はないが都合に依り直ちに行えない場合もある。そこで先ず本研究に先立つて唾液採集後より測定迄に之を保存出来る時間を決定する

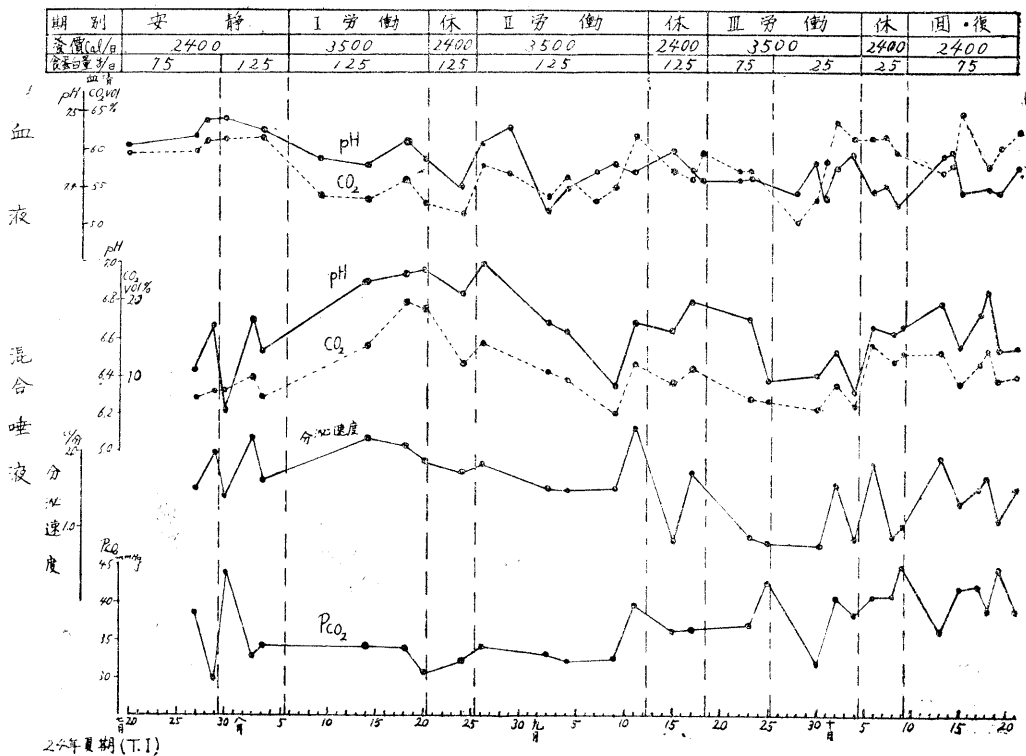
必要がある。その目的の爲に耳下腺唾液を採集後これを1cmの流動パラフィン層の下に保存して、時間的に試料を屢々採集してそのCO₂濃度を測定し、何時間後よりCO₂濃度に変化が表れ

第1表 空気に曝した刺戟耳下腺唾液CO₂含有量に及ぼす影響 (20~22°C)

非露出時 CO ₂ Vol %	露 出 時 間					
	30分 (%)	60分 (%)	120分 (%)	180分 (%)	360分 (%)	1440分 (%)
52.8	50.4	48.3	48.2	39.7	41.1	44.3
50.2	51.1	52.2	44.3	45.5	40.1	44.2
44.5	40.4	42.0	40.5	37.2	38.3	38.7
48.1	45.5	42.1	40.5	37.0	38.4	39.7
逃散CO ₂ 平均値	-2.1	-2.8	-5.5	-9.1	-9.4	-7.2
t	1.07	0.82	3.24	2.56	3.97	5.52
P	>0.3	>0.4	<0.05	>0.05	<0.05	<0.02

流動パラフィン層 1cm に保存した刺戟耳下腺唾液CO₂含有量 (20~23°C)

直 後	経 過 時 間					
	30分 (%)	60分 (%)	120分 (%)	180分 (%)	360分 (%)	1440分 (%)
45.3	45.8	45.9	46.0	46.7	43.8	46.9
55.4	55.8	56.0	56.3	56.0	54.8	52.0
44.2	43.7	44.8	43.3	43.0	42.2	44.8
50.2	50.4	49.7	50.0	48.7	47.5	46.2
平均差異	+0.2	-0.4	+0.1	-0.2	-1.7	-1.4



第1図 人体栄養試験時の血液と唾液の酸塩基平衡

るかを検討した。又参考の爲にこれと平行して唾液を採集したまゝ流動パラフィンの重疊を行わずに保存した場合についてもその変化を測定して見た。その結果は第1表の如く流動パラフィン下に保存していない場合には既に30分にてCO₂濃度の減少を來すに拘らず、流動パラフィン下に保存した場合には約3時間に涉つてCO₂濃度の変化を來さなかつた。併しそれ以上になるとCO₂濃度の減少を來したので測定は唾液採集後3時間以内に行ふ事とした。而して止むを得ずして3時間以上を経過する様な場合には流動パラフィンの上にさらに固形パラフィンを熔融密閉し冷蔵庫に貯えて測定を行つた。

Ⅲ. 実験成績

1) 早朝空腹時の血液と唾液の酸塩基平衡の相互比較

第1図は、人体栄養試験時の血液並に唾液のpH及びCO₂濃度の時期的な経過を画いた1例(T. I.)である。図に見る如く血液のpH並にCO₂Vol%は全期間を通じて正常の範囲内にあるが併し勞働期にやゝ低下の傾向がある。尚pHが7.40以上のもの多く全体としてやゝ過高値を示しているが、これは血液の遠心分離時の温度が低かつた爲である(吉村⁷⁾参照)。所でこれに対して唾液のpHやCO₂は血清の夫よりも小さくpHは約6.2~7.0, CO₂Vol%は5~20%の間を變動し、且これは殆んど血液の夫と平行してゐない。試みに渡辺²⁾に従つて唾液のpHと血液CO₂Vol%との相関々係を調べて見ると第1

図の例に於ては第2図に見る如く殆んど相関が無い。併し時に可なり良い相関を認められる場合(K.K.)もあり、その相関係数は $+0.544 \pm 0.104$ であつて、統計上有意である(第2図参照)。このK.K.例では勞働時の疲労の程度もやゝ強かつた例である。而してこの様にして求められた総ての例(9例)に就て一括して相関係数を求めると、図示の如く $r = +0.169 \pm 0.055$ となり、推計学上無意である。即ち相関のない場合の方が多し事が判る。この外に耳下腺唾液に就ても同様の検討を行つたが、この場合も混合唾液の場合と同様であつて、可なり良い相関を示す場合もあつたが、相関なき場合も可なりに存し、全体を通じての相関係数は $r = +0.141 \pm 0.065$ であり、推計学上無意である。渡辺²⁾は混合唾液のpHの血液CO₂%との間には個人差に関係なく美しい直線関係が成立する事を主張しているが、以上の著者の成績よりすれば、この関係は何等か或る特定の條件の下に限り発現するものと考えざるを得ない。そして一般的に言えば血液の酸塩基平衡と唾液の夫との間には直接の関係はないものであろう。この事は既に渡辺一門の沖田¹²⁾の成績に於ても指摘せられているのであつて、彼等はこれを原則に反したものととして取扱つてゐるが、著者の成績に於てはむしろ直接の関係のないのが原則であらうと思われる。

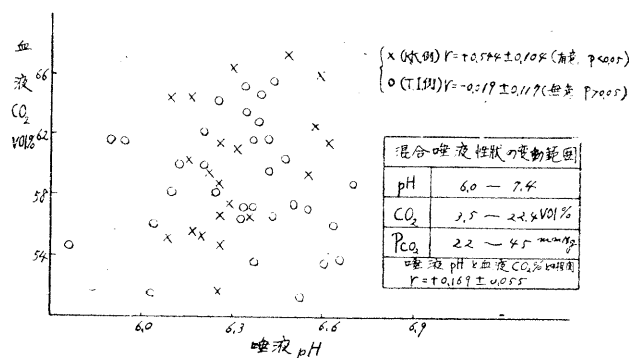
そこで次にこの唾液の酸塩基平衡を左右する要因に就き此等の成績を仔細に検討するに、先ずpHとCO₂Vol%の間には密接な関係があるらしい事が第1図の成績より看取

せられる。これは唾液中のCO₂が次の如き Henderson-Hasselbalch 式に従うとすれば当然の事である。

$$\text{pH} = \text{pK}' + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} ;$$

$$[\text{HCO}_3^-] = [\text{総CO}_2] - [\text{CO}_2]$$

こゝに[総CO₂]とは瓦斯分析器によつて実測せられたCO₂の総濃度を示し[CO₂]とは遊離CO₂濃度であつて、上式を書改めると



第2図 早朝空腹時の混合唾液 pH と血液 CO₂%

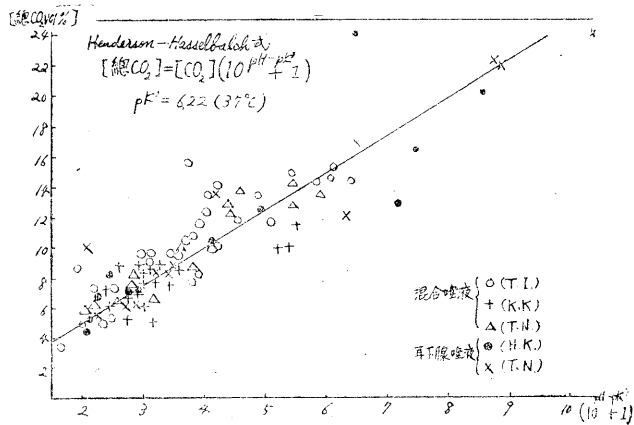
$$[\text{総CO}_2] = [\text{CO}_2] (10^{\text{pH}-\text{pK}'} + 1)$$

となる。そこで栄養実験の成績に就いてこの関係が成立するかを更に詳しく吟味する事にする。今 $[\text{総CO}_2]$ を Vol% にて表しこれを縦軸として、各測定値より $(10^{\text{pH}-\text{pK}'} + 1)$ の値を図にとつて見ると第3図に見る如く、混合唾液、耳下腺唾液共に大體として原点を通る1本の直線上にのつて来る。但し pK' の値は松田¹³⁾に従つて 37°C に於ては6.22とした。この事は唾液の CO_2 が Henderson-Hasselbalch 式に良く従っている事、並に唾液 CO_2 分圧が正常時に於ては略一定 (平均 $\text{Pco}_2 = 34 \text{ mmHg}$) に保たれている事を示している。この場合松田¹³⁾の pK' の値を用いず、單に唾液 Pco_2 が略一定に保たれるとの仮定の下に上式を用いて最小自乗法にて著者の成績より唾液の pK' を求めたに $\text{pK}' = 6.37$ となり、又唾液の $\text{Pco}_2 = 46 \text{ mmHg}$ となつた。併し上記の値との差は推計学的に無意であつた。元來 pK' の値は溶液のイオン強度によつて変化するものであるから、イオン強度を与えずに pK' を一概に定める事は困難であるが、併し唾液のイオン組成の範囲に於ては pK' は 6.2~6.4 (6.3附近) と考えて差支えないであろう。何故に唾液の CO_2 分圧がこの様に略一定に保たれているかは後に論じて、こゝにはしばらくおく事とし、ともかく以上の事実の教えるものは唾液 pH は主としてその HCO_3^- 濃度の大小に依つて定まると言う事である。即ち上の Henderson-Hasselbalch 式に明かな様に式中の $[\text{CO}_2]$ が一定ならば pH は $\log [\text{HCO}_3^-]$ に全く比例する事となる。

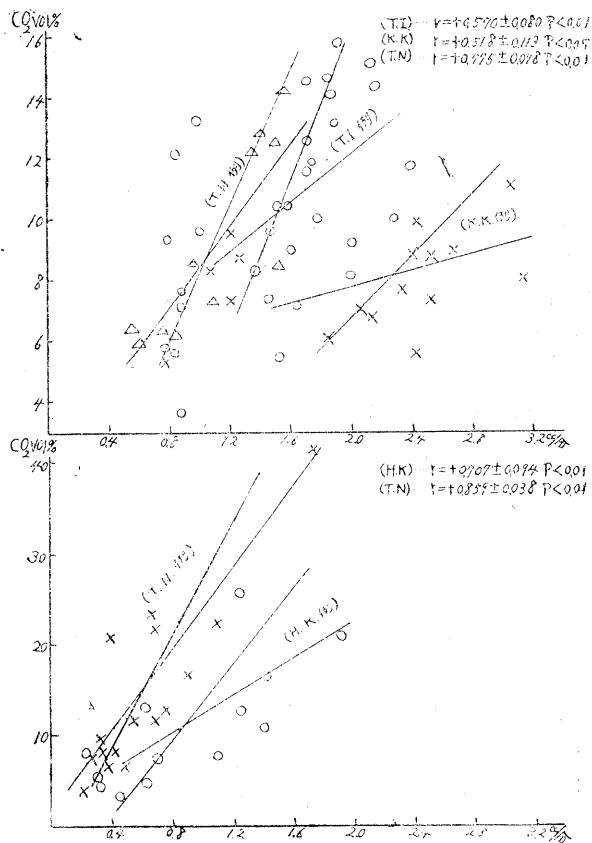
次にこの様な唾液の $[\text{HCO}_3^-]$ を左右する要因につき検討する爲に上記の成績に就いて分泌速度と唾液総 CO_2 濃度 (大部分が $[\text{HCO}_3^-]$ に匹敵) との関係を

見るに第4図の成績が得られる。

こゝに明かな様に被検者や唾液の種類が異ると分泌速度と総 CO_2 濃度の関係も亦多少違つて来るが、同一被検者、同一種類唾液に就ては両者の間に略順相関が成立し、その相関係数は図



第3図 唾液 CO_2 濃度と Henderson-Hasselbalch 式

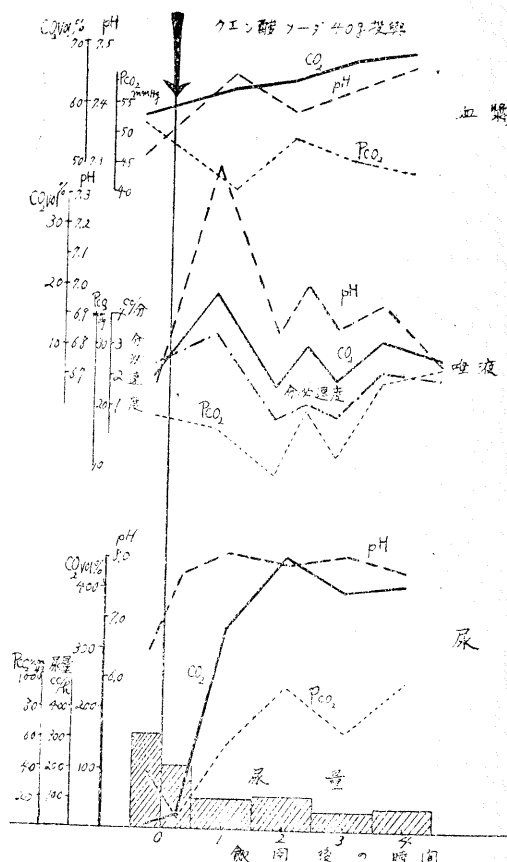


第4図 早朝空腹時の唾液分泌速度と $\text{CO}_2\%$

示の如く 0.52~0.86 である。この事は唾液の CO_2 濃度は唾液腺細胞の分泌活動と直接関係を持つている事を暗示する。そして前記の様に血液酸塩基平衡と唾液酸塩基平衡との間には直接的な関係が無い様である。併し乍ら緒論に於て述べた様に従來の報告に於てはこの両者の間に密接な関係が述べてあり^{1) 2) 4)}、又唾液の成分は何れにしてもその材料は主として血液成分に基因するものと思われるから、今少しく綿密に両者の関係明にをする必要がある。そこで更に次の如き実験によつて血液の CO_2 、 HCO_3^- 等の濃度を種々に変化させた時にこれが唾液の酸塩基平衡にどの様にひいて來るかを検討せんとした。

2) アルカリ飲用の場合

最初に行つた実験は大量にアルカリを飲用して血液の豫備アルカリを増大せしめた場合に果してこれが唾液の $[\text{HCO}_3^-]$ や pH に影響するや否やの検討である。その成績の1例としてはクエン酸ソーダ 40g を飲用して血液並に混合唾液の酸塩基平衡を見た成績を第5図に上げる。図にはこの外に同じく血液を材料として生成せられるもので生成機轉が比較的明かになっている尿に就いて、同時に観察した成績をも揚げた。尿量を示すヒストグラムは1時間当り排泄量であつて、ヒストグラムの中は採尿した時間の長さを示し、各尿性状は採尿時間の中央時間の値として示した。又唾液、血液の成績は試料採集の時間上にプロットした。図に見られる様にクエン酸ソーダ飲用後1時間にして血漿の総 CO_2 濃度は漸次に上昇し、その pH も高まつて來る。これに伴つて尿の pH、及び全 CO_2 濃度は血液のそれとは若干上昇経過の形は違つてはいるが、大体としてこの血液の酸塩基平衡の変動を反映してむしろそれを拡大して大きな変化が表れている。これに対して、唾液は最初 pH や総 CO_2 濃度は上昇するが、其後漸次減少し飲用後1時間半にして既に飲用前の値に近く低下している。即ち唾液の酸塩基平衡は血液の夫に必ずしも伴つていない事が明かである。然もこの場合に唾液の分泌量とその pH や $\text{CO}_2\text{Vol}\%$ 等と



第5図 アルカリ飲用時の血液酸塩基平衡と唾液に尿酸塩基平衡 (被験者W.T)

の關係を見ると互によく平行している。従つてこの關係より考えるとアルカリ飲用直後の pH や $\text{CO}_2\text{Vol}\%$ の上昇も血液酸塩基平衡の影響と言ふよりむしろアルカリ飲用による反射的悪心によつて唾液分泌の増した爲と考えた方が適正である。

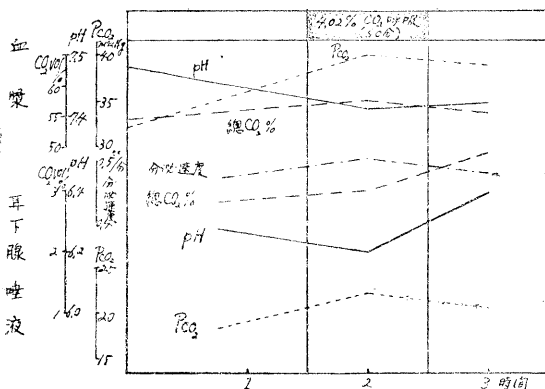
次にこの唾液並に血液の成績に就いて夫々の炭酸ガス分圧を計算して見ると、図の如く唾液 Pco_2 は血液のそれの 1/2 以下程度の低い値であるが、その消長は血液の夫に大体として平行するかの感が与えられる。従つて遊離 CO_2 の如き拡散速度の早いものに就いては血液の CO_2 が唾液の夫に影響するのではあるまいかと考える。但しこの変動は図に見る如く多少 pH にも影響する様であるが、それほど大きな変動では

なく、唾液の pH を左右するものは総 $\text{CO}_2\%$ 乃至はその大部分を占めている $[\text{HCO}_3^-]$ である事は間違いない。

此れと同様な関係は耳下腺唾液についても、又重曹を飲用して alkalosis を起させた場合にも見られ、血液の pH や CO_2 の変化は直ちに唾液には反映せず、たゞ血液と唾液との間には Pco_2 に就いては若干は相互関係が在る様に認められた。そこでさらに之を実験的に確める爲に次の様な CO_2 吸入実験を行った。

3) 実験的 CO_2 吸入の影響

第6図は実験的に約 4% の CO_2 を混じたる空気を吸入した場合の血液並に唾液の酸塩基平衡



第6図 CO_2 吸入時の血液及び唾液の酸塩基平衡

の変化を見た成績である。この内の唾液の成績は図の縦線で区分した範囲の時間内に採集した唾液に就いて求めたものであり、血液はその図示の時間に採血したものである。図に見る如く血液の Pco_2 は吸入によつて著明に上昇し、総 $\text{CO}_2\%$ はその影響で若干上昇するが、併し pH は明かに低下している。これに対し唾液の Pco_2 も亦血液の夫に平行して上昇し、総 $\text{CO}_2\%$ も亦この遊離 CO_2 の増加によつて若干上昇している(唾液 Pco_2 の算出には松田¹³⁾の pK' の値を用いた)。而るに pH は従來の唾液成績の場合とは逆に低下しているのである。これと同様な実験は他に 3 例あるが、その結果は殆んどこれと同様であり、又従來の文献の内にも肺胞空気の CO_2 濃度と唾液 pH が相伴つて変化する事を報告したものがあ¹⁴⁾。

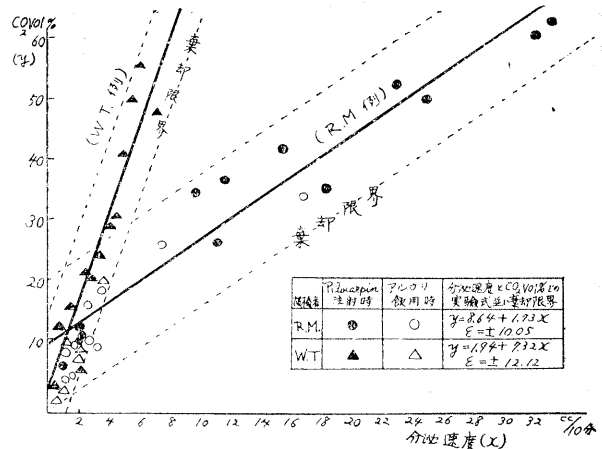
今この理由に就き考ふるに、先ず血液の Pco_2 と唾液の夫とを比較すれば、前者は後者よりも遙に高く、大体その 2 倍に相当する。従つて血液の遊離 CO_2 はこの高い分圧によつて当然唾液への方向に拡散して行くものと考えられる。而してこの遊離 CO_2 は可なり拡散速度の速かなものであり、且つ Pco_2 は遊離 CO_2 濃度に比例するものであるから、血液の Pco_2 は絶えず唾液の Pco_2 に影響し、この両者は唾液腺を通じて略一定の平衡を保っているのであろう。それ故に本実験成績の如く血液の Pco_2 の値を大きく変化さすと直ちに唾液 Pco_2 にもその影響が表れて来るわけである。併し普通の場合には血液 Pco_2 は呼吸中枢が健全なる限り略一定に保たれている爲に、唾液の Pco_2 も亦略一定に保たれる。これがさきの栄養実験に於て唾液 Pco_2 が略一定に保たれた主な理由であらう。即ち普通の場合唾液の酸塩基平衡は Pco_2 の変動によつて著明に変化する事は少く、多くは唾液の重碳酸濃度の変化によつてその pH が大きく左右せられるのである。

IV. 考 按

以上著者の成績を要約すれば唾液の pH は主としてその重碳酸塩濃度(又は総 $\text{CO}_2\text{Vol}\%$)の大小によつて定まり、且つ唾液の重碳酸塩濃度は分泌速度と順相関を有する。血液の pH やアルカリ豫備濃度は、直接には唾液の pH や CO_2 濃度に反映するものではなく、それによつて唾液の分泌速度の変化を來す様な場合に始めてこの分泌速度に伴つた唾液の pH や CO_2 濃度の変化が起る。従つて渡辺²⁾等が報告せる唾液 pH と血液豫備アルカリ濃度の関係式も、特定の場合即ち血液豫備アルカリ量の変化に伴つて唾液分泌速度の変化を來す場合に限り成立するものであつて、決して一般的な法則と認める訳には行かない(血液豫備アルカリ量と唾液分泌速度との関係に就いては第3報を参照)。たゞし血液中の遊離 CO_2 はその拡散速度が速かなる爲にこれは容易に唾液に侵入してその Pco_2 を変化せしめ、その爲に血液の Pco_2 の大なる場合には

唾液の pH も亦これに反映して低下する。併しかかる事は窒息、 CO_2 過剰空気吸入或は高空上の過呼吸機能に大きな変動を來す様な特定の生活條件(呼吸性 acidosis 及び alkalosis) に於て認められるものであつて、普通の生活条件下にては血液 Pco_2 は殆んど一定に保たれているから、日常の生活条件下に於ては一般に唾液の pH 又は CO_2 濃度は血液の夫と直接の関係なく、むしろその分泌速度と直接関係すると考えて差支えないと思われる。

この様な成績は緒論にも述べた Benetato & Oprisin⁴⁾ の成績や、犬について Na_2CO_3 , CaCl_2 の注射時の血液中の無機塩濃度と唾液中の夫の相関を論じた Berr & Wilson¹⁵⁾ の成績等と矛盾している。併し此等の人々は唾液成分の濃度変化を論ずる場合に、その分泌速度との関連性を看過している。従つて彼等が説明困難なりとせる成績も原著に記載せる分泌速度の成績を考慮すればよく説明がつくのである。この様な唾液の分泌速度と成分濃度の関係に注目せしものは既往の文献にも散見せられ、Langstroth, Mc Rae & Stavsky¹⁶⁾ は唾液の Na 濃度がその分泌速度と直線的な関係ある事を認めている。又 Anderson¹⁷⁾ は人体混合唾液について、その $[\text{H}^+]$ は分泌速度の逆相関の関係ある事を認めたが、併しこの唾液の $[\text{H}^+]$ を決定する因子がその $[\text{HCO}_3^-]$ である事には触れず、反つて重曹や塩化アンモン飲用時には血液の pH の変化を反映して唾液の pH の変化が起ると述べている。併し乍ら Anderson¹⁷⁾ の認めた acidosis や alkalosis に際する唾液 pH の変化は平均して 0.05~0.06 の程度に過ぎず、かかる変動は例え血液 pH に変化がなくとも又分泌速度が略同一の條件にあつても、その時の唾液腺の状態によつて屢々起り得る事である。即ち第7図はさきのアルカリ塩飲用実験を行える被検者について種々の量の pilocarpin を注射してその分泌速度と唾液 $\text{CO}_2\%$ との関係を見た成績であるが、この図の中にアルカリ飲用時の成績を



第7図 Pilocarpin 注射時とアルカリ飲用時に於ける唾液分泌速度と $\text{CO}_2\text{Vol}\%$ との関係

plott して見ると、全く pilocarpin 唾液の相関図の棄却限界線(危険率 5%)の範囲内に入つてしまつてゐる。図にはこの外に今1人の被検者について行つた同様の実験成績をも記入してあるが、この場合にも同様の関係が得られている。従つて Anderson¹⁷⁾ の見た acidosis や alkalosis に際する唾液の変化は果して血液の $[\text{H}^+]$ が直接に唾液に反映したものかどうかは疑問である。即ち彼の実験成績によつて著者の唱える唾液の分泌速度と重炭酸塩濃度の直接の関係を否定する事は出来ない。

次にかゝる唾液の重炭酸塩濃度とその分泌速度の関係が何に基因するやに就いて考えるに、先ず本実験に於て求められた唾液の pH や CO_2 濃度を総括的に観察すれば、第2図に示す様に混合唾液に於ては pH 6.0~7.4, 総 CO_2 濃度は 3.5~22.4% であり、耳下腺唾液については図には示してないが pH 5.8~7.5, 総 CO_2 濃度は 2.8~56% であつていずれも血液より低い。この唾液の pH や CO_2 濃度は分泌速度が増すと共に漸次血液の pH や CO_2 濃度に近ずかんとする傾向を示す。而してこの唾液の pH を支配する HCO_3^- は第2報に述ぶる如く主として Na^+ と平衡したものであり、この Na^+ は細胞外の組織液の塩分の代表的なものである。従つて一応唾液の NaHCO_3 も亦組織液に基因すると考えられる。今唾液の分泌は唾液腺の興奮による機能

的透過性の亢進により、組織液の濾過が高まる事によつて惹起されるものと考えれば、以上の成績は一応理解出来るように考えられる。Langstroth¹⁶⁾ が唾液の無機塩の分泌を唾液の透過性の亢進に帰せしめたのも以上の観点によるものであり、又渡辺²⁾ や Benetato¹⁾, Anderson¹⁷⁾ 等が血液の酸塩基平衡と唾液の夫の直接の関連性を説いているのも根本的には如上の思想が秘められているものと考えられる。併し乍らこの様な考えを以つてしてはどうしても理解出来ぬ事がある。その1つは本報告に述べた血液の豫備アルカリの濃度が唾液の夫に直接影響して来ない事であるが、今1つは第2報にて述べる如く分泌速度が著明に大なる場合には屢々唾液の総CO₂%は血液の夫を凌駕しそのpHも血清の7.4以上に達する事実である。單なる組織液や血清成分の濾過によつて唾液の総CO₂%が変化し、従つてそのpHが左右せられるものならばかゝる事実はあり得ない訳である。その理由の詳細は第2報に於て論ずる外はないが、併し少くとも本報に於て述べた如く、唾液の重炭酸塩濃度はその水分の分泌量に伴つて増大するものであるから、こゝでは一応唾液の重炭酸塩の分泌はその分泌液量と共に腺細胞活動性に関係すると結論して置きたい。

V. 総 括

1) 唾液の酸塩基平衡を左右する因子は主としてその総CO₂濃度、特にHCO₃濃度に依ると考えられ、多くの場合総CO₂含量の高い程pHも高い。而して兩者の間にはHenderson-Hasselbalch式が成立し、そのpK'の値は6.3附近である。

2) 唾液の総CO₂濃度は分泌速度と共に増大し、兩者の間には高い順相関々係が成立する。従つて唾液pHも亦唾液分泌速度とよき順相関を示す。

3) 唾液腺の重炭酸塩の分泌は唾液水分の分泌と共に腺細胞の興奮に伴つて旺盛となるが、併し兩者の關係は次の4)項並に第2報に述べる事実によつて、單なる唾液腺興奮時の透過亢

進による濾過現象としては理解し難い。

4) アルカリ飲用により血液の豫備アルカリを増加させてもこれは直接唾液の酸塩基平衡乃至はその重炭酸塩濃度に反映せず、又早朝空腹時の酸刺激唾液(耳下腺)又は自然唾液(混合)のpH乃至は総CO₂%と血液の豫備アルカリ濃度との間にも直接の關係はない。これが一定の關係を示すのは唾液の分泌速度と血液酸塩基平衡が関連性を示す場合に限る。

5) 実験的CO₂吸入により血液のPco₂を高めると唾液のそれにも影響を及ぼす。これは恐らく遊離CO₂が直接腺細胞を透過して唾液の遊離CO₂と平衡する爲であろう。併しこの様な原因によつて唾液酸塩基平衡が変化するのは呼吸性acidosis又はalkalosis等の特別の場合である。

本研究は、文部省科学研究費(吉村寿人教授)によるものである。記して謝意を表す。

文 献

- 1) 金森虎男・渡辺 巖(1947)厚生科学叢刊(創元社) 5, 31
- 2) 渡辺 巖(1940)東京医学会誌 54, 886
- 3) Zambrini, F. (1934) Le Theromètre de La Resistivité Vitale. 1~218
- 4) Benetato, G. and C. Oprisin (1938) Comptes rendus Soc. de Biol. 128, 113
- 5) 林 謙(1950)条件反射学応用論(評論社)
- 6) 黒瀬雄逸(1930)日本眼科学会誌 34, 904
- 7) 吉村寿人(1948)pHの理論及び測定法(丸善)
- 8) 斎藤幸一郎(1937)日本生理誌 2, 213
- 9) 松田幸次郎・遊佐 満(1947)医学と生物学 11, 309
- 10) 山本正道(1951)日本生理誌 13, 462
- 11) 山地康平(1951)日本生理誌 13, 476
- 12) 沖田 稔(1948)歯科学会誌 5, 69
- 13) 加藤政孝・松田幸次郎・沼尻幸吉(1947)医学と生物学 13, 303
- 14) Starr, H. E. (1922) J. Biol. Chem. 54, 43
- 15) Beer, E. J. D. and D. W. Wilson (1932) J. Biol. Chem. 95, 671
- 16) Langstroth, G. O., D. R. Mc Rae and G. W. Starvaky (1938) Proc. Roy. Soc. London B, 125, 535
- 17) Anderson, D. J. (1949) J. Dent. Res. 28, 72, 583

Summary

On human parotid and mixed saliva, factors governing their pH, especially influences of blood CO_2 were studied. Results obtained are follows ;

1) The Henderson-Hasselbalch's equation holds in saliva and the pH of saliva is mainly governed by its bicarbonate content. Thus the more the total CO_2 content is increased, the higher its pH is raised.

2) The bicarbonate content of saliva and also its pH can not necessarily be increased, when the bicarbonate concentration in the blood is raised by an excessive intake (30...40g) of Na-bicarbonate or Na-citrate. When the free CO_2 content or CO_2 partial pressure (P_{CO_2}) of blood is increased by an inhalation of CO_2 gas, P_{CO_2} of saliva is also increased. Thus the bicarbonate in saliva does not necessarily originate from that of blood, while the free CO_2 of blood can diffuse out readily into the saliva, as the diffusion velocity of CO_2 molecule is fairly rapid.

3) The bicarbonate content and also the pH of saliva are found to be increased as the rate of excretion of saliva is accelerated. From these results, it is concluded that the bicarbonate content of saliva are closely related with the activity of salivary gland, and the alkali reserve of the blood can not influence directly the acid-base balance of saliva, even though it may be so indirectly.

(Department of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College)

疲労の電気化学的研究 (第17報) 612.463

蛋白の分解過程よりみた小川膠質法, Donaggio-佐藤-吉川法並に

阿知波法間の相関性に就て (其の1)

Electrochemical Researches into Fatigue. Report 17.

On the Relation between Ogawa's Colloidal, Donaggio-Sato-Yoshikawa's and Achiwa's Method from point of view of the Hydrolysis of Proteins.

阿知波 繁一 (Achiwa-Shigeichi)*

緒 論

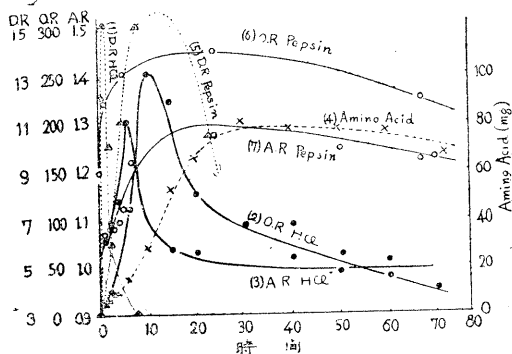
本回は生体内の蛋白代謝物にO.R, D.R, A.R 各法が如何なる挙動をとるかを推知するため蛋白質の加水分解物に対する各方法の検討を試みた。

Hardolph Wasteneys, Henry Borsook氏¹⁾等により蛋白質の分解過程として次の6段階を仮定した。Protein→Metaprotein→Protease→Pepton→Subpepton (Peptid)→Amino-Acid.

実 験 の 部

測定法^{2) 3) 4)} は第15報に同じ。

1) 塩酸による加水分解 可及的濃度の正確な1% アルブミン (卵) 溶液に之と同量の 0.4% HClを加え (時間的に分解が減少するため次第に HCl 濃度を増す) 100°C にて加熱分解し一定時間毎に試料の一部を中和, 各法による値を求める。結果第1図。



第1図

* 滋賀県立短期大学

D.R; 値は最初陰性であるが急激な変化を示し山は 2~3 時間附近にあつた (曲線 1)。

O.R, A.R; 値の変化は急激で 6~10 時間附近に最高の山があり, A.R は 20 時, O.R は 24 時間で値は略一定となつた (曲線 2, 3)。

2) アミノ態窒素の定量 フォルモール滴定法で求めた。結果第1図, アミノ酸は 24 時間附近で略一定の濃度を示した (曲線 4)。

3) ペプシンに依る分解 1% アルブミン溶液に同濃度のペプシン (市販品, 濃度 5500 倍) の N HCl 溶液を加えて pH 約 2 となし, 温度 40°C・290 時間分解, 結果第1図。

D.R; 点数は最初強くなつて漸次弱くなり, 山は 12~13 時間附近にあつた。曲線 5。

O.R, A.R; 20~24 時間附近に最高値を示した。曲線 6, 7。

4) ペーパークロマトグラフに依る調査 塩酸による分解物の一定時間毎にニンヒドリン呈色斑より求めた。アミノ酸及び Rf 不明物を示すと次の如くなつた。

時 間	1	2	3	6	10	32	60
アミノ酸数	1	2	2	3	10	12	14
Rf 不明物数	/	/	5	7	3	2	2

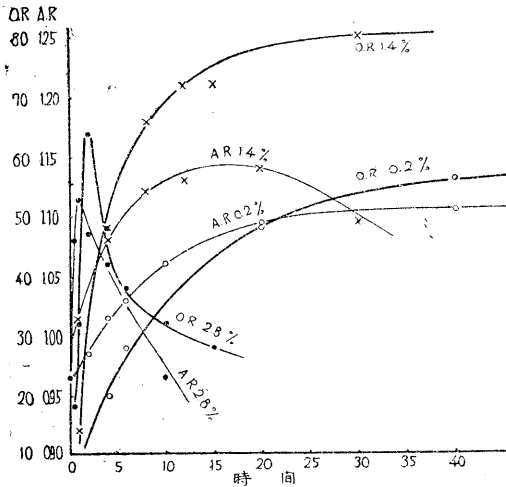
5) アミノ酸のモデル試験 卵アルブミンの分解物中グルタミン酸が多く含まれている故今

濃度%	D.R	O.R	A.R
0.175	(-)	(-)	(-) 1.006
* 0.350	(-)	(-)	(+) 1.082
0.700	(-)	(-)	(+) 1.106

* 但元は分解率を 70% とする時の生成アミノ酸の総濃度に相当する。

これを分解物の代表として、その濃度と各反応値をみると次の様になつた。

6) 分解産物の透析試験 酸の各種濃度に依る分解物の透析外液の点数及び保護数を示す下次図の如くなつた。



第2図

即ち A.R, O.R は殆んど同一傾向にして何れも透析性物質に陽性物があることが分る。但し A.Rの方がやゝ反応の山が前方にあつた。又酸の濃度が大なる程分解反応の急なことが分る。他方 D.Rは透析外液は凡て0点となつた。

実験考察

先ず塩酸による分解に於て6時間附近に Rf 不明物が最も多く、この点を過ぎるとアミノ酸が急増し A.R, O.R 低下し、A.R 20時、O.Rは24時間附近で一定となつた。又この附近で生成アミノ酸の濃度も一定となつた。以上の各点より考えると A.R, O.R 曲線の山の附近はアミノ酸より一步前の分解産物例えば Pepton, Peptid 級のものが反応にあづかり、アミノ酸級迄分解されると却つて係数が低下した爲であつてアミノ酸のモデル試験の結果もこれを裏書している。A.R と O.R は類似の反応物を捕捉しているが多少 A.Rの方が反応の山が前方にあることは、それだけ反応範囲の廣いことを意味している。

之に反し O.Rの値の変化をみると、酸の場合

は23時間附近に山があり、又酵素の場合12~39時間附近に反応の山があつた。又透析物に対しては陰性を示した。以上のことより考えて加水分解度の進んだものには陽性物のないことが分る。

以上の事実より考えて各反応陽性物は蛋白質分子の大小が関係していることが推察される。先に述べた如く蛋白の分解が6段階に終るものと仮定するならば、A.R, O.R の反応陽性物として捕捉している物⁵⁾は Protease の一部、Pepton, Subpepton (Peptid) 附近のものに主な反応物があり、Amino Acid 級迄分解されたものは却つて陰性となる。但し A.Rの方がO.Rより反応の山が前方にある故作用部が多少廣範囲にあり、非透析性の Metaprotein 及び Protease の一部にもあるものと思われる。

他方 D.Rは透析外液には全然反応性を示さない点より考えて、この反応が陽性部として捕えているものは Metaprotein, 非透析性反応の Protease の一部にあり、それ以上分解の進んだ物にはないことが分る。

総括

1) 塩酸によるアルブミンの分解の場合 A.R, O.R は急激な変化を示し6~10時間附近に係数の最高値がある。

2) ペプシンに依る場合 山は20~24時間内にあり、酵素の分解反応の緩慢なことが分る。

3) Hardolph Wasteneys 及 Henry Borsook¹⁾ 氏等の如き分解過程をとるものとすれば、A.R 法の陽性物は Metaprotein 及び非透析性 Protease 透析性の Protease, Pepton, Subpepton (Peptid) 級のものであり、O.Rのそれは、透析性の Protease, Pepton, Subpepton (Peptid) 級である。D.R は Metaprotein 及び非透析性 Protease 迄の分解物に陽性で透析性物質には陰性であることが推察される。

4) 各反応ともアミノ酸級の分解物は凡て陰性となつた。

本研究に対し、名古屋大学小川巖教授より種々の御指導、助言を戴いた茲に感謝の意を表します。なお測

定に種々援助された、本学の沢田・和馬氏の労を謝す次第です。

文 献

- 1) Hardolph, Wasteneys and Henry, Borsook (1924)
A Method for Fractional Analysis of incomplete Protein Hydrolysate.
- 2) 小川 巖 (1948) 小川膠質反応に就て 名古屋大学

環境医学研究所 昭22~23年報 85~86頁

- 3) 学術研究会著 Donaggio-佐藤-吉川法に就て 厚生科学叢書 5, 81
- 4) 阿知波繁一 (1949) 電圧滴定と其の応用 電気化学 18, 19
- 5) 小川 巖・村瀬守男・南川 豊 (1949) 蛋白質分解過程の観察の指標としての小川膠質法 名古屋大学環境医学研究所 昭24年報 9頁

Summary

By means of Ogawa's Colloidal Method (abbr. O. R.), Donaggio-Sato-Yoshikawa's method (abbr. D. R.), and the present author's method (abbr. A. R.), respectively, a series of investigations have been carried out with decomposed protein.

In cases of samples of albumin decomposed by hydrochloric acid, coefficient curves drawn for O. R., A. R. and D. R. markedly undulate, while in cases of enzyme-treated samples the curves are rather smooth.

The paper-chromatogram shows that there exist many indistinct Rf substances gathered around the maximum value of O. R. and A. R. beyond which, however, amino-acids are seen to increase in number.

The results obtained in model tests of amino-acids, are negative in each of O. R., A. R., and D. R.

Dialysis tests of decomposition products revealed that substances responsible for A. R. and O. R. are dialysable while that for D. R. is nondialysable.

(Shiga Prefectural Junior College, Hikone)

人体皮膚温分布測定に就いて 612.563

Studies on the Method of Determination of Temperature Distribution of Human Skin.

吉村寿人・福田正弘・大島公明・井上太郎

(Yoshimura-Hisato・Fukuda-Masahiro・Oshima-Komei・Inoue-Taro)*

I. 緒 言

人体皮膚温分布は発汗機能と共に体温調節機能を端的に反映せるものである事は衆知の事である。而して体温調節機能に依つて皮膚温の変化する場合には四肢殊にその末端部の皮膚温の変化が著明であつて重要諸臓器をおさめた軀幹部皮膚温は殆んど恒常に保たれる事は既に久野門下等により明らかにせられた事である。従つて此の場合に重要な身体各部位の個々の皮膚温ではなくて、その全身の皮膚温分布である。殊に人体の熱代謝の重要部は全身の皮膚面と外界との熱交換に帰すべきものであるから皮膚温分布乃至それより求められる平均皮膚温はこの熱代謝の様相を示す指標と考える事も出来る。

一方皮膚温は主として皮膚の放熱速度とその血液循環の如何により定まり此等の原因を変化せしめる原因の何たるやを問はず必ず皮膚温は影響を受ける。従つて居住環境、衣服或は疾病の如何によつては皮膚温殊に皮膚温分布に変化が起る場合が考えられる。斯様な場合皮膚温分布の測定値を疾病や生活衛生の打診に参考にする事も可能と考えられる。

要するに全身の皮膚温分布は体熱放散のレベルの決定因子としての意義と皮膚循環機能の内的又は外的環境に対する反応の表れとしての意義との2つの意義を有する訳である。

そこで皮膚温分布を測定すべき点、即ち如何なる点を測定すべきかと言う事が問題となるがこれに関しては既に Pfleiderer¹⁾, Winslow 其他²⁾, Hardy & DuBois³⁾等の研究が報告せられ、皮膚温測定点として9~20点を選んでゐる。併しこれは夫々身体よりの熱放散のレベルを示す

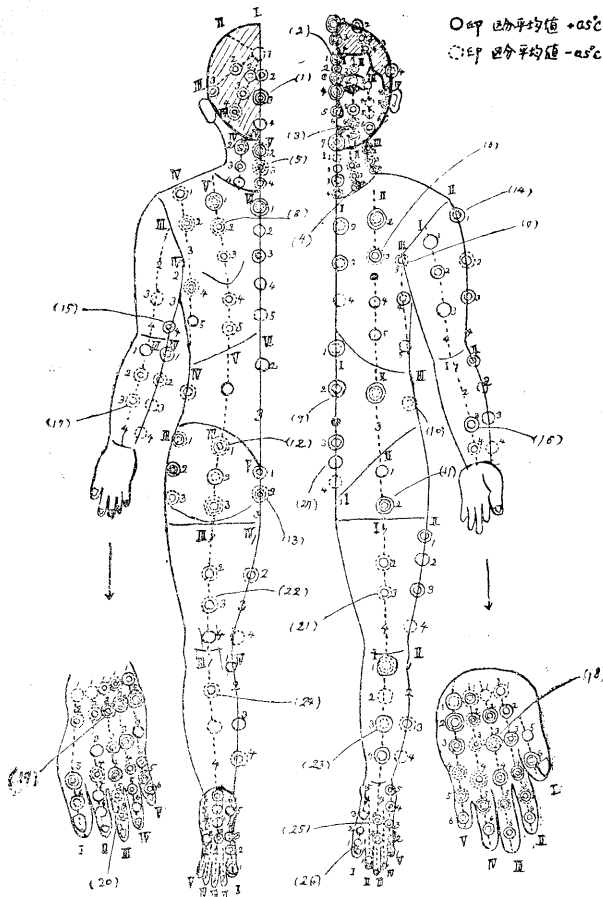
平均皮膚温を求むる爲に選定したものであり、且つその場合の実験条件は裸体、又は半裸体等の特殊なものである。従つてこれを直ちに衣服を着けた自然の状態での皮膚温分布の測定には準用し難い。一方 Benedict⁴⁾は着衣状態のまゝの人体皮膚温分布を求める爲に47点の測定を行つてゐるが、これも亦余りに測定点が多くして実用的ではない。そこで問題は出来るだけ人体各部の皮膚温の特徴を表すに足る程度に測定点を多くして、然も実用に不便で無く、且つ平均皮膚温の算出可能な程度に測定点を減ずる事である。

この様な色々の目的をもつた測定法を求める事は一面不徹底、不完全の謗りを免れ難いものであるが、併し夫々の目的に応じた正確な方法は將來の研究にまつとして、一応如上の目的を以つて取りあへずの解決を求めんとした。

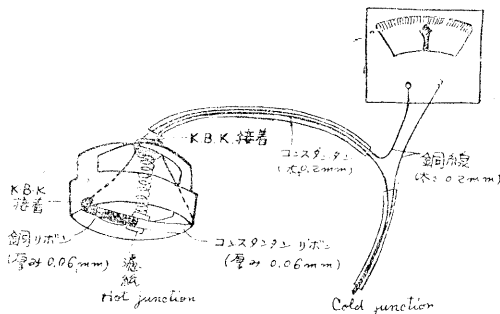
II. 実験方法

如上の目的の測定点を選定せんが爲には先ず全身の皮膚区分を如何に分つかゞ問題となる。これに就いては日本人に就いて測定せられた成績を用ゐるのが先決の事であるから、新谷⁵⁾の皮膚区分に従う事とした。唯新谷は大腿部の内に腰部を含めしめ、その面積が過大に過ぐる爲に、川畑⁶⁾の業績を利用して、これを腰部と大腿部に区分する事にした。即ちその大要は第1図の如くであつて、全身を12の区分に分つ事になる。次に斯様に区分せられた皮膚についてその温度の測定点を求むる爲には各部の温度を代表するに最も適当な点を求む可きであるが、それには各部の皮膚を出来るだけ細かい部分に分け、その温度を測定平均して、此の平均値に最も近い温度を与える点がそれに該当すると考えた。各部の皮膚の細分の仕方は部位により区々

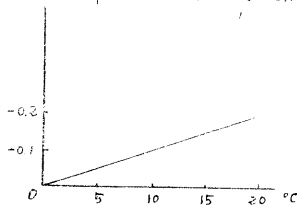
* 京都府立医大生理学教室



第1図 体表面区分と各区分内皮温測定成績



理想的につくられた時の誤差



第2図 被服下皮温測定用熱電対

であるが大体各部内に十数点以上の点を等間隔に且つ一様に分布する様に選んだ。即ち第1図の各部に示せる番号はこの様な測定点を示したものであつて、各皮膚部分に於てIよりIV~Ⅶの等間隔の縦の線を引き、これに夫々1より4~6の横の線を引いて、その交点を測定点と定めた。この様な交点を示す爲にInの如くアラビア数字と算用数字を組合せた記号を用うる事にする。

実験は、昭和24年の初夏の候(気温22.0~23.5°C)と冬期(気温5.6~7.2°C)の2回行つたが、初夏の候に一応の成績を得て、これを直ちに应用到に移した関係上冬期の成績は單に夏期の成績の内冬期の成績と余りに辺倚せる点のみを修正する程度の観察に止めた。

皮温測定法は第2図の如き熱電対を用いて Potentiometer にて測定した。この熱電対は吉村・小石等⁷⁾の考察したものであり、その造り方に就いては既に日新医学誌上にて佐々木・鎌田⁸⁾氏により紹介せられ又その正確度に就いての検討も行われている。従來の熱電対を用うる時は絆創膏でとめるか、川畑の行つた様にコルクの台をつけねばならぬ。絆創膏でとめる時は熱がたまつて誤差が増加するし(吉村・小石等⁷⁾)、又大きなコルクをつける事は皮膚によけいな附屬物をつける事になる。この様な点を考慮し、且つ吉村・小石等が証明した様に熱電対をリボン状に且つ極力うすくした事が本熱電対の特徴である。

被検者は3名の成年男子であつて年齢は22才、29才、23才であつた。測定は午後気温の略一定の時期を選び夫々の部に熱電対を絆創膏にて装着したる後、その季節に適した被服をつけ、且つ椅子に坐した位置にて測定した。測

定の際には木棒で軽く熱電対部を圧して熱電対がはがれる事を防いだ。又露出部は熱電対を木棒の先につけて軽く皮膚に接触せしめた。この様に木棒を用いたのは測定者の手や体が近づく事によつて生ずる熱輻射の影響をさける爲である。かくて各部の温度が略一定となるを待つてその各点の温度を定めた。冬期は四肢の温度が容易に一定しなかつたが、熱電対装着後1時間以後30分の値を平均して測定値を定めた。

Ⅲ. 実験成績

a. 身体各部皮温の代表点の選定

先ず夏期の実験成績に就いて述ぶるに、各皮膚区分に就いて、夫々の測定点の総平均値を求めれば第1表の()内の値が得られた(区分平均値は仮称す)。そこで、この測定値との差が $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内の値を示す測定点を○印をつけて示すと第1図の成績が得られる。但し実線の丸印は $+0.5^{\circ}\text{C}$ 以内の点、点線の丸印は -0.5°C 以内の点である。こゝには各被検者に就いて求めたものを同一の図にて表してあるから、○印が3つゝいている点は3名の被検者共にその点の測定値は平均値に近接したものなる事が判る。即ち○印の多いもの程一般測定用として適当な点である事を示す。そこでこの3重丸のついた点の内から実線の丸の点と点線の丸の点を夫々1つづつ選べば、その測定値と区分平均値との偏倚は互に相拮抗したものであるから区分平均値に極めて近接した値となる事が豫想せられる。併しこの様な2点は常に相拮抗した偏倚を示すとは限らず、測定条件の如何によつては同一方向の偏倚となる可能性もある。そこで出来るだけ斯様な心配をなくする様に、その解剖学的の位置が対称的であつて、本態的に拮抗的の偏倚を示し易い点を選ぶ必要がある。又此等の点は実測上便利な位置にある事が望ましい。そこでこの様な条件を満足する点を求めて見ると第1図の()内の番号にて示した様な点が求められた。この数字は頭部より軀幹、上肢、下肢の順にこの様な選定点に番号をつけたものである。そこで以下此等の選定点温度と総平均温度

との関係、更に冬期に於ける測定の結果(第2表)等につき、各皮膚区分に応じて解説する(以下第1, 2表を参照の事)。

1) 頭部 第1図の如き16点の測定値の内では丸印の3つ重なる点は夫々 I_2, I_3, IV_4, V_3 の4点である。但し I_2 とはIの縦線と2の横線の交る点を示し、 I_3 以下同様である。この中で I_2, I_3 は頭髪の中央で測定が不便であり、又禿げた人と毛のある人で非常に変化し得る。又 IV_4 は頭の形や毛髪の多寡により位置が狂い易く、又これにより温度に激変が起り易い。そして最後に V_3 を最も適当な点として選びこれを(1)とした。その測定値と頭部総測定値の平均値(区分平均値)との差は平均 -0.4°C に過ぎぬ(第1表)。

冬期に於ては第2表に示す如く夏期に於けるよりも一層平均値に近く3名の被検者の平均で約 0.2°C の差であつた。

2) 額部 第1図の如き21点測定し I_1, I_3, I_4, I_7, II_6 の5点の3つ丸印の重なるものゝ中より2点を選び、その平均値が略区分平均値に一致する点、即ち I_1, I_6 、換言すれば額中央眉上2cm及び眼球線鼻翼側の両点を代表点とし部位番号(2)(3)とした。この(2)(3)の平均値は第1表に見る如く区分平均値との差は夏期に於ては被検者に依り若干の差あるも $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内であり、3名の平均では略区分平均値と一致する。尙冬期に於ても第2表に見る如く約 0.1°C の差で代表点として眞の額部温を表すと思われる。

たゞ後に気付いた事であるが、顔面部に於ても頬部と額部とは外気温変化に対する反応を異にし、頬部は皮温が反応的に変動する事が多い。これは両部の血管支配異なるために基因するものと思われ、従つてこの両部は別々に区分するが正しいと考えられる。併しその詳細に就いては充分明らかでない爲に暫定的に両部をまとめて額部として取扱う事にする。

3) 頸部 測定点16点の中より3つの丸印のものを選ぶと II_4, III_2, V_2, V_3 の4点が得られる。そこで前記と同様の主旨にて前頸部1,

第1表 各部皮膚温(°C) 外気温22~23.5°C

身体区分	測定点数	部位番号	被 験 者			平 均
			I	F	N	
頭部	16	1	34.7 (34.48)	35.3 (34.81)	35.6 (35.15)	35.2 (34.81)
顔部	21	2 34.4 3 34.3	34.35 (34.37)	35.0 (35.05)	34.4 (33.91)	34.50 (34.44)
頸部	16	4 35.3 5 35.1	35.20 (35.02)	35.1 (35.24)	34.8 (34.33)	35.00 (34.86)
胸部	25	6 33.8 8 33.8	33.80 (33.68)	34.5 (34.48)	33.8 (34.13)	34.05 (34.10)
腹部	10	9 33.4 10 32.6	33.00 (33.02)	35.6 (35.17)	35.0 (34.04)	34.17 (34.08)
腰部	12	11 31.5 12 32.7	32.10 (32.29)	34.9 (34.75)	32.6 (32.17)	33.03 (33.03)
上膊部	15	14 34.7 15 34.5	34.60 (34.32)	33.9 (33.74)	34.4 (33.13)	33.39 (33.40)
前膊部	16	16 34.1 17 33.8	33.95 (34.08)	33.2 (32.64)	30.3 (29.73)	32.10 (32.15)
手部	54	18 33.2 19 33.9	33.55 (33.63)	34.4 (34.31)	33.8 (34.01)	33.98 (33.98)
大腿部	16	21 32.3 22 32.6	32.45 (32.54)	33.2 (33.93)	32.6 (32.78)	32.77 (33.08)
下腿部	16	23 31.2 24 30.3	30.75 (30.22)	32.7 (32.18)	30.3 (30.44)	31.02 (30.95)
足部	36	25	27.0 (26.18)	32.0 (30.53)	24.2 (23.46)	27.73 (26.72)
平均皮膚温	253		32.62 (32.48)	33.79 (33.74)	32.14 (32.15)	32.83 (32.78)

備考：() は総測定点の平均温度 (区分平均値又区分平均温)

後頸部1, 計2点, 即ちⅡ₄, V₃を測定点として選部位番号を(4)(5)とした. その平均値と頸部区分平均値との差は3名の被検者の平均に就いて-0.2°C以内である. 冬期の成績は両点の平均値と区分平均値の差はIの被検者では約-0.8°C, Nでは約+0.8°Cの差あるも, これは被検者の被服の影響と考えられる. 併し3名の平均では略区分平均値に一致する.

4) 胸部 25点の測定点中よりⅡ₂, Ⅱ₃, IV₄, V₁, V₂, VI₁の7点が丸印3つのもので, この

第2表 各部皮膚温(°C) 外気温5.6~7.2°C

身体区分	測定点数	部位番号	被 験 者			平 均
			I	F	N	
頭部	16	1	32.2 (32.1)	31.3 (31.2)	30.3 (30.0)	31.3 (31.1)
顔部	21	2 30.2 3 30.1	30.15 (30.01)	30.9 (30.8)	27.8 (27.9)	27.85 (28.10)
頸部	16	4 29.3 5 31.3	30.3 (31.15)	33.9 (32.24)	31.1 (31.0)	31.60 (30.81)
胸部	25	6 33.0 8 33.2	33.10 (33.12)	33.5 (35.1)	34.3 (34.24)	34.1 (34.6)
腹部	10	9 32.9 10 33.7	33.30 (33.33)	34.3 (33.9)	33.9 (33.2)	33.55 (33.63)
腰部	12	11 31.5 12 29.0	30.30 (31.03)	33.3 (31.0)	32.15 (32.55)	30.7 (31.7)
上膊部	15	14 30.0 15 30.6	30.30 (30.38)	33.6 (30.0)	31.80 (31.32)	34.5 (32.6)
前膊部	16	16 25.5 17 25.5	25.50 (25.60)	25.2 (25.70)	25.35 (25.70)	27.8 (24.9)
手部	54	18 24.3 19 20.8	22.55 (19.94)	21.6 (20.4)	21.00 (18.01)	24.8 (18.8)
大腿部	16	21 27.6 22 31.8	29.70 (30.31)	28.4 (32.7)	30.8 (30.55)	30.8 (32.3)
下腿部	16	23 26.5 24 27.1	26.80 (26.83)	27.0 (30.6)	28.80 (28.42)	21.8 (26.5)
足部	36	25	22.30 (18.15)	18.50 (15.80)	14.60 (13.24)	18.47 (15.73)
平均皮膚温	253		29.23 (29.00)	29.85 (29.49)	29.10 (28.68)	29.41 (29.08)

備考：() は総測定点の平均温度 (区分平均値又区分平均温)

7点中より前胸部1, 後胸部1を選定する事にした. そこでこの場合には点が多くて選定がむずかしいので夏期の測定値の中で各被検者別に区分平均値と±0.1~0.2°Cの範囲の差を示す様な点を胸部前面と後面で求めるとⅡ₃及びV₂の2点となつた. そこで前者を部位番号(6)後者を(8)とした. 尚この胸部では体温調節上重要と考えられる腋窩部を(7)とし追加測定点とした. 但し胸部の代表温は(6)と(8)であるから, この両者の平均値をもつて総平均値と見做

す事にした。尙冬期に於ては此等の点は各被検者別には時に 0.4°C 以内の差を示せるも、3名の平均では総平均温と約 $+0.1^{\circ}\text{C}$ の差であり代表点として略適当と考えられる。

5) 腹部 丸印3つのものは測定点10の中 II_2 の1点のみであつた。併し腹部は可なり廣く2点の平均値として代表温度を求むる方が安全であり且つ II_2 の如き点は実際に応用する場合に位置の決定が不正確になる虞れがある。そこで2つの丸印の中より側腹部に1点 III_N をとり他の代表点は III_N が区分温よりも若干低い爲にこれより若干高き値を示す I_2 を他の代表点として選ぶ事にした。そこで両点の平均温を見るに各被検者を通じ $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以内であり3名の平均では約 0.1°C の差で略その区分の平均温を表すに適當なる事が判る。そこでこの両点に部位番号を付して夫々(10) (9)とした。尙腹部臍下部は測定点が全然ないので仮りにその中心部を部位番号(27)として追加測定する事とした。

6) 腰部 測定点12の中3つ丸印のものは II_2 , III_1 , III_2 , IV_1 , V_2 の5点で、この中より前面の II_2 と後面の IV_1 の2点の平均は各被検者で $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 内外の差でその平均は略区分平均値と一致する。従つて前者に(11), 後者に(12)の部位番号を附し代表点とした。又この点は冬期では各被検者では区分平均値との差稍々大でありその平均では -0.3°C 位の差で冬期には若干区分平均値より低くなる傾向が見られる。尙緒方(維)教授の御注意により体温調節上必要を考えられる薦骨部中央を追加測定点とし、部位番号(13)とした。

7) 上膊部 測定点15の中には丸印3つのもの少く丸印2つのものより選ぶ外はなかつた。そこで上記の如く、なるべく対称的な位置にあつて、然も2点の平均が略上膊区分の総平均温に近き値を示す点を求めて II_1 , IV_4 の点を選びこれを(14) (15)として代表点とした。夏期の成績は夫々の被検者で各区分総平均値との差は 0.3°C 以内であり、3者の平均では略総平均値に一致している。冬期では夏期よりも若干区分平均値との差が大になるも、被検者別に見ても

その差は大きくて 0.5°C の程度であり、3名の平均では 0.3°C 以内であつた。

8) 前膊部 上膊部と同様に丸印3つのものはなかつた。そして各被検者共に区分平均値と $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 以内の値を示す点を選ぶと I_3 , I_4 , II_1 , II_3 , III_2 , III_3 , IV_3 の7点となつた。この内より上膊の場合と同様に対称的な I_3 、及び III_3 をとり2点の平均を見るに夫々の被検者につき、又はその平均に於ても略区分平均値と一致した成績を示した。そこでこの2点を夫々(16) (17)として代表点とした。この両点の平均値は冬期に於ても被検者別に見ると区分平均値より $0.3 \sim 0.4^{\circ}\text{C}$ の差があるも、3名の平均では略区分温と等しく代表点とし適当と考えられる。

9) 手部 手背28点, 手掌26点, 計54の測定点中丸印3つのものは手掌で I_6 , II_4 , II_5 , III_2 , III_3 , III_4 , III_5 , IV_2 , IV_3 , IV_4 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 の14点, 手背で I_6 , II_4 , III_2 , III_4 , IV_1 , IV_2 , IV_3 , IV_4 , V_1 , V_2 , V_4 の11点の多くを算えたが、この中より手掌1, 手背1の2点を選ぶ事とした。そこで此等両点の平均が手部温を正しく示す点であり且つ又測定に便利な点とし、夫々の中央にある手掌 III_3 , 手背 III_2 を選んで見るとその平均は夫々の被検者で 0.2°C 以内の差であり、且つ3名の平均では手部分区分平均値と一致した。そこでこの2点を夫々部位番号(18) (19)として代表点に選ぶ事にした。尙体温調節に際して極めて敏感に温度の変化する指頭温の1例として中指背面末節部を部位番号(20)として測定点とし加えた。然し手部温は(18) (19)の平均により表される。冬期は指先の皮膚温下降著しき爲(18) (19)の平均温は本当の手部温よりも若干高く表れた。併しこの手背部に於ては夏期, 冬期を通じて代表点たり得る点を求める事は不可能であり、且つ手部の表面積は全身の 6.1% であつて平均皮温算定には僅かの差異は余り大きな影響が無いと考えられるから、以上の2点を代表点とした。

10) 大腿部 測定点16の中丸印3つのものは認められず $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 内外のものを選ぶとほとんど全ての点が此の中に入る。そこで2名の被検

者では区分平均値との差が 0.5°C 以内で他の 1 名は $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 以内にあるものを見ると I_2 , I_3 , II_1 , II_3 , III_2 , III_3 , IV_2 の 7 点が得られ、この内より対称的なものを選ぶと I_2 , III_2 ; I_3 , III_3 ; II_1 , IV_2 ; 等の組合せが得られる。この内では III_2 は被検者が椅子に坐る時は、熱電対がつぶれ易くて不便であり、 IV_2 は被検者の膝のつき合せ方によつて温度変化が起る。そこで最後に I_3 , III_3 の組合せを選んだが、この 2 点の平均は夫々の被検者では $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ 以内の差でその平均では約 0.3°C の差である。尙冬期は被検者で相当異り $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ の差で平均に於ても約 0.4°C の差があり眞の大腿部温よりも若干低く表れる傾向があつた。併し他の点に於ては上記の如く、夫々測定手技又はその測定値の意義に就いて不適當であるから、この内の最も適當なものとして I_3 , III_3 の 2 点を選ぶ事に決定した。その部位番号は前面 (21), 後面 (22) である。

11) 下腿部 16 の測定点中丸部 3 つのものはなく平均温 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ のものゝ中より可及的 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に近き点より前面 1, 後面 1 の 1 対の点を求めた。その結果は 2 点の平均値が最も区分平均値に近く、且つその位置が対称的である如き 2 点を選ぶと前面では I_3 , 後面 III_2 となる。この両者の平均値は各被検者別に見ても区分平均値との差は約 $0.2\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ であり、その 3 名の平均は 0.1°C 以内である。夫々の部位番号は (23) (24) とした。尙冬期は被検者により区分平均値との差が 0.4°C 以内のものもあるが 3 名の平均では略一致した成績を示した。

12) 足部 足背、足蹠で 36 点を測定した。而してこの内足蹠は熱電対の貼付が不可能であるから足背から代表点を選ぶ事にして丸印 3 つのものを求めたが、これはなく 2 名の被検者では $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内で他の 1 名では $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 以内で出来得る限り $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に近き点を求めると III_2 , III_3 , V_4 , V_5 である。そこで足背の略中央にある III_3 を代表点として (25) の部位番号を附した。然しながら手部と同様に冬期には趾先の皮膚温の低下が著明なるため此の点は部位温より高く表れる傾向があつたが、これも手の場合と同様足の

表面積は全身の 7.2% で僅かな差は平均皮温には余り大きい影響を与えず、且つ夏期、冬期を通じて代表点を表す点を求める事は不可能と考えられるので、この点を代表点とした。又手指の場合と同様の意味にて拇趾背面末節を体温調節上有用な点と考え追加測定点とし部位番号を (26) とした。但しこの (26) は足部代表温の考察から除いた事は言う迄もない。

b. 平均皮膚温の算定

平均皮膚温の求め方は従来 Du Bois³⁾, Winslow²⁾, Pfeleiderer¹⁾ 等何れも各部の皮温にその皮膚面積の重みをつけて平均する方法がとられている。

そこで以上測定点に選定せる 27 点中より追加せる (7) (13) (20) (26) (27) の 5 点を除く 22 の測定点を用いて各区分の皮膚温を求め、これに夫々の区分の皮膚面積の重みをつけて按分平均を求める事にした。こゝに用うる皮膚面積の比率は部分によつて日本人につき測定されたものである。但し腰部と大腿部に関しては新谷⁵⁾ は此れを 1 つの区分としている爲に川畑⁶⁾ の成績より両者の比を求めこれを新谷の面積に乘じ求めたものである。この値は第 3 表に示されている。依つてこれにより

$$\text{平均皮温} = \frac{\sum (\text{各区分代表皮温}) \times (\text{按分比率})}{100}$$

として平均皮温を求める。そこで今皮膚の各区に就いて、その全測定値を平均して各区分平均値を求め、これより全身の平均皮温を求めたもの (I) と、各区分の 1~2 点の代表温より求めた区分温を用いて求めた全身の平均皮温 (II) とを比較して見た。その結果は第 1 表、第 2 表に見る如く夏期に於ても冬期に於ても夫々の被検者の総平均皮温 (I) (表の括弧内に示せる値) は (II) の平均皮膚温と 0.5°C の範囲内にて一致し、又 3 名の平均値にして見ると両者の差は $0.1\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ の程度であつた。換言すれば我々の求めた各区分代表点は平均皮温算定に適當な測定点である事が示されている。

尙近時 Burton は Hampstead, (London) の Medical Research Council Laboratory に於ける

Demonstration

のMemorandum

皮膚区分	部位 番号	測 定 点	按分比率	
			男	女
に平均皮温算定	頭 部 1	頭部後面中央線, 後頭極	4.3	4.8
のために8点以	顔 部 { 2	額中央眉上2cm	3.1	3.3
上とる事は不必	3	眼球線鼻翼側		
要なりと述べて	頸 部 { 4	副胸骨線と鎖骨との交点直上の肩胛鎖骨三角	2.4	2.2
いるが, それは	5	第5頸椎		
單に皮膚よりの	胸 部 { 6	乳線と第4肋骨の交点	16.6	16.2
放熱量を論ずる	8	肩胛棘直下		
爲の平均皮温の	腹 部 { 9	劍狀突起直下	8.1	7.7
意義だけしか考	10	腹側中央, 臍の高さ		
えていない爲で	腰 部 { 11	大腿前面中央線と鼠蹊線との交点直下	8.1	7.9
あつて, この様	12	肩胛線上, 腸骨前上棘の高さ		
な目的に対して	上 膊 部 { 14	三角筋中央点	8.2	8.4
は著者等の研究	15	上膊下部内上髁上約1cm		
方法に於ても更	前 膊 部 { 16	前膊内面中央線上にて下 1/3	6.1	5.8
に測定点を省略	17	前膊背面中央線上にて下 1/3		
し得る事と思わ	手 部 { 18	手掌面中央線前 1/4	5.3	4.8
れる。又實際問	19	手背面中央線 1/2		
題として以上の	大 腿 部 { 21	大腿前面中央線上にて鼠蹊線と膝蓋上端との間の下 1/3	17.2	19.7
	22	同上後面		
	下 腿 部 { 23	下腿前面中央線上, 下 1/3	13.4	12.8
	24	下腿後面中央線上, 上 1/3		
	足 部 25	足背中央線中心	7.2	6.4
	体温調節 { 7	腋窩		
	13	薦骨部中央		
	20	中指背面末節		
	26	拇趾背面末節		
	27	腹部臍下中央 (臍骨縫合上縁と臍との中心)		

目的を以つて平均皮温を一般臨床や衛生学的な問題への応用に用いんとする場合に27点もの測定を行う事は甚だしく不便である。又皮膚からの放熱を考える爲には体表面の内で上肢と軀幹部側面との間, 両側大腿の相接する面等は殆んど放熱に与らないから, これ等の面は平均皮温の算定より或程度除外する必要がある。従つて更に如上の目的に沿わんが爲の平均皮温の算定は自ら別の算式を用うる必要がある。併し既に緒論にも述べた様に皮膚温はその部の血液循環の有様やその部の熱含量並びに熱の分布等の示標にもなり得るものであり, 此等の点を考慮した平均皮温を求めるには差当つて上記の按分法をとるが最も合理的と思われる。

IV. 結 論

1) 被服下の皮膚温測定に便利な銅コンスタンタン熱電対をつくつた。

2) 全身皮膚を12の部分に分ち, 各部に於て夫々の平均温度に最も近い温度を与える点を1乃至2点を定めた。

3) かくして得られた22点と体温調節上重要と思われる5点を加へ総計27点を以つて皮膚温分布測定点を定めた。これは便宜上数字の番号で示す事とした (各部の解剖学的位置は第3表に示さる)。

4) 平均皮温算定は一般の原理に従つて各区分の皮膚温に夫々の部位の皮膚面積の重み (第3表をつけて按分平均を求める事により得られる。即ち $\frac{\sum(\text{各区分代表皮温}) \times (\text{按分比率})}{100}$) である。但し各区分の皮膚温は第3表の各部の当該欄に示した番号の点の温度を平均して求める。

この研究は文部省科学研究費によつて行われた。

文 献

- 1) Pfeleiderer, H., u. K. Büttner, (1935) Grundlagen der Hautthermometrie.
- 2) Winslow, C.-E. A., A. P. Gagge, L. Greenburg, I. M. Moriyama, and E. J. Rodee (1935) Am. J. Hyg. 22, 137
- 3) Hardy, J. D., and E. F. Du Bois (1938) J. Nutr. 15, 461
- 4) Benedict, F. G. (1925) Ergebnisse d. Physiol. Bd. 24, 594

- 5) 新谷三郎 (昭和6年) 国民衛生 8, 440
6) 川畑愛浩 (昭和15年) 日本生理誌 5, 245
7) 吉村寿人・小石哲夫・小石秀夫 (昭和25年) 医学
と生物 16, 140
8) 佐々本申二・鎌田 皎 (昭和27年) 日新医学 39, 121

Summary

A new thermocouple suitable for determination of skin temperature under clothes was constructed with copper and constantan wire.

Dividing the skin into 12 portions, one or two points were determined in each portion which were suitable to take the mean temperature of the portion.

Thus 22 points were selected over the whole body.

The mean skin temperature was calculated by averaging the mean temperatures of 12 portions in proportion to their spective areas. 5 points which were important for the study on thermal regulation and total 27 points were adopted for the determination of temperature distribution of human skin.

(Department of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College)

リンパ節の収縮性について 612. 428. 189

On the Contractility of the Lymph Glands.

八 田 博 英・飯 塚 恒 治
(Hatta-Hirohide・Iizuka-Tsuneji)*

I. 緒 言

Gerlach³⁾ は電氣的刺激によるリンパ節の収縮を報じ, Harvey¹⁾ は pilocarpine による白血球増多からリンパ節は脾臓と同様収縮すると云い, Rous^{8) 9)} も pilocarpine による胸管リンパのリンパ球増多から Harveyの説に傾いている. Florey²⁾ は猫の剔出腸間膜リンパ節の adrena-line による収縮を見, 海猿の腸間膜神経刺激により, 腸間膜リンパ節からのリンパ中にリンパ球の増加を認め, 神経によるリンパ節の収縮を暗示したが, Drinker⁷⁾ は犬の灌流膝腠リンパ節は abrenaline に反応しないと云い, リンパ節の収縮性については定説を得ない.

著者⁵⁾ は犬について, リンパ節の筋量分布の追究から, リンパ節の収縮がリンパ流動に関与するであろうと述べたが, 腸間膜リンパ節について, 収縮性を追究したので報告する.

II. 実験方法

専ら犬(5~12kg)を用いUrethane麻醉(1g/1kg)によつた.

犬を背位に固定, 白線に沿ひ開腹し, 更にこれと直交する切開をその中央部に加えた. 第1図の点線 A-B, C-D を横切る動静脈を結紮し, 点線に沿つて腸間膜及び血管を切断し, 回腸肛門側, 盲腸及び結腸口側から腸間膜リンパ節を遊離し, 第2図に示す歯科用 modelling composition 製の oncometer に入れた. この標本では切断された腸間膜以外の乳糜管は無損傷である.

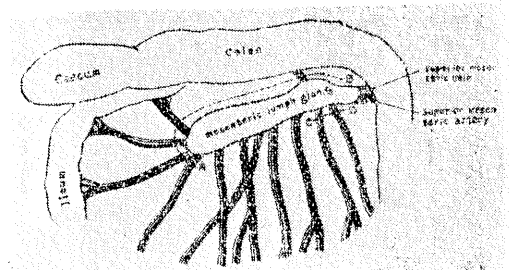
容積描記装置として0.01ccの容積変化を1mmに描記する水 manometer 型のものを用い, これ

* 広島医科大学生理学教室

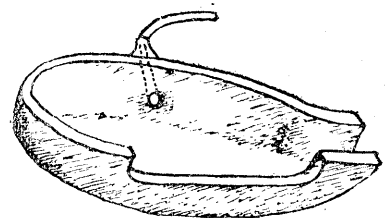
を oncometer と空気傳導により連絡し, 標本容積を描記した.

血圧は総頸動脈圧を観血的に水銀 manometer に導き描記した.

本標本は上腸間膜動静脈とリンパ節とを分離し得ず, これらの血管とその分枝をリンパ節と共に oncometer に挿入する欠点がある. 従つてこの容積変化はリンパ節及びこれら血管の総計の容積変化を示すものである.



第1図 腸間膜リンパ節の模形図
点線 A-B, C-D 間の血管を結紮し点線に沿つて腸間膜を切る



第2図 リンパ節用オンコメーター

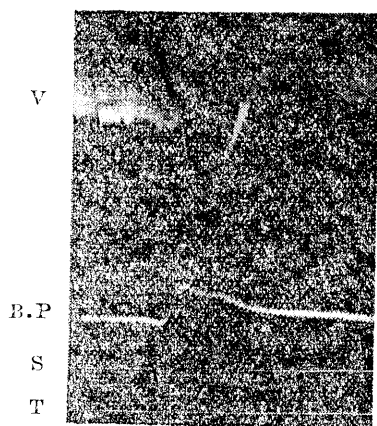
III. 実験成績

上記の方法による標本の容積曲線は血圧の変化をよく反映し, 血圧の呼吸性変動を描記し, 更に動脈搏動を示す振れを描記する.

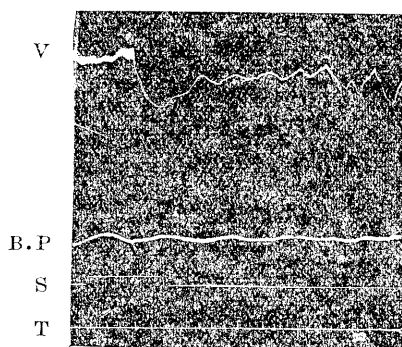
1. 内臓神経刺激の腸間膜リンパ節への影響
神経刺激は感応電流及びサイラトロン放電流を用いた.

実験 1. 大内臓神経刺激により第3図に示す如く、腸間膜リンパ節容積の著明な減少と同時に血圧上昇を認めた。この例では大内臓神経刺激 (4V, 巻尺距離12cm, 刺激時間5秒) により0.33ccの容積減少を示し、血圧は88mmHgから110mmHgに上昇した。

小内臓神経刺激も同様の減少を起すが、血圧上昇は軽度か又は認めない。第4図にその1例を示した。小内臓神経刺激 (サイラトロン放電出力3V, 刺激時間18秒) により容積0.17ccの減少を示したが、血圧には殆んど変化を認めない。



第3図 大内臓神経(左)の刺激によるリンパ節の収縮
V: リンパ節容積, B.P.: 総頸動脈圧, T: 時間6秒, 大内臓神経刺激4V, 12cm, 5秒。容積の減少0.33cc。血圧の上昇88→110mmHg



第4図 小内臓神経(左)の刺激によるリンパ節の収縮と週期的収縮

V: リンパ節容積, B.P.: 総頸動脈圧, S: 指標, T: 時間6秒。小内臓神経(左)刺激: サイラトロン放電出力3V, 18秒。容積の減少0.17cc。血圧の変化ナシ。週期的変化の週期14sec

小内臓神経の刺激効果は大内臓神経に比して小さい (下表)。

犬実験番号	刺激神経	容積減少 (cc)	原容積に対する減少率 (%)	血圧変動 (mmHg)	備考
14	大内臓神経(左)	0.32	2.0	80~100	サイラトロン放電
	小内臓神経(左)	0.18	1.0	78~87	出力3V, 13秒

副腎の影響を除くため、左右副腎への動静脈を結紮後に内臓神経を刺激したが、第1表実験番号22に示す如く、著明な容積の減少を見た。

以上の実験成績を総括すると第1表に示す通りである。

第1表					
犬実験番号	刺激神経	容積の減少 (cc)	血圧の変化 (mmHg)	刺激方法	
8	大内臓神経(左)	0.40	85~110	感応電流 (9cm)	
8	"	0.33	88~110	感応電流 (12cm)	
8	"	0.45	86~112	感応電流 (5cm)	
8	大内臓神経(右)	0.20	82~82	鉗にて切断	
9	大内臓神経(左)	0.10	76~88	感応電流 (10cm)	
9	大内臓神経(右)	0.09	74~85	感応電流 (10cm)	
10	大内臓神経(左)	0.31	70~92	サイラトロン放電	
11	"	0.30	76~84	感応電流 (7.5cm)	
14	小内臓神経(左)	0.17	78~78	サイラトロン放電	
14	"	0.18	78~87	"	
15	"	0.15	88~92	"	
22	大内臓神経(左)	0.30	100~122	感応電流 (7cm)	

但し感応電流は4V, 実験22は2V, サイラトロン放電出力は出力3V, 刺激時間4~25秒

実験 2. 豫め内臓神経刺激効果を確めた後、標本から腸間膜リンパ節を剔出除去し、これと併存する血管のみを oncometer に入れ、同じ刺激を繰返したが、僅かに容積の減少を認めるか或は減少を認めなかつた。下にこの成績を挙げる。

この実験により内臓神経刺激による標本の容積減少が併存する上腸間膜動静脈とその分枝の収縮によるよりも、リンパ節の収縮によることが明かとなつた。

犬実験番号	刺激神経	刺激による容積の減少 (cc)		血圧の変化 (mmHg)		備	考
		リンパ節摘出前	リンパ節摘出後	摘出前	摘出後		
15	小内臓神経(左)	0.14	0.02	90~92	70~72	サイラトロン放電流出力3V, 24秒	
20	大内臓神経(左)	0.41	0.03	84~126	64~94	感応電流4V, 8cm, 4秒	
17	大内臓神経(左)	0.15	0.02	114~140	100~117	感応電流4V, 9cm, 12秒	

実験 3. 上の内臓神経刺激による腸間膜リンパ節の収縮がこれに含まれる血管によるという反論が起るので次の実験を行なつた。

第1図の点線 A-B, C-D 及び A と C を結ぶ線を横切るすべての血管を結紮し, この線に沿ひ腸間膜及び血管を切り, 腸間膜リンパ節を腸から遊離する。従つてこれは上腸間膜動静脈, リンパ節からのリンパ管及び血管に纏絡する腸間膜神経のみで, 腸間膜根部と連絡され, 乳糜管は全く切断されている。後の操作を容易にするため, 腸間膜神経を損傷を避けつゝ動脈から分離した。この様に作製された標本を oncometer に入れ, 次の実験を行つた。

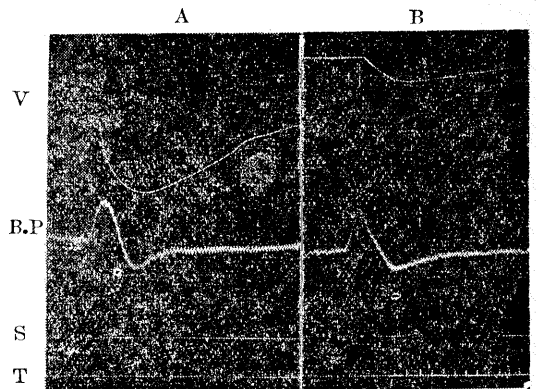
先ず豫め大内臓神経刺激によりこの標本容積の減少を確めた後, oncometer に最も近い部位で, 腸間膜神経とリンパ管を避け, 上腸間膜静脈を閉塞し, その後直ちに前の神経刺激を繰返した。

この刺激により血管閉塞前と同様容積の減少を示したが, その効果は血管閉塞前に比して著しく小さく, ほぼ 1/3 である。第5図はその1例を示し, 大内臓神経刺激 (サイラトロン放電流出力3V, 刺激時間4秒) により容積は血管閉塞前 0.31cc の減少を, 閉塞後は 0.10cc の減少を示し, 血圧は閉塞前 100mmHg から 124mmHg に上昇し, 閉塞後は 90mmHg から 118mmHg に上昇した。これ等の成績を下に挙げる。

犬実験番号	大内臓神経刺激による容積減少 (cc)		血圧の変化 (mmHg)		備	考
	閉塞前	閉塞後	閉塞前	閉塞後		
13	0.31	0.10	100~124	90~118	サイラトロン放電流出力3V, 8秒	
20	0.35	0.10	88~114	90~116	感応電流3V, 7cm, 8秒	

更に血圧を閉塞した儘, 腸間膜リンパ節を剔出除去し, 血管のみを oncometer に入れ, 大内臓神経刺激を繰返したが, 容積の上に変化を認めなかつた。

この実験に於て血管閉塞前の容積減少はリンパ節に含まれる血管とリンパ節自身の収縮を示すが, 血管閉塞により血管の収縮による容積変化は除外されるので, 閉塞後の容積減少はリンパ節自身の収縮を示し, 閉塞前後の容積減少の差は血管の収縮を示すことになる。閉塞後のリンパ節剔出標本が容積の変化を見ないのは, 神経刺激による収縮がリンパ節自身の収縮によることを示すものである。



第5図 上腸間膜動静脈閉塞前後に於ける大内臓神経の刺激の効果

A図: 閉塞前の刺激効果を示す 0.31cc の減少

B図: 閉塞後の刺激効果を示す 0.10cc の減少

V: リンパ節容積, B.P.: 総頸動脈圧, S: 指標, T: 時間6秒, 大内臓神経の刺激: サイラトロン放電流出力3V, 4秒

2. リンパ節週期的収縮

大, 小内臓神経刺激及びhistamine 10^{-3} 0.2cc の

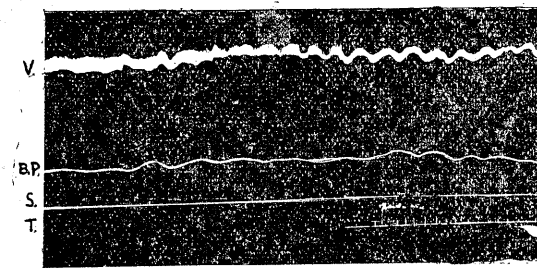
股静脈注射によるリンパ節の容積減少後に, 容積の週期的変化が現われた。このリズムは血圧の週期的波動と全く無関係である。第4図は小内臓神経刺激 (サイラトロン放電流出力3V, 刺

激時間18秒)後の週期的容積変化を示し、リンパ節の容積の週期的変化のリズムは14秒であるが、血圧のそれは32秒である。

又塩化バリウム 10^{-2} 0.3cc の股静脈注射によつても容積の週期的変化が現われた。第6図にその1例を示した。この例では塩化バリウム 10^{-2} 0.3cc の股静脈注射後に容積の週期的変化が現われ、このリズムは14秒であり、血圧のそれは24~27秒である。

これらの容積の週期的変化がリンパ節と共に oncometer に入れられた血管によるという懸念のため、リンパ節を剔出除去後、血管のみを oncometer に入れたが、週期的変化は消失し、塩化バリウムを再び注射したが、これは現われなかつた。

この成績は容積の週期的変化が共に oncometer に入れられた血管によるものでなく、リンパ節自身によるものであることを示す。



第6図 塩化バリウムによるリンパ節の週期的収縮
V: リンパ節容積, B.P.: 総頸動脈圧, S: 指標, T: 時間6秒, 塩化バリウム 10^{-2} 0.3cc 静注, 第2回更に 10^{-2} 0.5cc 静注, 週期14sec, 容積の変化0.07cc

これ等の成績を総括すると第2表に示す如くである。

第2表

犬実験番号	リンパ節の週期的収縮の週期(秒)	血圧の週期的変動の週期(秒)	備考
14	10~13	27	左小内臓神経刺激
14	14	32	左小内臓神経刺激
14	15~20	週期的変動なし	左大内臓神経刺激
14	14	24~27	塩化バリウム股静脈内注射第1回 10^{-2} 0.3cc, 第2回 10^{-2} 0.5cc
15	15	週期的変動なし	塩化バリウム 10^{-2} 0.3cc 股静脈内注射
16	13	週期的変動なし	histamine 10^{-3} 0.2cc 股静脈内注射

IV. 総括及び考察

1. 上の実験から内臓神経刺激が腸間膜リンパ節の収縮を起すことは明かである。しかもこの収縮はリンパ節自身の平滑筋とこれに含まれる血管の収縮とにより、前者の収縮は後者のほぼ $1/2$ である。

2. 大内臓神経刺激効果は小内臓神経刺激効果よりも大きい。

3. Floreyが海猿の腸間膜リンパ節に由来するリンパの量に、腸間膜神経刺激が一定の効果をもつらしいと報じ、リンパ節の収縮によるリンパ流動を暗示しているが、リンパ節の収縮のリンパ流への効果はなお不明である。

4. リンパ節容積の週期的変化はリンパ節の週期的収縮によると云いうる所であるが、その起原がリンパ節自身の平滑筋にあるか、これに含まれる血管にあるか不明である。

Heller⁶⁾ は海猿の乳糜管の週期的収縮によるリンパ流の観察を通じて、リンパ節の週期的収縮を豫想し、これがリンパ流動に与かると述べているが、週期的収縮のリンパ流への作用は更に追究を要する。

V. 結論

犬腸間膜リンパ節の容積描記法により次の結論を得た。

- 1) 腸間膜リンパ節は内臓神経刺激により収縮する。
- 2) 腸間膜リンパ節は週期的収縮性を有する。

文 献

- 1) Drinker, C. K. & J. M. Yoffey (1941) Lymphatics, lymph and lymphoid tissue. Harvard Univ. press p. 17
- 2) Florey, H. (1927) Observation on the contractility of lacteals. Part II. J. Physiol. 63, 1
- 3) Gerlach, H. (1851) Heller より引用
- 4) Harvey, W. H. (1906-7) Experimental lymphocytosis. J. Physiol. 35, 115
- 5) 八田博英 (1951) リンパ管系に於ける筋量分布について 廣島医学 4, 232
- 6) Heller, A. (1869) Über selbstständige rhythmische Contractionen der Lymphgefäße bei Säugethieren.

- Centblt. Med. Wiss. 7, 545
- 7) Hellman, T. (1930) Möllendorf's Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd. 6. p. 341
- 8) Rous, F. P. (1908) An inquiry into some mechanical factors in the production of lymphocytosis. J. Exp. Med. 10, 230
- 9) Rous, F. P. (1908) The effect of pilocarpine on the output of lymphocytes through the thoracic duct. Ibid. 10, 329

Summary

The contractility of the mesenteric lymph glands was investigated by means of an oncometer, working with urethane-anesthetized dogs (5-13kg).

The preparation of the mesenteric lymph glands was made as follows: After ligating all arteries and veins, which passed across the line A-B and C-D, as shown in fig. 1., these blood vessels and mesenterium were cut along these lines and the mesenteric lymph glands were separated from the caecum, the oral part of the colon and the anal part of the ileum and then they were placed in an oncometer, as shown in fig. 2..

1. Stimulation of the splanchnic nerves (greater and smaller) resulted in a decrease in volume of the mesenteric lymph glands, indicating a contraction of the lymph glands.

The effect of the stimulation of the greater splanchnic nerves was more effective than that of the smaller splanchnic nerves.

The contraction of the mesenteric lymph glands depended on both the contained blood vessels and the smooth muscle fibres of the lymph glands themselves.

2. Rhythmical contraction in the mesenteric lymph glands was seen, which appeared after the stimulation of the splanchnic nerves and the injection of barium chloride and histamine into the femoral vein.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

化学的物質のリンパ節への作用について 612.014.46.428

The Effect of Some Chemical Substances on the Lymph Glands.

八 田 博 英・飯 塚 恒 治

(Hatta-Hirohide・Iizuka-Tsuneji)*

I. 緒 言

Harvey²⁾ は pilocarpine, muscarine 及び塩化バリウムによる流血中の白血球増多からリンパ節も脾臓と同様収縮するといふ、Rous⁵⁾ も pilocarpine について彼の説にかたむいている。Florey²⁾ はadrenaline, 塩化バリウムによる猫腸間膜リンパ節の収縮を報じているが、Drinker¹⁾ は犬灌流膝臓リンパ節はadrenalineに反応しないという。即ち薬物のリンパ節に対する作用は定説を得ない。著者等⁷⁾ は犬腸間膜リンパ節の内臓神経刺激による収縮を確認したので更に化学物質についてその収縮性を検討した。

II. 実験方法

犬(5~12kg)を用い urethane 麻酔(1g/1kg)によつた。

腸間膜リンパ節を oncometer に挿入し薬物による容積変化を追求し、標本の作製、容積描記方法は既述の方法⁷⁾によつた。

血圧は総頸動脈圧を記録し、薬物はすべて股静脈内注射によつた。

III. 実験成績

1. adrenaline adrenaline によりリンパ節容積は著明に減少し、この減少は血圧の上昇と同時に起り、血圧の回復とともに旧に復す。血圧上昇の初期に容積の一時的増加があり次で著しい減少を見ることもある。なお容積減少回復後に作用前容積よりも大となり漸次回復するのが常である。第1図は adrenaline 10^{-3} 0.1cc による容積 0.13cc の減少と血圧の上昇 (92→112mm

Hg) を示した。

上の成績は腸間膜リンパ節及びこれと併存する上腸間膜動静脈とその分枝の総計の容積変化を示すので、後者の収縮による容積減少を上の成績から除くために次の実験を行つた。

豫め標本について adrenaline による容積減少を確かめた後、同標本から腸間膜リンパ節を剔出除去し、残された血管のみを oncometer に入れ、同量の adrenaline を注射しその容積変化を求めた。

この実験に於てリンパ節剔出後の adrenaline による容積変化は著しく小さく下に示す通りである。

実験 番号	注射量及 濃度	容 積 の 減 少	
		剔出前(cc)	剔出後(cc)
17	10^{-3} 0.15cc	0.09	0.03
18	10^{-3} 0.15cc	0.12	0.04

この成績は adrenaline による標本容積の減少が主としてリンパ節の収縮によることを示すものである。

2. pituitrine pituitrine によりリンパ節の容積は減少し、この減少は血圧の僅かな初期下降と共に起り、その後の血圧上昇にも拘らず、持続し血圧の回復とともに容積は回復する。

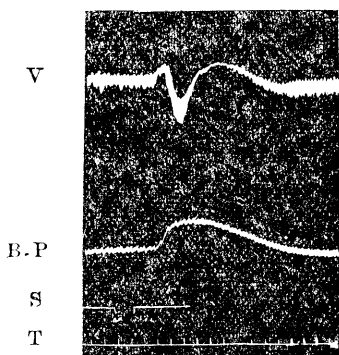
3. 塩化バリウム 塩化バリウムによる血圧の上昇と共にリンパ節の容積は減少し、これは血圧上昇の持続する間持続した。しかし血圧の上昇があるにも拘らず容積に何等変化のない場合もあつた。

4. histamine 及び pilocarpine histamine, pilocarpine により夫々血圧下降と同時にリンパ節容積の減少が起る。第2図は pilocarpine 10^{-3} 0.5cc による容積 0.19cc の減少と血圧下降 (92→64mmHg) を示す。pilocarpine 及び histamine

* 広島医科大学生理学教室

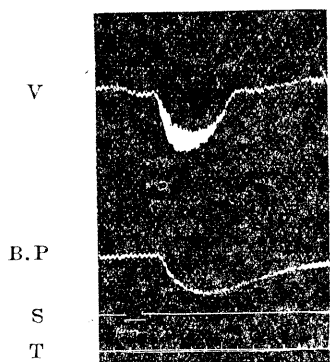
による容積の減少の回復は血圧の回復に比例せず速かであり、又回復後に作用前の容積よりもかえつて増大し漸次旧に復す。

5. acetylcholine acetylcholineによつて血圧の下降と同時にリンパ節容積の減少を認める。



第1図 adrenalineによる腸間膜リンパ節の収縮

V: リンパ節容積, B.P.: 総頸動脈圧, S: 指標, T: 時間6秒, adrenaline 10^{-3} 0.1cc静注, 容積: 0.13cc減少, 血圧: 92-112mmHg



第2図 Pilocarpineによる腸間膜リンパ節のPassiveの収縮

V: リンパ節の容積, B.P.: 総頸動脈圧, S: 指標, T: 時間6秒, Pilocarpine 10^{-3} 0.5cc静注, 容積の減少: 0.19cc, 血圧の下降: 92-64mmHg

以上の成績を総括すると、第1表の如くである。

IV. 考 察

1. 上の実験から adrenaline によるリンパ節容積の減少はリンパ節の持続的収縮によることが明かであるが、これがリンパ節自身の平滑筋によるか、リンパ節に含まれる血管によるかその起原は明かでない。しかし著者¹⁾は内臓神経

第1表

犬実験番号	化学物質名	注射濃度及量 (cc)	容積変化 (cc)	血圧の変化 (mmHg)
4	adrenaline	10^{-3} 0.20	- 0.15	80-110
9	adrenaline	10^{-3} 0.10	- 0.13	92-112
23	adrenaline	10^{-3} 0.25	- 0.48	100-147
4	pilocarpine	10^{-3} 0.20	- 0.20	74- 48
8	pilocarpine	10^{-3} 0.50	- 0.19	92- 64
4	acetyl choline	10^{-3} 0.50	- 0.08	66- 50
14	histamine	10^{-3} 0.20	- 0.25	118- 70
10	histamine	10^{-3} 0.25	- 0.15	110- 70
23	histamine	10^{-3} 0.25	- 0.12	98- 73
10	pituitrine	0.25	- 0.12	86-80-105
11	pituitrine	0.30	- 0.14	96-87-107
23	pituitrine	0.50	- 0.17	80-78- 88
22	塩化バリウム	10^{-2} 0.50	- 0.02	110-120
22	塩化バリウム	10^{-2} 0.50	変化なし	104-121
23	塩化バリウム	10^{-2} 0.50	- 0.22	102-118

表中容積変化欄-は減少を示す

刺激による腸間膜リンパ節の収縮がこの両者によることを明かにしたが、この点から観ると、adrenaline による収縮も恐らくこの両者によるものであろう。

adrenaline による血圧上昇の初期にみる一時的容積増加は血圧上昇に伴う受動的容積増加であると考えられる。又容積減少回復後の容積増加はリンパ産生増加によるリンパ節内へのリンパ流入量の増加によると考えられる。

Drinker¹⁾ は adrenaline により犬膝髁リンパ節は収縮しないといふ、Florye²⁾ も猫膵出腸間膜リンパ節は adrenaline によつて収縮するがその成績は一定しないと云い、著者も犬膵出腸間膜リンパ節の adrenaline 10^{-5} による収縮を見たが、上述の方法による時は常に adrenaline によつて腸間膜リンパ節の収縮をみた。

2. pituitrine, 塩化バリウムによるリンパ節容積の減少はいずれも血圧の上昇を伴い、adrenaline の場合と同様、リンパ節の持続的収縮によるものと考えられる。塩化バリウムにより血圧の上昇があるにも拘らず、容積の変化の現われないのは血圧上昇による容積の増加がリンパ節の容積の減少を被いかくすことによるものと考えられる。

3. pilocarpine, histamine 及 acetylcholine によつてリンパ節の容積の減少を認めるが、同

時に血圧の下降をみとめ、この容積減少は血圧の下降による受動的な容積減少で、リンパ節の持続的収縮によるものではないと考えられる。

pilocarpine, histamineによる容積減少の回復が血圧の回復に先立ち、又容積減少の回復後に容積の増大を見るのは、これ等の薬物によるリンパ産生の増加に起因するものと考えられる。

Harvey³⁾, Rous⁵⁾ が流血中の白血球増多、胸管リンパ中のリンパ球の増多からリンパ節の収縮を主張しているが、これは上の実験からリンパ節の収縮によるものでなく、リンパ産生の増加によるリンパ節からのリンパ球の洗い出しによるものであろう。

V. 結 論

oncometer による犬腸間膜リンパ節の容積描

記を行い、股静脈注射により化学物質を作用させ次の結論を得た。

1) adrenaline, pituitrine 及び塩化バリウムにより腸間膜リンパ節は持続的収縮を起す。

2) pilocarpine, histamine及びacetylcholineにより腸間膜リンパ節は収縮しない。

文 献

- 1) Drinker, C. K. and J. M. Yoffey (1941) Lymphatics, lymph and lymphoid tissue. Harvard Univ. press p. 17
- 2) Florey, H. (1927) Observation on the contractility of lacteals. J. Physiol. 63, 1
- 3) Harvey, W. H. (1906-7) Experimental lymphocytosis. J. Physiol. 35, 115
- 4) 八田博英・飯塚恒治 (1952) リンパ節の収縮性について 日本生理誌 14, 525
- 5) Rous, F. P. (1908) The effect of pilocarpine on the output of lymphocytes through the thoracic duct. J. Exp. Med. 10, 329

Summary

The effect of some chemical substances on the mesenteric lymph glands were investigated by means of an oncometer, working with the urethane-anesthetized dogs (5-12 kg weight).

The chemical substances were exclusively injected into the femoral vein. Their effects on the volume of the mesenteric lymph glands and the carotid arterial blood pressure were observed.

The results obtained in these experiments were as follows:

1) Adrenaline, pituitrine and barium chloride caused the rise of the arterial blood pressure and the synchronous decrease in volume of the mesenteric lymph glands, indicating their continuous contractions.

2) Pilocarpine, histamine and acetylcholine resulted in the fall of the arterial blood pressure and in the synchronous decrease in volume of the mesenteric lymph glands, the fact which could be explained by the passive contraction of the mesenteric lymph glands depending on the fall of the arterial blood pressure.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

体育運動のエネルギー代謝に関する基礎的研究 612.766.1

(第3報) 総合的な一連のスポーツ運動時のエネルギー需要量の算定

Fundamental Studies on Energy Metabolism in Physical Exercise of Sports.

Report III. On the Method of Estimating Total Energy Requirements of Sport Games.

山 岡 誠 一 (Yamaoka-Seiichi)*

I. 緒 言

さきに述べたり如く労働時の需要エネルギーの算出に対しては古沢²⁾は労働の強度指標として R.M.R. を用うべきことを提唱し、これは或る程度の成功を見ている。併しそれは労働作業が全身的な運動によつて行われることが多いためであつて、スポーツに際しては第1, 2報に述べた如く、全身運動の他に身体の局部運動を主にして行うもの、体重が特にスポーツ強度に関係するもの等あり、第2報第4表³⁾に示した如く必ずしも一律に R.M.R. のみによつて需要熱量を推算することが出来るとは限らない。しかしながら今迄に検討したものは各スポーツの基本運動個々(又は運動々作)についてであつて、複雑な一連のスポーツ試合とか、一定の目標に達するまでに行われるスポーツ運動全般についての検討ではない。

そこで本編においては此等の個々の運動々作によつてなる一連のスポーツ運動(試合又は練習)についてその動作を分析し、これにそれぞれの動作に適した強度指標を適用してエネルギー需要量を算出した場合に、これが一連の運動時のエネルギー需要量とどの程度に一致するかを検討し、又それと共にこの場合に一律に古沢の提唱せる R.M.R. を強度指標として用うればどの程度の誤差を生ずるやを併せて検討せんとした。

II. 実 験 方 法

実験は先ずスポーツ運動を大きく2分類し、

* 京都府立医科大学生理学教室(吉村寿人教授)

主として全身的な基本運動によつて組立てられているものと、特定の身体尺度に関係する運動に分つて検討を行うことにした。そして前者の代表的なものとして蹴球と野球を選び、後者の代表として登山と水泳を選んだ。登山は体重の負荷がスポーツ強度を決定する種目であり、水泳は身体の横断面積(胸囲の自乗)が強度指標として適することは第1報¹⁾に述べた通りである。而して以上の4種類のスポーツについて、夫々の特徴を最もよく表すと思われる複雑な一連の総合運動を行わしめ、この場合のエネルギー需要量の算出結果を実測値と比較せんとした。

被験者としては京都学芸大学々生(蹴球、登山、水泳で夫々4, 6, 8名)及び洛南中学生(野球2名)を用い、エネルギー需要量の測定は第1報記載の Douglas bag 法を用いたことは言うまでもない。実験の季節は春(登山)、夏(水泳)秋(野球)、冬(蹴球)である。各スポーツの実施細目については、各実験成績のもとで詳述する。

III. 実験結果及考案

1. 蹴球

京都学芸大学蹴球部員4名を被験者として一連の蹴球練習を行わしめ、その内より4~5分毎の時間の動作を任意抽出してエネルギー需要量を求めた。その求め方は前報に述べた様に運動時及び運動後の回復期の呼吸を Douglas bag に集めてこれを分析し常法によつて算出した。この値は第1表の下段に実測値として記載してある。一方これらの蹴球動作間の被験者の全動

第1表 蹴球練習時の需要熱量の実測値と計算値の比較

動 作	需要熱量	R.M.R.	橋 本		河 井		魚 永		前 野		平 均	
			時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量
	kcal/min		"	kcal	"	kcal	"	kcal	"	kcal	"	kcal
A 群	疾走 { a	120	120	—	1	2.0	—	—	2	3.8	0.8	1.4
	走 { b	70	70	3	3.6	19	22.5	16	18.3	22	24.2	15.0
	走 { c	30	30	21	10.9	21	11.7	18	8.3	29	13.7	22.2
	走 7.24	7	64	7.8	100	11.9	85	9.8	88	9.7	84.5	9.8
	歩 2.95	3	111	5.7	203	10.6	64	3.3	121	5.7	126.0	6.3
	足 1.16	1.2	4	0.1	13	0.3	3	0.1	18	0.3	9.5	0.2
	下 30.4	30	—	—	11	5.6	—	—	—	—	2.7	1.4
	立 0.17	0.2	97	0.3	77	0.2	53	0.2	37	0.1	66.0	0.2
	構 1.24	1.2	—	—	—	—	—	—	3	0	0.8	—
	え											
B 群	キ ャ ッ ク	0.5	30	—	16	8.0	7	3.5	3	1.5	6.5	3.2
	ストップ	0.3	12	1	0.3	—	—	—	—	—	0.3	0.1
			"	kcal	"	kcal	"	kcal	"	kcal	"	kcal
計 算 値 I)			300	28.7	450	72.8	240	44.0	320	59.0	327.5	51.0
実 測 値 (A)			300	30.3	450	70.2	240	43.4	320	56.8	327.5	50.2
計算値 I と実測値の差 (B)				-1.6		+2.6		-0.6		+2.2		+0.8
(A)/(B) %				-5.3		+3.7		-1.4		+3.9		+1.6
計算値 II (R.M.R.にて計算)			300	28.7	450	72.9	240	43.9	320	58.9	327.5	51.0
計算値 II と実測値の差 (C)				-1.6		+2.7		-0.5		+2.1		+0.8
(C)/(A) %				-5.3		+3.8		-1.2		+3.7		-1.6
備考 1. 被験者の体格 橋本 身長168.1cm 体重60.2kg 基礎代謝量1.041kcal/min												
河井 " 162.8 " 60.8 " 1.019												
魚永 " 159.7 " 55.3 " 0.981												
前野 " 162.8 " 56.5 " 0.945												
2. 計算値 I は動作A群ではR.M.R.の算式を用い、動作B群では一動作の需要熱量が等しいとして計算し、計算値 II は全動作を R.M.R. の算式で計算した値である。												

作の Time study を行い、これを第1表第1欄に示した11項目の蹴球基本動作に分類して夫々の所要時間を集計した。而してこれら個々の基本動作については豫め需要熱量を実測し、且つその内の第1表のA群に属する動作においてはこれを被験者の基礎代謝量にて除して R.M.R. を算出した。これらA群の動作は、第1, 2報に論じた様にその R.M.R. の値が最も個人差が少ないものである。これに対し表のB群の動作においては需要熱量そのまゝの値を用いる方が他の指標を求めるよりも個人差が少なくなる。そこでこれらの強度指標に先に集計した練習時の各動作の所要時間又は回数を乗じて、それぞれの動作についての需要熱量を求めた。第1表にはこの様にして求めた各被験者の各動作についての Time study の結果の集計及びその需要熱量を記入してある。かくしてこれら各動作別の需要熱量の総和を求めれば、被験者の蹴球練習

試合間の需要熱量が計算せられることになる。そこでこの計算値と、さきに求めた各被験者の実測値とを比較すると、表に見られる如く各被験者夫々についての計算においてはその差は±5%の程度であつた。

2. 野球

中学野球選手のうち、投手及び捕手の2名を被験者として選び、これらの選手について練習試合間の夫々の守備動作及び攻撃時の打撃、走塁動作について実測した需要熱量と、前述の蹴球と同様の方法によつて算出したこの間の需要熱量の計算値を第2表に示す。この場合に計算値を求めるためには、動作の強度指標としてA群の動作では R.M.R. を用い、B群の動作では一動作の需要熱量そのまゝの値を用いた外、第2表の動作C群では体重当りの需要熱量を用いた(第2報+表参照)。その結果は実測値と計算値の差は表の下段に示した如く夫々±6%程度

第2表 野球練習時の需要熱量の実測値と計算値の比較

動 作	需要熱量 R.M.R	守 備 時				攻 撃 時				合 計				平均 需要熱量 kcal ¹			
		後藤(投手)		上阪(捕手)		後 藤		上 阪		後 藤		上 阪					
		時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量	時間 又は 回数	需要 熱量				
A 群	kcal/min	"	kcal	"	kcal	"	kcal	"	kcal	"	kcal	"	kcal	kcal			
	走 { a	73	80	—	—	—	—	10	14.7	—	—	10	14.7	7.4			
	走 { b	37	40	—	—	23	15.8	8	5.9	23	15.8	8	5.9	10.8			
	走	5.6	6	—	8	0.9	11	1.1	5	0.5	11	1.1	13	1.4	1.3		
	歩	1.81	2.0	44	1.5	22	0.8	8	0.3	44	1.6	52	1.8	66	2.4	2.1	
	足踏	0.75	0.8	—	2	0	2	0	—	—	2	0	2	0	0		
	蹲	0.43	0.44	—	23	1.9	—	—	—	—	—	—	23	1.9	1.0		
	立	0.18	0.17	141	0.4	—	—	—	—	141	0.4	—	—	—	—	0.2	
	捕手	0.13	0.14	—	125	0.3	—	—	—	—	—	125	0.3	—	—	0.2	
	打撃時	0.22	0.24	—	—	—	95	0.4	25	0.1	95	0.4	25	0.1	—	—	0.3
B 群	走壘時	0.13	0.14	—	—	—	41	0.1	79	0.2	41	0.1	79	0.2	—	—	0.2
	kcal/1動	回	回	回	回	回	回	回	回	回	回	回	回	回	回	回	回
	投捕/投手	1.20	38.2	17	20.4	—	—	—	—	—	17	20.4	—	—	—	—	10.2
	球捕手	0.82	23.8	—	12	9.8	—	—	—	—	—	—	12	9.8	—	—	4.9
C 群	打撃	1.25	150	—	—	—	2	2.3	2	2.5	2	2.8	2	2.5	2	2.5	2.6
	スイング	0.13	3.4	—	—	—	6	0.8	7	0.9	6	0.8	7	0.9	—	—	0.8
kcal/50kg/1動		—	—	14	4.6	—	—	—	—	—	—	14	4.6	—	—	2.3	
計 踏跳動作		0.28	8.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計 算 値 I)		185	22.3	180	18.3	180	21.3	171	26.4	365	43.6	351	44.7	44.2			
実 測 値 (A)		185	23.4	180	19.4	180	20.5	171	24.9	365	43.9	351	44.3	44.1			
計算値と実測値の差 (B)		—	—1.1	—	—1.1	—	+0.8	—	+1.5	—	—0.3	—	+0.4	+0.1			
(B)/(A) %		—	—4.7	—	—5.7	—	+3.9	—	+6.0	—	—0.7	—	+0.9	+0.2			
計算値Ⅱ (R.M.Rにて計算)		185	21.9	180	18.9	180	21.2	171	26.9	365	43.1	351	45.6	44.5			
計算値Ⅱと実測値の差 (C)		—	—1.5	—	—0.5	—	+0.7	—	+2.0	—	—0.8	—	+1.5	+0.4			
(C)/(A)		—	—6.4	—	—2.6	—	+3.4	—	+8.0	—	—1.8	—	+3.4	+0.9			

備考 1. 被験者の体格 後藤 身長163.2cm 体重52.2kg 基礎代謝量1.028kcal/min

上阪 " 165.0 " 59.0 " 1.095

2. 計算値 I は動作A群ではR.M.R, 動作B群では需要熱量そのまゝの値, 動作C群では体重当り需要熱量を強度指標として計算した

3. 計算値 II は全動作を一律にR.M.Rの算式を用いて計算した値である

である。

以上の2つの例に示した如く複雑で変化に富んだ一連のスポーツ時の需要熱量測定に際して、運動時の Time study の結果より個人差をなくする種々の強度指標を吟味して計算すると、1回の運動調査であつても $\pm 5 \sim 6\%$ の範囲内でよく信頼し得る需要熱量の計算値が得られる。殊にこれらの測定を繰返して測定して平均値を求めると、第1表にも例示した如く更に誤差は少なくなる。所で蹴球や野球等の試合や練習時の動作は、第1, 2表に見られる様に大部分がA群に属し、殊に試合や練習全体の内て占める時間の割合を考えると、蹴球は殆んど時間をA群の動作に費やし、野球でも投捕手以

外は同様である。故にかゝる球技では試合や練習の何れにおいてもその全選手の消費せる需要熱量の合計乃至は平均値を求める際には、一律に R.M.R を用いて算出しても大きな誤差はなさそうに思われる。そこでこれを確かめるために表の最下段には上記の各動作の需要エネルギーを総て一律に R.M.R を用いて計算し、これを集計した各選手の総需要エネルギーを示した。こゝに見る様に蹴球では各人の実測値とR.M.Rよりの計算値との差は $\pm 5\%$ 以内の範囲で一致し、先の強度指標を厳密に吟味した場合と大差はない。殊に平均値については先の計算値と殆んど一致している。野球においても投捕手の攻撃時や守備時の需要熱量は R.M.R よりの計算

第3表 比叡登山の需要熱量

被験者	体重	基礎代謝量	実測値 (A)	体重当り需要熱量より計算			R.M.R. にて計算		
				計算値(B)	(B)-(A)	[(B)-(A)]/A	計算値(C)	(C)-(A)	[(C)-(A)]/A
	kg	kcal/min	kcal	kcal	kcal	%	kcal	kcal	%
田 中	48.8	0.915	368.4	358.8	- 9.6	-2.60	382.2	+13.8	+ 3.75
吉 岡	57.4	1.011	415.9	421.8	+ 5.9	-1.42	421.4	+ 5.5	+ 1.34
蜂須賀	58.3	1.028	438.8	428.3	-10.0	-2.20	428.8	-10.0	+ 2.29
横 山	61.0	1.022	461.2	448.4	-12.8	-2.78	436.4	-24.8	- 5.38
福 田	68.0	1.115	478.2	498.6	+20.4	+4.27	464.2	-14.0	- 2.94
山 岡	71.5	1.136	538.4	526.5	-11.9	-2.20	474.7	-63.7	-11.83
平 均	60.8	1.378	450.1	447.1	- 3.0	-0.70	434.6	-15.5	- 2.89
						$u^2=8.967$	$u^2=39.738$		

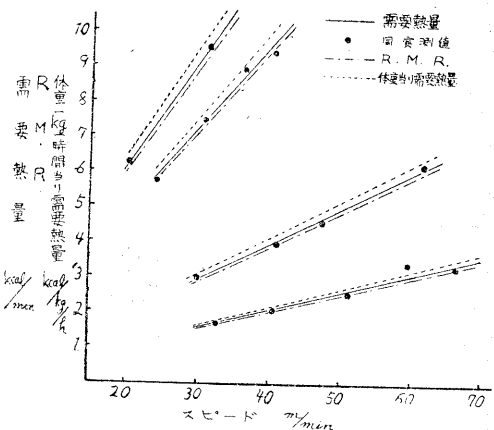
値と実測値との差は $\pm 8\%$ 内でやゝ前の計算の場合より大きい差になっている。しかし一選手を通算した場合にはその差は 3% に過ぎなくて動作種類を吟味した場合と一律に R.M.R. を用いた場合とは殆んど差異がないのである。それ故にかゝる球技においてはチーム全体のエネルギー需要量の平均値や、選手の全試合間を通じての全動作を問題とする時には、R.M.R. を用いて需要熱量を算出しても大過ないと言えよう。たゞ特定の選手につき、且つその特定の動作を問題として需要熱量を論ずる場合には、第1, 2報に述べた様にその強度指標には充分の吟味が必要である。

3. 登山

以上の如く球技においては大体として R.M.R. を用いてその試合や練習時のエネルギー需要量を算出し得ることを明かにしたが、次に前記の C 群の動作 (身体重心の上昇) に富む登山運動においては果して R.M.R. を用いて需要熱量を算出すればどれ程の誤差を来すであろうか。この様な検討を行うために 6 人の運動部の学生を被験者として比叡山に登らせて見た。この登山は山麓 (西塔駅—海拔126m) より傾斜度及び距離の明瞭であるケーブルに沿つて四明駅 (海拔686.5m) まで (距離1,458m) 登り、そこから頂上 (海拔843m) までの 950m は登山道路を登つたのである。そしてこの間に Douglas bag を用いて被験者の需要熱量を実測した。その値は第3表の第4例に示した如くである。次に比叡登山時の需要熱量の計算値を得るために、他の被験者により別の山道にて需要熱量を実測し、傾

斜角及びスピードと需要熱量の関係を求めた。

その値は第1図にまとめて示されている。この



第1図 登坂時の傾斜角と需要熱量

需要熱量の値は体重当りに換算すると Sigrist¹⁾の報告とよく一致していた。而して一方比叡登山時のスピードや傾斜角を実測し、第1図の成績よりこの登山時の傾斜及びスピードに対する R.M.R. や体重当り需要熱量を求めた。そしてこれらの成績を用いて全登山に要する各被験者の需要熱量を R.M.R. からと体重当り需要熱量からとの2つの方法で算出した。その結果は第3表第3欄及び第6欄に示した如くである。表に見る様に実測値と計算値との差 (誤差) の比率 (実測値に対する) は、体重当りで計算した値 (平均-0.70%) の方が R.M.R. にて計算した値 (平均-2.89%) より少ない。併しこの様な差の比率の分散をとつて見るとこれはかなり大きく有意水準 5% とするとさきの誤差比率の差は統計上有意でない。これは登山は純然とした身体重心

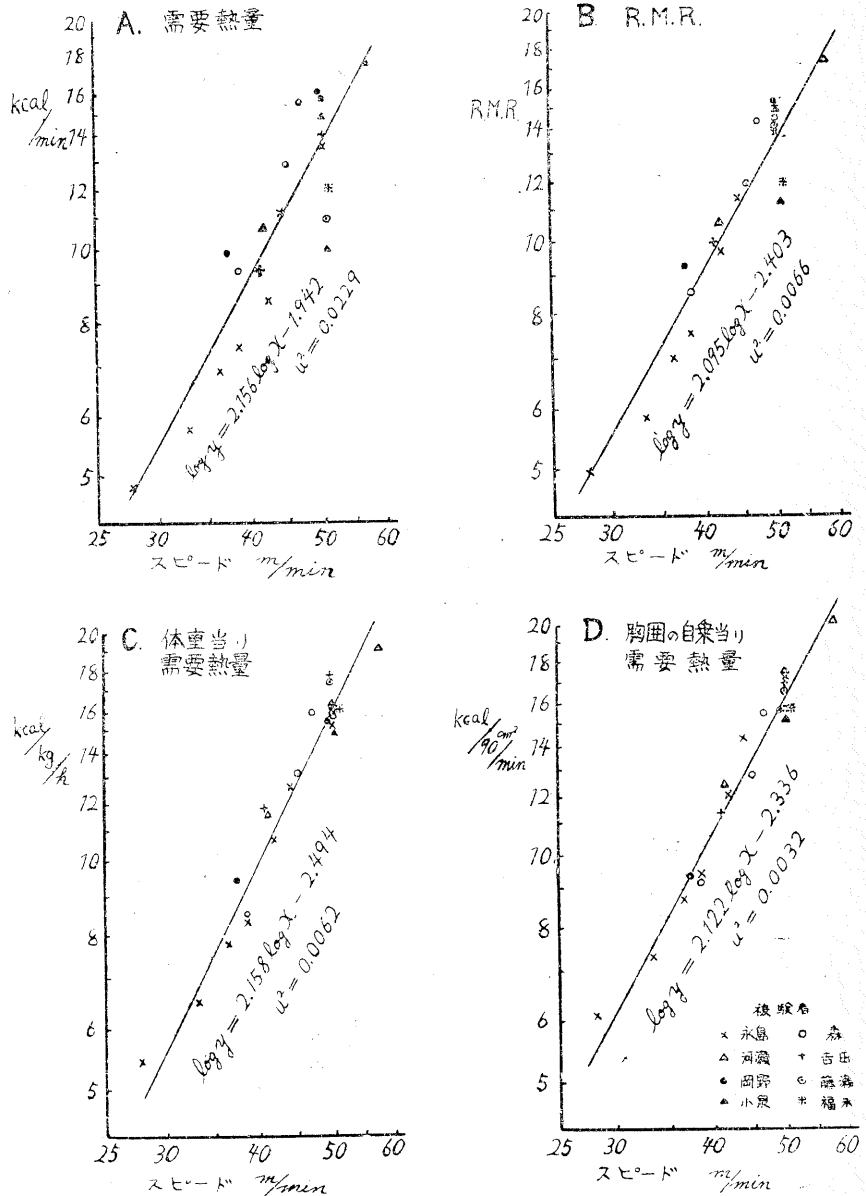
の上昇運動でなく他の運動形式が幾らか加味されていること、又被験者の体重と基礎代謝量との相関係数は+0.94であつて、需要熱量と体重との関係は基礎代謝量にもかなりに影響して來ること、筋運動時の需要熱量は当然その個人の内的、外的な條件の変化に応じて若干動揺するものである等の理由から、僅か6例の実験例では統計上確然とした差を認めることが出来なかつたのである。

従つて實際問題として登山の様な身体重心の上昇を主とする運動においても、R.M.R.を用いて需要エネルギーを算出して大きな誤差はないのである。併しさきにも述べた如く理論的な問題の究明に際しては体重当りの需要熱量で計算すべきものであり、又更に登山時に荷物を持つたり、その他の要因の影響を論ずる際にはなるべく体重当り需要熱量をもつて運動の強度指標とする方が有利である。

4. 水泳

遊泳時のエネルギー需要熱量は胸囲の自乗当りにすると個人差が少ないこと

は第1報に述べた通りである。今8名の被験者(水泳選手)についてBreast泳法を用いて、いろいろのスピードで100m泳がした時に、この間のエネルギー需要熱量を実測して見た。その結果は第1図(両軸とも対数方眼に取る)の如くである。即ち第1図Aは各被験者の各種のスピードに対する需要熱量そのまゝの値を示したものであり、B図はR.M.R, C図は体重当り需要



第2図 水泳(平泳)のスピードと需要熱量

熱量, D 図は胸囲の自乗当り需要熱量を示してある. 図の直線はスピードの対数と上記の諸測定値の対数との関係について最小自乗法によつて求めた回帰線であつて, 4 者何れの場合もその実験式で示した様にエネルギー需要量はスピードの約 2 乗に比例している. 今これら 4 組の測定値についてそれぞれの回帰線よりの動搖の度合 (個人差の大小) を見るために, 各々の実測値と回帰線によつて示される規準値との差 (実測値と回帰線の垂直距離) を規準値で割つた値について回帰線の回りの分散を検定して見ると, 胸囲の自乗当りの需要熱量の分散 ($u^2=0.0032$) が最も小さい, 併しこの分散は体重当り需要熱量や R.M.R. についての分散 ($u^2=0.0052$ 及 0.0066) との間には統計上有意の差は認められなかつた. 第 1 報にも説いた様に水泳時のエネルギー需要熱量を決定づけるものは遊泳に対する抵抗であり, これは身体の遊泳方向と直角の横断面積に比例する. 従つて理論的には胸囲の自乗当り需要熱量にすれば個人差 (即ち分散) が最小となることは当然のことであるが, この場合に R.M.R. や体重当り需要熱量の分散との間に明かな差の認められないのは, 胸囲と基礎代謝量, 或は体重との間には第 4 表に示した如く 0.8 程度の相関々係があり, その他登山の場合と同様色々の原因によるものと思う. 従つて水泳の試合や練習時のエネルギー需要量を Time study の成績より求める際にもさきの野球, 蹴球, 登山の場合と同様に理論的には胸囲の自乗当り需要熱量を強度指標として用うべきである

が, 実際上は R.M.R. を用いても大過がないと言ひ得る.

以上登山や水泳の例の如く個々のスポーツについてスピードとエネルギー需要量の関係を論ずる場合, 或いは蹴球や野球の例の如く, 複雑なスポーツ時の基礎動作の Time study の集計から, 一連のスポーツの練習や試合時に必要なエネルギー需要量を推算する場合は, 理論的に正確には第 1, 2 報に報じた様にそのスポーツ乃至はスポーツの動作分析から力学的に運動形式を吟味して最良の強度指標を選ぶべきである. しかし複雑な一連のスポーツについて試合全体のエネルギー需要量を論じ, 又エネルギー需要量から他のスポーツとの強度を比較する場合には, かゝるスポーツには通常種々の力学的形式の運動が包含されているものであり, 又一般に同年輩の同一種目のスポーツ選手間には第 4 表に示した様に, 身長, 体重, 胸囲等の発育度と基礎代謝とはかなりの相関があるので, 運動時の需要熱量が何れかの発育度に高い相関々係を示せば, 当然他の発育尺度にても相当の相関々係を有することになり, 更に又運動時の需要熱量はその個人の内的, 外的の條件によつて動搖するものであるから, かゝる場合には一般に R.M.R. をもつて強度指標とすることが可能である.

総 括

A. 野球及び蹴球の練習試合に Douglas bag 法によつて実測した需要熱量と, 動作中の

第 4 表 スポーツ選手の身体各部の相関係数 (全日本高等学校選手権大会出場選手について調査)

		基礎代謝量と体重		基礎代謝量と身長		体重と身長	
		r	P.E.r	r	P.E.r	r	P.E.r
野 球		+ 0.903	± 0.012	+ 0.779	± 0.025	+ 0.508	± 0.047
蹴 球		+ 0.921	± 0.012	+ 0.818	± 0.025	+ 0.597	± 0.049
ラ ク ビ		+ 0.894	± 0.016	+ 0.788	± 0.030	+ 0.609	± 0.049
水 泳		+ 0.857	± 0.028	+ 0.823	± 0.034	+ 0.699	± 0.054
平 均		+ 0.894	—	+ 0.802	—	+ 0.603	—
一 般 学 生		+ 0.825	± 0.022	+ 0.711	± 0.033	+ 0.652	± 0.039

備考 1. 基礎代謝量と胸囲との相関係数は水泳選手では $+0.778 \pm 0.057$, 一般学生では $+0.538 \pm 0.048$ であり, 胸囲と体重との間には水泳選手では 0.780 ± 0.042 , 一般学生は $+0.730 \pm 0.032$ の相関係数を示した

2. 表の一般学生とは京都学芸大学新入生についての測定成績である

Time studyの結果より、第1, 2報に報告した種々の強度指標を吟味して計算した需要熱量との差は5~6%程度であつて、かゝる方法により複雑な一連のスポーツ時のエネルギー需要量を算出すると、かなりの信頼し得る数値を求めることが出来る。

B. 身体重心の上昇運動の形式を多分に備え、しかも持続的なスポーツである登山時や、水の抵抗が運動に際しての外的な仕事となる游泳時の需要熱量は、夫々体重当りや胸囲の自乗当りの需要熱量を強度指標として計算すれば、実測値との差は他の指標を用いた場合よりも少いのであるが、しかしR.M.R.にて計算しても大差はない。

C. 以上より複雑な一連のスポーツ時の需要熱量を Time study の結果より算定するに當つて理論的に正確な値を得るには、夫々運動の力学的な形式によつて用うる強度指標をかえ、運動量に最も関係の深い身体尺度を除数として、

需要熱量との比率を用いるのが適當である。

しかしこの様な一連のスポーツ運動についてはその内にかなり全身運動が含まれている場合が多く、しかも身体の發育尺度と基礎代謝量との間にはかなり良き相関があるために、普通の場合にはその全エネルギー需要量の計算のためには一般的に R.M.R. を用いることが可能である。

この研究の一部は、文部省科学研究費によつて行つた。

終りにのぞみ、終始御懇篤な御教導と御校閲を賜つた京都府立医大生理学教室吉村寿人教授に、心からの感謝を捧げると共に、被験者として労を煩わした学生諸子に敬意を表します。

文 献

- 1) 山岡誠一 (1952) 日本生理誌 14, 327
- 2) 古沢一夫 (1936) 労働科学研究 13, 711
古沢一夫 (1949) 兵庫医大紀要 1, 1
- 3) 山岡誠一 (1952) 日本生理誌 14, 395
- 4) Sigrist, A. (1926) Pflüger. Arch. 212, 741

Summary

To estimate the energy requirement in muscular exercise of a sport, the author previously proposed to employ a special intensity index characteristic of the type of physical movement in place of R.M.R. (or energy requirement per basal metabolism).

In complete games or training course, however, a pretty large part of total energy requirement is consumed by a whole bodily exercise of which the best intensity index is R.M.R., and various intensity indices bear good correlations with one another. Therefore R.M.R. may be used for the calculation of energy requirement in the total course of games or training.

(Institute of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College)

地方小学会報

第80回生理学東京談話会

時 昭和27年4月26日(土)午後1時より

所と当番 新宿区東大久保1の412 東京医科大学生理学教室 久保盛徳

1. 本間三郎・井上正士(千葉大生理)

人体神経電気刺激閾値の研究

人体神経、筋の電気刺激閾値の研究は古くから多くの人々によつて成されてきた。しかしなが人体の電気刺激は皮膚という電氣的に著しい特性を有するものを介して与えられるから、得られた閾値を他の標本実験で求めた閾値とそのまま比較検討することは極めて危険である。皮膚の電氣的特性について Gildemeister 以来研究され、現今若林教授は更にその詳細を追求している。皮膚の電氣的等価回路は蓄電器、抵抗の結合であることは疑のないところである。従つて刺激として与えた矩形電流は皮膚によつて変形され、その変形電流が神経の刺激電流であると考えねばならない。この変形は用いた電極面積及び皮膚外回路の抵抗を適当に選択することにより1/100秒まで正しい指数函数電流にすることができる。そこで神経に対して有効なる電流は指数函数電流と考えられるのであつて、標本実験の放電々流刺激に相当するものである。

この指数函数電流の時定数を皮膚外回路抵抗の大小によつて変えて、その際の閾値を測り i -RC 関係を求めた。 i -RC 関係を示す実験式のもつ恒数を決定しその意義を定めた。

更に皮膚の電氣的特性を人為的に変動させた場合の閾値を求め、それから先の恒数を算出した。恒数の変化より逆に皮膚の特性の変化を伺い知ることができる。皮膚の特性は環境条件の変化に容易く反応する故に人体神経閾値の正確な決定は難しいと云わざるを得ない。

2. 酒井敏夫(慈大生理名取研)

水強直に関する研究 (2)

水強直については前回報告したが、その後引続き実験を行つたので、得られた成績の2,3につき述べる。

1) 水強直筋の線膨脹係数は(+)で、正常筋繊維の如き線膨脹係数の逆轉することがない事を知

つた。又各種温度で水強直を起させた筋の粘弾性は、温度が上昇するに従ひ低下する事も認めた。今回は、このように各種温度で処理した筋繊維を再び0°Cの蒸留水に戻した標本により線膨脹係数及び筋長-温度曲線を求めた結果20°C以下のものは可逆性であつたが、それ以上のものでは不可逆性であることを知つた。

2) 水強直にたいし alkali の影響を見るため $pH=8.0\sim 9.6$ の間にて水強直を起させると $pH=9.3$ 以上では水強直を認められず、伸展してしまふ成績が得られた。

3) Urea の蛋白に対する作用は、これまで生化学的、酵素学的方面で知られて來たが、水強直に対して Urea がどのような働きを現すかを実験して見た。その水強直及び作用を受けた水強直筋の粘弾性につき分析を行つた。

4) St-Györgyi はじめ筋蛋白特に Myosin, Actin の抽出には KCl 溶液が用いられ、KCl が筋蛋白の結合に相当大きな働きをもっている事が知られている。もし、筋繊維を構成している筋蛋白が KCl で変化が起つているものとすれば、そのように処理された筋の水強直にも影響が認められるものと考え、等張-KCl-Ringer液で一度 KCl 痙攣を起させた標本を用いて水強直実験を試みた。

5) 水強直の生起に、筋鞘の透過性も重要な関係を有することは考えなければならない。そこで透過性を高めるものとして知られている蔗糖及び麻醉薬を使用し、水強直に対するそれらの影響について実験を行つた。

3. 五十島長太郎(慈大生理名取研)

ガマの排尿特に採尿を中心として

ガマの採尿には、カニユーレを輸尿管に挿入する方法が用いられている。この方法には2種類あるが腹部切開による方法は、手術的影響が考慮されねばならぬ。又 Papilla urinaria から逆行性に輸尿管にガラスカニユーレを入れる方法では、長時間

の観察が出来ない。そこで私は総排泄腔にカニユーレを入れる採尿法を行つてみた。ガマを恒温の水に浸けた場合、この方法では、単位時間の尿排泄量が著しい変動がみられる。そこで、この方法と比較してみた。腹腔より一側の輸尿管にガラスカニユーレを入れ、他側の腎よりの尿を総排泄腔より採つてみると、前者の方が後者より変動、尿量に少い傾向がみられた。少くとも、後者の場合には、総排泄腔壁の収縮が排出量に与するので正確な尿の排出状態をみるのには不適であるが、どの程度の不正確さをみるために、より合理的な採尿法を必要とする。私はビニールの細管をPapilla urinariaより輸尿管内に入れ、腹腔より輸尿管にビニールを結紮し、左右の腎よりの排出量を測定したが、この方法でも、やはり変動はみられ、且つ左右の腎よりの排出量は一致しない。

4. 大久保信一・小林弘光・鈴木富佐雄 (衆議院歯科)

歯科治療前後に於ける耳下腺唾液量に就いて

人間に於ける耳下腺反射分泌に関する研究発表は先輩諸氏により数多くなされている。其れに引き続いて私共は歯科治療前後に於ける耳下腺唾液量を測定したのであるが、此の研究は常に患者の固有唾液量と治療時又は治療後に於ける反射唾液量との比較を考察資料にした。我々日常行っている歯科治療の種類や方法は廣範多岐にわたる爲、其の代表的な拔牙手術と拔髓手術等の場合にのみ重点を置いた。

其の結果を示すと上下顎の別、歯牙の位置に関してはあまり影響がなく、拔牙、拔髓手術後は反射唾液量が減少し、手術野に対する消毒薬の塗布は反射分泌を促進、傳達浸潤麻酔には其の進行と共に漸減する様である。

5. 町田都乎 (群馬大生理)

一度乾燥させた骨格筋の短縮性に就いて

鼠の下肢から切り出した骨格筋(M. sart., M. add. mag., M. add. long. 等)を硝子板上に置いて室温にて1~6日乾燥させると筋は乾燥期間に従つて相当固くなり乾燥期間の長いものは力を加えて中間で折ることが出来るようになる。斯く乾燥した筋を再びRinger液中に30分~数時間浸しておけば膨化してくる。斯る筋から十数本の筋繊維を分

離して、これを隔絶箱に装置して、光槓杆に連結し電流を通じて其れに対する反応を観察し次の如き結果を得た。

1~3日乾燥した筋に於ては、隔絶箱に装置して電流を流す際には初めから陽通電、陰通電共に持続性の短縮を示すが、2~10分陽通電を持続すれば、開放に際して持続性短縮が現われるようになり、更に傳播性の短縮をも現わすようになる。又筋が漸る状態になったとき陰通電を行えば小さいながら傳播性の短縮即ち彎縮に類似の反応が現われる。

4~6日乾燥した筋に於ては短縮の様子は大体に於て1~3日乾燥のものと同様であるが一般に短縮の大きさが小さく、又短縮が起る様になるまでに長い間陽通電を持続することが必要である。

尚、此等の筋の短縮の状態は乾燥期間の長さだけでなく乾燥してRinger液に浸す時間によつても同一でない。

市販のほしいかの筋に於て同様の実験を試みるに明瞭に短縮することを認めた。

以上の如く一度乾燥した筋が電流的作用によつて短縮するのであるが、斯様な短縮が新鮮な筋に於て見られる短縮と同一機序に従つて行われるかどうかは未だ決定出来ないが、筋の短縮機序を研究する際に見のがし得ない重要な事柄であると思う。

6. 福田篤郎・中川孝一 (千葉大生理労働)

副腎剔除家兎ショック耐性に就いて

両側副腎剔除後のショック耐性の経過を下肢緊迫実験により検討するに、皮質活動に由来すると考えられるエオザン好球の減少並びにクレアチン尿、血沈促進現象は終始著しく抑制され殆んど出現をみぬが、交感神経-副腎髓質系活動によると思われる初期血圧上昇のみは副腎剔除後1ヶ月のうちに漸次恢復し、且つ剔除後1週間前後でショック時に著明にみられた血液濃縮現象も漸次軽減されそれと共にショック耐性も1ヶ月後には正常に変わりなくなつた。この現象は副腎剔除後皮質機能の代償は考え難いが(福田: Jap. J. Physiol., 3巻 1952) 髓質機能は他によつて代償されることを示すものである。

7. 福田篤郎・横関珠治 (千葉大生理労働)

火傷時の血液濃縮に就いて

家兎火傷時の赤血球数増加は脾臓剔出によつても影響されず、且つアドナリン投与によつて抑制される故、貯蔵血液動員による見掛け上の血液濃縮ではない。この血液濃縮はアドレナリン投与の他、プロカインによる火傷局所の痛覚遮断及びビタミンCの投与によつて抑制され、且つ火傷後の直腸温下降も軽減されウロビリノーゲン反応も出現しなくなる等ショック経過に対しても良好な成績を与える。

血液濃縮は火傷局所の浮腫出現に先行して早期に現れるものであり、火傷時の激痛によるアドレナリンの反射過剰分泌後の副腎髓質不全及びビタミンC消費増加に起因する毛細血管透過性亢進に基くものと思われる。事実火傷後の血中アドレナリン様物質の増量はプロカイン局麻に於ては著明にビタミンC投与によつてもかなり抑制される。血液水分滲出個所としては肝臓が考えられ、肝圧碎 CCl_4 中毒等を経過した家兎に於ては火傷時の血液濃縮がみられない。

8. 福田篤郎・酒匂規夫 (千葉大生理労仲)

実験的腎性高血圧に関する Renin 学説批判

Goldblatt 腎性高血圧発生機轉に関しては同氏自から神経性因子の与らざることを証して以来、Page 等の renin-hypertensin 学説の登場するところとなつたが、同学説には種々難点が指摘されようやく反省期に入つたかの感がある。ここに於て演者等は先ず hypertensin を含めての血中増圧物質の検定に墓洞房標本を用い、Page 手術後の同物質の消長を調べた。renin 加家兎血漿或は renin 静注後の家兎血漿(何れもヘパリンを加う)同標本に対し収縮高増高、搏動数増加に於て Epinephrine $10^{-9} \sim 10^{-8}$ に相当する。墓下股血管収縮に対しても同一 Epinephrine 濃度に相当することから hypertensin の心血管作用様式は Epinephrine と類似する。正常家兎血ヘパリン加液は $10^{-11} \sim 10^{-10}$ Epinephrine 相当量の増圧物質を含有するが Page 手術後血圧は間もなく上昇するに反し、増圧物質は遅れて10日頃より漸次増量2週後には 10^{-8} Epinephrine 相当に達する。約50日後には血圧依然高値を保つにかかわらず再び正常値に復帰する。即

ちかかる検定法に於ても高血圧持続には流血中増圧物質の関与しないことを知つた。

次に初期の血圧上昇との関係であるが、初期の増量をみた同物質が両側副腎剔出により正常化するに關らず血圧は同様上昇の経過をとる。即ち高血圧発生初期にも関連がない。尙ここに觀察され得た増圧物質の増量は副腎の存在を前提とすることから adrenaline との関連が考えられ得る。かくして増圧物質による液性因子に高血圧発生機轉を考え得ないので、血管性因子としてそれが Epinephrine 及び Norepinephrine 感受性を検査すべく腹部大動脈血圧の上昇を來す濃度 (1ml) 静注閾をみるにいずれも正常家兎に比し閾値濃度 1/100 に低下するを認めた。之等 adrenahine 系統のものに対する感受性の著明な亢進は血管の過敏性として高血圧発生機序を知る上に重要な役割を演ずるものと考えられる。この事柄に關連して Vit. C (50mg/1kg体重) 及び Rutin (30mg/1kg体重) を連日投与するに多少の下降を來すこととみた。

次に Page 手術後の心臓重量増加をみるに、40~50日後には肥大が一定度に達することを知つた。この時期は丁度血中増圧物質の正常に復期する頃にあたる。

9. 八村正夫・澁谷晃司 (千葉大生理労生)

下垂体前葉-副腎皮質系反応と体質

アドレナリン注射による流血中エオザン好球減少度を以て前葉-皮質系反応を検索するに、本反応は同一個人に於ては、基礎条件下ではかなり一定に現れることを知つた。然しエ球減少度には季節的影響がかなり顯著であり夏期には輕微となる。年齢的關係をみるに高年に至る程輕微である。同一年齡層で同一季節に測定した減少度は個人によりかなり著しく相違する。これが如何なる他の体質的現象と相關するかを検索した結果、エ球減少度と、ツベルクリン反応発赤径とは極めて密な相關を有することが分つた。ツ反応強度の個性性を支配する因子と下垂体前葉副腎皮質系反応性は極めて密接な關係を有するものと思う。然し抗体生成能力と副腎との關係については、家兎卵白アルブミン実験で遂に皮質の役割を見出せなかつた。

第81回生理学東京談話会記事

期日 昭和27年6月1日(日)午前10時30分から

場所と当番 横浜市南区浦舟町 横浜医科大学 丹野楯彦

今回は札幌での日本生理学会総会を間近に控えてのことでもあり、研究発表の形式を離れて、研究上の失敗談を中心とした気楽な談話会が催された。特に生理学会の長老藤田敏彦教授の御出席もあり、下記の如く、研究方法の上でも、考え方の上にも有益な示唆に富む談話に終如した。

演題及び演者

1. 赤血球の電子顕微鏡的研究に就て…丹野楯彦

2. アイソトープによる組織膜透過性実験に関連して……山本 清

3. 感覚生理学実験に関して……………藤田敏彦

4. Ringer 氏液の発見……………若林 勲

5. 微小電極による実験談……………富田恒男

6. 筋電図に関する実験談……………時実利彦

7. 興奮傳導に関する実験談……………山田 守

正 誤 表

頁	列	行	誤	正
420	右	下から15	溶血々液では3.04mol/l	溶血々液では450Col, Michaelisの 恒数は浮游液では 3.04mol/l
434	左	下から11) 下から13) 下から16)	行目の次に何れも	溶血々液では450Col, Michaelisの 恒数は浮游液では 3.04mol/l
436	左	下から 7) 下から 9) 下から12)	行目の次に何れも	溶血々液では450Col, Michaelisの 恒数は浮游液では 3.04mol/l
436	右	上から1~3	も急なものより順に記せば, 黄, 赤, 緑, 青の順であつた. 有色光 に就ても漸増の場合と同様, 曲線 の最	有色光に就ても漸増の場合と同 様, 曲線の最も急なものより順に 記せば, 黄, 赤, 緑, 青の順であ つた. (上から 3行, 1行, 2 行の順に読む)
438	左	上から 8	す始く,	す如く,



— 主 要 医 薬 品 —

ペニシリン 各種ペニシリン

ストレプトマイシン 結核治療抗生物質

注射用 **ジュンパス** 結核化学療法剤
 内服用

バンジット 全上 イソニコチン酸ヒドラジド

材I-テミゾール 砒素 駆梅剤

シオI-テミゾール 全 上

マファルゾール 全 上

オスワルサン 内服用 駆梅剤

バンチオニン 注射用

デトキソール

ジューソニン

スチブナール

コーチゾン

錠剤・注射用
眼科用軟膏

ギトーザン 注射用

塩酸プロカイン 注射用

肝臓障碍
メチオニン製剤

重金並に
中毒一般解毒剤

重曹注射液

日本住血吸虫病
トマアンチモン製剤

副腎皮質ホルモン
米国メルク会社製
ロイマチス、神経痛、アレルギー疾患、角膜炎

ロイマチス、神経痛、キノフエン製剤

局所麻酔薬

東京・萬有製薬株式会社・日本橋

Comp. Rutin

— KOWA —

本剤の特長

黄芩・黄連・大黃含有

- 1 血管脆弱の恢復作用が大
- 2 血圧降下作用や自覚症の改善が著明
- 3 高純度結晶を使用し、連用しても副作用は殆んど無い
- 4 量産化成功により価格は低廉 (文献贈呈)

高血圧・脳溢血・予防治療剤



— 包装の価格 —
 末 25g 880円
 100g 1200円
 錠 30錠 120円
 100錠 850円

複合ルチン

コーワ

製造元 興服産業株式会社 販賣元 株式会社 中村瀧商店 東京・日本橋本町三