

日本生理學雜誌

第 13 卷 第 11 號

昭和 26 年 11 月 25 日 發行

編 集 幹 事

浦本政三郎・久保盛徳・坂本嶋嶺・鈴木正夫

戸塚武彦・林 謙・福田邦三

原 著

- 山 地 廉 平：筋労作時の蛋白代謝に関する研究 (第3報) 労作訓練と労作時の蛋白代謝の時間的消長.....491
- 佐 藤 宏：Epinephrine 及び Nor-epinephrine の心臓血管作用の比較.....497
- 築 山 一 夫：条件行動と脳波.....499
- 堀 内 冷：疲労と脳波 (強制水泳による鼠脳波の変化).....505
- 須田 勇・鬼頭京子・宮木高明・佐竹一夫：骨骼筋より抽出した筋収縮催起物質の化学的同定510
- 飯 田 敏 行：寒冷血管反応に関する研究 (第3報) 寒冷血管反応に関与する神経について.....513
- 時実利彦・近藤達子・時実 博：四肢筋に現れる上下・左右・前後運動による迷路性反射に就いて-Neuromuscular unit の活動様式に関する研究 (7)-.....518

地 方 小 学 会 報

- 第73回生理学東京談話会.....525
- 第74回生理学東京談話会.....527
- 第2回日本生理学会北海道地方会.....530

会 報

- 寄贈図書の出出.....532

附：正誤表

日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌
Nihon Seiri. Z.
J. Physiol. Soc. Jap.

Comp. Retin

- KOWA -

本劑の特長

黃芩・黃連・大黃含有

- 1 血管脆弱の恢復作用が大
- 2 血壓降下作用や自覺症の改善が著明
- 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)

高血壓・腦溢血・予防治療劑



—包装の價格—
 末 25g 880円
 100g 1200円
 錠 80錠 120円
 100錠 350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

★ 萬有の医薬品 ★

肺炎・梅毒・淋病・化膿性疾患

ペニシリン

油性・水性・軟膏・錠劑
 結晶G・ミックス・膺坐藥

驅 梅 劑

ネオエーラミゾール

靜脈注射劑

驅 梅 劑

ミオエーラミゾール

筋肉注射液

驅 梅 劑

オスワルザン

内服606號

結核化學療法劑

ジュソパス

(P A S)

肝臟障害・解毒劑

パンチオニン

メチオニン

神經痛・ロイマチス

ギトーザン

キノフェン注射液

局所麻酔劑

パンカイン

鹽酸プロカイン



Banyu

東京・大阪 萬有製藥株式会社 岡崎・札幌

筋 勞 作 時 の 蛋 白 代 謝 に 関 する 研 究 612.398.2

(第3報) 勞作訓練と勞作時の蛋白代謝の時間的消長

Studies on Proteinmetabolism in Muscular Exercise.

Ⅲ. The Time Course of Protein Metabolism in Muscular Exercise, and its Change during the Training.

山 地 廉 平 (Yamaji-Renpei)*

蛋白代謝に及ぼす筋勞作の影響については或る者は蛋白代謝は昂進すると云い (Cathcart (1), Wilson (2), 暉峻 (3)), 又或る者は全く影響しないと云い (Mitchell & Kruger (4), Chamber & Milharat (5)), これ等の間にその結論を得ていない。例えば職業的な重筋勞働者についての調査成績によれば (暉峻, 斎藤 (3)) 作業中に尿中窒素はそれと等しい蛋白量を攝取せる非重筋勞働者に比し高い事を認めている。又運動選手についても同様の報告がある (高島, 富田 (6))。これに対し Atwater & Sherman (7, 8) は勞働時の蛋白代謝の亢進は栄養不足の爲である事を指摘している。然るに著者の長期間に渉る重筋作業の実験に於いては1日量として尿中窒素排泄量は非勞働期と比較して何ら増加を認めなかつたが、この勞働を更に継続する時2週間以上に達すると、攝取窒素量に比して排泄窒素量は漸次減少して、反つて蛋白の体内蓄積の増加を認めた。又一方1日の窒素代謝の経過について、Wilson (9)等は尿排泄窒素量が1日の内で勞働時と休息時との間に差のある事を見、短時間の筋勞作に際して運動後尿窒素の排泄が一時減少するが、約1時間後回復した事を報告している。鈴木 (10)等は実験的にも運動直後尿中窒素排泄量の増加があるが、その後著明な排泄量の減少があり、結局1日量としては非勞働時と比較して変化がなかつたと報告している。Cathcart (1)も亦筋收縮時には当然筋蛋白の異化が亢進するにちがいがなく、この筋蛋白の消耗は再び蛋白の再合成によつて補われる爲に1日の尿窒素排泄量

としては影響が現われ難い事を指摘した。この様に勞働時蛋白代謝に関しては諸家の間に意見の一致を見ていないのであるが、併し此等の成績を通覧する時は、諸家の論拠とせる実験の條件、測定時期等に甚しい差のある事が見出される。そこで著者は勞働時の尿窒素排泄量を遂時的に詳しく追跡すると共に、これを勞働訓練の初期と訓練中を数回に互つて観察しこれと1日の総窒素排泄量の推移とをにらみ合せて、前報の訓練期の蛋白蓄積の原因についての解明の鍵を得ると共に、諸家の成績の矛盾撞着の原因を明らかにせんとし、本研究を企てた。

実 験 方 法

実験條件は前報の実験と同様の方法によつて、人体を対照として行つた。被検者は体重50kg前後の健康成年男子で、研究生或は学生であつて、その実験のやり方は前報と同様に攝取養價2400kcal/日、食蛋白量75g/日(動物性25%)、或は100g/日(動物性45%)、脂肪25g/日の食餌を1週間与えて(安靜期と称す)、蛋白代謝を規正した後、1日需要熱量1100kcalの勞働を負荷してこれを約3週間毎日続行した(勞働負荷に際しては自轉車勞作計を用い、6kgの荷重の下に1分間60廻轉の速度にて150分間自轉車をふませた。その外仕事量は780kg/分であつた)。

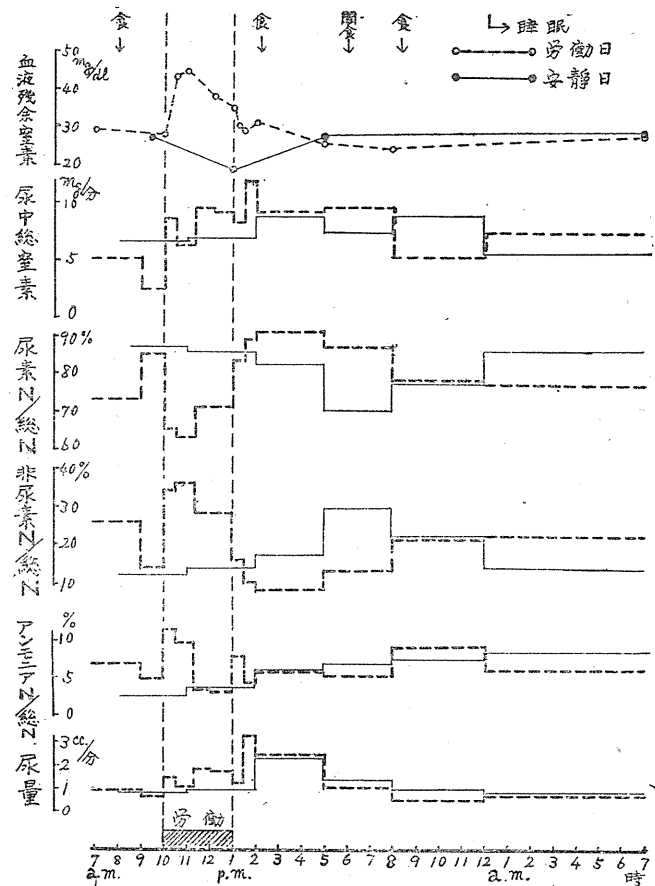
この勞働期には攝取養價3500kcal/日としてその負荷勞働量に一致した食餌養價を増加せしめた。この附加食餌は含水炭素のみによつた。尙食餌及勞作の條件を一定にする爲め勞働の時

* 京都府立医科大学生理学教室 (吉村寿人教授)

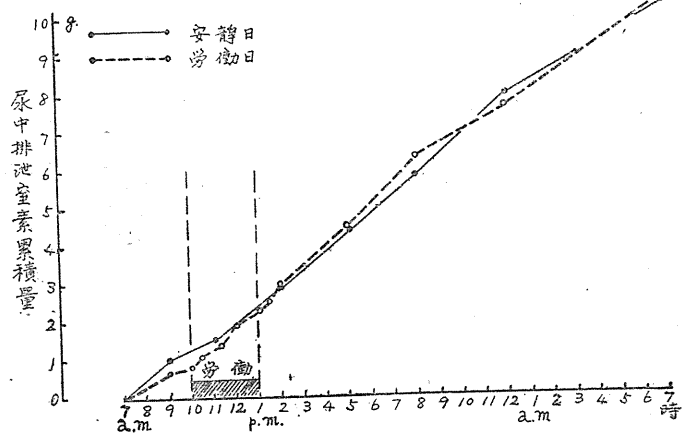
刻は勿論、食事及飲水の時刻及量をも定めて実施し、各食期の始めと終り及び中途に於いては前報所載の如く3~4日の消化吸収試験を行つて、その食品及糞便の窒素分析を行つた。又此等実験の間にはその1日の尿について尿総窒素量を測定したる後、安静期、労働初期、労働第2週及第3週、回復期(労働後安静期)に於いて各々1日乃至2日に涉つて1日の尿窒素排泄量を細密に時間的に区分して測定し、その尿窒素排泄量と労働との関係を検査する一方、血液についてもその残余窒素(以下R-Nと略記)を測定し、これも尿排泄窒素量との関係を比較した。尙この細密検査に際しては尿窒素成分を尿素、アンモニア、クレアチニン、クレアチン及び非尿素性窒素に区分して測定し、これによつて労働の蛋白代謝に及ぼす影響の意味付の参考とした。此等の成分の測定方法は既に前報と同様に総窒素は半マイクロキールダール法により尿素はUrease法、アンモニアはFolin法、クレアチニンは安田法(11)により、R-Nは三塩素醋酸にて除蛋白した濾液に就いて半マイクロキールダール法にて測定した。

実験成績並に考按

1) 筋労作と蛋白代謝1日の変動
 日常需要熱量2400kcal程度の軽中作業の生活を爲す者に未鍛錬のまゝに3500kcal/日程度の重筋労作を負荷する場合の蛋白代謝の1日の変動を第1図に示す。この場合の食餌は勿論含水炭素の補給によつて労働負荷量に相当するだけは充分に与えたる事は言う迄もない(蛋白攝取量はこの例では1日75gに一定した)。図の実線は労働を行わなかつた日の対照値を示し、点線は労働日の値を示す。図に

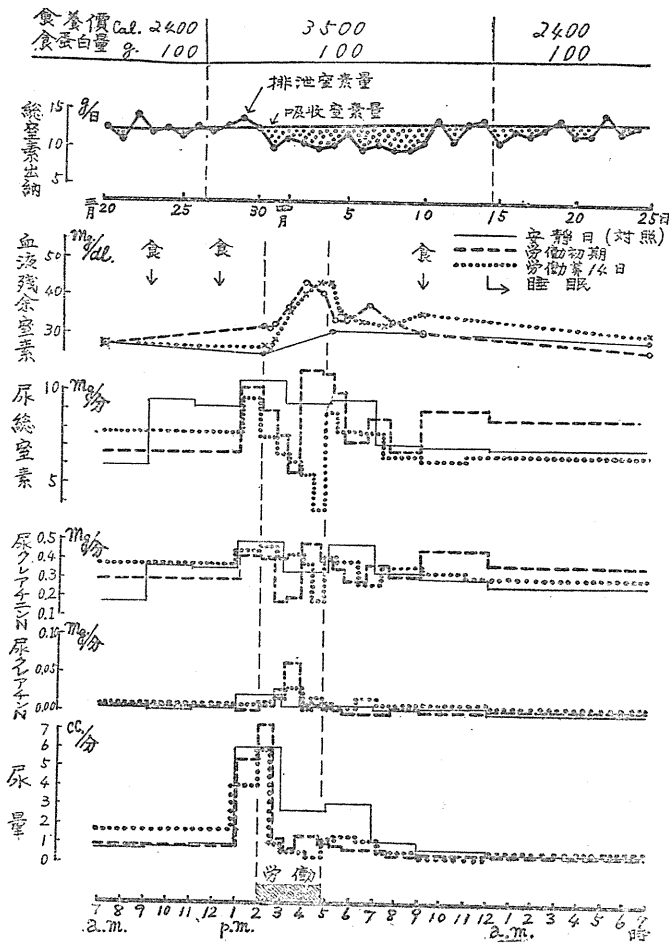


第1図 労作訓練初期の蛋白代謝1日の変動



第2図 労作訓練初期の尿中窒素累積量

於いてR-Nの成績を見るに被検者が労働を行わなかつた対照の成績に於いては19-28mg/dlの間の変動であるのに対して、労働負荷の際には労働開始後急速に上昇し30分後には43mg/dl



第3図 労作訓練初期及2週間後の蛋白代謝の比較

の高値に達している。然し労働2時間後には少々回復の徴を示し、労働終了後は急激に減少して15~30分にして略々平常値に復している。この場合の尿中窒素量の排泄速度の推移を見るに労働開始後約1時間にて著明な増加を示し、その後このレベルは低下する事なく夕食後に至つて漸く減少し、その後は反つて対照よりも低値を示している。この場合尿排泄窒素を累積曲線にとつて、窒素排泄累積量の推移を見るに之は第2図に見る如く労働によつて安静日の累積量よりも一時増加するが、夕食後の窒素排泄量の減少によつて結局24時間についての総量は労働日も大差ないと言う結果になつた。第3図に示した同種の実験(破線の曲線)に於いてはこの例に見る様な明瞭な成績ではなかつたけれ共

R-N 並に尿排泄窒素、殊にその累積曲線に於いてはこれと略々同じ傾向が認められた。

次に尿中窒素成分の細目について分析すれば労働によつて尿中総窒素量に平行して尿素の排泄増加は認められるが、尿素窒素と総窒素との比を見れば第1図に示す如く、労働開始と共に急激に低下している。そこで総窒素より尿素窒素を除いた非尿素性窒素即ち蛋白中間代謝産物について見るに、之は労働開始後急激に増加し、R-N と同様な山を描いて労働終了後には急激に低下し、正常値よりも反つて低くなつている。この非尿素性窒素成分の内クレアチンに就いては第3図に見る如く、殆んど対照と大差はなく、唯クレアチン及びアンモニアには若干労働時に増加する傾向が認められる。併し此等はその窒素量としては極めて微量であり、且つ非尿素窒素排泄量とはその変化の推移を若干異にしたものであるから、窒素代謝全体としての動きを論ずる場合には殆んど問題にならぬ。

そこで先ず最初に却つて R-N の増加の事実とその原因につき考ふるに、これは既に Bürger (12), 吉川 (13) 其の他多くの研究者によつて明らかにせられた事であり、Bürger (12) は労働強度と R-N 量の増加率が平行する事を見た。この事は鈴木 (14) が指摘した様に労働によつて体蛋白の異化が亢進する事実を物語るものである。而して尿排泄窒素量が労働中から後にかけて増加するのはこの蛋白異化産物が排泄せられる爲であろう。この様に尿中への窒素排泄が高まる結果として、一時急激に増した R-N も労働中に減少を始め労働停止後は急速に低下するに到る。こゝで一言注意したいのは第3図の例に於ては第1図の例の様に典型的でなく労働中に尿排泄窒素量は一時急速に減少しその後再び上昇

している。これは恐らく Chapman (15) の指摘した様に renal plasma flow が労作中に減少する爲であろう。これは図の下端の尿量曲線の推移を見ても、うなづける事である。併しこの様に尿量が少いにも拘らず R-N は労作によつて益々増加する爲に尿窒素排泄も増加し、この増加が労作後迄も持越されて行くのである。要するに労作中及び労作後の R-N 及び尿窒素排泄の増加は労作中の蛋白異化亢進の影響である。又休息時殊に食後に急速に尿排泄値が減少し、対照値以下になる事も單なる renal plasma flow の影響のみによつては説明出来ない。成る程尿排泄窒素量は図の下端に示した排泄尿量と略々平行した推移を示す、且つ尿量は労作後ずつと減少しているであるが、この両者の平行関係は完全ではなく殊に第3図に於いてはこの不平行は一層著明である。故に体内にて行われる組織蛋白代謝の影響を考えねばならぬ。即ち恐らくこの食後の窒素排泄量の減少は休息が与えられた事と食物の攝取によつて含水炭素の蛋白節約作用が顯著となる事により、体内蛋白異化が減少し、且つその合成が高まつた爲と思われる。

次に労作期に増加した尿窒素成分はその初期には非尿素性のものが多い事は丁度労作による乳酸の発生と同様に労作を始めた当初は Anaerobic な分解過程が行われている爲であつて、酸素の補給が増すにつれて酸化過程が盛んとなり、尿素迄酸化せらるゝに到ると理解す可きであろう。従つてこの考えよりすれば労作後非尿素性窒素が急激に減少する事は酸素負債による乳酸の燃焼と同一原理によるものであろう。アンモニアの消長は Wilson (9), Schlutz (16) 等の実験にも見られる如く、労作時の Acidosis によつて説明する可き事柄であつて、詳しくは林 (17) の論文にゆずる事にする。

2) 長期労作訓練と蛋白代謝1日の変動

以上の如き労作時の蛋白代謝の1日の変動を長期間 (約1ヶ月) に涉つて労作訓練を続行すれば蛋白が体内に蓄積せられると共に、訓練効果が現われて作業能率の向上がある。この場合の1日の尿窒素排泄量並に1日の内の尿窒素成

分の排泄の推移を示したものが第3図である。先ず図の上端の窒素出納の曲線は日々の尿中窒素を示し、水平線は食餌の窒素量より糞の窒素量を減じた吸収窒素量のレベルを示す (蛋白攝取量を 100g/日に一定した)。図に見る如く労作訓練の進むにつれて排泄窒素量が減じて出納は正となり、上記の蛋白の体内蓄積 (蓄積は点を打つて示す) を示している。そこで安静期 (対照) と労作訓練の初期及び蛋白蓄積の盛んであつた労作後期について1日の蛋白代謝の変動の比較をその下に示す。労作訓練の初期 (破線にて示す) には 1) に於いて述べた例と略々同様に対照例 (安静期実線にて示す) に比して R-N の著明な増加と共に尿中窒素の排泄増加がある。たゞ若干は第1図の例では異つた経過を示した点もあるがその理由に就いては上に述べた通りである。所で此等の成績と蓄積の盛んな労作後期の成績 (点線にて示す) とを比較する時は R-N の増加並にその後の減少は労作初期の曲線と大差はない。尿中窒素の排泄増加は労作中は殆んど認められず、反つて尿量の減少によつて減ずる傾向を示す。而して労作直後の尿窒素の増加は若干その傾向は認められるけれども著明ではなく、然もその後に来る可き尿窒素排泄量の減少は依然として認められる。即ち R-N の増加の事実よりすれば労作時の蛋白分解の亢進は訓練後と雖も起つているのであるが、その分解産物は直ちに体内にて処理せられて体内に蓄積し、且つ労作後の窒素排泄量もこの体内の窒素蓄積の傾向が強い爲に排泄の増加が表れないと考ふ可きである。要するに蛋白異化過程は筋労作そのものに直接附随した現象である爲に、訓練がつかれても労作によつて依然として発現するが、同化過程は訓練後には非常に亢進しているのである。これが前報に述べた所の労作訓練によつて尿排泄窒素量が漸次に減少して行く理由である。斯様に筋労作に際して蛋白同化の促進する可能性については既に Cathcart (1), Wilson (2) 等が指摘した所であつて、Cathcart (1) は筋労作後尿窒素が若干は増加するに拘らず、その増し方が極めて少いのはこの場合に筋蛋白

の異化によつて生じた蛋白分解産物が再合成せられる爲であると言ひ、又一方 Wilson (2) は長期(18日)に渉る運動訓練最初は尿中窒素及硫黄の排泄増加が起るが、約10日以後は減少して労働末期には安静期の値に復し、その後の安静期には逆に排泄の減少を來したと言ふ。而して労働10日以後にはSの排泄の減少が著明で、このS:N比よりこの時期に蛋白同化能の盛んとなつた事を論じている。然し Cathcart(1) 及 Wilson (2) の実験は何れも労働量に応じて養價の攝取量を調節されなかつた爲に、労働初期に尿中窒素の排泄増加が起つたもので、これは熱量不足の影響であり、訓練によつて蛋白異化の減少したのはエネルギー消費が能率的となつた爲であると説明されても余儀ない事である (Sherman (7)).

斎藤 (3) の非筋労働者と重筋労働者に同じ食餌を与えて、又これと同様に行つた実験に於いても筋労働者の窒素排泄量の大であつたのも攝取養價が適量でない爲め起つた結果と考えられる。従つて従來の研究成績に於いては筋労働に伴つて必然的に蛋白代謝の亢進する事、更に訓練の進むにつれて同化の亢進する事を明確に立証したものはないと言つて過言ではない。この点に於いて著者の成績はその学的價値に於いて従來の業績とは趣きを異にしているのであつて、労働により蛋白分解の亢進するのは決して食養價不足の爲ではなく、又訓練によつて尿排泄窒素量の減ずるのはエネルギー消費が減ずる爲ではなく R-N の成績に見られる様に蛋白の分解が同じ程度に高まつているのであるが、その同化能が亢進している爲に外ならぬ。

次に筋労働に際して何故に蛋白の分解が起るかの理由に関しては充分詳しうし得ないが、併し既に Fiske & Subbarow, Eggleton, Lohmann (18) 以來多くの学者によつて明らかにせられた如く、筋收縮に際しては anaerobic に phosphagen や adenosine triphosphate の分解が必然的に起つて來るのであるから、蛋白異化が起る可能性は充分あると言つて差支えない。唯第3図に見る如くクレアチンは総窒素の変

動に応じて多少の増減はあるが、対照例に比して決して増加も亦減少もしていない。Margaria (19) 等の実験に於いても運動によつて何等変化も認めなかつた事を証明している。又クレアチン排泄の1日量についても長期に涉つて殆んど増減を認めなかつた事は第1報に述べた通りである。又筋労働時にクレアチンの排泄は若干増している様であるが、これは櫛方 (20) の証明した様に労働時のクレアチン還元能の減少の影響であろう。従つて R-N の増加やその後の尿窒素の増加が直ちに此等の筋收縮物質の分解に基づくと考える事は困難である。斯様な訳で労働時に分解の促進する蛋白は筋蛋白と考え度いのであるが今の所その確証はない。

次に訓練によつて何故に蛋白同化が促進するかの理由については体蛋白の異化が促進すれば、この蛋白の崩壊そのものが刺激となつて休息時に同化能が励起せられるのであろう。そしてこの様な同化能励起の刺激が度々加えられる時は漸次に同化能の亢進が起つて來て、労働中に於いても既に同化の亢進を來す程度に迄高められて行くのであろう。これが使えば發育すると言う生体細胞の特性の存する所以であつて、この機序の詳細に関しては到底これだけの研究によつて論議し得可くもなく、更に基礎的な研究を要する事は言う迄もない。

総 括

労働及食餌の時刻及び量その他の生活條件も一定にして長期に涉つて労働訓練をする時、1日の蛋白代謝の変動の推移を観察して次の結果を得た。

1) 労働によつて労働初期にても訓練をつんだ後期にても常に同じ程度の血液残余窒素の増加があり、何れの場合にも労働終了後約2~3時間で回復した。これは筋労働に伴つて必然的に体蛋白異化が亢進する爲であろう。

2) 労働訓練の初期には労働開始後約2時間に尿中窒素の増加を認めたが、これは労働後の休息時間中に強く減少し、これによつて1日の尿排泄窒素量としては労働日と安静日と大差な

き状態となる。これは労働による蛋白異化の亢進が刺激となつて休息時に同化能が亢進する爲であらう。

3) 約2週間の訓練を経た頃には上記の労働時間中の窒素排泄量の増加はなく、1日窒素排泄量としては反つて著明な減少を示した。これは蛋白の同化能が度々の繰返しによつて益々亢進した結果であらう。

4) クレアチニンの排泄量は労働によつて時間的にも又1日量としても殆んど変化がなかつた。従つて筋労作によつて異化せられ、尿に排泄せられる体蛋白分解産物は Phosphagen の如き筋収縮産物ではない。

5) 労働開始後に増加せる尿排泄窒素成分には非尿素窒素成分が可なり多いのであるが、これは労働休止により急速に減少し、代りに尿素が増加して来る。従つて労働時の蛋白分解は最初は anaerobic の状態で起り得るが、これによつて生ずる不全酸化分解産物は呼吸促進による酸素の補給に伴つて更に尿素に迄分解されて行くのであらう。

本研究は、吉村教授に対する文部省科学研究費によるものである。尙本研究に自ら進んで被検者となり御協力下さつた教室員並に学生諸氏に対し、衷心より謝意を表する。

文 献

- 1) Cathcart, E. P. (1925) *Physiol. Rev.* 5, 225
- 2) Wilson, H. E. C. (1931) *J. Physiol.* 72, 327; (1932), 75, 67; (1934), 82, 184
- 3) 暉岐義等・斎藤 一 (1946) *労働科学* 22, 3; (1943) 20, 293
- 4) Mitchell, H. H. & J. H. Kruger (1928) *J. Biol. Chem.* 76, 55
- 5) Chambers, W. H. & A. T. Milhorat (1928) *J. Biol. Chem.* 77, 603
- 6) 高島重孝・富田信雄 (1932) *慶応医学* 12, 1719
- 7) Atwater, W. O. & H. C. Sherman (1947) *Chemistry of Food and Nutrition*. 7Ed., N. Y. X
- 8) Atwater, W. O. (1904) *Ergebn. Physiol.* 3, 497
- 9) Wilson, D. W. (1925) *J. Biol. Chem.* 65, 755
- 10) 鈴木慎次郎 (1950) *栄養と食糧* 3, 12
- 11) 安田守雄 (1942) *厚生科学* 3, 35
- 12) Bürger, v. H. (1936) *Z. f. d. ges. Exp. Med.* 97, 284
- 13) 吉川春寿 (1946) *厚生科学* 7, 3
- 14) 鈴木慎次郎 (1949) *体力医学会報告*
- 15) Chapman, C. B. (1948) *J. Clin. Invest.* 27, 639
- 16) Schlutz, F. W. (1938) *Am. J. Physiol.* 121, 293
- 17) 林 勝 (未発表)
- 18) Best, C. H. & N. B. Taylor (1939) *The Physiological Basis of Medical Practice*. Toronto
- 19) Margaria, v. E. (1939) *Arbeit Physiol.* 10, 553
- 20) 櫛方早苗 (1949) *日本生理誌* 11, 259

Summary

Hourly changes of protein metabolism during muscular exercise were observed in the experiments previously reported, and effects of training in the time course of protein metabolism were studied, the living conditions such as dietary protein, hardness of muscular exercise etc. being maintained constant throughout the training period. Main conclusions obtained are as follows.

1) Non-protein-nitrogen in the blood increases during exercise, and recovers to its normal level after rest two or three hours. This time course is essentially identical either at the beginning or the end stage of training period. It may be therefore concluded that protein catabolism in body necessarily increases in hard muscular exercise.

2) Nitrogen output in urine increases about two hours after the beginning of exercise, while it decreases during the rest. Therefore total amount of urinary nitrogen in a day cannot be increased remarkably by the muscular work as already described in previous literatures. The facts show that protein catabolism is accelerated by muscular exercise, and this increase stimulates in turn the anabolic process which proceeds during the resting period.

3) At the beginning of the training period, acceleration of both catabolism and anabolism of protein cancel out approximately with each other, as described in (2), while the latter exceeds the former in the latter period owing to the summation of anabolic stimulation. Thus daily urinary nitrogen decreases and nitrogen balance is changed to positive in the later period of training.

4) The creatinine excretion can hardly be influenced by muscular exercise, both in time course in a day, and also in its total daily amount in the lapse of training period.

5) The increase of non-urea-nitrogen is noticed in urinary nitrogen excreted during the muscular exercise, and this disappears rapidly after cessation of exercise, while the amount of urea increases in its place.

From these it is concluded that anaerobic protein catabolism may proceed in the initial period of muscular exercise, of which products are oxidised to urea in the later period when oxygen intake is increased by the acceleration of respiration.

(*Institute of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College*)

Epinephrine及びNor-epinephrineの心臓、血管作用の比較 612, 458

On Cardiovascular Action of Epinephrine and Nor-epinephrine.

佐藤 宏 (Sato-Hiroshi)*

近時、副腎髄質中には l-epinephrine と共に l-nor-epinephrine が存在し、且つ両者が分泌される事が確認されるに至り、l-nor-epinephrine の生理的意義が再認されるにいたつた。nor-epinephrine は Goldenberg (1) (1949) によれば生理的量は、血流末梢抵抗を著しく増すが、心搏出量は不変、脈搏数は逆に減少すると云う。Luduena (2) (1949) は犬を用いて実験し l-nor-epinephrine の血圧上昇作用は l-epinephrine に比し著しく、約 1.7 倍の作用を有すると述べている。之等実験は何れも生体に投与した際の影響の比較であり、心搏数の減少は恐らく頸動脈洞反射の亢進によるものと云われて居る。尙生体への epinephrine 投与が副腎よりの adrenaline (混合内分泌物をかく呼ぶことにする) 分泌を来すと云う (3) 複雑な事情を考えれば、此の兩種 epinephrine の別出心臓、血管標本に対する最も簡単な一般薬理学的の比較検討が先づ要求せられるわけであるが、未だかゝる報告をみない。よつて著者は墓洞房標本、墓下肢灌流を用いて両者の比較を試みた次第である。

I. 実験方法

心臓作用は墓洞房標本(篠崎 4)を用い、20°C 恒温槽中にて検査した。0.3% アラビヤゴム加 Ringer 液 (比粘度 1.4) にて灌流し、同液にて稀釈したる被検液 1ml を 30秒にて灌流ゴム管の同一場所に注入し、その収縮高に対する閾値測定を 10倍稀釈単位で行つた。

血管作用は墓下肢 Lävén-Trendelenburg 法により滴数減少の閾値濃度を 10倍稀釈単位で比較した。尙この灌流は室温 (22°C内外) で行い灌流平均圧は 19cm とし、正弦波的 (周期 1分

間 30) に振幅 10cm で上下せしめ浮腫発生を防止した。被検液は 0.5ml を 20秒にて灌流ゴム管に注入し、灌流液による自然稀釈 (約 1.3倍) が前記洞房標本にほぼ一致する様にした。

本実験に用いた l-epinephrine (d-epinephrine 含量は 10%以下と云われる)、dl-nor-epinephrine は三共製品、l-nor-epinephrine は Starling-Winthrop 製品である。

II. 実験成績

A. 洞房標本 l-nor-ep. (epinephrine を以下 ep. と略す) も l-ep. と同様著明な心臓作用を呈するのが、その収縮高増大を現わす閾値濃度を定めると第 1 表の如くなる。即ち l-ep. は l-nor-ep. の約 10^{-2} の濃度で洞房標本に感ずる。尙 dl-nor-ep. は l-nor-ep. と同様その作用が弱い。

第 1 表

例	収縮増大を現わす閾値濃度			l-ep./l-nor-ep
	l-ep.	l-nor-ep.	dl-nor-ep.	
1	10^{-9}	10^{-7}		10^{-2}
2	10^{-10}	10^{-8}		10^{-2}
3	10^{-11}	10^{-9}		10^{-2}
4	10^{-10}	10^{-8}		10^{-2}
5	10^{-10}	10^{-8}		10^{-2}
6	10^{-10}	10^{-8}		10^{-3}
7		10^{-8}	10^{-8}	
8		10^{-8}	10^{-8}	
9		10^{-8}	10^{-8}	

B. 墓下肢灌流 成績は一括して第 2 表に示す如くであり、l-ep., l-nor-ep. 共に著明な血管収縮作用を呈するがその閾値濃度は表示の如く l-nor-ep. は l-ep. の 10^{-1} に相等する。dl-nor-ep. は血管作用弱くなりほぼ l-ep. に匹敵する。

* 千葉医科大学生理学教室労働生理研究室

第2表

例	l-ep.		l-nor-ep.		dl-nor-ep.		l-ep./l-nor-ep.
	閾値濃度	滴数減少	閾値濃度	滴数減少	閾値濃度	滴数減少	
1	10^{-8}	30→26	10^{-9}	31→28			10
2	10^{-8}	100→93	10^{-9}	100→94			10
3	10^{-8}	100→92	10^{-9}	98→90			10
4	10^{-9}	52→48	10^{-10}	54→50			10
5	10^{-8}	29→15	10^{-9}	32→26			10
6	10^{-8}	45→36			10^{-8}	45→41	
7	10^{-8}	28→21			10^{-8}	28→23	
8	10^{-8}	70→64			10^{-8}	70→67	

Ⅲ. 考 察

以上の成績を一括して l-ep. 及び l-nor-ep. の
 心臓、血管作用閾値濃度を示せば、

	心臓作用	血管作用
l-ep.	10^{-10}	10^{-8}
l-nor-ep.	10^{-8}	10^{-9}

となり、l-ep. では心臓作用と血管作用間の閾
 値濃度比は約 10^{-2} で生理的分泌量に於いては
 選択的に心臓に作用する可能性は極めて大き
 く、l-nor-ep. ではその比約10で逆に血管作用
 が著しいが選択的血管作用の出現可能性は閾値
 濃度差からみれば少ない。尙本実験条件では温
 度 (20°C 内外) が比較的高いため洞房標本に於ける
 搏動数は既に1分間20~30で搏動数増加の閾
 値は収縮高増加の閾値より高く、l-ep. では 10^{-8} 、
 l-nor-ep. では 10^{-6} となる。しかしこの搏動
 数増加閾でも両者の相互関係は同様である。実
 験成績には血管作用濃度と比較するため収縮増
 加の閾値濃度のみを記載した。

Ⅳ. 総 括

1. l-epinephrine と l-nor-epinephrine の心
 臓、血管作用の閾値を基の別出標本で比較する
 に、心臓に対しては前者は後者の 10^{-2} 倍、血
 管に対しては逆に10倍となる。

2. l-epinephrine の心臓、血管作用閾値濃
 度差は、l-nor-epinephrine のそれよりも幅廣
 く、生理的分泌濃度に於ける選択的作用の可能
 性は、l-epinephrine の方が大である。

3) dl-nor-epinephrine は血管作用 l-nor-
 epinephrine に劣り l-epinephrine に近づく。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲の
 労を賜つた恩師福田篤郎助教授に、心から御礼申上げ
 ます。

文 献

- 1) Goldenberg, M. (1949) Nor-epinephrine as a
 Pressor drugs. J. A. M. A. 140, 776
- 2) Luduena, F. P. (1949) Comparative pharmacology
 of the optical isomers of arterenol. J. of Pharm.
 Exp. therap. 95, 155
- 3) Lehmann, G. (1951) Adrenalinogen, Adrena line
 und Sympathicusreiz. Pflüg. Arch. 253, 132
- 4) 篠崎尙二 (1942) Adrenaline 及び Acetylcholine
 の定量法 日本生理誌 7, 675

Summary

The effect of epinephrine and nor-epinephrine have been examined on the heart and Trendelenburg preparation of toads. The minimum effective concentration for the augmentation of the systolic height of the heart was found to be 10^{-10} and 10^{-8} for l-epinephrine and b-nor-epinephrine respectively, while that for the vascular contraction 10^{-8} and 10^{-9} respectively. From these differences in the effective concentrations of the two amines it may be concluded that the opportunity of the preferential action of epinephrine on the heart might be far greater than that of nor-epinephrine on the vascular system in toads.

(Department of Physiology, Chiba Medical College)

条件行動と脳波 612.822.3

Conditioned Behavior and the E.E.G.

(本論文の要旨は昭和25年第14回日本心理学会総会に於いて発表した)
(尙研究費の一部は文部省科学研究費の補助を受けた)

築山一夫 (Tsukiyama-Kazuo)*

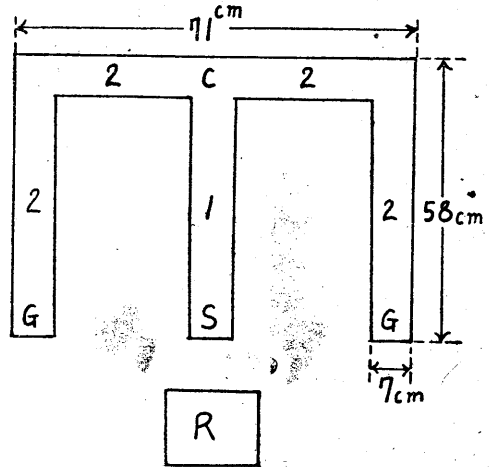
I. 緒言

唾液条件反射に於いては、条件反射性の唾液分泌量を以て中枢亢奮準位を現わしており、吉井は分泌潜時と唾液量の間に関連を認めている(1)。これに対し、吉井及び志水(2, 3, 4, 5)は簡単な条件行動に於いては、この分泌潜時に相当する所の行動潜時を以てその際の中枢亢奮準位を現わそうと努力して来た。更に著者等(6)は弁別跳躍に就いて行動潜時の他に跳躍力を測定し、跳躍行動に於いては潜時のみを以て中枢亢奮準位を一義的に表現する事は困難であり、跳躍力をも併せ考えねばならない事を示した。その後著者(7)は白鼠の正常及び異常脳波をしらべる事により、大脳亢奮準位と脳波の間に一定の関係を認めたと、今回は簡単な条件行動の際の脳波をしらべる事により、その際の中枢亢奮状態を窺い、以て条件行動の生理学的解釈に資せんとした。

II. 方法

成熟せる白鼠を用い、第1図に示す如き簡単なT型迷図による走行実験を行つた。

実験は毎回24時間絶食後、空腹状態で行つた。先づ豫備実験として、充分実験台に馴れさせた後、左右のゴールに報酬として米1粒宛を置き、動物を出発点にのせると、鼠は餌を求めて走行路1、選択点、走行路2を経て左右何れかのゴールに到達して餌を食う様に訓練する。その後休憩台上で30秒休ませてから、再び鼠を出発点にのせると、今度は前回と反対側のゴールに行つて餌を食う。この2回を1組として、5



第1図 T型迷図

R: 休憩台, S: 出発点, C: 選択点, G: ゴール
1, 2: 走行路

分間隔で同様の事を繰返すと、鼠は常に左右のゴールへ交互に走る。この事は鼠の習性であつて、各組の走行間隔を余り短くしない限り常に見られる現象である。さて、この様な走行を充分円滑に行う様になつてから、既に発表した方式(8)に従い2ヶの小円板状銀電極を頭蓋内硬脳膜上に挿入固定し、誘導線を脊部より出して皮膚縫合を行い、双極的(頭頂-後頭)に脳波を誘導出来る様にする。電極挿入手術を行つてから3日目以後、脳波及び行動に異常がない事を確かめた後、本実験を開始した。

本実験では、走行時の鼠の一般状態を観察する他、走行潜時(鼠を出発点にのせてから走り出す迄の時間)、走行時間(出発してからゴールに到達する迄の時間)を測定し、更に休憩台上、出発点上及び走行中の脳波を記録した。用いた増幅器は既に発表したのと同じで(8)、時定数0.2秒のものである。記録した脳波に就いては

* 大阪大学医学部第二生理学教室(主任吉井教授)

波形観察の他平均周波数及び平均振幅を算出し、又周波数分布図を作製した。

Ⅲ. 結 果

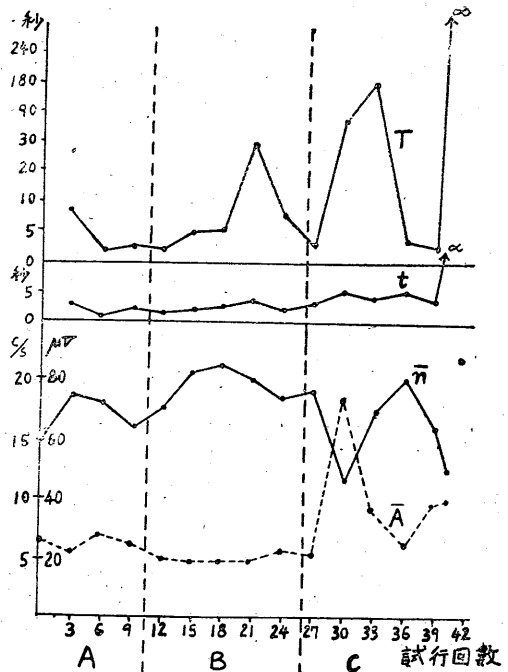
A. 強化反復(疲労)実験

30秒間隔2回の走行を1組とし、これを5分間隔何回も繰返して強化し、鼠が終に走らなくなる迄続行した。鼠は一般に始め数回乃至十数回で走行潜時は短縮し、行動は極めて円滑で左右のゴールへ交互に走つた(初期)。その後漸次潜時が延長して、鼠は休憩台上にても出発点上にても不安亢奮状を呈して静止せず、左右交代性の走行習性は乱れて、右或は左への固執性走行が現われる様になつた(亢奮期)。更に強化を続けてゆくと潜時は更に延長するが、鼠の亢奮状態は消失して、出発点にのせても静止したまゝ動かず、走行時間も稍々長くなり、時として出発点上で目を閉ちて恰も睡眠を想わしめる状態を示し、終には全く走らなくなるに到つた(制止期、或は疲労期)。

扱て著者の方法により記録せる鼠の正常脳波は既に発表せる如く(T), 7~10(6~12)/secの基本波が主なるリズムを成し、これに16~20/sec或はそれより速い小速波が重疊乃至混入している。上述の強化反復実験各期の脳波をしらべてみると、強化初期には著明な変化を認めないが、亢奮期になると基線がやや動揺すると共に基本波は抑制されて小速波が増強し、その結果平均周波数の増加と平均振幅の減少が認められた。更に疲労期になると逆に平均周波数の減少と平均振幅の増加が見られたが、閉眼して睡眠状を呈する時には6~8/secの振幅の大きな紡錘様の波の群が現われ、覚醒状態ではこれが消失して却つて小速波の増加せる型が認められ、この2つの型が交互に出現した。以上の1例を第2図及び第3図に示す。

B. 消去実験

最初5回の走行はゴールで餌を与えるが(強化)、その後はゴールで餌を与えないで無報酬走行(消去)を繰返し行つた所、始めの中は鼠はゴールで餌を求めて詮索行動を行い、走行中時



第2図 強化反復(疲労)実験

T: 走行潜時, t: 走行時間, \bar{n} : 平均周波数, \bar{A} : 平均振幅, A: 初期, B: 亢奮期, C: 疲労期(制止期)

々立止つてはうろうろし、潜時及び走行時間は稍々延長した(消去初期)。この時期の脳波は大して変化がないか、或は稍々小速波が増加する程度であつた。更に繰返して無報酬走行を続けると、出発点から休憩台へ向つて逃避しようとする行動が現われ、潜時及び走行時間は益々延長し、逃避行動が愈々頻繁になると共に出発動作が緩慢となり、終には全く走らなくなつた(消去末期)。この時期の脳波では平均周波数の減少と平均振幅の増加が認められた。その1例を第4図に示す。

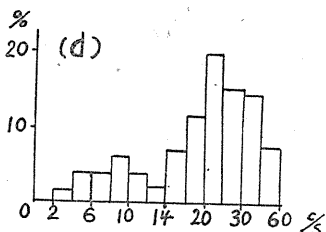
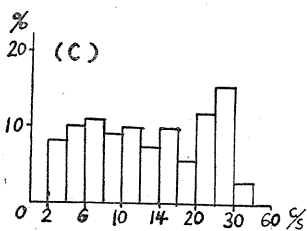
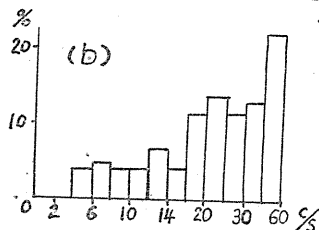
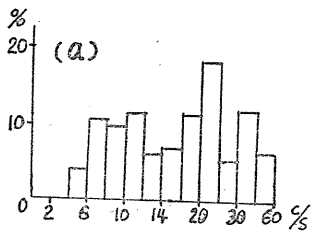
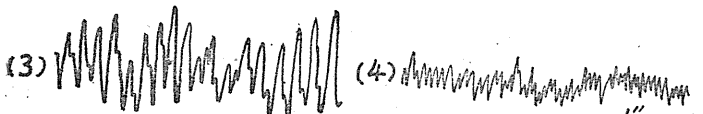
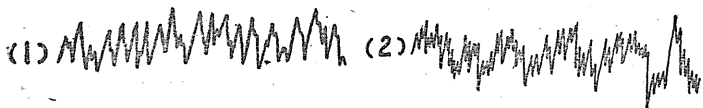
C. 神経症鼠の脳波

本実験中に偶然神経症々状を示した鼠が1匹あつたので、その行動及び脳波の変化に就いて述べる。

この鼠は豫備実験中は全く正常な行動を示して居り、電極挿入手術後3日目に本実験を開始した所、第1日目は走行潜時及び走行時間が稍々長いのみで、左右交代性の走行も正確に行い、格別異常行動と見做すべきものはなかつ

た。そしてこの時の脳波も略々正常であつた。

所が第2日目になると交代性走行が乱れて一方



第3図 強化反復による疲労と脳波及びその周波数分布図

(1), (a): 初期, (2), (b): 亢奮期, (3), (c): 疲労期(睡眠状), (4), (d): 疲労期(覚醒状)

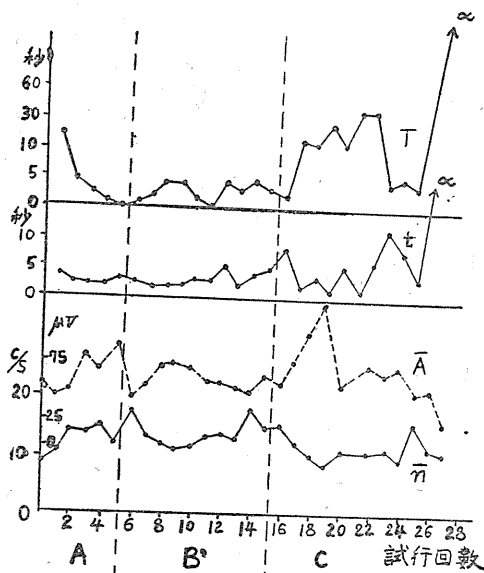
向への固執性走行が現われると共に、空腹にも拘らずゴールでは餌を拒否した。この時の脳波は第1日に比し基本波が減少して小速波が増加していた。その後の実験台上における鼠の亢奮状態は漸次著明となり、第5~6日には最も顯著となり、不安焦躁、逃避行動を呈する他、走行状態は全く擾乱して衝動的、無目的行動が頻発するに至つた。この時の脳波は極めて高度に基本波が抑制されて、小速波が著明に増加していた。そこで数日間実験を中止して第11日目に到ると稍々恢復して、軽度の亢奮状態は尙残存し、左右交代性の走行は認められなかつたが、ゴールでは餌を攝取する様になつた。脳波も大分恢復したが、それでも尙正常に比して基本波は

少く小速波が多かつた。第15日目から行動は略々正常になつたが、稍々固執性が残り、第18日目で全く正常になり、脳波も全く恢復して正常像を示す様になつた。

D. 走行中の脳波

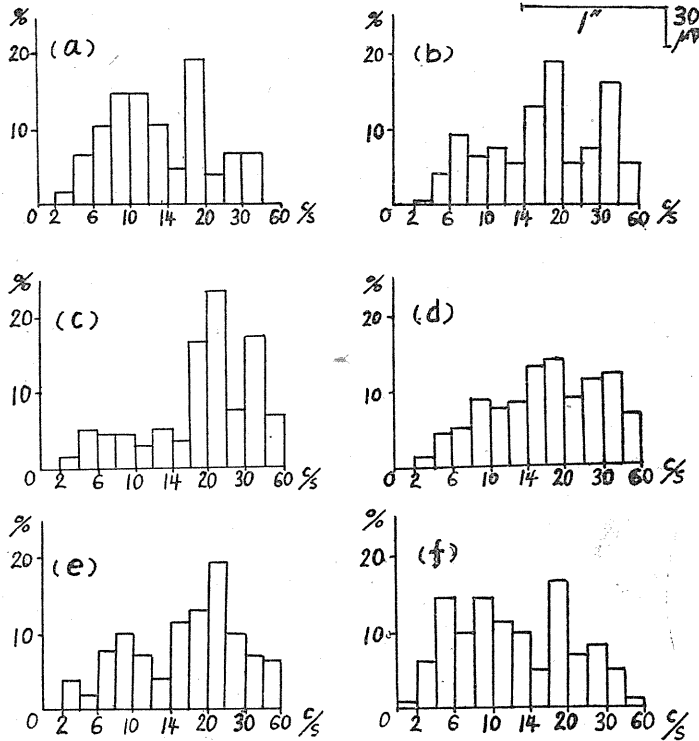
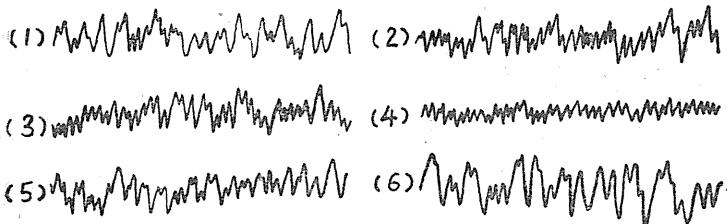
以上述べた脳波の成績はすべて休憩台上或は出発点上に於ける脳波に就いてあるが、次に走行中の脳波変化に就いて述べる。

通常走行中に見られた脳波変化は、出発直前に基本波が増強して、出発後選定点を過ぎる後迄続き、走行路2の途中からゴールへ近づくにつれて基本波は再び減じて小速波が増加して、ゴール到達後迄続く。従つて走行路1及び選定点に於ける脳波で振動数の減少と振幅の増加が認められた。かかる走行中の脳波変化は、強化反復実験に於ける亢奮期や、消去初期にも認められたが、疲労期、消去末期及び神経症期では認められなかつた。走行中の脳波変化の1例として消去実験の場合を第6図及び第7図に示す。



第4図 消去実験

T: 走行潜時, t: 走行時間, \bar{n} : 平均周波数, \bar{A} : 平均振幅, A: 強化, B: 消去初期, C: 消去末期



第5図

神経症鼠の脳波とその周波数分布図
 (1), (a): 第1日, (2), (b): 第2日, (3), (c): 第5日, (4), (d): 第6日, (5), (e): 第11日, (6), (f): 第18日

IV. 考 察

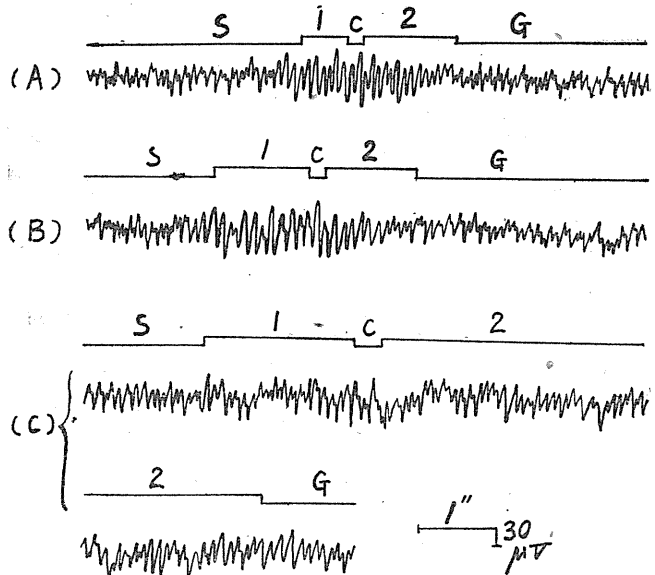
著者 (7) は前に鼠の正常及び異常脳波をしらべる事により、脳波と大脳亢奮準位の間一定の関係が認められる事を仮説として提出し、その際脳波の振動数の増加は大脳亢奮準位の上昇を、振動数の減少は亢奮準位の低下を表わすものとし、又同じ振動数では一般に振幅の大きい方が準位が高いが、基本波のみは逆で振

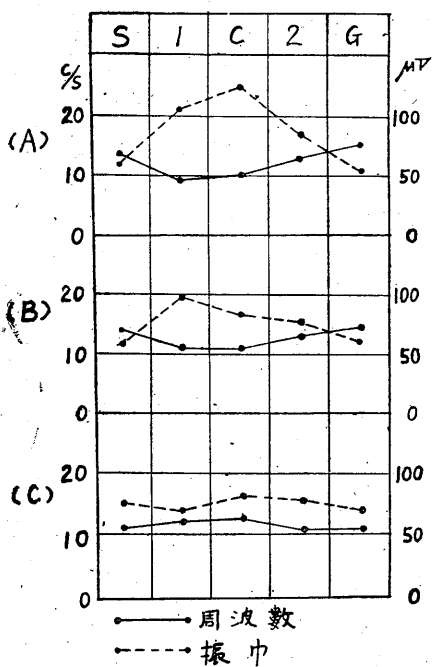
幅の大きい方が亢奮準位が低い事を述べた。

扱て、条件行動を反復すると、始めは脳波にも行動にも大した変化がないが、その後次第に小速波が増加して来る。従つてこの時期は脳波から見て次第に大脳の亢奮準位が上昇していると考えられる。そして実際に鼠の行動を覗いていても不安焦躁を示し、明らかに亢奮状態と察せられるのである(亢奮期)。その後、益々潜時が延長すると共に鼠の態度は亢奮状態から脱して寧ろ制止された状態となり、実験台上でも余り動かなくなる。脳波もこの時期には平均周波数が減少して大脳亢奮準位の低下を示す(制止期或は疲労期)。この時

第6図

走行中の脳波(消去実験)
 S: 出発点, C: 選択点, 1, 2: 走行路, G: ゴール, (A): 強化時, (B): 消去初期, (C): 消去末期





第7図
 走行中の脳波の平均周波数及び平均振幅の変化
 S, C, I, Z, G, (A), (B), (C)は第6図に同じ

期に於いて、鼠が閉眼して睡眠を想わせる状態になれば、6~8/secの振幅の大きい波が群を成して現われるが、覚醒すればこの波は消失して却つて小速波が増加する。これは制止と亢奮が交互に繰返されて、終には睡眠に移行する状態と考えられて、甚だ興味ある事である。時間錯誤より見たる疲労の研究に於いて、吉井(9)は疲労の初期には亢奮期があつて、その後制止期(疲労期)が続く事を認めたが、本実験で著者は鼠の条件行動反復による疲労に於いても同様の事が認められる事を示し、且つ脳波所見により確認した。

次に消去実験では初期には著明な変化はないが、末期には平均周波数の減少を認めた。これは大脳亢奮準位の低下を意味するものであつて、この事は動物の行動の面に於いても次第に不活潑となり、逃避行動や緩慢なる出発動作等からも考えられる所である。

実験結果Cに述べた鼠の神経症の原因は不詳であるが、電極挿入術後電極庇護の目的で動物を小さい暗箱に密閉して飼育した爲、多少行動

の自由を束縛した結果になり、又実験の爲にその暗い小箱より明るい実験室に突然移した事による急激な環境変化がその成因に関係している事は想像される。そこで、大きい明るい巢箱に移して比較的行動の自由を与えて暫時実験を中止した所、その後動物は徐々に回復の様子を示したのである。所が第12日目になつて電極が抜けたので、再手術を行つて電極を挿入した所、その手術から回復すると共に神経症も回復したから、第1回の電極挿入手術が神経症行動の誘発に多少の影響を与えていたのかも知れない。それはとも角として、この神経症鼠の脳波の特徴は小速波の増加であつて、この事は大脳亢奮準位の上昇を示すものである。そして動物の行動もそれに一致して、小速波の著明な時程神経症々状も著明であつて、鼠は顕著な不安焦躁状態を示した。本例は約2週間余で経過した比較的急性の神経症であるが、河村(10)が鼠で長期間に亘つて防禦条件反射の強化を続けた際に認めた慢性の実験的神経症の脳波の変化が殆んどこれに一致している。従つて神経症は、脳波から見れば小速波の増加が特徴であつて、これは著者の仮説に従えば大脳亢奮準位の上昇せる状態であると解する事が出来る。

走行中竝にゴールで米粒咀嚼中の脳波に就いては筋肉の偽作流その他の障碍が入る事が案ぜられるが、著者の方法を用うればその心配無く正確な脳波を得られる事は既に発表(8)した通りである。正常の場合、走行中の脳波変化の特徴は出発直前から基本波が增强し、選択点を過ぎた後迄つき、その後ゴールに近づくにつれて小速波が増加する事である。この事は出発直前及び走行初期に於いて多少とも制止が残つて居り(大脳亢奮準位低下)、ゴールへ近づくにつれて制止が取れて亢奮が加わる(大脳亢奮準位上昇)ものと考えられる。所が、かゝる走行時の脳波変化は疲労期、消去末期及び神経症鼠では認められないから、この様な脳波変化を伴う制止の発生が正常なる条件行動(走行)の生理学的な面の1つのあらわれと見なす事が出来る。かゝる走行中の脳波変化が、学習理論に於

いて Hull の称えた目標勾配及び Dennis の指摘した出発点勾配と関係のあるものかどうかは今後の研究に俟ちたい。

V. 総括

1) 簡単な T 型迷宮走行実験に於いて、白鼠の示す行動及び脳波の変化をしらべた。

2) 強化反復を多数回行くと、潜時延長すると共に鼠は亢奮状態を示したが、その時の脳波には小速波の増加が認められた(亢奮期)。更に強化を繰返すと、潜時が更に延長すると共に鼠は亢奮状態から脱して制止状態に移り、脳波の周波数は減じた(制止期或は疲労期)。この時期には時々睡眠を想わせる状態を示し、6~8/sec の紡錘様の脳波群が、覚醒状態の時の小速波群と交互に出現した。

3) 消去初期には著明な変化は無いが、末期には周波数が減少した。

4) 神経症鼠の脳波の特徴は小速波の増加であつた。

5) 正常走行時の脳波は、出発直前から基本波が増強して選択点を過ぎる迄続き、その後ゴールに近づくにつれて小速波が増加した。かゝる変化は疲労期、消去末期及び神経症鼠では認められなかつた。

められなかつた。

6) 以上の諸状態の時の脳波変化を基にしてその際の大脳亢奮準位に就いて論じた。

終りに臨み、恩師吉井教授及び音研加藤教授の御指導に深甚の謝意を捧げると共に、中路夫人の御協力を感謝する。

文 献

- 1) 吉井直三郎 (1949) 「高次神経活動」へのノート 脳研究 2, 54
- 2) 吉井直三郎 (1949) 「高次神経活動」へのノート(II) 脳研究 4, 19
- 3) 志水 敏 (1948) 行動潜時に就いて 脳研究 2, 71
- 4) 吉井直三郎及び志水 敏 (1948) 「行動の分離」の一条件 日本生理誌 10, 303
- 5) 吉井直三郎 (1948) 行動の現われ方と生理学的な場 心理 III, 17
- 6) Yoshii, N. & K. Tsukiyama (1950) Some factors relating to the central excitatory level in conditioned jumping behavior. Med. J. Osaka Univ. 2, 133
- 7) 築山一夫 (1951) 鼠の異常脳波に就いて (大脳亢奮準位と脳波との関係). 阪大医誌 (印刷中)
- 8) 築山一夫 (1951) 鼠の正常脳波及びその発達に就いて 阪大医誌 (印刷中)
- 9) 吉井直三郎 (1944) 時間錯誤より見たる疲労の研究 (第1報). 日本生理誌 9, 793
- 10) 河村洋二郎 (1951) 実験的神経症に関する研究 (第5編) 脳波的研究 (精神誌 53 に掲載予定)

Summary

EEG of rat was recorded in T-maze learning and the following results were obtained.

1) Fatigue: When the performance of the conditioned behavior was repeated, the running latency was prolonged and the rat became restless. In this period, fast waves increased (excited period). After this, the rat became quiet and inactive, the latency became longer, and at last it reached the drowsy state. In this period, 6-8 per sec. waves of high voltage and fast waves appeared alternately (inhibited or fatigued period).

2) Extinction: When non-reinforced trials were repeated, the rat frequently stopped and looked around in the running course or showed searching behavior at the goal. In this period, the latency and the EEG did not show any particular changes (initial period of extinction). After this, the rat tried to escape from the maze and started slowly and dully. In this period, the latency was prolonged and the average frequency of EEG decreased (last period of extinction).

3) EEG of neurotic rat: One rat showed some neurotic symptoms such as anxiety, agitation, disorder of running and tried to escape from the experimental table. EEG of this animal was characterized by increase of fast waves. After recovery from neurosis, EEG became normal.

4) EEG during running: In the normal condition, basic waves augmented immediately after the rat started, and when it ran over the choice point and approached to the goal, the basic waves were suppressed and fast waves increased. In the fatigued period, last period of extinction and neurotic conditions, these changes of EEG during running process were not seen.

5) The cerebral excitatory levels under the various states of rats mentioned above were discussed on the basis of electroencephalographic changes.

(Second Department of Physiology, Osaka University Medical School)

疲 勞 と 脳 波 612.744.21

(強制水泳による鼠脳波の変化)

Electroencepharographic Studies on Fatigue of White Rat by Enforced Swimming.

(本論文の要旨は昭和26年第3回日本体力医学会に於いて発表した)
尙研究費の一部は文部省科学研究費の補助を受けた

堀 内 冷 (Horiuchi-Kiyoshi)*

I. 緒 言

筋疲労時の大脳機能の検査に関しては従来心理学的な方法が用いられており、生理学的な研究は少い、精神疲労に関しては、Grüttner 及び Bankaló(1) 及び本川、三田、辻口(2) が脳波を記録して研究したが、肉体的作業時の脳疲労に関しては研究されていない。吾が教室では従来種々のスポーツに就いて、その競技前後の各種反射機能の測定を行つてきたが(3, 4, 5)、未だ水泳時のそれを研究していない。本論文では鼠を用いて、水泳時の疲労とその前後の脳波の変化について調べた。

II. 実験方法

体重100~200gの成熟せる雌雄白鼠13匹を使用した。鼠を充分疲労させるためには強制遊泳法を用いた。即ち高さ30cm直径30cmの円筒型水槽に23~30°Cの温水を8分目迄入れて、その中に実験鼠を投入し、2分或は10分間づゝ繰返して遊泳を強制し、全く疲労して鼠が沈溺しかける迄続行した。脳波は水泳中或は休息中に於いて適宜に記録した。

脳波の誘導法は既に築山が発表せる如く(6)、2ヶの小銀板電極を頭頂部及び後頭部に於いて頭蓋内硬脳膜上に挿入固定し、双極的に誘導して、時定数0.2秒の四段抵抗容量結合の増幅器に導き、電磁オツシログラフにより撮影した。尙実験は電極挿入手術後数日を経て、鼠の行動及び脳波に異常のない事を確認してから行つ

* 大阪大学医学部第二生理室教学(主任吉井教授)

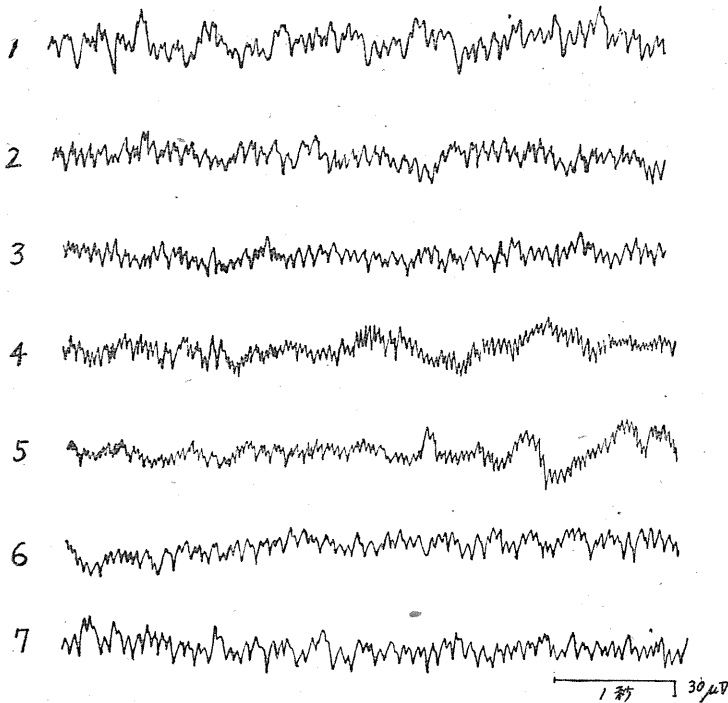
た。記録せる脳波に就いては波形観察のほか、平均周波数及び平均振幅を算出した。

III. 実験成績

白鼠の正常脳波は既に築山(6)が発表している如く、7~10(6~12)/secの基本波が主なるリズムを成し、それに16~20/sec或はそれ以上の小速波が混合している。強制水泳を行わせられた場合の疲労の現われ方は、行動の面よりみれば動物により著しい差があり、2分間づゝ数回、或は10分間1回の水泳で既に疲労困憊するものがあり、又よく数十分或はそれ以上の水泳に耐えるものもあつた。脳波も亦個体差が大きい、一般に異常波と称する程の変化はあらわれない。即ち基本波と小速波の割合が変化して、脳波の外観の変化及び、平均周波数、平均振幅の変化が認められる程度であつた。強制水泳による脳波変化の主要点は基本波の抑制と小速波の増強、従つて平均周波数の増加と平均振幅の減少であつた。この脳波変化を次の3型に分ける。

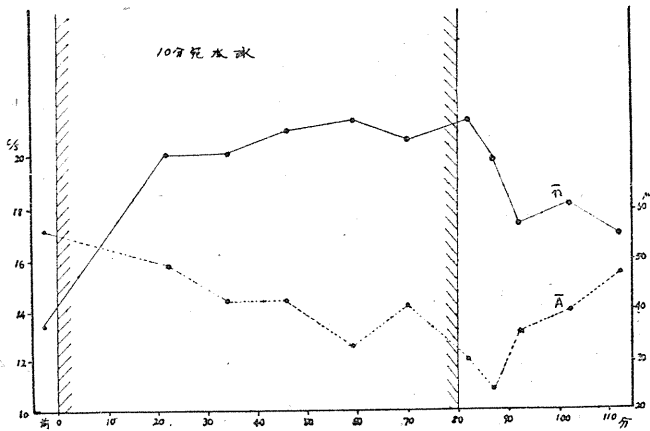
第1型; 遊泳により疲労が加わるにつれて、基本波が抑制されて、その出現が少く、不規則になり、漸次小速波が増加する。そして動物が溺れる迄水泳を強制して、疲労の極に達したと思われる時でも、それ以上の脳波の変化は現われない。水泳を中止すれば漸次旧に復する。この型は最も普通に見られる型であつて13例中11例に認められた(第1図, 第2図)。

第2型; 最初基本波が抑制されて小速波が増加する点は第1型と同じであるが、その後水泳



第1図 水泳による疲労時の脳波 (第1型)

1. 水泳前, 2. 10分宛 2 回水泳後, 3. 10分宛 4 回水泳後, 4. 10分宛 5 回水泳後, 5. 10分宛 7 回水泳後, 6. 水泳中止後 10分, 7. 水泳中止後 30分



第2図 水泳による脳波の平均周波数と平均振幅の時間的变化 (第1型)

\bar{n} : 平均周波数, \bar{A} : 平均振幅

を続けて疲労が加わるに従い、振動数が早くなると共に振幅も大きくなり、平均周波数、平均振幅共に増加する。これは1例に於いてのみ認められた (第3図、第4図)。

第3型; これも基本波の抑制と小速波の増加は第1型と同じであるが、たゞ水泳中止後の恢

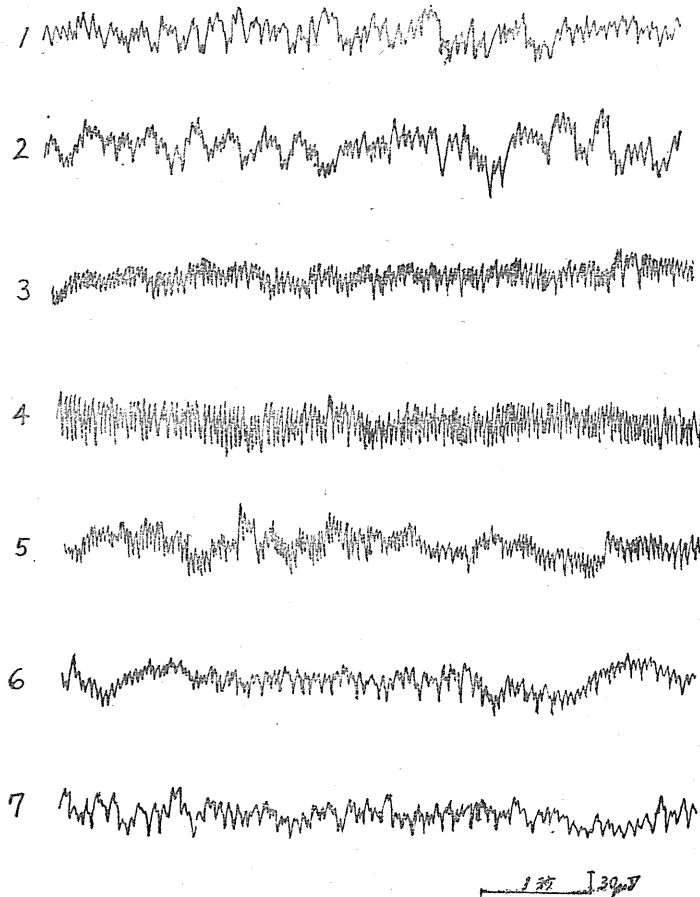
復過程に於いて6~7/secの徐波が現われた。従つて、水泳中は平均周波数が増加して平均振幅が減少し、水泳中止後の脳波は漸次回復に向つたが、途中40~60分後で徐波出現の爲に平均周波数が減少して平均振幅が増加し、その後回復した。本型も1例に認めたのみであつた (第5図、第6図)。

IV. 考 察

水泳による疲労時の主なる脳波変化は基本波の抑制と小速波の増加、従つて平均周波数の増加と平均振幅の減少であつたが (第1型)、その他に疲労の度が進むにつれて、速波の振幅が大きくなり、平均周波数、平均振幅共に増大したもの (第2型)、及び回復過程に於いて徐波が出て、平均周波数が減少し、平均振幅が増加したもの (第3型)、が各1例づゝあつた。

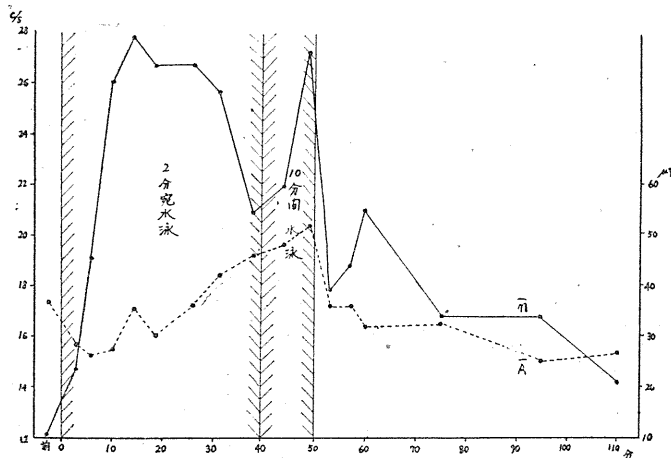
基本波の抑制及び小速波の増強は築山 (T) によれば大脳亢奮準位の上昇即ち大脳の亢奮状態であり、基本波の増強及び徐波は大脳亢奮準位の低下即ち大脳機能の制止状態である。従つて水泳による疲労の際小速波

が増加するのは大脳の亢奮準位が高まつた事を意味する。然るに振動数の増加と共に振幅も増加した例は、更にこれよりも亢奮準位が高まつたものとするのであるが、この鼠の水泳中の行動は他の鼠に比し、殊に激しく、従つてそれに伴う疲労度も大きい事が想像された。回復過



第3図 水泳による疲労時の脳波 (第2型)

1. 水泳前, 2. 2分間宛1回水泳後, 3. 2分間宛4回水泳後, 4. 2分間宛10回, 10分間1回水泳後, 5. 水泳中止後5分間, 6. 水泳中止後30分, 7. 水泳中止後60分

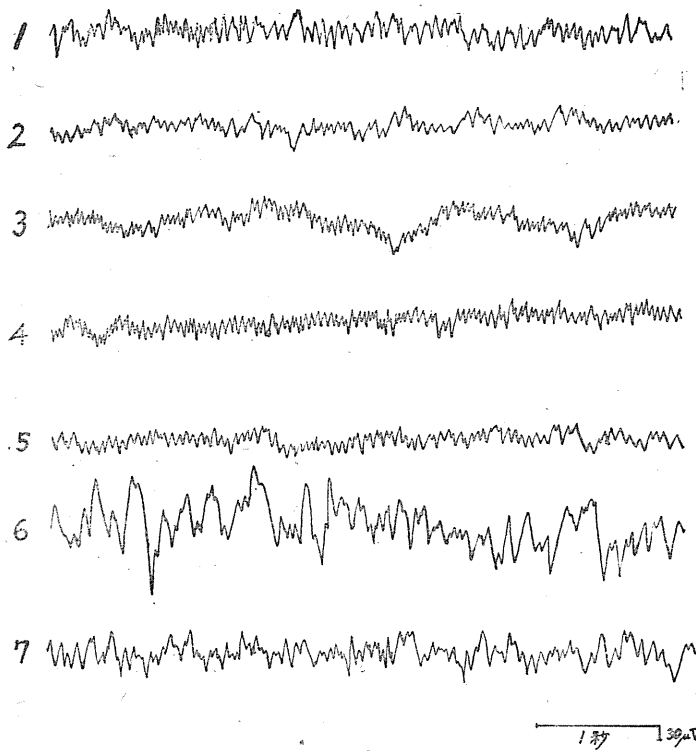


第4図 水泳による疲労時の脳波の平均周波数と平均振幅の時間的变化 (第2型) \bar{n} : 平均周波数, \bar{A} : 平均振幅

程に於いて徐波が出た例は激しい疲労後の仮睡状態であつて、大脳亢奮準位が低下せる状態であると考えられる。

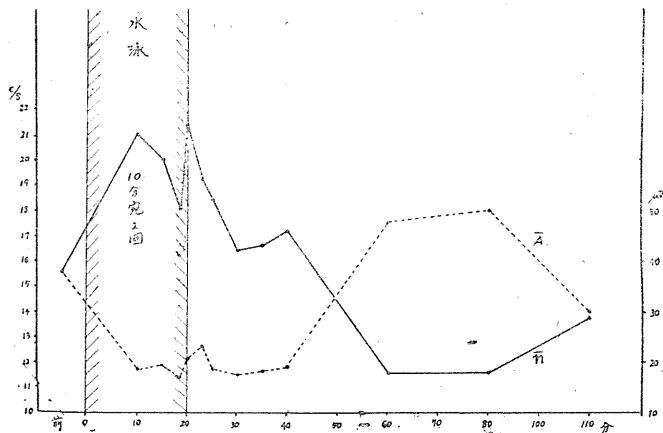
扱て、吉井 (3) は時間錯誤よりみたる疲労の研究に於いて、疲労の初期には亢奮期があつて、その後に制止期 (疲労期) が続く事を示しており、吉井及び築山 (9) は鼠の跳躍行動の反復による疲労に於いてもその事を跳躍力の測定により確認し、又築山 (10) は鼠で簡単なT型迷宮走行を反復した時に脳波所見よりこの結論を確認している。以上は何れも多少とも所謂精神疲労と肉体的疲労の加わつた状態であるが、著者は鼠に強制水泳を行わず事により、純肉体的と思われる疲労状態の脳波検査の結果純肉体的疲労に於いては、それが極めて高度になつても、所謂亢奮期にとどまつて、動物が運動可能なる限りそれ以上には進まず、制止期は一般には現われない事を見出した。但し激しい運動中止後の恢復に於いてのみ制止期に相当する時期があつて、徐波を認めた。

本川、三田、辻口 (2) は人間の精神作業時の疲労と脳波の関係について調べ、平均周波数が増加して平均振幅が減少する型 (第1型)、平均周波数、平均振幅共に増加する型 (第2型)、及び平均周波数が減少して平均振幅が増加する型 (第3型)、を報告しているが、著者が鼠の肉体的疲労に於いて



第5図 水泳による疲労時の脳波 (第3型)

1. 水泳前, 2. 10分間1回水泳後, 3. 10分間2回水泳後, 4. 水泳中止後3分,
5. 水泳中止後20分, 6. 水泳中止後60分, 7. 水泳中止後90分



第6図

水泳による疲労時の脳波の平均周波数と平均振幅の時間的变化 (第3型)
 \bar{n} : 平均周波数, \bar{A} : 平均振幅

見出した3つの型と符合する。又同氏は第3型が最も高度の疲労, 第2型は中間で, 第1型は軽度の疲労 (亢奮期) と称しているがこれは既述せる著者の考えと略々一致する。尙同氏等

によれば第2型が最も多く, 著者の実験では第1型が最も多かつたが, これは前者は学生の試験による疲労を扱つたものであり, 後者は水泳による疲労を扱つたものであつて, 精神疲労と肉体疲労の相違を示すものと云えよう。

Ⅶ. 総括

13匹の鼠に強制水泳を行かせた際の脳波を記録する事により, 筋疲労時の全身変化の一部として当然起ると豫想されるところの, 大脳機能状態の変化を研究した。

1. 水泳による疲労時の脳波の特徴は基本波の抑制と小速波の増加であつた (第1型)。この型の脳波は大脳亢奮準位の上昇を意味し, 疲労の初期 (亢奮期) に相当すると考えられる。

2. 1例に於いては平均周波数, 平均振幅共に増加したが (第2型), これは第1型より高度の大脳亢奮状態を現わすものと考えられる。

3) 1例に於いては恢復過程に於いて徐波が現われたが (第3型), これは大脳亢奮準位の低下を意味し, 疲労の後期 (制止期) に相当するものと考えられる。

終りに臨み, 恩師吉井教授並びに, 河村講師, 築山助手の御指導に深甚の謝意を表わすと共に, 中

路夫人及び藤澤嬢の御協力を感謝する。

文 献

- 1) Grüttner, R. u. A. Bonkild (1940) Über Ermüdung und Schlaf auf Grund hirnbioelektrischer Unt-

- ersuchungen. Arch. Psychiat. Nervenkr. 111, 625
- 2) 本川弘一・三田俊定・辻口清孝 (1944) 脳波と精神疲労 日本生理誌 9, 690
 - 3) 河村洋二郎・他 8 名 (1950) 運動選手の体力医学的検査 (第 1 報) 阪大医誌 2, 57
 - 4) 河村洋二郎・他 8 名 (1950) 運動選手の体力医学的検査 (第 2 報) 阪大医誌 3, 35
 - 5) 河村洋二郎・他 5 名 (1951) 拳闘選手の医学的考察 第 3 回日本体力医学会 (東京)
 - 6) 築山一夫 (1951) 鼠の正常脳波及びその発達に就いて (阪大医誌に印刷中)
 - 7) 築山一夫 (1951) 鼠の異常脳波に就いて (大脳亢奮準位と脳波との関係) (阪大医誌に印刷中)
 - 8) 吉井直三郎 (1944) 時間錯誤よりみたる疲労の研究 (第 1 報) 日本生理誌 9, 793
 - 9) Yoshii, N. & K. Tsukiyama (1950) Some factors relating to the central excitatory level in conditioned jumping behavior. Med. J. Osaka Univ. 2, 133
 - 10) 築山一夫 (1951) 条件行動と脳波 日本生理誌 13, 499

Summary

Changes of cerebral functions in somatic fatigue were studied by recording the EEG of 13 rats (male 10, female 3) before, during and after enforced swimming, and the following results were obtained.

1) EEG of fatigued rats were characterized by the suppression of basic waves (7-10 per second) and increase of small fast waves (12-20 or more per second) (type 1).

2) In one case, both average frequency per second and amplitude increased by swimming (type 2). This may be regarded as the higher excitatory state of the cerebrum than that of the type 1.

3) Slow waves appeared in the recovery process after swimming in one animal (type 3). This presents the lower excitatory level of the cerebrum and may be regarded as the later or inhibited period of fatigue.

(Second Department of Physiology, Osaka University Medical School)

骨筋より抽出した筋収縮催起物質の化学的同一 612.747

Chemical Identification of a Substance which Produces Muscular Contraction.

須田 勇・鬼頭京子*・宮木高明・佐竹一夫**

(Suda-Isamu・Kitoh-Kyoko・Miyaki-Takaaki・Satake-Kazuo)

著者等は前に骨筋の抽出物で、微量で筋の攣縮を起す物質(K物質)の存在を報告した(3)。その時にK物質の定性的性質を掲げておいた。即ちその特徴は、塩基性が相当強く、ビウレット反応は微弱で、ニンヒドリン反応は陽性で、バウリのデアゾ反応の強陽性であることであつた。このK物質を、6N 塩酸で3時間分解すると、ニンヒドリン反応は前には青色を呈したのが紫赤色の強陽性反応を呈するようになる。以上のことから、K物質はヒスチヂンを含むペプチドで、アミノ酸の数もおそらく2(3を越えることに先ずない)であろうと想像される。このような条件を満す既知物質としては、 β アラニルヒスチヂン(カルノシン)を挙げる事が出来る(4)。そこで我々の云うK物質とカルノシンとの異同が問題となつた。合成に依る同一が最良であるが、その前に分離とペーパークロマトグラフ法による同一成績を述べる。

各種の分離法によつて得たカルノシンの収縮催起作用

著者等の行つたK物質の分離法は、Gulewitsch(1)等がカルノシン研究の初期に行つたものとよく似ている。併しその後の分離法は一般にホプキンス氏薬を用いている。そこで、Parchin(1937)(6)が行つた方法で分離を行つた。その要点は次の通りである。即ち、筋肉粥の温浸、加熱除蛋白液に5%硫酸に10%の割合に硫酸水銀を溶したホプキンス氏薬と、アルコールを加え沈澱を除き、濾液の水銀、硫酸を除いて濃縮する。これにホプキンス氏薬を再び加えて沈澱を取り

分解水溶液に40%硝酸銀を加えてプリン部分を除き、濾液がコッセル反応を呈するまで更に硝酸銀液を加え、これに水酸化バリウムを飽和させてカルノシンの銀バリウム沈澱を得たのである。

このようにして得たカルノシンも数 μ gの筋内注入(1)で攣縮を起すことは、K物質の場合と全く同様であつた。又その他の2,3の方法で(2,4)得たカルノシンも同様であつた。

更に又除蛋白濃縮液に燐タングステン酸を加えて落ちた部分を、後に述べる様に濾紙の上に展開して、バウリ・デアゾ反応を呈する部分を水浸濃縮したもの、生物作用も全く同様であつた。

K物質のペーパークロマトグラフ法による分析

1. K物質のペーパークロマトグラム

常法(7)により20%含水フェノールとnブタノール、エタノール、水(3:1:2)で展開して、ニンヒドリン及びデアゾ試薬で発色させた。

第1回は、50乃至500 μ g程度の試料で行つた場合で、主成分Kの他にGを認める。Kは強いデアゾ反応を呈し、ニンヒドリン反応は微弱でGはデアゾ反応を示さず、微弱なニンヒドリン反応と坂口反応を呈する。

試料を2000 μ g程度にすると(第2図)、更にH、Lのニンヒドリン陽性点を出現し、Hはデアゾ反応をも呈する。これ以外にニンヒドリン呈色点は認められない。

以上の呈色点のうち、HはヒスチヂンのRfに相当し、主成分と考えられるKは、ヒスチヂンと β アラニンとの中間に位し、対応するRfを

* 財団法人林研究所

** 千葉大学附属腐敗研究所

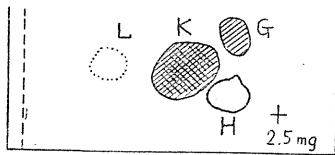
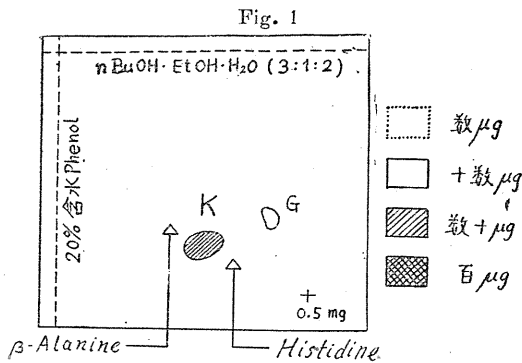


Fig. 1, 2 K物質の Paperchromatogram

1は1%溶液0.05ml使用, 2は5%溶液0.05ml使用
K及びHはDiazo反応陽性

持つアミノ酸は存在しない。G, Lについては後に述べる。

2. 加水分解K物質の反応

K物質10%溶液 0.1ml と濃塩酸 0.15ml を封管に入れ、110° 油浴中で5時間加熱し、内容を時計皿にとり、温浴上で過剰の塩酸を駆逐し、1.0mlの水に溶し、その0.1ml (1000μg 相当) を試料として得たクロマトグラムが第3図である。

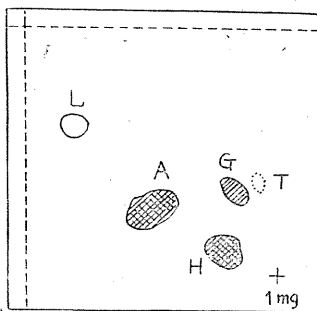


Fig. 3

10%溶液を濃塩酸で110° 5時間加水分解したもの
Kは消失してAとHになっている

Kが消失し、その代わりにβアラニン(A)とヒスチジン(H)が現われ、Lが消失してニンヒドリン呈色の増大した L' (ロイシン相当点) が現われ、不変のGとタウリンらしいものゝ痕跡

(T) が認められた。300μg 程度の試料ではβアラニン、ヒスチジンと痕跡のGのみが現われる。

次にK物質及びその加水分解物の各種溶媒に対してA, H, KのRfを求めると第1表の如くなり、Aは常にβアラニン、Hはヒスチジン

第1表 Rfの測定

溶媒	A βアラニン	H ヒスチジン	K 測定値	AH 平均値
フェノール (水)	68	43	53	(56)
〃 (アンモニア)	70	65	67	(68)
ブタノール (水)	8	3	5	(6)
ブタノール, エタノール (4:1水)	32	11	16	(21)
ブタノール, 醋酸 (4:1水)	40	14	25	(27)
醋酸エチル, 醋酸 (4:1水)	45	22	31	(34)
65%アセトン	35	13	22	(24)
75%エタノール	40	12	19	(21)
75%メタノール	48	19	30	(34)
65%ピリジン	32	10	18	(21)
3%食塩水	95	70	80	(82)
3%塩化アンモン, 50%エタノール	90	48	61	(59)

のRfを示し、Kは常に両者のRfの平均値より稍々低い値を示した。一般にデペプチットのRfは構成アミノ酸のRfの平均値より10%、トリペプチッドの場合は20%低い値を与えるのが普通である。従つてこの成績からみると、K物質はβアラニンとヒスチジンのデペプチッドと考えられる。

次に、加水分解K物質の両アミノ酸を定量すると(5)、第2表の如くでβアラニン対ヒスチジンの分子比は1.0~1.1となる。

第2表 βアラニンとヒスチジンの定量

加水分解物	βアラニン		ヒスチジン		比率
	mm	μg/ml	mm	μg/ml	
	0	10>	11	180	-
加水分解物	21	2000	28	3600	1.8 ₀
1/2 稀釈	19	1100	24	2000	1.8 ₂
1/4 稀釈	16	600	20	1200	2.0 ₂
1/8 稀釈	12	250	16	450	1.8 ₀
1/16稀釈	10	100	11	200	2.0 ₂

以上の実験事実から、K物質の主成分であるK呈色をなす物質は、βアラニンとヒスチジンより成り、その分子比は1:1のデペプチッドであると考えられる。

3. 脱アミノのK物質の反応

Kがβアラニルヒスチジンか、ヒスチジン

β アラニンであるかの決定を行つた。

K物質10%溶液 0.3mlに、0.3% 亜硝酸ソーダ液 3mlと1% 醋酸 1mlとを少量ずつ交互に加え、盛んに発泡する反応液を常温に30分放置してから、温浴上で蒸発乾固する。得られた脱アミノペプチッドと醋酸ソーダ混合残物に、濃塩酸 1mlを加え加温し、不溶の食塩を分けた。上清を前述の方法で加水分解して 3000 μ g 相当の試料のクロマトグラムを作つたのが、第4図である。ヒステチン、L、T相当点が認められるが、 β アラニン及G相当点がニンヒドリンで発色しなくなる。

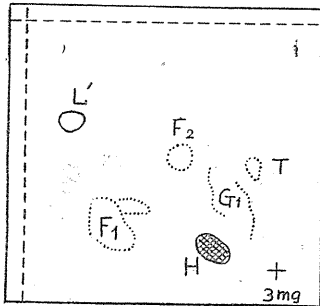


Fig. 4

Martin法で脱アミノしたもの、Hは残るがAがNinhydrinで発色しなくなる

以上の事実から、デペプチッドは β アラニルヒステチン即ちカルノシンと同定される。

尙Gは加水分解により、一部がタウリンとなること、脱アミノ加水分解ブニンヒドリンが呈色しなくなることから、グアニツド・タウリンと考えられる。そこでこの物質を合成して、Rf

を測定するとGと一致する。尙合成グアニツドタウリンは筋に注入しても攣縮を起さない。

又Lはロイシンよりなるデペプチッド以上のペプチッドと考えられるが、微量であるので詳細な構造は不明である。

以上の成績を綜括すると、K物質は、 β アラニル・ヒステチンと少量のグアニツド・タウリンと微量のロイシンを主体とするペプチッドよりなることが確認される。尙グアニツドタウリンは筋収縮催起作用がないから、その生理作用はカルノシンによるものと考えられる。

結 論

微量で筋に収縮を起す。我々の所謂K物質は、 β アラニルヒステチンと考えられる。

林謙所長の御校閲を深謝する。

文 献

- 1) 足立千鶴子 (1951) 筋注法及神経注法による骨筋の収縮について 日本生理誌 13, 123
- 2) Du Vignaud, V., and D. K. Behrens, (1939) Carnosine and Auserine Erg. Physiol, 4
- 3) 林 謙・須田 勇・宮木高明・足立千鶴子・鬼頭京子 (1951) 骨筋より抽出した筋収縮催起物質と抑制物質に就いて 日本生理誌 13, 434
- 4) Hoppe-Röyler (1924) Physiologische- und pathologisch-chemische Analyse.
- 5) 宮木高明・林 謙 (1947) 薬学会総会
- 6) Parshin, A. N. (1937) Zur Keutiss der extractiven Stiehstoffbasen der Muskelgewebes beim Hunde. Z. physiol. chem. 245; 41
- 7) 佐竹一夫 (1950) 改編化学実験学, 一般基礎作法

Summary

We reported previously that there was a substance (K-fraction) in muscle extracts which produced muscular contraction by intramuscular injection into an excised skeletal muscle of toads in minute dose (several ten micrograms). In this report, an identification of this organic principle in the K-fraction with β -alanyl-histidine (carnosin) by means of the paper chromatogram of its hydrolysates as well as its desaminates, was described.

(Hayasi Takasi Institute for Medical Science and Institute for Putrefactive Microbiology, Chiba Medical University)

寒冷血管反応に関する研究 (第3報) 612.592

寒冷血管反応に関する神経について

Studies on the Temperature Reaction of the Human Skin to Cold (III Report)
On Reflex Nerves of the Temperature Reaction to Cold and Mechanism of Reaction.

飯田 敏行 (Iida-Toshiyuki) *

I. 緒 言

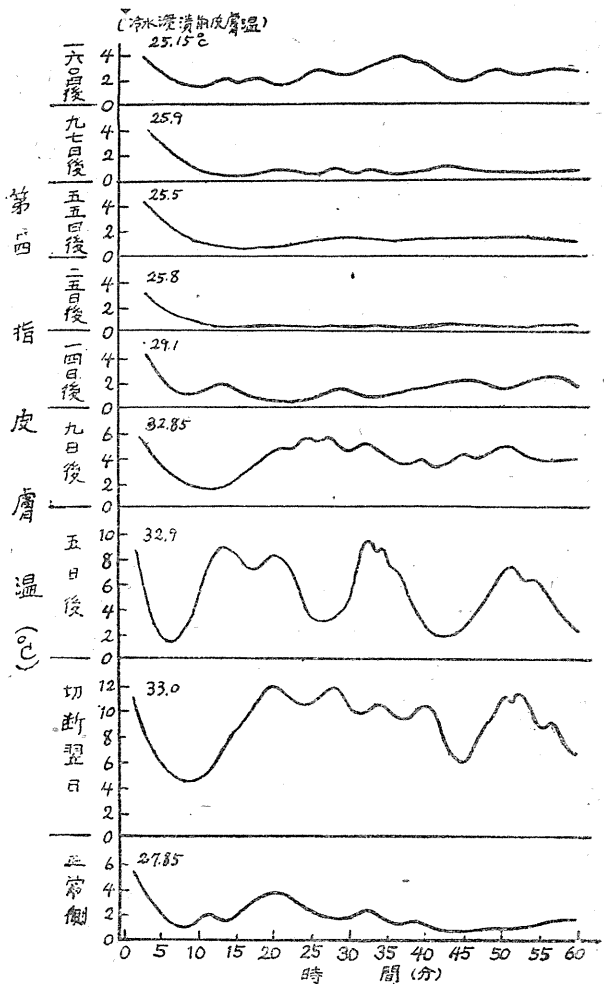
前報 (1) に於いて著者は寒冷血管反応に関与する血管について検討を行つたが、本報に於いては反応を起す機序、特に神経について吟味を行いたい。

Lewis (3) 等によれば本反応は皮膚の寒冷刺激によつて局所に生じたヒスタミン様物質によつて知覚神経が刺激せられ、その軸索反射によつて発生すると云う。併し乍ら皮膚の血管開張作用に関しては吳 (2) は遠心性の血管開張神経の存在を主張している。依つて著者は先ず知覚神経機能と本反応の消長との関係を検討し、更に本反応に際して脊髓の反射中枢が関与するや否やについて検討を加えんとした。

II. 実験方法

先ず第1に知覚神経麻痺との関係を見るため、外傷によつて知覚神経の切断せられた患者について、切断側の手とその対照の健側の手とを同時に0°C氷水中に浸して寒冷血管反応を切断後日を追つて検査し反応の推移を観察した。第I, II例は上膊部に於いて可なり強く神経を切断し殆んど全指に知覚麻痺を証明し、殊に第4, 5指は麻痺が完全であつた。第III例は尺骨神経を切断したもので第4, 5指に麻痺があり、殊に第5指は完全であつた。

尚此等知覚神経麻痺の影響を更に詳しく穿索するため、上記被検者の健側の手指 (第4指) に0.2% コカイン1ccをその指根部に皮下注射してこれを麻痺せしめて後、寒冷血管反応を検した。次に脊髓中枢の影響を見るためには一側



第1図 神経切断者の寒冷血管反応の逐日的変化

* 兵庫縣衛生研究所及び兵庫縣立医科大学生理学教室

の手を氷水に浸した場合に他側の手に表われる皮膚温反応を検査したり、両側の手又は手と足を同時に氷水に浸した場合の各部位の反応の起り方を比較して検討した。

皮膚温並に寒冷血管反応の測り方は前報所載の通りであつて、銅、コンスタンタン熱電対を以て局所皮温の時間的消長を追跡した。

II. 実験成績並に考案

A. 神経を切断した場合の寒冷血管反応

第1図は実験結果の1例で、麻痺の著明であつた第I例第4指の成績である。図示の通り切断当初はその刺激症状により反応は著しく亢進しているが、その後外傷の癒ゆると共に漸次反応は低下する。但し斯様な反応の消失は第4、5指のみであつて、知覚麻痺の不完全であつた第1、2指には反応は残つている。これは單に尺骨神経のみを切断したものに於いては一層顯著である。而して斯様に神経切断後寒冷血管反応が殆んど消失するのは約2週間以後である。しかるに3ヶ月頃より幾分この麻痺指にも反応らしきものが現われ、これは日を経るに従い反

応な血管反射を起すものとしてはどんなものが考えられるかについて吟味する。

先ず大きく分けて液的なもの、血管自身の特性、神経と3つの原因について寒冷血管反射を起す可否を考える。前2者については未だこれによつて律動的な血管伸縮運動が一定の局限された部位に起つて來る事の可否は判つていないし、仮にその様な事があつたとしても一度消失した反応が時を経て漸次回復すると云う事を説明する事がむづかしくなるので、神経作用を考えるのが最も無難である。

血管の開張反射を來す神経については Lewis & Pickering (4) の研究がある。彼等によれば皮膚血管に分布する交感神経は血管開張反射を起し得るものであつて、室温の変化によつて皮膚血管の伸縮を來すのはこの神経の作用によると云う。

そこで此等の被検者について神経切断後5ヶ月頃に寒冷血管反応に対する室温の影響を検した。即ち室温を5°Cより30°Cまでかえ、知覚麻痺した指の反応を検した。実験結果は第1表である。表の通り健常者に於いては明らかに室

第1表 神経切断者の寒冷血管反応(第4指)と室温との関係

室温 (°C)	神 經 切 断 者						健 常 者		
	第 I 例			第 II 例			平均皮膚温 (°C)	血管反応発現温度 (°C)	同左時間 (分)
	平均皮膚温 (°C)	血管反応発現温度 (°C)	同左時間 (分)	平均皮膚温 (°C)	血管反応発現温度 (°C)	同左時間 (分)			
5	2.62	0.6	9	1.52	0.4	11	2.34	0.1	8
10	2.21	0.4	15	1.77	0.6	10	4.10	1.1	9
15	2.55	1.1	11	1.39	0.6	11	4.95	1.85	9
20	2.82	0.9	10	1.72	0.5	10	5.92	2.4	10
25	3.44	0.6	10	1.70	0.4	10	6.34	2.8	9
30	3.39	2.4	9	1.61	0.7	12	10.18	8.5	7

性を回復せんとする傾向を認め、5ヶ月頃にはかなり著明な反応が現われて來る。勿論この場合にも知覚は全然麻痺状態にあることは云うまでもない。この事は從來認められていなかった事実で、もし反応の発現に所謂知覚神経(脊髄神経を通るもの)のみが関与するものとするれば切断により反応の再現することはない筈であるから、これは所謂知覚神経以外の別のものが反応に関与し得ることを示している。そこで斯様

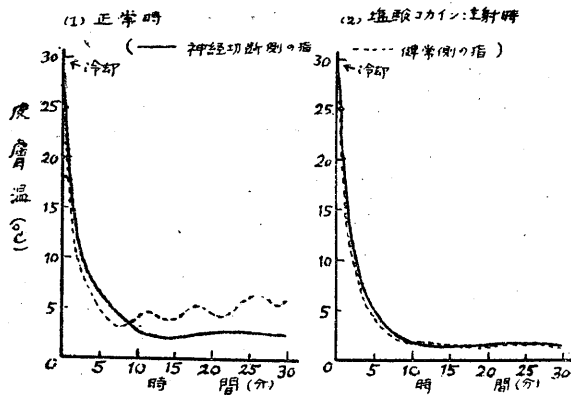
温の影響を受けるに對し、神経切断者は殆んど影響が見られない。しかし第I例では室温が25°C以上の場合に若干亢進が見られる。従つてこの場合室温変化による血管中枢の緊張変化の影響が僅か乍ら麻痺部にも傳つている事が考えられる。ところでこの場合に中枢の影響を傳えるものとしては脊髄神経中を通る神経纖維でない事は明らかであり、又神経切断の影響を受けていない上肢の他の血管の血流の影響でもなさ

そうである。それは第Ⅱ例では全く室温の影響が起つていない事からも判断せられるであろう。そこで考えられるは脊髄神経を通らない別の血管神経が働いていると云う事であつて、こゝに考えられるものとしては血管にまつわる交感神経がある。

次に寒冷血管反応が神経切断後消失したのであるが、この事が果して知覚神経の機能の喪失によるものか又は知覚神経以外の脊髄神経中を通る他の自律神経の機能の喪失によるものかについて吟味する。先ず神経の切断後約1ヶ月に於いて知覚麻痺した指と健側の指を同時に氷水中に浸し反応を検し麻痺指に血管反応のない事を確かめてから、健側の指をコカインにて知覚を麻痺せしめ再び検した。その結果は第2図の通り明らかに健指の反応の消失を見た。従つてコ

知覚によつて惹起される Axon-reflex で説明する必要はなくなつて来るのみならず皮膚血管開張神経の存在が明らかになつた今日に於いてはむしろ不合理である。たゞ Axon-reflex の存在は他の諸種の局所性反射に際して実在する事が認められている事でもあり、殊にさきの実験成績に明らかな様に本反応には生理状態では皮膚神経が働き、且つこれは脊髄中枢と無関係に働き得る事が明らかであるから、この中の自律神経による Axon-reflex を考える事は現在に於いては最も当を得た考えであらう。併し脊髄神経の変性してしまつた後で再現する血管反応はこの考えでは説明がつかない。

こゝで思い合されるのは西丸門下の明らかにした血管より血管へと波及する血管反射である。即ち毛細血管が直接刺激せられる時は他部の毛細血管にも反射性の収縮が見られると云い、全く皮膚神経に無関係の反射である。この反射の本態は不明とされているが、著者の成績に於いては血管反応の再現が顯著となつた後には若干はこの反射に中枢性の影響が加わる様であるから、恐らく血管にまつわる交感神経が働いて発生するのではあるまいか。併しそれはともかく斯様な皮膚神経を介さない反射は生理状態の寒冷血管反応に対しては恐らく大した役割を果して居らず、上記の皮膚神経性の反射が消失した後に發育する補助的なものである。

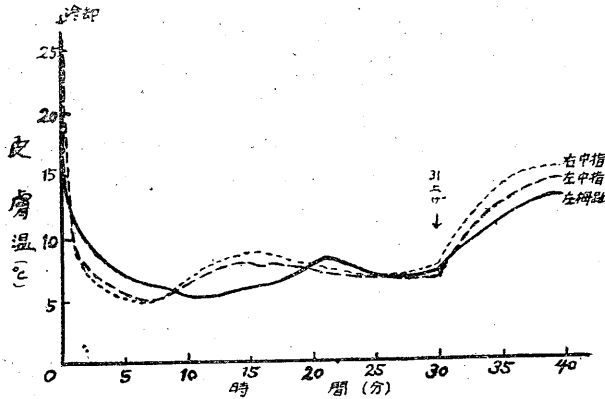


第2図 知覚麻痺と寒冷血管反応

カインが従来考えられていた様に知覚神経のみ働いてこれを麻痺させるものとするれば、本反応に際し知覚神経が介入すると考へべきであり、然も本反応は太い神経を切断しても第1図に見る様に切断当初は一時残存し、末梢部位の変性に従つて漸次消失するのであるから、これはかつて Bayliss 等が考えた様に Axon-reflex の考えで説明する外はないのである。たゞこゝで注意すべき事はコカインは單に知覚神経のみを麻痺させるものでない事である。西丸(5)等によればこれは血管神経末梢に働いて血管作用物質の生成機構を抑制すると云つている。斯様な観点に立つ時は必ずしも本反応は従來の様な皮膚

B. 両手及び各指の寒冷血管反応の相互関連性について

以上著者は寒冷血管反応に関与する神経について述べたが、本反応の機序を考えるに重要な事は左右の手又は各指間の反応の相互関連性の事実である。即ち両手と足を同時に氷水中に浸して寒冷血管反応を検すると、手の反応と足の反応との間には関連性はないが同じ手の各指の反応は殆んど同時に起り、且つその反応は左右各相当部位に就いては殆んど同時的であり変動の幅も同様である。第3図はその1例であり、第2表は多数の被検者について左右の指の反応を同時に測定したものの平均値であつて、相互



第3図 両手及び左足同時冷却時の指跡の寒冷血管反応

第2表 両手各部位の寒冷血管反応 (50例の平均値)

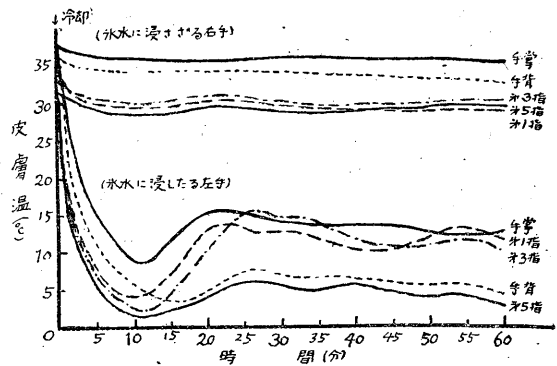
部位	平均皮膚温 (°C)	血管反応発現温度 (°C)	血管反応発現時間 (分)	反応の幅 (°C)	
右	手掌	8.84±0.26	8.03±0.30	11.27±0.58	2.39±0.21
	手背	5.05±0.18	3.64±0.18	15.89±0.49	2.25±0.16
	第1指	7.54±0.22	2.91±0.20	8.67±0.21	6.06±0.22
	第3指	5.60±0.21	1.95±0.14	9.59±0.28	5.24±0.25
	第5指	4.36±0.20	1.76±0.16	9.57±0.32	4.37±0.21
左	手掌	8.08±0.26	7.97±0.33	12.21±0.70	2.38±0.19
	手背	4.67±0.17	3.50±0.16	15.34±0.62	2.28±0.16
	第1指	7.18±0.28	2.54±0.16	8.97±0.21	6.04±0.29
	第3指	4.93±0.24	1.82±0.12	9.89±0.25	5.36±0.30
	第5指	3.78±0.19	1.79±0.13	9.77±0.26	4.45±0.18

関連の事実が明らかに示されている。即ち各指の皮膚温は夫々異つてはいるが左右各指の反応発現時間は略等しい又左右各相当指の平均皮膚温、反応発現時の皮膚温は略等しい。たゞ手掌、手背の反応は指の反応よりやゝ遅れているが、これに対して Lewis 等はこの部の皮膚温反応は指を流れた血液の還流によつて二次的に発現するものであると云つている。併しその遅れが可なり著明である事より單にそれのみでなく、その部の放熱面積が組織量に比して少い事皮膚血管の分布の状態が指と異り、従つて熱授受の関係が指とは趣を異にする事等種々の影響が加つてこの様な特異の反応を示すに到つたものであろう。

尙この様な左右の手の関連性は第4図に見る様に一方の手のみを氷水中に冷却し、他は空気中に保つて左右各部の皮膚温を測定した場合にも認められる。即ち冷却しない手の温度は他の手を氷水に浸すと同時に漸次低下し、然も寒冷血管反応の発現する場合には冷却しない手指にも僅か乍ら反応らしい皮膚温の上昇の山が認め

られるのである。

斯様に左右の手或は各指間の寒冷血管反応の相互関連性の事実は、反応を起す反射弓が何れかに於いて相互連絡を有するためと考えねばならない。而しこれが左右の手に於いても認められる事より脊髓に於ける Synapse の連絡を考えるが最も妥当である。この外に冷却せる血液還流に基く何等かの体液的傳體の介入も考えられない事もないが、足に於いてはこの関連性が認められない事より一応否定せられる。勿



第4図 手の各部位の寒冷血管反応

論脊髓 Synapse に於いても手の反射弓と足の反射弓とは関連性がないわけではないが、刺激が弱い時には同じ高さの身体部位に反射の局限する事は脊髓反射の特性である。後報する様に寒冷血管反応は季節や気温等の全身的な体温調節中枢の緊張の変化によつて著明に影響を受けるのであるが、これも亦脊髓 Synapse を介入して血管に影響が伝えられて行くものであろう。

IV. 総括

以上著者は寒冷血管反応に関与する神経について実験を行い、これは生理状態に於いては皮膚神経中に含まれる自律神経性の軸索反射と考えるが妥当なる事を見た。併し反応に与える神経系はそれのみに止らず血管より血管に分布する神経により反応が起り得、且つこれは皮膚神経を介する生理的な反応に対してむしろ補助的なものであつて、生理的な反射路が変性に陥つた後に新しく反射機が発達し來るものである。神経切断の患者についての観察によれば、この反射機は切断後5ヶ月にはかなり顯著な発達を遂げて寒冷血管反応を起すに到る。次にこの様な生理的軸索反射に於いても脊髄を介する中枢の影響が反応に加つて來る事は云うまでもなく又この脊髄の Synapse の介入によつて左右の手や各指の寒冷血管反応が同時に誘発せらるゝものと理解せられる。即ち本反応に関与する神

経としては皮膚神経中の自律神経、中枢神経の外に恐らくは末梢血管壁にまつわりて分布する交感神経叢の3種の神経を考えねばならぬ。

本題の第1報より第3報までの研究は、京都府立医大吉村教授の、絶えざる御指導によつてなされたもので記して謝意を表わす。又西丸教授の御援助を謝す。

文 献

- 1) 飯田敏行 (昭和24年) 寒冷血管反応に関する研究 日本生理誌 11, 79
- 2) 吳 建: 自律神経系 (克誠堂書店)
- 3) Lewis, T. (1930) Observation upon the reaction of the vessels of the human skin to cold. Heart 15, 177
- 4) Lewis, T. and G. W. Pickering (1933) Vasodilation in the limbs in response to warming the body; with evidence for sympathetic vasodilator nerves in man. Heart 16, 33
- 5) 西丸和義 (昭和24年) 毛細脈管の研究 (日本医学雑誌株式会社)

Summary

The temperature reaction to cold observed on skin of fingers or toes in physiological conditions can be explained by axon-reflex which is raised through autonomic nerve fibres running in spinal nerves.

When skin nerves are degenerated by some reasons, the reaction can also be observed, through only after about five months. In the latter case, the reaction cannot be due to axon-reflex, but probably to a new reflex of blood vessels which was found by Nishimaru and named "reflex from vessels to vessels". This reflex is probably evoked by sympathetic nerve fibers which comes along blood vessels from limitrophes. In physiological conditions, however, its action is insignificant as a cause of temperature reaction to cold, while it develops gradually when physiological axon-reflex is abolished by some reasons, and comes to be a main of the reaction after several months.

Spinal cord or other central nervous system can also influence the reaction, as the temperature reactions on fingers of one hand are correlated intimately with those of the other hand, and also with the tonus of thermoregulatory centre.

In short, it should be concluded that akin nerves, sympathetic nerves along blood vessels and central nervous system contribute to the cause of temperature reaction to cold.

(Public Health Laboratory, Hyogo Prefecture and Physiological Institute,
Hyogo Prefectural Medical College)

四肢筋に現れる上下・左右・前後運動による迷路性反射に就いて 612.886.1

— Neuromuscular unit の活動様式に関する研究 (7) —

On the Labyrinthine Reflexes in Limb Muscles of Normal Persons,
Evoked by the Translatory Movements.

時実利彦*・近藤達子*・時実博**
(Tokizane-Toshihiko・Kondo-Tatsuko・Tokizane-Hiroshi)

I. 前書き

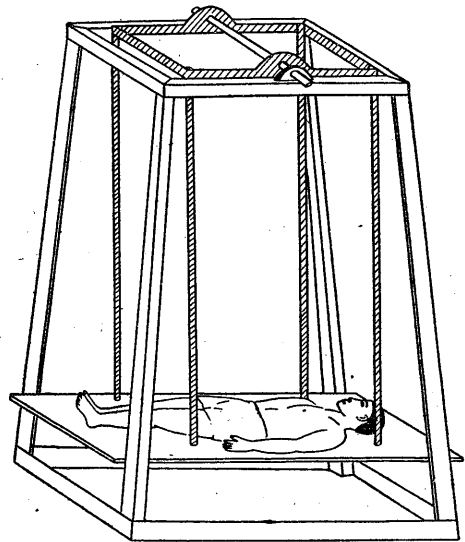
迷路に由来する statokinetic reflex には廻轉運動によるものと直進運動によるものがあり、前者に就いては可成り詳しく調べられているが後者に関する研究は極めて乏しい。この反射に就いては古くは Ach (1), Graham Brown (11), Mulder (27), Wilson 及び Pike (38) 等の断片的な記載があるがやゝ精細に観察したのは Magnus 及び de Kleijn (22) である。彼等は正常なモルモット、家兎、猫、犬に就いて前後または上下直進運動によつて四肢筋、頸筋、軀幹筋に昇降反応 (Liftreaktion), 筋の震顫 (Muskelschwirren), 爪の伸開、飛躍姿勢 (Sprungsberetschaft) 等の迷路性の反射運動が現れる事を記載した。その後 Fleisch (7), Groebbels (12), Fischer (6), Tait 及び McNally (33), 西端 (28) 等は家兎、蛙、鳩に就いて同様な反射が存在する事を報告している。しかし之等の報告は主に現象的記載に止まり、反射の発現機構に対する統一的な説明は殆んどないといつてよい。

人間に就いては Grahe (10) が述べている様に、動物にみられる様な反射運動は現れないと一般に認められている。たゞ種々の現象から人間に於てもこの反射が潜在的に現れる事は豫想されてはいるがこれを実験的に証明したものは無い。そこで著者等はさきに近藤 (16) が健康成人を対象にして緊張性迷路反射の研究に用

いたと全く同様な方法即ち筋動作電流の放電間隔変化法によつて、健康成人の四肢筋を対象にしてこの反射の様相を明らかにしその結果に基づいて反射の発現機構に就いて多少の考察を試みた。

II. 実験方法

健康成人の正常直立姿勢位に就いて上下、左右、前後の方向に相当する直進運動を行わせることは装置の関係上困難であつたので第1図の



第1図 振動台

様なブランコを用いた。被検者を振動台の上に脊臥位で体軸をブランコの振動方向に平行 (上下運動に相当), 直角 (左右運動に相当) 及び側臥位で振動方向に直角 (前後運動に相当) にねかせて三方向の直進運動を模した。従つて重力

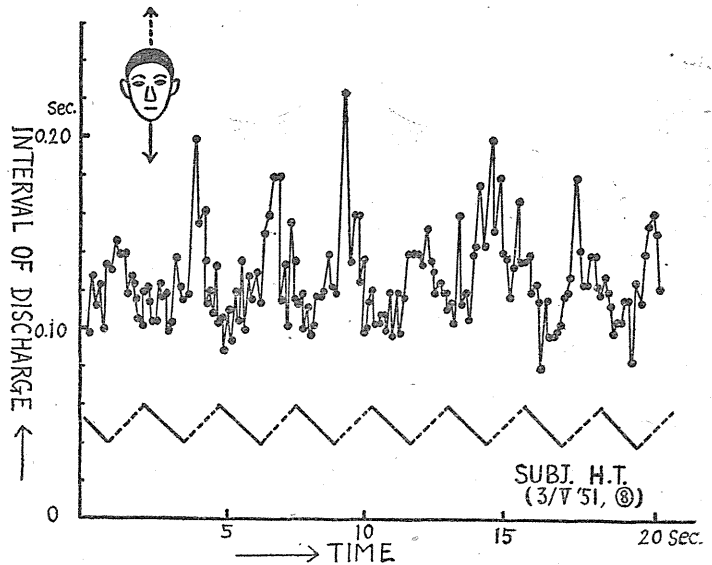
* 東京大学医学部生理学教室坂本研究室

** 東京医科歯科大学柳内科学教室

の代わりにブランコの復元力を用いたわけであるが、この事はこの反射の研究に対して何等本質的な問題にはならない。ブランコの振動周期は被検者をのせたまゝで 2.7 秒であり、その振幅は 20cm 以下にした。

なお台の動き方は純粋な直進運動ではなく曲率半径の大きい円周運動になるが、ブランコの振幅は曲率半径に比較して極めて小さいからまず水平面内の単弦的直進運動とみてよい。頭部は充分に固定し正常直立姿勢時のそれに相当する頭位を保たせた。また被検者には閉眼させ、かつ台の振動に基く物理的または意識的な影響によつて豫め行わせている随意収縮の状態が変化しない様に注意した。

筋動作電流の誘導、記録及び放電間隔の変化と筋緊張の關係等に就いては著者等の前の報告



第3図 上下運動 r. m. triceps brachii

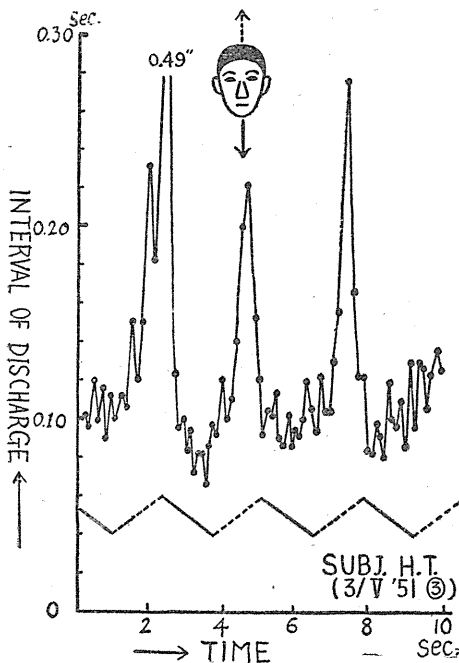
(34, 35) と同様である。被検筋には近藤の実験(16)で明らかになつた様に、反射効果が最も著しく現れるものとして上肢では m. triceps brachii (caput ulnare et radiale), m. biceps brachii, 下肢では m. soleus をえらんだ。

Ⅲ. 実験成績及び考察

A) 上下運動による反射

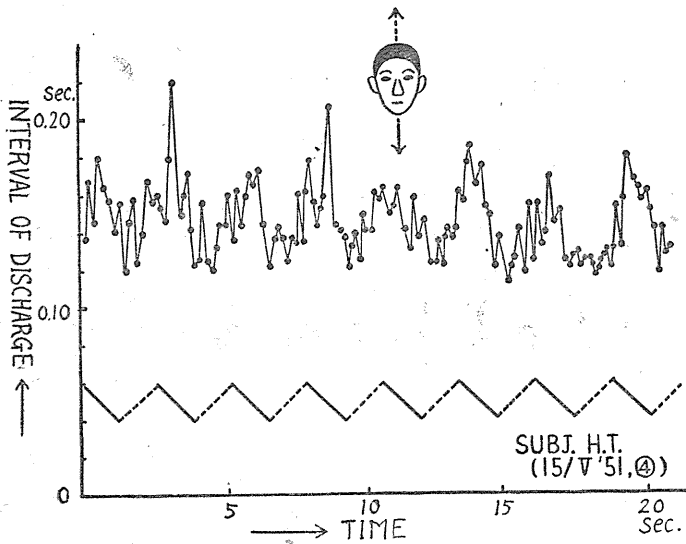
この反射は三方向の直進運動の中で最も著しく現れ、第2, 3, 4図で分る様に放電間隔は上下運動に伴つて周期的に変化している。この変化は、上下運動の周期に対応している事、呼吸運動とはその周期が一致しない事(被検者の呼吸数は毎分16~17回)、及び両側迷路機能缺損者ではこの現象が全く現れない事等によつて上下運動による迷路反射である事は明らかである。そしてこの変化は上下肢の伸筋に同様に現われ、また第4図で明らかな様に拮抗筋の屈筋では変化の位相が逆になつていて両者の間に交互神経支配が成立している事が分る。この放電間隔の変化に基いて筋緊張状態の変化を模式的に図示すると第9図のようになる。第6図は急に上昇運動を行つた場合であつて、第2, 3, 4図の定常状態のそれと何等本質的な差異はない。

上下運動と放電間隔の変化の位相關係は、伸

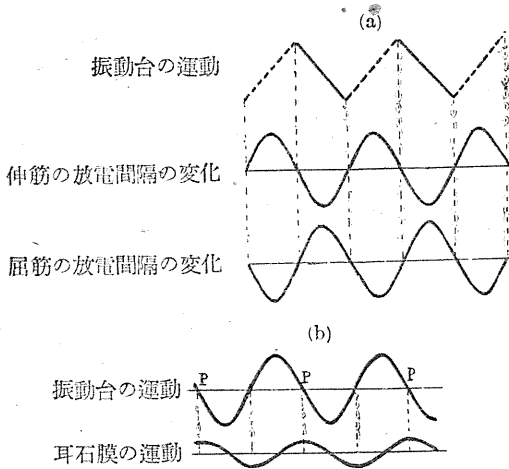


第2図 上下運動 l. m. triceps brachii

(下の折線は振動台の運動を示す)



第4図 上下運動 l. m. biceps brachii

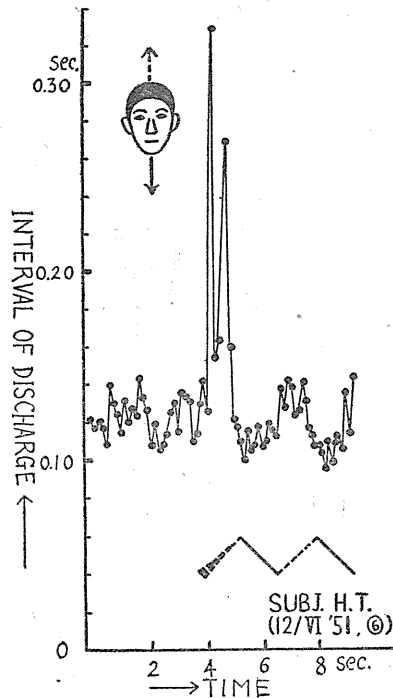


第5図

筋では第5図 (a) に模式的に示してある様に、下降運動に相当する相では振動台が鉛直線を横ぎる附近で放電間隔が最も短くなり、上昇運動に相当する相ではその際に最も長くなる。

この反射が迷路に由来することは疑いのない所であるが、たゞその感受部位が半規管，卵形囊，球形囊のいずれであるかはこの実験だけでは決定出来ない。しかし種々の事実から次の様な推論が許されるであろう。この場合の運動は直進運動とみなされるから、一般に考えられている様に半規管以外の卵形囊か球形囊のいずれかまたは両者によつて感受されると考えてよ

い。この両者のいずれであるかに就いてはなお議論があるが、解剖学的位置，構造からみてまづ卵形囊の有毛細胞によつて感受され、その興奮は耳石膜の牽引作用によると考えるのが最も妥当であろう。第2, 3, 4図の場合の様な運動の定常状態では耳石膜の変位は内淋巴の液体摩擦が大きく、また台の周期と耳石膜の固有周期とがcomparableであると仮定すれば——この仮定は種々の事実から無理ではないであろう——変位地震計の理論 (13) から台と耳石膜の運動の



第6図 急に上昇運動を行った場合 l. m. triceps brachii

ことになり、従つてこの時に最も強く興奮し四肢の伸筋の放電間隔が短くなつて筋の緊張が増強する (16)。この結果は著者等が実際に得た結果と全く一致する。

この場合に半規管が関与しているとしてもそ

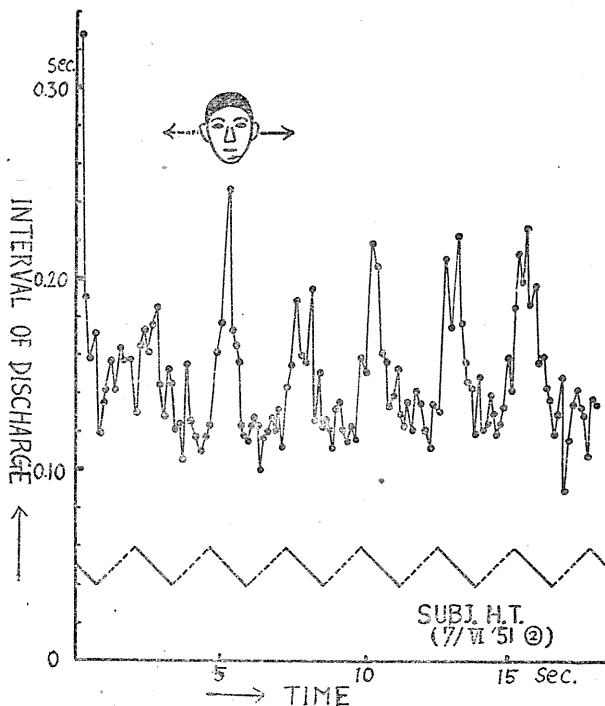
位相関係は第5図 (b) の様になり耳石膜は台より約45°位相が遅れている。そして下降運動に相当する相では鉛直線を横ぎる時点 (P) で耳石膜が有毛細胞に最も強い牽引作用を及ぼす

の程度は弱いであろう。そしてこの際関与するものは垂直半規管であつて、Löwenstein 及び Sand (20) の研究が示す様に ampullofugal の内淋巴の移動が聴櫛の有毛細胞を興奮させ、また合の運動と内淋巴、cupula の運動の相互関係を上に述べたと同様に考えれば卵形嚢と全く同じ結果が得られる。従つて半規管が関与すると考えてもそれは卵形嚢と協同的に働いているといつてよい。長谷川 (14, 15) は動物の背腹軸方向の直進運動即ち重力方向の上下運動の感受部位は球形嚢であると主張しているが種々の理由からこの結論には直ちには賛成出来ない。

以上述べた様な人間に於ける上下運動による反射の現われ方は動物に於ける Liftreaktion (22) や Landungsreaktion (12) と一致するもので、その現れ方からみると人間、動物は上下運動に対して潜在的または顯在的に compensatory の姿勢または動作を反射的に行つてゐるということになる。

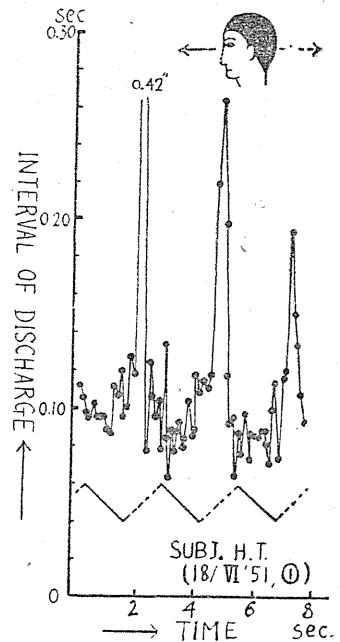
B) 左右運動による反射

上下運動について比較的好くその影響が現れ



第7図 左右運動 - r. m. triceps brachii

その様相は第7図で分る様に頭部が左方に直進運動を行う場合には右側の m. triceps brachii の緊張が減弱し、右方に直進運動を行う場合には増強する。左側の m. triceps brachii にはこれと逆の現象が現れまた拮抗筋である m. biceps



第8図
前後運動 r. m. triceps brachii
交互神経支配的に m. triceps brachii とは夫々

反対の緊張の変化が現れる。下肢の伸筋、屈筋は、同側の上肢筋の夫等と全く同様な緊張の変化を示す。この関係を図示すると第9図の様になる。左右運動の放電間隔の変化との位相関係は上下運動の場合と同様である。この反射がどこで感受されるかは上下運動の場合の様にまだ決定的な証明はないが、解剖学的位置、構造からみて球形嚢を一応その感受部位と考えて上下運動の場合と同様に推論すると上に述べた放電間隔の変化の様相はよく説明出来る。しかし球形嚢の機能に就いては古くから種々の議論があり、Sewall (32), Quinx (30) は左右運動の感受部位は球形嚢にあると主張しているのに対して McNally (24, 25, 26) 及びその他の多くの研究者 (3, 17, 23, 29, 31, 33, 36, 37) は種々の動物に就いての実験結果からその平衡機能を強く否定している。また長谷川 (14, 15) は動物の背腹軸方向の直進運動は球形嚢で感受されると述べて

いる。人間に就いては現在迄に球形囊の機能に関する実験的証明はないが McNally 等 (25, 26) は動物から類推して人間に於いても球形囊は平衡機能には関与しないと述べまたこの考えが一般に認められている様である。上に述べた著者等の実験結果は Adrian (2) や Gernandt (9) が暗示している様に、この実験だけからは断定は出来ないが一応球形囊にその感受部位を求めるのが妥当の様に思われる。いずれにしてもこの問題は動物から人間への推論が妥当であるかどうかという問題と共に今後に残された興味ある研究課題である。

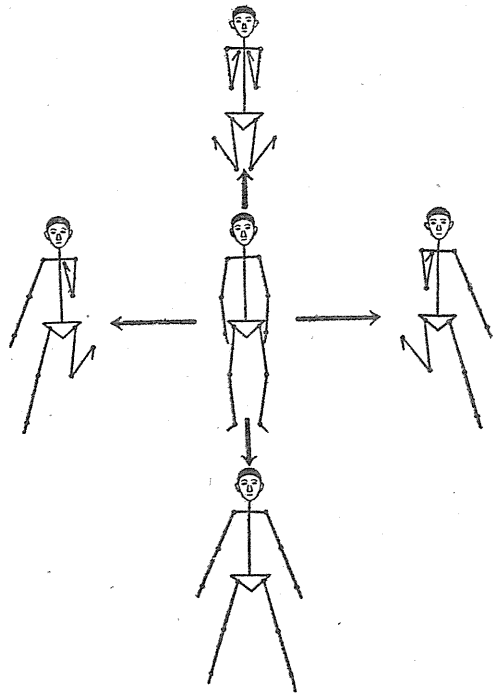
もし McNally 等のいう様に球形囊に平衡機能がないとすれば左右運動の感受部位はどこに求むべきであろうか。卵形囊も一応は考えられようが、Löwenstein 及び Sand (18, 19) や Gernandt (9) 等の実験が半規管にも tonic reflex の発現部位を考えさせる結果を示している事からみて、まず水平半規管に感受部位を求めるのが妥当の様に思われる。しかしこの点は上に述べた問題と関連して今後の研究をまつより外はない。

なお左右運動時の四肢筋の緊張変化の様相は上下運動の場合と同様に compensatory な反射姿勢または動作とみなされる。

C) 前後運動による反射

この反射の影響は三者の中で最も弱い。その様相は第 8 図に示す様に頭部が前方へ直進運動を行つた場合には両側の上下肢の伸筋の緊張が增强し、後方の場合には減弱する。拮抗筋の屈筋ではこれと逆の変化が現れる。この際の頭部の運動と放電間隔の変化との位相関係は上下、左右運動の場合と多少異り、図で分る様に放電間隔の変化は前方または後方への運動の初期に最も著しい傾向がみられる。

この反射の感受部位が迷路のいづれの部位であるかに就いては、長谷川 (14, 15) は卵形囊であるといっているが未だ決定的な結論には達していない。現在の迷路生理に関する研究段階では、卵形囊または球形囊をその感受部位とみなすとその発現機構の解釈に無理があるから寧ろ半規管をその感受部位と考えるべきであろう。



第9図

上下、左右運動による四肢筋の緊張変化の模型的表示
実際に Gernandt (9) の最近の研究は水平半規管を感受部位と考えるのが最も適当と思われる結果を示しており、また上に述べた頭部の運動と放電間隔の位相関係の様相もその様な事を示唆している。しかしこの点は今後の研究にまたねばならぬが、この反射が動物に於ける飛躍姿勢に対応するという事はこの問題の解決に有力な手掛りを与えるであろう。

なおこの場合の四肢筋の緊張の変化も上下、左右運動の場合と同様に compensatory な反射姿勢または動作に相当すると考えられる。

IV. 結 び

以上の結果から健康成人に於いても極めて弱い上下、左右、前後運動に対して動物にみられる様に、四肢筋に潜在的な緊張変化が現れる事が明らかになり、またその際に反射によつて起ると考えられる、姿勢または動作は常に反射を引き起す運動に対して体位を調整する様に compensatory な緊張変化を四肢筋に及ぼしていると考えられる。これはまさに福田(8)が主張す

る迷路の働きの協応期に相当するものといえよう。

この反射の感受部位に就いては少くとも人間ではまだ推論の域を脱していない。Mach (2), Breuer (4), Crum Brown (5) に始つた迷路機能の研究も最近の動作電流を示標にした研究によつて次第に解決の曙光をみるに至つたからこの問題に関する多くの疑点の解決も決して遠くはあるまい。この実験結果は一方問題の解決にあたり種々の示唆を与え、他方現在なお殆んど考慮されていない種々の迷路機能検査法の機序論的解釈に対しては有力な基礎を提供するものと信じている。

この実験を行うにあたり、ブランコ装置の使用を御快諾して下さい、東大理学部人類学教室の近藤四郎寺田和夫の両氏に厚く御礼を申しあげ。

文 献

- 1) Ach, N. (1901) Pflüg. Arch., 86, 122
- 2) Adrian, E. D. (1943) J. Physiol., 101, 389
- 3) Ashcroft, D. W. & C. S. Hallpike (1934) J. Laryng. & Otol., 49, 450
- 4) Breuer, J. (1875) Med. Jahrb. d. östr. Staates, 87
- 5) Crum Brown, A. (1874) J. Anat. & Physiol., 8, 327
- 6) Fischer, M. H. (1924) Bethes Handbuch d. norm. und path. Physiol., X, I, 791
- 7) Fleisch, A. (1922) Pflüg. Arch., 195, 499
- 8) 福田 精 (1949) 耳鼻咽喉科臨床 42, 1
- 9) Gerhardt, B. (1950) Acta Physiol. Scand., 21, Fasc. 1, 1
- 10) Grahe, K. (1926) Bethes Handbuch d. norm. path. Physiol., X, I, 909
- 11) Graham Brown, T. (1909) Pflüg. Arch., 130, 193
- 12) Groebbels, F. (1922) Z. Biol., 76, 83
- 13) 萩原尊礼 (1945) 振動測定, 57
- 14) Hasegawa, T. (1938) Z. Hals usw. Heilk., 43, 129
- 15) 長谷川高敏 (1948) 加速度病
- 16) 近藤達子 (1951) 体力科学 1, 117
- 17) Laudenbach, J. (1899) Pflüg. Arch., 77, 311
- 18) Löwenstein, O. (1937) J. exp. Biol., 14, 473
- 19) Löwenstein, O. & A. Sand (1936) J. exp. Biol., 13, 416
- 20) Löwenstein, O. & A. Sand (1940) J. Physiol., 99, 89
- 21) Mach, E. (1875) Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen,
- 22) Magnus, R. & A. de Kleijn (1921) Pflüg. Arch., 186, 39
- 23) Maxwell, S. S. (1923) Labyrinth and Equilibrium
- 24) McNally, W. J. (1944) Physiology of the ear and its clinical interpretation in W. J. McNally & A. H., Jr. Andrews: Physiology of the ear-nose-throat.
- 25) McNally, W. J. (1929) Ann. Otol. Rhin. & Laryng., 33, 1180
- 26) McNally, W. J. & E. A. Stuart (1947) Functional Treatment of the Labyrinth in C. Jackson & C. L. Jackson: Diseases of the Nose, Throat, and Ear.
- 27) Mulder, W., (1908) Diss. Utrecht
- 28) 西端謙一 (1926) 耳鼻咽喉科臨床 19, 583
- 29) Parker, G. H. (1909) Bull. U. S. Bureau of Fisheries, 29, 43
- 30) Quinx, F. H. (1921) Arch. Néerl. de Physiol., 6, Liefg. 1, 1
- 31) Ross, D. A. (1936) J. Physiol., 86, 117
- 32) Sewall, H. (1883) J. Physiol., 4, 339
- 33) Tait, J. & W. J. McNally (1925) Am. J. Physiol., 75, 140
- 34) 時実利彦 (1951) 日本臨床(掲載予定)
- 35) 時実利彦・村尾 誠・小片 保 (1951) 脳神経領域 11, 49
- 36) Versteegh, C. (1927) Acta Oto-laryng., 11, 393
- 37) Werner, C. F. (1929) Z. verg. Physiol., 10, 26
- 38) Wilson, J. G. & F. H. Pike (1912) Phil. Trans. Roy. Soc. of London, B, 203, 127

Summary

Labyrinthine reflexes in the limb muscles of normal persons, evoked by the translatory movements, were investigated by the electromyographic method, in which a variation of discharge intervals of a single neuromuscular unit was taken as the indicator of the change of muscle tone.

1) By the upward movement, tone of all extensors increases, and that of flexors decreases. By the downward movement, tone of those reveals reverse changes respectively (Fig. 2, 3, 4, 9).

2) By the movement to the left, tone of extensors of the left side increases and that of the right side decreases. By the movement to the right the reverse changes occur (Fig. 7, 9).

3) By the forward movement, tone of all extensors increases, and by the backward movement decreases conversely (Fig. 9).

As to the receptors of these reflexes, there are many discussions, but according to the results obtained it may be reasonably said that the up-and downward movement is received by the hair cells of utricle, the movement to the left and right by those of saccle, and the for and backward movement by the crista acustica of horizontal semicircular canals.

(Department of Physiology, Medical Faculty, Tokyo University)

地方小學會報

第73回生理学東京談話会

期日 昭和26年2月24日(土) 午後1時より5時30分まで

場所と当番 千代田区神田駿ヶ台 日本大学歯学部生理学教室 栖原六郎

1. 寺田久次郎(日大歯学部薬理)

気管の異物排出運動に及ぼす諸種薬物の作用

実験方法: 家鳩を脊位に固定し、気管を切開し、気管に分泌された粘液が口の方向に流れるその流の上に、一定の大きさのコルク粒子を置いて2cm運び流されるに要する時間を測定して、諸種薬物が気道粘液の流れの速度に及ぼす作用を観察した。

実験成績: 使用した薬物としては、アドレナリン、エフェドリン、エルゴトキシン、ピロカルピン、フィズスチグミン、アトロピン、サボニン祛痰薬であるところの桔梗根エキス、セネガ根エキス等である。

以上の薬物による気管粘液の流れの速度は、エルゴトキシンは速度を非常に遅くするが、その他のものは速度を速める。そのうち最も速くさせるのはサボニン祛痰薬(但しこれは口腔を潤すだけ)、次はピロカルピン、フィズスチグミン即ち副交感興奮薬、次はアドレナリン、エフェドリン即ち交感神経興奮薬である。副交感神経末梢を麻痺するアトロピンはそれ自体でも交感神経興奮薬程度に速度を速める。

2. 高中聡昭(千葉医大生理)

Chorionic Gonadotropin の血中及び尿中濃度に就いて

3. 後藤鹿島(群大生理)

骨格筋線維の短縮状態と各種イオンの関係に就いて(第2報) 傳搬性及非傳搬性短縮に就いて

余は松本(1)の方法に従つて筋線維の中間部の運動を描記することによつて、刺激電流の種類並に筋線維を浸す溶液中のイオンの如何により筋線維に起る短縮が傳搬性であり、或は非傳搬性となる事を観察したので之に就いて報告する。

筋線維の固定及び刺激方法等は大体に於て第1報(2)に於けるものと同様である。筋線維を光槓

桿に固定する方法も松本(1)の用いた方法と同様である。此の際短縮が筋線維と光槓桿とを連結する部位を越えて傳搬しなければ単相性の短縮曲線が得られ此の部位を越えれば二相性短縮曲線が描記される。

実験成績: 陽通電開放によつて起る短縮に際しては主として二相性曲線が得られ疲労した筋に於ては初めは単相性短縮曲線が現われるが陽通電開放による短縮を繰返すと曲線は二相性となる。陰通電閉鎖刺激によつて起る短縮の場合は初めは二相性曲線が現われる場合があつても之を繰返すと容易に単相性曲線となる。云いかえれば陽通電開放によつて起る短縮を繰返せば傳搬性短縮が現われ、陰通電閉鎖を繰返せば短縮は非傳搬性となる。

次に筋の浸液をCaを含みぬRinger液Kを含みぬRinger液と夫々かえて見たが特に之と云つて著明な変化は認められなかつた。

併し浸液中にNaSCNを少量(0.05~0.1%)加えると非常に疲労した筋或は古くなつた筋で単相性の曲線を描いていたものが二相性のものとなる。即ちNaSCNの作用により明瞭な傳搬性短縮が現われる様になる。

以上の実験成績から推定すると筋線維に於ける電気二重層(外面正)の電位が高まれば傳搬性短縮が起り易くなり逆の場合は非傳搬性となると考えられる。

1) 松本政雄・佐竹結実(1945) Jap. J. med. Sic.

III. Biophysics 10, 307

2) 後藤鹿島(1951) 日本生理誌 13, 306

4. 竹中繁雄・池田きく(岐阜医大生理)

血球計算に使用するポアソン分布表に就いて

5. 山本 清(慈大生理・名取研究室・浦本研究所)

生動物の組織膜水透過性への電気浸透現象の関

与

模型実験としては, Dutrochet (1835), Graham (1854), Girard (1908), Bartell (1914), Loeb (1919) 以来, 又最近は森永 (1950) によつて, コロジオン膜, それに蛋白を着けたもの, 膀胱膜, 羊皮紙等について試みられた異常滲透, 陰性滲透の実験結果が見られ, この現象は電気滲透として理解されている (Freundlich 1923). 又別出蛙皮についても類似した実験結果が得られている (Wertheimer 1923). しかし生体を用いて組織膜の水透過に対する電気滲透の関与を明かにした実験は無い. 又上記の実験では膜の透過孔壁の荷電状態, 並に膜の両面の電位差についての考慮が不十分で, 従つて電気滲透としての解釈に欠ける所がある.

水, 各 1mmol/l の NaCl, CaCl₂, AlCl₃ 液 (pH 約 5) に汚濁結核ガマをいれて皮膚の水透過量を見ると, 明瞭に $H_2O \leq NaCl < CaCl_2 < AlCl_3$ の順列が見られる. ところが, 同じ溶液に塩酸を加えて pH を約 3 にすると, 上記の順列は見られなくなる. このことは, 電気滲透現象がガマ皮膚の滲透圧的水透過に干渉した結果として明快に説明できる. この際, 皮膚水透過に関する層は主としてケラチン層であると考え, ケラチンの等電点は 4 前後であるから, それよりアルカリ側では負に帯電する. それに塩類が作用すれば, 陽イオンが価数に応じてケラチンに吸着し, その負帯電の程度を低下する. 又酸性側では, ケラチンは正に帯電しているから, 陽イオンの価数は影響しない. このような, ケラチンの帯電状態と, 皮電位 (内は正, 外は負) から, 電気滲透現象として実験結果が説明できる. 又従来意味の判らなかつた多くの実験成績も電気滲透の関与として説明できる. 滲透圧差, 水力学的圧差だけでは解決できない生物膜の一方向き水透過 (吸収, 分泌等) の現象については, 一応電気滲透を考慮し, 実証に努める必要がある.

6. 酒井敏夫・増田 允・高橋 清 (慈大生理・名取研究室)

反応時による大脳機能の研究

大脳皮質の興奮準位を高めてゆくと, 連続反応時の度数分布曲線は漸次反応時の速い方に移動し, 興奮性が極度に高くなると正規分布曲線は乱

れ, 扁平で, しかも双峰性の態度をとる.

今回は, 大脳皮質の興奮性を低下させると共に, 皮質性, 脳幹性の催眠薬を作用させた場合連続反応時の度数分布曲線が如何なる変化を呈するかを見るべく実験を行つて見た.

7. 時実利彦 (東大生理)

Neuromuscular unit の活動様式 (8) 間代 Clonus について

表面電極で誘導した場合の間代の波形は略一定の週期で繰返している spike 群である. 即ち Quasisynchronization を示している. この spike 群の波形は夫々異り一定でなく, 又その持続期間も 22~62msec の範囲を変動する. 間代の週期は個人により多少異なるが, 足間代では平均 160msec (6~1sec), 膝間代では平均 105msec (9.5~1sec) である. この週期は加える圧力により多少異り, 例えば足間代で圧力が弱いときは 5.5~, 中等度では 6.0~, 強いときは 6.6~ と変化する. 間代の開始, 終止時の 2, 3 の週期は定常時より延びる事がある. 間代の持続は筋強直の程度によるが一般に足間代の方が膝間代より持続が長い.

同心型針電極で誘導した場合には間代に関与する個々の NMU は各 spike 群と対応して 1 回の spike がある. この spike の週期は夫々等しくはないがその変動は小さい. 又 spike 間の系列相関係数を求めてみても spike 相互間に何等の相関関係はない. 屢々この spike が所謂脱落 Dropping-off の現象を示す事がある.

従来間代の発現機構については 2, 3 の説があるが正しくない. 以上の実験結果によりその発現機構は次の様に考えられる. 急激に加えられた圧力により筋にある筋紡錘体が興奮し求心性インパルスをも 2-Neuron are afferent によつてその筋を支配する前角細胞に送り, 前角細胞の興奮により筋が収縮し, そのため伸展された筋紡錘体への刺激がなくなつて求心性インパルスは消失する. しかし圧力が引きつづき加えられているので再び伸展されて筋紡錘体が興奮する. この様な現象を繰り返して間代が発現する. そして間代の週期の大部分は筋の Contraction time と筋紡錘体の潜伏時によると考えられる.

第74回生理学東京談話会

時 1951年6月23日(土)午後1時より

所 千葉市矢作町 千葉医大生理学教室 鈴木正夫

1. 福田篤郎(千葉医大生理)

副腎剔出に就いて

家兎を用い手術侵襲を可及的少くして両側副腎同時剔出を試みるに現在までの40例に於て1例の死亡もなく、且つ何等の処置をほどこさずとも10ヶ月以上の長きにわたつて健康が維持されることを知つた。この際副腎剔出の完全性、並びに副腎による代償性のみられないことはエピネフリン投与によるエオデン好球の減少反応が剔出後の如何なる時期にも消失してみられなくなることから保証され得る。流血中エ好球は剔出後約1ヶ月急速にその数を増し、2ヶ月後には再び減少して正常に復することを知つた。尙副腎に関して当教室小林丘の組織的検索によれば副腎皮質像を示す小体が見出されるのは被検家兎の9%であり、皮質細胞様の細胞を含有する判定不明の小体を計算に入れても出現率は20%であり、佐竹教室の嘗ての報告(児島:Tohoku J. 1929, 13巻203頁)とは著しく異つた成績を得、且つこの出現率が副腎剔出家兎に於ても変化をみながつた。かくして家兎の生存には副腎並びに副々腎の存在は必要なく、一次的両側副腎剔出による家兎の死亡は手術ショックによることを主張するものである。

2. 朝比奈一男(東邦大生理)

蛋白コロイドによる層状沈着について

3. 近藤達子(東大生理)

Neuromuscular unit の活動様式 (9) 健康成人に於る四肢筋に現れる緊張性迷路反射

1. 筋活動電流の放電間隔変化法によつて健康成人にも潜在的に緊張性迷路反射が存在することを認めた。

2. 同例の同名筋は同様の反射の影響をうけ伸筋緊張は前頭軸を中心にして頭位を変化すると、正常頭位で最も弱く、それと180°対応の位置で最強で、その中間の頭位ではそれに対応した強度を示す。また遠位の筋に反射の影響は強く現れる。

3. 本反射は緊張性反射で潜伏期は認められず交互神経支配が成立し、反射の轉換はみられなかつた。

4. 長谷川は四肢筋への反射の影響はすべて頸筋を介して二次的に現れるものと主張しているが、本反射は主として頸筋を介さない逆路からの反射によるものと考えられる。

4. 時実利彦・近藤達子(東大生理)

Neuromuscular unit の活動様式 (10) 上下、左右、前後運動による迷路反射

健康成人を対象にして上下、左右、前後運動による迷路反射を四肢筋に就て筋活動電流の放電間隔変化法によつて検索した。上昇運動では四肢の伸筋の緊張が減弱し、下降運動では増強する。左方運動では左側の四肢の伸筋の緊張が増強し反対側の伸筋では減弱する。右方運動では之と逆の現象が現れる。前方運動では伸筋の緊張が増強し、後方運動では逆に減弱する。この反射の受容器は前庭器にあることは間違いないが個々の運動がどの部位で感受されるかは明かでない。しかし上下運動は卵形囊の有毛細胞で、左右運動は球形囊の有毛細胞で感受されると考えれば現象の説明が一応はつく、前後運動に就てはよく分らないが水平半規管の役割が大きいのではないかと思われる。

5. 田坂定孝・石橋 豊・貫洞一夫・荒岡 弘(千葉医大田坂内科)

寒冷反応に及ぼす A. C. T. H. 及コルチゾンの影響

1. 寒冷によるふるえ 健常家兎の腹部を直径10cm 大に剃毛し氷嚢にて冷却急激なる熱奪取を行うと身体諸部温は降下3乃至5分後よりふるえの発現を見、冷却中止後身体諸部温上昇試験前置に復するが、一定量の A. C. T. H. 静注による前処置の場合にはふるえの発現を見ず身体諸部温の降下度軽度である。静注量の1/5乃至1/10の A. C. T. H. 脳槽腔内注入の場合にはふるえの発現なく身体諸部温の降下度は更に軽度である。両側副腎剔出家兎に A. C. T. H. 静注後寒冷の Stress を加えるとふるえの発現なく、身体諸部温は急激に降下を続け冷却中止後も降下し著しく抵抗力の減弱を示す。然るに両側副腎剔出家兎にコルチゾン及 D. O. C. A. の一定量筋注による前処置の場合は健常

家兎冷却の場合と同様ふるえの発現を見、身体諸部温の変動も略同様の変化を示し、更にこれら合併投与の場合には身体諸部温の降下度軽度にして抵抗力の増大を見る、以上により A. C. T. H. はふるえの発現に抑制的に作用し、かかる寒冷の Stress に対して抵抗力の増大を來す副腎皮質ステロイドホルモンの産生に重要な役割を演ずるものと認められる。

2. アルサス部位皮温に及ぼす寒冷の影響 過敏症家兎を低温下に入れるとアルサス部位皮温は下降し続けるが対照皮温は動揺しつつも一定温度にとどまる。次に過敏症家兎の背部を氷嚢冷却すると、兩側副腎別出家兎は冷却後に於ても皮温下降を示すが、A. C. T. H. 連日反復注射せる家兎は冷却中より又冷却後にも皮温上昇が見られる。この際も対照皮温の方が上昇度が高い。以上の如く寒冷の Stress に対しては副腎及 A. C. T. H. が重要な役割を示すものの如くである。

3. 冷却試験 健常人下腿冷却の際5分後に頭痛、下腹部痛、悪心等が発現する事がある。これは冷却部位に於て代謝障害によりある物質が産生されそれによる過敏性反応ではないかとの予想の下に実験を行い、皮温、自覚症を観察した。皮温に於ては單なる冷却と血行障害時との間、特にレスタミン前処置の実験に於て兩者の間に特異なる反応を示した。

6. 田坂定孝・清川素道・松下一人・竹蓋莊一郎
山口昇一・雨宮岩男・小林康郎・藤本和郎 (千葉医大田坂内科)

P³² の脳温脳波に及ぼす影響 (第1報)

既にわが教室に於ては A. C. T. H. ビツイトリン、サイロキシン等が体温に関して中枢作用を発現するを報告したが、今回は P³² を所謂調節中枢と考えられる視丘下部及びそれに近接せる脳槽腔内に注入して生体温反応を観察し(部位は脳、大腿部筋、肝、直腸、股動脈血、大腿骨髄)又その際脳波を併せて観察したのでその概要を報告する。実験には家兎脳を用い温測定法はわが教室の精密なる熱電氣的装置を使用、脳波測定は單極誘導法によつた。

1. 脳温及び諸種臓器温に及ぼす影響

P³² を脳槽腔内に注入せる場合：注入直後諸種臓器組織温一様に上昇し約300分にして最高値を

示し640分後に到るも尙注射前値に復しない。

直接視丘下部内注入の場合：注射直後同様に諸種臓器組織温は上昇するが上昇度は前者より著しく約80分にして最高値に達し、殊にこの際骨髄温が著明なる上昇を示すことは注目に値する。

対照例 0.25% NaH₂PO₄ 0.2cc 直接視丘下部へ注入の場合：注入後僅に上昇動揺するも P³² の場合に比し極めて軽度である。

ルミナルの一定量を以て前処置後 P³² を脳槽腔内注入の場合：諸種臓器組織温は上昇せずして寧ろ下降する。

以上の実験により P³² は体温に対して或程度中枢的に作用することを認めた。

2. 脳波に及ぼす影響

P³² を脳槽腔内注入の場合：遅期ヒストグラムに於て速波の多少の減少並に主波の多少の増加を認めた場合と注入後5分頃より著明な徐波出現し振幅もこれに伴い多少増大し24時間後では既に注入前値に復せる場合とがあつた。

7. 勝木保次 (東京医歯大生理)

魚類側線器に於ける刺激の受容機構

4月の総会に発表した実験結果を幻燈により説明した。位相差顕微鏡によるギンアナゴ側線器の模様クブラの微細構造を示し、更に水流刺激の際のクブラの運動について述べた。

又傾斜上昇電流刺激を側線器に加えた際、單一線維の応答が、線維の太さにより異なる関係から細線維は感覚の閾値に関与するものであり、太い線維は辨別を行ふものであろうと云う演者の考を一層確める事が出来た。

尙最近 Katz が單一筋紡錘体から誘導した Slow potential を紹介し、Granit 等の唱えた受容器に於ける Generator Mechanism が愈々確かになつた事に言及した。

8. 内菌耕二・平尾武久 (東大生理)

放射性同位元素による筋中の Cl

筆者等は、昨年米国より寄贈の放射性同位元素 Cl³⁶ を使用、等張食塩溶液により蛙又は蟻の筋中 Cl 分布を研究した。筋はとり出して直ぐ、又は30分位 0~3°C の等張蔗糖液に浸漬した後上記食塩溶液に 0~3°C に保つたまま1時間から10時間の各時間にわたり浸漬、後、流走 Ringer 氏液又は

等張蔗糖液 (0~3°C) にて洗い、Cl³⁶ を exchange 又は diffuse させ筆者等作製による Scaler で計測、Cl 濃度を計量した。

実験結果 上記の如く Cl³⁶ を洗い出すと、筋中の Cl' は時間と指数函数様に出てくる。そして Exchange と Diffusion の場合にその態度の変異を認め得ない。筋中への Cl' の浸入は大体 15~20 分で平衡に達し、その量は外液 Cl' の 85~90% 即ち 104 millimol/l 内外である。且つその wash out には 2~3 時間を要して悉くの Cl ion は出つくす様に思われる。本実験の精度から更に筋中にのこる Cl ありとせば 10⁻³ mol/l 位のものである。

併し上記の事柄はすべて筋細胞束によるものでその繊維 (細胞) のみに関する事ではない。筋細胞膜の Cl' の透過性に関しては Fenn (1) は不透過を Boyle (2) は透過を Dean (3) はその所在を Sarcolemma に認めているが、筆者等は更に微細且巧妙な実験方法及その結果によらねば正確な事実を見出し得ぬものと思つている。

(附記: 本研究は文部省科学研究費を以て行われたものである)

文 献

- 1) Fenn, W. O., D. M. Cobb, and B. S. Marsh (1934) Am. J. Physiol. 100, 261
- 2) Dean, R. B. (1940) J. Biol. Chem. 137, 113
- 3) Boyle, P. T. and E. T. Conway (1941) J. Physiol 100

9. 畠山一平・草間敏夫 (東大生理)・小島徳道・大谷克己 (脳研)

間脳の電気刺激と呼吸抑制

脳髓の直接の刺激に依つて呼吸に種々の影響が現われることは既に 19 世紀以來知られていた。然し系統的な詳細な研究は其の後久しく絶えて居り、延髄、橋に於ける Pitts 等の業績に見るべきものがあるばかりの様である。間脳に就いては殊に貧しく Hess の研究以外見るべきものは少い。更に刺激条件其他を吟味したものは殆ど見当らない。

我々は家兎を用い脳研式電極保持装置に依つて間脳の点状電気刺激を試みた。電気的刺戟装置は真空管に依る矩形波発振器である。頻度及び強度を吟味しつつ血圧、呼吸運動、呼吸流速を同時描記して循環呼吸に及ぼされる結果を検討した。今回は呼吸に及ぼされる種々の影響中抑制的に仿く

ものの例を中心にして述べる。

我々は種々の呼吸効果を假に大きく 5 つに分類して考察した。即ち 1) 呼吸頻度が減少し振幅が抑制され遂に休止に至るもの 2) 吸気性困難の状を呈して吸気性停止に至る経過を繰返すもの 3) 呼吸頻度も増し呼吸量も増加するもの 4) 呼吸頻度を増し強度の弱い時は呼吸気量も増すが強刺激では呼吸停止或はそれに近い状態に迄至るもの、更に以上の 4 つの型に属させることの困難なものや強度頻度の組合わせて以上の型が混合して現われるもの等を 5) としたが、之に属するものは少い。

呼吸停止に至る 1) や 4) の型に属するものには迷走神経の中樞端刺激の効果とよく似たものがある。然し更に複雑で多相的であつて例えば呼吸水準が頻度強度等の組合わせて規則的に変動するものが多かつたが、一方單純に吸気性効果のみ呼吸性効果のみ起る場合も得られた。其の他種々の現象は現在の処局在性其他に簡単な結論を与へることの困難さを想像させる。

10. 赤木 稔・酒井敏夫 (慈大名取生理)

連続反応時測定の新装置と 2, 3 の結果

連続反応時の測定装置として他の要素との同時記録、信号の自働化、絶対時間の測定を可能とする装置を考案した。其はサイラトロン管を利用している。即ち信号装置としては RC の共振回路にサイラトロン管及び信号燈としてネオン管を直列に続ければ、時定数に依つて共振電流が流れ、ネオン管は定時間隔で明滅する。R を可変にして時間間隔 1' から 15' まで調節出来る様にした。

次に此の電流を第二のサイラトロン管に導きカソード側に RC 回路及び被験者の電鍵を入れる。被験者が信号を認めて回路を断つと、コンデンサーの充電電流が途中で遮断される。之の充電電流を一段増幅して電磁オツシロで振れを頼るのであるが、充電電流と時間の関係が予め知られているならば、電流値より、回路が遮断された時の時間即ち反応時が知られる訳である。其して此の操作は反復可能である。又オツシロに導いてあるから他の要素と同時記録も可能である。

私達は上述の装置によつて、1'', 3'', 5'' 間隔の連続反応時の度数分布曲線の推移、及び精神皮膚電流、或は呼吸曲線との同時記録を実験観察した。

従来の装置による実験結果と新装置との実験結果は一致する。之等の実験結果に就ての詳細は他

の機会に発表する。

第2回日本生理学会北海道地方会

時 昭和26年7月7日

所と当番幹事 北大医学部生理学教室 中村治雄

1. 丸山俊蔵 (札幌医大生理)

白血球分離に関する研究

2. 宮崎英策・大江正純 (札幌医大生理)

心臓の酵素化学的研究

成犬を使用し、心臓内各部位の ATPase の分布を見ると、ATPase により ATP が分解されて生ずる磷酸を Bodansky 氏法により定量して活性度とすると、左右心耳では右が高く、左右心室筋では差が無いが、心耳よりも低い骨格筋、心筋、腸平滑筋の ATPase 活性度は、骨格筋、心筋、腸平滑筋の順に高い。次に ATP を Szent-Györgyi 法と Bodansky 氏法を併用して定量するに ATPase の時とは逆に腸平滑筋、心筋、骨格筋の順に多くなっている。各 pH に於ける活性度を見るに、Ca を入れた酵素液では骨格筋、心筋は 8.2 で腸平滑筋は 8.4 で最も高く且1つの曲線を作る。Ca を入れない例では、活性度は2つの点、即ち 6.6 と 9.4 で高い値を示す2つの山を形成する曲線を示す。各温度に於ける至適は心筋、骨格筋は 55°C、腸平滑筋は 45°である。

3. 高橋典美・橘 高毅 (北大応用電研)

A. T. P. の心臓に対する影響 (第1報)

蛙の心臓に対する A. T. P. の影響について、温度 15~18°C の Ringer 氏液に心臓を入れ、A. T. P. 0.1~0.6mg (A. T. P. (犬骨格筋)は Szent-Györgyi 法により抽出した) を Ringer 氏液中に滴下し、ヘーベルによつて搏動の変化を観察した。要約すると大体次の如き変化を認めた。即ち A. T. P. 滴加一定の Latency 後に週期の短縮、即ち速脈、続いて週期の延長、即ち遅脈のあらわれる事である。尙一旦搏動の停止した心臓が A. T. P. の滴加によつて再び搏動の開始する現象を見た。更に犬についてその心電図を取つて調べた。即ち無麻酔の健康と思われる犬 (7.5~10.5kg) について A. T. P. (pH7.2) 0.1~1.0mg/kg を後脚靜脈内に注射し、その時に現われる心臓の変化をみ

た。この時の心電図の変化を要約すると次の如くである。

1) 注射直後直ちに現われる変化

RR の短縮→続いて延長

R の振幅の降下

2) PQ の僅かな延長が見られる。

3) 波形の変化としては周期の変化よりも時間的に少し遅れて現われる。即ち S 及び ST の波形の多少の変化と T の上昇が認められた。

即ち心電図に於ける変化も、蛙の場合と同様に RR の短縮が直後に見られ、続いて延長すると云う一致する結果を得た。尙蛙の場合に於ては振幅の変化を云々する事は出来なかつたが、この場合は R の短小を明らかに認めた。

4. 殿村雄治・渡邊静雄 (北大触媒研究所)

アクトミオシン溶液の光散乱に及ぼす A. T. P. の影響

5. 板垣二郎 (北大第1生理)

発熱物質に関する研究

今日脈管注射薬の発熱因子の本態は不明であります。其の検出法も未知の点のみで、特に蛋白製劑注射薬にては動物実験によらざるを得ません。そこで私達は細菌の汚染に原因する、特に蛋白製劑の発熱因子の検出方法に重点的に研究を進めました。

アミノ酸注射薬(発熱性)より抽出せる抽出発熱物又発熱性アミノ酸、ブドウ糖、カルシウム等のエーテル轉溶前後に於て吸収スペクトル写真を撮影し其の極大値を求めた所、抽出物、エーテル轉溶前に於ては共に極大 265m μ の所で略一致して居ました。又此の時の 2650Å に於ける吸光係数を計算した所、抽出発熱物では 18 で八田氏の報告して居るチフス(22)とバラ A(17)との中間にあり今吸光係数 0.07 に於ける発熱量 P.K15000r を 1 と假定して%で示しますと、本実験では動物実験発熱量 P.K50r でありますから、発熱量と略平行

して居るを知りました。即ち発熱物質の構造は皆共通点があり 265m μ の極大は発熱を起させる所であろうと考えられ將來は吸収極大値と吸光係数は合、不合格の検定の一規準としても可能と考えられます。

6. 石谷邦介 (北大応用電研生理部)

振動容量式電位計による表面電位の測定 (第1報)

生体の電位現象測定のため、吾々は静電型電圧計の一種として振動容量式電位計を試作し、溶液の表面電位測定に応用した。

本装置の振動部は舌片共振型を用い、振動電極として燐青銅に金鍍金した厚さ 0.3mm、幅15mmの舌片を50サイクルによりマグネチック・スピーカーにて駆動した。固定電極はシャーレに白金線を入れ初段真空管のグリッドに導いた。増幅器は6SJ7四段のR.C結合低周波増幅器を用い、初段真空管はプレートで低電圧で動作せしめ振動部と共に遮蔽函に入れた。雑音等の消去のため並列T回路を二段目と出力との間に並列に入れた狭帯域濾波器を用いた。検出器としては真空管電圧計及びブラウン管オシロを用いて測定した。

以上の装置にて最小識別電位差 10mVであり、溶液として KCl, NaCl, 蒸溜水 等について満足な結果を得た。

7. 岩瀬善彦・橋本典美 (北大応用電研)

交流の頭部通電による電気麻酔に就いて

表題の電気麻酔という言葉については甚だ妥当性を欠いているが、取敢ず Elektronarsois 電気麻酔とした。Elektroanargesia 或は電気刺激による静止状態というべきかも知れない。本法は 1947 Tietz によつて精神科に於ける Elektroschock療法 の代りに臨床的に応用をされている方法で彼も又 Elektronarcosis 電気麻酔とよんでいる。

実験方法として犬を用いた。即ち犬の耳の前方約 1~2cm Jachbein の直上に電極をおいて電流を通じ、静止状態の現われる事を見た。即ち 100 mA 30秒で痙攣、次に 50mAに下げる事により痙攣の消失、この状態で40秒通電し、次に 25mA 1分20秒通電、電流を断つことによつて、続いて一定時50分の静止状態を持続することを見た。この状態は睡眠中枢の興奮による睡眠の状態か麻酔の状態か、或いはショックの状態か、俄かに判定する事は出来ないが、その時の動物の静止状態については電流の強さ、及び電流を通ずる時間的關係に於て最適値があるらしい。

8. 永井精吾 (北大応用電研)

脳波分析装置の試作 (第2報)

我々の試作した脳波分析装置には parallel-T型 C.R 濾波器を用いた負饋還狭帯域増巾器を使用した。その分析器は周波数の分析と云う事よりも α 波の振巾の変化、連続度に重点を置いて測定すべきものであり、その中心周波数は parallel-Tの 1乃至2の素子を変化する事により移動出来、又その狭帯域の中もその饋還量を変える事により適当に選定出来る。我々は Ink式記録器で直接脳波をとり、それより中心周波数を決定し、それに parallel-T の濾波器の中心濾波周波数を合せ濾波器特性の中を適当に決定して電磁オシロにて記録した。

分析波形を較正して置けばその電磁に記録されたフィルムから直接その個人の平均振巾及びその記録した時間内の α 波の連続度を測定出来る。それ故短いフィルムで長時間の連続度の測定等には非常に便利である。實際その分析器の検定の意味で光、音等の刺激を与えて見たが、非常によく消失分析された。又開眼、安静時の脳波の連続度を測定したが、非常に簡単に測定出来、良い結果が得られた。

会 報

寄贈圖書の貸出

アメリカ生理学会の斡旋により下記の図書の寄贈がありましたから、会員には貸出を致します。貸出期間は3週間、申込順に貸出します。申込先は日本生理学会宛、送料は実費（書当小包料）御負担を願います。

Henderson, D. K. & R. D. Gillespie: A Text-book of Psychiatry.

Fulton, J. F.: Physiology of the Nervous System.

Mulinos, M. G.: Pharmacology.

正 誤 表

頁		誤	正
381	右上から14行目	腓腹筋	腓腸筋
381	右下から13行目	腓腹筋	腓腸筋
382	左上から5行目	示す,	示す).
382	左上から6行目	(10) 秒	(10秒)
	第1図の上の文字	δ	α
382	左下から2行目	腓腹筋	腓腸筋
382	右下から1行目	上肢	下肢
383	左下から10行目	枸橼	枸橼酸
384	上から6行目	abovementioned	above-mentioned
384	上から7行目	diffeerence	difference
415	左列 緒言の2行目	一般動脈圧ばかりでなく	一般動脈圧 (1) ばかりでなく
413	左列 上から8行	(5)	(4)
418	右列 文献 5)	医学綜報 3, 214	医学綜報 3, 14, 71

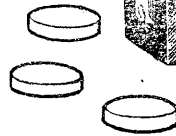
赤痢・疫痢・下痢に!



フタリルスルファチアゾール

フタリチン

フタリチンは消化管内から殆んど吸収されず直接腸管内の有害菌に作用し副作用は絶対ありません。通常服用後24時間で菌数は約 $\frac{1}{10}$ になります。



(8錠 20錠)
(25瓦 250瓦)

製造元 日本化成 販賣元 中村 瀧

— 日本薬局方 —



パンクレアチン 含糖ペプシン

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

昭和二十六年十一月二十五日印刷
昭和二十六年十一月二十五日發行

守 雜 誌

編輯兼
發行人

東京都文京區本宮土町
東京大學醫學部生理學教室內
戸 塚 武 彦

印刷者

山形縣鶴岡市馬場町甲三
三 浦 武 次 郎
鶴岡印刷株式會社

發行所

東京都文京區本宮土町
東京大學醫學部生理學教室內
日 本 生 理 學 會

振替東京八六四三〇
會費一年金五百圓
(昭和廿六年度)

◆ 第 一 ◆ Sulfazida の **ダイアジン**
"第 一" の **テラジジン**

サルファ劑を撰ぶなら.....

吸收迅速一排泄は遅く長時間抗菌作用を營み速かに高い血中濃度に達し、腦脊髄への滲透性が強い、又他のスルファミン劑に比し、体内アセチル化合物の生成量が最も少く、又溶解度は最も高く、従つて腎臟障害尿道内に結晶を生ずる危険率は最も少い。(文献滙呈)

第一製藥株式會社
東京日本橋・大塚直修町・福岡下祇園町

包裝 10錠 200円 20錠 330円 100錠 1,840円 500錠 8,530円
定價 25瓦 830円 100瓦 3,000円 500瓦 14,000円
10% 200×10 170円 500×10 580円 1000×5 360円

中外製藥の良心的医薬品!

腦溢血其ノ他
毛細血管強化劑

強力利尿劑

榮養・疲勞
恢復・脚氣に

肺炎・淋疾・其ノ他
一般化膿性疾患に

甲状腺機能亢進症
並に狭心症に

新合成
女性ホルモン

嫌・好氣性兩菌
を併殺する

特に神經痛
坐骨神經痛に

鎮痛・消炎・解熱に

ヒカルチン
注・錠・末

テオハルン
粉末

ビタミン||プロカノン
錠注

ネオ||チセプタール
注・錠・末

メチオジール
注・錠・末

ロバール
注・錠

ホモスルファミン
注・錠・末

アロピラ||サルプロ
錠注

ザルソ||プロカノン
錠注

製 造 元

中外製藥株式會社

