

日本生理誌・第17巻11号・昭和30年11月1日発行（毎月1日発行）
〔昭和27年5月6日 第3種郵便物認可〕

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第 17 卷 第 11 号

Vol. 17 No. 11

昭和30年11月1日発行

November 1955

原 著

正 木 光 児：視牀及び中隔部の呼吸運動に及ぼす影響	691
巷 岡 務：いわゆる筋疲労に際して現われる諸種の収縮の観察	700
竹 谷 政 男：呼吸機構に関する研究（その3）電撃痙攣前後の呼吸型と横隔膜筋電図との関係について	711
小 口 周 男：筋電図法による迷走神経呼吸反射の研究	726
舟 木 広：塩類溶液中に於ける膨潤（溶解）熱（I）	734
舟 木 広：組織粉末の膨潤（溶解）熱	742

地 方 小 学 会 報

第102回生理学東京談話会	744
---------------	-----

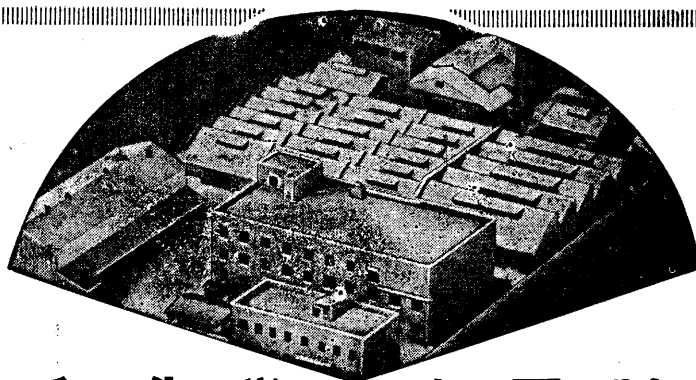
附：昭和29年度生理学論文表題集（つづき）	747
-----------------------	-----

会 報

第20回国際生理学会予報	751
会員移動	751
正誤表	752

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan



興和化学の主要製品

レスタミンコーワ	注・錠・散 抗ヒスタミン剤	スメルモンコーワ	錠・注 喘咳薬
テブロン-Rコーワ	注 自律神経遮断剤	コルゲンコーワ	錠 威胃予防治療薬
複合ルチンコーワ	錠・散 高血圧治療剤 脳後血予防剤	Q & P KOWA	錠・散 ミネラル入高單位 綜合ビタミン剤
アドボンコーワ	注・錠・散 鎮痛鎮痙剤・消化性潰瘍治療剤	ネオシネジンコーワ	注 血管収縮・血圧上昇剤
アベランコーワ	錠 強力消化剤	ホスカーコーワ	液・散 水皮膚薬

製造発売元 興和化学（興服産業薬品部）東京・日本橋四ノ六 販売元 興和新薬 東京・名古屋・大阪

肝機能強化と



中外製薬

☆独特の「抱合解毒作用」

我国唯一の純合成グルクロン酸製剤グロンサンは……
各種の有害物質と抱合して排泄させる特異な作用と、肝臓機能
の高進、グリコーゲンの蓄積増加、脂肪代謝の促進などメチオ
ニンに勝る真価を知られ、ますます廣汎に応用されています

肝臓疾患に……肝硬變症、肝臓障害、黄疸
妊娠悪阻、麻疹
諸中毒に……食中毒及びアルコール中毒
サルファ剤の副作用防止
関節疾患に……ロイマチス、関節炎、神経痛

粉末：10g	¥750	25g	¥1800
		100g	¥6500
注射：100ミリ	¥480		
	200ミリ	¥630	各2cc
	500ミリ	¥1000	10cc
錠剤：30錠	¥300	100錠	¥800

東京・中外製薬株式会社・大阪

グロンサン

視牀及び中隔部の呼吸運動に及ぼす影響 612.826:612.21

Thalamus and Septum and the Changes of Respiratory Movements.

正 木 光 児 (MASAKI-Kōji)*

I. 緒 言

視牀及び中隔部 (Septum) の呼吸運動に関する文献は甚だ少く、僅かに、視牀に就いては、Sachs²⁰、Hammouda⁴、Hess⁶、Baird、Guidetti、Reys、Wycis and Spiegel¹、畠山等⁵中隔部に就いてはKabat¹⁰、Kabat、Magoun and Ranson¹²、Magoun¹⁴、Ranson、Kabat and Magoun¹⁷の報告をみるのみである。

我教室に於ては、さきに堀及び著者⁷⁾⁸⁾¹⁵⁾が、1~2mol クエン酸 Na 微小刺戟法を用いて犬の大脳皮質 (帯回、海馬回及び medial Preoptic area) 竝に視牀下部 (視索上核領野、室側核領野、Forel の H₁ 野核領野) に左右対称的に限局した部位に呼吸運動制止領野が存在し、且つそれから継起する呼吸運動が一定の特有な経過をとることを報告した。著者は今回視牀及び中隔部が果して呼吸運動に関与するかどうかを検索してみた。

尙著者は主として呼吸運動の変化だけを取りあげ、併せて副次的に自律神経系諸現象を観察した。

II. 実験方法

実験動物は 4.5~19.0kg の犬、72頭。

動物を固定した後、Cyclopan Na 静脈麻酔の下に気管切開を行い、Y字型ガラスカニューレの主管を気管内に挿入し、反対側の2本の分岐する側管の中1本を酸素ポンペに、他の1本をMareyのTambourに接続して、Kymogrammを描記させる。次いで開頭を行い硬膜を開き、半球間裂より脳梁に達した後之を縦切し、更に脳弓を切離して側脳室に入り、湧出する髄液を綿花に吸わせると、中隔、室間孔、前交連及び

視牀の大部分をみることが出来る。視牀の後部を出す場合には脳梁後部、脳弓及び脈絡叢を出血に注意して左右に分離して行くならば、綱、松果交連及び後交連までこれを視野に入れることが出来る。化学物質として2mol クエン酸 Na を用い、約 0.005~0.01cc を注射して呼吸運動に及ぼす影響を検索した。この際クエン酸 Na 溶液に良質の墨を混入して、実験終了後に大脳を剔出して Formalin 固定をし、Paraffin 包埋切片について、組織学的に墨の刺入部位を確認した。

脳室内にクエン酸 Na が注入されると呼吸運動が著明な変化を起すことは、成田稔¹⁶⁾がすでに確めてあるところであり (第12回日本脳神経外科学会講演、近日誌上発表の予定)、本実験でもこの点については特に重要視して、このような条件を考慮しつつ微小刺戟を行ったものである。

視牀の解剖学的調査については、Rioch¹⁹⁾、清水²¹⁾の犬の図譜を参照し、併せて Ingram、Hannett and Ranson⁹⁾、Winkler and Potter²²⁾の猫の図譜を参考とした。

III. 実験成績

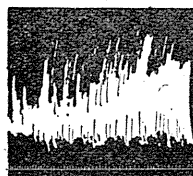
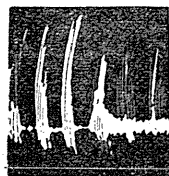
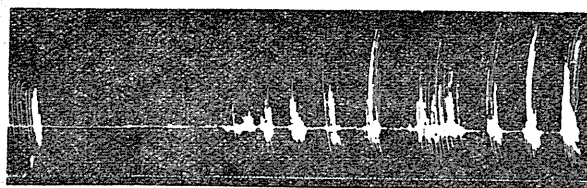
A. 視牀

1. 視牀刺戟

1) 視牀前核領野に左右対称的に呼吸運動抑制部位がある

実験方法：側脳室に入り視牀をその彎曲に沿って細長い筥を用いて前下方に辿って前交連に達し、先端より 2mm の部で直角に曲げた注射針を用いて、前交連直後の一側視牀前核を正中線より少しく外側に偏して 2mm の深さに注入する。

* 東京歯科大学野口外科学教室 (野口好之教授)



第1図 前核領野刺戟 (時標は3秒)

No. 202 28. 10. 17. 6.5kg ♂ 20°C (第1図)

- 19時36分00秒 左視牀前端微小刺戟. 直ちに呼吸は早くなり振幅は減少する.
- 10秒 呼吸停止. 頸部 K. K. (Klonischer Krampf の略). 出血甚大.
- 37分12秒 不規則微細呼吸僅かに出現. 頸部にも K. K. が認められ強くなる.
- 38分30秒 不規則小呼吸開始.
- 上口辺部, 両前肢 K. K.
- 39分00秒 呼吸停止期と呼吸期とを交互に反復する律動的呼吸型となる. 呼吸停止期に於いては全く呼吸が停止するのではなく, 微細呼吸がみられ, 呼吸期に入ると速く且つ1呼吸毎に振幅を増し数回後に最大となり次いで1呼吸毎に振幅を減ずる (この一連の特異な呼吸型を Cheyne-Stokes 型呼吸と仮称する).
- 40分00秒 益々 Cheyne-Stokes 型呼吸をはっきり示して来る. 瞳孔左右不同. (左極大, 右散大).
- 42分00秒 依然 Cheyne-Stokes 型呼吸. 呼吸期 10~15秒, 無呼吸期 15~20秒. 呼吸期にのみ両前肢, 頸部に K.K. がみられる.
- 48分00秒 今までの無呼吸期に相当した時期の微細呼吸は振幅が少し大きくなる.
- 49分00秒 呼吸は無呼吸期消失して連続するが無呼吸期に相当する時期の振幅が少々小さく従って一定の波状呼吸を呈する.
- 51分00秒 波状呼吸はなくなって振幅, 頻度の一定した過剰呼吸となり, これが長く続く, 両前肢, 頸部の K. K. 消失. 瞳孔左右同大 (極度散大).

実験終了後大腦を剔出して墨の刺入部位を組織学的に検索すると, 視牀前核領野であることを確めた (第2図, 第3図).

No. 228 29. 1. 23. 6.5kg ♂ 20°C

- 17時03分00秒 左視牀前端微小刺戟.
- 03秒 呼吸停止. 両瞳孔極度開大.
- 40秒 微細呼吸出現.
- 07分00秒 不規則小呼吸となる. 両側頭筋に拍節性攣縮.



第2図

切斷された腦梁



第3図

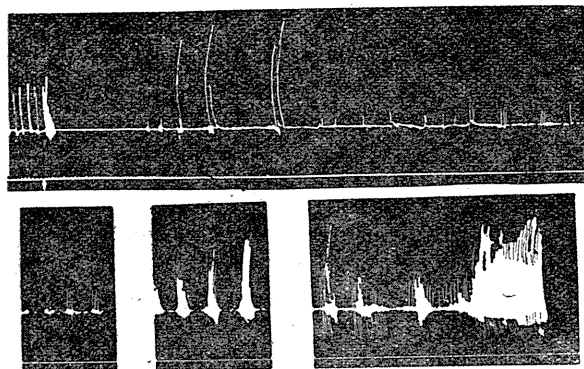
- 08分00秒 所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸. 尾を振り, 両腋窩 K. K. 両側頭筋の攣縮消失.
- 09分00秒 Cheyne-Stokes 型呼吸消失し, 全体に振幅頻度共に刺戟前の呼吸に復す. 両側頭筋 K. K., 腋窩の K. K. は著しく弱まる. 尾は依然振って居り, 出血甚大.
- 13分00秒 呼吸の振幅は次第に小さくなる. 尾は静かに垂れる.
- 14分00秒 振幅は刺戟前の約 1/3. 血液流下止む. 側頭部, 腋窩の K. K. 消失.
- 20分00秒 再び尾を振る.
- 21分00秒 呼吸の振幅は再び大きくなり, 刺戟前に復す. 尾は再び垂れている.
- 22分30秒 またも尾を挙げ激しく振る.
- 26分00秒 再び所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸.
- 29分00秒 呼吸は依然 Cheyne-Stokes 型. 頭部を左に回転し, 四肢伸展位強縮.
- 31分00秒 過剰呼吸. 拳尾振尾. 瞳孔散大.

実験終了後腦を剔出して検索すると, 墨が視

牀前核領野に刺入されていることを確認した。
尙右前核領野刺戟でも同様の呼吸変化をみた。

2) 視牀後端内側領野に左右対称的に呼吸運動抑制部位がある。

実験方法：松果交連から2~3mm 前方の網に於て、随条に接しそれと直角に深さ2~3mmに注入する。



第4図 視牀後端内側領野刺戟 (時標は3秒)

No. 208 28.11.28. 11.0kg ♂ 20°C (第4図)

- 16時55分00秒 右視牀後端内側領野刺戟。直ちに呼吸の頻度は増加するが振幅は急減する。
08秒 呼吸停止。頸部 K. K..
56分21秒 微細呼吸出現。もだえる様な全身運動。両口辺部 K. K.. 出血顕著。
50秒 微細呼吸中1度大きな呼吸を交える。
57分15秒 3秒程の間隔をおいて2度大きな呼吸をする。
58分05秒 再び大呼吸を2度交える。
40秒 依然微細呼吸持続。その間に振幅の大きい呼吸が1回宛不規則に混ずる。出血益々強い。
17時05分00秒 次第に Cheyne-Stokes 型呼吸に移行する。
14分00秒 所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸の定型的様相を呈する。無呼吸期及び呼吸期共に約10秒。血液流下はやみ、背部立毛。口辺、頸、項部に K. K. 軽度に残る。
21分00秒 嚥下運動開始。
22分00秒 無呼吸期は小呼吸と変じ、従って波状呼吸の型となってゆく。
23分00秒 呼吸の振幅頻度は共に増加して来る。嚥下運動消失。
24分00秒 過剰呼吸。上半身の背部立毛著明。項、頸部の K. K. 消失。
29分00秒 依然過剰呼吸。臀部にも立毛。

実験終了後大脳を剔出し刺戟部位を検索すると、墨が網核の腹側、Meynert の反屈束起始部に近く且つその背内側に刺入されている。著者

はこの部位を一応視牀後端内側領野と呼ぶ (第5図、第6図)。

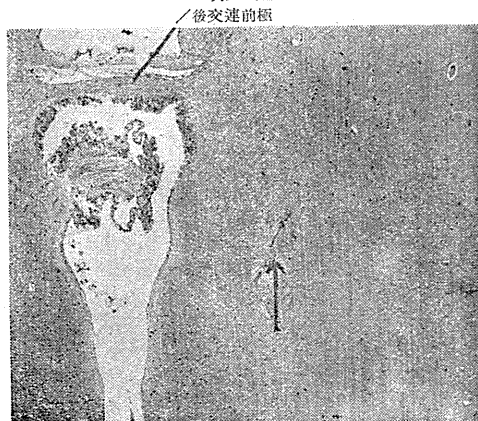
No. 217 28.12.16. 9.0kg ♀ 20°C

- 17時15分00秒 左視牀後端内側領野刺戟。
10秒 呼吸は振幅頻度共に急激に増大し、且つ最大となる。
30秒 最大呼吸より突如として呼吸停止。
17分00秒 依然呼吸停止。項、頸部 K. K..
18分15秒 不規則微細呼吸出現。背部立毛。出血甚大。
20分00秒 微細呼吸。眼裂中等度開大。瞳孔極大。舌退縮し K. K..
30分00秒 不規則小呼吸。立毛消失。血液流下止む。
33分00秒 Cheyne-Stokes 型呼吸。
41分00秒 過剰呼吸。
50分00秒 刺戟前の呼吸に戻る。

実験終了後大脳を剔出して組織学的に検索すると刺入部位は著者の所謂視牀後端内側領野であることを確認した。



第5図

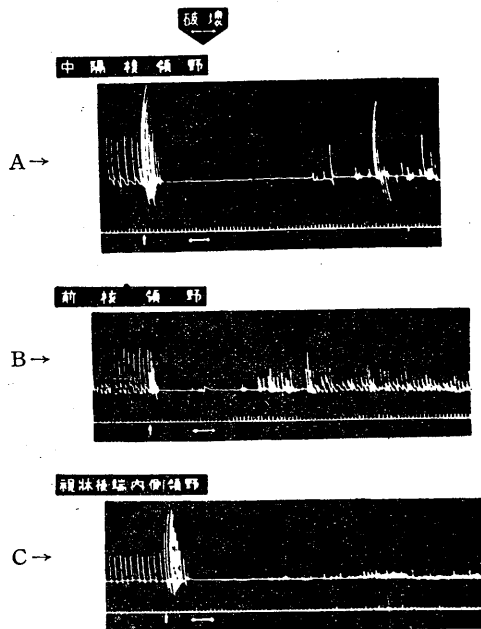


第6図 前交連後端と視束交叉前端を結ぶ断位に平行なる前額断面

2. 視牀呼吸制止領野刺激後破壊実験

1) 視牀前核領野は呼吸運動抑制の刺激の発動作用のみあって継続作用はない

実験方法：前述の方法で視牀前核領野を刺激して呼吸停止をみるや、直ちに刺入部位を明視しながらその部位を含めて少々大きく焼灼破壊した。



第7図 継続作用の有無 (時標は3秒)

No. 229 29.1.26. 7.0kg ♀ 18°C (第7図B)

- 15時55分00秒 左視牀前核領野刺激。
 15秒 呼吸停止。
 35秒 左前核領野剔除開始。
 37秒 微細呼吸が出るが又直ちに無呼吸となる。
 58秒 剔除終了。依然呼吸停止。
 56分20秒 不規則小呼吸出現。
 35秒 比較的規則的な小呼吸が続く。項、頸、肩甲部、腋窩にK.K.。両後肢、右前肢は屈曲位強縮。
 57分00秒 顔面をゆっくり左右へ回転。
 59分00秒 眼球振盪。
 16時00分00秒 規則的な小呼吸。右前肢アテトーゼ様運動。眼振持続。項、頸、肩甲部、腋窩振盪。

以上の如く視牀前核領野を刺激して呼吸停止を惹起させた後、直ちにこの部を除去しても呼吸の様相の推移は、恰も健在視牀前核領野刺激の場合と何等変りはない。換言すれば

視牀前核領野の呼吸抑制領野は、呼吸運動抑制現象の刺激の発動作用のみあって、継続作用はないものと言える。

2) 視牀後端内側領野は呼吸運動抑制の刺激の発動作用のみあって、継続作用はない

実験方法：前述の方法で視牀後端内側領野を刺激し、呼吸停止が起るや直ちにその部を含めて少々大きく焼灼破壊した。

No. 236 29.2.6. 8.0kg ♂ 16°C (第7図C)

- 16時49分00秒 右視牀後端内側領野刺激。呼吸は直ちに振幅頻度を増すが、暫時にして減少し始める。
 20秒 呼吸停止。直ちに右視牀後端内側領野剔除開始。
 40秒 剔除終了。依然呼吸停止状態。
 50分25秒 不規則微細呼吸出現。
 51分30秒 時折小呼吸を交える。呼吸の振幅は次第に増して来る。
 52分00秒 不規則小呼吸が続く。

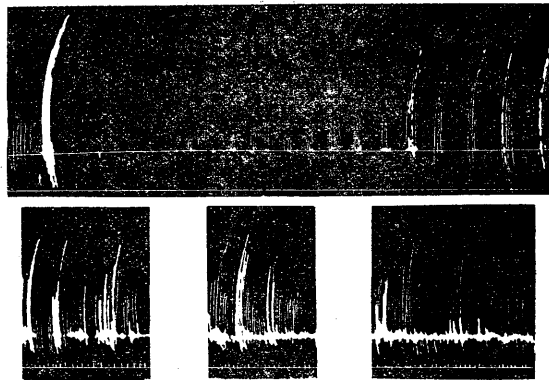
以上の様に視牀後端内側領野を微小刺激して呼吸停止を起させた後、直ちにこの部を剔除しても呼吸の様相の推移は、健在視牀後端内側領野刺激の場合と何等変らない。換言すれば、視牀後端内側領野は、呼吸運動抑制現象の刺激の発動作用のみあって、継続作用はないものと言える。

B. 中隔部

1. 中隔部刺激

所謂中隔核領野に左右対称的に呼吸運動抑制部位がある

実験方法：脳梁をその前中1/3の境より後方で開いて脳室に入り、脳弓を分けると脳梁体の



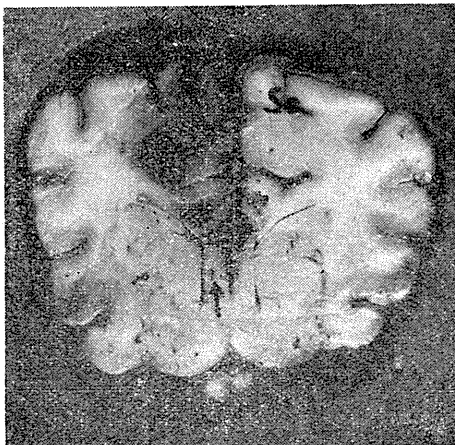
第8図 中隔核領野刺激 (時標は3秒)

前方の下面に中隔部が側脳室中に懸垂されているの見える。この中隔部をみながら直角に曲げた針を用いて、約 2mm の深さに刺入して微小刺戟する。

No. 219 28. 12. 19. 4.5kg ♂ 22°C (第8図)

- 14時28分00秒 右中隔核領野刺戟。
 05秒 呼吸は一時小呼吸となるが直ちに振幅頻度共過度増大。
 15秒 急激に呼吸停止。
 29分20秒 不規則微細呼吸出現。瞳孔散大。口を開け下顎右口辺部 K. K..
 50秒 微細呼吸に 1 群の小呼吸を交える。出血顕著。舌退縮。舌背を丸める様に高め、微かに K. K..
 33分00秒 所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸。顔面左方に回転。眼裂開大。K. K. は口辺に於ては弱まったが下顎は強くなる。
 42分00秒 無呼吸期消失。その期間に相当する部に不規則小呼吸出現。項、頸部強く K. K. 肩甲部に軽度立毛。脱糞。
 44分00秒 口は閉ぢる。顔面は依然左方に向けている。
 54分00秒 過剰呼吸に移行。舌は正常に復す。項、頸、口辺部、舌の K. K. 消失。瞳孔依然散大。

実験終了後大脳を剔出して墨の位置を検索すると、所謂中隔核領野であることを確認した。(第9図、第10図)



第9図

No. 218 28. 12. 18. 5.5kg ♂ 22°C

- 15時37分00秒 左中隔核領野微小刺戟。
 07秒 急激に振幅、頻度著しく増加。
 21秒 突如呼吸停止。時折あるかなきかの微細呼吸を交える。



第10図

- 38分30秒 微細呼吸。吸気の大きい 1 群の小呼吸が規則的に出る。頤部、右口辺 K. K.. 出血多量。
 39分00秒 所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸。瞳孔左右不同 (右極大。左縮小)。
 42分00秒 Cheyne-Stokes 型呼吸。唾液分泌。肩甲部に軽度立毛。出血は更に増加。K. K. 消失。
 44分00秒 臀部立毛。
 46分00秒 依然 Cheyne-Stokes 型であるが無呼吸期は長くなり (20~25秒) 呼吸期も延長し (約20秒) 且つ最大振幅は増大する。出血やむ。口を開ける。
 47分30秒 左瞳孔も次第に散大し始める。
 53分00秒 依然 Cheyne-Stokes 型呼吸。口を徐々に閉じ始める。
 55分00秒 下顎の K. K. 強まり、瞳孔は左も極大となる。
 57分00秒 Cheyne-Stokes 型呼吸であるが無呼吸期は漸次退縮し始め、以後益々短くなってゆく。呼吸期に口を開け無呼吸期に閉じる。唾液分泌はやむ。
 16時05分00秒 過剰呼吸状態。出血やむ。右口辺、下顎、頸部僅かに K. K.. 口の開閉運動はやみ、口を開けたままになっている。瞳孔左右共に極度散大。

実験終了後大脳を剔出して墨の行方を組織学的に検索すると、所謂中隔核領野であることを確認した。

2. 中隔部刺戟後破壊

中隔核領野は呼吸運動抑制の刺戟の発動作用のみあって、継続作用はない

実験方法：上述の如く、所謂中隔核領野を微

小刺戟して呼吸停止を起させた後、直ちに刺入部位を含めて、少々大きく中隔部を焼灼破壊して、呼吸運動型式の推移を追及した。

No. 220	28. 12. 20.	7.0kg	♀	18°C (第7図A)
12時38分00秒	左中隔核領野刺戟。呼吸は直ちに振幅頻度を増すが、次いで減少して来る。			
15秒	呼吸停止。大きく開口して下顎に K. K. をみる。			
35秒	中隔部剔除開始。			
56秒	剔除終了。依然呼吸停止状態。			
39分25秒	不規則微細呼吸出現。			
40分20秒	不規則小呼吸4回。唾液流下。			
41分12秒	振幅の大きな呼吸を3~4回繰返し、すぐ小呼吸に戻る。出血強く、右肩甲部に K. K.。			
42分00秒	不規則小呼吸、放尿。唾液の流下持続。			

以上の実験の様に所謂中隔核領野を微小刺戟して呼吸停止を惹起させるや、直ちにその部を含めて大きく剔除しても、呼吸運動抑制の様相は、恰も健常中隔核領野刺戟の場合と何等変化をみずに推移する。換言すれば、中隔核領野は呼吸運動抑制の刺戟の発動作用のみあって、継続作用はないと言える。

附. 視牀網様核と呼吸運動

視牀網様核 (Nucleus reticularis thalami) を刺戟すると、軽度で呼吸運動は抑制される

実験方法：1) 半球間裂より脳梁經由で側脳室に入って視牀に達し、視牀の前部に於て正中線より5mm外方の部に矢状面に対して約20度の角度で斜め外腹側に深さ7mmに刺入すると視牀網様核の前部に到達する。

2) Fissura sylvii 上端より2mm後方のGyrus sylviusより深さ12mm矢状面に対して直角に、水平に刺入すると視牀網様核の後部に達することを得る。

No. 252	29. 3. 3.	7.0kg	♂	15°C
16時10分00秒	右視牀網様核刺戟 (第1法による)。直ちに呼吸は浅くなる。			
10秒	呼吸停止。			
25秒	不規則小呼吸出現。			
12分00秒	刺戟前の呼吸に復す。			

実験終了後大腦を剔出して検索すると、共に注入された墨が視牀網様核の前部に注入されて

いることを確認した。

No. 253	29. 3. 4.	8.0kg	♀	15°C
15時15分00秒	左視牀網様核刺戟 (第2法による)。直ちに呼吸停止。			
25秒	刺戟前と同様の呼吸開始。以後それが持続する。			

死後大腦を剔出して検査すると共に注入した墨が視牀網様核の後部に刺入されていることを確認した。

以上の実験から視牀網様核にも呼吸運動抑制作用があると言ひ得る。然し乍ら呼吸停止期間は甚だ短かく、1分以上に及んだものは1例もなく、大部分は一瞬抑制された程度であり、又呼吸抑制後速かに刺戟前の呼吸に復すのであって、その点堀、著者の報告した大腦皮質及び間脳の呼吸抑制領野から起る一連の呼吸運動抑制現象と著しく趣を異にしているので、ここには単に抑制効果がみられると言うに止める。

IV. 考 察

以上の如く著者は2molクエン酸Na微小刺戟法を用いて、視牀の一定部位(前核領野、視牀後端内側領野及び網様核領野)と中隔部に左右対称的に呼吸運動抑制領野を見出し、併せて前核、視牀後端内側、及び中隔部の3領野が下位呼吸中枢に対し、刺戟の発動作用のみあって継続作用のないことを確めた。そして上記呼吸変化はクエン酸Naがこれ等の領野の節細胞に仿いて起った現象であることは、化学物質は神経線維には作用しないで、節細胞にのみ仿くと言う石塚の業績によっても明かである。

クエン酸Na刺戟によって起る視牀並びに中隔部の呼吸運動の変化はさきに堀⁷⁾、正木¹⁵⁾が大腦皮質及び視牀下部に於て報告した呼吸運動の変化と殆ど同一である。即ち刺戟後直ちに、或いは一旦呼吸が加速増大した後、呼吸は停止し、その停止時間は1~2分、時にそれ以上の長きに亙る。その後あるかなきかの速い微細呼吸が出、次いで不規則小呼吸に移り、やがて著者等の所謂Cheyne-Stokes型呼吸を経て過剰呼吸となり、これが次第に刺戟前に復してゆく変

化である。かかる変化が最も普遍的なものであるが、勿論その間に幾多の変異があり得る。但し、網様核を除いて、一旦呼吸が停止した場合、上述の経過を経ないで直ちに刺戟前の呼吸に戻るようなものは殆どなかった。

第1表

前核群	+	
正中核群	-	
内側核群	-	(後端内側+)
外側核群	-	(網様核 ±)
腹側核群	-	
後側核群	-	

(+) 呼吸運動抑制。(-) 呼吸運動に変化なし。

(±) 呼吸運動抑制するも極めて短時間で刺戟前に復するもの。

従来の報告は何れも電気刺戟によったもので著者の方法とは異なるものであるが、先ず視牀に就て述べると、Sachs²⁰⁾は猫の視牀に於ける呼吸運動に関する部として、前核 Nucl. reuniens 外核側、Pulvinar、後交連、網 (Habenula)、Meynert 反屈束及び中心灰白層を挙げ、次の如く記している。即ち、前核では呼吸性抑制を生じ中等度に呼吸がおそくなるのを常とし、Nucl. reuniens では inspiratory tetany を伴う呼吸の完全抑制が起り、網、反屈束、Pulvinar 及び外側核に於いては (外側核では腹側に、Pulvinar では外側より内側に一層呼吸変化が著明となり、後交連に近づくにつれて更に顕著となる)、時に呼吸性抑制、時に加速が起る。後交連では Nucl. reuniens と同様呼吸が完全に抑制されて、inspiratory tetanus を生ずる。中心灰白層では呼吸変化は最も著明で、inspiratory tetanus を伴う極めて速い呼吸が現われる。尙之等の現象が視牀の細胞の働きによるものでなくて、大脳皮質から視牀内を通過する投射線維の刺戟によって起るものと想定している。Hammouda⁴⁾は犬の視牀に“Panting center”があると主張し、その部位をみると視牀の背内側であるらしいが図示が簡単で詳かにし得ない。Ranson and Magoun¹⁸⁾は猫を用いて、視牀は概して呼吸運動に変化を及ぼさないが、視牀の最前部及び網様核刺戟では呼吸運動抑制をみると唱え、Kabat¹⁰⁾は浅速呼吸が網、反屈束及び網様核刺

戟で生ずるのをみとめ、時に外髄板からもみ、あわせて視牀の呼吸に変化のないところとして、Nucl. reuniens, Nucl. ventralis anterior, Nucl. centralis med., Nucl. centralis lat., Nucl. arcuatus, Nucl. externus, Nucl. submedius, Nucl. interventricularis を挙げている。又 Baird, Guidetti, Reys, Wycis and Spiegel¹¹⁾は前核刺戟により呼吸の頻度、振幅の減少、屢々呼吸停止の出現を猫及び人で確認している。畠山等⁵⁾は、猫に於て呼吸運動に関係する場所として、前核、Nucl. reuniens, Nucl. ventralis thalami, 網様核、を指摘し、Nucl. anterior medialis thalami からは純粹抑制型が現われ、刺戟頻度が次第に増してゆくとき呼吸性抑制が増強するが、ある程度以上頻度が多いと反て吸息性効果が弱まり、強度も増すと呼吸性効果を示すようになり、この傾向はさらに頻度を増すとよいよ増強する。Nucl. reuniens, Nucl. ventralis thalami 及び網様核は強刺戟呼吸抑制、弱刺戟頻度促進型を呈し、後2者は強刺戟では刺戟の頻度によって呼吸水準の移動がおこり、刺戟の頻度及び強度が呼吸水準の移動に及ぼす効果に関して Nucl. ventralis thalami は吸息性の効果のみ、網様核は呼吸性の効果だけがみられると言う。

以上の諸家の文献を通覧すると、視牀の呼吸運動に変化を及ぼす領野として、前核、網様核、網、反屈束、Nucl. reuniens 等が挙げられている。著者は上述したように、前核及び視牀後端内側領野より呼吸運動抑制現象を認め、その他の領野からは網様核を除いて著しい変化をみなかった。著者の視牀後端内側と称した領野は、網核の腹側、反屈束の起始部に近く且つその背内側部を指し、Rioch¹⁹⁾, Ingram, Hannett and Ranson⁹⁾, 清水²¹⁾等の図譜を参照すると Nucl. parafascicularis であるとも考えられるが、中脳の中心灰白層の最前端であるように思われる節もある。他日更めて精査する予定であるがここで中脳の中心灰白層最前端の刺戟によって、浅く速い呼吸が出現したと記載している Brown²⁾の Chimpanzee に於ける成績を想起する。但し

著者は綱、反屈束及び正中核群刺激によっては呼吸に著変をみなかった。

次に中隔部に就いて記すに、鎌田¹³⁾は哺乳動物の中隔を詳細に研究し、これを3型に分ち、犬の中隔を霊長類等にみられる様な薄い第1型に対し、第2型(中隔壁が厚く鐘形に脳梁に接する背方端が急に狭窄しているもの)及び第3型(中隔壁が甚だ厚く、梯形または方形で所謂Septum graueが脳梁下縁に直接接しているもの)の両者の型があるが、兎も角犬の中隔は比較的厚く、ここに含まれる神経細胞が甚だ豊富であることを指摘している。近頃中隔部に呼吸運動と関係のあることが唱えられ、Ranson, Kabat and Magoun¹⁷⁾, Kabat¹⁰⁾, Magoun¹⁴⁾はこの部の刺激によって、呼吸の振幅、頻度の抑制を観察している。

著者は上記の如く高濃度クエン酸Naを用い、視牀の前核領野及び後端内側領野並びに中隔部刺激によって呼吸運動に変化を及ぼすことを認めたが、同時に種々の自律神経現象及び体制運動、即ち散瞳、血圧上昇、嚥下運動、流涎、立毛、尾の運動、四肢、軀幹及び顔面のK. K.等の生ずるのを目撃した。血圧は特に測定したわけではないが、刺激後間もなく今まで止っていた血液が湧出る様に流下してくるので、血圧が上昇したのであろうと思われる。尾の運動は挙尾、振尾である。Kabat, Magoun and Ranson¹²⁾は、視牀刺激では概して血圧、膀胱に変化を及ぼさないが、血圧が乳頭体断位で室周線維群に沿う部分で上昇し、反屈束では時に下降を、網様核、反屈束から時々膀胱弛緩をみ、Ranson, Kabat and Magoun¹⁷⁾, Kabat¹⁰⁾, Magoun¹⁴⁾は中隔部刺激によって血圧下降、膀胱収縮を認めている。

V. 結 論

犬の視牀及び中隔部に2molクエン酸Na微小刺激法を行って次の結果を得た。

1. 視牀の前核領野、後端内側領野及び中隔部に呼吸運動を抑制する神経節細胞がある。
2. これ等の領野は下位呼吸中枢に対して呼

吸運動抑制刺激の発動作用のみあって継続作用はない。

(本論文の要旨は昭和29年4月第12回日本脳神経外科学会総会で講演した。)

摺筆するにあたり、御指導御校閲を辱けのうした慶大林蔵教授に深甚なる謝意を表すると同時に、常に御指導、御協力を戴き、且つ御校閲を賜った当教室野口好之教授に満腔の感謝を捧げます。

文 献

- 1) Baird, H. W., B., Guidetti, V., Reys, H. T. Wycis, and E. A. Spiegel, (1952) Stimulation and elimination of the anterior thalamic nuclei in man and cat. *Pflügers Archiv. f. d. gesam. Physiol.*, 255, 58-67
- 2) Brown, T. G. (1915) Note on the physiology of the basal ganglia and midbrain of the anthropoid apes, especially in reference to the act of laughter. *J. Physiol.* 49, 195-207
- 3) 石塚 保 (1942) 運動現象を標示とする大脳灰白質微小刺激法 条件反射 4, 455-471
- 4) Hammouda, M. (1933) The central and the reflex mechanism of panting. *J. Physiol.* 77, 319-336
- 5) 畠山一郎・小島徳造・大谷克己・草間敏夫 (1953) 間脳の電気刺激と呼吸運動 脳と神経 5, 289-291
- 6) Hess, W. R. (1938) Beiträge zur Physiologie des Hirnstammes. II Teil. Das Zwischenhirn und die Regulation von Kreislauf und Atmung. Georg Thieme, Leipzig.
- 7) 堀佐喜子の (i) 犬の大脳皮質帯回に於ける呼吸抑制並びに促進領野について (日本生理誌に掲載の予定) (ii) 犬の大脳皮質海馬回の呼吸抑制並びに促進領野について (日本生理誌に掲載の予定)
- 8) 堀佐喜子・正木光児; 犬の皮質運動領の呼吸運動に及ぼす影響 (未印刷)
- 9) Ingram, W. G., F. I. Hannett and S. W. Ranson (1932) Topography of the nuclei of the diencephalon of the cat. *J. Comp. Neurol.* 55, 333-394
- 10) Kabat, H. (1936) Electrical stimulation of points in the forebrain and mid-brain; The resultant alterations in respiration. *J. Comp. Neurol.* 64, 187-208
- 11) Kabat, H., B. T. Anson. H. W. Magoun and S. W. Ranson (1935) Stimulation of the hypothalamus with special references to its effect on gastrointestinal motility. *Am. J. Physiol.* 112, 214-226
- 12) Kabat, H., H. W. Magoun, and S. W. Ranson (1935) (i) Electrical stimulation of points in the forebrain and midbrain; The resultant alterations in blood pressure. *Archiv. Neurol. and Psychiat.* 34, 931-955 (ii) Reaction of the bladder to

- stimulation of points in the forebrain and mid-brain. J. Comp. Neurol. 63, 211-239
- 13) 鎌田 巖 (1932) 大脳の所謂透明中隔に就て 北海医誌 10, 80-132
- 14) Magoun, H. W. (1938) Excitability of the hypothalamus after degeneration of corticofugal connections from the frontal lobes. Am. J. Physiol. 122, 530-532
- 15) 正木光児 (1955) 視牀下部の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 17, 649
- 16) 成田 稔 (1955) 高濃度クエン酸 Na による大脳微小刺戟法に対する吟味 (未印刷)
- 17) Ranson, S. W., H. Kabat and H. W. Magoun (1933) Autonomic responses to electrical stimulation of hypothalamus, preoptic region and septum. Arch. neurol. and Psychiat. 29, 467-477
- 18) Ranson, S. W. and H. W. Magoun (1933) Respiratory and pupillary reactions induced by electrical stimulation of the hypothalamus. Arch. Neurol. and Psychiat., 29, 1179-1194
- 19) Rioch, D. M. (1929) Studies on the diencephalon of carnivora. Part. I. The nuclear configuration of the thalamus, epithalamus and hypothalamus of the dog and cat. J. Comp. Neurol. 49, 1-119
- 20) Sachs, E. (1911) On the relation of the optic thalamus to respiration, circulation, temperature and the spleen. J. Exper. Med. 14, 408-432
- 21) 清水政治 (1942) 犬の間脳に就て (其の1) 解剖誌 19, 265-290
- 22) Winkler, C. and A. Potter (1914) An anatomical guide to experimental researches on the cats brain. W. Verluys, Amsterdam.

Summary

By 0.005-0.01cc injection of 1 mol sodium citrate into the thalamus and the septum of dogs, the results are as follows.

- 1) There are six inhibitory areas of respiratory movements in the thalamus and the septum bilaterally ; on one side thalamus namely, anterior nucleus, medial area of posterior end of the thalamus and septum.
- 2) Each of these six areas has only the initial, but not continual function.

(Noguchi Clinic of Surgery of Tokyo Dental College)

いわゆる筋疲労に際して現われる諸種の収縮の観察 612.741

Studo pri multespecaj kontraktoj okazantaj ĉe t. n. muskollaciĝo

巷 岡 務 (TSUJIOKA-Tsutomu)*

I. 緒 論

筋に一定の間隔を置き相次いで電気刺激を与えると、其の攣縮高は漸次減少して行く。此の時間的経過を描記したものが疲労曲線である。Scheminzy¹⁾等はこの現象を刺激電極下の筋細胞膜の透過性に対する刺激陰極の通流作用に帰し、転極して陽極とするときは今まで陽極であったところが陰極となって攣縮が起り、同様のことを繰返し得る、いわゆる転極効果(Wendungseffekt)として観察した。本教室において矢作²⁾はScheminzyのこの効果に対する種々の環境条件の影響を見たのであったが、その際は彼は筋を杉式隔絶箱に固定して、刺激には直角電脈を用いたのであった。彼の実験においては一応各個の収縮の高さの変化を第1の目標としたため、彼の発表では疲労曲線の各収縮を1本ずつの直線乃至円弧を以て表わしてレタツチしたのであったが、実際の曲線にあっては、各収縮の描線は時間の経過に従って種々の部分に種々の程度において太くなり、それらの部分はまた時間に従ってそれぞれ特徴ある変化を示すため、各描線がやや密に描かれると、疲労曲線と基線との間の面積内に、場所によって種々粗密の程度を異にする複雑な模様が表現されるのである。

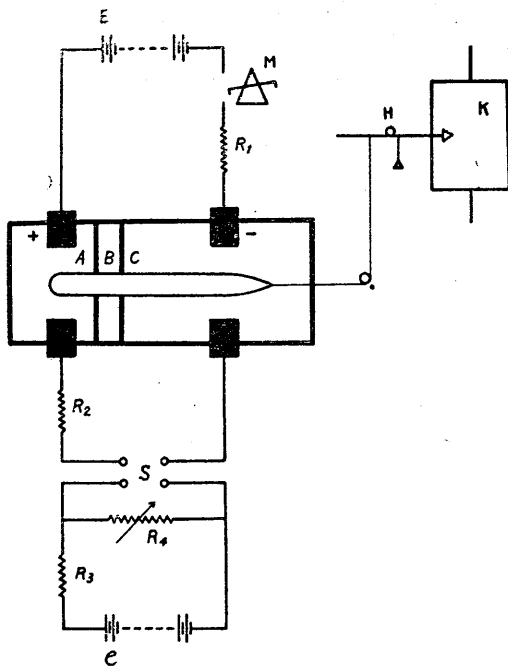
これ即ち一端の小部を残し或いは中央部を固定して隔絶し、筆挺子に連ねる側を刺激陰極として得られる収縮(実際そのようにして描かれたのであるが)には、種々の種類の収縮があり、それらがいわゆる疲労の進展に従い、種々の経過にて出現し、変化し、時に消滅することを示すものである。そもそも隔絶装置によって直流刺激により興奮する筋が、種々の種類の収縮を

示すことは鈴木及び佐藤³⁾や中島⁴⁾によって観察されている。従って杉式隔絶箱を用いて、挺子側を陰極として疲労曲線を描記し、疲労の進行と共に現われてはそれぞれ特異の経過に従って変化する収縮の状態を追求することは極めて興味深いことである。私は鈴木教授の指示の下にこの追求を行い、鈴木⁵⁾が興奮性形体の興奮態度に対する環境条件の作用につき、興奮態度においても環境条件の側においても、2つの相対立する群に分類した結果を顧慮し、その各種の相対立する環境条件を与えて、上記各種の収縮の変化の経過にいかなる変化を及ぼすかを観察したのである。

II. 実験装置

此の実験は昭和26年秋より昭和28年秋までに行われ、実験材料はトノサマカエルの縫工筋を杉に従う隔絶電極に装置した。冬期は冬眠中のカエルを16°Cの恒温箱に2~3日間飼育したものをを用いた。標本摘出後1時間同様温度のRinger液に入れ、摘出操作による不安状態の消失したと思われる時間より実験を開始した。刺激装置は第1図に示す通りであるが電極箱はセルロイドにて作られ、A, B, Cの3部の室に分たれている。Cの筋の一方を筆挺子Hに連ね、攣縮描線をキモグラフKにて描記する。なお挺子側の極はつねに陰極にしておく。第1図の上部は刺激装置でEは電源100V蓄電池、Mはメトロノームで1分間36回断続しその接触は銅と水銀である。各回の収縮においてできるだけ多くの種類の収縮を起さしめるには、できるだけ電流閉鎖時間を長くする必要があるので、メトロノーム接触の銅の棒を長くし水銀槽を深くして、1周期のほぼ1/2を接触時間たらしめ、その間刺激電流を閉鎖せしめた。この閉鎖及び開

* 千葉大学医学部第1生理学教室



第1図 実験配線図

放は電磁オシログラフにて描記調査したが、本研究の要求する程度においては充分直角的の開閉をすることを確かめた。 R_1 は $500k\Omega$ の高抵抗でこの高抵抗を挿入することによって、隔絶の筋抵抗が刺激により変化しても刺激電流をほぼ一定に保つことが出来るようにしてある。

刺激は超最大刺激の強さのものをういた。またイオン、浸透圧、通流等の環境条件変化はC室即ち刺激電極の陰極側に作用させる様にした。下部は環境条件として通流作用を見る場合の装置で、上述の刺激装置と別個の電極を装置し、eは50V蓄電池、Sは転極器、 R_2 、 R_3 は抵抗で夫々 $200k\Omega$ と $50k\Omega$ であり、 R_4 は1~10,000 Ω の可変抵抗である。通流程度はRを用いて1.0V通流になるよう調節した。此の実験に使用したRinger液の組成はNaCl 0.65%、KCl 0.01%、 $CaCl_2$ 0.01%、 $NaHCO_3$ 0.01%である。イオンの作用としては K^+ 、 Ca^{++} を選択したがその濃度は各々KCl、 $CaCl_2$ の等張溶液を上述のRinger液に種々の比率で混合して変化した。 K^+ の1/100と後述してあるのは、Ringer液が99ccとKCl等張液が1ccとの割合を意味する。浸透圧の変

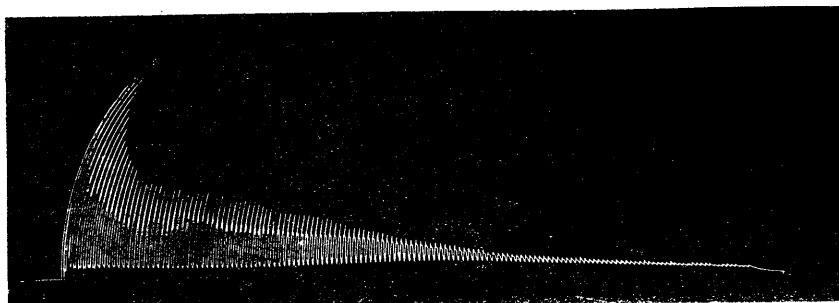
化のためにはRinger液のNaCl量を2, 4倍また1/2, 1/4として用いた。これらの溶液は第1図C部に入れ、その溶液がA部に洩れるのを防ぐため、小室Bを作ってそれを絶えずRinger液で灌流した。そしてそれらの溶液を作用せしめて1時間経過してより実験した。

Ⅱ. 実験成績

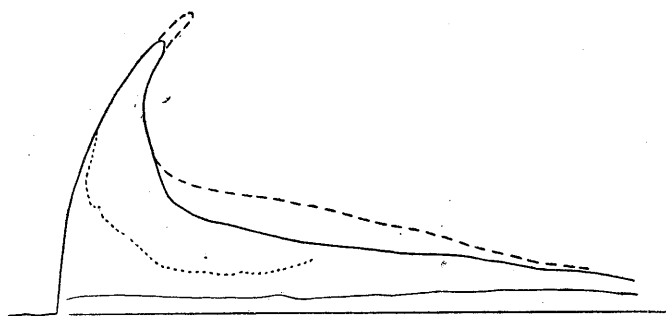
A. 正常状態

最も基本的で後述のすべての観察に際して行った、骨盤端の小部分を残して弱く隔絶した場合の所見を先ず述べ、種々実験条件を変化した場合の差異を附加することにする。

1. 骨盤端弱隔絶の場合(第2図a)最初の収縮は非常に大きいので階段現象の存否は明かでない。最初の1~2回の収縮はほぼ1秒の閉鎖時間に上下する収縮であるが、多くは3~4回目から、時には第1~2回の収縮から、最初のスパイクより指数函数的に下る漸減が途中の開放のために直角的に中断された形の収縮形となり、スパイクの高さの漸減と共に、中断の高さも漸減する。併し後者の漸減の速さは、スパイクのそれよりも遅く、大体15~6回目の収縮の辺りよりほぼ一定の高さ(曲線群の底線上1cm弱)となり、後には更にまた高くさえる(第2図bに点線の包絡線を以て示す)。その少し前即ち10回目内外の収縮から、スパイクに真の閉鎖時攣縮と持続収縮の分化が始まる。即ち攣縮の降下の途中に多くは反動的段階を伴った持続収縮となり、それは収縮の回数を追ってむしろ発達し、反動スパイクも漸次消失する。そして閉鎖期間の持続収縮はこの方のものに移り、先に見たいわゆる中断の角は目立たなくなる。それ以後は攣縮と持続収縮が相伴って漸減してゆくが両者は別個の減少の経過を示す。即ち両者とも漸減の初めまたは途中で減少の速度が小であり、プラトー的の経過を示すが、多くの場合攣縮の方(第2図b破線)が持続収縮において(同実線)より早く起るため疲労曲線面上攣縮のみの部分の曲線群は紡錘形を形づくる。時には(第3図)後期に攣縮の方の減少が急速となり、



第2図 a



第2図 b

正常状態 例の 1. a 実際の記録, b 包絡線図. b にて 点線は第1期持続収縮, 実線はスパイク及び第2期持続収縮, 破線は閉鎖攣縮の包絡線. 以下同断.

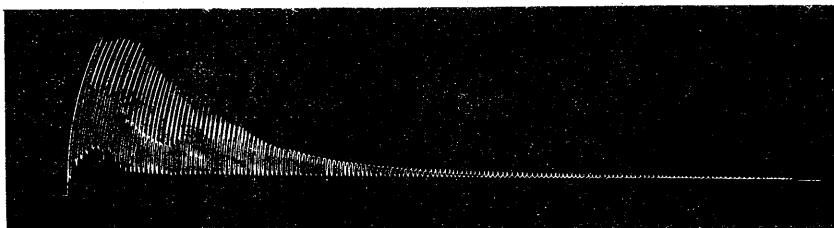
持続収縮の上昇脚に小なるスパイクとして続く場合もある. 更に烈しいときには攣縮が持続収縮の上昇脚のみで紡錘状の群を形づくることがある.

曲線群の最初のスパイク, 即ち攣縮の分化しない前のものは, 全体として攣縮を含む持続収縮であって, 指数函数的に下降すると前述したが, 攣縮と持続収縮とが分化する前後を仔細に見ると, それ以前のスパイクが漸次反動を持った持続収縮となり, 続いて完全な持続収縮に移りゆく経過を跡づけることができる. 即ち開放によって中断されるのが漸減した第1期の持続収縮と, そのスパイクから攣縮が分化して漸次形成された第2期の持続収縮とを区別し得る.

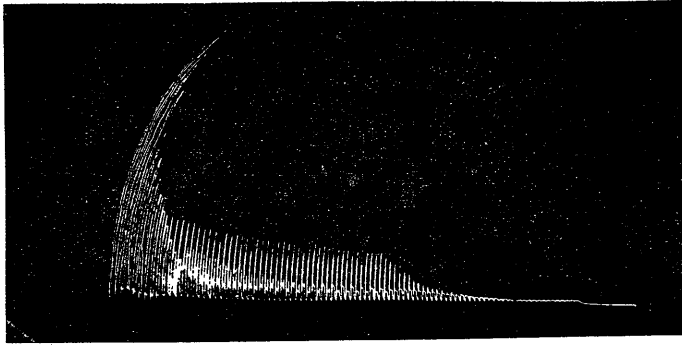
場合によっては第3図の如く, 第1期の持続収縮も尖鋭なスパイクと明かに分れて見えることもあるが, この尖鋭なスパイク

も攣縮ではなく, 後にそのスパイクが上述の如く第2期の持続収縮を生むのである. 故に第2, 4図bの如き作図においては, 第1期のスパイクは第2期の持続収縮と同様に取扱って, その包絡線を実線とする. かくの如く持続収縮は第1期, 第2期と時を異にして出現するのを見るが, 時には更に第3期または第1期に先だって (第3図の第2収縮曲線に注

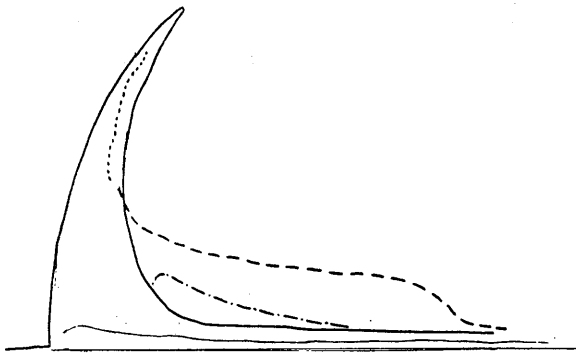
意) 現われると見るべき場合もあって, 全筋をなす線維が別々の群をなして持続収縮の消長を示すとも考えられる. そして曲線上真に閉鎖攣縮を思わせる細い描線が, 第2期の持続収縮との分化にて始めて現われることは注意すべきであって, 時にはその痕跡を追って, 最初の出現を第7または第8の収縮と極め得る事もある. そしてその攣縮, 第1期, 第2期の持続収縮が, 互に全く独立な大きさ変化の経過をとることも注意すべきであろう. しかし時には最初の数回の収縮にて, スパイクの先端が真の攣縮を思わせる時がある. 第2図はその点分明を缺くがそのbにて図の如く作図したのはその意味である.



第3図 正常状態 例の2



第4図 a



第4図 b

正常状態例の3. a, bは第2図と同じ. 但しbにてモールス線は開放攣縮の包絡線. 以下同断.

場合によっては開放攣縮が現出することがあり曲線群は更に複雑となる(第4図a). 多くは閉鎖攣縮と持続収縮との分化以後の数回の収縮より現われ始め, 回数の増すに従い始め大きさが増大し(第4図b, モールス線), 次いで漸減するため, その曲線群はやはり紡錘状を示す. 開放攣縮はまた第1期の持続収縮の開放時に現われる場合もある. この時は閉鎖時スパイクが閉鎖攣縮と第2期持続収縮とに分化し, その後者が発達するにつれて漸次減少して消失する.

2. 骨盤端でなくて中央部を隔絶する時は, 筋収縮の大きさがそれほど大きくないので, 階段現象がよく現われる. 最初数回ないし10回ほどのスパイクは攣縮と持続収縮とに分れる例が多く, この攣縮がその長さを漸減して一時消失し, 後第2期持続収縮の分化にてまた現われるのは, 結局攣縮と持続収縮とが別々の経過で消長することによるのであり, 第1期スパイクと第2期持続収縮が同様に取扱われるべきことを支

持する.

3. 骨盤端隔絶にて隔絶の度を強くするに従い, 収縮曲線の高さ減少し, 疲労に従い速かに小となる. また各曲線の形は簡単となり, 最初の数回の収縮は上端が鈍円であって幅がほとんど変らぬ形となる. 攣縮と第2期持続収縮との分化は中程度の隔絶では見られるが, 強程度ではそれも見られなくなる.

4. 骨盤端隔絶にてその部を切断しても, 切断しない場合に比し疲労曲線に大した変化は現われない. ただ開放攣縮は現われなかった. しかしこれは例数の関係でこの場合に開放攣縮が現われぬと確かにいうことはできない.

正常時の疲労曲線における各収縮にはかくの如く種々の様相を含む部分があるため, 以後各

環境下の変化を記述するに当り, 一々の曲線群を示すには技術的に困難である. 従って第2図第4図にてb図に示す如き約束を以て, 各種夫の収縮の包絡線にて, それらの大体の推移を示すこととする. 且つ正常状態は時季によりまた個体に従って相当著しい差異を示すを以て, 以下各例毎に他側神経筋標本にて正常状態の変化を記録し, 常に事を対照として比較観察した.

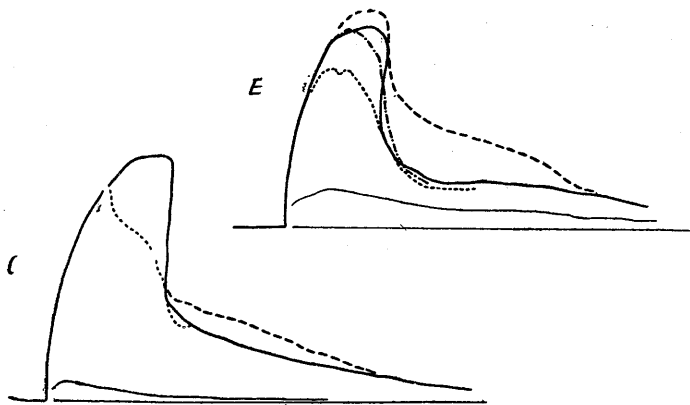
B. 種々の環境条件下の所見

1. イオン

種々のイオン濃度における変化を見るため, アルカリ金属イオン及びアルカリ土金属イオンの代表として K^+ 及び Ca^{++} を選び, K^+ にてはKClの0.5/100, 1/100, 3/100, 5/100の濃度, Ca^{++} にては $CaCl_2$ の1/100, 2/100, 3/100, 10/100, 30/100, 50/100の濃度にて試みた.

a. K^+ の影響

0.5/100の濃度においては対照に比し収縮が大体やや大である. 1例を第5図に示すが, 第



第5図 KCl 0.5/100 の作用
Cは対照, Eは試験例. 以下同断.

1期スパイクも第2期攣縮も対照よりやや大の傾向で、また第1期持続収縮の終りに開放攣縮を見ることが多い。対照にても1~2例にてわずかな同攣縮を見るから、全体から見て同攣縮の出易い状態かも知れないが、全例の大部分でこの攣縮が著しく出ている。第1期、第2期を通じて持続収縮も対照よりやや大、また不変、またやや小を交える成績といえる。

1/100 に於ては各例の対照にて第1期のスパイクを見ないので、試験例にて之につき何ともいえぬが、第2期の攣縮は対照よりやや大、且つ長く続く事を見る。また開放攣縮も0.5/100の場合より少いが、現出する例がある。持続収縮は全体として対照よりやや小であるとい得る。

3/100 に於ては第1期にてスパイクが著しく現われず、持続収縮に第1期、第2期の区別がつかない。そしてそれは対照に比して小であって(2/3~4/5)且つより早く漸減する。閉鎖攣縮はわずかに現われて、じきに消滅する。1例を第6図に示す。

5/100 においてはスパイク、攣縮は全く現われず、収縮は全体として頂端鈍にして閉鎖期間の前後を画す

る平行の2直線よりなる簡単な形となり、一定度増大(階段現象)してやがて漸減するのみである。その最大の高さも対照の1/2~2/3であり、極小への減少も対照よりはるかに速かである。

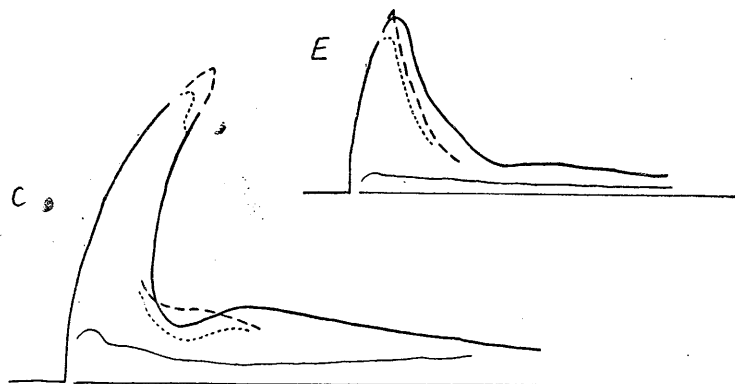
b. Ca^{++} の影響

1/100 の濃度においては、対照に比して収縮が一般に大で、且つ漸減の速度が遅い。1例を第7図に示すが、第1期のスパイクも第2期の攣縮も対照より

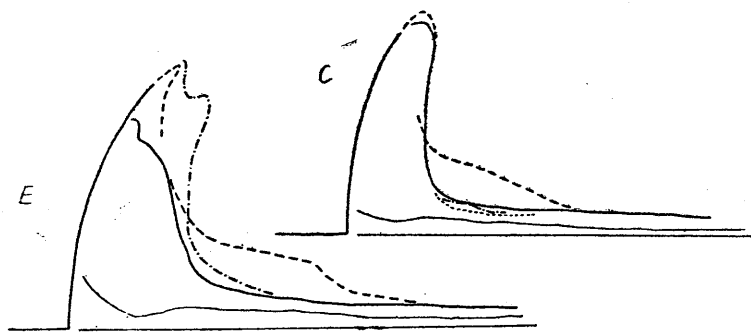
は大で且つ永く続く。また第1期、時には第2期の持続に開放攣縮を見る例がある。持続収縮は第1期、第2期を通じて、対照より大で且つ漸減の速度が遅い。

2/100 の濃度においては、対照にても試験例にても、第1期スパイクと第2期攣縮が何れも一定の同様の幅を持ち、第1期と第2期の持続収縮がスパイクと明瞭に分離していて、夫々の間を区別することができる例が多いが、いずれにしてもスパイク乃至攣縮は対照に比して大きく且つ永く続くのを見る。しかし持続収縮は対照に比し、やや大なるあり、小なるあり、不変なるあり、大体にて不変と見るを適當とする。

3/100 の濃度にては上述の如く第1期、第2期の区別のできぬ例もあるが、できる例の方が多い。第1期のスパイクも第2期の攣縮も対照



第6図 KCl 3/100 の作用


 第7図 CaCl_2 1/100 の作用

よりもやや大で永く続き、殊に第2期の攣縮でそうである。第1期または第2期持続収縮後に開放攣縮を見る例もある。持続収縮は対照に比し、不変あるいはやや小である。

10/100 においてはスパイクも攣縮も対照より大で永く続く。開放攣縮の現出する例が多い。対照にも出る例もあるが、試験例の方が著しく且つ大きい。また殊に初期収縮群にて基線上昇の著しい例がある。持続収縮は大きさが対照より小となり、大体2/3程度であるが漸減の時間的経過はほぼ同様である。

30/100 においては、スパイク及び攣縮はなお対照より大で且つ永く続く。開放攣縮の起る例は少くなっている。持続収縮は対照より小さく、大体1/2程度であって、漸減も速に行われる(第8図)。

50/100 に至ればスパイクまたは攣縮は殆ど出ずして、若干の尖りとして現われるのみである。そして持続収縮も対照に比すれば著しく小さく、1/3~1/4 または以下となり速に極小の大きさとなる。

c. イオンの主要所見 小括

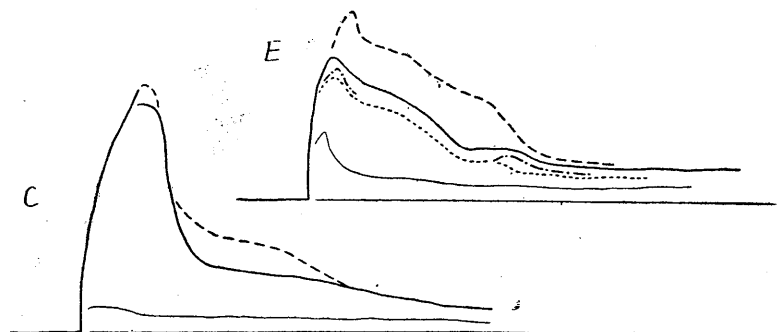
先に本教室にて呉⁶⁾、呉及び鈴木⁷⁾は、神経電気刺激の強さ要素(基電圧)、傾き要素(直線定数)に対してのアルカリイオンとアルカリ土オンの作用を検して、濃度の低より高になるに従って兩種

のイオン作用は同一性質の影響を与え、ただ一定作用を与える濃度に差ある事を見た。そしてその同一性質の影響とは低濃度と高濃度では互いに相反する方向の影響であって、中間濃度に両者の移行する臨界濃度があり、兩種イオンはこの濃度

において差異を示し、適濃度域にて拮抗作用を示す。鈴木⁵⁾はこの所見を基として興奮性に対する環境条件の対立分類を行い、また筋についても石井⁸⁾、鈴木及び石井⁹⁾、猪俣¹⁰⁾、浜中¹¹⁾等によって同様の成績が見られている。今 K^+ 及び Ca^{++} の各濃度の影響を通覧するに、両者とも低濃度にては収縮を大ならしめ、高濃度にては小ならしめるところの同一の傾向を示している。しかし K^+ にては0.5/100 といえども、殊に持続収縮に対しては大ならしめる影響を示すには既に大に過ぎることを見る。またスパイク乃至攣縮と持続収縮とが、濃度に従っての影響の変化に関し全く別々の態度をとる、従って上述臨界濃度が全く異なるのは注目し値する。即ち大体その臨界濃度は

	スパイク乃至攣縮	持続収縮
K^+	1/100	0.5/100
Ca^{++}	30/100~50/100間	2/100

なるを見る。そして上述の如く K^+ について実験した濃度範囲はすでに一方の変化を逸しているのであって、 Ca^{++} においては臨界濃度を上下


 第8図 CaCl_2 30/100 の作用

にしての互に相反する影響を、攣縮、持続収縮の両方に対して示す濃度範囲を充分掩っているといえる。更に詳細な所見については考察の項に譲る。

2. 通流電極作用

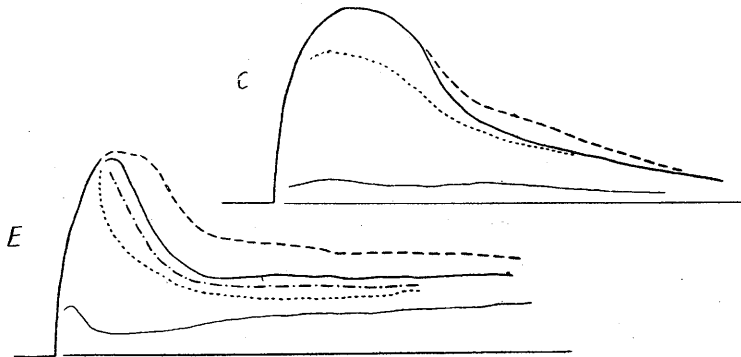
この作用は鈴木⁵⁾¹²⁾が予てより唱道しているいわゆる通流電極第3作用であって、直流電圧を永く神経に通ずる際に、その陽極または陰極において起る作用である。これを見るために隔絶壁の両側に別の電極により 0.1V の電圧を通じ、あるいは通電して直ちに従前通りの疲労曲線を描き、あるいは通流 5 分後より同曲線を描いて実験した。

a. 陽極通流

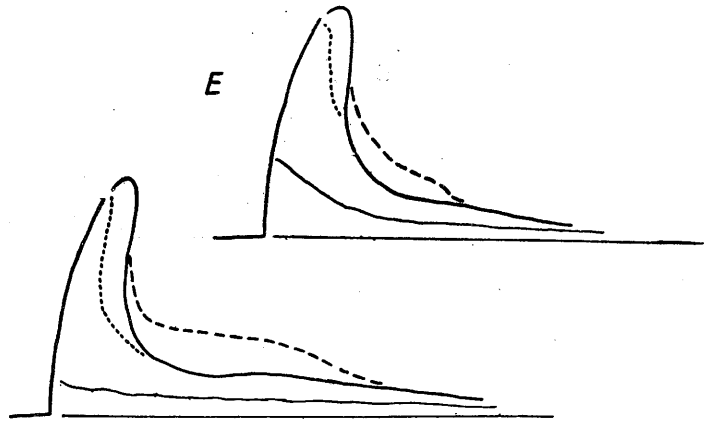
先ず通流とともに実験を開始した場合を見るに、対照に比しスパイク乃至攣縮が著しい。対照と同大の例もあるが対照にその小なる場合も試験例では著しい。また開放攣縮が著しく現われる。持続収縮は大体対照と不変かやや小の程度である。

通流後 5 分より実験を始めた例にては、やはりスパイク乃至攣縮が対照より大きく現われる。開放攣縮も現出する。持続収縮は対照に比し、より小、より大、不変の事あり、大体不変である。1 例を第 9 図に示す。

従ってこの変化は前条イオンに際し、 Ca^{++} の



第 9 図 通流陽極の 0.1V, 通流 5 分より実験開始の場合



第 10 図 通流陰極の 0.1V, 通流と同時に実験開始の場合

各濃度を掩った成績に比較すると、2~3/100 の濃度のそれに匹敵し、通流直後と 5 分後との開始例を比較すると、後者の方が影響大きく 3/100→2/100 の推移とも見られるが、元来この濃度辺りでは変化の程度に著変なく、移行も著しくはない。

b. 陰極通流

通流と共に実験を開始した場合は、スパイク乃至攣縮が対照例にないとき若干著しく現われる例もあるが、多くは対照に見るそれよりは小にして速かに減少する。また持続収縮は対照に比し大体不変かやや小である。1 例を第 10 図に掲げる。

通流 5 分後より実験した例においてはスパイク乃至攣縮は殆ど現われず、持続収縮も小であって、対照の 1/2 内外の例もあるが多くは 1/4 以下である。

従ってこれらの変化は前条 Ca^{++} の 50/100 前後の成績に匹敵し、通流直後開始例は 30~50/100 間の濃度の成績に相当、又 5 分後開始例は 50/100 以上のそれへの移行と見ることができる。

3. 浸透圧作用

高張および低張溶液の作用を見るため、Ringer 液中の NaCl 量を 2, 4 倍また 1/2, 1/4 ならし

めてC室に適用した。

a. 高浸透圧
2倍NaCl Ringer にてはスパイクや攣縮は全然出なくなり、持続収縮も小で

あって対照のその 1/2~1/3 であるが、漸減して極小の大きさに達するのは、両者にてほぼ同様の時間を要する。

4 倍においては持続収縮が対照の 1/4~1/5 に過ぎず、収縮回数10内外にして極小の大きさに達する。

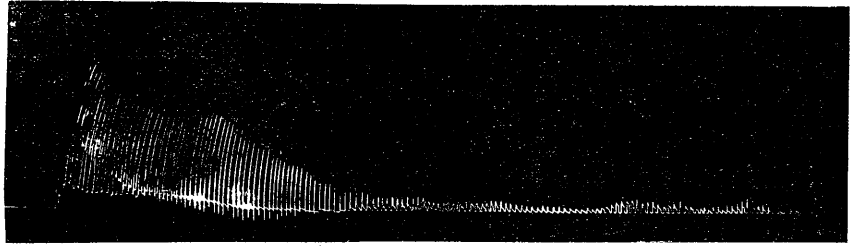
b. 低浸透圧
1/2 NaCl Ringer にては持続収縮がやはり対照のその 1/2~1/3 であるが、これにおいては閉鎖攣縮は現われている。その大きさは対照にて著しく現われるものの大きさよりは小であるが、対照でも小にしか現われぬ場合においてはそれと等しくまたはより大とさえいえる。持続収縮の著しき減少に比べ、この出現は注目すべきである。開放攣縮さえ見る例もある。

1/4 においては、小なる尖りを持った持続収縮の大きさが対照の10%内外に過ぎない。しかしこれがかなり長くその大きさを保って続くことは、4 倍の場合の急に小となって了うのと対比される。

C. 刺激法をやや変えた場合

鈴木及び佐藤³⁾ 及び中島⁴⁾ 等により筋を隔絶法にて刺激するとき、刺激陰極の浸る室中に横たわる筋は、直流の通じられている間持続する収縮を示すことが見られている。本実験にて上來見て来た疲労曲線の各収縮における持続収縮より、この種の持続収縮の影響を除くため、刺激法をやや改変し、第1図における隔絶箱の室Cの代りに室Bに刺激陰極を置き、他は前と同様に実験を行う。そしてイオン作用通、流作用の影響を見るためには、それぞれの作用を室Cに及ぼしてその影響を検した。

1. 正常状態



第11図 正常状態、但し刺激陰極を室Bに置く場合

前同様左右両脚より作製した標本の1をこのように装置し、他を従来通り室Cより刺激して対照とする。対照側にてはいずれも大体Aにて見た変化を示す（但しスパイクと持続収縮が最初から第2期的に分れる例が多い）に対し、試験例にては持続収縮が速かに減少し、攣縮が著しいのが目立つ（第11図）。最初の数回はいわゆる第1期スパイクと同持続収縮の如き形を示す例もあるが、多くは初めからスパイクと持続収縮が分れ、数回後から持続収縮ははっきりと角をなしてスパイクと区別される。従って持続収縮の包絡線は極めて明瞭に見える。そしてそれは対照に比して極めて速かにほぼ指数函数的に下降し、10~15回の収縮にて極小の大きさに達する。その頃は対照では第1期持続収縮が漸く小となり、第2期持続収縮が攣縮との分離し始めたときに相当する。その後各収縮の主部は閉鎖攣縮が占めるのであって、最初は漸減少くて包絡線がプラトー的となり、その後漸次減少して、対照例にて攣縮の漸く消失する頃と時期を一致して極小となる。これらのスパイクは最初は尖端附近でも一定の幅を見るが、対照にて真の第2期攣縮分化する頃から尖端は細き1本の線をなし、下部で細き幅を見る。また開放攣縮も現われ易い。

2. イオン作用、通流作用の影響

K⁺ にては KCl 3/100 の場合を見たが、この場合攣縮においても、持続収縮においてもほとんど対照と差異がない。例によって多少の差異を見るが、全体として見れば有意の差ではない。

Ca⁺⁺ にては CaCl₂ 1/100 の場合を見た。収縮は大体対照より著しい。攣縮はその大きさも対照よりやや大といい得るが、それよりも発現期

間がそれぞれの対照に比し永い。持続収縮には著差がないが、若干期間が永いと見得る。

陽極通流にては0.5V、5分間通流後の影響を見た。攣縮は大体対照より大きく且発現期間は永い。持続収縮は著差がない。

陰極通流も0.5V、5分間通流後を見た。これでは収縮は全体に抑えられている。攣縮は全然出ていず、持続収縮は頂端鈍なる簡単な形をなし、その大きさも発現期間も対照におけるより1/3~1/2に過ぎない。

IV. 考 察

本実験の目的は緒言に述べられている如く、隔絶箱に於て直流電脈を以て相次いで刺激して得られるところの、陰極室内の筋のいわゆる疲労曲線をなす各収縮描線につき、そこに現われる各種の収縮の出現、変化、消失などの経過を分析するにある。この際いわゆる疲労の本質は問題にしない。筋を頻回刺激して収縮を繰返し行わせる時、順次に現われて来る各個の収縮の変化であって、従来漫然と疲労と呼ばれていた現象である。緒言にも述べた如く Scheminzy¹⁾ 一派は、筋を直接刺激して起る同現象に対し、陰極電極下の細胞限界膜透過性に対する刺激電流そのものの物理化学的作用より見て、真の疲労でない見解をとっている。本実験にては疲労が透過性変化かその本質の何なるかを問わず、液体電極にて筋を頻回直接刺激する際に、その陰極側の筋に連る筆挺子に現れる各種収縮を分析してその変化を追及せんとするものである。

この見地に立って観察するに、実験Aの下にて見る如く、正常状態において疲労曲線を形成する各収縮描線には、相次いで種々の収縮が現われて来るのである。即ち描線上に細き1線として表われる真の閉鎖攣縮の出現する前後に種々の持続収縮が現われる。先ずスパイクと第1期持続収縮であるが、スパイクそのものも持続収縮である。スパイクと第1期持続収縮はなだらかに移行することもあるが、分界明かに、または反動と共に分れることもある。閉鎖攣縮と第2期持続収縮とは通常明かに、または反動と

共に分れる。しかしこれらは第1と第2ばかりでなく、時に3つも4つも相次ぎ現われ来ることがあることはその際注意した通りである。これはいわゆる疲労の進行するに従い、筋線維が群をなして持続収縮を発現せしめ、一群が衰えると他群が現わすという様相を示すことが考えられる。そして最も著しく2群がそれを示すのである。

後に実験Cにて見た如く、刺激陰極を隔絶箱のC室よりB室に移すと、この持続収縮が極めて速かに減小することは、いわゆる持続収縮としての収縮描線を結果する収縮は、鈴木及び佐藤³⁾、中島⁴⁾等によって見られた、直流刺激における陰極側の筋における非伝導性持続収縮なることが知られる。即ち実験Cの方法においては、A、Bの方法にて第2期持続収縮が現われそれが発達してゆく頃以後の持続収縮は殆ど存在しないので、A、Bの方法における第2期持続収縮は、殆どC室内に陰極があったため、その筋部に発生した持続収縮であろう。実験Cの方法においても最初現われる持続収縮の大部はB室内の筋部の持続収縮で挺子が引かれるためであろう。尤も本実験にてはできるだけ多種の収縮を描記に表わさしめるため、隔絶は軽度にとめてあるので、いわゆる非伝導性収縮の隔絶を越えての非伝導も絶対とはいえず、また陰極がB室に存在しても、C室もA室に関して陰性を保つため、ここに持続収縮が一定程度発生すべく、必ずしもB室またはC室発生の持続収縮のみを云々する事は不可能であるであろうが、大体の量的優越をいい得ると考えられる。

実験Cの方法によれば、持続収縮の大部分が消失してから攣縮が永く残るので、攣縮の変化が詳細に跡づけられる。即ち最初からスパイクとして現れている尖鋭の収縮も、最初のうちは先端に一定の幅があるが、A、Bの方法において第2期持続収縮から攣縮が分離する時期に相当する頃から、Cの方法でも先端が1線をなして、真の攣縮なることを示すのである。そして勿論初めからのスパイクにはこれが含まれているのであってA-1及び2に述べた如く、最初

にも暫く現われることもある。そしてこれらは陰極側で発生し、且つ隔壁を経て伝導性である(鈴木及び佐藤³⁾)から実験A, Bは固よりCにおいても明瞭に描線に現われるのである。

実験A, BにてもCにても時に開放攣縮を見る。これは後に見るが如く環境条件によっても現われるが、対照例を全体から総覧するに、例によって現われ易い時と然らざるものとある。季節的には決定的なことは見られなかった。開放攣縮はいうまでもなく陽極側に発するものであるが、陰極側即ちC室の種々の環境変化にて発生が影響せられるのであるから、C室またはB室の隔絶端にて発生することも考えられる。

ともかくもかくの如き種々の収縮がいわゆる疲労曲線の進展につれ、一定の順序に従って発生し、それぞれ特殊の経過において変化し、消滅してゆくのである。いまこれに対し種々の環境条件の変化の影響を見んとして先ずイオンを見たのであった。イオンについては実験成績B-1-cにて小括した如く、教室にて従来神経及び筋の電気刺激強さ要素、傾き要素などに対して見られた、アルカリイオンとアルカリ土イオンの作用と大体一致する作用が見られた。即ちK⁺にてもCa²⁺にても本質的には同様な、高濃度低濃度とで方向相反する作用が見られ、その一方より他方に移る、いわゆる臨界濃度において両者に差異があるのである。収縮のどの種類に対しても低濃度が助長的に、高濃度が抑制的に作用するのであるが、スパイク乃至攣縮に対する作用と持続収縮に対する作用とでは、K⁺にあってはCa²⁺にあっては、その臨界濃度を異にするのである。開放攣縮に対しては大体収縮に対して助長的に作用する範囲において、やはり助長するかに見えるが、確実な関係を捕えることはできない。

この攣縮と持続収縮とに対して、作用の仕方が定量的に差異を示すは、一は閉鎖に際し隔壁端に生じて筋の全長に伝導される収縮であり、他は閉鎖の期間中筋の膜面に電圧が作用して営む持続的収縮であって、本態が異なるためである。その事を明かに示すは実験Cにおけるイオン作

用で、ここではK⁺, Ca²⁺各1の濃度を試みたのであるが、それを実験Bにおける同濃度の場合と比較すると、実験Cにては持続収縮が大部分存在しないため、実験Bでは、或いは持続収縮を著しく小(KCl 3/100), 又は著しく大(CaCl₂ 1/100)ならしめた作用が、実験Cでは殆ど影響がないことが見られている。これの場合見られている持続収縮は主としてB室内の筋部のそれであるのに、イオンはC室に作用しているからである。それに反して実験Bでは持続攣縮に掩われて余り明瞭に現われない攣縮に対する作用は、実験Cでは攣縮が明かに見えるためイオンによる影響がよく見られている。

次に通流電極第3作用を見たのであったが、この作用は本教室にて最も力を致して研究中的のものであり、神経筋等の電気刺激各要素その他の興奮態度につき、陰陽両極にて相反する、極めて顕著な作用を呈するものである。今実験してみると、イオン作用に就て本実験にてはCa²⁺において濃度の広い範囲が観察されたが、その互に相反する高低濃度の作用に於て、あたかも通流陽極 0.1Vの作用はCaCl₂ 2~3/100のそれに匹敵し、通流陰極 0.1Vの作用は30~50/100に匹敵することが見られた。前者が助長的で後者が抑制的である。これにおいても実験Cにより持続収縮の大部分を除却すれば、攣縮に対する作用がよく観察される。尤も陰極作用では攣縮は全然現われず、持続収縮に対する抑制作用のみ見られているが。

次に浸透圧作用を見た。浸透圧は等張に比して高張も低張も非生理的であることは明かで、鈴木³⁾の対立分類において低張がⅠの、そして高張がⅡの興奮態度群をもたらす分類群に数え込まれてるのは、岩瀬¹⁸⁾の観察した神経の一定数に対する作用に基づいたのであって、彼の所見においても基電流は、等張に比し高張でも低張でも上昇している。浜中¹¹⁾も筋の攣縮高は高張でも低張でも、等張に比し減少するを見ている。本実験にても高張でも低張でも収縮には抑制的であり、異常浸透圧の程度大なるほど著しい。ただ低張の方が高張よりも攣縮の出現、

持続収縮の期間等にやや好調的なを見る。

かくして浸透圧については除き、イオン作用と通流電極作用については、鈴木のと立分類に相当する環境条件の作用を、いわゆる疲労進行に当って現われる筋の各種収縮について認めることができ、しかもその各種の収縮については、夫々特殊なる作用を検討することができたのである。

稿を終るに臨み、懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師鈴木正夫教授に深甚の感謝を捧げる。

文 献

- 1) Scheminzy, F. u. F. Scheminzy (1930) Preimeabilität u. Ermüdüg, II. Mtit; Pflügers Arch. 225, 145 なお ditto 223, 409 (1929) - 225, 265 (1930) 参照
- 2) 矢作善一郎 (1951) Scheminzy 転換効果並びに直流通流及び温度のこれに及ぼす影響 日本生理誌 13, 263
- 3) 鈴木正夫・佐藤寛之 (1944) 隔絶電極に於ける刺激に就て 日本生理誌 9, 798
- 4) 中島 猛 (1953) 筋の伝導性及び非伝導性収縮に

就て 日本生理誌 15, 203

- 5) 鈴木正夫 (1948) 環境条件と生体興奮態度 日新医学 35, 192
- 6) 呉 寿典 (1946) 神経の電気刺激強まり要素に対するイオンの作用 (第1報) アルカリ金属イオンに就て 日本生理誌 10, 61
- 7) 呉 寿典・鈴木正夫 (1946) 神経の電気刺激強まり要素に対するイオンの作用 (第2報) アルカリ土金属イオンに就て 日本生理誌 10, 68
- 8) 石井恒夫 (1942) 蛙縫匠筋の電流刺激に於ける強まり要素に対するイオンの影響 日本生理誌 7, 1
- 9) 鈴木正夫・石井恒夫 (1944) 蛙筋隔絶刺激に於ける強き要素及び強まり要素のイオンに依る変化に就て 日本生理誌 9, 573
- 10) 猪俣 広 (1949) 蛙筋の強まり要素に対するイオンの作用の知見補遺及び通流電極作用とイオン作用との拮抗 日本生理誌 11, 169
- 11) 浜中健夫 (1954) 筋攣縮に対する直流通流第3作用と各種環境条件変化のそれに及ぼす影響 日本生理誌 16, 688
- 12) 鈴木正夫 (1951) 電気的刺激作用 生理学講座 II-1-B なお日本生理誌 17, 223 (1955)
- 13) 岩瀬 昇 (1948) 蛙神経の電気刺激強まり要素に対する環境溶液 pH 及び滲透圧の影響 日本生理誌 11, 1

Resumo

Kiam oni stimulas muskolon kun intervalo de 1~2 sekundoj, alteco de kontraktoj montras komence iom da pligrandigo kaj poste pli kaj pli malgrandigas, kaj irado de ŝanĝoj de tiuj kontrakaj altecoj estas nomata muskola laciĝo. Kiam la muskolo kuŝas en katodoflanka ĉambro de apartiganta metodo (Suzuki k. Satō, 1944) kaj rektangulaj kurentopulsoj estas uzataj por stimulado, multespecaj kontraktoj sin aperas kaj montras specifajn iradojn de altecaj ŝanĝoj dum irado de l' muskollaciĝo. Mi persekutis iliajn ŝanĝojn per stimulado de 1 sek. daŭrantaj pulsoj de frekvenco 36/min., kaj observis influojn sur ili de kelke da ĉirkaŭaj kondiĉoj.

En normala stato (Fig. 2~4) aperas kaj ŝanĝas sian altecon fermaĵoj tikadoj (envelopa kurbo per interrompita linio en 2b k. 4b), primariaj daŭrantaj kontraktoj (tiu per punktita linio), pintoj kaj sekundariaj d. k. (tiu per kontinua linio) kaj malfermaj tikadoj (tiu per punkto-kaj-streketo-linio) laŭ progreso de muskola laciĝo, ĉiuj el kiuj ŝanĝiĝas laŭ iradoj tute sendependaj unuj de aliaj.

En efikoj de ionejoj sur tiaj kontraktoj (KCl ...Fig. 5, 6; $CaCl_2$...7, 8), oni vidas, kiel ĉe Ishii (1942), Kure k. Suzuki (1946) kaj Inomata (1949), efikon en la sama maniero ĉe mabau ionejoj, nome pligrandigan ĉe malalta koncentro kaj malgrandigan ĉe alta konc., tamen kun malsama transira konc. de l' unua efiko al la lasta. Ankaŭ sin trovas malsameco inter la transira konc. por pintoj kaj tikoj kaj tiu por la d. k. Ĉe l' influoj de la tria efiko de elektra trafluigado, oni vidas ĉe anodo de 0.1V (Fig. 9) similan efikon kiel $CaCl_2$ 2~3/100 kaj ĉe katodo (Fig. 10) kiel tiu 30~50/100. Ĉe l' efikoj de osmoza premo oni ne povis trovi male direktitajn influojn inter hiper-kaj hipotonusaj solvaĵoj. Tiaj trovaĵoj pri efikoj de ĉirkaŭaj kondiĉoj koincidas enĝenerale al iliaj klasifikado de Suzuki (1948) en ambaŭ sinkontraŭantaj grupoj.

Kiam la stimulata elektrodo estas metata en la ĉambro B (Fig. 1) anstataŭ en C, la daŭrantaj kontraktoj fariĝas tre malnotindaj (Fig. 11) kaj ankaŭ iliaj ŝanĝiĝoj pro ĉirkaŭaj kondiĉoj, pro kio ilia sendependeco de pintoj kaj tikoj povas esti unupartite klarigebla.

(Unua Sekcio de Fiziologia Instituto, Medicina Fakultato, Tiba Universitato)

呼吸機構に関する研究 612. 217.1: 612. 743

(その3) 電撃痙攣前後の呼吸型と横隔膜筋電図との関係について

Studies on the Respiratory Mechanism

III. Relation between the Respiratory Patterns and
the Electromyograms of Diaphragm before and after the Electric Convulsion.

竹谷 政 男 (TAKETANI-Masao) *

I. 緒 言

従来呼吸型としては eupnea, panting, sighing (gasping) の3型および異常リズムとしては Cheyne-Stokes 呼吸, Biot 呼吸, 持続性吸息 apneusis (inspiratory breath holding or spasm) 等が注意された。しかもこれ等の呼吸型発生の基礎構造は主として橋及び延髄にあり, 上位中枢からの影響によって抑制又は促進される事が多数の研究者により明かにされた^{1)~11)}。大脳切断実験に於ては中脳切断までは自発性呼吸が殆んど変化しないが, それ以下の切断によって著明に変化する事が特に Lumsden⁷⁾ によって注目されてより, 刺戟及び破壊実験から呼吸に関係する中枢としては, 橋以下に於て pneumotaxic center, apneustic center および respiratory (inspiratory & expiratory) center^{12)~25)} の解剖学的或いは機能的局在に関する研究が内外諸家によって発表された。然し乍らこの種の実験に於ては中枢と考えられる細胞群が刺戟又は破壊されることによるのか, それ等の細胞群は別にあるに於てそれに関係する遠心性或いは求心性線維が刺戟又は破壊された結果かの決定が不明確なため, 諸家の考えは必ずしも一致しないのであると考えられる。特に脳幹に存在する呼吸機構は機能的局在は予想されるのであるが, その解剖学的局在を決定することは micro-method が利用されていない現状では不可能であると想像されるのである。著者は頭部電撃による痙攣には機能的除脳作用があることに注目し, 痙攣直前直後の呼吸様相を分類整理する事によって,

文献的に知られている橋, 中脳以下に存在する呼吸中枢と皮質, 間脳 (主に視床), 視床下部及び中脳にある機能的局在との関係を明らかにせんとして次の実験を行った。

II. 実験方法

2kg 内外の家兎を使用し, 無麻酔のまま気管カニューレを挿入, これにつないだタンブールの膜面に貼った小鏡の動きによって呼吸運動に伴う肺内圧の変化 (pneumotachogram) を撮影した。同時に主及び補助呼吸筋 (横隔膜, 外肋間筋, 肋軟骨間筋, 大胸筋, 直腹筋) 或いは四肢筋の筋電図を記録した。筋電図は同心電極または尖端のみを露出して他を絶縁した針型電極を以て誘導し, 当教室で従来から用いている方法²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾で増幅した。頭部電撃は両側頭部より針状電極を硬脳膜上に刺入し, 低電圧持続通電 (5~7V), 漸増持続通電 (0→10~12V, 但し電気麻酔経過をとったものは別に述べる) 又は30~40V, 1秒通電により痙攣を誘発した。脳切断実験は両側総頸動脈結紮後頭蓋骨を開き, 窠形消息子で両側皮質切除, 前除脳 (視床後端で視神経交叉点まで切断する。その目的は自律中枢と考えられている視床下部を残すことにある) 及び除脳 (古典的な四丘体中央より橋の前部に到る除脳硬直法で最高自律中枢の切断を目的とする) した。本実験では全て迷走神経は健常であった。

III. 実験成績

1. 痙攣前期の呼吸型

低電圧又は漸増持続通電法によって痙攣前期

* 大阪大学医学部第2生理学教室

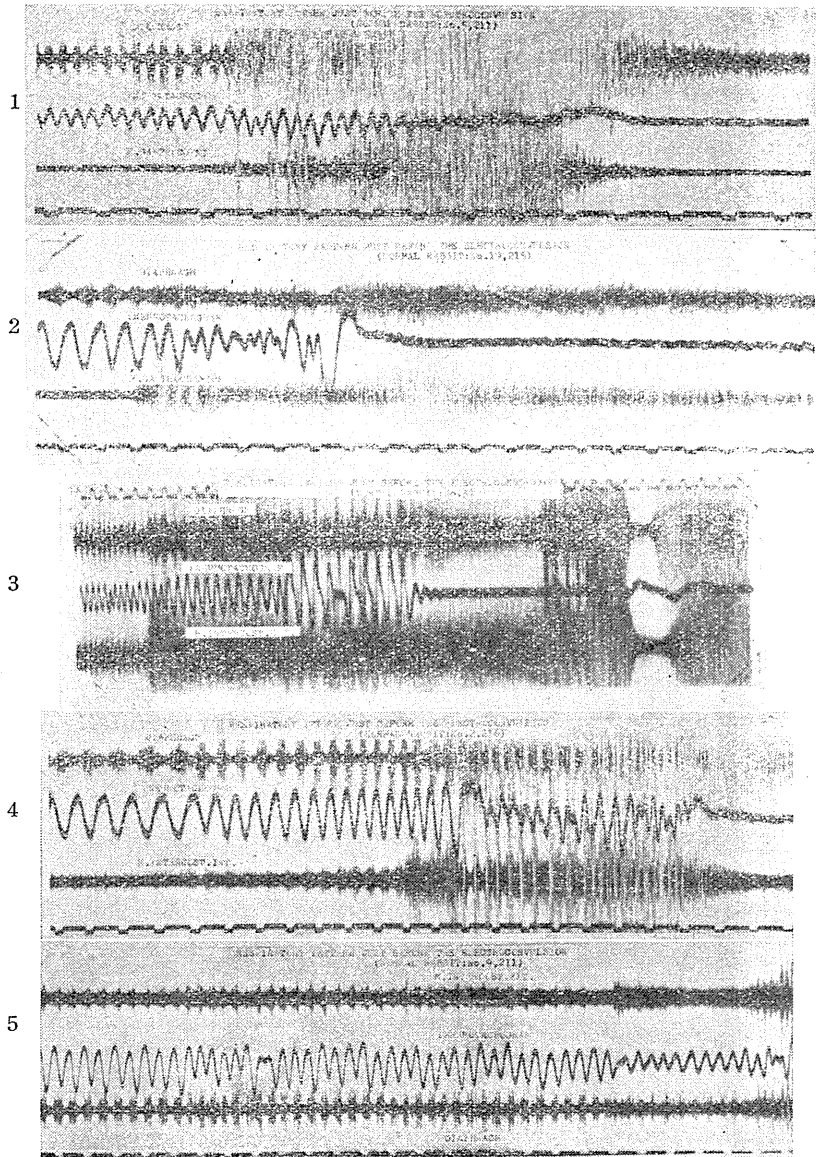
の呼吸型を知ることが出来るので、この際の横隔膜筋電図を呼吸曲線と同時記録した。横隔膜筋電図では吸息放電 (吸息期に現れる)、間挿放電 (呼息期に現われる) に分れて観察した。

A. 正常動物 (第1図及び第1表)

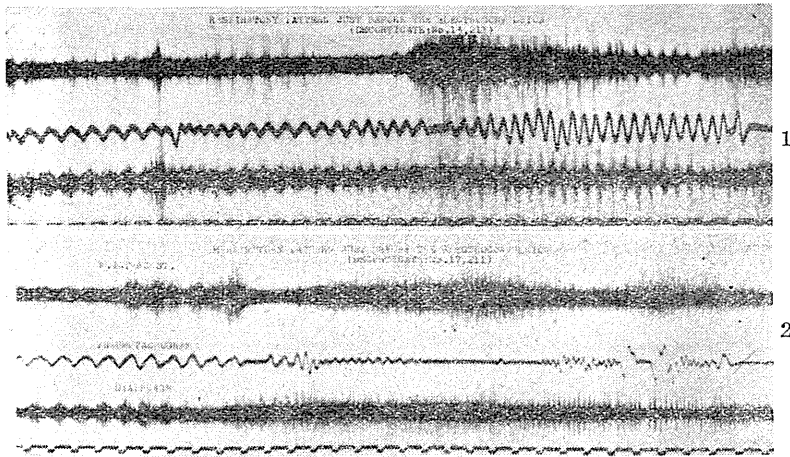
正常家兎に於いては低閾要素の刺激によって現われる横隔膜筋電図の変化として挙げられるものは、(1) 正常呼吸リズムが増加し、吸息放電の持続時間が短縮し、その振幅は増大する。

且つ吸息放電の burst の前半と後半に現われる所の振幅の漸増漸減は不著明となり、呼息相に出現する所の間挿性放電の抑制が見られ、又 (2) 呼吸リズムの抑制、吸息放電の持続延長、振幅増大、各 burst の前半後半に現われる所の漸増漸減の消失 (痙攣に至る迄の各呼吸型に於いてこの漸増漸減の消失が認められる) が現われる。更に高閾の要素の刺激によって (3) 呼吸リズムの促進と共に吸息性放電の持続延長、振幅増大、間挿放電の増加等、促進性の大吸息放電が現れる。次に (4) 間挿性放電が増大するが、吸息放電の持続及び振幅がかえて減少し、且つ呼吸リズムは不変又は減少し、そのため呼吸型は持続性吸息の様相を帯びて現われ、(5) 持続性放電の傾向に加うるに速リズムの過大吸息放電が現

われる。この時期は教室の橋野の研究に見る如く肢筋における P 型 (痙攣前期) 筋電図²⁷⁾²⁸⁾が現われる時期に相当する。然して肢筋に T 型 (強直期) が現われる時と同様にその直前に (6) 横隔膜の筋放電が一時的に抑制される時期があり、それにつづいて (7) 横隔膜の持続性吸息放電または吸息性呼吸停止に入る。この肢筋の T 型に相当する筋放電は肢筋のそれよりも少々先に現れる。



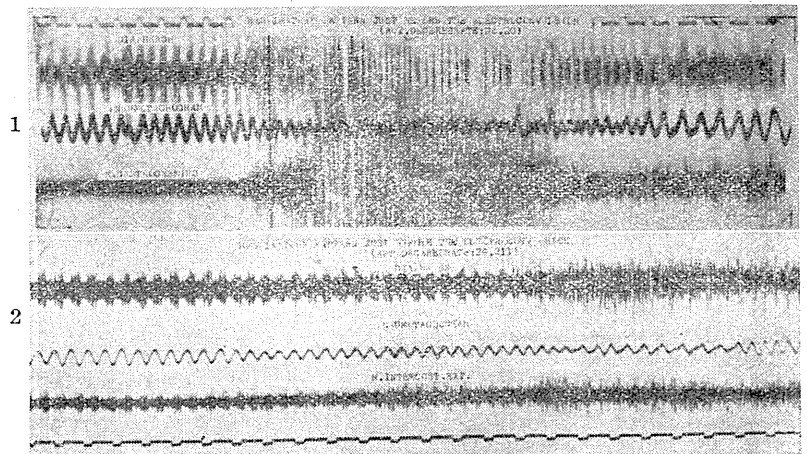
第1図 正常動物の痙攣前期の呼吸型



第2図 除皮質動物の痙攣前期の呼吸型

B. 除皮質動物（第2図及び第1表）

皮質切除直後の家兎の安静呼吸は正常動物に比べると、吸息相の後半が漸減しないで突然呼息相に移る様相が見られることがある。この点は迷走神経切断動物とも類似している。而もその後正常動物の如き漸増漸減のある正常呼吸型に恢復する点も迷走神経切断動物のそれに類似する。正常呼吸に恢復した動物で実験すれば前述の低閾要素による呼吸の抑制現象(1)及び(2)を認めない点において正常動物とは異なるが、それ以外は全く同じ経過をとり、即ち(3)呼吸リズムの促進、吸息放電の持続、振幅の増大及び間挿放電の増加による持続性吸息の傾向、また(4)一時的な呼吸リズムと吸息放電の抑制を認める点も前者と同様であり、さらに肢筋のP型に相当する時期に(5)速リズムの大吸息放電をも認める。その後(6)に相当する時期を



第3図 前除脳動物の痙攣前期の呼吸型

第1表 痙攣前期の呼吸型

正 常 動 物	除皮質動物	前 除 脳 動 物	除 脳 動 物
リズム増加吸息放電の持続短縮、振幅増大(漸増漸減不著明)間挿放電の抑制	(-)	(-)	(-)
リズム減少、吸息放電の持続延長、振幅増大漸増(漸減消失、以下同じ)間挿放電稍増加	(-)	(-)	(-)
リズムの増加、吸息放電の持続延長、振幅増大間挿放電の増加	(+)	(-)	(-)
リズム不変又は減少、吸息放電の持続及び振幅の減少、間挿放電の増加	(+)	リズム正常、吸息放電の振幅増大持続は不変(漸増漸減なし)間挿放電増加	リズム抑制又はアリトミー、吸息放電の持続振幅減少(漸増漸減なし)間挿放電増加
リズムの促進、吸息放電の持続振幅の増大、間挿放電の増加	(+)	リズム減少、吸息放電の持続、振幅増大間挿放電増加	吸息放電の間隔延長(呼息停止傾向)
筋放電の一時的抑制	(-)	(-)	(-)
持続性吸息	(+)	(+)	(+)

認めることなく、引続き(7)の吸息性呼吸停止に入る。

C. 前除脳動物（第3図及び第1表）

視床の後部で視床下部を残す如く除脳した家兎の痙攣前期の呼吸の様相から除皮質動物と異なる点は(4)の呼吸型に相当する型が(呼吸リズムの不変、吸息放電の持続の不変、振幅

の増大(漸増漸減なし)及び間挿放電の増加)に変化しており、(5)の hyperpnea 型呼吸が現れるが、(5)の促進リズムとは異り呼吸リズムは減少している点は前2項の実験動物と異なる(6)の筋放電の一時的抑制と認めない点は除皮質動物と同様であり、引続き直ちに(7)の持続性呼吸型となる。

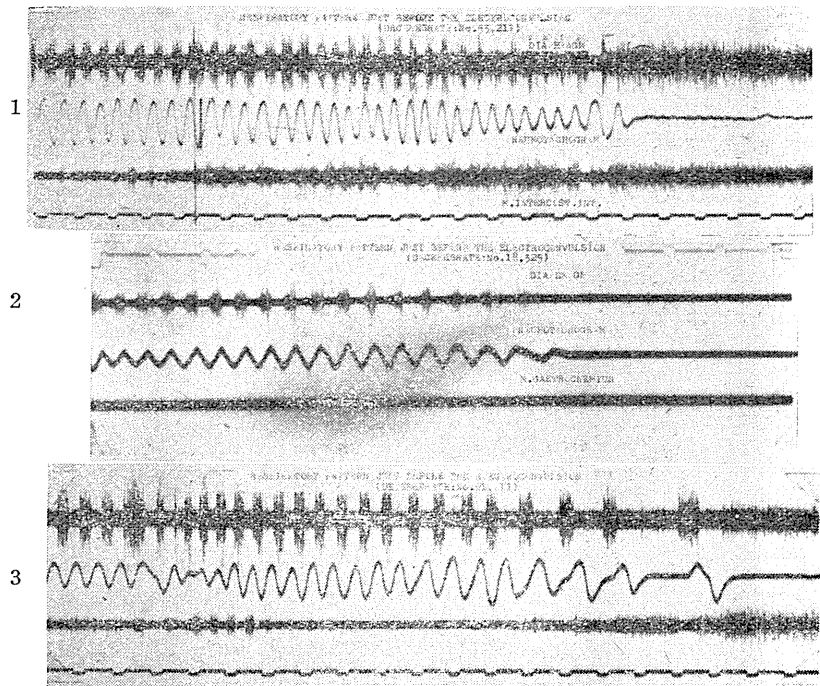
D. 除脳動物(第4図及び第1表)

古典的除脳硬直法によって除脳したる家兎においては、実験Cの前除脳動物と異なる点は低電圧通電によって(4)に相当する所が呼吸リズムの抑制又はアリトミー、吸息放電の持続及び振幅の減少と間挿放電の増加が現われ、(5)に対応する呼吸型なくして、(6)の抑制期に相当する所では吸息放電の間隔の延長によって呼吸性呼吸停止状態になる。

2. 痙攣直後の呼吸型

A. 正常動物(第5図及び第2表)

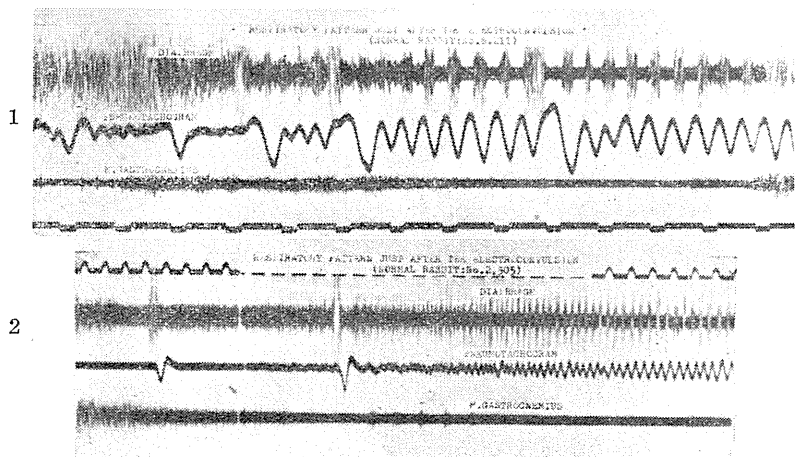
頭部電撃によって正常家兎に強直状痙攣を誘発すると、強直期は全身筋が強直状になる故、横隔膜も吸息位のままりズム運動を停止し、その後四肢筋が間代期に入るとともに呼吸は再開する。この際の横隔膜筋電図を移行期促進期及び正常期の3期に分けて述べる。



第4図 除脳動物の痙攣前期の呼吸型

1) 移行期

強直性痙攣中横隔膜も亦当然強直性収縮を示すが、肢筋のそれに比較すれば前者は肢筋より先に強直状となり、肢筋が間代期に入った後に、即ちそれよりも遅れて強直状態から脱する。横隔膜の強直性収縮は上述の持続性吸息または吸索性無呼吸と呼ばれる状態であり、この状態から正常呼吸に恢復する経過は次のごとくである。



第5図 正常動物の痙攣直後の呼吸型

(i) 1-A-(7) の持続性吸息放電の漸減の途中に促進リズムの大吸息放電が出現し、以後は後述の種々なる型の呼吸型式をとる場合及び (ii) 1-A-(7) の持続性放電が一度終息した後に前同様の吸息性放電が現れる場合の2型がある。

この様な吸息放電の出現と共に肺内圧変化が現れるが、例外的には横隔膜に明かに吸息性放電と思われるリズム性放電が未だ出現しない以前に於て pneumotachogram の動揺が現れる場合がある。

a) 痙攣後最初の吸息運動は多くは持続性放電の漸減経過中に、それよりも大振幅の吸息性放電群が出現した時に現れる。この大吸息放電は大きな筋収縮を意味するが、持続性吸息に続いているから肺内圧の変化は必ずしも著明ではない。しかもこの大吸息放電は正常呼吸リズムよりも遅いリズムで引続き現れるが、そのリズムは次第に速くなって正常リズム又はそれ以上となり、他方では間挿放電の振幅は漸次減少するから、pneumotachogram は促進リズムの急峻な形をとり、吸息放電と間挿放電との振幅の差が大きい程、pneumotachogram の振幅は大となる。それ故 1-A-(5) に対応する促進リズム性大吸息放電を示す。

b) 電撃後の第1回呼吸は持続性吸息放電が消滅した後に促進リズムの持続及び振幅の小さな小吸息放電が現れ、間挿放電を伴う事がある。

c) このような吸息放電は徐々にそのリズムを遅くし、放電持続時間とその振幅を大きくして、次第に正常呼吸に近づく。またそれとは無関係な遅いリズムの sighing 型吸息放電が独立に現われ、後者は徐々にリズムを促進して次第に正常呼吸化する。それ故正常呼吸型の吸息放

電が panting 型の吸息放電から移行したのか sighing 型のそれから移行したのか区別は出来ない。要するに横隔膜の呼吸活動の再開は sighing 型の大吸息放電の遅いリズムが恢復すると共に吸息放電が正常化するのか、又はそれとは独立に panting 型の小吸息放電の速いリズムが恢復し吸息放電も持続、振幅を増加して、正常呼吸に移行するのである。この際大吸息放電と小吸息放電とは夫々独立に違ったリズムで現われ、しかも持続性吸息放電とも独立（肢筋の間代性痙攣は強直性痙攣が中断された如き感を与えるが、横隔膜のリズム活動は持続性収縮の減衰の経過中に現れる）に出現するものである。

2) 促進期

移行期の呼吸は2つのリズム源から正常リズムに移ると共に吸息放電も亦変化したものであるが、この時期は正常リズムが支配的で且つやや促進リズムであり、しかもどの吸息放電群を見ても正常吸息放電に見る如き漸増漸減を極度に少くしており、その持続は短縮し、振幅は大きくなり、間挿放電は消失し、それ故吸息呼息の両相が確然と区別され、呼吸曲線も亦それ故振幅が大きい運動を現わすのが特徴である。

3) 正常期

この時期では呼吸は全く電撃前の状態に戻る。即ち呼吸リズムは正常リズムであり、吸息期の前半は次第にその活動単位数を増加し、後

第2表 痙攣直後の呼吸型

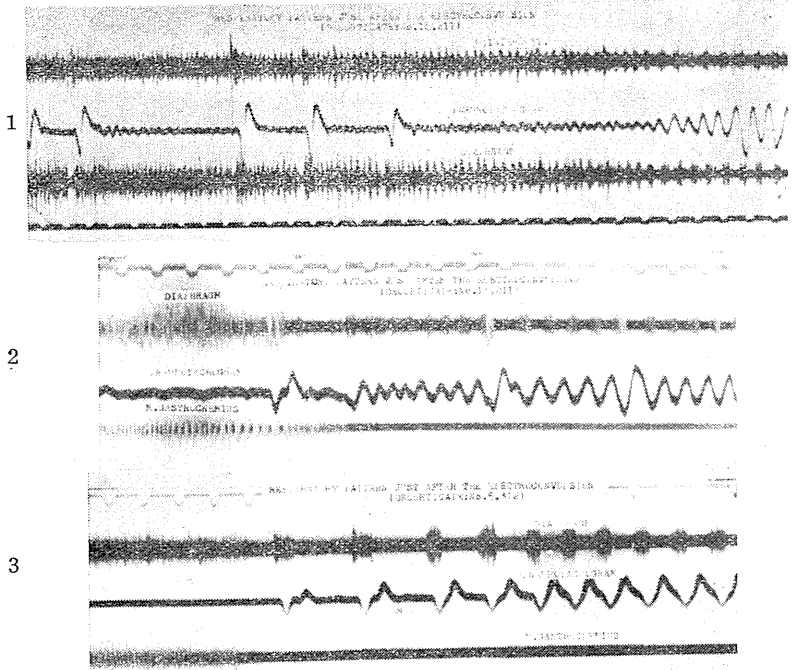
	正 常 動 物	除 皮 質 動 物	前 除 脳 動 物	除 脳 動 物
強直性痙攣	Apneusis	(+)	(+)	(+)
	Hyperpnea	(-)	(-)	(-)
移行期	速リズムの Eupnea (吸息放電の持続、振幅の減少) 間挿放電の増加	速リズムの Eupnea (吸息放電の持続短く、振幅大)	Apneusis (又は間挿放電の増加) と Sighing 放電との混在	速リズム又は遅いリズムの振幅の大きい吸息放電
促進期	Sighing と Eupnea 又は Panting との混在	Sighing の時期は短かい		
正常期	速リズムの Eupnea (吸息放電の持続短縮、振幅増大) 間挿放電なし	(この時期短かし)	(この時期短かし)	(この時期短かし)
	吸息放電の漸増 漸減、間挿放電	(リズム減少)	(リズム減少)	(リズム減少)

半はそれを減少して呼吸相に入り，漸増漸減が明瞭である．間挿放電も認められる．それ故に呼吸曲線は滑かな形で現れる．

B. 除皮質動物(第6図及び第2表)

除皮質動物の電撃痙攣後の呼吸恢復は移行期において正常動物の場合と異なる．即ち横隔膜の強直性収縮(持続性吸息)の途中から遅リズムの大吸息放電を以て呼吸が開始する型は正常動物のそれと異なるが，持続性吸息放電の停止後速リズム

の小吸息放電の出現は不著明で，持続短かく振幅大なる吸息放電から移行し，sighing 型の吸



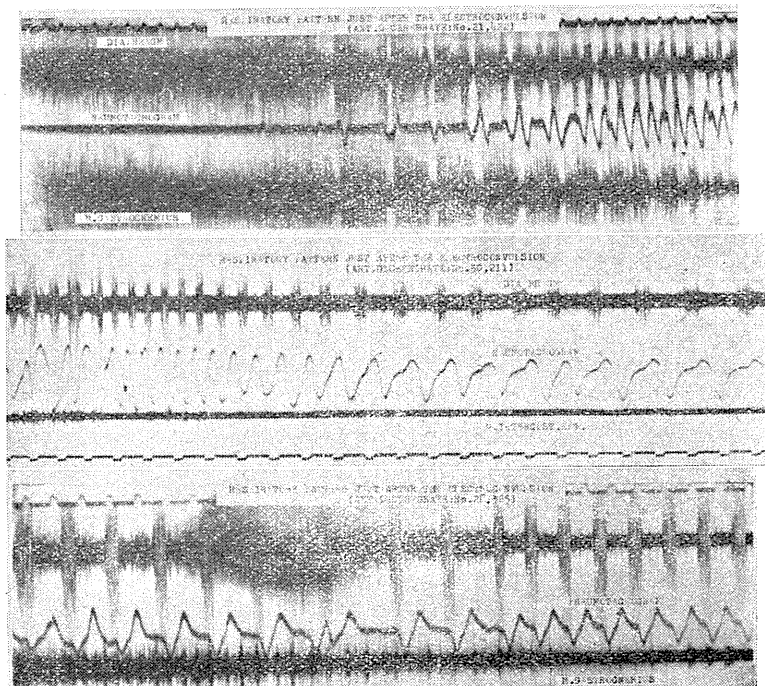
第6図 除皮質動物の痙攣直後の呼吸型

息放電が出現する時も，その時期が短い点が正常動物の場合と異なるのである．然して促進期

は正常動物と同様の呼吸型であるが，極めて短く経過し，速かに正常呼吸型となる．然して除皮質動物が正常呼吸期に入った時は呼吸リズムは正常動物のそれに比べると減少している．

C. 前除脳動物(第7図及び第2表)

視床の後方で視床下部を残す如く除脳した家兎に於て，頭部電撃により強直性痙攣を誘発した後の呼吸恢復経過は次の如くである．移行期は除皮質動物と同様に持続性吸息放電に大吸息放電が参加し



第7図 前除脳動物の痙攣直後の呼吸型

遅い呼吸リズムが現れるが、持続性吸息放電及び遅リズムの大吸息放電は長く続き、apneusisと sighing とが混在する如き感があり、或いは sighing 型の吸息放電に著明な間挿放電を伴うた如き型となって現れる。然してそれが漸減すると共に正常期に入るが、この正常呼吸も亦除皮質動物と同様少々遅いリズムである。又促進期が短いことも除皮質動物と似る。

D. 除脳動物 (第8図及び第2表)

古典的除脳強直法によって手術した除脳家兎の頭部電撃後の呼吸回復は次の2型を認めることが出来た。即ち1つは電撃後の持続性吸息が終った後、遅リズムの sighing 性吸息放電が始まり、遅リズムより正常リズムとなると共に吸息放電も亦正常吸息放電に移行する型であり、他は速リズムの振幅の大きな吸息放電から正常化する型である。然も何れか1つの型をとって回復するのであり、正常動物に見た如き両リズム源が独立に活動することはない。正常動物のリズムは減少している。

3. 補助呼吸筋の態度

以上の所見は電撃後の横隔膜の態度について

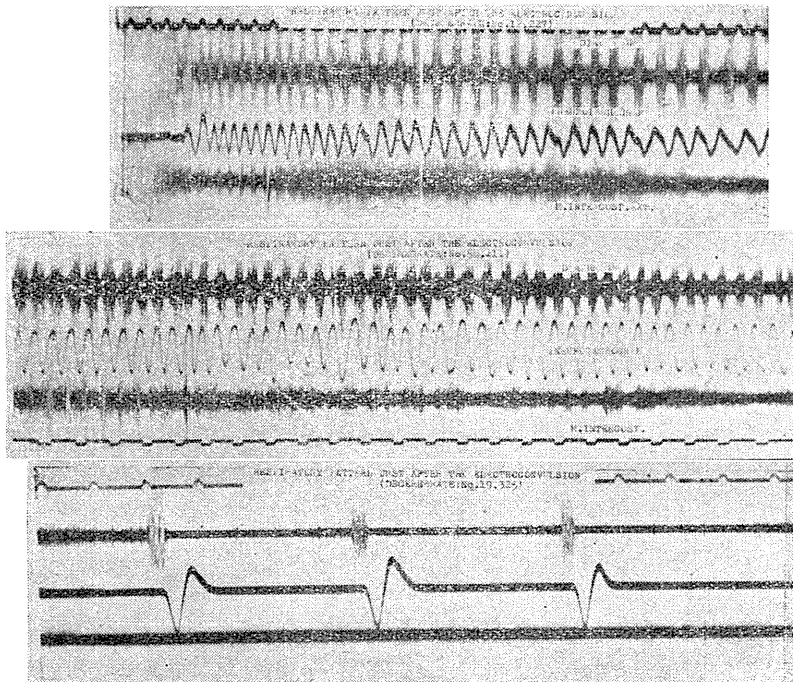
であるが、補助呼吸筋の態度はそれとは別個の様相を示す。

1) 外肋間筋は電撃後の促進呼吸期に於ては横隔膜の吸息相と同期するが、それ迄の態度に於ては横隔膜とは全く異り、寧ろ肢筋のそれに近い。即ち強直性収縮(持続性吸息)は横隔膜より先に終って、リズムをもった放電活動即ち群化傾向(間代性運動)を示すが、横隔膜の呼吸活動の如くに明瞭でない。但し促進期には外肋間筋にも横隔膜のそれと同期した群化を認める。

2) 補助呼吸筋である肋軟骨間筋も特別な態度を示す。即ちその強直性収縮は横隔膜のそれよりも速かに終り、次いで現れる橋野の所謂 C₀ 筋電図に似た間代性収縮は外肋間筋のそれと同期する。そして横隔膜の呼吸性リズムが現れると、初めの間は横隔膜と同期活動を示す事は外肋間筋と同様であるが、後には横隔膜の放電群と交代性に現れる。即ち吸息筋との間に相互制止機構が恢復する。併もその交代活動の出現は暫時認められるのみであって遂に消失する。

3) 直腹筋もまた補助呼吸筋であるが、本実

験条件では暫々橋野の R 型様の自発性放電が認められる。そして電撃後は肢筋と同様に橋野の記載せるごとき electrical silence と T 型筋電図を示し、それに続いて稀には C 型筋電図を示す事があり、その後呼吸が恢復する時期には一時直腹筋の電気活動は消失する。その後1~2分より R 型筋電図が現れる。即ち直腹筋の R 型は促進呼吸中は現れず、安静呼吸に戻った後に現れるの



第8図 除脳動物の痙攣直後の呼吸型

である。

4) 大胸筋の態度も直腹筋と同様であるが、痙攣後のR型の出現はそれよりも少々先に現れる。即ち電撃後1分以内(多くは30~40秒)でR型放電を認め、安静時と雖も持続性放電を現している。

IV. 考 察

A. 呼吸型の種類

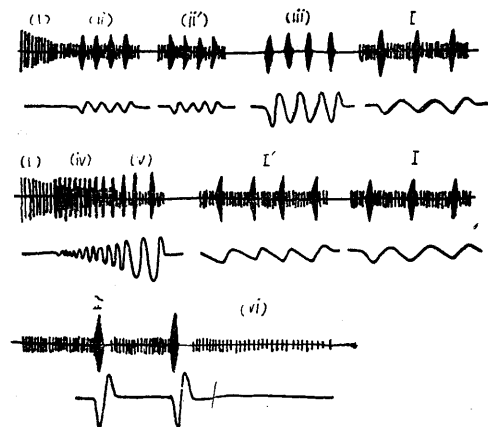
痙攣前後の家兎の呼吸型を筋電図及び呼吸曲線から観察すると第3表の諸型に分類出来る。横隔膜筋電図から見た呼吸は従来の呼吸曲線からの分類に比べてより精細であることは図から明瞭である。殊に panting 及び hyperpnea は筋電図から見ると2種類に区別されることは注目すべき点である。

B. 延髄呼吸中枢と大脳との関係

Lumsden, Pitts, Ranson & Magoun, Hoff, 福

第3表 呼吸の基本型と混合型

基本型	混合型: —
I. eupnea (I': eupneaの漸減のみ)	(i) 持続性吸息放電(吸息性呼吸停止) (ii) 速リズムの小吸息放電(Panting) 間插放電あり(呼吸曲線は小)
II. gasping	(ii') eupneaの漸減のみ (iii) 速リズムの eupnea (panting) 間插放電なし(呼吸曲線は大)
	(iv) 速リズムの大吸息(hyperpnea) 間插放電大(呼吸曲線は小)
	(v) 速リズムの大吸息(hyperpnea) 間插放電小(呼吸曲線は大)
	(vi) 吸息放電なし、間插性放電のみ (呼息性の呼吸停止)



原等によって明らかにされている所の橋及び延髄にある呼吸中枢と皮質、間脳(主として視床)及び中脳上位(視床下部及び中脳を含む)との機能的交渉は本論文の主な研究目標であるので茲では少々詳細に考察する。呼吸中枢に関しては Monnier¹⁴⁾ は延髄網様体の腹側部位に吸息効果を、その背側部位に呼息効果を生じる中枢があると考え、Pitts²⁵⁾ 等はオリブ核の頭側4/5を被う網様体の腹内側部に吸息効果を、その頭背側部に呼息効果を生じる中枢の局在を刺戟及び切断実験によって証明し且つこの限局された領域の呼吸活動は求心性又は遠心性線維の刺戟によって生じるのではなく、ジナプス的に密接に関係あるノイロン領野の刺戟によるのであり、刺戟強度及び頻度を変える事によって単に量的にのみ変更される反応である事を述べている。然してこの領域の吻側及び尾側の限界は Gesell, Bricker & Magee³²⁾ (1936) が犬の呼吸中枢として決定したものと一致している。又下行路は Rothmann³³⁾³⁴⁾ (1902) や Allen³⁵⁾ (1927)

が指摘した如く脊髄前索及び側索腹部を通過している。然して橋にある呼吸調節中枢及び迷走神経の作用をうけつつ2つの中枢が交互に興奮して正常呼吸を営むという。Woldring & Dirken¹⁷⁾ は更に詳細に腹内側にある呼吸中枢は迷走神経の延髄に入る所で網様質の中に存在し、背外側にある呼吸中枢は側方は三叉神経脊髄核の根部と連絡し、

内側は孤束路と平行し、連絡路を有すると述べている。Beaton & Magoun²⁹⁾, Amoroso, Bell & Rosenberg³⁰⁾, 等も Pitts 等の説を支持している。尙これらの呼吸中枢が多分人に於いても適用されようと考えられるのは Finley³⁶⁾ (1931) が下オリブ核にある延髄網様体の損傷によって神経性呼吸不全を生じた2例の報告がある。Baker 等³⁷⁾ (1950) も Poliomyelitis の患者に於いて呼吸中枢が腹外側延髄網様体の小細胞群に局在していること、この部は迷走神経の下行路と下オリブ核との間にある一対の中枢をなしていることを認めた。但し彼等は呼息及び吸息

中枢を区別し得なかった。これに反し Wyss & Croisier¹⁶⁾ は Pitts 等の吸息中枢と呼息中枢との位置を逆に考えており、Brookhart¹⁵⁾ は吸息及び呼息効果を生ずる部位は一定の範囲に限局していないと述べて Pitts に反対している。馬場²⁰⁾ は延髄網様体の腹側を刺戟して、持続的吸息の傾向を示す促進効果が現れ、同背側の刺戟では呼吸促進、次いで抑制及び頻度増加を主とする促進効果が現れることを確めた。而して彼はこれ等の効果を聴条附近にある所の福原等の所謂正常呼吸中枢に関係する遠心路及び求心路の刺戟によって生じたものであり、Pitts 等の延髄呼吸中枢の存在を認めていない。福原^{18)~23)} の正常呼吸中枢は聴条の高さで (Lumsden が漠然と予想している Gasping center の位置) 左右対称的に位置し、第8脳神経の背側核の背側に位置する網様体の外側部位の細胞群に局在しており、この部を破壊すると eupnea は止み gasping 型の呼吸となると云う。彼の場合正常呼吸中枢以外に sighing 中枢を認めるとすれば、彼の所謂正常呼吸中枢は pneumotaxic center と同意語となると考えられるのであるが、馬場の報告から考えると只1つの正常呼吸中枢のみを茲に認めている様である。然るに Hoff¹²⁾ 等は延髄標本で eupnea と sighing とが互に独立に出現する事を認めているが、両中枢が延髄に存在するとするよりも Vagotomie 後、eupnea が消失する事実から考えると迷走神経の調節作用で eupnea が生ずると考えている様である。又彼等は脳幹網様体の促進系は apneusis を生じ、抑制系の働きを morphine で除いても deep sighing rhythms の出現、postsigh inhibition の増大、eupnea の振幅の減少等が現われ、これ等は decerebration の効果に似る。又 morphine は除脳動物に対しても除脳効果を高め、橋の上部で切断して apneusis が現われているときは morphine で増強されると報告している。

pneumotaxic center の正確な所在については文献は少いが Tang³⁸⁾ (1953) が最近 midcollicular level で除脳し且つ迷走神経を切断した猫につき inf. colliculi の切除、inf. colliculi の高

さで中心灰白質や被蓋の切除、橋、中心灰白質及び前橋被蓋の中心部の破壊でも apneusis を生じないから前橋被蓋の極く背外側部(isthmus)に限局したところを小部分両側切除すると常に apneusis を生じる事を示して isthmus のこの部が pneumotaxic center であるとした。

次に hyperpnea の機構に関しては小田中¹⁹⁾ は Coombs⁴⁾⁵⁾⁶⁾ 等の実験中 Filehne, Martin & Booker, Christiani, Steiner 等の成績を参考にして、彼の知覚神経刺戟による反射性過呼吸 hyperpnea 中枢が四丘体上位に存在すると推定している。この中枢と正常呼吸中枢との関係についても明らかに述べてないが過呼吸を生ずる所の正常呼吸中枢に存在する細胞は明かに閾値の高いものである事は認めており、正常呼吸中枢の電氣的刺戟によって呼吸頻度の増加を認めている。しかし高度に刺戟する時は強直性収縮(吸息性呼吸停止)に陥り、強刺戟によっては時として抑制効果即ち呼吸頻度の減少或は完全停止(呼息性停止)が起る事も述べている。

福原の所謂正常呼吸中枢の活動が過呼吸その他の多彩な呼吸変化を生ずる理由の1つを同教授及びその門下は迷走神経及びその他の知覚神経の活動による反射機構に求めている如く考えられる。即ち小田中は迷走神経の刺戟によって現れる過呼吸に関して次の如く考えている。(i) 正常呼吸中枢には迷走神経の抑制作用をうけていない細胞群が存在する。(ii) この細胞群は安静呼吸時には働かない。(iii) 四丘体下部に存在する過呼吸中枢が迷走神経で刺戟された時に働く。(iv) 迷走神経刺戟は過呼吸の他に呼吸抑制効果も現すが、坐骨神経刺戟は主として過呼吸を現す。その理由は迷走神経よりも中脳にある過呼吸中枢に強く作用しているからであると考えている。

さらに上位中枢の呼吸抑制作用に関しては、Hess¹⁰⁾ は視床下部に呼吸の振幅頻度の促進部とその抑制部とがあることを述べている。前者は dynamogene Zone (所謂交感中枢で、中脳中心灰白質及びその近接層、後交連領域、視床下部後部及び perifornical Areal) であり、後

者は大脳脚に接する subthalamus であり、一時的な呼吸頻度の増加は視床下部の perifornicale Zone と視床下部外側部の刺戟で生ずると述べている。Kabat³⁾ は終脳の内部から中脳への刺戟点と呼吸型の変化とを整理している。彼によると呼吸変化の型は振幅頻度の減少、振幅の増大と頻度の減少、頻度の増加と振幅の減少、及び両者の増大、さらに Spitting と名付けた深吸息と努力性呼息とを組合せた呼吸型の5つであり、夫々の出現部位を記載しているが、同一部位の同じ刺戟でも1つ以上の呼吸型を現すことが出来ることは注意すべきである。同様に刺戟形態を変化すれば呼吸型が変化する。畠山等³¹⁾ は視床附近の電気刺戟を種々変化することにより呼吸頻度の促進及び抑制が現れる部位を報告している。強刺戟で呼吸が抑制され、弱刺戟で頻度が促進する部位の1つは nucleus reuniens, 1つは nucleus reticularis thalami である。後者は刺戟頻度の多い時は刺戟中止後に促進性の後効果を示した。又 nucleus reuniens と nucleus paraventricularis の境では刺戟強度に拘らず低頻度で促進、高頻度で抑制効果を示したが、視床下部腹内側核のすぐ背方の刺戟では刺戟頻度の如何に拘らず、弱刺戟で呼吸頻度及び振幅が抑制され、強度を増すと呼吸頻度への効果は逆転して促進的となるが、振幅抑制効果はそのままでむしろ抑制の程度を増すと述べている。その他 nucleus anterior mediales thalami の背外方刺戟は刺戟頻度を増すと吸息性呼吸停止の傾向を増強し、或る頻度以上では強度を増すに従い呼息性呼吸停止の効果を示す様になり、視床下部前部から視床前域附近にかけての刺戟では吸息性無呼吸と名付けたところの吸息期の延長を認めている。また nucleus hypothalamicus ventromedialis の高さで fornix のすぐ腹外方では刺戟の強度頻度の如何に拘らず呼吸頻度が増し振幅も増大した。

大脳皮質の刺戟と呼吸との関係を報告している Smith¹¹⁾ の成績は簡単に呼吸頻度の促進領 (anterior sigmoid gyrus の外側)、抑制領 (anterior composite gyrus の吻側と ectosylvian

gyrus) とを記載しているのみで、振幅について特に記すべき変化を認めなかったのであろう。猿及び人の皮質 (precentral region の下部, cingular, uncinate gyrus, insula, corp. callosum の膝部等) 刺戟によって呼吸は多くは抑制されるが³⁹⁾⁴⁰⁾, Pool & Ransohoff⁴¹⁾ は人の anterior limbic region の刺戟で両効果を得たと報告している。

以上多数の研究報告を通読して考えるに明らかに呼吸中枢と呼ばれる程度に解剖学的局在を示す細胞群の集合を証明されているのは延髄中枢のみであって、延髄上部構造では中枢というよりも、この中枢に求心性線維を送って、呼吸型を種々に変化調整する機構と呼ぶにふさわしいと考えられる。著者の実験より見ると eupnea と sighing とは互に独立に現れ得るから、延髄呼吸中枢を eupnea の中枢と sighing 型の中枢との両方が存在する、(但し正常時には eupneic center が指揮権を握る) と考える方が妥当と思われるのである。apneusis には2型があり、sighing 型呼吸と共存し得ない apneusis は明かに sighing 中枢の inspiratory half-center の持続活動によると考えられるのであるが、sighing 型吸息放電の呼息相に現れる持続放電は明らかに間挿放電の強化したものであり、前者とは別個の、即ち吸息放電とは無関係である。そこで著者は呼吸リズム源としての2つの中枢、即ち eupneic center と sighing center に対して、之に影響する事によって種々なる呼吸型を作り出す上位中枢の mechanism を apneustic mechanisms, hyperpneic mechanism 及び panting mechanism に分けた。そして間挿放電に参加するところの tonic NMU の放電と考えられる tonic center を独立させた。横隔膜に於ける tonic center と respiratory (eupneic 及び sighing) center との関係は、肢筋で見られる tonic NMU と kinetic NMU の夫々の運動中枢に対応するものと考えられる。

これを著者の脳切断実験及び文献から見て次の如き呼吸機構 (吉井) を提出することにした。これによって著者の成績及び当教室のこの方面

の多数の実験が明瞭に理解出来る。

1) eupneic center; eupnea のリズム源となる制止回路, 延髄にある呼吸中枢 (Pitts 等) 又は橋との境界に近くある正常呼吸中枢 (福原) がこれに相当する解剖学的局在に関しては今尙議論がある。

2) sighing center; sighing のリズム源となる制止回路, 延髄にある Lumsden の gasping center がこれに相当するかも知れない。

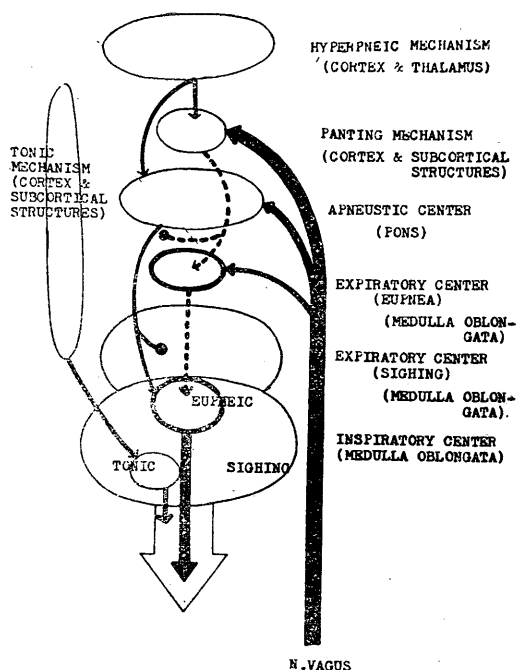
1) に含まれる inspiratory half-center は 2) のそれに包含されているが, 2) ではさらにそれ以外の閾値の高いものが含まれている。また後述の間挿放電の tonic NMU の中枢もこの中に入る。それで eupnea の吸息放電や間挿放電には post-sigh inhibition が認められるが, sighing は eupnea の直後でも現れる。この中枢の扱がりは橋に達し, 従来 apneustic center と呼ばれたものがこれに当る。

3) apneustic mechanism; この mechanism は eupnea の inspiratory half-center の興奮性を充めて, 吸息活動に参加する細胞数を増し, 活動時間を延長する。この mechanism も広く存在すると考えられ, 橋で除脳されると 1) の促進機構 (panting mechanism) が除かれるから 2) の inspiratory half-center が優位を占めて, apneusis になる。

4) panting mechanism; eupneic center のリズムを促進することによって吸息放電に参加する inspiratory half-center の活動細胞数を減じ, 放電持続時間を短縮する。皮質から中脳にわたって広く存在する。

5) tonic mechanism; 四肢筋の緊張放電に相当する機構で呼吸期に現われ (吸息期にも当然活動していると想像されるが) それ故, 間挿放電の原因となる。間挿放電もまた post-sigh inhibition が認められるから, sighing の inspiratory half-center の中に包含されていると考える。この支配中枢は皮質から延髄に至る範囲に広く存在すると考えられる。

6) hyperpneic mechanism; 4) 及び 5) を同時に活動させる機構で皮質から視床に存在し,



第9図 呼吸中枢模式図

四肢筋の運動中枢とも連絡がある。

以上を図示すれば次の如くなる。この様な模式図 (第9図) を想像すれば痙攣直前直後の呼吸型式を理解する上に好都合であるばかりでなく, 既に報告した如き人の電撃痙攣後の呼吸変化から, 中枢興奮状態の分布を時間的に想像することが可能である。

C. 呼吸筋と四肢筋との比較

電撃後の横隔膜活動は四肢筋のそれと全く異なるが補助呼吸筋殊に内外肋間筋や助軟骨間筋は両者の中間的態度を示し, 大胸筋や直腹筋はそれらよりもさらに四肢筋のそれに近い態度を示した。先ず横隔膜の痙攣現象が四肢筋のそれと異なる点を求めると,

1) 四肢筋には橋野^{27,23)}の示した如く, 数秒の electrical silence の時期があるが横隔膜はこの electrical silence の時間が筋筋に比べて短かく, 直ちに, 即ち筋筋よりも先に振幅の大きな T 型棘波群になり, この強直性収縮はこれが持続性吸息又は吸息性呼吸停止期に相当する。

2) つぎにその持続は四肢筋のそれよりも長く, 且つそれとは全く独立に現れる。橋野は肢

筋相互においてT型が先きに現れる方が遅く終る傾向があると云う法則を見出したが、この場合にもこの法則は当てはまる。但し電撃後の横隔膜の持続性吸息放電が四肢筋のT型よりも長く続くことは正常動物に見る所見であって、除脳動物では四肢筋が痙攣前に横隔膜より先に持続放電が現れることがあり、痙攣後に横隔膜のそれよりも長く現れることがある。

3) 四肢筋に見た所の間代性運動即ちT型に続くC α 及びC β と無関係に横隔膜に於ても強直性収縮後に2種のリズム活動が現れる。即ち前述の eupneic center のリズムと sighing center のリズムであるが、時には前者のリズムが促進した形で現れる。又両リズムの何れか1つから痙攣前の eupnea 型に回復するが、時には両者が独立に現れ、その何れからとなく、eupnea になることが屢々見られる。この様な2種のリズム活動が共存することは四肢筋の間代性痙攣では見られない所である。呼吸リズムの再開と共に両リズム源の何れが先に機能を発揮するかは痙攣中の活動状況とそれに参加する脳構造によって異なる。正常動物では促進リズム性大吸息放電即ち hyperpneic mechanism が強直性痙攣中に引続いて現われ、その大吸息放電が sighing center が活動する事によって遅リズムの sighing 型呼吸に移るものと、強直性痙攣活動の終息後 eupneic center の促進リズムで呼吸が再開するものがある。併し乍ら痙攣直後の呼吸再開時にアンモニア吸入試験を行った成績から考えると、eupneic center の方が sighing center よりも迷走神経の興奮によって速かに抑制され得る状態にあることは確実であるから、前者の方が一般型であろうと考える。除皮質、前除脳及び除脳動物の場合、正常動物と異なる経過をとることは当然である。要するに全身痙攣後の回復経過が四肢筋のそれと異なる所以は横隔膜が前述の複雑な機構により、2種のリズム源をもった自動性を与えられていることがその主なる理由であるが、痙攣と云う機能的脳切断法によって呼吸筋の中樞支配状況を追求することは当を得た手段であると云えよう。

V. 総 括

著者は本論文において頭部電撃による痙攣には機能的除脳作用があることに注目し、その痙攣直前の呼吸様相から大脳にある上位中枢と中脳以下に存在すると知られている呼吸中枢との関係を明らかにするべく無麻酔家兎(正常、除皮質、前除脳及び古典的除脳標本)の頭部電撃痙攣時の肺内圧呼吸曲線及び呼吸諸筋(横隔膜、外肋間筋、肋軟骨間筋、大胸筋、直腹筋)或は四肢筋の筋電図を記録し、各標本の成績を比較して、頭部電撃痙攣による呼吸停止並びに呼吸恢復経過中に如何なる呼吸型が残り、如何なる呼吸型が喪失するかを検討した。呼吸筋の呼吸性放電としては吸息放電、間挿放電(呼息期に現れる)の性質に注目し、呼吸リズムとの関係につき追求した。この成績の結論と共に前論文で得た結論に対して茲に吟味を加えることにする。

1. 著者の行った横隔膜筋電図又は肺内圧呼吸曲線の成績を以て、従来の呼吸曲線のみを基にして知られた呼吸型式を正確に分類整理した(第3表)。

2. 文献的に明らかにされた呼吸中枢とこれ等の各呼吸型とから呼吸の中樞機構に関する1つの新しい仮説を提出した(第9図)。

a. 大脳皮質及び視床には hyperpnea を生ずる機構がある。それは次の panting mechanism と tonic mechanism を介して行われる。

b. 大脳皮質から中脳に互って広く散在する panting mechanism は延髄の eupneic center の expiratory half-center (eupnea のリズムを作る回路)に促進性衝撃を送る。

c. 延髄には eupneic center と sighing center とが独立に共存するが、正常状態においては前者が支配的である。

d. sighing center の inspiratory half-center は eupneic center の inspiratory half-center と tonic mechanism の活動単位を含んでいる。その理由は post-sighinhibition が eupneic burst discharges にも tonic discharges にも認められ

るからである。eupnea 型の吸息中枢の活動が動員され、sighing 型吸息の半中枢の活動が持続されると、或は又 expiratory center の活動が抑えられると apneusis になる。

e. 間挿放電を支配する機構は皮質から延髄にかけて広く存在する。この中枢の活動によって間挿放電を増強する。hyperpnea にも apneusis (吸息放電の持続) にもこの中枢は関係すると思われるが吸息放電の中に入り込んで確かめ得ないことがある。

f. apneusis は eupneic inspiratory half-center に属する細胞の漸増的活動又は sighing center に属する単位的全活動によるか、或は又 tonic mechanism のみの活動によっても筋電図には apneusis として現れるが、後者の場合は、その後に必ず sighing 型の吸息放電を伴う。

3. 電撃痙攣後の呼吸筋と四肢筋とを比較して以下のことを知る。

a. 電撃後の横隔膜活動は四肢筋のそれと全く異なる。

b. 補助呼吸筋、殊に外肋間筋や肋軟骨間筋は両者の中間的態度を示し、大胸筋や直腹筋はそれらより更に四肢筋のそれに近い状態を示す。

c. 横隔膜は四肢筋が示した electrical silence の時期に比べて短かくして、それ故肢筋よりも先きに振幅の大きな強直性痙攣の棘波群を現わし (これが持続性吸息に相当する)、その持続は四肢筋のそれより長く続く。即ち四肢筋と全く独立して消長する。

d. 横隔膜では四肢筋に見た間代性痙攣とは無関係に呼吸性放電が現れる。但し hyperpnea の時は四肢筋活動を伴う。

e. 四肢筋では皮質機能が優勢になって機能的除脳硬直が抑制される程度に回復すると痙攣活動は静止する。呼吸筋では持続性吸息とそれに続く一時的な過呼吸が現れた後、機能的除脳状態となり、専ら延髄呼吸中枢のリズム活動にその支配が委ねられ sighing 型呼吸又は小型の eupnea が現れて次第に正常化する。

f. 四肢筋の R 型筋電図に相当するものは

横隔膜では痙攣終了後の間挿性放電として現れる。

4. 本研究のその 1, その 2 に於て人間の頭部電撃後の呼吸回復は、家兎の頭部電撃で低電圧持続通電を行った場合の呼吸回復と位相的に相似するし、人間の回復呼吸型は家兎に反復電撃を加えた結果、家兎の痙攣閾値が上昇した際の家兎の回復呼吸型と相似するのを認めた。その他呼吸の回復過程に於て「呼吸麻痺型」及び「不規則振顫型」が各個体に個有な出現傾向を持つことも人間と家兎とで相似するのを認めた。

5. 前項の事実は、本論文の成績が人間の呼吸機構の理解の根拠を提出するものと考ええる。

稿を終るに臨み、本研究に懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師吉井直三郎教授に感謝を捧げると共に、本実験に種々御協力援助された教室の松本助教、橋野、堀内の諸氏に謝意を表します。

文 献

- 1) Filehne, W. (1879) Über die Einwirkung des Morphins auf die Atmung. (Aus dem physiol. Institut zu Erlangen) Leipzig Ref. Mackwald.
- 2) Brown, T. G. (1914) Respiratory tract in the midbrain. J. Physiol. 48, Proc. XXXII
- 3) Sjöblom, J. Ch. (1915) Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss einiger zentripetaler Nerven auf die Atmung. Scand. Arch. Physiol. 32, 1
- 4) Coombs, H. C. & F. H. Pike (1918) The rôle of the afferent impulses in the control of respiratory movements. Am. J. Physiol. 45, 569
- 5) Coombs, H. C. (1919) The relation of the dorsal roots of the respiratory movements. Am. J. Physiol. 46, 459
- 6) Coombs, H. C. (1929) Effect of division of dorsal roots of cervical nerves upon diaphragmatic respiratory movements. Proc. soc. experi. Biol. a. Med. 27, 196
- 7) Lumsden, T. (1923) Observations on the respiratory centers in the cat. J. Physiol. 57, 153-160
- 8) Kabat, H. (1936) Electrical stimulation of points in the forebrain and midbrain: The resultant alterations in respiration. J. Comp. Neurophysiol. 64, 187-208
- 9) Ranson, S. W. & H. W. Magoun (1939) The hypothalamus. Erg. Physiol. 41, 56-163
- 10) Hess, W. R. (1948) Die Organisation des vegetativen Nervensystems. 146, 160. Benno Schwabe & W.
- 11) Smith, W. K. (1936) Alterations of respiratory movements induced by electrical stimulation of the cerebral center of the dog. Am. J. Physiol. 115, 261-267
- 12) Hoff, H. E. & C. G. Breckenridge (1949) The medullary origin of respiratory Periodicity. Am. J. Physiol. 158, 157

- 13) Breckenridge, C. G. & H. E. Hoff (1950) Pontine and medullary regulation in the cat. *Am. J. Physiol.* 160, 385
- 14) Monnier, M. (1938) Les centres bulbaires de la regulation posturale des mouvements respiratoires chez le chat. *Arch. int. physiol.* 47, 133
- 15) Brookhart, J. M. (1940) The respiratory effects of localized faradic stimulation of the medulla oblongata. *Am. J. Physiol.* 129, 709
- 16) Wyss, O. A. & M. Croisier (1943) Le mechanisme central des reflexes respiratoires d'origine vagal. I. La localization du center inspiretoire. *Helv. physiol. pharmacol. Acta.* 1, 84, 5
- 17) Woldring, S. & M. N. J. Dirken (1951) Site and Extension of bulbar respiratory center. *J. Neurophysiol.* 14, 227
- 18) Hukuhara, T., S. Baba, S. Nakayama & T. Odanaka (1951) On the localization of the respiratory center. *Jap. J. Physiol.* 2, 44
- 19) 福原 武・中山 沃・馬場三郎・小田中貞 (1951) 脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 13 454
- 20) 馬場三郎 (1952) Gasping 中枢の所在について 日本生理誌 12, 216
- 21) 福原 武・角 忠明・岡田博匡 (1953) 呼吸中枢の所在 日本生理誌 15, 196
- 22) Hukuhara, T., T. Sumi & H. Okada (1953) Further studies on the Lokalisation of the Respiratory Center. *Jap. J. Physiol.* 3
- 23) 福原 武・角 忠明・岡田博匡 (1953) 正常呼吸中枢の電氣的刺激の呼吸運動に及ぼす影響 日本生理誌 15, 334
- 24) 吉井直三郎: 臨床生理学 下巻
- 25) Pitts, R. F., H. W. Magoun & S. W. Ranson (1939) Localization of the medullary respiratory center in the cat. *Am. J. Physiol.* 126, 689
- 26) 吉井直三郎・築山一夫・子安義彦 (昭和27年) 電気痙攣時の脳波と筋電図 第1回日本脳波学会 (昭和27年6月) 報告
- 27) 橋野昇一 (昭和25年) 電撃による痙攣とエレクトロミオグラム 第40回近畿精神神経学会 (昭和25年10月) 報告
- 28) 吉井直三郎・橋野昇一・子安義彦 (昭和27年) 筋電図より見たる痙攣機構 第8回脳神経外科学会 (昭和27年4月) 報告
- 29) Beaton, L. E. & H. W. Magoun (1941) *Am. J. Physiol.* 134, 77
- 30) Amoroso, E. C., F. R. Bell & H. Rosenberg (1951) The localization of respiratory regions in the rhombencephalon. *J. Physiol.* 113, 2
- 31) 畠山一平・小島徳造・大谷克己・草間敏夫 (1953) 間脳の電気刺激と呼吸運動 脳と神経 5, 285-291
- 32) Gesell, R., J. Bricker & C. Magee (1936) Structural and Functional Organization of the Central Mechanism controlling Breathing. *Am. J. Physiol.* 117, 423-452
- 33) Rothmann, M. (1902) Über die spinalen Atmungsbahnen. *Arch. f. Physiol.* S. 11
- 34) Rothmann, M. (1907) Über die physiologische Wertung der corticospinalen (pyramiden) Bahn. *Arch. f. physiol.* S. 217-275
- 35) Allen, W. F. (1927) Location in the Spinal Cord of Pathways which conduct Impulses from the Cerebrum and Superior Colliculus, affecting Respiration. *J. Comp. Neurol.* 43, 451
- 36) Finley, K. H. (1931) *Arch. Neurol. Psychiat.* 26, 754
- 37) Baker, A. B., H. A. Matzke & J. R. Brown (1950) Poliomyelitis; III, Bulbar poliomyelitis; A study of medullary function. *Arch. neurol. psychiat.* 63, 257-281
- 38) Tang, Pei Ch. (1953) Localization of the pneumotaxic center in cat. *Am. J. Physiol.* 172, 645-652
- 39) Kaada, B. R. (1951) Somato-motor, autonomic and electrocorticographic responses to electrical stimulation of "Rhencephalic" and other structures in primates, cat and dog. *Acta physiol. Scand. Supp.* 83
- 40) Kaada, B. R. & H. Jasper (1952) Respiratory responses to stimulation of temporal pole, umla and hippocampal and limbic gyri in man. *Arch. neurol. psychiat.* 68, 609-919
- 41) Pool, G. L. & Ransohoff (1949) Autonomic effects on stimulating rostral portion of cingulate gyri in man. *J. Neurophysiol.* 12, 385-392

Summary

Having observed that the convulsion caused by electroshock produced a functional state of decerebration, the author has recorded simultaneously the pneumotachograms and the electromyogram (EMG) of the respiratory muscles and of the limb muscles immediately before and after the electric convulsion of unanaesthetized rabbits (normal, decorticated, anteriorly decerebrated, classically decerebrated) and examined, what patterns of respiration do remain and do disappear just before and after the breath-holding and also in the recovering period of respiration.

- 1) The author adjusted accurately the classical names of respiratory patterns. (Table 3)
- 2) The author presented a new hypothesis with regard to the central mechanism of respiration. (Fig. 9)

i) In the cerebral cortex and thalamus there exists the so-called hyperpneic mechanism; this function is made through both the panting and the tonic mechanisms. ii) The panting mechanism existing widely in the structures from cortex to midbrain gives a facili-

tating effect on the expiratory half-center of eupneic rhythms in the medulla oblongata. iii) The expiratory half-center is made of both the eupneic and the sighing centers, existing each independently in the medulla oblongata, however, in normal condition the former is dominant and makes the normal respiratory rhythms. iv) The inspiratory half-center of the sighing respiration contains all the units of the inspiratory half-center of eupneic and also of the tonic mechanisms. v) The tonic mechanism, which regulates the intervening discharges between the inspiratory bursts, exists widely in the structures from the cerebral cortex to medulla oblongata. vi) The apneustic breathings are produced by increased and prolonged action of the cellular units in the eupneic inspiratory center or by continuing activity of all the units in the inspiratory sighing center and also by restrained action of the both expiratory half-center. The continuous and facilitated action of only the tonic mechanism also appears as the apneustic discharges, but the inspiratory burst discharges of sighing type surely come after it.

3) The author finds several facts by comparing the EMG's of respiratory muscles with that of the limb muscles in the case of electric convulsion.

4) Consequently of the facts that the author in the first and second part of these studies noticed by comparing and investigating the recovery of respiration after electroshock of men and rabbits, we will be allowed to consider that the results of these studies contribute some basis to understand the central mechanism of respiration in human beings.

(2nd. Physiol. Lab., Osaka Univ. School of Medicine)

筋電図法による迷走神経呼吸反射の研究 612.819.912

The Respiratory Reflex of Lung Vagus by Electromyographic Method.

小 口 周 男 (OGUCHI-Kaneo)*

I. 前 お き

迷走神経呼吸反射に就ては Hering-Breuer¹⁾の研究以来、多くの業績が発表されている。これ等を大別すると、1) 頸部迷走神経の中樞端刺激実験 (特に肺枝だけの刺激実験もある)。

2) 迷走神経の求心性衝撃による研究。3) 肺の膨縮実験、とすることが出来る。

1) はわが教室の研究²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾及び Wyss⁶⁾、福田⁷⁾、福原⁸⁾などの精細なる実験があり、その成績はほぼ一致している。即ち刺激頻度が少ないときは吸息性に作用し、多ければ呼息的に働く。そしてこの実験結果から、迷走神経の正常呼吸に対する役割が種々議論されている。しかしながら頸部迷走神経は肺以外に、多くの他の器官からの求心性線維を含むため、この結果から直ちに正常呼吸に於ける肺迷走神経反射の役割を結論することは危険であることは諸家の認めている所である。それ故に Partridge⁹⁾は純肺枝を分離し刺激する方法をとったが、手術操作が大であり、そのための呼吸に対する影響は免れがたく、且つ肺枝といっても伸展受容器以外のものをも含む可能性は尙避け難い。また刺激実験の多くは、その強さ、頻度がある時間の間定常におかれざるを得ない欠点を有し、正常呼吸時の迷走神経衝撃のように、呼吸と共に変化して行く状態を作り出すことは至難である。また刺激実験に於ては、迷走神経を切断する必要があり、そのために定常に送られつつあった求心性衝撃は送られなくなり、それは正常とは異った中枢の興奮状態をひきおこしていると考えられる。故にそのような変化した中枢に対する衝撃の送りこみの結果を以て、正常を論ずることもまた早計である。

迷走神経刺激実験は、多くの示唆は与えてくれるけれども、以上の理由から直ちにこれを正常呼吸反射と結びつけることは困難である。

2) の求心性衝撃の研究は多くの知識を与えてくれる。特に Larrabee¹⁰⁾、田崎¹¹⁾、瀬戸¹²⁾などの成績は、肺の伸展受容器の性質を正確に伝えてくれるが、これ等の結果は必ずしも一致していない。ただ共通したことは「なれはや」と「なれおそ」の線維があるということである。しかし少なくともこの2種の線維の呼吸反射に対する意義に関する成績は高木¹³⁾の業績の他にはあまり見られない。

3) の肺膨縮実験は Hering-Breuer¹⁾、Head¹⁴⁾、Hess¹⁵⁾など数多くの実験がある。1) に述べたことからこの方法こそ最も自然な適合刺激であって、この結果から迷走神経呼吸反射は論ぜられるべきである。しかし多くは呼吸相との関係が考慮されておらず、またその膨縮の度合は生理的の範囲をこえている場合が多く、また膨縮の速度を考慮した業績は全くない。

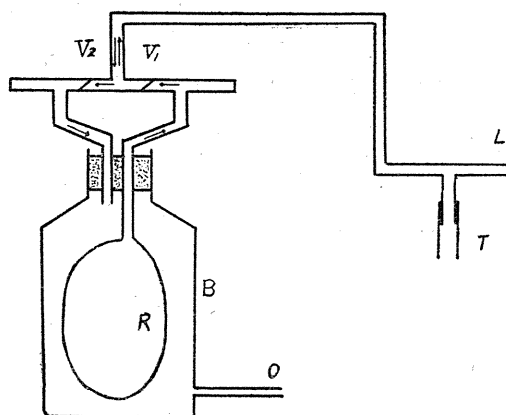
前報¹⁶⁾に於ては呼吸筋の活動電流をとりつつ肺を膨縮させたが、その大きさ、及び速度についてはふれなかった。今回は膨満の大きさ速度及び呼吸相を考慮し、かつ脳幹切断を併試してこの反射の機序を再検討しようとした。

II. 実験方法

実験には無麻酔の家兎を使用した。気管にカニューレを挿入し、第1図のような装置で、肺容量の変化を呼吸筋の筋電図と同時に電磁オシログラフで記録した。呼吸筋には内、外の肋間筋及び横隔膜を選んだ。記録の方法は前報¹⁶⁾と同様である。

脳幹の切断に際しては、出来るだけ出血を避けるために、軟部組織を電気メスで切開して、後

* 新潟大学医学部生理学教室 (高木健太郎教授)



第1図 肺容量描記装置

B: ガラス瓶, R: ゴム袋, V_1 ・ V_2 はそれぞれ矢の方向に空気を通す弁, L: 側管, T: 気管カニューレ, O: 呼吸気量描記装置へ。あらかじめRに空気を入れておく。Lを閉じると吸息期には V_1 を通してRの空気を吸入し, 呼息期には V_2 を通してBに呼出する。

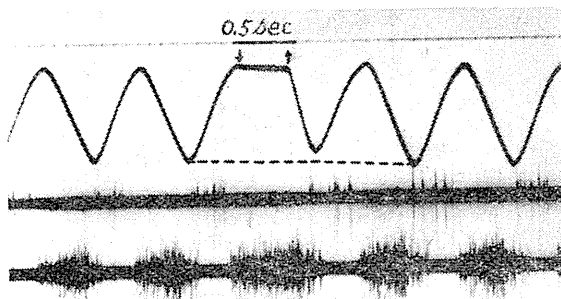
頭骨を約 $1.5 \times 1.5 \text{ cm}^2$ 開き, 小脳を通して切斷した。

Ⅲ. 実験結果

1) 気道を短時間閉鎖した場合

呼吸の色々な相で気道を短時間 (0.3~0.4秒間) 閉鎖してみた。

まず吸息の初期に閉じると (第2図a), 吸息筋の活動電流は吸息初期に於て, 肺容量が一定であるのに殆んど通常の吸息のように経過し, 後半に於ては強大となり, 全体の吸息筋の活動時間はのびる。容量曲線は閉じている間は一定



第2図 a

上: 肺容量曲線, 下向きが増加
↓: 気道閉鎖, ↑: 気道開放
中: 呼吸筋筋電図 (VI軟骨間部の右内肋間筋)
下: 呼吸筋筋電図 (VII骨間部の右外肋間筋)
b, c, d 説明に a に同じ。

の容量を示し, 気道を開放すると正常よりも急峻に経過する。

次第に閉鎖時期を吸息の終りに近づけてゆくと切り換えの起る容量は初期閉鎖の場合よりも更に小さくなる (第2図b, c)。

最後に第2図dに示すように, 吸息の終りに近い所, 即ち吸息期の85%程度以上経過した頃閉じると, 吸息筋の活動電流は通常の吸息の経過とほぼ同様であり, 活動の延長は見られない。呼息筋の活動電流は閉鎖と同時に現われる場合がしばしば見られる。

正常呼吸に於ける吸息筋の活動電流は, 容量曲線に於ける吸息のはじめよりもやや早くはじまり, 容量曲線における吸息の終るやや前に silent period をはさんで後, 小さい活動電流が見られるが, 時にはこの活動電流が呼吸全相に互って現われることもある。呼息筋の活動電流は容量曲線の呼息のはじめと殆んど常に一致している。故に呼吸の切り換え時期の判定をこの silent period 及び呼息筋の活動電流の出現を以て行う事が出来る。この方法で判定すれば吸息が85%程度以上進んでから気道を閉じた場合には, 吸息筋, 呼息筋共に正常と同様の経過をとり, 正常よりも小さい, その肺容積で切り換えが起る。場合によっては呼息筋側から見れば, 閉じると直ちに切り換えが起る。即ち正常よりも早く切り換えが起ったと見られ, 吸息筋側から見れば殆んど正常吸息時間の後に起ったと見られることがしばしばある。何れにしても切り換えの時の肺容量は正常時よりも小さく吸息期の長さは殆んど全く変わらないか, または短縮していると考えてよい。

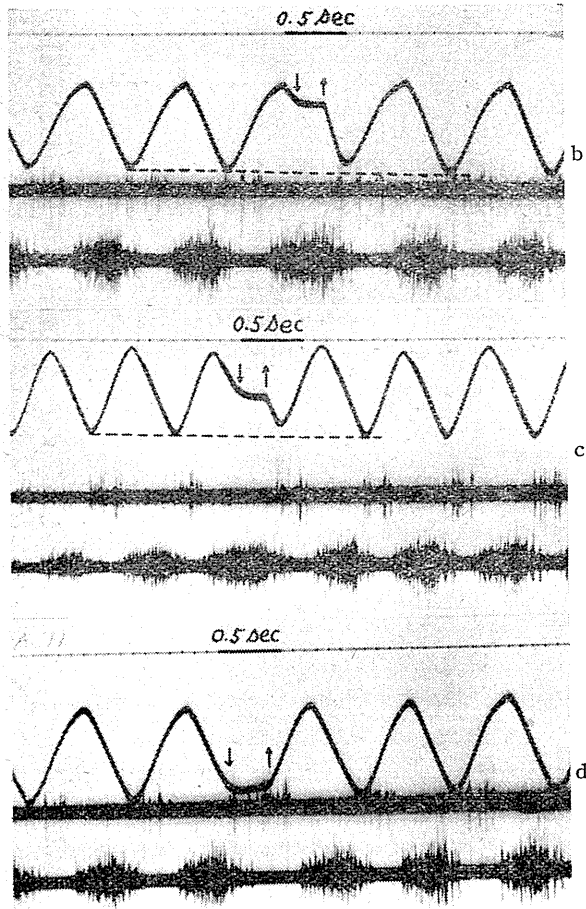
呼息の途中で閉じたときも, 吸息の場合と同様のことがいえる。

2. 気道を長時間閉鎖した場合

吸息または呼息の色々な時期で気道を閉じたままにして, その吸息または呼息の継続時間を調べてみた。

a) 正常家兎の場合

吸息の初期に閉じると, その吸息筋活動は通常吸息 (約0.63秒) の1.5~2.0倍つづ



第2図

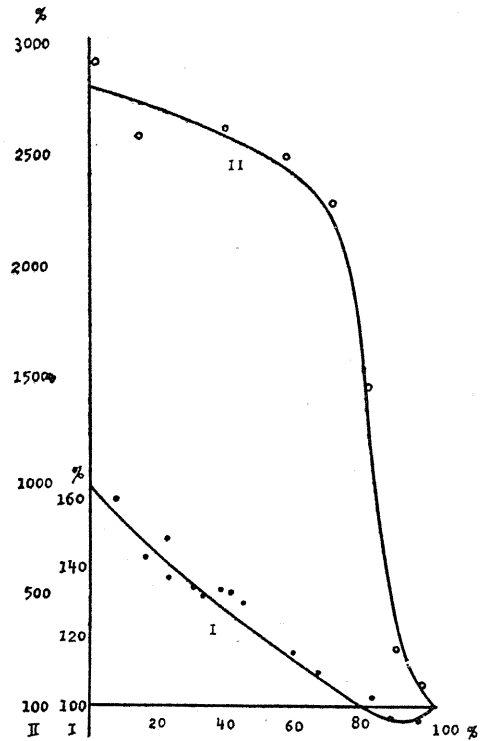
く、しかし吸息が75~80%程度進んでから閉じると、通常時とほぼ同一の活動継続を示し、85%程度以上進んでから閉じると直ちに切り換わる。即ち吸息の短縮が起る場合が見られる。同様のことが呼息についてもいえる。

b) 脳幹を横断した場合

聴線の上縁から頭側約2mmの所で脳幹を横断する。切断中及び直後、一時呼吸は極めて早く小さくなるが、吸息筋呼息筋は交互に放電している。しかし切断して数分後には切断前と区別がつかなくなる。このとき気道を閉じてその呼吸相には大して延長は見られない。ここよりも更に0.5mm程尾側で切断すると、切断中呼吸は吸息性となり、やや早く小さくなるが、切断後30秒で切断前と殆んど区別がつかない程度に恢復する。注目すべきことは、吸息筋呼息

筋共に活動電流は、その大きさが殆んど同大であり、synclonization voltage を思わせる即ち活動電流全体は四角形に見えることである。正常では大きさはバラバラであり、吸息期のはじめに小さく、終りに大きい。ここで気道を閉じると吸息、呼息共に著明に延長する。即ち吸息のはじめに閉じると、通常吸息の25~30倍継続し、吸息が70~80%進むまではこの吸息延長度は余り変化がない。しかしそれ以後で閉じると継続時間は急に短縮する。

又呼息の場合では、初期に閉じるとその呼息期は正常の4~4.5倍で、吸息の延長度に較べて遙かに小さい。閉鎖する時期と継

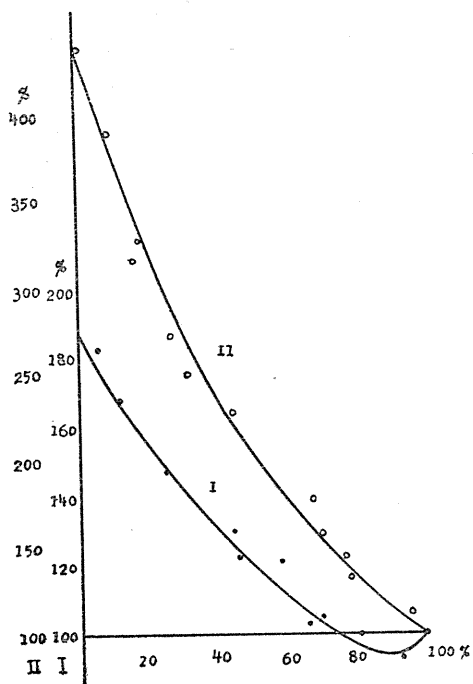


第3図a

吸息期の色々な時期に気道を閉じた場合のその吸息の継続時間

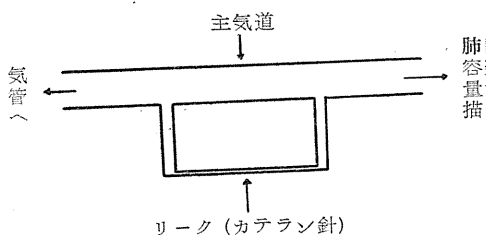
横軸は正常の吸息期間を100%とし、吸息のはじめから気道を閉じるまでの期間を%であらわしてある。縦軸は正常吸息期間を100%としたときのその吸息の継続期間(%)

I 正常時、II 聴線の上約1.5mmの所で脳幹を横断した場合。



第3図b

呼吸期の色々な時期に気道を閉じた場合のその呼吸の継続時間。他の説明は(a)に同じ。



第4図

続時間の間にはほぼ直線的の関係が見られる。

以上正常時及び脳幹横断時に長時間気道を閉じた場合をグラフにすると第3図のようになる。

3) 脳幹を横断しリークをつけて気道を閉鎖した場合

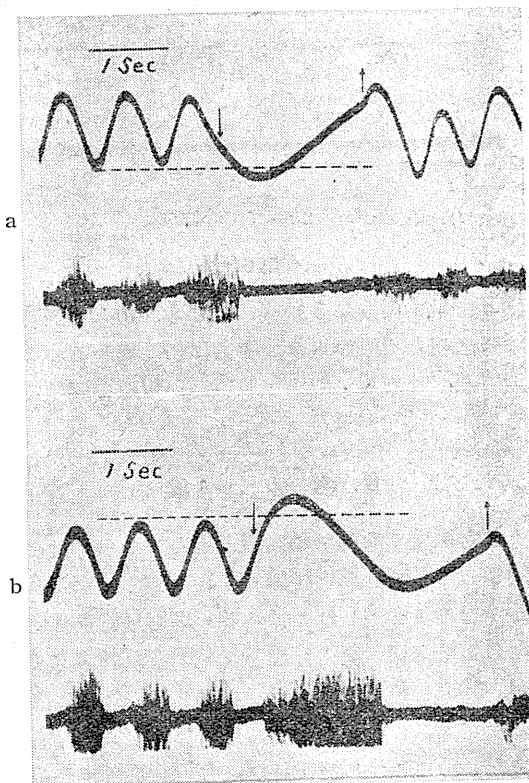
2) b) と同様の所で脳幹を横断し、気道を完全に閉じて持続性吸息の現われることを確かめた後、第4図に示すようなリークを主気道の他につけておき、主気道だけを閉じリークを介して呼吸させると第5図a, bに示すように、どんな呼吸相で閉じても、吸息性にも呼息性にも呼吸は停止せず、ゆっくりではあるが交代性は失われない。吸息期に閉じて、その吸息が呼息に

切り換わるときの肺容量は主気道を通して呼吸している場合に較べて大きく (a) 呼息期に閉じた場合は小さい (b)。

4) 脳幹を横断し気道を完全に閉じて、空気を送入する実験

前回と同様に聴線上縁の1.5mm程頭側で脳幹を横断して、吸息のはじめに気道を閉じると、第6図に示した実験例では約30秒間持続性吸息が現われる。この例で気道を閉じて16秒後に、空気を15cc注射器でゆっくり(2秒間に)肺へ入れると第6図aに見られるように空気を入れていても、入れ終わっても呼息には切り換えないで、吸息は元のままつづいている。その後2秒で気道を開けると再び交代性が現われる。

しかし同量の空気を入れても、入れ方が速かであると、気道を閉じて16秒後には勿論、第6



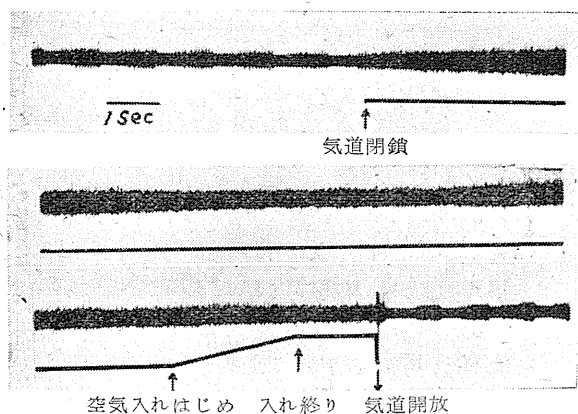
第5図

脳幹を切り、リークだけで呼吸させる。

a, bともに、上は肺容量曲線、下向きが増加、下は横隔膜の筋電図。

↓: 主気道閉鎖。↑: 主気道開放。

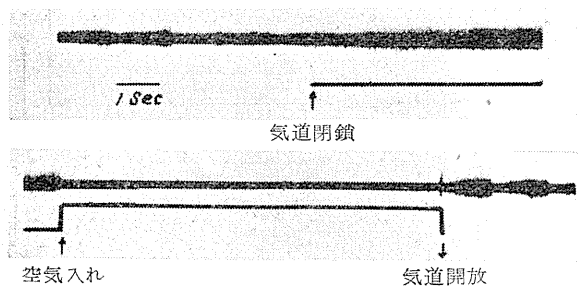
a: 吸息期に気道閉鎖。d: 呼息期に気道閉鎖。



第6図 a

脳幹を切り、吸息のはじめに気道を閉じて、空気送入。送分量 15cc 筋電図は横隔膜。

- a) 気道閉鎖16秒後ゆっくりに入る。
- b) 気道閉鎖5秒後に急に入る。



第6図 b

図bに示すように5秒後に於ても、送入と同時に吸息筋の活動は止み、呼息に切り換わる。この呼息もしばらく続いているが、気道を開けると再び交代性が現われて来る。

IV. 考 案

正常家兎で吸息が85%以上進んでから気道を閉じると、呼息筋を指標とすれば直ちに切り換えが起ることがしばしばある。即ち通常吸息時においては切り換えの起らないような肺容量でも、気道を急速に閉じて、増加しつつあると考えられる求心性衝撃を一定にしてやると、即ち急激な変化を与えてやれば、その時までを送られた求心性衝撃及び中枢の興奮状態とあいまって切り換えを起させることが出来る。

脳幹を横断して気道を完全に閉じると、閉じる時期が吸息のはじめであれば、その吸息は非

常に延長し実際的には交代性の失われた状態がつづく。即ち脳幹を切断した場合には迷走神経だけで呼吸の切り換えが行われており、かかる状態では迷走神経が交代性に主役を演じていることを示す。聴線よりも頭側に呼吸の切り換えに作用する、丁度迷走神経のような作用を持つ部分があると考える事も可能であるが、これよりも尾側にある呼吸中枢の自働性が弱って、反射的影響を受けやすくなったためとも考えられる。

また脳幹を横断してから気道を閉じても、吸息が70%内外進むまでは、その吸息の延長度は初期に閉じたものと余り変わらないが、それ以上吸息が進んでから閉じると急激に短縮して来る(第3図aⅡ)。即ち吸息が70%内外進むまでの迷走神経肺枝の求心性衝撃は、その吸息に対して殆んど抑制的作用はないが、それ以上肺が膨れた状態においては抑制効果が急に増加して来るものと考えられる。脳幹を横断しても気道を完全に閉じず、リークを残しておけば呼吸の交代性は失われない。即ち少しずつでも肺が動けば交代性は保たれている。ただし正常に於ては

Hessの実験によっても、また Wyss, 高木の刺激実験からも判るように、求心性衝撃の数に応じて即ち肺の大きさに応じて呼吸筋の活動状態が漸進的に変化するものであるが、この場合に於ては求心性衝撃に対してあたかも悉無律の如く振舞うことは興味深い。肺の膨らみ方がゆっくりであると、速かに膨れる場合に較べて大きな容量にならぬと切り換えは起らない。また他動的の膨満実験から、同一の肺容量でもその膨らみの速度によって切り換えが起ったり起らなかったりする。またこの章の最初にも述べたように、正常家兎でも衝撃数の変化が切り換えに関係することが出来る。

以上の事から既に高木¹⁷⁾により指摘されていた、求心性衝撃の変化が呼吸の切り換えを促進するという事実を確めることが出来た。

迷走神経の切り換えに対する作用としては、Hering-Breuer のいう自家調節作用や、Hess のいう緊張反射、また Adrian¹⁸⁾ の吸息抑制説や Gessel¹⁹⁾ の説等はすべて肺の大きさだけに着目しているが、切り換えに作用する迷走神経の作用はこれだけでなく、求心性衝撃が変化する速度も因子として考える必要がある事になった。

これには中枢か末梢か或はその両者かに刺激に対する馴れの早い部分を考えることが必要である。迷走神経の末梢には馴れの早い線維が存在することは前おきに述べた通りである。

高木¹³⁾は運動時の如き、呼吸の促進している時にはなれはやの線維も働いていると見るべきであろうというが、正常安静呼吸時にもなれはやの線維が何等かの形で切り換えに関与していると考えねばならない。

また中枢自体にも馴れがあるということ、即ち末梢神経に於ける「しのびこみ」に相当するような現象が存在することも否定は出来ない。

福原²⁰⁾は迷走神経肺枝には唯一種の線維があれば、肺迷走神経呼吸反射の説明が可能であるというが、しかしこの場合には少なくとも中枢に馴れのあることを前提とする必要がある。

従来言われて来た肺の大きさによって起る切り換え反射を静的反射とすれば、肺の大きさが変化する事によって起る反射を動的反射と呼んでも良からう。そして呼吸の切り換えはこの静的及び動的反射と、中枢の興奮状態の3者の総合的な結果として現われて来るものと信ずる。

V. 結 論

呼吸の切り換え時期は迷走神経肺枝の求心性衝撃の数だけで決定されるものではなく、衝撃が変化する速度も関係する。

終りにのぞみ、常に御懇切なる御指導、御校閲を賜った恩師高木教授に深い感謝をささげると共に、実験に心よく協力して下さった宮野氏に厚く御礼申し上げます。

げます。

文 献

- 1) Hering, E. and J. Breuer (1868) Die Selbststeuerung der Atmung durch den Nervus Vagus. Sitzgsbar Akad. Wiss. Wien. 58, 909-937
- 2) 高木健太郎・池 田雄 (1942) 迷走神経の呼吸調節作用について 日本生理誌 7, 303-313
- 3) 高木健太郎 (1942) 迷走神経の呼吸調節作用について (迷走神経冷却時の呼吸の変化について) 日本生理誌 7, 538-549
- 4) 高木健太郎・長谷川 弘・石井公正 (1950) 迷走神経中枢端刺激の呼吸に及ぼす影響について 日本生理誌 12, 216-223
- 5) 佐藤謙助 (1944) 呼吸運動に及ぼす迷走神経肺枝刺激の強さと頻度との関係について 日本生理誌 9, 255-267
- 6) Wyss, Oscar, A. M. (1939) Reizphysiologische Analyse des afferenten Lungenvagus. Pflügers Arch. 242, 215-233
- 7) 福田邦三・加藤 保・石川 康・高島 巖 (1948) 迷走神経刺激による呼吸停止及びこれに伴う血圧変動に就て 日本生理誌 10, 258-265
- 8) 福原 武・馬場三郎・蒲原 沃 (1950) 呼吸運動の神経性調節の機序 日本生理誌 12, 208-215
- 9) Partridge, R. C. (1939) Respiratory Accelerator of the Cardio Sinus-Cardiac Depressor Mechanism. J. Physiol. 96, 233-239
- 10) Knowlton, G. C. and M. G. Larrabee (1940) Unitary Analysis of Afferent Vagal Fibers Stimulated by Changes in Lung Volume. Am. J. Physiol. 133, 351-352
- 11) 田崎一二 (1949) 末梢神経の各種求心性並に遠心性線維の働きについて (綜) 日本生理誌 11, 学4
- 12) 齋藤敬三 (1950) 養の肺臓よりの求心性衝撃について 日本生理誌 12, 学96
- 13) Kentaro Takagi, Hiromu Hasegawa, and Kosei Ishii (1951) The significance of the Vagus Nerve on Alternations in Respiration. Jap. J. Physiol. 2, 17-26
- 14) Head, H. (1889) On the Regulation of Respiration. J. Physiol. 10, 279-290
- 15) Hess, W. R. (1931) Die Regulierung der Atmung Leipzig.
- 16) 小口周男 (1955) 呼吸筋の筋電図学的研究 (第Ⅱ報) 日本生理誌 17, 517
- 17) 高木健太郎 (1951) 呼吸中枢の活動機序について 生体の科学 3, 52-58
- 18) Adrian, E. D. (1933) Afferent Impulses in the Vagus and their Effect on Respiration. J. Physiol. 79, 332-357
- 19) Gesell, R. (1941) A. Neurophysiological Interpretation of the Respiratory Act. Erg. d. Physiol. 43, 560
- 20) 福原 武・中山 沃・岡田博匡 (1955) 肺迷走神経呼吸反射 日本生理誌 17, 177

Summary

The vagal reflex on the respiratory movement was studied by means of tracheal closing on non-anaesthetized rabbits, with or without the brain stem transection.

The results are as follows:

1) On the normal rabbits, if the trachea is suddenly closed in advanced (more than 85%) inspiratory phase, the inspiration is immediately turned into expiration. In advanced expiration, the sudden closing of trachea causes the immediate turning into inspiration.

2) When the brain stem is transected at the level of 1.5mm above the straiac acusticae and then the trachea is completely closed in the beginning of inspiration, the apneusis occurs and it lasts 30sec. or more.

3) If the trachea is closed remaining a fine by-pass leak and the lungs can be stirred very slightly, the alternation of respiration is maintained, but the pulmonary volume at the turning point exceeds the normal turning volume.

4) During the apneusis, the sudden small inflation of the lungs causes the expiration, but the slow inflation does not cause it.

From these results, it is concluded that the alternation of respiration is related not only to the absolute volume of lungs, but to the rapidity of pulmonary inflation. When the lungs are inflated rapidly, the alternation is facilitated.

(Department of Physiology, Niigata University of Medicine)

塩類溶液中における膨潤(溶解)熱(I) 612.014

Heat of Swelling (& Dissolution) in the Salts Solution (I)

舟 木 広 (FUNAKI-Hiroshi)*

膨潤(化) swelling, Quellung とは固態物質がその等方性を失うことなくしたがってその組織構造に変化を起すことなくその組織間隙に液体(主として水)を吸収する現象である。細胞の原形質は膠質状態にあってその膨潤現象と滲透現象とは細胞における吸水及び脱水現象の最も重要な基礎をなしている。したがって膨潤性は生活現象においてしばしば見られその研究も Hofmeister (1890) 以来甚だ多い。しかしながら一方において、これに関係する物質が複雑なるため、また他方において、膨潤なる現象そのものの概念の内容やその実験的表示を、あるいは容積変化に求めあるいは重量変化に求める等統一性を欠くため、その多くの研究にもかかわらず膨潤に関する法則はあまり多くない。著者は膨潤なる現象が発熱現象である点から反応速度熱解析法によって各種塩類溶液中における膨潤(溶解)熱を測定し、あわせてその発熱速度を解析した。ここにその結果の一部を報告する。

I. 実験材料

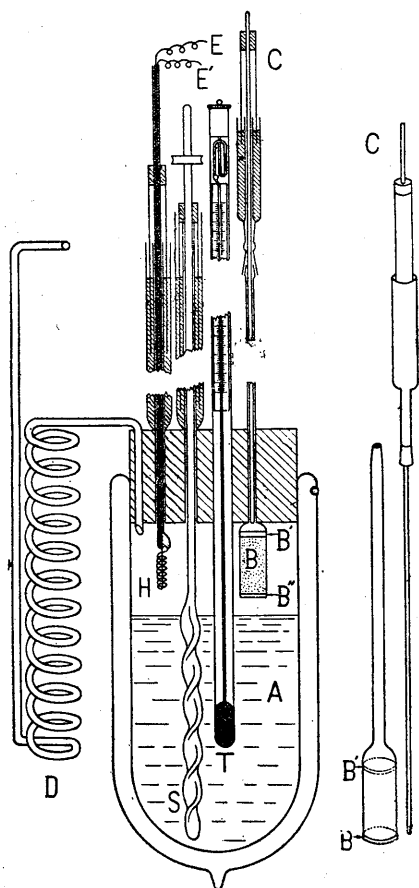
この実験は純物質の膨潤熱を測定するのが目的ではなく、膨潤熱に及ぼす塩類の影響を研究するのであって、使用した材料はグロブリン(フィブリン)(武田化学薬品株式会社製)である。これはほぼ球状の粉末でその粒度は甚だ不均等(1.0~0.05mm)である。このグロブリン末をよく混合してから薬包紙とともに3.25g 秤量し、包んで除湿器内で十数日乾燥し、これをときどき除湿器からとり出して秤量し重さが一定となってから実験に供した。

塩類は Merck 製品及び関東化学製品試薬特級を用いた。

II. 実験装置と方法

実験装置と方法の一般は詳細に別報¹⁾に記してあるからここにはこの報告に関係する要点のみを示すことにする。第1図はカロリメーターであって、Aはガラス製内径約5cm、深さ約15cm、真空度 10^{-4} mmHg程度のDewarビンであってこの中で膨潤させる。TはBeckmann温度計、Sはガラス製攪拌器でその回転数は一定(150r. p. m.)にしてある。Hは白金線で作った電気的加熱器で上下に移動し得る。SもHも上の方は水銀で閉鎖してある。Bは内容約10mlのガラス製容器、B'及びB''はガラス製の板、Cはガラス製の棒である。A内に蒸留水または $\frac{N}{10}$ の塩類溶液を100ml入れた。ガラス容器B内にグロブリン末を入れた、それにはBにまず上蓋B'を入れ次いでグロブリン末を一包除湿器から取り出し、薬包紙とも秤量し薬包紙内のグロブリンをB内へ入れ底蓋B''をパラフィンで封じた。その後、残った薬包紙を秤量して、B内のグロブリン量を算出した。この算出されたグロブリン量は2.50~2.68gであった。第1図に示す様に栓をして松脂加パラフィンを塗布したカロリメーターを30°Cの定温槽(精度 $\frac{1}{1000}$ °C Beckmann O)に浸し白金加熱線でカロリメーターの内部を定温槽の温度まで加熱してから白金加熱線を液面より上に引き上げ約2時間放置して内部の温度が平衡状態に達してから、CでB'をつき落とすと同時にグロブリンをBから液の中へつき出し stop-watch によってBeckmann温度計(T)の示度を時々刻々観測記録した。このようにして第1表に示すような実測値が得られ、これから $\Delta T \sim t$ 曲線が得られる。ここに ΔT はBeckmann温度計の温度と定温槽の温度(示度 T_0)との温度差($T - T_0$)である。ところで熱解析の基本式は一般に次のように表わされる。

* 京都府立医科大学生物化学教室



第1図 塩類溶液中における膨潤熱

$$\frac{dT}{dt} - \frac{dT'}{dt} = \frac{Q}{W} \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

ここに $\frac{dT}{dt}$ は反応系の温度変化すなわち $\Delta T \sim t$ 曲線の温度の時間的変化率である。 $\frac{dT'}{dt}$ は反応系とその周囲（定温槽）との温度差による冷却速度、 Q は反応熱、 W は系の水当量、 $\frac{dx}{dt}$ は反応速度である。 $\frac{dT}{dt} - \frac{dT'}{dt}$ は断熱状態における温度上昇の時間的変化率 $\left(\frac{dT^*}{dt}\right)$ を表わしている。基本式(1)の $-\frac{dT'}{dt}$ 、 W を求めるために、反応による温度変化の測定が終了してから引き続き白金加熱線Hの導線に容量の大きな蓄電池、抵抗器及び正確な電流計を直列に連結し、適当な一定の強さの電流 (i amp.) を通じて時間的に温度の上昇を測定し加熱曲線を求め、次いで電流を断って加熱を止め自然に冷却させ温度の下降

を時間的に測定して冷却曲線を求めた。 $-\frac{dT'}{dt}$ は攪拌による温度上昇 (τ) を補正すればNewtonの冷却法則

$$-\frac{dT'}{dt} = K(\Delta T - \tau) \equiv K\Delta T', \quad (K: \text{冷却定数})$$

にしたがう事が確められた。したがって(1)式は

$$\frac{dT}{dt} + K\Delta T' = \frac{dT^*}{dt} \quad (1')$$

となるから

$$\int_0^t dT + K \int_0^t \Delta T' dt = -\frac{Q}{W} \int_0^t dx = \int_0^t dT^*$$

ここで $\int_0^t \Delta T' dt$ は $\Delta T' \sim t$ 曲線において時間 t までの $\Delta T' \sim t$ 曲線と両軸との間にかこまれた面積 S_t である。すなわち $\int_0^t \Delta T' dt = S_t$ 。また $\int_0^t dT = \Delta T_t$ 、 $\int_0^t dT^* = \Delta T_t^*$ とすれば上の式は

$$\Delta T_t + KS_t = \Delta T_t^*$$

となる。 t 時間に a なる量が反応したとすれば $\int_0^t dx = a$ であって、 $\Delta T^*/a$ は単位量当りの断熱温度上昇である。

第1表 H₂O

t min-sec ($T_0 = 3.270$)	T $\Delta T (^{\circ}\text{C})$	
0	3.276	0.006
13.5	.280	.010
21.5	.290	.020
28.5	.300	.030
35	.310	.040
42	.320	.050
47	.330	.060
54	.340	.070
1.00	.350	.080
06	.360	.090
12	.370	.100
18	.380	.110
25	.390	.120
32	.400	.130
38	.410	.140
44	.420	.150
51	.430	.160
58	.440	.170
2.04	.450	.180
13	.460	.190
20	.470	.200
28	.480	.210
37	.490	.220
49	.500	.230
3.01	.510	.240
18	.520	.250
47	.530	.260
4.00	.532	.262
30	.536	.266
5.00	.536	.266
40	.535	.265
6.00	.532	.262
30	.531	.261
7.00	.530	.260
30	.529	.259
8.00	.528	.258
9.00	.522	.252
10.00	.519	.249
12.00	.510	.220
15.00	.499	.209

なる関係から求めることができる。この実験では塩類溶液の種類によって膨潤溶

解の程度に差があり、また反応系の粘度に差のあることを考慮して、実験毎に加熱曲線及び冷却曲線を求め後者から得られる冷却定数 K 及び攪拌による補正項 τ を用いて加熱曲線から水当量 W を求めた。

Ⅲ. 実験結果と考察

実験例の2～3を第1～第4表に示す。第1表は蒸留水中、第2、第3及び第4表はそれぞれ $\frac{N}{10}$ NaCl, NaSCN 及び BaCl_2 溶液中における発熱による温度上昇と時間との関係である。

第2表 $\frac{N}{10}$ NaCl			第3表 $\frac{N}{10}$ NaSCN			第4表 $\frac{N}{10}$ BaCl_2		
t	T	ΔT (°C)	t	T	ΔT (°C)	t	T	ΔT (°C)
min.sec ($T_0=3.630$)			min.sec ($T_0=3.384$)			min.sec ($T_0=3.380$)		
0	3.635	0.005	0	3.397	0.017	0	3.381	0.001
10	.640	.010	7	.410	.030	30	.390	.010
13	.650	.020	11	.420	.040	46.5	.400	.020
15	.660	.030	14	.430	.050	1.00	.410	.030
18	.670	.040	16	.440	.060	13	.420	.040
21	.680	.050	18	.450	.070	30	.428	.048
24	.690	.060	20	.460	.080	35.5	.430	.050
28	.700	.070	22	.470	.090	55	.440	.060
31	.710	.080	24	.480	.100	2.00	.443	.063
36	.720	.090	26	.490	.110	30	.458	.078
39	.730	.100	27.5	.500	.120	3.00	.469	.089
44	.740	.110	29	.510	.130	30	.481	.101
48.5	.750	.120	31.5	.520	.140	4.00	.497	.117
53.5	.760	.130	34	.530	.150	30	.507	.127
57	.770	.140	36	.540	.160	5.00	.517	.137
1.00	.780	.150	39	.550	.170	30	.528	.148
5	.790	.160	42	.560	.180	6.00	.537	.157
10.5	.800	.170	45	.570	.190	30	.545	.165
14.5	.810	.180	48	.580	.200	7.00	.551	.171
20	.820	.190	52	.590	.210	30	.559	.179
26	.830	.200	56.5	.600	.220	8.00	.565	.185
32	.840	.210	1.00	.610	.230	9.00	.577	.197
39	.850	.220	6	.620	.240	10.00	.588	.208
45	.860	.230	12	.630	.250	11.00	.597	.217
51	.870	.240	18	.640	.260	12.00	.601	.221
2.00	.880	.250	26.5	.650	.270	13.00	.609	.229
12	.890	.260	36	.660	.280	14.00	.615	.235
34	.900	.270	48	.670	.290	15.00	.619	.239
3.00	.909	.279	2.00	.678	.297	16.00	.623	.243
30	.914	.284	6	.680	.300	18.00	.630	.250
4.00	.916	.286	30	.689	.308	20.00	.636	.256
5.00	.914	.284	3.00	.696	.316	22.30	.639	.259
6.00	.911	.281	30	.698	.318	25.00	.640	.260
7.00	.907	.277	4.00	.700	.320	27.30	.640	.260
8.00	.904	.274	5.00	.700	.320	30.00	.640	.260
9.00	.901	.271	6.00	.699	.319	32.30	.639	.259
10.00	.898	.268	7.00	.697	.317	35.00	.637	.257
12.00	.890	.260	8.00	.694	.314	40.00	.629	.249
15.00	.882	.252	10.00	.688	.308	45.00	.623	.243
20.00	.868	.238	12.00	.682	.302	50.00	.617	.237
25.00	.855	.225	15.00	.672	.292	55.00	.608	.228
			20.00	.658	.278	60.00	.601	.221
			25.00	.642	.262	65.00	.591	.211
			30.00	.629	.249			
			35.00	.618	.238			
			40.00	.603				

これをそれぞれ第2～第5図に $\Delta T \sim t$ 曲線として示してある。このような $\Delta T \sim t$ 曲線の描く面積を膨潤による発熱終了後の任意の時間まで図上積分して(2)式の Q を算出すると次のような値(cal/g)が得られた。

H_2O : 14.4; NaSCN: 26.5, NaJ: 18.6,
 NaNO_3 : 14.9, NaBr: 13.1, NaCl: 12.9,
 NaF : 10.4; LiCl: 16.1, KCl: 11.7; CaCl_2 : 18.9,
 MgCl_2 : 18.0, BaCl_2 : 13.0.

これからグロブリンの膨潤に際して、同じ陽イオンに対して陰イオンの間に膨潤（溶解）熱の

大なるものから

$\text{CNS}^- > \text{I}^- > \text{NO}_3^- >$

$\text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$

の順位が認められ、

同じ陰イオンに対し

て陽イオンの間に膨

潤（溶解）熱の大なるものから

のものから

$\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+;$

$\text{Ca}^{++}, \text{Mg}^{++} > \text{Ba}^{++}$

の順位が認められる。

この順位は離液順列

またはHofmeister系

列として知られてい

る親水膠質に対する

塩析力の強さの順序

と関連している。す

なわち陰イオンに就

てはこの塩析力の大

なるものほど膨潤熱

が小さくなっている

が、陽イオンについ

てはこの塩析力の大

なるものほど膨潤熱

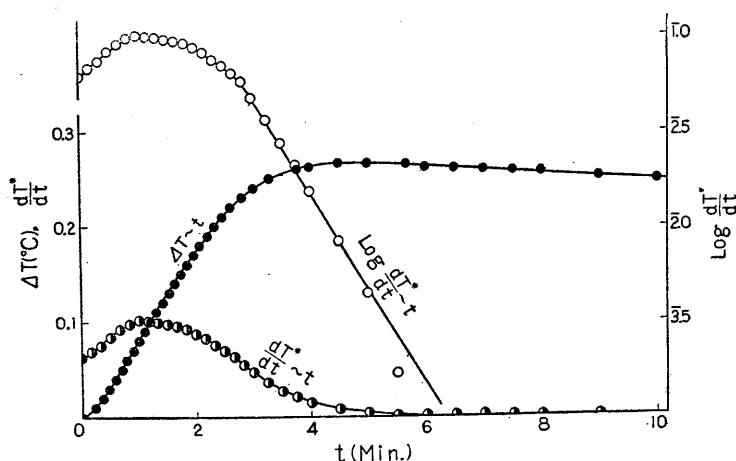
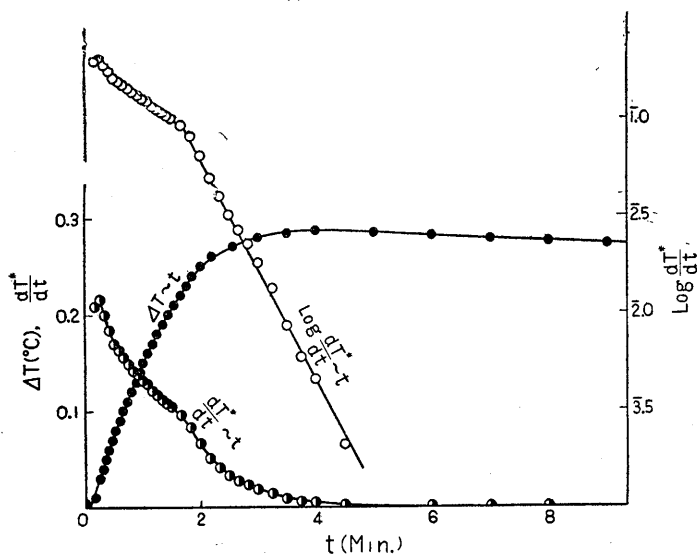
が大きくなっている。

この膨潤（溶解）熱を

Bernal及びFowler²⁾

の算出したイオンの

hydration energy と

第2図 H₂O第3図 $\frac{N}{10}$ NaCl

比較してみると、陽イオンについてはhydration energyの大きいものほど膨潤(溶解)熱が大きく、陰イオンに就てはhydration energyの大きいものほど膨潤(溶解)熱が小さくなっている。離液順列を定量化した Büchner³⁾ の lyotropic number について、Voet⁴⁾ がアルカリ金属イオンでは lyotropic number の大きいものほどその水和熱が大きく、ハロゲンイオンでは lyotropic number の大きいものほどその水和熱が小さく、しかもイオンの lyotropic number と水和熱との間にそれぞれ直線関係が成り立つことを明らかにしている。著者の実験結果は第6図に示す

ようにイオンの lyotropic number の大きいものほど陰イオンについても陽イオンについても膨潤(溶解)熱が大きくなっている。しかし膨潤(溶解)熱と lyotropic number との間に直線関係は認められない。元来膨潤現象とイオンの離液順列との関係はしばしば相当濃厚な塩類溶液を用いた場合に著明になるとされている。また、はじめに述べたように複雑な蛋白系ではその種類によって必ずしも同一のイオン系列を得るとは限らない。これらに関しては別に報告する。

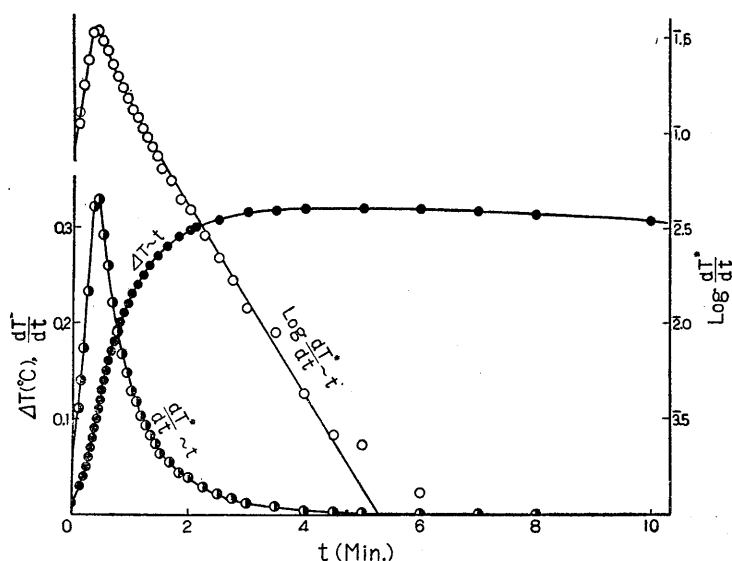
次に膨潤による発熱過程を解析してみた。第1~第4表に示す実験の $\Delta T \sim t$ 曲線から $\frac{dT}{dt}$ を求め攪拌による補正(τ)と冷却定数とを用いて式(1')から $\frac{dT^*}{dt}$ を求めたものが第5~第8表であって、第2~第5図にそれぞれ $\frac{dT^*}{dt} \sim t$ 曲線、 $\log \frac{dT^*}{dt} \sim t$ 曲線として示してある。図

からわかるように $\log \frac{dT^*}{dt} \sim t$ 曲線は数分以後直線となっている。このことは発熱過程が一次反応の型式 $\frac{dT^*}{dt} = k_1(T_e^* - T^*)$, (T_e^* は発熱終了時の断熱温度上昇) にしたがっていることを示すものである。この一次反応型以前すなわち反応の初期は発熱が抑制されているかのようみられるが実験上しばしば初期にグロブリンの一部が液面にうかんでいる場合があってこの初期の解析は困難である。また第5図では発熱過程の後期において $\log \frac{dT^*}{dt} \sim t$ 曲線は直線からずれてわずかに上に曲っている。このような現象

第5表 H_2O , ($\tau = 0.020$, $K = 0.0185$)

t min.sec	ΔT (°C)	$\Delta T'$	$K\Delta T'$	$\frac{dT}{dt}$	$\frac{dT^*}{dt}$	$\log \frac{dT^*}{dt}$
10	.006	-.014	-.0003	+0.0692	0.0689	2.838
20	.018	.002	.0000	.0754	.0754	.877
30	.032	+0.012	+0.0002	.0841	.0843	.926
40	.047	.027	.0005	.0915	.0920	.964
50	.063	.043	.0008	.0982	.0990	.996
1.00	.080	.060	.0011	.1009	.1020	1.009
10	.096	.076	.0014	.0992	.1006	.003
20	.113	.093	.0017	.0976	.0993	2.997
30	.129	.109	.0020	.0954	.0974	.989
40	.145	.125	.0023	.0927	.0950	.978
50	.160	.140	.0026	.0895	.0921	.964
2.00	.174	.154	.0028	.0846	.0874	.942
10	.187	.167	.0031	.0789	.0820	.913
20	.200	.180	.0033	.0721	.0753	.877
30	.211	.191	.0035	.0662	.0697	.843
40	.222	.202	.0037	.0600	.0637	.804
50	.231	.211	.0039	.0536	.0575	.760
3.00	.239	.219	.0041	.0432	.0473	.675
15	.249	.229	.0042	.0321	.0363	.560
30	.255	.235	.0043	.0230	.0273	.436
45	.260	.240	.0044	.0166	.0210	.322
4.00	.263	.243	.0045	.0108	.0153	.185
30	.266	.246	.0046	.0038	.0084	3.924
5.00	.266	.246	.0046	-0.0001	.0045	.653
30	.265	.245	.0045	.0028	.0017	.230
6.00	.264	.244	.0045	.0038		
30	.262	.242	.0045	.0036		
7.00	.260	.240	.0044	.0025		
30	.258	.238	.0044	.0038		
8.00	.256	.236	.0044	.0041		
9.00	.252	.232	.0043	.0042		

は発熱速度が遅い場合に現われる。この後期の発熱過程については第7図に示すように $\log \frac{dT^*}{dt}$ と $\log t$ との間に直線的関係が成立っている。そ

第4図 $\frac{N}{10}$ NaSCN

こで本実験における発熱過程について次のように推測することができる。すなわちグロブリンが液内に混入すると液を結合し、膨潤発熱する。多くの場合その過程は一次反応型で進行し比較的短時間内に溶液がグロブリン粒子の内部まで滲透して膨潤発熱はやむ。しかし発熱速度の遅い場合にはその発熱過程は、はじめ一次反応型で進行しその間にグロブリン粒子の表層に溶液が結合し、次いで溶液が比較的徐々にグロブリン粒子の内部へ滲透してゆく。この滲透による発熱過程は内部へ吸収された量に逆比例し、この内部吸収量が時間 t に比例するものとすれば $\frac{dT^*}{dt} = \frac{k}{t}$ (k : const.) となり、従って $\log \frac{dT^*}{dt} = \log k - \log t$ となって $\log \frac{dT^*}{dt}$ と $\log t$ との間に直線的関係が成立つことになる。小門⁵⁾ は著者と同様の実験方法で高野豆腐の膨潤（溶解）熱を測

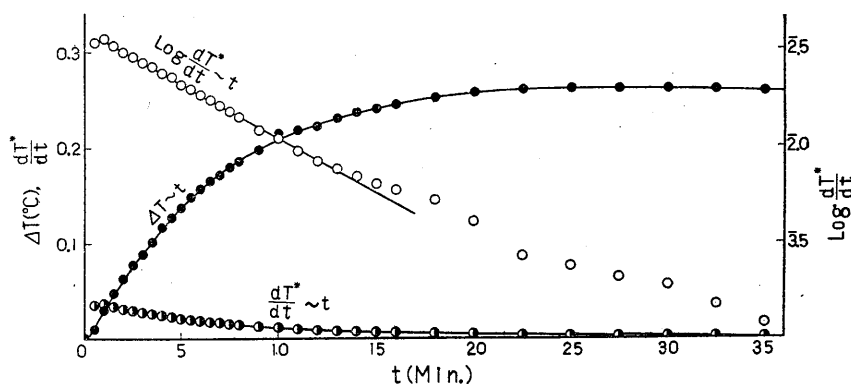
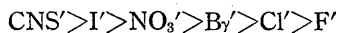
定し、イオン系列については著者のグロブリンの場合とほとんど同様の結果を得ているが、膨潤による発熱過程については一次反応型は出現せず約1分以後の発熱過程が $\frac{dT^*}{dt} = \frac{k}{t}$ (k :

const.) で表わされる事を見出して著者のグロブリンの場合とおもむきを異にしている。これは実験材料の相違によるものと考える。

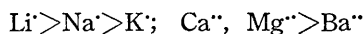
結 論

乾燥グロブリン（フィブリン粉末 2.6g を $\frac{N}{10}$ 塩類溶液 100ml に加え熱解析的に膨潤（溶解）熱 cal/g (30°C) を求めてつぎの結果を得た。

1) 同じ陽イオンに対して陰イオンの間に膨潤（溶解）熱の大なるものから

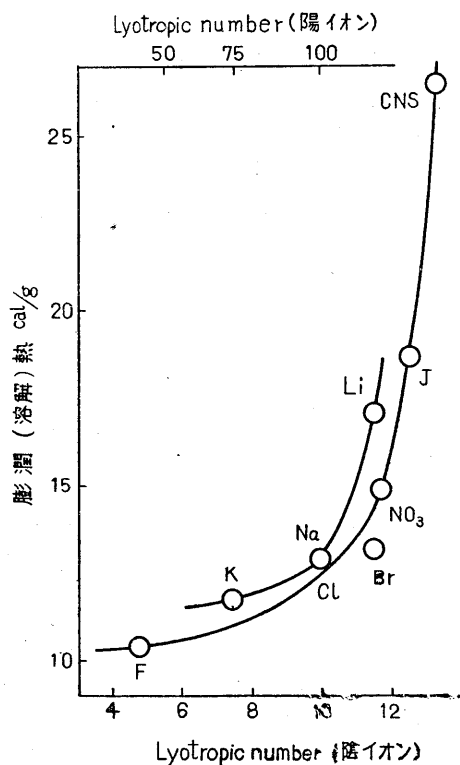
第5図 $\frac{N}{10}$ BaCl₂

の順位が認められ、同じ陰イオンに対して陽イオンの間に膨潤溶解熱の大なるものから



の順位が認められた。

2) 膨潤（溶解）熱は陽イオンの hydration energy の大きいものほど大きく、陰イオンの hydration energy の大きいものほど小さい。



第6図

第6表 $\frac{N}{10}$ NaCl, ($\tau = 0.047$, $K = 0.0150$)

t min-sec	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T'$	$K\Delta T'$	$\frac{dT}{dt}$	$\frac{dT^*}{dt}$	$\log \frac{dT^*}{dt}$
10	.010	-0.037	-0.0006	+0.2092	0.2086	1.319
15	.028	.019	.0003	.2164	.2161	.335
20	.045	.002	.0000	.1994	.1994	.300
25	.052	+0.005	+0.0001	.1838	.1839	.265
30	.076	.029	.0004	.1694	.1698	.230
35	.089	.042	.0006	.1619	.1625	.211
40	.102	.055	.0008	.1550	.1558	.193
45	.115	.068	.0010	.1479	.1489	.173
50	.127	.080	.0012	.1408	.1420	.152
55	.139	.092	.0014	.1364	.1378	.139
1.00	.150	.103	.0015	.1306	.1321	.121
5	.160	.113	.0017	.1258	.1275	.106
10	.170	.123	.0018	.1190	.1208	.082
15	.180	.133	.0020	.1149	.1169	.068
20	.190	.143	.0021	.1101	.1122	.050
25	.198	.151	.0023	.1053	.1076	.032
30	.207	.160	.0024	.1015	.1039	.017
40	.222	.175	.0026	.0930	.0956	2.980
50	.236	.189	.0028	.0806	.0834	.921
2.00	.248	.201	.0030	.0632	.0662	.821
10	.257	.210	.0032	.0476	.0508	.706
20	.264	.217	.0033	.0375	.0408	.611
30	.269	.222	.0033	.0296	.0329	.517
40	.274	.227	.0034	.0239	.0273	.436
50	.277	.230	.0035	.0197	.0232	.365
3.00	.280	.233	.0035	.0149	.0184	.265
15	.283	.236	.0035	.0101	.0136	.134
30	.284	.237	.0036	.0051	.0087	3.940
45	.285	.238	.0036	.0024	.0060	.778
4.00	.286	.239	.0036	.0010	.0046	.663
30	.286	.239	.0036	-0.0015	.0021	.322
5.00	.284	.237	.0036	.0040		
6.00	.280	.233	.0035	.0032		
7.00	.277	.230	.0035	.0032		
8.00	.274	.227	.0034	.0032		

第7表 $\frac{N}{10}$ NaSCN, ($\tau = 0.004$, $K = 0.0083$)

t min.-sec	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T'$	$K\Delta T'$	$\frac{dT}{dt}$	$\frac{dT^*}{dt}$	$\log \frac{dT^*}{dt}$
5	.026	.022	.0002	+0.1103	0.1105	1.043
7.5	.031	.027	.0002	.1397	.1399	.146
10	.037	.033	.0003	.1724	.1727	.237
12.5	.045	.041	.0003	.2058	.2061	.314
15	.054	.050	.0004	.2322	.2326	.367
17.5	.065	.061	.0005	.2771	.2776	.443
20	.078	.074	.0006	.3210	.3216	.507
22.5	.092	.088	.0007	.3327	.3334	.523
25	.106	.102	.0008	.3282	.3290	.517
27.5	.120	.116	.0010	.3113	.3123	.495
30	.132	.128	.0011	.2909	.2920	.465
32.5	.143	.139	.0012	.2749	.2760	.441
35	.154	.150	.0012	.2583	.2595	.414
37.5	.164	.160	.0013	.2347	.2360	.373
40	.174	.170	.0014	.2195	.2209	.344
42.5	.183	.179	.0015	.2030	.2045	.311
45	.190	.186	.0015	.1902	.1917	.283
47.5	.198	.194	.0016	.1746	.1762	.246
50	.205	.201	.0017	.1657	.1674	.224
52.5	.211	.207	.0017	.1545	.1562	.194
55	.217	.213	.0018	.1460	.1478	.170
57.5	.223	.219	.0018	.1376	.1394	.144
1.00	.228	.224	.0019	.1272	.1291	.111
5	.238	.234	.0019	.1162	.1181	.072
10	.247	.243	.0020	.1007	.1027	.012
15	.255	.251	.0021	.0910	.0931	2.969
20	.262	.258	.0021	.0809	.0830	.919
25	.268	.264	.0022	.0721	.0743	.871
30	.274	.270	.0022	.0616	.0638	.805
40	.283	.279	.0023	.0530	.0553	.743
50	.291	.287	.0024	.0417	.0441	.644
2.00	.297	.293	.0024	.0367	.0391	.592
15	.304	.300	.0025	.0262	.0287	.458
30	.309	.305	.0025	.0194	.0219	.340
45	.313	.309	.0026	.0140	.0166	.220
3.00	.316	.312	.0026	.0093	.0119	.076
30	.318	.314	.0026	.0063	.0089	.949
4.00	.320	.316	.0026	.0017	.0043	.634
30	.320	.316	.0026	.0000	.0026	.415
5.00	.320	.316	.0026	-0.0003	.0023	.362
6.00	.319	.315	.0026	.0013	.0013	.114
7.00	.317	.313	.0026	.0020	.0006	
8.00	.315	.311	.0026	.0024	.0002	
10.00	.309	.305	.0025	.0030		

第8表 $\frac{N}{10}$ BaCl₂, ($\tau = 0.062$, $K = 0.0108$)

t min.-sec	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T'$	$K\Delta T'$	$\frac{dT}{dt}$	$\frac{dT^*}{dt}$	$\log \frac{dT^*}{dt}$
30	.009	-.053	-0.0006	+0.0361	0.0355	2.550
1.00	.029	.033	.0004	.0375	.0371	.569
30	.046	.016	.0002	.0342	.0340	.531
2.00	.062	.000	.0000	.0315	.0315	.498
30	.076	+0.014	+0.0002	.0295	.0297	.473
3.00	.090	.028	.0003	.0274	.0277	.442
30	.103	.041	.0004	.0260	.0264	.421
4.00	.116	.054	.0006	.0238	.0244	.387
30	.127	.065	.0007	.0217	.0234	.369
5.00	.137	.075	.0008	.0203	.0211	.324
30	.147	.085	.0009	.0191	.0200	.301
6.00	.156	.094	.0010	.0177	.0187	.272
30	.165	.103	.0011	.0166	.0177	.248
7.00	.172	.110	.0012	.0152	.0164	.215
30	.179	.117	.0013	.0141	.0154	.188
8.00	.186	.124	.0013	.0130	.0143	.155
9.00	.198	.136	.0015	.0107	.0122	.086
10.00	.208	.146	.0016	.0092	.0118	.072
11.00	.216	.154	.0017	.0078	.0095	3.978
12.00	.223	.161	.0017	.0067	.0084	.924
13.00	.229	.167	.0018	.0059	.0077	.886
14.00	.235	.173	.0019	.0051	.0070	.845
15.00	.239	.177	.0019	.0045	.0064	.806
16.00	.243	.181	.0020	.0040	.0060	.778
18.00	.250	.188	.0020	.0033	.0053	.724
20.00	.255	.193	.0021	.0020	.0041	.613
22.30	.259	.197	.0021	.0006	.0027	.431
25.00	.260	.198	.0021	.0003	.0024	.380
27.30	.260	.198	.0021	.0000	.0021	.322
30.00	.260	.198	.0021	-0.0002	.0019	.279
32.30	.259	.197	.0021	.0006	.0015	.176
35.00	.257	.195	.0021	.0009	.0012	.079
40.00	.250	.188	.0020	.0014	.0006	
45.00	.243	.181	.0020	.0016	.0004	

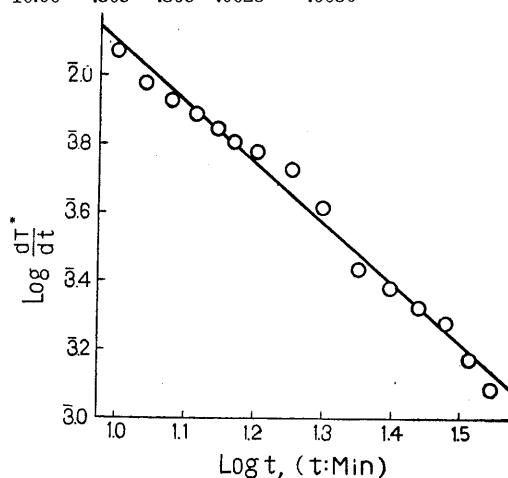
3) 膨潤（溶解）熱は Büchner の与えたイオンの lyotropic number の大きいものほど大である。

4) 本実験における膨潤による発熱速度は一般に一次反応型であって、温度変化で表わせば $\frac{dT^*}{dt} = k_1 (T_e^* - T^*)$, (T_e^* は発熱終了時の断熱温度上昇). 発熱が長く続く場合には、その後期において一次反応型からずれ、 $\frac{dT^*}{dt} = \frac{k}{t}$ (k は const.) で表わされた。

(本論文の要旨は第30回日本生理学会総会 (1953) において報告した。)

文 献

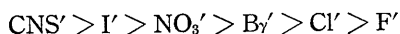
- 1) 舟木 広 (1953~4) 血液カタラーゼ反応の熱解析 (実験方法について) 京府医大誌 54, 815
- 2) Bernal, J. D. and R. H. Fowler (1933): A Theory of Water and Ionic Solution, with Particular Reference to Hydrogen and Hydroxyl Ions, J. Chem. Physiol., 1, 515
- 3) Büchner, E. H. (1936) Quantitative Beziehungen in den lyotropen Reihen, Kolloid Z., 75, 1
- 4) Voet, A. (1937) Quantitative Lyotropy, Chem. Revs., 20, 169
- 5) 小門峯子: 塩類溶液中における膨潤（溶解）熱 (II) (京府医大誌に掲載の予定)

第7図 $N/10$ BaCl₂

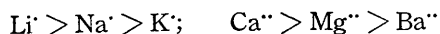
Summary

Putting 2.6g dried globulin (fibrin) powder into the 100ml solution of N/10 salts, the heat of swelling (& dissolution) cal/g (30°C) was measured by the method of thermal analysis and the results obtained run as follows:—

1) For the anions, the following order of the heat of swelling (& dissolution) was observed:



while, for the cations, the order of the heat of swelling (& dissolution) was found:



2) The greater the value of hydration energy of cation, the larger is the heat of swelling (& dissolution), whereas, the greater the value of hydration energy of anion is, the smaller is the heat of swelling (& dissolution).

3) The greater the lyotropic number shown by Büchner is, the larger is the heat of swelling (& dissolution).

4) The heating velocity by swelling (& dissolution) measured in the experiment was of the 1st order reaction type.

(*Department of Bio-physico-Chemistry, Kyoto Pref. Med. University*)

組織粉末の膨潤（溶解）熱 612.014

Heat of Swelling (& Dissolution) of Tissue Powder.

舟 木 広 (FUNAKI-Hiroshi)*

臓器組織の膨潤に関する実験はかなり多いが膨潤熱の測定はない。串田¹⁾は動物の臓器組織の乾燥過程、乾燥重量、含水量、粉末容積、粉末比重その他物理化学的性状について報告している。著者²⁾はさきにグロブリン（フィブリン）の各種塩類溶液中における膨潤（溶解）熱について報告した。ここには臓器組織粉末の水中における膨潤（溶解）熱について報告する。

I. 実験方法

反応速度熱解析法によって組織粉末 0.295～2.70g を蒸留水 100ml に加えて膨潤（溶解）熱を測定した。実験温度は 37℃ である。装置ならびに操作は前報³⁾ と全く同様であるから、ここには省略する。

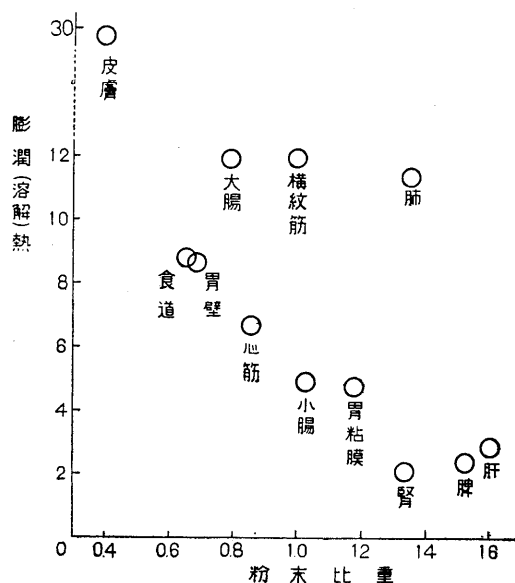
組織粉末：家兎の諸臓器組織を液態空気で冷却固化しこれを粉碎乾燥して得た粉末であって串田の作製したものである。

II. 実験結果と考察

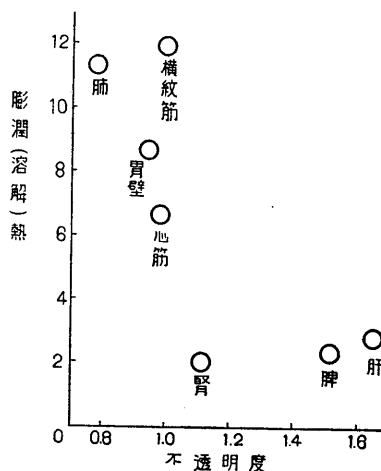
各組織粉末の膨潤（溶解）熱 (cal/g) は表に示す如くであった。各組織粉末の種類によって

組織粉末	膨潤（溶解）熱	膨潤（溶解）熱に
皮膚	29.9	かなりの相違がある。このような相違は組織を構成する物質の種類と組織構造に関係するものと考えられるから組織粉末の膨潤（溶解）熱と組織粉末比重ならびに臓器組織の不透明度 opacity との
横紋筋	11.9	
大腸	11.9	
肺臓	11.3	
食道	8.78	
胃壁	8.64	
胃	7.69	
心臓	6.68	
小腸	4.90	
胃粘膜	4.76	
肝臓	2.88	
脾臓	2.38	
腎臓	2.03	

関係をしらべてみた。第1図の横軸粉末比重は串田¹⁾によって測定された家兎組織粉末の粉末比重（比数）であって横紋筋の比重を標準にしこれを1として表わしたものである。図からわかるように大体において粉末比重の大きいもの



第1図



第2図

* 京都府立医科大学生物物理化学教室

ほど膨潤（溶解）熱が小さくなっている。第2図の横軸は岡村、高木、竹久⁴⁾らによって測定された家兎臓器組織切片の不透明度であって横紋筋の不透明度を標準にしこれを1として表わしたものである。図からわかるように大体において臓器組織の不透明度の大きいものほど組織粉末の膨潤（溶解）熱は小さくなっている。すなわち横紋筋、心臓、滑平筋などのような粉末比重ならびに不透明度の小さいものの膨潤（溶解）熱は肝、脾、腎などのような粉末比重ならびに不透明度の大きいものの膨潤（溶解）熱よりも大きい傾向が認められる。

Ⅲ. 結 論

1) 家兎の各種組織塊を液態空気で冷却固化後直ちに磨碎して作製した組織粉末 0.295~2.70gを蒸留水100mlに加え膨潤（溶解）熱cal/g (37°C)を熱解析法によって測定し次の値を得た。
皮膚：29.9, 横紋筋：11.9, 大腸：11.9, 肺

臓：11.3, 食道：8.78, 胃壁：8.64, 胃：7.69, 心臓：6.68, 小腸：4.90, 胃粘膜：4.76, 肝臓：2.88, 脾臓：2.38, 腎臓：2.03.

2) 横紋筋、心筋、滑平筋などのような粉末比重ならびに不透明度の小さいものの膨潤（溶解）熱は肝、脾、腎などのような粉末比重ならびに不透明度の大きいものの膨潤（溶解）熱よりも大きい傾向がある。

（本論文の要旨は第30回日本生理学会総会（1953）において報告した）。

文 献

- 1) 串田一義（1934）液態空気の生物学的作用（第1報）液態空気による動物組織粉碎法並に該組織粉末の物理化学的性状に就て（前編）京府医大誌 12, 1060
- 2) 舟木 広（1955）塩類溶液中における膨潤（溶解）熱 日本生理誌 17, 734
- 3) 舟木 広（1953~4）血液カタラーゼ反応の熱解析（実験方法について）京府医大誌 54, 815
- 4) 岡村秀清・高木貫之・竹久正巳（1936）臓器組織ノ光線吸収ニ就テ 京府医大誌 16, 435

Summary

1) Putting 0.295~2.70g tissue powder, pulverized immediately after cooling & solidifying a rabbit's various tissue pieces by liquid air, into aq. dest., the heat of swelling (& dissolution) cal/g (37°C) was measured by the method of thermal analysis of reaction velocity, and obtained the following values:

Skin: 29.9; Striated muscle: 11.9; Large intestine: 11.9; Lung: 11.3;
Esophagus: 8.78; Stomach-wall: 8.64; Stomach: 7.69; Heart: 6.68; Small intestine: 4.90; Mucosa of Stomach: 4.76; Liver: 2.88; Spleen: 2.38;
Kidney: 2.03.

2) The heat of swelling (& dissolution) of such muscles as the striated muscle, heart muscle, and smooth muscle that have low pulverulent specific gravity as well as low opacity tends to be greater than that of the liver, spleen, or kidney that has high pulverulent specific gravity as well as high opacity.

(Department of Bio-physico-chemistry, Kyoto Pref. Med. University)

地方小学会報

第102回生理学東京談話会

時 昭和30年5月5日午前10時より

所と当番 横浜市南区浦舟町 横浜医科大学生理学教室 丹野栢彦

1. 酒井敏夫 (慈大生理名取研)

処理筋標本の性状について

2. 小林直哉・小林順次・吉沢 彰 (群大生理)

鉄と硝酸による刺激生理学的研究

自然的刺激作用による被刺激過程の経過に就いて

鉄と硝酸による興奮模型に於て外部より直接刺激となる作用を加えないでも硝酸中に長く放置すれば興奮が起ることが見られる。此の場合に何が刺激として働いているかは明かではないが斯様な場合にも普通に刺激を加えた際にみられる如き電位の変化が現れるであろうと考えられるので、余等は数種の核を種々の濃度の硝酸に浸して放置した際の電位の時間的経過に就て観察した。実験材料として核には鋼鉄線、軟鉄線及び一度赤熱して急に冷却した軟鉄線の3種を用い、電位の測定には対極として炭素電極を用い両極間に流れる電流を出来るだけ少くするため回路に高抵抗を配し高感度 ($2 \times 10^{-8} A$) の Galvanometer を使用し之の振れを描記した。先ず核が一定濃度の硝酸に一定時間浸漬して興奮性の膜を作り此れを硝酸中に入れて電位の経過を見ると硝酸の濃度が高い場合には電位の上昇は少く硝酸の濃度が低くなるに従って電位の上昇速度が大になり、或る濃度以下の硝酸ではしばらくすると興奮が起る様になる。核が鋼鉄線の場合には硝酸の濃度差によって生ずる電位の経過の差が少く電位の上昇も少い。それに引き換えて軟鉄線及び熱処理した軟鉄線の場合には共に硝酸の濃度差による電位の経過の差が大となり又興奮方向への電位の上昇速度も大となる。又種々の濃度の硝酸中で核を一度興奮せしめて其の直後からの電位の経過を見ると前実験の結果とは逆に硝酸の濃度が高い場合には電位の興奮方向への上昇が速くで硝酸の濃度が低くなる程上昇が遅い。以上の結果から外部より特別の刺激を加えないでも時間がたつに従って電位は次第に興奮の方向に向つて上昇し或る濃度以下の硝酸中では終に

興奮するに至る。此等の電位の上昇の経過は實際に刺激を加えた場合に現れる所謂被刺激過程の進行による電位の上昇と全く同じでその経過がゆるやかなものにすぎない。此等の事柄は不応期、閾値の問題或いは興奮性膜の物質代謝等に直接関係ある問題であり、生体に於ける此等の現象の機序を考察するに際しても重要な参考となる問題であろう。

3. 角田智恵子・吉沢 彰 (群大生理)

鉄と硝酸による刺激生理学的研究

週期性興奮模型の週期に及ぼす種々の作用に就いて

心臓其の他所謂週期的に興奮する器管に就いて週期に及ぼす種々の作用に関係して数多の研究報告があり、種々論議されているがそのよって起る原因に就いては未だ充分明かにされていない。余等は電気化学的週期性興奮模型が種々の点に於て生体器管の週期性興奮に類似することを知り此の模型を用いて温度其の他の実験条件が週期並に興奮期間等に及ぼす影響に就いて実験した。

用いた模型は松本石田等の報告した鋼鉄を硝酸に浸したものであって鉄球 (直径 1~1.5cm) に適當の穴 (直径 1mm 深さ 5mm) をあけ之の部を興奮発生部位即ち pace maker に相当するところとした。又鉄球には別に金属の細い棒を附着させこの金属棒は modeling で覆い、これによって鉄球を硝酸中に支持した。又別に鉄線 (太さ 1mm, 長さ 5cm) を底の平な容器の中の硝酸中に横たえた週期性興奮模型を用いた場合もあった。斯様な様型を用いて得られた実験結果は大体次の如くである。

1. 温度の影響に就いてはあまり低温だと週期性に興奮が起らなくなり温度の上昇と共に週期は早くなり興奮期間は長くなる。あまり高温になれば持続的に興奮して回復しなくなる。

2. 鉄球を浸す硝酸の濃度に就いては濃度があり小であれば持続性に興奮しつづけているが濃

度が或る程度大になると週期が早く興奮期間は長くなり、濃度の増加と共に興奮期間は短く週期は遅くなる。濃度が一定以上大になれば回復した状態に止まり週期性興奮は止む。

3. 硝酸中に刺激性物質 NaCl を混じたものに於ては NaCl の量が多くなれば週期は早く且つ興奮期間は長くなる。

以上は今日まで得られた結果の要であるが之等を生体器管の場合と比較検討することは其の意義決して少しとしないであろう。

4. 田中喜信 (群大生理)

鉄と硝酸による刺激生理学的研究

電気化学的興奮模型に於ける Accommodation の研究

鉄を硝酸に浸して得られる興奮模型に於ても神経・筋等の被刺激性形体に於て観察される刺激電流の忍び込み現象即ち Accommodation に類似の現象が起ることは既に松本・田中によって報告された所であるが余は更に此の現象を詳細にするため実験を行い今日まで大要次の結果を得た。

実験方法：興奮模型として鉄線、鉄球、又は鉄板等の核を硝酸中に浸し之に対して種々の型の刺激電極を用い、核を陰極、刺激電極を陽極とし大体直線的に増強する漸増電流を流してそれに対する刺激閾を測定した。漸増電流は液体抵抗による分圧器の中央端子を手仿的に移動させて得られるものを用いた。

実験成績：1. 種々の形の核とそれに対する刺激電極の關係に於ては、長い核又は広い面積の核の一部に電極が向けられ電流が主として核の表面の限局した部分から流入する様な場合に Accommodation が著明に現れ此の条件に遠い場合には現れ難い。

2. 核を浸す硝酸の濃度は大なるほど Accommodation が著明であり或る濃度以下では Accommodation は認められない。

3. 硝酸の温度を種々に変えた実験に於ては、温度が低いほど Accommodation が起り易く温度が高い場合には起り難い。

実験結果は大体以上の如くであるが Accommodation なる現象は Hill その他によれば生体に於ける刺激作用に抗する特異な反応の如く解されているが上述の如く模型に於ても殆んど同様な現象が

見られることは Accommodation の機序を説明する上に重要な意義を有するものであらう。之等の事柄については今後の実験によつて明かにしたいと思う。

5. 鈴木光雄 (群大内分泌研生理)

サイロキシン作用の pH にもとづく変化

サイロキシンの in vitro の作用については、各種臓器の Slice, homogenate を用いた実験から、すでに報告されている。ところがサイロキシンの標品の相違とか、種々の実験条件の相違によって得られた結果が再現性に乏しい事がある。そこでその原因の一部が pH の変化による場合もあり得るのではないかと考え、演者は用いたサイロキシンの分析を行い、それが純粋であるかを確めた後、ハツカネズミの肝の homogenate のコハク酸々化酵素系に対するこのホルモンの作用が、pH によってどの様な変化を受けるかを検討した。

1. D-L サイロキシン (終濃度 $1 \times 10^{-4} M$) は、ハツカネズミ肝 homogenate のコハク酸々化酵素を activate するが、pH 7.4 前後に於てその作用が著しい。pH 7.0 以下又は 7.8 以上ではその作用は著明に減少する。

2. L-tyrosine, L-Diiodotyrosine ($1 \times 10^{-4} M$) はこの系に対してほとんど影響を与えない。

又 pH を変化させても (pH 7.0~7.9) 影響を受けない。

3. D-L サイロキシンの紫外部吸収を見た所、サイロキシンの吸光像は pH によって大きな変化を受けないが、pH 8.0~7.0 にかけて、サイロキシンの溶解度は著明に減少する。

4. 以上の結果から in vitro のサイロキシン作用について考察する。

6. 桂 博澄 (群大内分泌研生理)

甲状腺、副腎皮質及び髓質の呼吸酵素系に関する特性

ブタの甲状腺、副腎皮質及び髓質の slice 及び homogenate に TCA サイクルの種々の基質を加えて酸素消費を観察すると、甲状腺ではグルタミン酸々化が、副腎皮質ではリンコ酸々化が比較的多い事は、先の日本生理学会総会で報告した通りであるが、更にこれを確実にする為に、K-ATP ($1.6 \times 10^{-4} M$), DPN ($2.3 \times 10^{-4} M$), ニコチン酸ア

ミド ($4.1 \times 10^{-M^3}$), チトクローム C (9×10^{-M}) を加えて実験を行って見た。

この条件では、コハク酸を除く総ての基質の酸化が高まる。

甲状腺ではグルタミン酸、皮質ではリンゴ酸の酸化が強い傾向が一層強く現われる。又副腎皮質ではフマル酸 α 化も著しく強い。総ての組織に於て常に酸化の割合が充分安定しているコハク酸の酸化に対する各組織に於ける他の基質の百分率をとってみると、グルタミン酸 α 化/コハク酸 α 化は甲状腺では158.6%、皮質 58.3%、髓質 43.5%であり、リンゴ酸 α 化/コハク酸 α 化は、甲状腺 28.3%、皮質 44.5%、髓質 32.6%であり、フマル酸 α 化/コハク酸 α 化では、甲状腺30%、皮質 61.3%、髓質 32.6%となる。

以上の結果は、Hayano 等が副腎皮質における皮質ホルモンの 11- β -hydroxylation system が、フマル酸及びリンゴ酸添加により activate されると云っている事と考え合せると興味深い。又甲状腺ホルモンが蛋白と結合した形で作用すると云われ、又ホルモン自体が一種のアミノ酸である甲状腺で、グルタミン酸 α 化が多い事は暗示的な結果と思われる。

7. 山本 清 (群大内分泌研生理)

甲状腺の酸素消費と thyroxine 合成機能

甲状腺の代謝と機能の関係を、甲状腺薄片によ

る酸素消費 (Warburg 装置による) と thyroxine (Tx), diiodotyrosine (DIT) の合成量 (I^{131} による) から in vitro で研究をはじめた。

1. 2時間、4時間目の Tx, DIT の放射能の強さから、イヌの甲状腺を用いて実験が可能ながわかった。Medium には数 μ C の I^{131} をいれ、薄片は 100mg 程度を用い、薄片の水解時間は 10 時間以上にし、無機 I, Tx, DIT の抽出は 1 回で充分なことなどが判明した。なお、Medium から Tx を分離して分泌された Tx を測定することは不可能なことも判った。

2. 酸素消費、酸化的磷酸化、甲状腺機能の抑制剤として、青酸カリ、2,4-dinitrophenol (DNP), thiouracil (TU) を加えると、種々の程度に酸素消費と Tx, DIT の合成が抑制されたが、酸素消費の抑制以上に合成機能が抑制された。それぞれの抑制剤は、無機 I の甲状腺へのとり込み、DIT の合成、Tx の合成に対して、それぞれ特異な作用をもっているらしいことが判る。

3. ブドウ糖、コハク酸、グルタミン酸を呼吸基質として加えると、酸素消費は種々の程度に増加するが、無機 I のとり込み、DIT, Tx の合成機能は却って低下する。これら基質のうちでは、グルタミン酸の場合が最も酸化の energy の利用効率がよく、ブドウ糖がこれに次ぎ、コハク酸の場合が最も劣るようである。

昭和29年度生理学論文表題集 (2)

(但し日本生理誌に掲載の論文は除く)

日本大学歯学部生理学教室

- 1) 栖原六郎 (1954. 6) 脊椎動物の血液実験法 生物学実験法講座 中山書店発行
- 2) 栖原六郎・笠井寿美雄・高下弘夫 (1954. 6) 人間の条件反射に於ける消去, 脱制止, 誘導等の諸現象について 歯科月報 28
- 3) 滝川富雄・馬島 勉・大内広志 (1954. 6) 骨格筋より抽出せられた塩縮抑制物質の諸種呈色反応に就いて 歯科月報 28
- 4) 栖原六郎 (1954. 2) 歯学の大学院について 日本歯科医師会誌 7, 414

東京医科歯科大学生理学教室

- 1) Katsuki, Y., H. Davis, (1954. 5) Electrophysiological studies of Kangaroo rat. J. Neurophysiology 17, 308-316
- 2) Hagiwara, S. Uchiyama, H. Watanabe, A. (1954. 4) The mechanism of sound production in cicada. Bul. Tokyo Med. Dent. Univ., 1, 113-124
- 3) Katsuki, Y., Uchiyama, H. (1955. 3) Note on the hair cell pot of the ear of fish. Proc. Jap. Academy 31, 99
- 4) Katsuki, Y., Uchiyama, H. Totsuka, G. (1954. 3) Electrical responses of the single hair cell in the fish ear. Proc. Jap. Academy. 30, 248-255
- 5) Hagiwara, S. Watanabe, A. (1954. 3) Action potential of Insect Muscle. Jap. J. Physiol. 4, 69-78
- 6) Tasaki, I., Hagiwara, S., Watanabe, A. (1954. 3) Action potential recorded from a mauthner cell of the cat fish. Jap. J. Physiol. 4, 79-90

東京医科歯科大学歯学部生理学教室

- 1) 市岡正道 (1954. 3) Ranvier 絞輪に於けるいわゆる局所興奮 科学 24, 150
- 2) 市岡正道 (1954. 6) 単一神経線維の簡単な分離法 生体の科学 5, 285
- 3) 市岡正道 (1954. 9) A method of measuring the rate of conduction of nerve. Jap. J. Physiol. 4, 191-195
- 4) 山極一三 (1954. 11) The action length and its functional significance in impulse transmission. The Bulletin of Tokyo Medical and Deental University. 1, 133-145

東京医科歯科大学臨床生理学教室

- 1) 島本多喜雄・山崎博男・井上道郎・小西藤治 (1954. 10) A Proposal on the Cause of Ménière's Syndrome and its Experimental Basis. (Vestibular Syndrome Induced by Replacement of Endolymph

with Various Chemical Substances) Proceedings of the Japan Academy 30, 1006

- 2) 島本多喜雄 (1954. 12) メニエール氏病の本態 日本医事新報 1594号
- 3) 島本多喜雄・M. Verzeano (1954. 6) Relations Between, Caudate and Diffusely Projecting Thalamie Nuclei. J. Neurophysiol. 17, 278
- 4) 島本多喜雄・Lucy Birzis・Allan Hemingway (1954. 1) Single Shock Conduction Pathways from the Preoptic Shivering Suppression Center. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. 87, 199

東京慈恵会医科大学生理学教室名取研究室

- 1) 名取礼二 (1954. 1) The role of myofibrils, sarcolemma and sarcolemma in muscle-contraction. Jikei med. J. 1, 18
- 2) 名取礼二 (1954. 1) Visco-elastic properties and contraction responses of myofibrils. Jikei med. J. 1, 72
- 3) 名取礼二 (1954. 6) The property and contraction proces of isolated myofibrils. Jikei med. J. 1, 119
- 4) 名取礼二 (1954. 3) 筋原線維の収縮過程 電子顕微鏡 3, 90
- 5) 名取礼二・渋谷正己 (1954. 3) 乾燥筋線維の伸縮機転について 慈恵医大誌 68, 931
- 6) 吉川照雄 (1954. 3) 剔出ガマ皮膚の P_{32} 透過に及ぼす NaCl, KCl, Ringer 液の濃度, pH 及びブドウ糖, ヒアルロニダーゼの影響 慈恵医大誌 68, 845
- 7) 吉川照雄 (1954. 3) 剔出ガマ皮膚の p_{32} 透過に及ぼす種々のイオンの影響 慈恵医大誌 68, 853
- 8) 吉川照雄 (1954. 3) カエル及びガマ皮膚 K^+ 透過に及ぼす H^+ イオンの影響 慈恵医大誌 68, 859
- 9) 山田昌慶 (1954. 3) 各種溶液中の分離原線維の弾性について 慈恵医大誌 68, 930
- 10) 山田昌慶 (1954. 3) 筋原線維等質部及び不等質部の形態学的変化 慈恵医大誌 68, 938
- 11) 山田昌慶 (1954. 5) 筋原線維の収縮能の研究 慈恵医大誌 69, 164
- 12) 中谷盛明 (1954. 7) 反応時と電気皮膚反射 慈恵医大誌 69, 298
- 13) 中谷盛明 (1954. 7) 反応時系に於ける受容器の役割 慈恵医大誌 69, 303
- 14) 松本 正 (1954. 7) グリセリン筋の生物物理的研究 (1) グリセリン収縮時にみられる筋重量の変化について 慈恵医大誌 69, 308
- 15) 渋谷正己 (1954. 8) 筋収縮過程における筋鞘の役割 慈恵医大誌 69, 449
- 16) 畔柳 繁・土井正夫・中谷盛明・大和田実 (1954. 8) 連続反応時の順応現象について 慈恵医大誌 69,

454

- 17) 山田昌慶 (1954. 8) *Astacus Tliviatis* 筋線維の Chloroform 痙縮について 慈恵医大誌 69, 460
- 18) 中谷盛明 (1954. 10) Procain 静脈注射による大脳皮質興奮変動について 慈恵医大誌 69, 715
- 19) 丹羽信善 (1954. 11) 家兎脳波の基本型に関する研究 (第1報) 慈恵医大誌 69, 779
- 20) 丹羽信善 (1954. 11) 家兎脳波の基本型に関する研究 (第2報) 慈恵医大誌 69, 787
- 21) 渋谷正己 (1954. 11) 乾燥筋の伸縮機転について(2) 慈恵医大誌 69, 792
- 22) 丹羽信善・大和田実・三上鉄弥・永野倫太郎・森田秀俊 (1954. 12) いきこらえによる大脳皮質興奮の推移 (第2報) 自律神経毒の影響について 慈恵医大誌 69, 861

日本医科大学生理学教室

- 1) 戸塚武彦 (1954. 3) 心電図の解読法について 総合医学 11, 156
- 2) 戸塚武彦 (1954. 8) 流血中に於ける赤血球の運命 日本医大誌 21, 769

東京医科大学生理学教室

- 1) 三輪久夫 (1954) 筋肉及び神経に及ぼす弗化ナトリウムの影響に就て 東京医大誌 12, 47
- 2) 三輪久夫 (1954) 反射唾液分泌に関する2, 3の実験 東京医大誌 12, 53
- 3) 三輪久夫・田口静雄 (1954) 人耳下腺唾液分泌の左右性に就いて 東京医大誌 12, 57
- 4) 山田 豊 (1954) 神経に及ぼす Hyaluronidase の作用に就いて 東京医大誌 12, 61
- 5) 北村尚信・三輪久夫 (1954) 固有唾液量の年令及び性別による変化 東京医大誌 12, 66
- 6) 寒河江宏・宮下 勉・加藤岩穂 (1954) 電撃作用 (第25報) 血液 catalase 能に対する電流の作用に就いて 東京医大誌 12, 68
- 7) 森下敬一・寒河江宏・宮下 勉・加藤岩穂・西亮平 (1954) 腹腔内流出血液に関する研究 特にその流動性に就いて (第1編) 一般性状並びに凝固要素に関する検索 東京医大誌 12, 112
- 8) 森下敬一・寒河江宏・宮下 勉・加藤岩穂・西亮平 (1954) 腹腔内流出血液に関する研究 特にその流動性に就いて (第2編) 腹膜に関する検索 東京医大誌 12, 124
- 9) 井口敏包 (1954) 唾液分泌曲線と自律神経緊張状態との関係 東京医大誌 12, 137
- 10) 井口敏包 (1954) 人耳下腺固有唾液量と唾液の型との関係 東京医大誌 12, 163
- 11) 森下敬一・寒河江宏・古 栄裕 (1954) 自律神経緊張状態から見た Adrenalin 過血糖曲線及び血圧曲線と Pilocarpine 唾液分泌曲線との関係 東京医大誌 12, 166
- 12) 荒木 啓・西 亮平・渡部三郎 (1954) 電撃時に於ける声帯の様相に就いて 東京医大誌 12, 174
- 13) 河島敏夫・新岡運蔵 (1954) 膀胱結核時の排尿痛

に対する一考察 東京医大誌 12, 293

- 14) 古 栄裕 (1954) 台湾の人口動態に就いて 東京医大誌 12, 285

昭和医科大学生理学教室

- 1) 小浜次男 (1954. 1) 輸尿管の V-CR 曲線について 動物学誌 63, 1-3
- 2) 曾根武広 (1954. 1) ミミズの腹髄神経の漸増電流刺激ならびに λ の定数について 動物学誌 63, 4-8
- 3) 小浜次男 (1954. 2) 輸尿管の V-t 曲線について 動物学誌 63, 35-38
- 4) 曾根武広・小浜次男・山内福右衛門 (1954. 2) 放電刺激の電氣的エネルギー 動物学誌 63, 38-41
- 5) 今里 勉・升井三美・細井栄三郎 (1954. 2) 放電刺激の応答時と利用時について 動物学誌 63, 42-46
- 6) 鳥海 博・今村一郎 (1954. 3) 単一神経線維における第2興奮波の伝導速度について 昭和医学会誌 14, 15-17
- 7) 松石隆治 (1954. 5) 神経の閾下電流による被刺激性の変化と accommodation について 昭和医学会誌 14, 1-11
- 8) 工藤良祐 (1954. 5) 陽極開放刺激及び指数函数的上昇電流を用いて測定した λ の値の比較 昭和医学会誌 14, 12-19
- 9) 井上清恒・梅田聖子 (1954. 7) *Cambarus clarkii* の ECG について 昭和医学会誌 14, 37-40
- 10) 升井三美・新城猪佐雄・日向野正敏・中村義裕 (1954. 9) 二重放電刺激に関する考察 昭和医学会誌 14, 11-15
- 11) 木下繁太郎・日向野正敏・武重千冬・赤松 伸 (1954. 9) 針及び同心円電極による子宮筋の活動電流の研究 昭和医学会誌 14, 24-28
- 12) 細井栄三郎・赤松 伸・佐藤 勝・小川兵衛・木下繁太郎 (1954. 9) マイマイの咽頭牽引筋の活動電流について 昭和医学会誌 14, 54-58
- 13) 松石隆治 (1954. 11) 分極電位の消失と陽極開放刺激について (Lente de No の三重膜説批判) 電気生理学研究 6, 1
- 14) 今村一郎 (1954. 11) 単一神経線維に於ける活動電流潜伏期に関する研究 電気生理学研究 6, 15
- 15) 今村一郎・伊藤 宏・山本邦清・岡本麟太郎 (1954. 11) *N. phrenicus* の放電刺激について 電気生理学研究 6, 45
- 16) 鶴殿軌一 (1954. 11) 剔出単一神経線維の電気生理学的研究 I 電気生理学研究 6, 53
- 17) 鶴殿軌一 (1954. 11) 剔出単一神経線維の電気生理学的研究 II 電気生理学研究 6, 63
- 18) 鶴殿軌一 (1954. 11) 剔出単一神経線維の電気生理学的研究 III 電気生理学研究 6, 79
- 19) 北川欣也・金地嘉夫・鈴木邦治・中野一義 (1954. 11) 心筋条片の放電刺激と矩形流刺激の比較研究 電気生理学研究 6, 93
- 20) 今里 勉 (1954. 11) 筋及び神経線維の反復興奮に

関する研究 電気生理学研究 6, 103

- 21) 曾根武広 (1954. 11) 無髄神経 (Pheretima communissima) の刺激閾値ならびに活動電流に関する研究 電気生理学研究 6, 131
- 22) 細井栄三郎 (1954. 11) 平滑筋 (Euhadraea Crosse) の刺激閾値ならびに活動電流に関する研究 電気生理学研究 6, 131
- 23) 菊池 明 (1954. 11) 無髄神経 (Combarus elarkii) の電気生理学的研究 電気生理学研究 6, 131
- 24) 小浜次男・中村義裕・工藤良祐・相羽正弘 (1954. 11) 尿管の活動電流について 昭和医学会誌 14, 20-23.

東京女子医科大学生理学教室

- 1) 飯田浩子・原 正・橋本豊島 (1954) 色光刺激による網膜内活動電圧 (EIRG) に就て 東京女医大誌 25, 8-13
- 2) 飯田浩子・原 正・橋本豊島 (1954) 微小電極法による淡水魚網膜の研究 (第1報) ERG, EIRG 及び視神経線維放電 東京女医大誌 25, 14-19
- 3) 飯田浩子 (1954) 微小電極法による猫の網膜機能に関する研究 (第1報) 猫網膜に於ける活動電位特に EIRG に就て 東京女医大誌 24, 148-176 (第2報) 網膜のスペクトル感度について 東京女医大誌 24, 177-182
- 4) 富田恒男 (1954) 光受容器にみられる興奮と制止生体の科学 6, 71-79

国立栄養研究所

- 1) 河田正治 (1954) 日本人の所要熱量に関する研究補遺 (第1報) 地域別にみた基礎代謝の差異 栄養学雑誌 11
- 2) 河田正治 (1954) 日本人の所要熱量に関する研究補遺 (第2報) 気温と摂取熱量 栄養学雑誌 11
- 3) 河田正治・久我達郎 (1954) 血中焦性ぶどう酸の消長に関する研究 (第1報) 糖質投与とエネルギー代謝の影響 栄養学雑誌 11
- 4) 河田正治・久我達郎 (1954) 血中焦性ぶどう酸の消長に関する研究 (第2報) 強化米投与の及ぼす影響 栄養学雑誌 11

千葉大学医学部第2生理学教室

- 1) 佐藤 宏 (1954) 秋田農村高血圧調査 (第11報) 血清アルブミン・グロブリン比について 秋田県医師会誌 6, 910
- 2) 中神義男 (1954) 秋田農村高血圧調査 (第12報) 血清コレステロール濃度 秋田県医師会誌 6, 16
- 3) 福田篤郎 (1954) 秋田農村高血圧調査 (第13報) 秋田県医師会誌 6, 86
- 4) 福田篤郎 (1954) 高血圧発生機転について 千葉医学会誌 29, 339
- 5) 福田篤郎 (1954) 秋田県農村高血圧について 千葉医学会誌 29, 490
- 6) 福田篤郎 (1954) 高血圧病について 診断と治療 43, 104

横浜医科大学生理学教室

- 1) 丹野楠彦 (1954. 11) 赤血球膜の物理化学的性質について 細胞化学シンポジウム 3, 93-119
- 2) 市河三太 (1954. 9) 胃の偽作電流 総合医学 11, 559-560
- 3) 小泉芳夫 (1954. 12) Spectrographic Analysis of Erythrocyte Membrane. Yokohama Med. Bulletin 5, 398-406
- 4) 高橋 正・他 (1954. 9) 電気閃光法による疲労測定 I-III報 横浜市立大学紀要 Seres C-9 No. 33
- 5) 斎藤源太郎 (1954. 10) 電導度法による赤血球よりの K⁺ の漏出に関する研究 横浜医学 5, 121-129

横浜市立大学体育医学教室

- 1) 成田 功・西郊文夫 (1954. 4) 高校運動選手の健康管理に就て 体力科学 4, 1
- 2) 大村 光 (1954. 5) 副腎に於ける微細血管分布の研究 千葉医会誌 30, 64
- 3) 中山勇一 (1954. 7) 肺微細血管に関する研究 横浜市立大学紀要 C-8 No. 32
- 4) 小川義雄・高橋 正・遊佐清有 (1954. 9) 電気閃光法に依る疲労測定 (第I報) 私共の試作した装置及びその測定結果に就いて 横浜市立大学紀要 C-8 No. 33, 1
- 5) 小川義雄・遊佐清有・後藤 浩 (1954. 9) 電気閃光法に依る疲労測定 (第II報) 本装置に就ての2, 3の検討 横浜市立大学紀要 C-8 No. 33, 5
- 6) 小川義雄・高橋 正・遊佐清有・後藤 浩・山田泰夫 (1954. 9) 電気閃光法に依る疲労測定 (第III報) 学童に於ける電気閃光閾値の日時的変動に就て 横浜市立大学紀要 C-8 No. 33, 9

信州大学医学部生理学教室

- 1) 島村宗夫 (1954. 7) 人体の筋, 神経の興奮性の研究 (第7報) 食事並びに軽度の骨格筋疲労の電気透過性に及ぼす影響について 信州医学誌 3, 176
- 2) 和合卯太郎 (1954. 9) 人体の筋, 神経の興奮性の研究 (第8報) 随意性並に不随意性骨格筋収縮に依る軽度疲労の相違について 信州大学紀要 4, 80
- 3) 和合卯太郎 (1954. 9) 人体の筋, 神経の興奮性の研究 (第9報) 軽度の精神性疲労について 信州大学紀要 4, 87
- 4) 和合卯太郎 (1954. 9) 人体の筋, 神経の興奮性の研究 (第10報) 刺激頻度と疲労とについて 信州大学紀要 4, 93
- 5) 宮川 清 (1954. 9) 平衡機能検査法について 体育学研究 8, 483

弘前大学医学部生理学教室

- 1) 王 老 全・大庭健吾・和知光雄 (1954. 1) 異種血球による血圧下降の不应状態発現の機転 弘前医学 5, 43

- 2) 王老全・大庭健吾・和知光雄 (1954. 2) 異種血球による血圧下降の不応状態発現に対する血圧調節の関与 弘前医学 5, 176
- 3) 大庭健吾 (1954. 3) 兎の血液と被注射犬の血液とを混じたものの血圧下降作用 (続報) 弘前医学 5, 274
- 4) 王老全 (1954. 4) 正常犬の白血球数 (1) 個体差の動揺範囲 弘前医学 5, 381

東京慈恵会医科大学生理学教室杉本研究室

- 1) 鈴木三朗 (1954. 7) 運動による過剰乳酸の血漿並に血球分布について 慈恵医大誌 69, 361
- 2) 佐々木 脩・鈴木将夫 (1954. 5) 本態性高血圧症の体位血圧反射について 体力科学 3, 161
- 3) 佐々木 脩・鈴木将夫 (1954. 5) 本態性高血圧症の体位血圧反射に及ぼす Hexamethonium-Bromide の影響について 体力科学 3, 165
- 4) 浦田 卓 (1954. 8) 電気泳動法に関する基礎的研究 (3) 磷酸緩衝液のイオン強度及び蛋白濃度変更による血清蛋白分層の濃度比及び泳動図の変化について 慈恵医大誌 69, 496
- 5) 阿部正和・外3名 (1954. 8) ブドウ糖耐糖曲線に及ぼす Insulin の影響について 慈恵医大誌 69, 442
- 6) 鈴木 昶・他1名 (1954. 6) 子宮癌並びに筋腫患者における血中乳酸値及び乳酸対焦性ブドウ酸比について 医療 8, 297
- 7) 井川幸雄 (1954. 8) 高血糖の消却過程に関する研究 (其の1) 静脈内ブドウ糖負荷試験について 慈恵医大誌 69, 506
- 8) 井川幸雄 (1954. 8) 高血糖の消却過程に関する研究 (其の2) 実験的肝障害時に於ける静脈内ブドウ糖負荷試験 慈恵医大誌 69, 512
- 9) 金子 実・田中 稔 (1954. 6) 甲状腺機能のブドウ糖耐糖曲線に及ぼす影響について 慈恵医大誌 69, 627
- 10) 林 寄人・外2名 (1954. 12) 解糖阻止を目的とする血液凝固阻止剤の研究 慈恵医大誌 69, 956
- 11) 田中 稔・外4名 (1954. 6) Hagedorn-Jensen法と Somogyi-Nelson 法による血糖定量について 総合医学 11, 451
- 12) 阿部正和・中野昭一 (1954. 9) HGF (Glucagon) の生理作用に関する研究 (第1報) 投与量による反応の相異について ホルモン臨床 2, 1507
- 13) 阿部正和・中野昭一 (1954. 11) HGF (Glucagon) の生理作用に関する研究 (第2報) ホルモンと臨床 2, 1682

順天堂大学医学部生理学教室

- 1) 真島英信 (1954. 1) 筋収縮の力学的研究 生体の科学 6, 13-27
- 2) Mashima, H. (1954. 6) The conduction velocity in narcotized pegin and in dorsal root ganglion of nerve. Jap. J. Physiol. 4, 102-110
- 3) Mashima, H., N. Tanaka (1954. 12) Studies on

the tension and shortening as well as the work done during muscle twitch and tetanus. Jap. J. Physiol. 4, 290-305

国立公衆衛生院生理衛生学部

- 1) Sakabe, H., T. Ohi, Ky. Tatai, & K. Tatai (1954. 2) Effect of steroid hormones on the silica-induced granulation tissue in the rat. Jap. J. Med. Sci. Biol. 7, 49-56
- 2) 田多井・矢野・田多井 (1954. 3) ハイドロコーチゾンの局所効果 I. 予報的観察 ヒトとウサギの皮膚に対する影響 公衛院報告 3, 57-60
- 3) 山田進弘 (1954. 3) 成人男子の年令別肺活量と最大換気量の正常値 体力科学 3, 121-126
- 4) 山田進弘 (1954. 3) 老人の肺活量と最大換気量の変化に関する研究 体力科学 3, 127-129
- 5) 田多井恭子・山田進弘 (1954. 3) 学童の肺活量と最大換気量に関する研究 体力科学 3, 130-132
- 6) 田多井・坂部・川村・田多井・大井 (1954. 7) ステロイドの局所作用に関する実験的研究 内分泌 1, 173-180
- 7) 新保外志・田多井吉之助 (1954. 8) 環境衛生学の課題としての大気汚染 公衆衛生 17, 12-23
- 8) Kawamura, I., & K. Tatai (1954. 9) Local effect of hydrocortisone II. Inhibitory effect of hydrocortisone acetate with its graded doses on old tuberculin skin reaction. Endocrinol. Jap. 1, 57-62
- 9) Yamada, N., & K. Tatai (1954. 9) Vital capacity, maximum breathing capacity, and maximum breathing rate in healthy male adults. Jap. J. Physiol. 4, 246-250
- 10) 山本理平 (1954. 9) 四肢血流のプレチスモグラフによる定量 (第1報) 手指用プレチスモグラフについて 公衛院報告 4, 10-15
- 11) Osada, Y. (1954. 9) Parallel changes in the numbers of circulating eosinophils and basophils induced by ACTH administration. Bull. Inst. Pub. Health. 4, 12-18
- 12) Tatai, K. (1954. 9) Adaptation syndrome and contemporary attitude in medicine. Bull. Inst. Pub. Health. 4, 32-34

名古屋大学医学部第2生理学教室

- 1) 伊藤文雄 (1954) 超低周波矩形波電流による痒感及び痛覚の閾値測定 現代医学 3, 236
- 2) 新海一義 (1954) 痒感、驚皮、局所発汗の相互関係 現代医学 3, 246
- 3) Ito, R., F. Ito, Y. Ito (1954) Electromyographical studies on the fibrillary twitches elicited by Biedermann's solution (1) Its site of origin Jap. J. Physiol. 4, 324

名古屋市立大学医学部生理学教室

- 1) 猪飼公郎 (1954. 12) Deodorizing Experiments with Ion Exchange Resins. J. Invest. Dermat. 23, 411

報 會

第 20 回 国 際 生 理 学 会

所 Brussels. 時 July 30-August 4, 1956

会長 Corneille HEYMANS

正会員 生理学並びに関係科学の教授, 生理学会の会員, registration fee B. F. 600

副会員 正会員の家族, registration fee B. F. 300 ;

申込期限 April 1, 1956 1人1題15分, 国語は任意 (英仏独が望ましい).

講演会の他に次の8つの symposia がある.

1. Neuronic inhibition and excitation
2. Initiation of the sensory discharge
3. Reactions of the non-hibernating homeotherm to hypothermia
4. Physiology of water and food intake

5. Physiology of acid secretion by the stomach

6. General physiology of smooth and striated muscle

7. General physiology of cardiac muscle

8. Physiology and pharmacology of the reticular formation of the brain stem.

August 4 に薬理学者の日を催す. そこでは2つの symposia

1. Psychopharmacology

2. Pharmacological actions on hypothalamus and the pituitary glands.

正会員は之に出席が出来る.

——委しい書類は生理学会事務局にあります——

会 員 移 動

(自昭和30年9月1日
至昭和30年11月10日)

死 亡

吾妻 俊夫 (東京). 林 義久 (東京) の両君が逝去されました. 謹んで哀悼の意を表します.

入 会

永 谷 忠	山口県立医科大学生理学教室
木 附 一 人	同 上
関 口 茂 久	東京教育大学比較心理学教室
森 宣 雄	日本大学医学部森生理学教室
十蔵寺 新	京都府立医科大学生物化学教室
片 山 吉 穂	同 上
小 石 ナ カ	同 上
額 田 東 衛	大阪市立大学医学部生理学教室
香 内 信 一	群馬大学医学部精神々経科教室
西 幹 禎 之	大阪大学医学部第一生理学教室
下 坂 国 雄	同 上

転 居 ・ 轉 任

田 中 正 己	三重県一志郡久居町本村 (前三重 大衛生)
中 谷 洋 一	名古屋大学農学部畜産学教室 (前 浪速大農学部)
河 野 通 徳	山梨県南巨摩郡中富町飯富病院 (前小田原市)
鳥 浜 慶 寿	東京都中野区栄町1の5 (前東京 女医大)

小田中 貞	兵庫県有馬郡三田町屋敷町587 (前山口医大)
高 橋 勝 三	東京医科歯科大学第2外科教室 (前山口医大)
伊 藤 利 男	千葉県海上郡旭町の997 (前慈恵 医大)
井 田 洋 知	東京都台東区三ノ輪70 (前慈恵医 大)
内 野 欽 司	沼津市西高沢町西1の704 (前慈恵 医大)
住 吉 正 明	大阪市天王寺区堂ヶ芝91 (前大阪 市立大)
上 野 三 郎	堺市櫛屋町東1の6の1 (前大阪 市立大)
田 辺 市之丞	豊中市勝部25 (前大阪市立大)
丸 橋 寿 郎	熊本市黒髪町田毛479 上村方 (前 東京歯大)
長谷川 清	福岡県田川市西区大黒町古川病院 (前三井産業医学)
川 島 尚	東京都西多摩郡福生町福生病院 (前新潟大)
重 松 保 彦	宇部市西岐波区大沢 (前山口医大)
中 島 亨	京都市右京区竜安寺地ノ下町1の 10 (前京都市上京区)

改 姓

宮 川 鉄 男 (旧姓高木) 岡大医学部第2生理

退 会

牛込莊一郎 (東京) 鈴木 薫三 (千葉) 三浦豊彦 (東京)
玉村幹雄 (土浦) 平井信義 (東京) 正井章一 (京都)
滝田 満 (仙台) 及川昌邦 (仙台)

正 誤 表

第17巻, 5号

頁	行	誤	正
319	左上より11行	発見	発現
322	第6図説明中	Serrefine を	Serrefine で
325	右2行と3行	眼筋迷路は	眼筋に対しては私によって証明された.
326	左上より23行	迷路へ類推を	即ち皮膚は平衡機能にあずかる未分化の器官, 迷路は迷路への類推を
326	文献 15)	900~609	900~909
326	19) 20)	磯野 弘 (日本生理誌17巻6号掲載予定)	磯野 弘 (1955) 日本生理誌 17, 360, 374
360	英文題目3行	npon	upon
360	左上より11行	aufdie	auf die
361	左上より1行	屈曲	屈曲
363	右上より10行	patterm	pattern
364	左上より2行	右向眼筋	右向け眼筋
364	左上より14行	spike 郡	spike 群
372	左上より31行	といらこと	ということ
372	左上より39行	機能的固定	機能的同定
372	右上より37行	頸性眼振頸性眼振	頸性眼振
372	右上より39行	皮膚性眼振を	皮膚性眼振と頸性眼振を
376	左上より13行	頸筋	眼筋
378	右上より10行	反射の	反射と迷路反射の
378	右上より4行	これに	これに
381	右上より28行	Aの場合にも	Aの場合に

第17巻, 8号

頁	行	誤	正
541	右上より12行	homogeneizi	homogeneize
545	右上より20行	(7moist basis)	(mnist basis)
546	右上より15行	Couplex	Complex
546	右上より17行	Couplex	Complex
551	左上より7行	Nucleicacid	Nucleic acid
551	左上より8行	Couplex	Complex
558	左上より2行	RNA-Ovarbumine	RNA-Ovalbumine
558	左上より3行	Olralbumine	Ovalbumine
599	左上より21行	Ovallrumine	Ovalbumine

第17巻, 10号 651 第4図 (此図倒さ)