

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

31巻 11号 1969

原 著

- 早矢仕 芳 昭：嘔吐の神経生理学的研究-口腔および咽頭部刺激の役割について643
田部井 ト キ：身体運動に伴なう着衣の摩擦による電気発生について653
大 島 道 一：有髄神経線維における前静止電位663

短 報

- Katsuhiko Doi, Akihiro Kuroshima and Shinji Itoh : Negative correlation between basal metabolic rate and plasma free fatty acid level in Ainu672
Masato Miyoshi, Torashi Okamoto and Mamoru Sueki : Secretory pattern of organic components in the pilocarpine stimulated saliva of the dog674
Tokuro Fukuda and Yasu-Ichiro Fukuda : Absence of hyponatremia in adrenalectomized cats without hormone treatment676

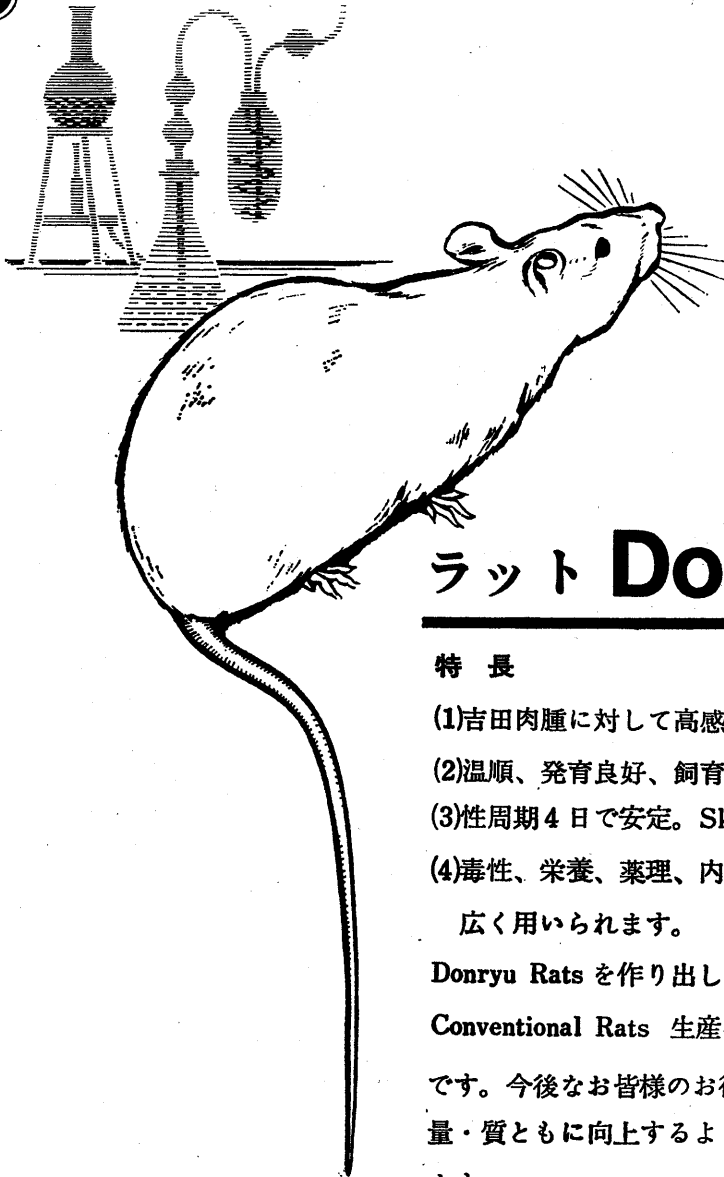
学会抄録

- 第183回生理学東京談話会678
第29回日本生理学北海道地方会681

- 資 料 小 林 庄 一：酸・塩基平衡に関する術語について685
海外だより 鷲 津 好 昭：ドイツに遊学される人のために687
会 報 勝 木 保 次：日本生理科学連合について692
編集部への手紙 檜橋敏夫↔真島英信694
書 評 内 蘭 耕 二：能動輸送695
学会案内 Sixth international congress on cybernetics695
附：正誤表696

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



ラット Donryu

特長

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

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

飼育系統——〈Donryu〉〈Wistar〉〈Buffalow〉



日本ラット(株)

埼玉県浦和市根岸608-3
TEL(0488)61-6850・6401

〔原著〕 嘔吐の神経生理学的研究-口腔および咽頭部刺激の
役割について 612. 327. 2 : 612. 828

早矢 仕 芳 昭 *

**Neurophysiologic studies on the vomiting-The role of
oropharyngeal stimulation**

Yoshiaki Hayashi (*Department of Oral Physiology, Dental School, Osaka University*)

Neurophysiologic mechanisms of the mandibular movements during retching and/or vomiting were analyzed in decerebrate and decerebellate cats. The oropharyngeal trigger area for swallowing, retching and vomiting were circumscribed the soft palate, the root of the tongue, lateral parts of the palato-glossal arc and posterior wall of the pharynx. The weak pressure stimulation to these areas induced swallowing, but the strong one induced retching or vomiting. The trigger spots for swallowing in the medulla oblongata were distributed somewhat rostrally, whereas those of the retching and vomiting trigger spots were caudally, but most of these spots overlapped in the same bulbar area. Degree of the mouth opening during vomiting was larger than that of the retching, and it depends on the viscosity of the vomitus. The jaw opening phenomenon during the vomiting was effected by the pharyngo-mandibular reflex, which was confirmed to be elicited by stimulation of the pharynx and not by stimulation of the esophagus or stomach. The sensory impulses for this reflex were transmitted by the glossopharyngeal and vagus nerves to the solitary nucleus in the medulla. The projection area of these sensory impulses overlapped in the swallowing, retching, vomiting and jaw opening reflex. [J. Physiol. Soc. Japan (1969) 31, 643-652]

I. 緒 言

嘔吐の際には必ず開口がおこる。しかし、この嘔吐時の開口の神経生理学的機序は今日尚十分明らかでない。また、嚥下と嘔吐はその現象が全く逆であるにもかかわらず、反射に関与する感覚受容器は共に口腔・咽頭部に存在している。口腔・咽頭部における嚥下誘発部位は、咽頭後壁部、舌根部、軟口蓋部等に存在することが多くの報告¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾によって確認されている。しかし、嘔吐については誘発に関与する口腔・咽頭部位が、咽頭後壁部および舌根部等であることが日常経験的に報告されているのみでその詳細は不明である。また、これらの部位の刺激で誘発される嘔吐現象の分析も十分行なわれていない。

本研究は各種の方法で動物に誘発させた嘔吐について、その顎運動分析により嘔吐時の開口

機序を追究した。また、口腔・咽頭部粘膜刺激で誘発される嚥下と嘔吐の生理的相互関係および神経生理学的機序を分析し、その結果に基づいて嘔吐時の口腔・咽頭部感覚の生理的役割を考察したものである。

II. 実験方法

雌雄成熟ネコ40匹(体重2.0~4.5 kg)を用い、10%オウロパンソーダ(methylhexabital sodium, 塩野義製薬, 0.5 ml/kg 腹腔内投与)麻酔下で実験を行なった。

嘔吐時の顎筋活動は筋電図により分析した。開口筋、閉口筋の筋電図記録には開口筋である顎二腹筋、閉口筋である咬筋に、河村、塚本ら⁷⁾の方法にしたがい、エナメル絶縁銅線(直径0.2 mm)の1 mm長の絶縁を剝離したものを剝離部が丁度筋中に埋没するように固定し、記録電極として用いた。下顎の運動曲線は下顎犬歯部歯肉に縫合固定した糸を介し、F・Dトランスデューサ(SB-1 T, 日本光電製)により誘導記録した。胃の運動記録は大彎部中央、小彎

* 大阪大学歯学部口腔生理学教室

〔昭和44年7月14日受付〕

部中央、胃底部および幽門部にエナメル銅線を埋設、縫合固定し、この四極間の容積変化をインピーダンスプレチスモグラフ (MPZ-1型, 日本光電製) により記録した。記録には多用途監視記録装置 (RM-150型, 日本光電製) および陰極線オシロスコープ (VC-7型, 日本光電製) を用いた。

動物は頭部を Johnson 型脳定位固定器に固定後、四丘体上丘前端レベルで除脳し、小脳をも吸引除去した。露出した延髄の表面は乾燥を防ぐため 37~39°C の流動パラフィンで覆った。

口腔・咽頭部の機械的刺激には、先端が球状で直径約 2 mm の金属棒を用い 1~10 g の圧で圧迫した。また、これらの部位の電氣的刺激には極間距離約 5 mm の双極鉤針電極を用い、電子管刺激装置 (MSE-3型, 日本光電製) により持続 0.1 ms, 電圧 10~20 V の単一矩形波刺激あるいは頻度 1~50 Hz の反復刺激を用いた。

延髄の電氣的刺激のためには刺激電極として先端以外絶縁した先端直径約 20 μ のステンレス・スチール電極を単極で用い、これを Snider and Niemer⁸⁾ の脳地図にしたがって延髄網様体部にマイクロマニピュレータにより stereotaxic

に挿入した。無関電極は残留頭蓋中に固定した。刺激は電子管刺激装置を用い、頻度 50 Hz, 持続 0.01 ms, 2~5 V の電圧で10~15秒間行なった。刺激部位は正中溝より外側に 2~4 mm, obex より吻側に 2~7 mm, 延髄背表面より腹側に 0~4 mm の範囲でそれぞれ 0.5 mm 間隔で刺激した。

舌咽および迷走神経の電氣的刺激には直径約 0.5 mm の銀線電極を、切断した神経の中枢端に装着して行なった。この刺激電極は他組織との絶縁のため、ワセリンに浸した綿で覆った。刺激には持続 0.1 ms の単一矩形波刺激を用いた。

また、咽頭部に与えた単一矩形波刺激に应答する延髄部位を決定するためには、記録電極として 0.9% NaCl 封入ガラス管電極 (先端直径約 5 μ) を用いた。

実験終了後、刺激電極を介して 2~3 mA の電流を 30秒間流し電気凝固させ、脳組織標本により延髄嘔吐誘発部位を確認した。なお、実験中は動物の直腸温が 36~37°C に保たれるよう配慮した。

III. 実験結果

A. 口腔・咽頭部の嘔吐誘発部位

除脳ネコの口腔・咽頭部粘膜を 1~5 g の圧で機械的に刺激した場合、嚥下は誘発されたが空嘔 (retching), 嘔吐は誘発されなかった。圧を 6~10 g に増すと はじめて空嘔が誘発され、また吐物を伴った典型的な嘔吐が誘発された。

刺激により嚥下および嘔吐が誘発される口腔・咽頭部の局在性には明瞭な相違が認められず、両者の誘発点はほぼ同一範囲内に混在していた。1~5 g の圧刺激で嚥下を誘発する咽頭部に金属棒を固定し、圧を 6~10 g に増加した場合、嚥下にかわって空嘔あるいは嘔吐が誘発された。Fig. 1 の例では、咽頭後壁を 3 g の圧で約 15 秒間圧迫していると swallow. で示す如く 3 秒間隔で 3 回嚥下が誘発

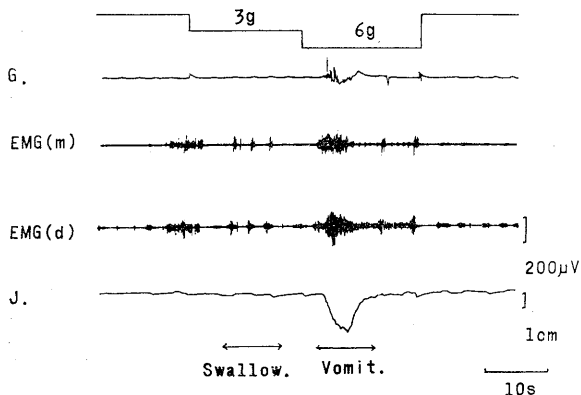


Fig. 1. Swallowing and vomiting induced by mechanical stimulation of the oropharyngeal area. Top trace; Time course and intensity. Second trace; Gastric movements. Third trace; EMG of masseter muscle. Fourth trace; EMG of digastric muscle. Bottom trace; Mandibular movements. Three gram pressure induced swallowing and six gram vomiting.

され、圧を6gに増すと嘔吐が誘発された。この時胃は動揺し、下顎は約2.5cm開口し、咬筋と顎二腹筋の筋電図は著明な放電を示している。また、嚥下を誘発する咽頭部位を4~5gの圧で持続的に刺激すると、嚥下が4、5回継続して誘発されたあと、空嘔、嘔吐が誘発される場合も認められた。咽頭粘膜の同一部位を電氣的に刺激した場合も、刺激強度が増大すると刺激による反応は嚥下から空嘔、嘔吐に移行した(8~15Vで嚥下、15~25Vで空嘔、嘔吐)。

耳介反射、角膜反射が認められ、呼吸正常な浅い麻酔状態(Collins⁹)の1期2相)で機械的、電氣的刺激によって嚥下、空嘔、嘔吐が誘発された口腔・咽頭部位は、軟口蓋部、咽頭後壁部、舌根部、口蓋舌弓外側部で主として舌咽神経、迷走神経の咽頭枝によって支配される領域であった。しかし、部位により閾値は異なり、嚥下の誘発では舌根部および咽頭後壁部が機械的刺激で2~3g、電氣的刺激で8~10Vであり、空嘔、嘔吐の誘発では咽頭後壁部が機械的刺激では5~6g、電氣的刺激では15~20Vで最も低い閾値を示した。舌体、舌下部、頬部および硬口蓋部では嚥下、空嘔、嘔吐はいずれも誘発されなかった。なお、麻酔が深い場合(Collins 3期3相)には嚥下は舌根部、空嘔は咽頭後壁部および口蓋舌弓外側部の刺激によってのみ誘発され、その閾値は浅麻酔の場合より3~4倍に上昇した。また、嘔吐は誘発できなかった。

口腔・咽頭部特に舌根部に不快な味覚刺激を与えた場合、嘔吐が誘発される事実¹⁰)について明確にする為、上記嚥下、空嘔および嘔吐誘発部位に0.05Mキニーネ、0.5M酢酸の各溶液を水銃を用いて1~5mlずつ投与し、その影響を観察した。しかし、嚥下誘発を認めるのみ

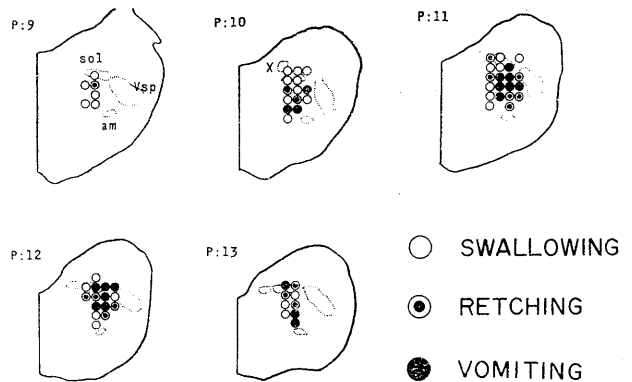


Fig. 2. Diagrammatic representation of swallowing, retching and vomiting spots in the medulla. P: 9 7 mm rostral from the obex. Sections are about 1.0 mm apart.

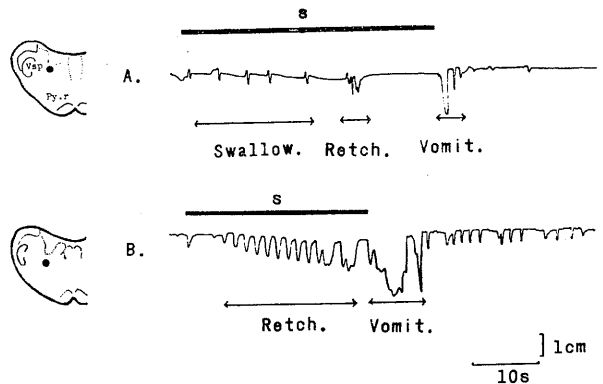


Fig. 3. Mandibular movements during swallowing, retching and vomiting induced by bulbar stimulation. Electrical stimulation was applied during black bar in the top of each record. A; Swallowing and retching were induced during stimulation and immediately after stimulation, typical vomiting was induced. B: A continuous retching was induced during stimulation and after stimulation, typical vomiting was induced. Medullary map in the figure indicated the location of the stimulated spots.

で空嘔、嘔吐は誘発されなかった。

B. 嘔吐誘発に関する延髄部位

電気刺激により嚥下、空嘔あるいは嘔吐を誘発する延髄部位は、浅い麻酔状態(Collinsの1期2相)において、正中溝より外側に2.5~4.0mm、obexより吻側に3~7mm、延髄背表面より腹側に1.5~4.5mmの範囲にあり、孤束、孤束核、三叉神経脊髄路核、疑核によって囲まれる延髄網様体部に相当した。Fig. 2は各レベ

ルの延髄横断面である。嚥下誘発点は○印、空嘔誘発点は●印、嘔吐誘発点は●印で示した。延髄嚥下誘発点は、空嘔、嘔吐誘発部位に比し主として吻側に多く存在したが全体的に見て嚥下、空嘔、嘔吐誘発点の分布はほぼ同一範囲内に混在し、これら誘発点の分布を厳密に区別することは困難であった。Fig. 3 は下顎の動きを

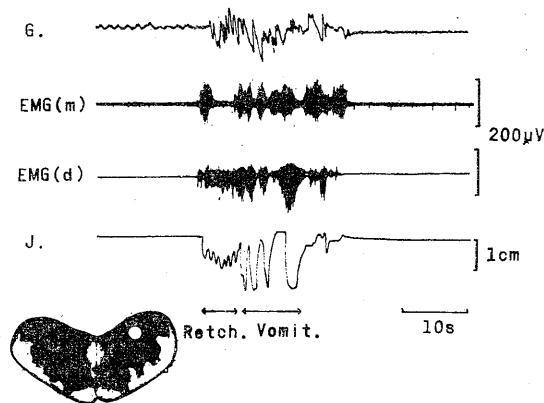


Fig. 4. EMG of jaw muscles and gastric movements during repetitive retching and successive vomiting induced thirty seconds after bulbar stimulation. The spot stimulated was indicated in the map. Top trace; Gastric movements. Second trace; EMG of masseter muscle. Third trace; EMG of digastric muscle. Bottom trace; Mandibular movements.

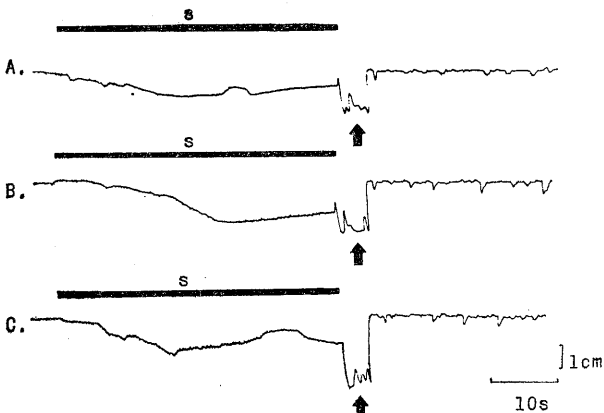


Fig. 5. Relations between physical properties of vomitus and degree of mandibular opening. A; Empty stomach. B; Thirty ml of water in empty stomach. C; Thirty ml of starch paste in empty stomach. Electrical stimulation was applied to the same bulbar vomiting spot during black bar in the top of each record. Degree of mandibular opening was widest in C and smallest in A.

示標にして延髄電気刺激により誘発された嚥下、空嘔、嘔吐現象を記録したものである。Fig. 3 A は延髄電気刺激 ($P=12.0$, 正中溝より外側に 3.0 mm, 延髄背表面より腹側に 3.0 mm) により刺激中に嚥下が連続して誘発され、ついで空嘔が、さらに刺激中止直後に嘔吐が誘発された例である。また、Fig. 3 B は $P=11.0$, 正中溝より外側に 3.5 mm 延髄背表面より腹側に 3.5 mm の部位の刺激で、刺激中は空嘔が誘発され、刺激中止直後に嘔吐が誘発された例で、空嘔時には高頻度の反復顎運動が認められ、嘔吐時には約 2.5 cm の開口を認めた。

麻酔が深い場合 (Collins 3期3相) には延髄電気刺激で吐物を伴った典型的な嘔吐を誘発することは困難となり、しかも嚥下、空嘔誘発のための刺激閾値は 4~5 倍に上昇した。

C. 嘔吐時の顎運動

口腔・咽頭部機械的刺激および延髄網様体部電氣的刺激により誘発した嘔吐時の胃運動と下顎運動を記録した。

Fig. 4 は延髄電気刺激中は空嘔のみ誘発され、刺激中止後約30秒経過してから空嘔および嘔吐を誘発したもので、空嘔開始と共に胃は著明な動きを示すが、この胃の動きには胃内容の吐出を伴わない空嘔時と、胃内容の吐出を伴う嘔吐時で特に相違を認めなかった。しかし、顎二腹筋の筋電図活動は嘔吐時が空嘔時に比して大であり、開口度も嘔吐時が常に大であった。また、咬筋では空嘔時と嘔吐時で変化を認めなかった。なお、開口筋である顎二腹筋と閉口筋である咬筋とは必ずしも拮抗的な活動を示さず、両者の同時放電を認める場合もあった。

次に空嘔時の開口が嘔吐時よりも小であることに着目し、吐物の物理的性状と嘔吐時の顎運動の大きさとの関係を追究した。すなわち、延髄嘔吐誘発

部位に電極を挿入固定し、同一条件で電氣的刺激を行なって誘発させた嘔吐について、胃内容物が存在しない場合 (Fig. 5 A), 胃内容物が流動物である場合 (水 30 ml を胃中に投与 : Fig. 5 B), 粘稠物である場合 (泥状のデンプン溶液 30 ml を胃中に投与 : Fig. 5 C) の開口度をそれぞれ測定比較した。

空胃の場合、最大開口度は 1.5 cm, 胃内容物が流動物の場合 2.0 cm, 粘稠物の場合は 3.0 cm であった。すなわち、胃内容物の粘稠度に応じ開口度に差が認められた。ゆえに、吐物の性状により胃、食道あるいは咽頭部の刺激のされ方が異なるために開口度に差が生じることが推察される。以上の理由から、吐物が胃より口腔に至るまでに通過する各構造のいずれが嘔吐時の開口度決定に関与するかを追究するため、胃、食道、咽頭の各部位を極間距離約 5 mm の双極電極を用いて 5~20 V の電圧で単発刺激し、顎二腹筋、咬筋の誘発筋電図を記録した。胃では胃粘膜面あるいは迷走神経胃枝を刺激したが、顎二腹筋、咬筋共に何ら筋電図反応を認めなかった (Fig. 6 A)。食道粘膜の刺激の場合も前記両筋からは反応を認めなかった。しかし、咽頭後壁の刺激では顎二腹筋に潜時約 15 ms の誘発筋電図を認めた (Fig. 6 B)。顎二腹筋に誘発筋電図を認めた口腔・咽頭部位は先に示した口腔・咽頭部嚥下、空嘔、嘔吐誘発部位に一致し、特に咽頭後壁部において最も閾値が低かった (約 6 V)。なお、この際開口筋である咬筋からは筋電図活動を認めなかった。また、下唇部刺激によるいわゆる開口反射¹¹⁾の潜時は約 10 ms であり、前記咽頭部刺激により生じる開口とは潜時の違いにより区別できた (Fig. 6 C)。

以上の如く、口腔・咽頭部、主として咽頭後壁部刺激で生じる顎二腹筋収縮反射を「咽頭-下顎反射 (pharyngo-mandibular reflex)」と名づけた。この咽頭-下顎反射において、咽頭部に与えた刺激の強度と顎二腹筋の筋電図放電から求めた反応の大きさとの関係は、一定刺激強

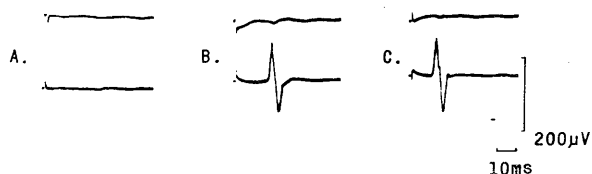


Fig. 6. Evoked EMG of the masseter and digastric muscles induced by gastric, esophageal and pharyngeal stimulation. A; Gastric stimulation. B; Pharyngeal stimulation. Evoked EMG response was recognized from the digastric muscle, latency about 15 ms. C; Jaw opening reflex induced by electrical stimulation of lower lip, latency about 10 ms. Upper trace; EMG of masseter muscle. Lower trace; EMG of digastric muscle.

度内 (5~20 V) では刺激強度が増大するにしろ、ほぼ直線的に反応の大きさが増大した。ただし、刺激強度を 20 V 以上に上げてても反応の大きさは直線的に増大せず、一定の大きさを保った。なお、三叉神経第 2 枝、第 3 枝刺激で誘発される開口反射と咽頭-下顎反射の誘発点分布は、軟口蓋部と硬口蓋部の移行部を境にして硬口蓋側は開口反射、軟口蓋側は咽頭-下顎反射に明瞭に区別された。

また、咽頭-下顎反射において、咽頭部に与える刺激の頻度を単発から 5 Hz にすると顎二腹筋の反応の大きさは減少し、10 Hz 以上では完全に消失したことから、この反射が多シナプス性の回路を介していることが推察できる。

次に、咽頭-下顎反射の求心路および中枢の確認のために下記の実験を行なった。求心路確認では、咽頭部に分布する神経の切断ならびに刺激実験を行なった。すなわち、舌咽神経咽頭枝を切断すると、Fig. 7 A, 7 B に示した如く咽頭-下顎反射による顎二腹筋の誘発筋電図の大きさが減少するが、完全には消失せず、さらに迷走神経咽頭枝も切断すると Fig. 7 C に示す如く反応は全く認められなくなった。逆に、迷走神経咽頭枝のみの切断でも、咽頭-下顎反射は反応の大きさが減少するだけで、舌咽神経咽頭枝の切断によってはじめて反射は消失した。

また、神経の刺激実験では、舌咽神経咽頭枝および迷走神経咽頭枝を直接電気刺激すること

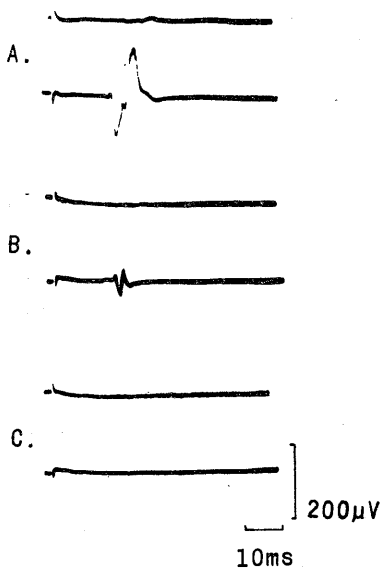


Fig. 7. Effect of dissection of glossopharyngeal and vagus nerves on the pharyngo-mandibular reflex. A; Control. B; After section of glossopharyngeal nerve. C; After section of glossopharyngeal and vagus nerves. Upper trace; EMG of masseter muscle. Lower trace; EMG of digastric muscle.

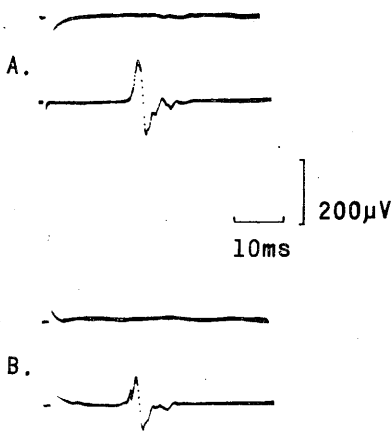


Fig. 8. Evoked EMG of the masseter and digastric muscles induced by electrical stimulation of glossopharyngeal and vagus nerves. A; Glossopharyngeal nerve stimulation. B; Vagus nerve stimulation. In both cases evoked responses were recognized from digastric muscle, latency about 15 ms. Upper trace; EMG of masseter muscle. Lower trace; EMG of digastric muscle.

により、それぞれ潜時約 15 ms で顎二腹筋に誘発筋電図を認めた (Fig. 8). なお、この際も咬筋からは筋電図活動を認めなかった. 咽頭-下顎反射の中枢を確認するため、咽頭後壁部に 10 V の単一矩形波刺激を与え、顎二腹筋から約 15 ms の潜時で誘発筋電図を認める条件下で、舌咽、迷走神経の投射する延髄孤束核部よりの誘発電位を記録した. その結果、Fig. 9 B に示す如く、obex より 4~4.5 mm 吻側の孤束核部における誘発電位が最も著明で、潜時は約 3.5 ms であった. この最大振幅を示した部位より記録電極を吻側および尾側におおの0.5 mm ずつ移動させると振幅は小さくなり、遂には認められなくなった (Fig. 9 A, 9 C).

この最大振幅を示す部位を逆に電気刺激すると、潜時約 12 ms で顎二腹筋より誘発筋電図を認めた (Fig. 9 D). なお、孤束核付近で電気刺激により顎二腹筋に筋電図活動を認める点の

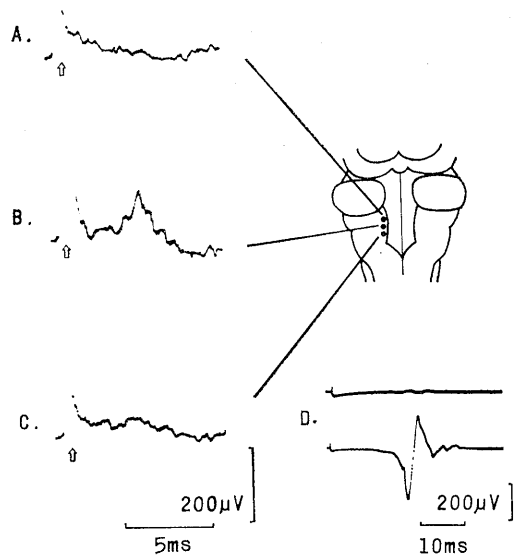


Fig. 9. Response of the bulbar solitary nucleus at the pharyngo-mandibular reflex. A; 5 mm rostral from the obex. B; 4 mm rostral from the obex. C; 3 mm rostral from the obex. In B, evoked potential was obtained. Latency about 3.5 ms. D; EMG response of the digastric muscle when B was electrically stimulated. Upper trace; EMG of masseter muscle. Lower trace; EMG of digastric muscle.

分布は obex より吻側に 3~7 mm, 正中溝より外側に 2~4 mm, 延髄背表面より腹側に 1.5~4.5 mm の範囲であり, 嚥下, 空嘔, 嘔吐誘発部位と重なり合っていた。

IV. 考 察

A. 口腔・咽頭部の嘔吐誘発部位

口腔・咽頭部嚥下誘発部位は, ネコで咽頭後壁部⁴⁾, ウサギでは硬, 軟口蓋部, 咽頭後壁部⁶⁾, イヌでは咽頭部および舌根部⁶⁾に, またヒトについては Pommerenke³⁾によって前口蓋弓や咽頭後壁部に存在すると報告されている。しかし, 嘔吐誘発部位に関しては, 咽頭後壁部や舌根部の刺激で嘔吐を誘発することが日常経験的に報告¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾されているのみで, その詳細は不明である。

ネコについての本実験の結果からは, 刺激により空嘔および嘔吐を誘発する点の口腔・咽頭分布は, 嚥下誘発点の分布とほぼ一致し, 嚥下, 空嘔, 嘔吐の誘発部位にはっきりした限局性は認められなかった。すなわち, 三叉神経支配領域以外の嚥下誘発部位では, 刺激の強さを変えることによって, 空嘔, 嘔吐を誘発することができた。また, 嚥下誘発を継続させると空嘔, 嘔吐がかわって誘発された。さらに, 直径 2 mm の金属棒による刺激効果は, 舌圧子, 綿棒等に比較し嚥下誘発においても, 嘔吐誘発においても相違を認めなかった。以上の事実に加えて, Doty¹⁾が口蓋部や咽頭部では嚥下も嘔吐もおこしうるのであろうとのべ, また Schreiber¹⁵⁾の実験において, ヒトで小さな食塊に 1~2 g のセンイを巻きつけて嚥下させると非常な嚥下困難と共に吐き戻しが誘発されると報告していることなどから, 口腔・咽頭部に与えられた刺激によって嚥下が誘発されるか嘔吐が誘発されるかは, 部位や被刺激領野の広さによるのではなく, 刺激の性質や強さ, 時間などによって決定されるものと推察される。なお, 同一部位刺激により嚥下と嘔吐を誘発する領域が, 舌咽, 迷走神経の支配領域であることは Kahn⁶⁾が三叉神経支配領域の刺激で誘発される嚥下は

消化の目的で, 舌咽, 迷走神経支配領域の刺激で誘発される嚥下は防御的に作用すると報告していることと関係があると思われる。

味覚と嘔吐の関係については Wolf¹⁰⁾が amigen による嘔吐はその不快な味によると報告し, Macht¹⁶⁾は除脳ネコで食塩水にひたしたブタの肝臓片はのみこむが, キニーネにひたしたものは吐き戻すと報告している。しかし, 本実験においては高濃度の味物質溶液の投与によって空嘔, 嘔吐は誘発されず, 嚥下誘発を認めるのみであった。この点については, 麻酔度, 味物質溶液の濃度, その他の条件に関してさらに詳細な分析が必要であろう。なお, この際の嚥下は溶液投与時の機械的刺激(触刺激)によるものと考えられる。

B. 嘔吐誘発に関する延髄部位

延髄における嚥下, 空嘔および嘔吐誘発点に関しては Doty¹⁷⁾, Kimura¹⁸⁾, Borison¹⁹⁾, Borison and Wang²⁰⁾, 池田・山中²¹⁾らによって延髄網様体部に存在することが明らかにされてきた。本実験では, これら三者の口腔・咽頭部における誘発部位の混在を中枢においても比較検討したが, これらを誘発する点の延髄分布は殆んど重なり合っており, わずかに嚥下誘発点が空嘔, 嘔吐誘発点に比し吻側に存在する傾向を認めただけであった。また, 現象面においても延髄同一部位の刺激で嚥下, 空嘔, 嘔吐が誘発される例を多く認めた。このように, 口腔・咽頭部においても中枢においても誘発部位が混在し, 同一部位刺激によって, 嚥下, 空嘔, 嘔吐が誘発されうることは, 嚥下と空嘔, 嘔吐が全く異なった生理現象であるにもかかわらず, 密接な相関を有していることを示すものと考えられる。

なお, 嘔吐誘発部位を電氣的に刺激した場合, 刺激中に嘔吐は誘発されずこの間は呼吸停止し, 刺激を中止すると呼吸にきりかわって嘔吐が誘発された。これはおそらく吸息中枢が嘔吐誘発部位に近接して存在するため, 同時に刺激されて嘔吐が抑制されるものと思われる。

また, 延髄嘔吐誘発部位としてはこの他に

Wang and Borison²²⁾²³⁾によって chemoreceptor trigger zone (CTZ) が報告されている。これは電氣的刺激には反応せず²⁰⁾化学的刺激にのみ特異的に反応して嘔吐を誘発するといわれてきた部位であるが、最近では Iwase et al.²⁴⁾によって電氣的刺激にも反応することが報告されている。本実験で誘発された口腔・咽頭部刺激および延髄電気刺激による嘔吐にはこの CTZ は直接関与していないものと考えられる。

C. 嘔吐時の顎運動

嘔吐は激烈な全身の現象であるが、特に消化器系に生じる現象については古くから数多くの研究者²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾によって詳細に報告されてきた。また、嘔吐時に呼吸器系³⁰⁾³¹⁾循環器系³²⁾³³⁾に生じる反応に関しても報告は行なわれている。しかし、嘔吐時に口腔領域に生じる反応、特に下顎運動に関しては Borison and Wang³⁴⁾が、「空嘔の際は開口を伴わない」と報告した以外十分な解析が行なわれていない。ゆえに本実験では特に嘔吐時の開口現象に着目し、その分析を行なった。

嘔吐時に開口筋、閉口筋を問わず著明な筋電図活動を記録したことは、顎筋全体に異常緊張が誘発されていると考えられる。すなわち、嘔吐時の開口は異常な全身的筋緊張下において特に積極的開口筋収縮がおこって生じるものであろう。また、吐物噴出の際における顎筋活動および顎の運動は共に空嘔時より大であり、さらに吐物噴出時においても、粘稠吐物を噴出する際の開口度は、流動吐物を噴出する際よりも常に大であるという事実は、1924年に Hatcher¹³⁾が嘔吐の激しさは吐物によって影響を受けると報告し、Borison and Wang³⁴⁾が嘔吐現象の激しさは胃腸管からの信号が延髄に伝えられて左右されると報告したことと一致する。すなわち、吐物の性状の違いにより、胃、食道あるいは咽頭部の刺激のされ方が異なり、嘔吐時の開口度に差を生じさせると考えられる。このことに関しては、胃、食道、咽頭部の刺激による開口筋の反応を分析した結果、胃、食道の刺激では開口筋活動は認められず、さら

に嘔吐時と空嘔時において胃の動きには特に差が認められないことから、吐物の性状をキャッチして信号を中枢へ伝える受容器の存在部位は、胃、食道ではないと判断した。咽頭後壁部の嘔吐誘発部位の刺激で、顎二腹筋の反射的収縮を認め、これを咽頭-下顎反射と名づけたが、この反射が咽頭部に与えられた刺激強度に比例して増大することから、吐物が粘稠あるいは多量になるにしたがい、咽頭部に与えられる刺激強度が増し、咽頭-下顎反射は大きくなり、開口度が増加すると考えられる。なお、本実験においては Borison and Wang³⁴⁾の報告と異なり、空嘔時にも開口が認められた。ゆえに、嘔吐時の開口は主として嘔吐中枢自体の興奮によるものであって、吐物によって誘発される咽頭-下顎反射による開口はあくまでも補助的な役割を果たし、吐物が粘稠にあるいは多量になるにしたがい、開口度を増加させて吐物噴出を容易ならしめるためのものである。

なお、咽頭-下顎反射が三叉神経支配部位の刺激で誘発される開口反射と異なることは、反応潜時の差、舌咽、迷走神経の切断および刺激実験の結果から明らかである。

また、咽頭-下顎反射を誘発する口腔・咽頭部は嚥下、空嘔および嘔吐を誘発する。しかもこの反射の求心路は舌咽、迷走神経で、孤束核に投射するが³⁵⁾³⁶⁾³⁷⁾、その投射部位は嚥下、空嘔、嘔吐誘発部位と重なり合っている。このように嚥下と嘔吐は、反射経路が共通しているが全く反対の現象で、下顎の運動も嚥下時には閉口、嘔吐時には開口する。したがって咽頭-下顎反射は嘔吐と機能的に密接な関係を有していると考えられる。ただし、同じ部位の刺激で嚥下が生じたり、嘔吐が生じたりする理由は反射中枢の興奮閾値の差であると思われる。すなわち、咽頭部に与えられた刺激が弱い場合は、舌咽、迷走神経を介する信号は延髄の嚥下誘発部位の興奮をおこし、嚥下が誘発され口を閉じる。この際はおそらく開口、空嘔および嘔吐誘発部位の興奮は閾値に達していないため、これ

らは誘発されないのであろう。刺激が強くなると開口誘発部位の興奮が閾値以上になり、咽頭-下顎反射が誘発され開口が生じる。咽頭部に与えられた刺激がさらに強くなると、次に空嘔、嘔吐誘発部位の興奮によって、空嘔あるいは嘔吐が誘発される。なお、嘔吐の場合は、吐物による咽頭部刺激でさらに咽頭-下顎反射が誘発され、開口度が増加するものと推察される。

V. 総括

除脳、除小脳したネコを用い、口腔・咽頭部刺激および延髄電気刺激により誘発させた嘔吐について分析し、特にその際の顎運動の神経生理学的機序を追求した。

1. 口腔・咽頭部の機械的、電気的刺激により、嚥下、空嘔および嘔吐を誘発しえた部位は、いずれも軟口蓋部、舌根部、口蓋舌弓外側部および咽頭後壁部に局限して存在した。

これら部位を1~5gの圧で機械的に刺激した場合は嚥下が、同一点を6~10gの圧で刺激した場合は空嘔あるいは嘔吐が誘発された(電氣的刺激では8~15Vで嚥下、15~25Vで空嘔あるいは嘔吐)。嚥下誘発では舌根部、咽頭後壁部が、空嘔および嘔吐誘発では咽頭後壁部が最も低い閾値を示した。

味覚刺激では嚥下のみ誘発され、空嘔、嘔吐は誘発されなかった。

2. 嚥下、空嘔および嘔吐を誘発する点の延髄分布については、嚥下誘発点が他の二者に比してやや吻側に分布する傾向を示した以外特に差はなく、各誘発点は混在して孤束、孤束核、三叉神経脊髄路核、疑核によって囲まれる延髄網様体部に分布した。なお、延髄の同一部位の刺激で、嚥下、空嘔、嘔吐の三者が誘発されることもしばしば認められた。

3. 空嘔時は嘔吐時より開口度が小であり、嘔吐時においては吐物の粘稠度が増すにすぎない、開口度も増大した。開口度を左右するのは胃の収縮や食道の刺激ではなく、吐物による咽頭後壁部の刺激のされ方の差によると思われる。

すなわち嘔吐時の開口度の差は、咽頭部に与えられた刺激が舌咽、迷走神経を介し、孤束に投射し、顎二腹筋の収縮をおこす咽頭-下顎反射によるものと推察される。なお、この反射の孤束投射部位は、嚥下、空嘔、嘔吐および開口誘発点の延髄分布と重なり合っていた。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った河村洋二郎教授に対し衷心より謝意を表し、併せて本実験を行なうに当り種々御協力を頂いた船越正也助教授および口腔生理学教室員諸兄に厚く感謝する。

本論文の一部は昭和43年2月の第53回大阪大学歯学会例会、昭和43年4月の第45回日本生理学会総会、昭和43年10月の第10回歯科基礎医学会総会において発表した。

本研究は河村洋二郎教授に対するNIH科学研究費(DE-01718)の補助による。

文 献

- 1) Doty, R. W. (1967) Neural organization of deglutition. Handbook of physiology, Alimentary canal. IV. American physiological society. 1861-1902
- 2) Doty, R. W. (1956) An electromyographic analysis of reflex deglutition. J. Neurophysiol. **19**, 44-60
- 3) Pommerenke, W. T. (1928) A study of the sensory areas eliciting the swallowing reflex. Am. J. Physiol. **84**, 36-41
- 4) Miller, F. R. and Sherrington, C. S. (1916) Some observations on the bucco-pharyngeal stage of reflex deglutition in the cat. Quart. J. Exptl. Physiol. **9**, 147-186
- 5) Kawasaki, M., Ogura, J. H. and Takenouchi, S. (1964) Neurophysiologic observations of normal deglutition. Laryngoscope. **74**, 1766-1780
- 6) Kahn, R. H. (1903) Studien über den Schluckreflex. I. Die sensible Innervation. Arch. Physiol. Suppl. **27**, 386-426
- 7) 河村洋二郎・塚本周作(1959)咀嚼習慣形成機序に関する実験的研究 I 食物粉碎度と嚥下閾 歯界展望 **16**, 1039-1046
- 8) Snider, R. S. and Niemer, W. T. (1961) A stereotaxic atlas of the cat brain. The University of Chicago Press, Chicago.
- 9) Collins, V. J. (1966) Principles of Anesthesiology. Lea and Febiger, Philadelphia. 223
- 10) Wolf, S. (1949) Studies on nausea. Gastroenterology. **12**, 212-218

- 11) 藤本順三 (1957) 顎運動機構の神経生理学的研究
開口反射について 日本生理誌 **19**, 1263-1271
- 12) Dabbous, I. A., Bergman, A. B. and Robertson, W. O. (1965) The ineffectiveness of mechanically induced vomiting. *J. Pediatrics*. **66**, 952-954
- 13) Hatcher, R. A. (1926) The mechanism of vomiting. *Physiol. Rev.* **4**, 479-504
- 14) Hwang, K., Essex, H. E. and Mann, F. C. (1947) A study of certain problems resulting from vagotomy in dogs with special reference to emesis. *Am. J. Physiol.* **149**, 429-448
- 15) Schreiber, J. (1904) Über den Schluckmechanismus. Berlin : A. Hirschwald, 1904, p. 91 [Doty, R. W. (1967) Neural organization of deglutition. Handbook of physiology, Alimentary canal IV. American physiological society. 1861-1902 より引用]
- 16) Macht, M. B. (1951) Subcortical localization of certain "taste" responses in the cat. *Fed. Proc.* **10**, 88
- 17) Doty, R. W., Richmond, W. H. and Storey, A. T. (1967) Effect of medullary lesions on coordination of deglutition. *Exptl. Neurol.* **17**, 91-106
- 18) Kimura, N. (1966) Studies on the vomiting center : The localization of the retching responsive area in the medulla and pons. *Hiroshima J. Med. Science.* **15**, 171-178
- 19) Borison, H. L. (1948) Electrical stimulation of the neural mechanisms regulating spasmodic respiratory acts in the cat. *Am. J. Physiol.* **154**, 55-62
- 20) Borison, H. L., and Wang, S. C. (1949) Functional localization of central coordinating mechanism for emesis in the cat. *J. Neurophysiol.* **12**, 305-313
- 21) 池田正一・山中祥弘 (1967) 電気刺激による嘔吐中枢の局在性の検討 日本生理誌 **29**, 129-130
- 22) Wang, S. C. and Borison, H. L. (1950) The vomiting center. *Arch. Neurol. and Psychiat.* **63**, 928-941
- 23) Wang, S. C. and Borison, H. L. (1952) A new concept of organization of the central emetic mechanism : Recent studies on the sites of action of apomorphine, copper sulfate and cardiac glycosides. *Gastroenterology.* **22**, 1-12
- 24) Iwase, Y., Ikeda, M. and Yoshikawa, H. (1967) Induction of emesis by electrical stimulation of the surface of the medulla oblongata. *J. Physiol. Soc. Japan* **29**, 713-714
- 25) Cannon, W. B. (1898) The movements of the stomach studied by means of the roentgenrays. *Am. J. Physiol.* **1**, 359-382
- 26) Hesse, O. (1913) Zur Kenntnis des Brechaktes. *Pflüger's Arch. ges. Physiol.* **152**, 1-22
- 27) Gregory, R. A. (1947) The nervous pathways of intestinal reflexes associated with nausea and vomiting. *J. Physiol.* **106**, 95-103
- 28) Smith, C. C. and Brizzee, K. R. (1961) Cineradiographic analysis of vomiting in the cat. I. Lower esophagus, stomach and small intestine. *Gastroenterology.* **40**, 654-664
- 29) 大橋勝彦 (1968) 悪心、嘔吐時の胃および小腸運動について 日本生理誌 **30**, 736-750
- 30) Gold, H. and Hatcher, R. A. (1926) Studies on vomiting. *J. Pharmacol. exp. Therap.* **28**, 209-218
- 31) Hukuhara, T., Okada, H. and Yamagami, M. (1957) On the behavior of the respiratory muscles during vomiting. *Acta. Med. Okayama.* **11**, 94-112
- 32) Brooks, C. and Luckhardt, A. (1915) The blood pressure during vomiting. *Am. J. Physiol.* **30**, 104-112
- 33) Crittenden, P. J. and Ivy, A. C. (1933) Viscero-cardiac reflexes ; experimental production of cardiac irregularities in icteric dogs, with analysis of role played by nausea and vomiting. *Am. Heart J.* **8**, 507-518
- 34) Borison, H. L. and Wang, S. C. (1953) Physiology and pharmacology of vomiting. *Pharmacol. Rev.* **5**, 193-230
- 35) Allen, W. F. (1922) Origin and distribution of the tractus solitarius in the guinea pig. *J. Comp. Neurol.* **35**, 171-204
- 36) Anderson, F. D. and Berry, C. M. (1956) An oscillographic study of the central pathways of the vagus nerve in the cat. *J. Comp. Neurol.* **106**, 163-181
- 37) Cottle, M. K. (1964) Degeneration studies of primary afferents of Xth and XIth cranial nerves in the cat. *J. Comp. Neurol.* **122**, 329-343

〔原著〕 身体運動に伴う着衣の摩擦による
電気発生について 612. 014. 424 : 537. 221 : 612. 763

田部井 ト キ*

On the electric charge of the clothings and the body due to the friction between the clothings or the clothings and the skin

Toki Tabei (*Department of Physiology, School of Medicine, Gunma University*)

Electric charging of the clothings put on or of the body, which is produced by the friction between the clothings or the clothings and the skin was investigated. The electrodes made of copper plate (5 × 2 cm) were set on the several regions between under and upper clothings or held in hand of the subject. Each electrode was led one after another to the preamplifier which was connected through the amplifier to the oscilloscope, and the charging of the clothings or the body during the body motion was recorded. The obtained results were summarized as the following.

1. By friction of the clothings each other, or between the clothings and the skin according to the body motion, charging of the clothings or the body was recorded in wave form.
2. The maximum amplitude of the charging wave attained several volt.
3. The charging wave roughly corresponded to the rhythmic motion.
4. The large amplitude of the charging wave was accompanied with large motion or with the clothings made of chemical fiber, and was detected on the region directly related to the motion.

[J. Physiol. Soc. Japan (1969) 31, 653-662]

日常着用する衣服の材料としての布地の組成には天然繊維・化学繊維があるが、これらを材料とする被服特に化学繊維を材料とする被服を着用した場合には身体運動に伴って著しく電気発生があることは一般に良く知られたところである。この発電のため身体運動または身体の生理状態も種々の障害を受けるなど (大川ら¹⁾, 川村ら²⁾, 柳沢³⁾) といわれているため布地の摩擦による発電状況の研究も少なくないし、著者 (田部井⁴⁾) も以前これについて報告した。しかし従来のこの種の研究はすべて布地相互の摩擦ないしは布地と皮膚の摩擦を人為的規則的に行ない、その際現われる電圧の大きさを測定したものに過ぎない。したがって、それらの布地を材料とした被服を実際に着用したときの発電状況についてはほとんど知られていない。よって著者はこのような被服を着用したときに種々の身体運動に伴う電気発生の状況を実験的に明らかにしようとして本研究を企てたのである。

実験方法

実験方法は種々の繊維の布地で作った被服を被検者に着用させ被服と被服の間の適当な部位に電極を挿入し、あるいは被検者の手に握らせた電極に被検者の運動によって現われる電位の状況を oscilloscope で観察しまたはこれを撮影した。

a. 電氣的連結 電極に現われる電位を oscilloscope に導くには先ず電極を前置増幅器の input に連結し、この増幅器から oscilloscope 付属の直流増幅器に導いた。前置増幅器は直結型の Fig. 1 に示すようなものを用いたが、その組立てには特に注意し本実験のように被検体の抵抗が高い ($10^8 \sim 10^9 \Omega$ 以上) 場合でも使用に耐えるように入力抵抗 $10^{10} \Omega$ 以上、配線間における浮遊容量は極めて小さいものとした。なお、この増幅器の検査として被検体を入力端子に連結した状態でこの回路に直角電撃および 10 k cycle の交流を導いた場合において歪なく、かつ同様の利得で増幅できることを確めた。しか

* 群馬大学医学部第1生理学教室
〔昭和44年7月7日受付〕

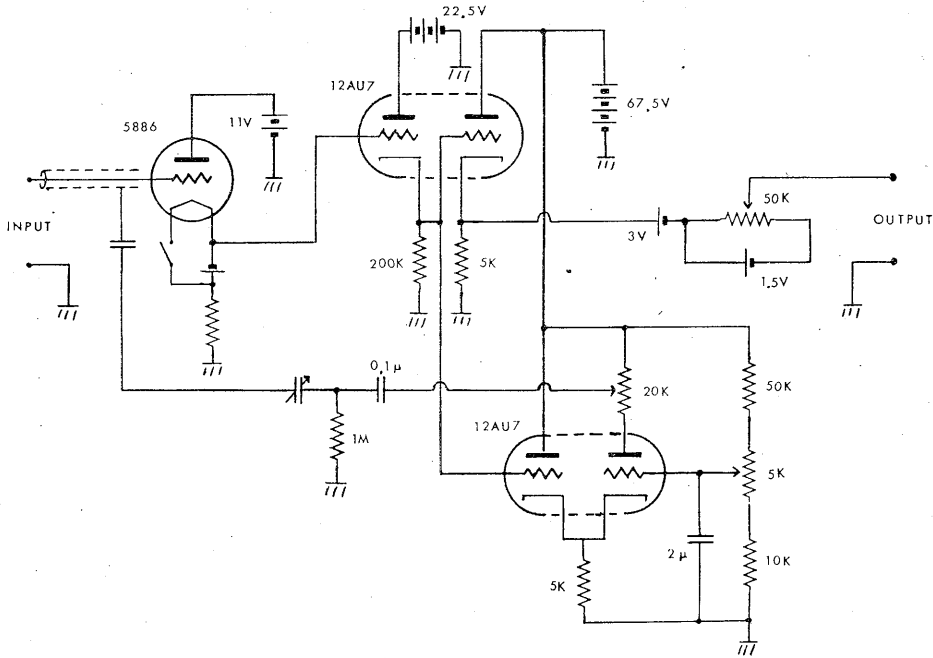


Fig. 1. Circuit diagram of the preamplifier. Input resistance was higher than $10^{10} \Omega$. The electrode was connected to the one terminal of the input with the thin enamel wire.

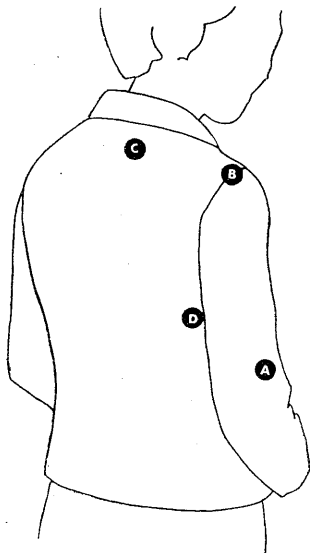


Fig. 2. Regions on which the electrodes were set. The electrode, the copper plate (5×2 cm), was set with thread on the outer surface of the under wear. A: Outer side of the right elbow. B: Right shoulder. C: Middle part of the both shoulders. D: Right side of the body ca. 15 cm downward of the axilla).

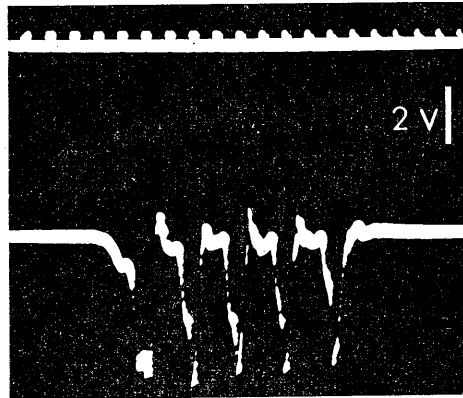


Fig. 3 Record of the charging of clothings put on. Subject: T. H., male, 30 years. Cloth: Under wear-nylon, upper clothing-cotton. Motion: Adduction and abduction of the right arm. Electrode: Right shoulder. Temp.: 24°C . Humidity: 67%. The upward deflections show the positive charge.

し入力電圧が5V以上になると歪を生ずるので電圧がこれ以上になる場合には減回路を介して入力端子に導いた。

b. 電極および電極を置いた部位 電極には5×2cmの薄い銅板を用いた。銅板の数箇所には穴をあけ電極を被服の間にはさんだとき位置がずれないように2層の被服のうち内層(下着類)の被服の外側に縫いつけ、電極から増幅器に導くためエナメル絶縁の細い導線を外層の被服(上着)の布目を貫いて外部に引き出した。電極を置いた位置は身体運動の際に比較的良く動きあるいは余り動かないと思われる部位を選びFig. 2に示したように(A)右肘外側、(B)右肩、(C)左右の肩の中央、(D)右脇の4箇所とした。なお被検者の身体ならびに椅子に掛ける場合は椅子も大地から絶縁するため床にゴム板を置きその上に立たせ良好な絶縁状態に保った($10^8 \sim 10^9 \Omega$)。したがって電極を被服の間に固定したときまたは身体の帯電状態の実験におけるように手に握った場合増幅器の入力端子間の外部の抵抗(1極は接地)は($10^8 \sim 10^9 \Omega$)以上であった。

c. 発電状況の記録および身体運動 身体運動のときの発電状況を記録するため被検者は比較的狭い shielded room において運動を行わなければならなかった。日常の動作のうちから歩行(足踏)、走行(その場かけ足)、右手を上げる、椅子に掛ける、書字などを選び、これらの動作時に oscilloscope の spot を走らせこれを撮影しまたは直接観察した。その記録例はFig. 3に示すとおりであり、この場合身体の静止時における電極電位を基線としたが、実験中電極を接地し変動がないことを常時確かめた。したがって基線は電極電位 zero の点であって上方の振れが正になるようにした。

実験成績

布地の種類によりまた運動、電極をあてた部位などの違いによって発電状況に差があることは予め予想されるところで実験観察の結果も同様であった。同一布地の被服の場合には一般に

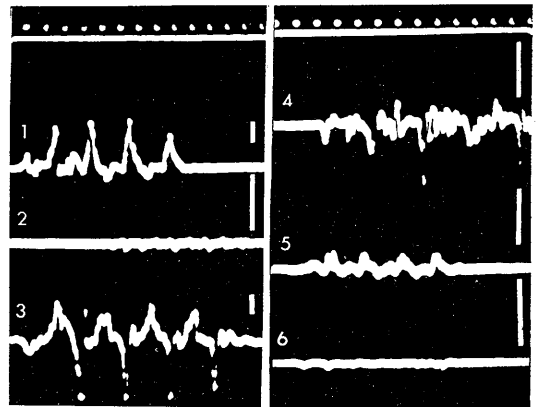


Fig. 4. Charging of the clothing made of different cloth. Subject: Y. K., female, 24 years. Motion: Stepping. Electrode: Right shoulder. Time scale: 0.5 sec. Calib.: 1 V. Temp.: 22~23°C. Humidity: 67~73%. Cloth: 1. Under wear-polyester, upper clothing-acetate. 2. Under wear-rayon, upper clothing-acetate. 3. Under wear-nylon, upper clothing-nylon. 4. Under wear-cotton, upper clothing-nylon. 5. Under wear-rayon, upper clothing-acetate. 6. Under wear-rayon, upper clothing-silk. Upward-positive.

大きな、あるいは激しい動作においては被服相互の摩擦が大であるためか電位の振幅は大であり、振れの上下の相は動作とおよそ一致するものであった。なお一般に運動に関係の大きい部位に置かれた電極では大きな発電状態が記録されたが、その布地を人為的に摩擦して測定した値よりこの実験からえられた電位の値はその最大値をとっても相当小さいものであった。これは測定方法すなわち電極の大きさおよびその当てかた、導線の太さ長さもある程度関係するものと思われるが摩擦の強さももちろん関係する事柄であろう。しかし、これらの問題は本研究では特に詳細には検討しなかった。以下種々の場合における電位変動の波形、その最大値などについて観察した結果を述べる。

A. 被服相互の摩擦による発電

1. 布地の種類と発電状況

内層(下着)の被服と外層(上着)の被服の材料としての布地の種類を種々にしてこれらを組み合わせて着用したときの発電状況は電極は内層の着衣の外側に縫いつけたので、この際現われ

る発電については内外層の着衣相互の摩擦によるものと電極自体と内外層いずれかの布地との摩擦によるものは区別しがたいが、実験では電極に現われた電位または電位の変動を内外層の布地の摩擦によるものとみなし、このように取り扱ったものである。身体運動の際に現われる電位変動の状況は Fig. 4 に示されたように、ほとんどすべての場合において正から負にわたる振れが見られ、正・負の振れがほぼ等しいもの、正の振れが負の振れより大きいもの、あるいはその逆の場合などが観察された。正および負方向の振れの絶対値の和を振れの最大値とみなせば、種々の布地の組み合わせで内外層共ナイロンの場合が最も大きく、内外層共ポリエステルの場合またはポリエステルと他の布地の組

み合せの場合は比較的小さかった (Table 1).

2. 身体運動の種類と発電状況

着衣による発電が布地相互または布地と皮膚の摩擦に起因するものであれば、身体運動の種類によって発電状況が左右されると考えられ、実験結果はこのことを示した。歩行、走行などの全身運動では相当大きな発電状況を示す電位変動の波が現われ、変動の相は運動のリズムに大体一致している。また運動が大きく、あるいは激しい部位の電極には大きな波が現われ、他の部位のそれでは比較的小さいことが知られた。たとえば右腕を上下させる運動では右肘の部位に置かれた電極に大きい電位変動が見られるが、背中や肩の電極では比較的小さかった。これらの関係は Fig. 5, 6, Table 2 に示されている。

Table 1. Maximum amplitude (volt) of the charging wave due to the clothings made of different cloth put on. Subject: Y. K., female, 24 years. Motion.: Stepping. Temp.: 22~23°C. Humidity: 63~73%

Elect. regions Cloth	Right shoulder	Right elbow	Mid. of shoulders	R. side of body	Connect of 4 elect.
*Un.: Polyester	+0.2~-0.2	+0.2~-0.2	+0.1~-0.2	+0.3~-0.2	+0.4~-0.2
**Up.: Polyester	0.4	0.4	0.3	0.5	0.6
Un.: Rayon	+0.3~-0.6	+0.2~-0.3	+0.2~-0.1	+0.1~-0.1	+0.4~-0.4
Up.: Polyester	0.9	0.5	0.3	0.2	0.8
Un.: Nylon	+0.3~-0.6	+0.2~-0.2	+0.1~-0.1	+0.3~-0.5	+0.7~-1.0
Up.: Polyester	0.9	0.4	0.2	0.8	1.7
Un.: Polyester	+0.7~-0.4	+0.6~-0.3	+0.3~-0.2	+1.7~-0.9	+1.7~-0.8
Up.: Wool	1.1	0.9	0.5	2.6	2.5
Un.: Rayon	+0.3~-0.2	+0.2~-0.2	+0.2~-0.2	+0.3~-0.4	+1.3~-1.9
Up.: Wool	0.5	0.4	0.4	0.7	3.2
Un.: Nylon	+0.5~-0.3	+0.4~-0.4	+0.2~-0.2	+0.4~-0.4	+0.5~-0.5
Up.: Wool	0.8	0.8	0.4	0.8	1.0
Un.: Rayon	+0.1~-0.1	+0.3~-0.2	+0.1~-0.1	+0.2~-0.8	+0.3~-0.4
Up.: Silk	0.2	0.5	0.2	1.0	0.7
Un.: Polyester	+0.7~-0.2	+0.7~-0.2	+0.5~-0.2	+0.6~-0.4	+1.4~-0.6
Up.: Silk	0.9	0.9	0.7	1.0	1.0
Un.: Nylon	+0.5~-0.3	+0.3~-0.3	+0.2~-0.2	+0.3~-0.3	+0.3~-0.7
Up.: Silk	0.8	0.6	0.4	0.6	1.0
Un.: Polyester	+2.3~-0.6	+1.0~-0.3	+0.7~-0.3	+1.7~-0.6	+1.7~-0.6
Up.: Acetate	2.9	1.3	1.0	2.3	2.3
Un.: Nylon	+0.4~-0.2	+0.4~-0.2	+0.1~-0.1	+0.5~-0.3	+0.5~-0.1
Up.: Acetate	0.6	0.6	0.2	0.8	0.6
Un.: Rayon	+0.2~-0.2	+0.3~-0.1	+0.1~-0.1	+0.4~-0.7	+0.4~-0.2
Up.: Acetate	0.4	0.4	0.2	1.1	0.6
Un.: Cotton	+1.1~-1.6	+0.2~-0.3	+0.5~-0.8	+1.7~-1.2	+0.7~-1.7
Up.: Nylon	2.7	0.5	1.3	2.9	2.4
Un.: Nylon	+3.0~-4.5	+0.8~-1.0	+2.5~-2.5	+2.0~-4.5	+3.5~-4.9
Up.: Nylon	7.5	1.8	5.0	6.5	8.0

* Un.: Under wear

** Up.: Upper clothing

3. 電極を置いた部位と発電状況

着衣による電気発生が布地の摩擦、したがって身体運動に関係することはすでに述べたとおりである。すなわち運動に大いに関与する部位あるいはこれが比較的小さい部位などに置かれた電極に現われる発電状況が異なることは理解される。たとえば歩行その他のときには背中に置かれた電極は他の部位に置かれた電極より常に小さい発電状況が示され、右腕の上下では右肘の電極に最も大きな発電状況が示される。右肘、右肩、背中、右脇に当てられた4つの電極を一緒にして前置増幅器のinputに連結した場合には運動の種類にあまり左右されることなく常に相当大きい発電状況が示されたが、これは4つの電極のうちいずれか発電状況の高い部位の状況が示されるためであろう (Fig. 7, 8)。

B. 着衣による身体の帯電

種々の布地を材料とする被服を着用して身体運動を行えば手に握った電極に運動に伴って変動する電位が現われるが、これは皮膚と被服の摩擦によって発現するものであるか、被服相互の摩擦による発電に起因するか判定しがたいが、皮膚と布地の摩擦により発電されることは従来、報告 (奥窪⁵⁾) されていることであり、著者 (田部井⁴⁾) の実験からも明らかである。したがって身体の帯電状況が皮膚と布地の摩擦に関係することは確かである。運動の種類によってこれらの発電状況がどのように変わるかについては下記のとおりである。

1. 布地の種類と帯電状況

皮膚に接する被服 (下着) およびその外層の被服 (上着) の布地を種々のものとした場合に身体運動に伴って被検者の身体が帯電する状況は Fig. 9 に示すとおりである。歩行では多く

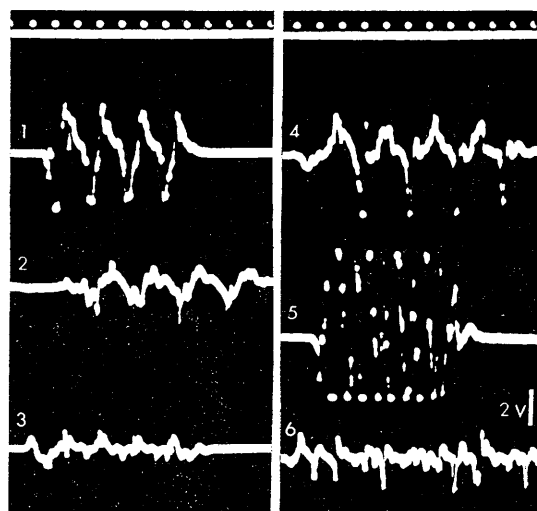


Fig. 5. Charging of the clothings due to different motion (1). Subject: Y. K., female, 24 years. Cloth: Under and upper clothings both nylon. Electrode: Right shoulder. Time scale: 0.5 sec. Temp.: 24°C. Humidity: 67%. 1. Raising and lowering of the right arm. 2. Adduction and abduction of the right arm. 3. Extension and contraction of the right elbow. 4. Stepping. 5. Running. 6. Sitting down and standing up. Upward-positive.

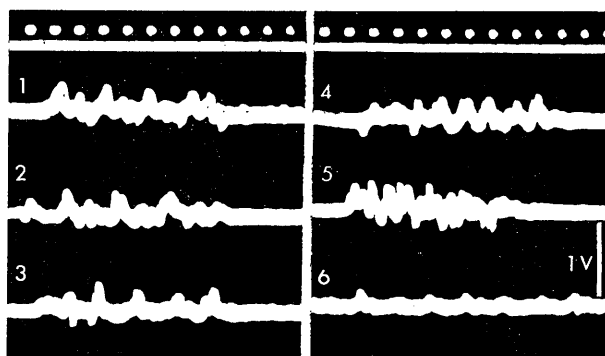


Fig. 6. Charging of the clothings due to different motion (2). Subject: Y. K., female, 24 years. Cloth: Under wear-nylon, upper clothing-acetate. Electrode: Outer side of the right elbow. Time scale: 0.5 sec. Temp.: 24°C. Humidity: 67%. 1. Raising and lowering of the right arm. 2. Adduction and abduction of the right arm. 3. Extension and contraction of the right elbow. 4. Stepping. 5. Running. 6. Sitting down and standing up. Upward-positive.

の布地について相当大きい振幅の電位変動が示されているが腕だけの動作においては下着と上着の布地が共にナイロンの場合には大きい但他的運動ではほとんどないかまたは変動の振幅は

Table 2. Maximum amplitude (volt) of the charging of clothings due to different motion. Subject : M. S., female, 20 years. Cloth : Under wear-nylon, upper clothing-rayon. Temp. : 23°C. Humidity : 70%

Motion	Elect. regions				
	Right shoulder	Right elbow	Mid. of shoulders	R. side of body	Connect. of 4 elect.
Raising and lowering of the right arm	+0.7~-0.3 1.0	+2.1~-0.3 2.4	+0.4~-0.3 0.7	+0.6~-0.7 1.3	+0.9~-0.4 1.3
Adduction and abduction of the right arm	+0.3~-0.2 0.5	+0.8~-0.3 1.1	+0.2~-0.3 0.5	+0.2~-0.4 0.6	+0.7~-0.3 1.0
Extension and contraction of the right elbow	+0.2~-0.2 0.4	+0.4~-0.3 0.7	+0.2~-0.2 0.4	+0.3~-0.8 1.1	+0.3~-0.2 0.5
Stepping	+0.2~-0.2 0.4	+0.7~-0.4 1.1	+0.2~-0.3 0.5	+1.1~-1.4 2.5	+1.7~-1.2 2.9
Running	+0.4~-0.7 1.1	+0.6~-0.4 1.0	+0.6~-1.0 1.6	+1.5~-1.4 2.9	+1.2~-0.8 2.0
Sitting down and standing up	+0.2~-0.3 0.5	+0.4~-0.3 0.7	+0.2~-0.7 0.9	+0.7~-0.6 1.3	+0.7~-1.2 1.9

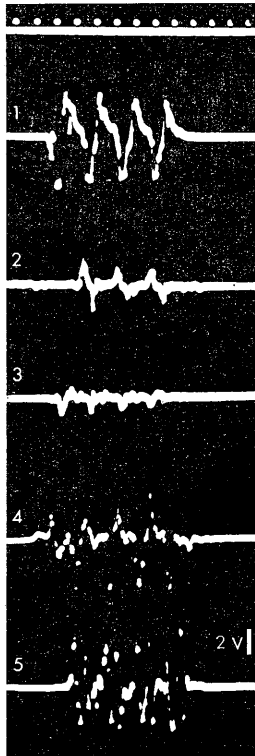


Fig. 7. Charging of the clothings detected by the electrode set on different region (1). Subject : Y. K., female, 24 years. Cloth : Under and upper clothings both nylon. Motion : Raising and lowering of the right arm. Time scale : 0.5 sec. Temp. : 22°C. Humidity : 67%. Region of the electrode : 1. Right shoulder. 2. Outer side of the right elbow. 3. Middle part of the both shoulders. 4. Right side of the body (ca. 15 cm downward of the axilla). 5. Connection of 4 electrodes. Upward-positive.

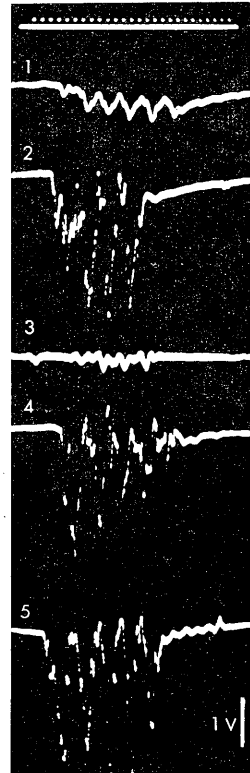


Fig. 8. Charging of the clothings detected by the electrode set on different region (2). Subject : Y. K., female, 24 years. Cloth : Under and upper clothings both wool. Motion : Stepping. Time scale : 0.5 sec. Temp. : 23°C. Humidity : 60%. Region of the electrode : 1. Right shoulder. 2. Outer side of the right elbow. 3. Middle part of the both shoulders. 4. Right side of the body (ca. 15 cm downward of the axilla). 5. Connection of 4 electrodes. Upward-positive.

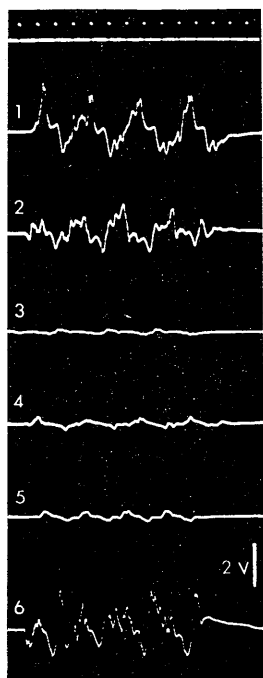


Fig. 9.

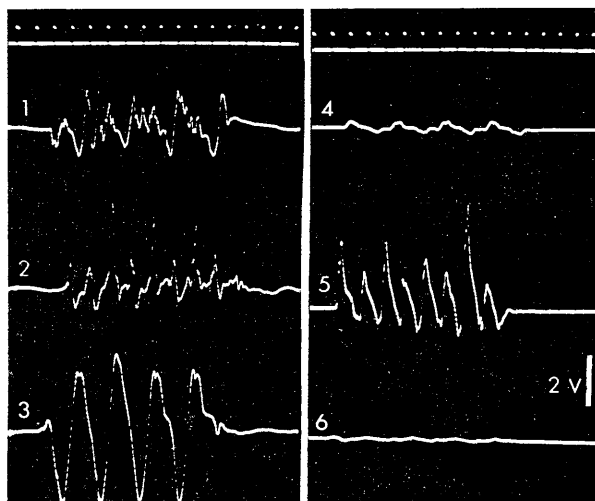


Fig. 10.

Fig. 9. Charging of the body due to clothings made of different cloth. Subject: T. T., female, 45 years. Motion: Raising and lowering of the right arm. Time scale: 0.5 sec. Temp.: 24°C. Humidity: 40%. Cloth: 1. Under wear-cotton, upper clothing-nylon. 2. Under wear-mixed yarn, upper clothing-nylon. 3. Under wear-mixed yarn, upper clothing-wool. 4. Under wear-nylon, upper clothing-wool. 5. Under wear-cotton, upper clothing-wool. 6. Under wear-nylon, upper clothing-nylon. Upward-positive.

Fig. 10. Charging of the body due to different motion. Subject: T. T., female, 45 years. Cloth: In records 1, 2 and 3, under and upper clothings both nylon, in records 4, 5 and 6, under wear-cotton, upper clothing-wool. Time scale: 0.5 sec. Temp.: 21°C. Humidity: 40%. Motion: In 1 and 4 raising and lowering of the right arm, in 2 and 5 stepping, in 3 and 6 wrighting. Upward-positive.

Table 3. Maximum amplitude (volt) of the charging wave of the body when clothings made of different cloth put on. Subject: T. T., female, 45 years. The electrode was clasped in the left hand and the body was insulated from the earth. Temp.: 21°C. Humidity: 44%

Cloth	Motion		
	Raising and lower- ing of the right arm	Stepping	Wrighting
*Un.: Nylon	0	+6.1~-1.2	0
**Up.: Cotton	0	7.3	0
Un.: Cotton	0	+6.1~-1.7	0
Up.: Cotton	0	7.8	0
Un.: Mixed yarn	0	+5.5~-1.3	0
Up.: Cotton	0	6.8	0
Un.: Nylon	+2.0~-1.3	+6.0~-1.0	+3.8~-3.5
Up.: Nylon	3.3	7.0	7.3
Un.: Cotton	+2.3~-1.2	+3.8~-2.0	+3.2~-2.0
Up.: Nylon	3.5	5.8	5.2
Un.: Mixed yarn	+1.6~-0.9	+5.5~-2.0	+2.3~-2.3
Up.: Nylon	2.5	7.5	4.6
Un.: Mixed yarn	+0.3~-0.3	+5.2~-1.2	0
Up.: Wool	0.6	6.4	0
Un.: Nylon	+0.4~-0.4	+5.5~-1.2	0
Up.: Wool	0.8	6.7	0
Un.: Cotton	+0.6~-0.3	+5.0~-1.4	+0.2~-0.2
Up.: Wool	0.9	6.4	0.4

*Un.: Under wear

**Up.: Upper clothing

Table 4. Maximum amplitude (volt) of the body of different subject. The electrode was clasped in the left hand and the body was insulated from the earth. Motion : Stepping. Temp. : 20°C. Humidity : 63%

Subjects	Cloth	Charge (Max. amp.) (volt)
T. K. ♂ 25 y.	*Un. : Cotton **Up. : Polyester	+1.8~-0.9 2.7
M. M. ♂ 60 y.	Un. : Cotton Up. : Cotton	+1.8~-0.8 2.6
K. O. ♂ 53 y.	Un. : Cotton Up. : Nylon	+3.0~-1.3 4.3
I. A. ♂ 40 y.	Un. : Cotton Up. : Nylon	+0.8~-0.5 1.3
K. G. ♂ 44 y.	Un. : Cotton Up. : Polyester	+2.3~-1.8 4.1
Y. K. ♀ 24 y.	Un. : Rayon Up. : Cotton	+1.5~-1.3 2.8
T. T. ♀ 23 y.	Un. : Rayon Up. : Wool	+2.1~-2.0 4.1
M. S. ♀ 20 y.	Un. : Rayon Up. : Wool	+0.8~-0.5 1.3
K. N. ♀ 32 y.	Un. : Acryl Up. : Acryl	+2.3~-2.5 4.8
A. H. ♀ 20 y.	Un. : Nylon Up. : Acryl	+1.8~-1.6 3.4

*Un. : Under wear **Up. : Upper clothing

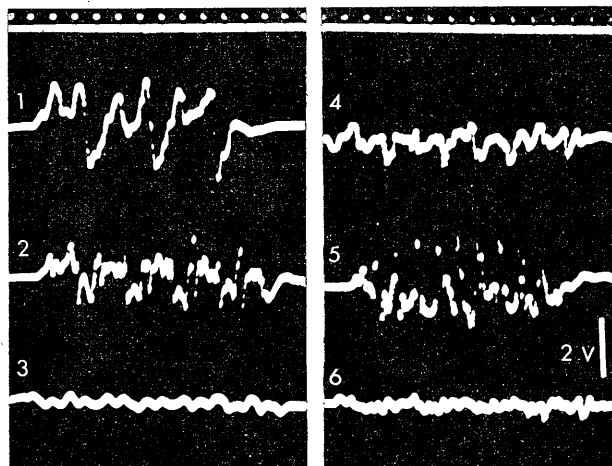


Fig. 11. Charging of the body due to clothings on different subject. Cloth : Under wear-cotton, upper clothing-polyester. Motion : In 1 and 4-raising and lowering of the right arm, in 2 and 5-stepping, in 3 and 6-writhing. Time scale : 0.5 sec. Temp. : 20°C. Humidity : 63%. Subject : In 1, 2 and 3-T. K., male, 25 years, in 4, 5 and 6-K. G., male, 44 years. Upward-positive.

比較的小さかった (Table 3).

2. 運動の種類と身体の帯電状況

同一被検者に同一の下着および上着を着用させたときに被検者が行なう運動の種類によって身体の帯電状況は異なり、歩行のような全身の運動においては電位変動の振幅は大きいが局部的運動では小さい場合が多かった (Fig. 10, Table 3).

3. 被検者による身体の帯電状況

Table 4 は種々の被検者について同じような動作をさせた場合における身体の電位変動の振幅の最大値を示すものであるが、被検者によってそれらの値は相当異っている。しかし着用した被服の布地が同一種類のものではない場合が含まれているので、このような差が何に起因するのか充分明らかでない。種々の被検者に対して同一種類の布地の下着と上着を着用させることができなかったため、この実験は不充分であった。Fig. 11は下着と上着が同一種類の布地の2人の被検者の歩行における身体の帯電状況を示したものであるが、相当異った状況が認められる。

考 按

実験成績に示したように種々の布地、特に化学繊維の布地を材料とした場合は身体運動に伴って電気発生があり着衣ないし身体も帯電する。しかし、その状況は動作の相と平行し正負に平等にまたは、正の方向あるいは負の方向により多く振れる波形で示された。発電が2層の着衣または着衣と皮膚の摩擦によって起こり、摩擦物と被摩擦物が相接触しているため発電された荷電はやがて中和され長く残存しないためであろうと考えられる。この際発電および帯電の状況を示す波形の振幅の最大値は大きい場合でも数 voltに

達するに過ぎない。布地を人為的に摩擦してえられる荷電は川村(川村⁶⁾)によれば同種の布地の摩擦においてナイロン -28.5 V, ウール $+54.0$ V, ポリエステル -12.5 V, 奥窪(奥窪⁵⁾)はビニロンと他の布地を摩擦した場合にナイロン $+2540$ V, ウール $+1440$ V, ポリエステル -2360 V と報告, 著者(田部井⁴⁾)の実験では人体皮膚と布地の摩擦により布地側の帯電値はポリエステル -540 V, ウール $+200$ V, 絹 -270 V などの値がえられている。いずれも通常の動作時における着衣相互または着衣と皮膚の摩擦の場合のそれに比較して非常に大きい。その理由について考察すれば次のようなものと思われる。

1. 摩擦の強度が人為的に行なった場合より弱いためである。

2. 布地相互または布地と皮膚の摩擦による発電は一般に2つの物体を接触させたとき物体の接面における界面電位の一種であって両物体の荷電は符号が相反するものとなる。摩擦は両物体の接触面を密にしたりは面積を増大させる操作に過ぎない。両物体の荷電値は両物体を引きはなしたときに高く保たれるが, そのまま接触しているときは速かに中和され消失または減弱する(前述上下に振れる波状としてえられる理由と同じ)。

3. 布地相互の摩擦によって発電した荷電の誘導においては電極(5×2 cm)として銅板を用いたため, 発電された電気量はこの電極を充電するため電圧値が下がることも理論的には考えられる。

身体の荷電値については身体は用いた電極よりはるかに電気容量が大であるから, これを充電するために電圧値が低くなるわけであろう。しかし電極を手を持った場合も被服間に挿入した場合も電圧値に特に差が認められないから2および3の理由は理論的に考えられるだけで実際問題としては重要な要因ではないと思われる。以上より被服を着用した場合の発電は通常の場合には本実験成績の示すような値と考えて差しつかえないであろうと考えられる。

従来化学繊維の布地の発電およびその発電の人体におよぼす影響については種々論議されこれに関する文献も少なくない(川村²⁾)。しかし, それらの場合のほとんどが布片を人為的に摩擦してそれによってえられる値を論議の基礎にしたものである。すなわち純物理学的実験によってえられる値を基礎にしたものであり, 実際には妥当しない値であろう。したがって, これらは改めて検討しなければならないことが明らかにされたわけである。発電ないし帯電状況が正負の方向に波状をなして現われる一過性のものであることを考えれば, その人体におよぼす影響などを論ずることは容易でない問題であろうと考えられる。

総 括

種々の布地特に化学繊維を材料とした被服を着用したときの被服相互および被服と皮膚などの摩擦によって起こる電気発生ならびに身体の帯電状況を明らかにするため電極を2層の被服の間に置きあるいは手に握らせ入力抵抗の高い前置増幅器, 直流増幅器を介し oscilloscope に導き身体運動の際に現われる電位の変化の状況を記録, これらを観察し次のような結果をえた。

1. 動作時には被服相互の摩擦または被服と皮膚の摩擦により電気発生ないしは身体の帯電が起こるが, これらの値は同種類の布地を人為的に摩擦してえられる値よりはるかに小で通常数 volt を越えなかった。

2. 電気発生または帯電の状況は身体運動のリズムと大体一致する波形のものであった。

3. 身体運動に伴う発電ないし帯電は大きな激しい運動のときに大きかった。

4. 種々の部位に置かれた電極に現われる発電状況からその動作時に良く動く部位において発電が強く, 動かない部位では弱いことが知られた。

5. 被服相互または被服と皮膚の摩擦による発電ないし帯電状況を示す波形は布地の種類により正負の振幅が大体等しいもの, 主として正の方向のものまたは逆の場合があったが同一方

向の帯電が長く続くことはなかった。

文 献

- 1) 大川富雄・奥田久徳・奥窪朝子(1961) モルモット被動性過敏症におよぼす帯電の影響 アレルギー **10**, 613
- 2) 川村一男・田口秀子・岡本 修・宮川豊美(1968) 静電気刺激が血液成分に与える影響 日本生理誌 **30**, 583
- 3) 柳沢文正(1960) テピロンの医学的効果 高分子 **9**, 762-764
- 4) 田部井トキ(1967) 被服と皮膚等の摩擦による帯電について 北関東医学 **17**, 35-61
- 5) 奥窪朝子(1962) 合成繊維衣服の帯電性に関する衛生学的研究 第1報 人体皮膚および繊維材料の摩擦帯電性およびに浮遊塵埃に対する吸引力について 日本衛生誌 **17**, 197-206
- 6) 川村一男・田口秀子(1963) 繊維摩擦による静電気帯電に関する知見 衣生活 **6**, 33-38



大 島 道 一 *

The pre-resting potential of frog myelinated nerve fibres

Michikazu Oshima (*First Department of Physiology, Nippon Medical School, Tokyo*)

Intracellular recordings were made on frog myelinated nerve fibres in view of exploring membrane potential of the myelin sheath. Potential change was photographed continuously from immediately before impalement.

With the advance of an electrode, a regular, gradually increasing DC-potential ('pre-resting potential') was always observed before the development of an axonal resting potential (Fig. 2 a-d and Fig. 3 B and C). The full magnitude of this 'pre-resting potential' was -21 mV in the mean with a range of $-4 \sim -41$ mV (78 observations), and correlated significantly with the value of the resting potential (Fig. 6).

Only the pre-resting potential could often be recorded during the whole course of an impalement (Fig. 4). The evoked spikes were led off in this phase too; they were small and variable in size, the size being not dependent upon their starting level of potential (Fig. 7 B). These miniature spikes were also different from the axonal action potentials which were affected by changes of the external calcium concentration (Fig. 9), though both of them were affected by hyperpolarizing currents technical (Fig. 8).

Some sources of errors for the recording of measurement of the potentials were discussed (Fig. 5). It was considered that the pre-resting potential arises from the myelin sheath layer, namely, it represents the membrane potential of the Schwann cell directly surrounding an axon. [J. Physiol. Soc. Japan (1969) 31, 663-671]

結 論

微小電極刺入時の細胞内電位を時間を追って連続的に記録するとき、電極先端の膜刺入にしたがって急激に深い陰性電位（静止膜電位）を示すのが通例であるが、時として、これに先立って浅い陰性電位変動の観察されることがある。この電位（以下、前静止電位, pre-resting potential, pre-RP）の起源について、心筋の場合は心内膜、結締織細胞などの細胞成分、すなわち検査対象である細胞の刺入に先立って電極先端が通過せねばならぬ附随的前置の細胞、に由来すると考えた人もあったが (Weidmann¹⁾), 多くは不規則かつ小さな電位変動のゆえに、刺入時の人工産物として従来無視されてきた。

この前静止電位（刺入時静止電位が発現して

から最深値をとる迄の電位変動とは区別するを要する) は、筋線維では稀にしか観察されぬというが (遠藤²⁾), 前置的細胞としてシュワン氏細胞に取囲まれている有髓神経線維ではほとんど必発であって、しかも、心筋と異なり規則的な経過ほぼ直線的漸増を示し、大きさは $-40 \sim -50$ mV にも達するという (雪吹, 小西³⁾), 杉谷⁴⁾ は同じ有髓線維で同様な観察を行なっているが、深く検索するに至らず、また Woodbury⁵⁾, Tasaki⁶⁾ は有髓線維静止電位を記録したが、刺入時におけるこの問題は矢張り追求しなかった。近時、クルマエビ巨大有髓神経線維についての観察が行なわれたが (Kusano⁷⁾), その厚い髓鞘部 (径約 10μ) から $-10 \sim -70$ mV の DC 電位が記録され、さらにイカ巨大無髓神経線維を取巻くシュワン氏細胞が $-33 \sim -46$ mV の静止電位を示すという報告がある (Villegas et al.⁸⁾). このように神経軸索の取巻き細胞であるシュワン氏細胞、ないしその生産物である髓鞘から DC 電位が記録されるのは確かであるが、それが細胞ないし髓鞘内の電位を表

* 日本医科大学第1生理学教室 (主任 小西喜久治教授)

大学院医学研究科・外科学専攻 (主任 斎藤誤教授)

〔昭和44年8月7日受付〕

わすものか (雪吹, 小西³⁾; Villegas et al.⁸⁾), あるいは人工産物に過ぎないのか (Kusano⁷⁾) という点で見解がわかれる。最近, 種々の非興奮性細胞から静止電位が測定されている (ヒトの赤血球, Lassen and Sten-Knudsen⁹⁾; カエルの水かき皮膚のメラノフォールン, Martin and Snell¹⁰⁾; ヒトの Fibroblast, Swift and Todaro¹¹⁾; ネズミ脂肪組織細胞, Girardier et al.¹²⁾) ことから考えて, 「髄鞘静止電位」も不可解ではない。

本論文はカエル有髓神経線維における前静止電位の起源を追求すべく企てられた。方法として微小電極刺入時の電位変動を連続的に記録し, あわせてこの前静止電位の経過中に催起される小スパイクにつき観察をおこなった。

実験方法

実験材料はトノサマガエル (*Rana nigromaculata*) 坐骨神経で, その脛骨神経と腓骨神経の分岐部より中枢寄りて神経上膜を除去した部分を標本とした。

標本函は杉谷⁴⁾の用いたものと同じもの, すなわち改良型の分離線維用空気間隙法装置 (標

本用小板上に斜面をもつポリスチロール小片を貼付, Fig. 1) である。

刺激電流 (持続 0.1 msec 以下の直角パルス, 頻度 10~50 Hz) および分極電流 (直流, 数秒毎に段階的に増強) は空気間隙 (幅, 約 1.5 mm) を通して電極刺入部の神経に適用した。

電位測定器としては 2 現象用オシロスコープと高入力インピーダンス前置増幅器 (入力抵抗 1000 M Ω 以上, 浮遊容量補償装置付) を併せ用い, その高周波特性は便宜上 100 M Ω の抵抗を通した直角パルスにてコントロールした。

微小電極は 3 M KCl を充填した常用のもので, その直流抵抗 (使用範囲 5 M Ω ~180 M Ω) は実験後にも測定し, 刺入前の値と大差を示すものは除外した。電極先端電位を含む電極電位差は, 前置増幅器からの出力電圧により標本浸液 (正常 Ringer 液) 中にて補償した。電極の刺入はマニプレーターの微動ねじを使用して 4~8 μ /sec (空中測定) の低速度で行なったが, 一部の実験では粗動ねじによる高速刺入 (数 100 μ /sec 以上) も行なった。刺入角度は線維長軸に沿って約 15° であった。

電位変化は連続撮影装置により電極刺入直前から記録した。

標本浸液には, 正常 Ringer 液 (NaCl, 111.1; KCl, 2.7; NaHCO₃, 2.4; CaCl₂, 1.8 mM/L) のほか, 高 Ca (4.2, 10, 30 mM/L) Ringer 液 (その浸透圧は NaCl 濃度の減少により調整) およびクエン酸ナトリウム (0.3%) Ringer 液も使用した。その pH はいずれも 7.3~7.4, 実温度は 18~32°C の室温であった。

本実験方法においては検査対象が非分離線維であるため, 刺入線維刺入部位の選択はできなかったが, 杉谷⁴⁾が指摘しているとおり大部分の実験は 7~9 μ (直径) の有髓神経線維を対象とし, 微小電極はその絞輪間髄鞘部に刺入されたものと考えてよいであろう。

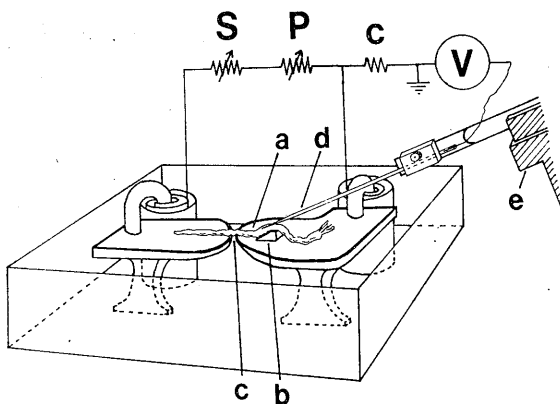


Fig. 1. Experimental arrangement used for intracellular recordings from myelinated nerve fibres in a nerve trunk. (a) a sciatic nerve, (b) a sloped polystyrene piece, (c) an air gap, 1.5 mm wide, (d) a microelectrode and (e) a micromanipulator; (S), (P) and (C) outputs of stimulating, polarizing and compensating circuit, respectively; (V) a high input impedance preamplifier connected with a dual beam oscilloscope.

結 果

1. 前静止電位の一般的性質

神経束を電気刺激しつつ、微小電極を緩徐に刺入してゆくととき観察される電位変動の代表例を Fig. 2 に示す。前静止電位は、その極性常に負であり、且つ直線的に漸増し（記録 a-c）、これが約 -17 mV に達したところで急に深い静止膜電位が記録され、電極先端が軸索内に移行したことを示す（記録 d）。以後、膜電位は電極先端の前進にともない最深値 -53 mV （記録 e）をとったのち、漸次減少し（記録 f）、ある所で再び段を作って浅くなり（記録 g）、さらに電極を前進させると遂に電位は零にもどる（記録 h）。この前静止電位および静止電位の経過（全経過時間、図では約 1.6 sec ）に伴い反復刺激によって小スパイク（記録 a-c、および g）および full sized のスパイク（記録 d-e）が催起される。

前静止電位の出現は本実験中ほとんど必発であったことは注目に値する。出現せずに直ちに軸索内静止電位を示した例は僅かに2例に過ぎなかった。その1例を Fig. 3A に示す。

前静止電位の第2の特徴は、その電位経過が極めて規則的であったことである。経過の始め（出現開始）と終り（電極先端の軸索内進入直前、Fig. 2d）にやや不規則性を示すことがあったが、大多数においては電極の進行に伴ない殆ど直線的に増大する陰性電位を示した。ただ少数例において二段性の電位増大が見られたが（Fig. 3B）、かかる例でも各段の電位経過は直線漸増的であった。

第3に、前静止電位の記録される持続時間は概ね電極刺入速度に依存した。すなわち高速刺入例（ $1000\ \mu/\text{sec}$ 以上）では、軸索内静止電位の記録される迄に前静止電位は僅か数 10 msec しか持続せず（Fig. 3C、約 23 msec ；最短記録

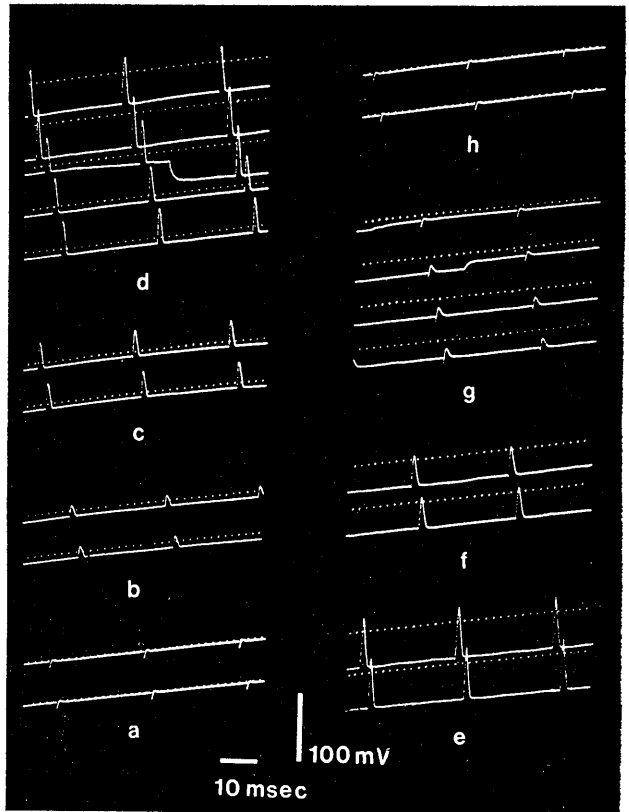


Fig. 2. Potential changes recorded continuously during slow impalement (see from below, upwards). Gradually increasing DC-potentials (records a, b, c and lower half of record d) were always observed before the axonal penetration (the middle trace of record d).

は 18 msec ）、逆に、 $10\ \mu/\text{sec}$ 以下の低速刺入では、Fig. 2 a-d で知られるとおり1秒間以上も記録された。さらにまた、この数秒の間に電極進行を止めれば、10分間前後にわたって持続的に静止電位を記録しえたのである。なお、前静止電位の最深値、maximal pre-RP（静止電位への移行時点で測定）は線維毎にかなりの範囲、 $-3.9\sim-40.7\text{ mV}$ 、にわたって分散し、その平均値は $-21.4\pm 0.98\text{ mV}$ 、平均値の標準誤差、78例であった。

最後に、第4の特徴として、電極を緩徐に刺入し続けるとき、しばしば、静止電位が記録されずに前静止電位のみ経過記録（漸増して $-20\sim-30\text{ mV}$ の最深値に達したのち漸減）に終る例があった（Fig. 4）。電極先端が軸索内

に移行せずに髓鞘を擦過して行った例と思われる。

2. 前静止電位と電極抵抗および静止電位との関係

上述の前静止電位の一般的性質、特に第3、第4の性質は、この遅電位が軸索を取巻く髓鞘

に由来することを示唆するが、他方、電極の先端電位 (Adrian¹³), Küchler et al.¹⁴) にもとずく人工産物起源もまた疑う余地がある。何故ならば本実験において、刺入前 Ringer 液中の先端電位は電極電位差と共に補償されてはいるが、刺入にさいしては、電極の撓みによるその

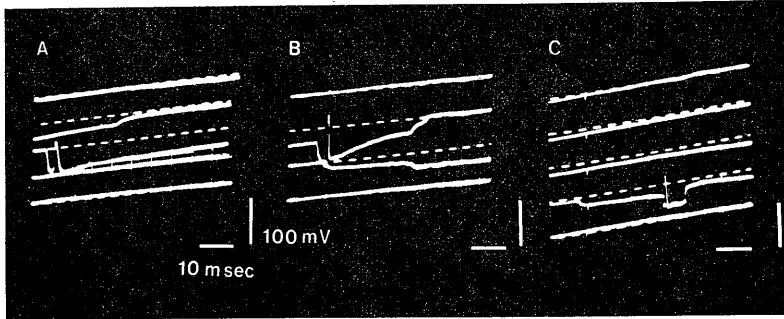


Fig. 3. A, axonal resting potential developed alone. No preceding pre-resting potential; observed only in two cases. B, pre-resting potential with two steps. C, resting and pre-resting potentials of a very short time course, observed with high speed (about 1 mm/sec) penetration.

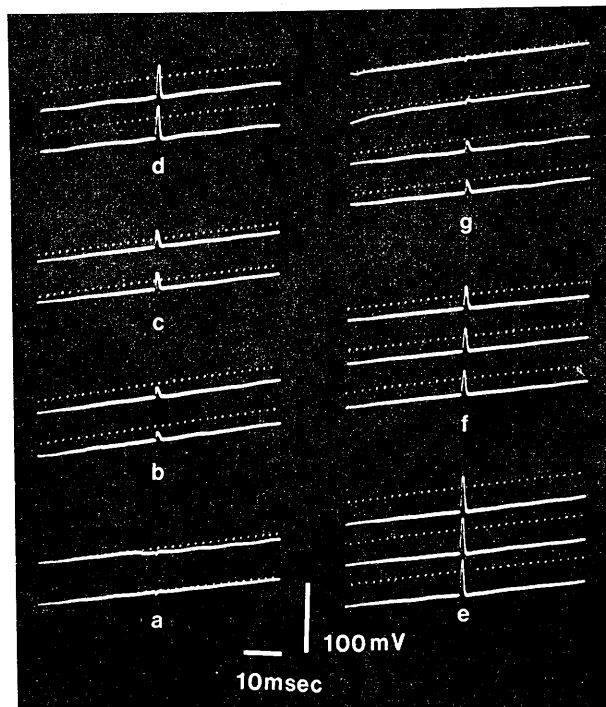


Fig. 4. Penetration of the myelin sheath. Pre-resting potential was not followed by axonal resting potential during the whole course of impalement.

抵抗変化, 電極先端と新しいメディウム (髄鞘を構成する高分子物質) との接触, 電場 (膜電位), 細胞膜の dimple 形成等の要因に影響されて先端電位が増大し, その補償不足分が前静止電位として記録されるのではないかと一応疑われるからである. 先端電位については上記二人の検索があるが, 残念なことに, 刺入という過渡期にこれが如何なる時間経過を以って発現するかについては不明であり, したがって上述の静止した状態における諸原因が本実験刺入直後 (過渡期) の前静止電位にどのように影響しているか考察すべくもない. が, Küchler et al.¹⁴⁾ に由れば, 先端電位はそもそも電極抵抗に依存する (おおよそ $10\text{ M}\Omega$ で -5 mV 以下, $50\text{ M}\Omega$ で -10 mV , $100\text{ M}\Omega$ で -20 mV) というから, もしも本実験における前静止電位が先端電位起源のものであれば, 前静止電位の大きさは使用電極の抵抗値と相関関係をもつであろうことが考えられる.

よって両者の散布図をとって見たが (Fig. 5), 事実は何らの相関もみられず, またこの図で注意すべきことに, $10\text{ M}\Omega$ という低抵抗の電極 (先端電位は -5 mV 以下の筈) にて -30 mV 以上の前静止電位が記録された.

これに対して, Fig. 6 にみるとおり, 前静止電位は軸索内前静止電位と有意の相関があったのである (相関係数: $r=0.614$, 標本数: 117例 有意水準: $P<10^{-9}$).

3. 小スパイク

前静止電位の経過中に, 神経幹電気刺激により小スパイクが容易に誘導された. 小スパイクが刺激のアーティファクトと判別しうる形をとるのは, 刺入後, 前静止電位が -5 mV 以上の深さをとり且つかかなり安定してからで (Fig. 2 b; Fig. 4 b-f), その形は後電位を持たぬ单相性で, 単一絞輪の典型的スパイクと同形である.

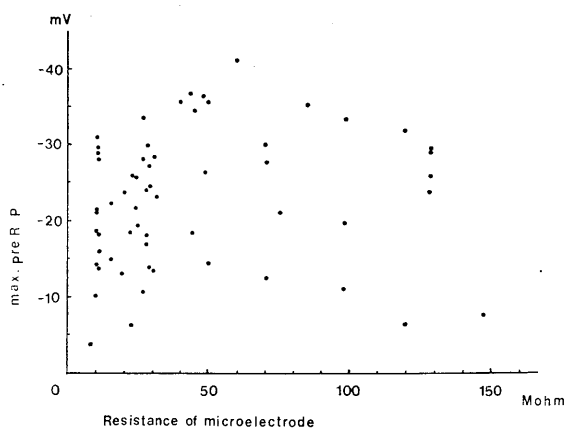


Fig. 5. Maximal preresting potential plotted against DC resistance of microelectrode. No significant correlation between them.

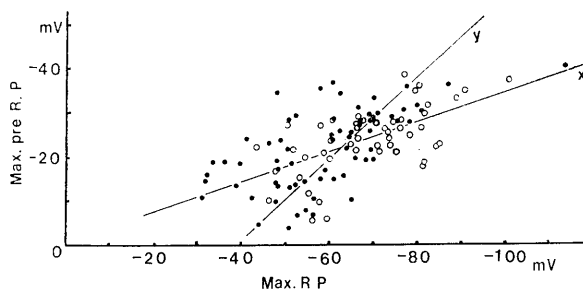


Fig. 6. Relation between the maximal preresting potential (ordinate) and the maximal resting potential of axon (abscissa), examined in normal (dots) and high calcium (circles) Ringer solutions. Statistically significant correlation was found between them: $r=0.614$, $p<10^{-9}$, $n=117$; x and y, regression lines.

大きさは, 刺入後時間と共に増大し (軸索内活動電位との大きな相違点である), 大部分は overshoot があり, 基盤たる前静止電位が静止電位に移行 (電極先端の軸索内移行) する直前では 60 mV を越す大きさにまでなる (Fig. 2 d). 一標本で記録される小スパイクの最大値 (maximal mini-spike) は, max. pre-RP と同様 (既述), 線維毎に可なり広い範囲 $-7.6\sim-69.0\text{ mV}$, 平均値 $34.5\pm 1.6\text{ mV}$ (±平均値の標準誤差, 78例) にわたって分散していた. さて, 軸索内から誘導されるスパイクは, いう迄もなく悉無律にしたがい, その線維毎の大きさは静止電位に対し統計的に有意の相関関係にある (Woodbury⁵⁾,

相関係数: $r=0.48$, $p<0.001$; 杉谷⁴⁾, 相関係数: $r=0.80$, $p<10^{-9}$; 本実験, 相関係数: $r=0.57$, $p<10^{-5}$). しかるに, *max. mini. Sp* の線維毎の大きさと前静止電位 (小スパイク発生時点の) との相関は Fig. 9a にみられる如く稀薄であった, すなわち相関係数: $r=-0.28$, $p<0.1$ であった.

小スパイクの大きさは, 既述の如く個々の与えられた標本において刺入経過と共に変わるのであるが, これを, 前静止電位の大きさととの関係において追求してみると Fig. 7A は緩徐刺入の代表的3例について, 小スパイクの大きさを記録順に, その発生時点における, 前静止電位に対してプロットしたものである. 緩徐刺入例では前静止電位の長時間記録が可能であり, したがって前静止電位の漸増は甚だ緩徐ないし殆どない相を捕捉することができるのであるが, 図にみるとおり, 前静止電位の大きさが殆ど不変の時期において, 小スパイクは時間と共に増大するのであった. つぎに, 既述の電極先端髄鞘部擦過 (Fig. 4) の代表的2例について, 同様な関係をみたのが Fig. 7B である. この *max. pre-RP* を挟むループ状の曲線は, Fig. 7A と共に明らかに小スパイクの前静止電位に対する無依

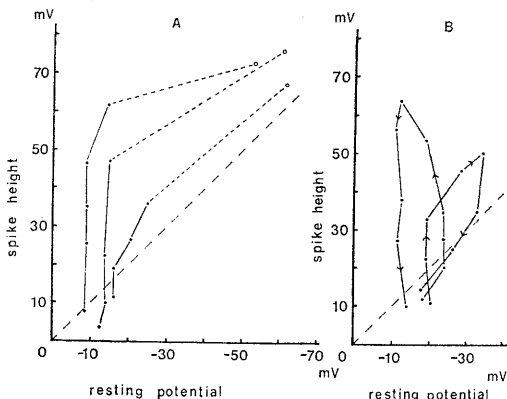


Fig. 7. Independence of amplitude of miniature spikes upon preexisting potential values. A. Miniature spikes (dots) taken in succession from the beginning of an impalement and full-sized axonal spikes (circles). B. Waxing and waning of miniature spikes observed during an impalement of the myelin sheath layer only.

存性を示している.

4. 小スパイクに対する過分極電流の作用

上述の小スパイクと軸索内誘導活動電位との性質の相違 (膜電位に対する無依存性, 時間的増大) は, 両者が発生起源を異にすること (例えば髄鞘内起源と絞輪部起源) を想わせる. よって両スパイクの異同点をさらに明らかにすべく, 小スパイクに対する過分極電流の影響を検索した. 過分極電流は, 前静止電位がなるべく深く, かつ安定に記録される間に, 刺入線維部に適用した. その結果の代表例を Fig. 8A に示す (同図, 下の記録群は比較のための軸索内活動電位). さらにかかる検索を行なった12例について, 小スパイクと前静止電位との関係をみたのが Fig. 8B の実線群である (破線群は比

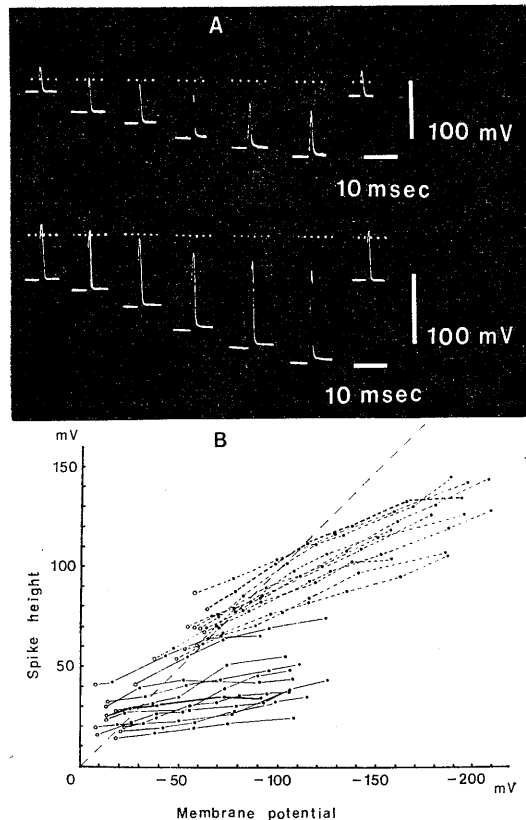


Fig. 8. Effect of hyperpolarization on miniature spikes (upper records in A and solid lines in B), and that on axonal spikes for comparison (lower records in A and broken lines in B).

較のための軸索内活動電位). この図から判るように, a) 小スパイクは軸索内活動電位と同様, 過分極された膜電位に対してほぼ直線的に増大した. b) 両線群の勾配がほぼ同じであった. すなわち11例の軸索内活動電位の増大率1.4~2.0/100 mVに対し, 12例の小スパイクのそれは1例を除いて同じく1.4~2.0/100 mVの範囲内に在った. c) 小スパイク線群と軸索内活動電位線群とは傾斜において重複せずに断層を作った. たとえば膜電位を100 mVのレベルに持ちきたすとき, 小スパイクはおよそ25~70 mVの大きさになるに対し, 軸索内活動電位は80~105 mVの範囲に増大する(同一線維からえられた二つの結果, 図中の二つの太線を比較すれば理解される). 以上の結果のa) およびb) は小スパイクが細胞外から記録されたもの, したがってその基盤たる前静止電位が刺入の人工産物, であるとしては理解し難く, また結果, c) は小スパイクが軸索内活動電位と同様絞輪部活動電位の分け前であるとしては不可解ではあるまいか.

5. 外液 Ca イオンの影響

Caの興奮性膜に対する安定化作用は良く知られており(Cerf¹⁵), 有髄神経線維についてもこれに関するいくつかの研究がある(Frankenhäuser¹⁶, Schmidt¹⁷, Ulbricht¹⁸, 杉谷⁴).

杉谷に由れば刺入時最大静止電位の平均値61.5 mVは, 高Ca (4.2~30 mM/L) によって2.3~7.0 mV増大し, 低Ca (クエン酸ナトリウム加 Ringer) により9.0 mV減少するという. これを参考にしつつ本実験では, Caの前静止電位および小スパイクに対する影響を正常Ringer (2 mM/L Ca) との比較において検討した. その結果は Fig. 9 に示すごとく, 前静止電位に対して高および低Caともに影響無く(静止電位との相違点), 小スパイクの大きさに関しては低Caにおいて分散および平均値の減少(約13 mV)が見られたが, 高Caの影響は認められなかった.

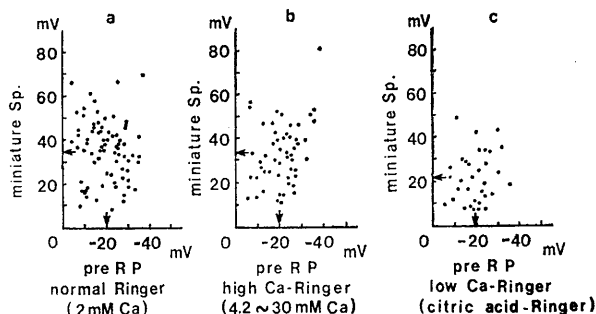


Fig. 9. Effect of external calcium concentration on preexisting potential and miniature spikes. High calcium had no effect.

考 察

有髄線維から初めて細胞内記録をとったのはWoodbury⁵, Tasaki⁶であるが, 当時は微小電極法発展途上であり, カエル神経のように細い細胞からの誘導には, なお大きな技術的困難があった. 特に電極にともなう浮遊容量の補償に難点があり, 為に, Tasaki⁶の測定した静止電位は-30 mV以下(活動電位30~40 mV以下, 分離単一線維)にとどまった. Woodbury⁵は-56 mVの静止電位(17例平均, 活動電位73 mV, 非分離線維)を測定しえたが, その増幅器高周波特性改善の方法は複雑で, Tasaki⁶のいうように, 方法に疑問がないではない. このように静止電位の測定がすでに問題であったから, それに先立つ陰性電位変動については特に観察もされなかった. これに関連ある報告は, 緒論で述べたごとく雪吹, 小西³(非分離線維)の学会報告のほかには, 他種の細胞について2, 3あるのみである.

さて, 雪吹, 小西³の所見と同じく本実験においても, 前静止電位は殆ど例外なしに出現記録され, この点, 髓鞘相当の膜構造をもたぬ筋線維と著しい対照をなす. 刺入時これの発現なしに直ちに軸索内電位の記録された例外(Fig. 3A)は, 恐らくランヴィエー氏絞輪刺入例であって, その「例外」なる所以は, 絞輪部(1 μ以下)と絞輪間髓鞘部(1~2 mm)の幅の比(1:1000~2000)から容易に理解される.

本実験で分析された前静止電位の性質を要約すれば、(1) 上述の必発性のほか、(2) 極性および電位経過の規則性、すなわち常に陰性で直線的漸増 (Fig. 2). (3) 可能な記録持続時間の対電極刺入速度依存性、すなわち高速刺入では短かく (Fig. 3 C), 逆に電極進行停止により10分間にわたり記録可能. (4) 刺入経過中最後まで軸索内電位の記録に至らず、前静止電位の出現消失に終始する例 (髄鞘擦過例, Fig. 4) がしばしばみられたこと. 以上はいずれも問題の電位が、電極の髄鞘部通過にさいして記録され、且つ髄鞘の電位をあらわすものなることを指向する.

測定された前静止電位の最大値は、平均 -21.4 mV, 範囲 $-3.9 \sim -40.7$ mV であり、雪吹、小西³⁾の観測値 (-22 mV) ならびに Villegas et al.⁸⁾ の測定せるシュワン氏細胞静止電位 ($-33 \sim -46$ mV) と先ずは大同小異であった. この程度の電位変動は電極先端電位の変化によっても起こりうるから、問題の電位もまた人工産物起源のものではないか. この疑義に対しては、前静止電位のもつ上記四性質に加えて、(5) 該電位が使用電極の抵抗値と相関をもたず、むしろ同時に測定された軸索静止電位の大きさと有意の相関々係にあったこと (Fig. 5 および 6), さらに、小スパイクに見出されたいくつかの規則性ある性質が答を用意するであろう. すなわち、(a) 電極先端の軸索無通過例 (髄鞘擦過) において、小スパイクの大きさは前静止電位と無関係に、逐時漸増し漸減した (Fig. 7 B). (b) 各標本小スパイクの過分極電流に対する態度には一様性があり、かつ軸索内誘導スパイクの態度と類似していた (Fig. 8). (c) 小スパイクは前静止電位と同じく、媒質の高 Ca により影響されなかった (Fig. 9).

以上の所見からこのスパイクの起源 (絞輪、絞輪間軸索—シュワン氏膜、髄鞘) を云々することはむつかしく、特に上記 (a) の所見は、筋収縮ないしシナプスにおける recruitment の現象、あるいは心筋標本の staircase 現象に、類似して興味があるけれども、本実験ではこれ以

上の追求はしなかった. いずれにせよ上記所見は、小スパイクの基盤たる前静止電位が人工産物起源のものとしては理解し難い. 近時著者とはことなる実験材料ながら、以上の解釈と対立する見解が発表されたけれども (Kusano⁷⁾、他方、イカ巨大線維のシュワン氏細胞をはじめ種々の非興奮性細胞において、著者の見解と軌を一にする所見の報告があること緒論に記したごとくである. かくて著者はカエル有髓神経の前静止電位を、シュワン氏細胞の成分たる髄鞘の静止電位と解するものであるが、さてこれが、神経線維の興奮伝導機能にいかなる役割を果すのか. 興味ある難問であり、今後の検索を俟たねばならぬが、この点、シュワン氏細胞の含む高 Na (312 mM/L) が軸索膜に対するイオン環境を用意するとの見解 (Villegas et al.¹⁹⁾、ならびに分離有髓線維の髄鞘部からスパイクレスポンスを催起しえたという報告 (雪吹²⁰⁾) は、注目に値する.

総 括

1. 微小電極法によりカエル有髓神経束を用いて、その髄鞘外より軸索内に至る電位変動を連続的に記録した. 軸索内静止電位に先立って浅い陰性電位 (前静止電位) が必ずみられた.

2. 前静止電位のその他の特徴は、a) 電極の進行と共にその大きさは極めて直線的に漸増した. b) その最深値は線維毎にかなりの範囲、 $-3.9 \sim -40.7$ mV, に亘って分散し、その平均値は -21.4 ± 0.98 mV (±平均値の標準誤差, 78例) であった, c) その記録される持続時間は電極刺入速度に依存し、低速刺入では持続時間は長く、さらに刺入を途中で止めることにより前静止電位相を10分間前後にわたって保つことも可能であった. d) 前静止電位の最大値は該線維でえられた軸索内静止電位の最大値と有意の相関があったが、使用電極の抵抗値とは何らの相関もみられなかった. このことは前静止電位が人工産物でなく何か生体固有の電位であることを示唆している.

3. 静止電位が出現せず前静止電位のみ

経過記録に終始する例が屢々あった。これは電極先端が軸索内に移行せずに髄鞘を擦過して行った例と思われる。

4. 前静止電位の経過中に小スパイクは容易に催起せられ、その棘高は膜電位と一義的ではなく、刺入経過と共に著しく増大する。このことは軸索内活動電位との大きな相違点である。

5. 小スパイクの過分極電流による影響は軸索内電位のそれと比較すると、それぞれの増大率は同様であったが、同じ電位レベルにおいて異った棘高を示した。

6. 前静止電位に対する外液 Ca イオン濃度変化の影響は認められず、軸索内静止電位に対するものと相違した。小スパイクに関して低 Ca においてその棘高の減少が見られた以外には、その影響は認められなかった。

7. 前静止電位はシュワン氏細胞の成分たる髄鞘の静止電位と解し、さらに小スパイクの発生源について考察した。

稿を終るに臨み、終始御鞭撻下さった斎藤 溥教授に限りなき感謝の意を表し、また、御懇篤な御指導と御校閲を下さった小西喜久治教授、雪吹周秀講師に深甚の謝意を表し、あわせて御援助下さった教室員諸氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Weidmann, S. u. Draper (1956) *Elektrophysiologie der Herzmuskelfaser*. Mediz. Verlag Hans Huber. Bern u. Stuttgart. p.11 abb.3
- 2) 遠藤昭伸 (1969) 微小電極刺入時におけるカエル骨格筋静止電位の発現経過 *日本生理誌* **31**, 601-608
- 3) 雪吹周秀・小西喜久治 (1966) 電極刺入時の有髓線維静止電位 *日本生理誌* **28**, 428
- 4) 杉谷正東 (1969) 有髓神経線維膜電位変化の細胞内記録 *日本生理誌* **31**, 609-616
- 5) Woodbury, J. W. (1952) Direct membrane resting and action potentials from single myelinated fibres. *J. Cell. and Comp. Physiol.* **39**, 323-339
- 6) Tasaki, I. (1952) Properties of myelinated fibres in frog sciatic nerve and in spinal cord as examined with micro-electrodes. *Jap. J. Physiol.* **3**, 73-94
- 7) Kusano, K. (1966) Electrical activity and Structural Correlates of Giant nerve fibres in Kuruma Shrimp. *J. Cell. Physiol.* **68**, 361-384
- 8) Villegas, R., Villegas, L., Giménez, M. and Villegas, G. M. (1963) Schwann Cell and Axon Electrical Potential Differences. *J. Gen. Physiol.* **46**, 1047-1064
- 9) Lassen, U. V. and Sten-Knudsen, O. (1968) Direct measurements of membrane potential and membrane resistance of human red cell. *J. Physiol.* **195**, 681-696
- 10) Martin, A. R. and Snell, R. S. (1968) A note on transmembrane potential in dremal melanophores of the frog and movement of melanin granules. *J. Physiol.* **195**, 755-759
- 11) Swift, M. R. and Todaro, G. T. (1968) Membrane potentials of human fibroblast strains in Culture. *J. Physiol.* **71**, 61-64
- 12) Girardier, L., Seydoux, J. and Clausen, T. (1968) Membrane Potential of Brown Adipose Tissue. *J. Gen. Physiol.* **52**, 925-940
- 13) Adrian, R. H. (1956) The effect of internal and external potassium concentration on the membrane potential of Frog muscle. *J. Physiol.* **131**, 631-658
- 14) Küchler, G. (1964) Zur Frage der Übertragungseigenschaften von Glasmikroelektroden bei der intracellulären Membranpotentialmessung. *Pflüger's Archiv.* **280**, 210-223
- 15) Ceft, J. A. (1963) *Handbook experim. Pharmacol. Ergänzungwerk*, 17. Springer Berlin 164-285
- 16) Frankenhäuser, B. and Hodgikin, A. L. (1956) The aftereffects of impulses in the giant nerve fibres of Loligo. *J. Physiol.* **131**, 341-376
- 17) Schmidt, H. (1960) Die Wirkung von Calcium-Ionen auf das Membrane-potential markhaltiger Nervenfasern. *Pflüger's Archiv.* **271**, 634-654
- 18) Ullbricht, W. (1963) Der zeitliche Verlauf der Kalium-Depolarisation der Schnürringsmembran bei verschiedenen Calcium-Konzentrationen und anodischer Polarisation. *Pflüger's Archiv.* **277**, 270-284
- 19) Villegas, J. (1968) Transport of Electrolytes in the Schwann cell and Location of Sodium by Electron Microscopy. *J. Gen. Physiol.* **51**, 61-71
- 20) 雪吹周秀 (1967) 有髓神経髄鞘部のスパイク *日本生理誌* **29**, 107-115

Negative correlation between basal metabolic rate and plasma free fatty acid level in Ainu

Katsuhiko Doi, Akihiro Kuroshima and Shinji Itoh*

Department of Physiology, Hokkaido University School of Medicine, Sapporo

In our previous study in which plasma free fatty acid (FFA) levels were compared in several groups of subjects under basal condition in the winter, low levels of plasma FFA were found in subjects who were considered to be well adapted to cold, while high levels in subjects who were not exposed to cold¹⁾. This finding may suggest an increased mobilization of FFA from fat stores in non-acclimatized men or a high rate of turnover of FFA in acclimatized men. Since a straight line correlation between BMR and the turnover rate of FFA has been shown by Issekutz et al.²⁾, it seemed of interest to observe the relation between BMR and plasma FFA levels on different groups of subjects. Previous investigation demonstrated a positive correlation of BMR to plasma FFA levels in Japanese farmers and students in Hokkaido³⁾⁴⁾. As we noticed, however, some different patterns in fat metabolism between Japanese and Ainu⁵⁾⁶⁾⁷⁾, the present study was carried out in order to examine the relationship between BMR and plasma FFA levels on Ainu.

Two groups of healthy male subjects participated in this study. They were 22 medical students in Sapporo in the year range of 19-23 and 25 Ainu in Asahikawa in the year range of 17-45. Experiments were made in summer (July and August) and in winter (January and February). In the morning before breakfast under basal condition expired air over a period of 10 minutes was collected in a Douglas bag and analyzed for O₂ and CO₂ by means of Scholander micro-gas analyzer. Blood was withdrawn from the antecubital vein and plasma concentration of FFA was determined by the method of Itaya and Ui⁸⁾.

In Japanese a significant seasonal difference

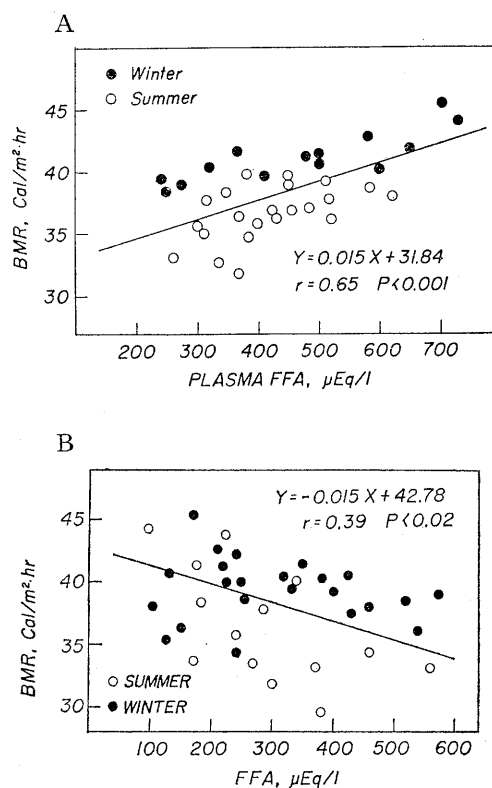


Fig. 1. Relationship between BMR and plasma FFA concentration. A: Japanese students in Sapporo, B: Ainu in Asahikawa.

in BMR was reported by several investigators⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾. This was also the case in the present experiment. The values in the Japanese group were 36.6 ± 0.5 Cal/m²·hr (mean \pm S. E.) in summer and 41.2 ± 0.5 in winter ($P < 0.001$) and those of the Ainu group were 36.5 ± 0.7 and 39.4 ± 0.6 , respectively ($P < 0.01$). It is worthy to note that the values in summer were on the same level in both groups, while BMR in winter was higher in the Japanese than that in the Ainu ($P < 0.02$).

Plasma FFA levels in the Japanese group were significantly higher than in the Ainu

* 土居勝彦・黒島晨汎・伊藤真次：北海道大学
医学部第1生理学教室

[Received for publication July 31, 1969]

group, in confirmation of previous observation¹⁾. The values in winter were $472 \pm 45.1 \mu\text{Eq/l}$ in the Japanese and 307 ± 28.1 in the Ainu ($P < 0.01$) and those in summer were 422 ± 20.7 and 263 ± 34.2 , respectively ($P < 0.001$).

When individual figures of BMR (Y) in both summer and winter were plotted against plasma FFA concentration (X), a positive correlation was obtained in Japanese subjects (Fig. 1 A), being expressed by the line of $Y = 0.05 X + 31.84$. This may suggest that BMR is related to the availability of FFA as metabolic fuel in the circulating blood. However, it was of great surprise that the relation was not positive but negative in the Ainu: the correlation was given by $Y = -0.015 X \pm 42.78$. As illustrated in Fig. 1 B, in subjects who showed low levels of plasma FFA, BMR was high and *vice versa*. This fact suggests that in Ainu FFA is very rapidly oxidized after its mobilization from fat stores, bringing about a lowering of the plasma FFA level especially in subjects who showed relatively high energy metabolism.

In animal experiments tissues from cold-adapted rats¹³⁾¹⁴⁾ and hamsters¹⁵⁾ were shown to have increased capacity to oxidize fatty acids. According to Hsieh et al.¹⁶⁾, relationship between plasma FFA concentration and increase in oxygen consumption after noradrenaline infusion was positive in warm-adapted rats, but negative in cold-adapted ones. The observation that an increase in the oxygen consumption

was associated with a decrease in plasma FFA in cold-adapted rats might be compatible with our present finding in Ainu.

This work was supported by a grant from the Japan Society for the Promotion of Science (M-8).

References

- 1) Itoh, S. et al. (1969) Jap. J. Physiol. **19**, 233
- 2) Issekutz, B. et al. (1967) Metabolism. **16**, 1001
- 3) Itoh, S. et al. (1967) J. Physiol. Soc. Japan. **29**, 700
- 4) Itoh, S. et al. (1969) Feder. Proc. **28**, 960
- 5) Itoh, S. and Moriya, K. (1968) J. Physiol. Soc. Japan. **30**, 875
- 6) Hiroshige, T. et al. (1968) J. Physiol. Soc. Japan. **30**, 751
- 7) Kuroshima, A. et al. (1969) J. Physiol. Soc. Japan. **31**
- 8) Itaya, K. and Ui, M. (1965) J. Lipid Res. **6**, 16
- 9) Yoshimura, H. (1960) in "Essential Problems in Climatic Physiology" ed. by H. Yoshimura et al., Nankodo, Kyoto, p. 61
- 10) Ogata, K. et al. (1966) Bull. Inst. Constit. Med. Kumamoto Univ. **16**, suppl.
- 11) Sasaki, T. (1966) Feder. Proc. **25**, 1165
- 12) Yoshimura, M. (1966) Feder. Proc. **25**, 1169
- 13) Felts, J. M. and Masoro, E. J. (1956) Am. J. Physiol. **147**, 34
- 14) Hannon, J. P. et al. (1963) Feder. Proc. **22**, 783
- 15) Chaffee, R. R. J. et al. (1964) Am. J. Physiol. **207**, 1211
- 16) Hsieh, A. C. L. et al. (1966) Feder. Proc. **25**, 1205

Secretory pattern of organic components in the pilocarpine stimulated saliva of the dog

Masato Miyoshi, Torashi Okamoto and Mamoru Sueki *

Department of Physiology, Kyoto Prefecture University of Medicine, Kyoto

Investigations of the secretory pattern of inorganic components in pilocarpine stimulated saliva have been performed by many workers, while only a few works¹⁾ were reported on the secretory pattern of organic components in saliva. Since salivary gland acini are generally composed of mucous and serous cells, and secrete organic as well as inorganic components from these different types of cells, it is essential to study the secretory pattern of these two components in saliva in order to throw light on the secretory mechanism of the salivary gland.

In an attempt to contribute to the present knowledge of the secretory pattern of organic components, the present experiments were carried out by observing the secretory pattern of protein and hexosamine as the organic component and Na, K and Cl as the inorganic components in saliva. Target organs were submaxillary and parotid glands of 5 mongrel dogs (8 and 12 kg) and the experiments were performed under thiopental sodium anaesthesia. The saliva was collected through a polyethylene cannula inserted into the duct. The salivary secretion was initiated by a single subcutaneous injection of 0.04 mg/kg of pilocarpine. Protein and hexosamine in the saliva were determined with the method of Lowry et al.²⁾ and Blix's method³⁾ respectively. Na and K in saliva and blood serum were determined with flame photometer. Cl was measured with chloridometer.

The time concentration relationships of Na, K, protein and hexosamine and the volume rates of secretion for 5 experiments using the parotid and submaxillary glands are exemplified by the experiment depicted in the figure. Salivary secretion from both kinds of glands commenced 5 to 10 minutes after injection of pilocarpine. In this subject, the volume rate of

secretion reached a peak of 2.85 cc/min from the submaxillary gland, and 1.55 cc/min from the parotid gland, respectively, during the second 2.5 minute period after the initiation of salivary flow and then fell off gradually. In the present experiment there was a rise in Na concentration which accompanies the rise in the flow rate and then Na concentration fell off gradually parallel to the volume rate of secretion. Time curve for Cl concentration was similar to that of Na concentration in the figure. The maximum point of K concentration seems to appear at the start of secretion. It can be seen that a tendency of a slight transitory rise in K concentration appears in the post-pilocarpine period. This secretory pattern of K concentration is almost similar to that of mecholy⁴⁾ or histamine⁵⁾ stimulated gastric secretion. In the case of inorganic components, the secretory pattern in relation to the flow rate in both submaxillary and parotid saliva was practically identical, whereas in the case of organic components, i. e., protein and hexosamine, the secretory pattern in relation to the flow rate was quite different from the pattern of the major inorganic ions, especially in the case of submaxillary saliva. The concentration of protein and hexosamine gradually increased after the pilocarpine injection and reached a peak value 20 to 30 minutes after the initiation of secretion, and then gradually reduced to the concentrations observed in the first sample. On the other hand, in the parotid saliva, the protein concentration was abruptly diminished to the initial level, whereas hexosamine was secreted in almost constant, but low concentration during the secretion. The evidence that the time course of the hexosamine concentration ran practically parallel to that of the protein may suggest that the protein determined in the submaxillary saliva originated from the mucoprotein.

In this figure it is demonstrated that the time curve of the organic component in

* 三好正人・岡本寅司・末木 守：京都府立医科大学第1生理学教室

[Received for publication August 29, 1969]

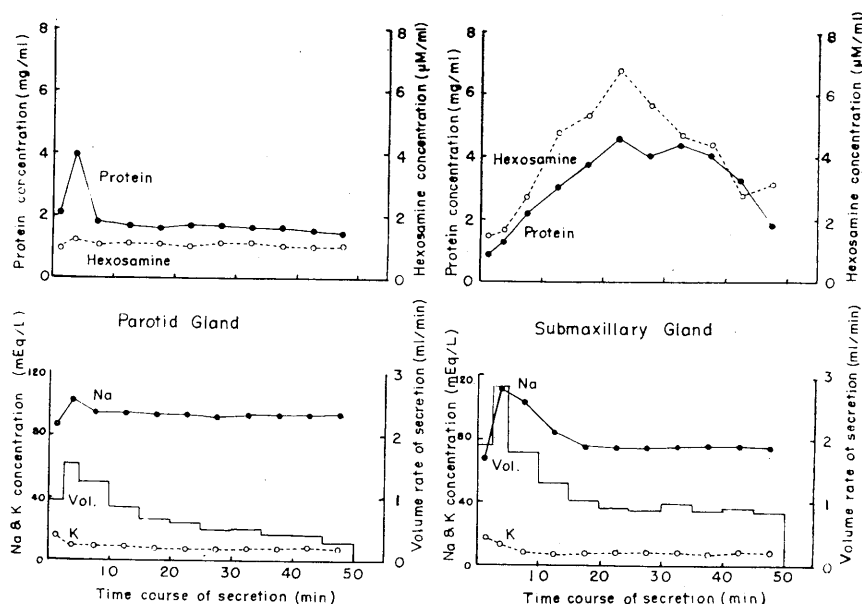


Fig. 1. Secretory pattern of protein, hexosamine, sodium and potassium in the pilocarpine stimulated parotid and submaxillary saliva of the dog.

submaxillary saliva was different from that of the inorganic component and the flow rate. However, in the parotid saliva, the time curve of organic components is different from that in submaxillary saliva. In this respect, it is of interest to refer to histological observation that parotid gland acini are serous cells and submaxillary gland of carnivores are composed of both serous and mucous cells. A great difference in secretory pattern of organic components of submaxillary saliva from that of parotid saliva may be due to a high content of mucous cells in the submaxillary gland, while the parotid gland is a pure serous gland. In the submaxillary gland, it is suggested that the difference in the time curve of organic and inorganic components may be due to the different response of the gland cells to pilocarpine according to the type of cells. It is also suggested that organic components in submaxillary saliva may originate mainly from the mucous cells. Electronmicroscopical observation reveals that change in the secretory granules or cell organelle appeared within 5 to 10 minutes after the pilocarpine injection in the serous cell of the canine

submaxillary gland, whereas in the mucous cell, histological changes were not observed within this period⁶⁾. This finding as well as the secretory pattern in the present experiments suggests that serous cells may be more sensitive to pilocarpine than mucous cells.

These findings indicate that histological studies related with physiological experiments are essential studies on the secretory mechanism of the gland.

References

- 1) Tanimoto, Y. (1968) *J. Physiol. Soc. Jap.*, **30**, 245-269
- 2) Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. (1951) *J. biol. Chem.*, **193**, 265-275
- 3) Blix, C. (1948) *Acta chem. scand.*, **2**, 467-473
- 4) Werther, J. L., and Hollander, F. (1962) *Am. J. Physiol.*, **202**, 721-724
- 5) Werther, J. L., Parker, J. G. and Hollander, F. (1960) *Gastroenterol.*, **38**, 368-373
- 6) Fujita, H., Machino, M., Nakagami, K., Imai, Y. and Yamamoto, Y. (1964) *Acta Anat. Nipponica*, **39**, 269-293

Absence of hyponatremia in adrenalectomized cats without hormone treatment

Tokuro Fukuda and Yasu-Ichiro Fukuda *

Department of Physiology, Chiba University School of Medicine, Chiba

It has been previously reported that there exists a marked species difference in the derangement of mineral metabolism after adrenalectomy in dogs, rats and rabbits¹⁾. The well documented hyponatremic and hyperkalemic tendency is only marked in dogs which require DCA or aldosterone to correct these abnormalities. It is also well established²⁾ that adrenalectomized rats can survive without disturbances in salt metabolism, when a saline solution is given as drinking water. On the other hand adrenalectomized rabbits have been shown to survive even when NaCl is restricted in the diet. It has been proposed¹⁾ that these species differences might depend upon the sodium resorptive power of the renal tubules together with the bicarbonate preserving mechanism and differences in the tendency of animals to become acidotic. Thus it was suggested carnivores might need mineralocorticoid to keep the normal serum electrolytes stable even in unstressful states.

During the course of our experiments on endotoxin shock in adrenalectomized animals of various species, it was occasionally observed that adrenalectomized cats do not need hormone treatment or special salted diet for survival. Because of the presence of extreme sensitivity to endotoxin, the existency of accessory glands was thought to be quite unlikely. Glucocorticoid, but not DCA allows adrenalectomized cats to tolerate endotoxin³⁾. Therefore, it was examined here whether the survival of adrenalectomized cats without hormone treatment is the result of the absence of derangements in the mineral metabolism, just as is the case with rabbits.

In total 9 cats were adrenalectomized under Nembutal anesthesia (30 mg/kg, i. v.) via the lumbar approach, extraperitoneally, and in one

stage. Care was taken to block the nervous plexus around the glands with Procaine. The postoperative recovery was good and normal activities were regained within a few days only in cats which had become accustomed to the laboratory life; otherwise refusal of food was common and in order to prevent emaciation cortisone treatment was necessary. DCA was ineffective in improving the appetite. These observations were quite different from the adrenal insufficiency observed in dogs at our laboratory⁴⁾. Five cats showing smooth recovery did not need any hormone treatment over two months on an ordinary diet (fish and rice). Fig. 1 shows an example of the postoperative course. No tendency to progressive hyponatremia and hyperkalemia appears and only slight elevation of the serum potassium level can be noticed. Administration of DCA lowers the potassium level, but no appreciable change occurs in the serum sodium level. The hematocrit value fluctuates somewhat, but a tendency to progressive anemia was not observed. In the hemogram the N/L ratio tends to be slightly lowered and increases on the administration of cortisone. Thus a tendency to lymphocytosis remains throughout, but the early eosinophilia subsides gradually, as was the case with untreated adrenalectomized rabbits⁵⁾. Hypothermia and hypoglycemia were not observed. However, the absence of glucocorticoid made adrenalectomized cats extremely susceptible to various kinds of stress³⁾. Thereby inactivity, anorexia and respiratory weakness were common occurrences. Even in case of good recovery the anesthetic dose of Nembutal should be reduced to one half of that in normal cats.

The results obtained were quite unexpected and contrary to that hitherto reported. The most extensive experiences on adrenalectomized cats were made by Britton and his associates in early 1930. They consistently insisted that defective carbohydrate metabolism represents the most

* 福田篤郎・福田康一郎：千葉大学医学部第2生理学教室

[Received for publication September 4, 1969]

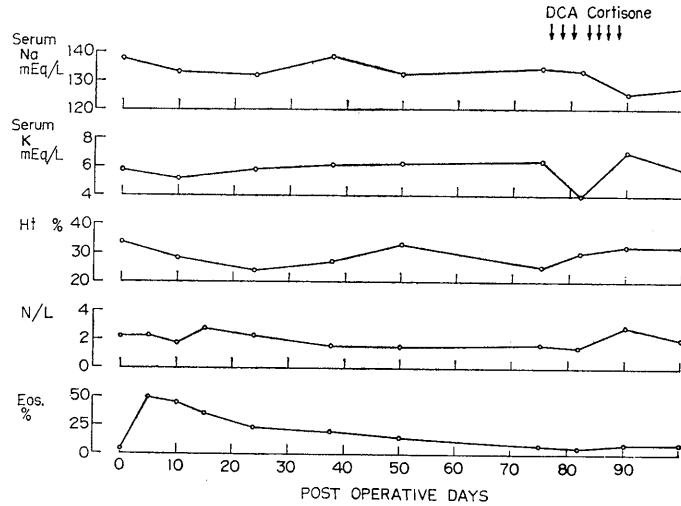


Fig. 1. Changes in the serum electrolytes and hematological values following adrenalectomy in cat. Ht ; hematorit, N/L ; the ratio of polymorphonuclear neutrophils to lymphocytes, Eos. ; per cent of eosinophils. Effect of DCA and then cortisone were examined as follows : DCA ; 1 mg/day for 3 days (s. c.), cortisone ; 1 mg/kg/day for 4 days (i. m.).

serious effect of the lack of adrenal cortical hormone and noticed that the degree of progressive depletion of carbohydrate stores determined the survival period in cats after adrenalectomy which ranged from 1 day to 12 days⁶⁾. In the short-surviving group (1 ~ 3 days) the reduction of the serum sodium level was far less than in the long-surviving group⁷⁾. Even the long-surviving group (6 ~ 12 days) were all weak and prostrated when the examinations were done, and the effect of preceding anorexia and starvation upon electrolytes metabolism should be considered¹⁾. The death of any animals within 48 hours after adrenalectomy would be difficult to interpret as due only to adrenal insufficiency. It might rather be the results of surgical stress. Their adrenalectomy was performed via the anterior abdominal route (transperitoneally⁸⁾) which is much more stressful for cats than the extraperitoneal approach adopted by us. Whether they have used cats well accustomed to the laboratory life is another serious question, because cats are extremely nervous and refuse food in unaccustomed circumstances.

In support of their contention Britton and his associates⁷⁾ reported that marmots and opossum do not show hyponatremia in the state of adrenal insufficiency in spite of pronounced depletion of carbohydrate stores. After the

establishment of the concept of "glucocorticoid" and "mineralocorticoid" and the proof of the real existence of the latter as aldosterone some 20 years later, the question now raised is whether aldosterone exists in these animals, and, if it exists, does it concern ordinary regulation of sodium excretion.

The present report would indicate that in an unstressful living condition the secretion of aldosterone is not necessary for keeping the normal serum sodium and potassium level in cats and other common laboratory animals except dogs. In this respect dogs and to certain degree humans are exceptional in requiring aldosterone for the ordinary homeostasis of the serum electrolytes.

References

- 1) Fukuda, T. and Koyama, T. (1963) *Jap. J. Physiol.* **13**, 187
- 2) Kendall, E. C. (1948) *Vitamins and Hormone.* **6**, 277
- 3) Fukuda, T., Fukuda, Y.-I. and Okuma, H. : In preparation.
- 4) Fukuda, T. and Koyama, T. (1962) *Jap. J. Physiol.* **12**, 176
- 5) Fukuda, T. (1952) *Jap. J. Physiol.* **2**, 208
- 6) Silvette, H. (1934) *Am. J. Physiol.* **108**, 535
- 7) Silvette, H. and Britton, S. W. (1936) *Am. J. Physiol.* **115**, 618
- 8) Britton, S. W. (1931-32) *Am. J. Physiol.* **99**, 9

〔学会抄録〕

第183回生理学東京談話会

日 時 昭和44年7月5日(土) 午後1時より

所と当番 日本医科大学生理学教室 小西喜久治・高橋 恵

I. 一般講演

1. 筋力-速度関係の記録と簡易迅速解析法

上田五雨・酒井秋男・水上哲太郎(信州大順応医学研)

筋収縮運動に伴う、負荷-速度関係を記録するため、これ迄オッシロスコープ面上の電圧変動経過を写真撮影して、その傾斜から、速度の判定を行っていた。今回、運動開始後、一定距離迄の負荷の移動時間を、デカトロン計数管により直読し、その逆数を以て速度を算出する方法が可能となった。この方法では一定区間の運動に対する平均速度が算出されるので、傾斜測定の際に生ずる計測誤差をさげられることが特徴といえる。しかし、次に述べる実測値は旧法によるものを使用した。

運動には肘関節屈曲運動または膝関節伸展運動を指標とし、種々の負荷 P_{kg} に対して、速度 v cm/sec を求めることとした。基本的には Hill の関係式 $(P+a)(v+b)=c$ が成立すると考えた。ここで a, b, c はそれぞれ常数である。グラフに実測値をプロットした後、波形が余り双曲線的でない場合は別とし、大体双曲線的にみえる時は、常数 a, b, c を計算できる。そのために、従来、実測値 P_i, v_i 等の如き点を元にして、上式を

$$P_i v_i + a v_i + b P_i + ab = c$$

の如く展開し4点 ($i=1\sim 4$) で計算していたが、 N 個の実測値がある時は

$$E = \sum_{i=1}^N (P_i v_i + a v_i + b P_i + ab - c)^2$$

を最小にするような $a, b, ab-c$ を求める。その為には、 $a, b, ab-c$ を未知数とする連立方程式を解く、これは電子計算機(日本電子 JRA-5型)により行なった。

結果は20才代男子14例の下腿伸展に対し

$$(P+13.5)(v+6.6)=1780, a \approx (1/19\sim 20)P_0$$

となり、23才男子の左前腕屈曲1例に対し

$$(P+7.3)(v+4.2)=800, a \approx (1/25)P_0$$

22才女子の右前腕屈曲1例に対しては

$$(P+5.3)(v+22.6)=656, a \approx (1/4\sim 5)P_0$$

が求められている。これ等を正常者の常数の参考値とみなすことができる。

2. 交感神経節における緩徐なシナプス電位の性質について

小林春雄(東京医大第1生理)

Curare で処理された交感神経節において、節前線維刺激により、時間経過の比較的速い(数ミリ秒)通常の脱分極性シナプス電位(initial EPSP)に続き、著るしく時間経過の遅い(数秒から数十秒)過分極性、および脱分極性のシナプス電位(slow IPSP および slow EPSP)が記録される。この二つの slow PSPs は低濃度(0.1 μ g/ml)の atropine 投与で直ちに消失する。

カエル腰部交感神経節のBニューロンで記録される slow EPSP は、細胞内微小電極から通電して膜をあらかじめ脱分極させると一時増大し、過分極させると減少して遂には逆転して過分極方向に発生する。ウサギ上頸神経節の slow IPSP は脱分極により減少し、過分極により一時増大する。このようにいずれの slow PSP も initial EPSP とは全く異って、いわゆる「平衡電位」の存在を示さない。

神経細胞膜を横切って短い矩形定電流を流して膜の抵抗変化を測ると、initial EPSP の経過中には明らかに抵抗減少(すなわち透過性増大)が見られるに反し、slow RSRs の経過中は抵抗減少が起らず、かえって時に抵抗増大(slow EPSP の場合)が測られる。

ウサギの slow EPSP は azide, DNP, CN 等に特に敏感で容易に消失するが、slow IPSP は比較的影響を受け難い。また slow IPSP (ウサギおよびカエル)は ouabain によっても選択的に阻害されない。

Acetylcholine は十分な濃度の curare 存在下でカエルBニューロン、およびウサギ神経節細胞に slow EPSP と同じ特徴を持つ脱分極を起させ、norepinephrine はウサギ神経節細胞で slow IPSP と同様の過分極を起させる。

文 献

- 1) Kobayashi and Libet (1968) Proc. Nat'l Acad. Sci. **60**, 1304
- 2) Libet and Kobayashi (1969) Federation Proc. **28** (in press)

3. ザリガニの X-器官細胞膜におけるナトリウム非依存性スパイクについて

岩崎静子 (東大第2生理)・佐藤侑子 (東京医大第1生理)

ザリガニの X-器官に存在する神経分泌細胞の細胞体に 3M KCl を満した硝子電極を刺入し、その細胞膜における興奮性を調べた。Harrevelde 液中では膜への直接通流によって 10~20 mV の overshoot をもつ活動電位が記録され、与える電流が大きいときには反復放電が起る。外液 Na を全部 choline-Cl で置換すると反復放電は起らなくなるが、はじめの spike が消失しない場合がある。この spike の大きさはある程度減少し同時にその閾値の上昇がみられる。外液に TTX (10^{-7} g/ml) を加えても Na 無し溶液中の様相と殆ど変わらない。Na 無し溶液中または TTX 溶液中では外液 Ca 濃度の増加によりこの spike 高は増し、Ca 減少により spike 高は小さくなる。外液 Ca 10倍変化に対して 25~30 mV の spike 高変化を生ずる。Harrevelde 液中の $[Na^+]$ の増減に対して spike 高はあまり変らないが、外液 Ca の低い時 (2 mM) には外液 Na の10倍の変化に対して 50 mV の spike 高変化が起る。膜の delayed rectification をもつ I-V relation は、Na 無しまたは TTX によって殆どかわらない。以上の諸結果から X-organ にある神経分泌細胞の細胞体は、外部より与えられた膜電位の減少により急速な Na^+ 流入と、それと並行して Ca^{++} の流入がある事が推論される。

細胞体からの axon は sinus gland に終るが、その径路で axon からの細胞外導出を行なうと Harrevelde 液中では細胞体の興奮と同時に axon から spike が導出される。しかし Na 無し液中及び TTX 液中では、細胞体に spike が見られる時に axon には spike がみられない。Sinus gland に到る興奮の伝導経路においては他の興奮性細胞と同じく Na に依存する興奮発生機序で興奮の伝導が行なわれているものと思われる。

4. ザリガニの X-器官細胞膜における自発性放電について

佐藤侑子 (東京医大第1生理)・岩崎静子 (東大第2生理)

ザリガニの eye-stalk preparation において X-organ に存在する神経分泌細胞の細胞体に微小電極を刺入すると、自発性の群放電があらわれることがある。数個から数十個の spike から成る群放電の群の間隔は、標本により数秒より数十秒におよび、屢々 spike のあとに plateau をもつ場合もある。膜の直接通流による膜の脱分極によって群間隔は短くなり、過分極によって長くなる。別の膜電位に移ると群放電は reset されて新しい周期が始まる。過分極によって群シナプス電位があらわれるのではなくて、spike 群の間隔が長くなる。膜の実効抵抗は spike 群間では低く徐々に大きくなり、次の spike 群発生に到る。Plateau 部分では一時的に静止期より減少した抵抗が徐々に上昇し、静止期よりも大きくなり急激な repolarization で plateau が終る短かい過分極電流によって plateau を消失させることができる。以上の結果より神経分泌細胞である X-organ の細胞体は自己依存性の周期的な膜電位変化を起し、それによって spike 群放電を発生させると推論される。

群放電を起すもののうち膜電位変化に伴って一時的に群間の間隔を変えがすぐ元の間隔に戻るものがある。これに過分極を与えると spike は消失するが数秒におよぶ緩電位が元の周期で出現する。これも短かい過分極電位で消失させられる。X-organ からでて sinus gland に終る神経束より細胞外導出により活動電位を記録すると、ある細胞体に群放電があらわれる時 axon にも同じ周期で活動電位があらわれ、同時に他の何本かの神経線維にも活動電位があらわれる。また刺入細胞体に属する axon 以外の axon の周期的活動電位の記録される時に、刺入された細胞体に微小な電位変化をみる場合がある。以上の結果から、X-organ 神経分泌細胞は電氣的に非常に密接な関係にあると思われる。

II. シンポジウム

1. 小脳遠心系の電氣的活動

伊藤正男 (東大生理)

小脳プルキンエ細胞の抑制作用はネコのダイテ

ルス核細胞からの細胞内誘導により始めて見出されたが、その後小脳核(外側核, 中位核, 室頂核), ダイテルス核以外の前庭核(上位核, 下行核)についても確かめられた。さらに最近サカナの動眼神経細胞に対するプルキンエ細胞の直接投射が抑制作用をもつことがわかり(城所), 同様のことはウサギでも確認された。また小脳皮質内においてゴルジ細胞, パスケット細胞を支配するプルキンエ細胞軸索側枝も抑制作用をもつこと, カエルで第8神経中に軸索を送るプルキンエ細胞も前庭器官の有毛細胞を抑制することがわかった(Llinásら)。これによりプルキンエ細胞の抑制作用は小脳全体におよぶものと思われる。このことは大脳皮質の錐体細胞のシナプス作用が興奮であるのと対照的である。錐体細胞軸索の作用はこれまで錐体細胞自身への直接および複シナプス性反回結合, コルプスカローズムを介する結合, また視床細胞, 赤核大細胞, 橋核細胞, 延髄網様体細胞, 後索核内シナプス前抑制性細胞, ヒヒの頸髄運動ニューロン, その他脊髄内介在ニューロン等についてしらべられ, 何れも興奮性であるとされる。一次求心性ニューロン, 小脳核内の投射細胞も興奮性の作用を有する。

中枢神経系の機能の解明にはこのようなシナプス作用を同定し, 各型のニューロンが如何に結合し合って局所的なニューロン回路を作るか, さらに異なるニューロンのブロックが如何に組合わされて有機的なシステムを構成するかを考察することが重要であると思われる。

2. 海馬の Inactivation Response について

藤田安一郎(日本医大第2生理)

持続時間 15~100 msec, 大きさ 20 mV 以上の脱分極性電位が, 海馬や小脳では生理的条件下でも観察される。この電位は spike inactivation をともなっているのので, inactivation response (以下 I. R., Granit and Phillips, 1956) と呼ばれている。小脳では climbing fiber の刺激で I. R. が出現するので climbing fiber response と呼ばれている(Eccles et al. 1966) I. R. の本態については三つの考え方があり。すなわち, これは脱分極性後電位の加重したものであるという説(海馬, Kandel and Spencer, 1961), EPSP であるという説(小脳, Eccles et al. 1966) および樹状突起のス

パイクの集合であるという説(小脳, Fujita, 1968)である。Eccles 等の観察した EPSP が樹状突起のスパイクをひきおこすと考えれば, Fujita の説と Eccles 等の説は矛盾しない。しかし Kandel and Spencer の説は小脳にはあてはまらない。なぜならば, プルキンエ細胞のスパイクは脱分極性後電位をもっていないからである。一方海馬の錐体細胞は脱分極性後電位をもっているが, この後電位は膜電位のレベルに依存するもので, 膜電位が浅くなれば過分極性の電位に変わる。この事から, この電位が加重する性質があるとは考えにくい。海馬の I. R. は EPSP およびそれによってひきおこされる all-or-nothing の性質をもついくつかの要素によって構成されている。すなわち海馬の I. R. は小脳のそれと同様な構成単位から成り立っている。しかし海馬の all-or-nothing 要素の持続時間は 8~22 msec で小脳のそれ(2~3 msec) よりもはるかに長い。この要素の発生部位がどこであるか, 直接的な証拠はないが, 細胞体でないことは確かである。なぜならば, この要素は細胞体スパイクと重畳して出現しうからである。またこの電位は強い細胞内通電で出現しうるところから EPSP ではないことは明らかである。したがってこの要素の発生部位としては, 樹状突起の可能性が最も強い。

III. 会員懇談会

高橋 恵

学術集会終了後, 同一会場において会員懇談会を開催した。

学会幹事側から, (1) 5月17日行なわれた常任幹事会の議事内容, (2) 日本生理学雑誌の編集方針(真島編集幹事), (3) 人体基礎生理学研究所設立準備情况(内園設立準備副委員長), (4) 教育委員会活動状況(高橋委員長)から, それぞれ短時間報告され, (5) 会則検討については, 従来の会則が配布された。

時間の関係から, 意見の交換がほとんどできなかったことは遺憾であった。

また, 談話会々費用に関しても, 時間があれば検討して貰う予定があったが, これも検討に入ることではできなかった。

次会の当番は日大医学部生理学教室(円谷・大柴教授, 駿河台病院講堂使用)と決定した。

第29回日本生理学会北海道地方会

日時 昭和44年9月28日

所と当番 札幌市立病院講堂 伊藤真次

1. 麻酔イヌにおける炭酸ガス静脈内負荷にたいする呼吸系の応答

菅原宏見・三上智久・三田村好矩・吉本千禎
(北大応電研ME部門)・小野功一(北大第1内科)

運動時換気量の調節を知る目的で、麻酔イヌの静脈血を、人工心肺によって高炭酸ガスと飽和させ、静脈内にスラップ的に注入し、その時の過渡および定常応答を、血液ガス、換気量などからとらえ、さらに、人体による運動負荷実験、神経刺激により誘発した筋運動実験と比較検討した。

方法：雑種成犬7頭を、ネムブタールで導入、クロラローゼで維持麻酔、下大静脈からえたと同量の血液を、同時に人工心肺を介して頸静脈にかえた。人工肺に空気を送っている状態をコントロールとし、75% N₂、25% CO₂ 混合ガスをステップ的に20分間おくり、そのさいの分時換気量と、動脈血酸素、炭酸ガス分圧、pH、呼気終末炭酸ガス濃度などを測定した。

結果：全例において、高炭酸ガス血液の静脈内負荷は、動脈血炭酸ガス分圧と、分時換気量を増加させ、わずかにオーバーシュートして一定値を示す。動脈血炭酸ガスは、2分以内に最大となるが、換気量はややおくれゆるやかにピークに達する。負荷を去ったとき、アンダーシュートは両者共みられない。定常状態の換気量は、動脈血炭酸ガス分圧の増加分に比例して増加するが、個体差が大きい。負荷中動脈血酸素分圧はわずかに上昇するが、これは換気量の増加に伴うものと考えられる。

人体実験では、換気量がほぼ2倍になるような運動負荷で、呼気終末炭酸ガス濃度が、1%前後上昇し、この動物実験の結果に似る。一方、坐骨神経を電気刺激して、下肢の筋運動を誘発させた麻酔イヌでは、動脈血炭酸ガス分圧の上昇なしに、換気量の増加をみた。

以上の結果を総合すると、中等度の運動時換気量は、おもに体液的に調節され、動脈血炭酸ガス分圧の変動分が誤差信号と推定されるが、過渡応答に、神経性因子、心拍出量の調節による代償などが関与しているものと思われる。

2. 水素白金電極カテーテルによる冠血流の測定、イソプロテレノールと cyclic AMP の効果について

小山富康・中川欽也・望月政司(北大応用電研)

水素白金電極カテーテルにより、開胸しない麻酔イヌについて冠血流量を測定した。今回は生理学的、臨床的に興味深くかつ従来の知見がかならずしも明瞭でないイソプロテレノール (IP) と cyclic AMP についての成績を報告した。IP は循環系のβ受容体興奮剤として知られ、一般には冠血管をも強力に拡張させると信ぜられている。しかし今回の結果では 0.01~0.04 μg/kg・min の点滴により心拍数の上昇にかかわらず、ごく僅かの冠血流増大を起こすのみであった。これはイヌでは IP は冠血流を増加せないとする唯一の Paratt の簡単な記述と一致する。Cyclic AMP は重要な生化学的役割をもつが細胞膜を通過しないので静注では何らの効果をも示さないとする研究者がある。しかし本実験ではかなりの冠血管抵抗の低下をみとめた。切りだし灌流標本でなく全身状態では何らかの作用を呈するようと思われる。

3. CO 肺拡散能力の解析

福居勝信・望月政司・垣内美弘・新居 孝(北大応用電研生理)

肺内での CO とヘモグロビンとの結合速度を示すのに肺拡散能力が用いられているが、この値は肺胞膜を透しての拡散速度と、CO とヘモグロビンの結合速度との両者によって規定される。従来、CO とヘモグロビンとの反応速度には *in vitro* の赤血球内での測定値を用い、拡散能力を膜因子と赤血球因子にわけて取り扱っている。反応速度は測定の方法によって変化し、正しい評価を行なうためには肺内と同じ拡散条件を *in vitro* の実験で充たさねばならない。しかしこれは困難なことである。ことに演者らの最近の反応速度の測定によると P_{co} の低い領域においては、その値が従来のとは異った挙動を示す。ここでまったく新しい考察として拡散能力を拡散因子と反応因子との二つにわけ、より実際に即した解析を試みた。

4. Barbiturates のシナプスにおける作用

横田敏勝 (北大歯生理)

Barbiturates の中枢神経系における作用は、主としてそのシナプス伝達阻止作用に基づくものとされているが、その作用機序の詳細は不明である。これを明らかにする目的をもって、脊髄ネコの単シナプス反射 (MSR) について thiamylal sodium の作用を細胞内電極法で調べた。

Thiamylal sodium 10 mg/kg を静脈内投与すると、脊髄の前根で記録される MSR は常に抑制された。この場合、細胞内電極法で測った motoneuron の静止膜電位と細胞膜のインピーダンスには変化がなかった。EPSP によるスパイク発射の閾値細胞内電極を用いた直接刺激によるスパイク発射の閾値、逆行性 SD スパイクおよび IS スパイクのブロックに必要な過分極の大きさなども変らなかった。また、motoneuron の適応の変化も認められなかった。しかし、group Ia fiber の電気刺激による EPSP の振幅は常に減少した。

このような成績から、thiamylal sodium 10 mg/kg の静脈内投与による MSR の抑制は、おそらく EPSP の抑制によるもので、シナプス下膜を除いた motoneuron の細胞膜の電気生理学的性質の変化によるものではないと思われる。しかし、より大量を投与した場合には、EPSP の抑制以外の機序、例えば motoneuron の適応の変化なども関与しているかも知れない。

5. 幼若ラット視床下部の CRF 活性

佐藤武憲・広重 力・伊藤真次 (北大第1生理)

下垂体前葉からの ACTH 放出は視床下部の ACTH 放出因子 (CRF) の支配によるものであるが、この視床下部・下垂体副腎皮質系の生後発育とくに CRF 活性の日内リズムの生後発育とストレス反応性の出現時期について末梢コルチコステロンレベルおよび視床下部性 CRF 活性を指標として検討を行なった。末梢血中コルチコステロンレベルの日内変動は、生後3週間目で初めて明らかに出現した、視床下部 CRF 活性もこれによく一致して生後3週間目にその日内リズムが現われ、この両者の間に明らかな平行性が見られた。エーテル麻酔下開腹術をストレス刺激として用い、午前8時30分にストレス反応性を調べてみると生後

2日目では末梢血中コルチコステロンレベルの上昇反応が全く見られず、7日目以降において程度は弱い有意の反応を示した。また同時に測定した視床下部性 CRF 活性レベルもこれとよく一致して2日目では全く反応がなく7日目で初めて反応の程度は弱い有意の増加を示した。さらに2日目の午後6時30分と同じストレス刺激を加えたが反応はみられなかった。以上の実験結果から視床下部・下垂体副腎皮質系の生後発育過程について、(1) いわゆる stress-non-responsive period が存在すること、(2) その期間は約1週間前後である。(3) Non-responsive period の rate-limiting step の少くとも一つは視床下部の CRF レベルに存在すること、(4) さらに日内リズムが生後3週間目で発現することからストレス反応性と日内リズムの発現には視床下部の CRF が共に関与しながらもこの両者の調節機構には本質的な差異のあることからうかがわれる。おそらく日内リズムの発現には中枢神経系のより高度の成熟を必要とするものと思われるが、この点はさらに今後の検討を必要とする。

6. 脂肪分解ホルモン作用におけるカリウムイオンの役割

吉村啓一・広重 力・伊藤真次 (北大第1生理)

ホルモン作用が各種イオンの存在により著明な影響をうけることは種々の組織においてよく知られている。本実験は脂肪組織を用いて norepinephrine の脂肪分解作用におよぼすカリウムイオンの役割を *in vitro* で検討した。

Norepinephrine を添加すると著明な脂肪分解の増加がおこることはよく知られている。副腎丸脂肪組織の場合この norepinephrine の脂肪分解作用はカリウム除去および ouabain の添加で著明に減弱した。このカリウム除去および ouabain 添加による norepinephrine 作用の抑制は少量の norepinephrine に対して著明にあらわれ norepinephrine 量の増加と共に回復の傾向がみとめられた。一方 basal および theophylline 添加による脂肪分解作用はカリウム除去および ouabain の添加によりほとんど影響をうけなかった。同様に褐色脂肪組織においても norepinephrine による脂肪分解作用はカリウム除去および ouabain 添加によ

り著明に抑制されたが theophylline による脂肪分解作用はむしろ増強がみとめられた。さらに副腎丸脂肪組織の場合この ouabain による脂肪分解抑制効果はカリウムイオン濃度を増加することにより減少した。これらの結果は norepinephrine の脂肪分解作用が膜 ATPase 活性と密接に関連していることを推測させる。一方褐色脂肪組織の場合には高カリウムの存在下でも norepinephrine の脂肪分解作用は ouabain の添加により対照と同様な抑制がみとめられた。この結果は norepinephrine 作用が膜 ATPase と関連するという上記の推測とは一致しない。この点は褐色脂肪組織の場合副腎丸脂肪組織と異って高カリウムにより著明な脂肪分解作用がみられた点と共に今後検討が必要と思われる。

7. アイヌの脂質代謝

土居勝彦・黒島農汎・伊藤真次 (北大第1生理)

人体の寒冷適応機序を脂質代謝の見地から検討する目的で、北海道に住むアイヌおよび日本人について実験を行なった。

寒冷曝露によってカテコールアミンが放出されることはよく知られた事実であるが、われわれの実験でも、薄手メリヤスの下着を着けて 10°C に 1 時間曝露したばあい、カテコールアミンの代謝産物である vanillyl mandelic acid (VMA) の尿中排泄量が著明に増加することを知った。そしてこの尿中 VMA の増加と血漿遊離脂酸 (FFA) レ

ベルの上昇との間に有意の正相関があった。すなわち寒冷曝露による血漿 FFA 値の上昇にはカテコールアミンの放出が関係すると推測される。

早朝空腹時の血漿 FFA レベルは、日本人にくらべてアイヌの方が冬・夏いずれの季節においてもいちじるしく低かった。血漿 FFA レベルと熱産生との関係を見ると、日本人では両者の間に正の相関があったが、アイヌでは逆に負の相関がえられた。Hsieh らはラットにノルエピネフリンの静脈内注入を行ない、酸素消費の増加と血漿 FFA との関係をしらべ、温暖馴化ラットでは正の相関、寒冷馴化ラットでは負の相関を見出しているが、われわれの実験で日本人の成績は温暖馴化ラット、アイヌのそれは寒冷馴化ラットの成績に相当するといえよう。

血漿ケトン体レベルは血漿 FFA および熱産生との間に、日本人では正の相関がみとめられたが、アイヌでは有意の相関関係が見出されなかった。

脂肪負荷によって、日本人では血漿トリグリセリッドが急速かつ著明に上昇したのに反して、アイヌではその上昇が比較的軽度にとどまった。一方血漿 FFA の上昇は日本人で軽度であり、アイヌで著明であった。アイヌでは血漿リポ蛋白リパーゼ活性が日本人にくらべて高いことが、これに関係しているものと考えられる。

これらの知見から、アイヌと日本人との間の脂質代謝のちがいについて考察を加えた。



[資料]

酸・塩基平衡に関する術語について

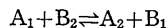
新潟大学医学部第2生理学教室 小林 庄 一

研究の進展ともなつて従来の用語の不適當であることが明らかになったり、新しい現象が発見され、概念ができ上つて新しい用語が必要になってくることは、当然のことである。しかし、そのため、研究者の間に語義の混乱が生じてくることもまた、しばしばである。酸-塩基平衡は、こうした混乱の著しい領域の一つであろう。New York Academy of Sciences の特別用語委員会 (議長: Gabriel G. Nahas) は1964年11月23, 24日の両日「酸・塩基平衡測定」に関するシンポジウムの際に用語に関する討論を行ない、「代謝性因子の指標」以外については、一応の合意に達した。その内容は *Anesthesiology* 27, 6-12, 1966に報告され、できるだけ、この用語にしたがってほしいと述べられている。以下に編集部の依頼によって、その要旨を紹介する。

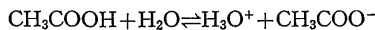
I. 基本的な用語

1. 酸と塩基

Brønsted-Lowry の定義にしたがう。酸とは proton donor をいい、塩基とは proton acceptor をいう。酸-塩基反応は、



と表わすことができ、 A_1 と B_1 、 A_2 と B_2 は互いに共軛な酸と塩である。水溶液中での酢酸の解離は、



となる。

2. 緩衝物質

Van Slyke にしたがう。緩衝物質とは、溶液中にそれが存在するとき、その溶液の pH に単位の増加を生ぜしめるために加えるべき酸またはアルカリの量を増加させるような物質をいう。弱酸とその共軛塩基は緩衝物質としてはたらく。

Van Slyke の緩衝値 (buffer value) β は、

$$\beta = db/dpH$$

である。ここで、 db は当量で表わした強塩基の増加である。つまり、 β はある溶液 1 l の pH を 1 単位増加させるに要する強塩基の当量値であ

る。強酸の増加は $-db$ で示されるから、 β は常に正数である。

3. pH, 水素イオン濃度

理論的には、

$$pH = -\log cH^+ \dots\dots\dots (1)$$

であるが、実際の測定には、一般に

$$pH = pH_s + \frac{(E - E_s) F}{2.3026 RT} \dots\dots\dots (2)$$

が用いられている。 pH_s は標準緩衝液の pH, E, E_s はそれぞれ被検液、標準液の起電力、 F, R, T はそれぞれファラデー定数、気体定数、絶対温度である。(2) 式によれば pH は水素イオン活動度 aH^+ の示標である。

$$pH = -\log aH^+ \dots\dots\dots (3)$$

しかし、水素イオンの活動度係数は正確には知られていないから、測定された aH^+ を cH^+ (nmol/l) とすることは、あくまで近似である。

測定されたものは標準 pH との比較であるから、用いた標準液 pH (pH scale), 測定時の温度を明示しなければならない。

全血 pH は、わずかに血球の影響を受けた血漿 pH である。採血時の血液温度と測定時の血液温度が異なるため修正を行なうときは修正法を明記すべきである。

4. 炭酸系 carbon dioxide system

生理学的見地から定義していく。

(a) 総炭酸濃度 total carbon dioxide concentration

体液に強酸を加えて抽出しうる二酸化炭素 (nmol) をいう。これには溶解二酸化炭素、炭酸、重炭酸イオン、炭酸イオン、カルバミノ化合物を含む。

(b) 体液の二酸化炭素分圧、二酸化炭素張力
体液と平衡した気相中の二酸化炭素の分圧 (mmHg または Torr) をいい、 P_{CO_2} または pCO_2 で表わす。前者は Standardization of Definitions and Symbols in Respiratory Physiology (Fed. Proc. 9, 609, 1950) によるもので、後者は Inter-

national Standardization Organization (ISO) によるものである。

(c)炭酸濃度 carbonic acid concentration

H_2CO_3 の濃度 (mmol/l) である。体液中濃度は溶解二酸化炭素濃度に比較して無視できる量である。

(d)溶解二酸化炭素濃度 dissolved carbon dioxide concentration

厳密には物理的に溶解している二酸化炭素の濃度 (mmol/l) であるが、通常、炭酸 (H_2CO_3) が含まれる。この和は $S \times \text{Pco}_2$ で示される。S の値は温度によって変る。

(e)重炭酸イオン濃度 bicarbonate ion concentration

厳密には体液中の HCO_3^- イオンの濃度であるが、生理学的研究では、総炭酸濃度から $S \times \text{Pco}_2$ を減じて求める (mmol/l あるいは mEq/l)。したがって、カルバミノ化合物、炭酸イオンを含む。これによる誤差は細胞外液では小さいが、細胞内液では大きい。

(f)標準重炭酸濃度 standard bicarbonate concentration *

37°C (Jørgensen and Astrup のオリジナルでは 38°C) で $\text{Pco}_2 = 40$ mmHg の気相と平衡させた血液から分離した血漿中の重炭酸イオン濃度 (mEq/l) である。

(g)標準 pH (7.40) における重炭酸濃度

前項の標準重炭酸濃度と類同である。ただし、 Pco_2 が variable で pH が固定している。

(h)二酸化炭素結合能 carbon dioxide combining power

嫌氣的に分離した血漿を室温において、 $\text{Pco}_2 = 40$ mmHg の気相と平衡させたときの総炭酸濃度 (mmol/l) であるが、血漿を分離するときの条件の影響が大きすぎるので、この測定は一般には行なわれなくなっている。

5. Buffer base

全血重炭酸塩、血漿蛋白質、ヘモグロビンのもつ buffer anion の和 (mEq/l) である。これ以外の buffer、たとえば有機リン酸のようなものは含まれない。

6. 塩基過剰 base excess *

全血を pH 7.40, Pco_2 40 mmHg, 37°C の下で強酸で滴定してえられる塩基濃度 (mEq/l) である

(Siggard-Andersen and Engel の原法は pH 7.38, 38°C)。この値が負の場合は「塩基不足 (base deficit)」と呼び、強塩基で滴定する。

7. Henderson-Hasselbalch の式

$$\text{pH} = \text{pK}'_1 + \log \frac{[\text{total CO}_2] - S \times \text{Pco}_2}{S \times \text{Pco}_2}$$

$$= \text{pK}'_1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{S \times \text{Pco}_2}$$

ここで pK'_1 は H_2CO_3 の第一次電離定数の負の対数である。この式は血漿、血清には用いうるが、全血には簡単には適用できない。

II. 血液の酸-塩基平衡状態の指標

酸-塩基平衡の呼吸性因子と代謝性 (非呼吸性) 因子との臨床的に最良の指標は何かについて論じた。呼吸性因子の最良の指標が Pco_2 であることは全員の一致した意見であったが、代謝性因子については意見がわかれた。そのうち、支持者の多かった2つを挙げる。

1. 全血塩基過剰あるいは buffer base の変化
塩基過剰は物理化学的には Pco_2 と無関係であり、代謝因子の指標として適当であるとの考え方。しかし、これを主張する人たちも、in vivo では塩基過剰と Pco_2 とは無関係ではないことを認めている。

2. 血漿重炭酸 plasma bicarbonate

これは物理化学的にも、生理学的にも、 Pco_2 と関係がある。しかし、塩基過剰も生理学的には Pco_2 と無関係ではなく、また、塩基過剰をとっても臨床的には利点はないから、plasma bicarbonate で充分だとする考え。

両者とも、血液の酸-塩基平衡状態の指標として、他に「血液あるいは血漿の Pco_2 」および「血漿の pH」をとることについては一致している。また塩基過剰と血漿重炭酸は血液サンプルの Hb 濃度と O_2 飽和度がわかっていれば、互いに変換できる。

III. 酸-塩基平衡障害の表現

これに関しては完全な意見の一致をみなかったが、以下の如き一応の合意をえた。以下の用語を異った定義で用いるときは、それを明らかにすることが望ましい。

1. アシド-シスとアルカロ-シス

アシド-シス、アルカロ-シスとはその原因にな

注 * これらの値は血液の酸素化により影響をうけるから、その条件を明記すること。

った何らかの因子に対する二次的な生理学的反応がなかったとした場合に、体液の pH に変化をおこすような異常状態をいう。体液区分（たとえば細胞外、細胞内）を明示すること。もし、記載がなければ、細胞外液とする。

アシドーシス、アルカローシスには呼吸性、代謝性という形容詞、あるいは、腎性、糖尿病性、乳酸性などの特殊な形容詞をつけることができる。

2. 「単純」障害と「混合」障害 “simple” and “mixed” disturbances

単純障害は障害が単一の一次原因で生じたものの、混合障害は一次原因が同時に2つ以上あるものの。

3. 二次現象あるいは代償現象ということ

上述の定義から、一次障害に対する二次（代償性）応答はアシドーシスあるいはアルカローシスとはいえない。「二次」、「代償性」という形容詞は血液成分（たとえば、 P_{CO_2} 、重炭酸濃度）の変化、あるいは応答現象（たとえば、換気、腎の酸排出）に用いるものである。たとえば、単純代謝性アシドーシスによっておこった二次性換気増大を「二次性あるいは代償性呼吸性アルカローシス」とはいえない。

4. 混合障害ということ

〔海外だより〕

ドイツに遊学される人のために

鷲 津 好 昭

10年に亘る海外生活の中私がドイツで過したのは1962年11月から1964年8月までの München 大学滞任 (Zoologisches Institut, H. Autrum 教授) と1968年7月から1969年2月までの Mainz 大学滞任 (Pharmakologisches Institut, G. Kuschinsky 教授) との2回でした。両回とも、ニューヨークから家族共々海路あるいは空路大西洋を往復しました。

ドイツ、さらに一般的にヨーロッパはアメリカとも異り興味があります。たとえば、ドイツの学校は建物が直接道路に面している所が多く、日本や米国のような広大な緑のキャンパスに包まれた所は少ないようでした。研究機関として

これは代償性変化を伴った単純変化ではなく、複数の原因が独立して存在する場合をいう。たとえば、「代謝性アシドーシスと呼吸性アルカローシスとの混合障害」。

5. 血液の酸-塩基平衡状態の示し方

もっとも望ましいのはなまの値である ($pH7.40$, P_{CO_2} 40 mmHg など)。さもなければ、「高」、「低」、「正常」という表わし方（正常範囲を明示しておくこと）。これらを示さないで「アシドーシス」、「代謝性」だということは混乱の原因になる。語で表わすなら、少なくとも、 pH のかたよりについては“acidemia”, “alkalemia”, P_{CO_2} のかたよりについては“hypercapnia”, “hypocapnia”, 代謝因子のかたよりについては“hyperbasemia”, “hypobasemia”を用いたい。代謝因子については、さらに、そのパラメータ（たとえば, bicarbonate, standard bicarbonate, base excess, or buffer base)を明示したい。

「アシドーシス」、「アルカローシス」という語は血液の pH のかたより自体を示すことはないし、「代謝性あるいは呼吸性のアシドーシスあるいはアルカローシス」という語は血液の代謝性あるいは呼吸性成分のかたより自体を示すものではないのである。

は大学 (Universität, Hochschule), Max-Planck 研究所その他（例えば原子力研究所）があります。大学や Max-Planck 研究所の各施設は市内あるいは近郊に散在している例もかなりあり雰囲気も研究所によってまちまちですが、お互いの交流接触はかなりあります。

教室の構成：大学の職員の構成は各教室 (Institut) に原則として Ordinarius 一人, Extraordinarius 2~3人, Dozent (Universitätsdozent と Privatdozent) とがあり、前者は大学の正式定員内に認められております。ただし、両者間に実際上の差はありません) 2~4人, Wissenschaftlicher Assistent 数名 (すでに Dr. med. あるいは Dr. der

Naturwissenschaften の称号を持っています) および Technische Assistentin (女性が多い) 数名等から成り立っております。

卒業論文・学位: 学生は卒業までのある時期(基礎学科を終えた頃に1年間位) 希望の教室に入ってテーマを貰い、最初は実験補助の形で研究に従事し、卒業論文(Dissertation と呼ばれ、40~50頁のもの)を書き上げるようになっております(卒業すれば Dr. med. の称号をえます)。内容的には新しい発見というよりも先人の業績を理解把握する事に重点を置いている感じが致しました(ドイツの Medizinische Schule を終えるには6年近くかかります。ただし、最初は医学以外の学科、たとえば物理・化学も習います。さらに解剖・生理を修めた上で Physikum を受けます)。将来研究生活を続ける人達は Habilitation を受けます。これは教室で5年間程研究をしてその業績をまとめ口答試問・記念講演の上で学長より認可されるもので大学教師として適格である旨の認定とみなされます。日本の医学博士の制度はドイツにはありませんが、強いといえば日本の本来の医博はこの Habilitation に準ずるものようです。Habilitation を終了する人の数はかなり少なく、たとえば、私が滞在したマインツの Kuschinsky 教授のような老大家の教室でさえも数年間に一人の程度で、したがって学問的のみならずその社会的な権威も高く保たれております。

雰囲気: アメリカからドイツに到着して、まず気がついたのは、どの部屋の扉も閉じている事でした。プライバシーが尊重されている反面、お互いが気楽に話し合う雰囲気に乏しいのを否定できませんでした。また教授と教室員や学生との間の関係も堅苦しく思われました。現在の研究室のあり方に対しては皆が満足している訳ではなく、とくに縦の関係や業績の発表方法についてかなりの悩みをかかえているように見えました。研究設備については政府・州・民間財団などの努力により非常に整って参りましたが(ヨーロッパ製のみならずアメリカ製の機械も広く使われています)、器具の管理が一般に形式的で能率が悪く、また中央図書館制度が未完成で Zeitschriften の入手に日時がかかりました。ミュンヘンのような大都市には市立図書館もあり、医学書などもかなり豊富にありましたが、書庫に納めてある蔵書は前日位に

申し込んでおかないと閲覧が不可能でした。こういった点は単なる運営上の問題であり、能率の点で惜しい気が致しました。ただし工作室(Werkstatt)は大抵の研究所に完備したものがあり、専門家がいて非常に精密な仕事までこなしているのは羨しいことでした。

ドイツでは大学は役所などと共に土曜は休みですが、研究室へ出てくる人もかなりあります。まとまった休暇としては夏休(1カ月位)と冬休(1ないし2週間)とがあります。夏休には国外や親元でゆっくり寛いで新学年(9月開始)に備える人が多いようでした。一般にいて、ドイツの大学には比較的のんびりとした気分があつて時間などに拘らないで自分の歩調である事柄を追求してゆくのに適したところがあります。

生活: 初めてドイツに行かれる人にとって切実な問題は研究そのものよりも社会事情や生活様式などであると思いますので、それらの点について少し詳しく述べたいと思います。

まず、入国手続は簡単ですが、就職目的のとき(例えば大学や Deutschforschungsgemeinschaft から給料を貰うとき)はビザ(Einreiserechtvermerk)を必要としますので、手続に時間がかかりますから早目に(出発予定の少くとも3カ月前には)ドイツ領事館に問い合わせられるのがよろしいと思います(一般に、ビザ申請のとき一番大切な点は受け入れ先の経済的な保証が確かなことです。したがって、保証書にはサラリーの額、支給開始時期、期間、身分などが明記されている事が必要です。善行証明書、すなわち今まで犯罪に関係したことが無いという証明は、私共の場合には、最初のビザを貰うとき必要でしたが、アメリカの City Police で簡単に入手致しました)。就職でなく奨学金(例えば Alexander von Humboldt Stipendium)を貰うときでも、引きつづき3カ月以上滞る時は居住許可(Aufenthaltslaubnis)を現地の中央警察署(Polizeipräsidium)でパスポートに認可捺印して貰わなければなりません。もしこれが無いと、旅行などでドイツ国外に出たとき再入国がややこしくなります。

入国後も何かにつけて書類の必要なことがありますので、ビザ用の小型写真(4×5cm位)、戸籍謄本(出生証明の代用)、卒業および学位証明書(成績証明書の必要なことも稀にあります)および

医師免許証の Photokopie などを数枚ずつ用意しておくことが円滑に運ぶ場合があります(家族のも用意しておくともよろしい)。なお、ドイツでは日本同様印鑑を尊重する傾向がありますので、証明書類には派手に印の押してある方が、唯のサインだけのものよりも尤もらしく見えるようです。在外生活中に日本語の原本しか持ち合わせが無く欧文の証明を必要とする時には、領事館で正当な訳文である旨の添え書をうることができます。

入国して第一に困るのは住居だと思います。ミュンヘンのような大都市ではとくにこの点が切実になります。前もって先方に頼んで心当りを探して置いて貰うのがよろしいと思います。研究所によっては客用用の臨時の部屋を用意している所もあります。周旋屋をとおすのも一つの手ですが、その場合には1カ月分の謝礼と2~3カ月分の敷金(これは原則として返金して貰えますが、権利金ですと返って参りませんからその点を確かめて下さい)を取られます。家具つき3~4部屋のアパートで1カ月300~500マルクは見えておいた方がよいと思います。住居が決まりましたら住民居をしなければなりません。近くの文房具店で Anmeldung の用紙を1枚買って記入の上、家主の証明を貰ってから居住地の警察派出所 (Polizeizweigstelle) にパスポートと共に持参致します。それから中央警察署に行き手続きをしますと数日中に滞在許可の捺印をしたパスポートを返して貰えます。手続きには家族の筆頭者だけが行けば充分でした。尚、お役所は午前中だけしか開いていない所が多いようです。成人で3カ月以上滞在する場合には市の保健所 (Gesundheitsamt) の健康証明書を必要と致しますが、これは簡単なものです。

大学あるいは研究所から給料を貰うためには、就業許可のビザの記入してあるパスポートを持って市役所あるいはその派出所 (Stadtverwaltung) に行き Lohnsteuerkarte と Angestelltenversicherungskarte とを貰ってきて大学に提出すればよろしい。ただし Alexander von Humboldt Stiftung などの奨学金には税金はかかりませんので、その手続きは不要です。健康保険 (Krankenversicherung) については大学なり研究所なりで掛けているかどうか確かめて下さい。もしそうでなければ、個人的にかけておいた方が安全と思います。民間の保険会社が扱っておりますが、ドイ

ツの健康保険には最初の3カ月は事故以外はかからないと言った規則がありますから注意が必要です。また掛金が高いため必要なものだけ(たとえば、入院および手術の場合のみ)を選択されるのもよろしいかと思えます。なおドイツでもアメリカでも患者が医師あるいはその家族の場合には、先方の医師からの請求書はこないのが普通ですが(ただし、入院費などは別)、これは無料という意味とは違っていますので適当な謝礼 (Honorar あるいは Geschenk) をされるのがよろしいと思えます。

通貨は原則としてマルク (4 DM = \$ 1) が使われますが大きな店ではドルの Reisescheck も通用致します。換金 (Geldwechsel) は駅や飛行場内の両替所あるいは普通の銀行で簡単に貰えますが、この際、パスポートの呈示を求められるのが普通です。銀行預金には2種類あります。すなわち、Sparkonto (Saving Account) と Gehaltskonto (Checking Account) とです。Sparkonto には利子がつきますが引き出し額が原則として1カ月に千マルク以内に限られていることと、口座を閉じる時には3カ月前に通告 (Kündigung) しなければなりませんので御注意下さい。Gehaltskonto は引出しは自由ですが利子つきません。なお預金類はすべて Joint Account (夫妻の共通名義) にされるか、家族全員を代理人に指定して置いた方が万一の場合に安全と思えます。以下、日常生活に必要なことを引き続き述べて参ります。

郵便は国内は封書 20g まで30ペニーで、ハガキは15ペニーでした (1969年2月現在)。日本や米国向けの航空便 (Luftpost) は5g 毎の料金制をとっております。折りたたみ式の簡易航空書簡 (Luftpostleichtbriefpapier) は一般の文房具屋さんには無い事が多く、デパートの文房具売場で見つけました (郵便局では売っておりません)。これは世界中どこ宛でも均一料金の70ペニーでした。尚、郵便箱は軒下などに黄色の箱があり Bundespost と記してあります。

自動車の国際免許は入国の日から1カ年は通用しますが、その後はドイツの免許に書き換えて貰うことが必要と聞いております。尚、道路は右側通行です。公衆の交通機関はよく発達しております。市電やバスの定期券は1週間単位 (Wochenkarte) ですが、これにはさらに5日用 (月~金)

と6日用(月~土)との2種類があります。回数券(Mehrfahrkarten)もあります。マイন্ツの例では市バスはワンマンカー(Einmanwagen)もかなり多く、乗降の際の検札の代わりに自分で切符をタイムレコーダーに入れて乗車時間を記入するようになっておりました。ただし、時折検査員が途中で乗ってきて切符をチェックしており、この際不適当な切符を使用していると5マルクの追加金をとられる規定になっておりました。汽車はF(特急)、D(急行)、E(準急)およびPersonenzug(普通)とにわかれており、FおよびD列車には特急券あるいは急行券が入用です(他に座席指定列車もあります)。ただし国際キップで国際列車に乗る場合、通常は(特定の列車以外)急行券は不要でした。例えばミュンヘンからプラレストへ行くOrient-Express号はF列車ですが、ウィーンへ行くのに特別な料金は要りませんでした。尚、国境の通過は非常に簡単でパスポートの呈示とDeklarationの必要なもの(主にコーヒー、タバコ、アルコール類)の有無について聞かれる程度です。汽車の時間調べには駅の売店でAmtlicher Taschensfahrplanを買っておくと便利です。国際列車についてはAuslandkursbuchがあり、何れも1マルク程度です。英語は近年さらに普及してきましたので旅行中の買物は楽になって参りました。尚切符は駅かあるいはAmtliches Reisebüroで前もって買っておくと便利です。ホテルは駅の案内所(Verkehrsverein)で世話しております。

商店を訪れたり買物をする場合の注意としては、ドイツでは昼食が正餐のため比較的長い昼休みをとる事です。大学でも家に帰って食べる人もかなりあります。商店もデパート以外は12時から3時迄休みの所が多く、銀行も12時半から2時頃迄閉店します(銀行は平日は4時まで、金曜は6時まで開いております)。なお商店によっては、たとえば水曜日の午後は閉じている所もあります。金曜日は宗教上の関係で魚を食べる習慣になっております。レストランで食事をする時はMenu(定食のこと、その日の代表的な料理が3~4種類あります。日本でいうメニューに相当するものはSpeisekarteと呼ばれます)を注文するとサービスが早くなります。勘定書には10%のサービス料金が加算されておりますからチップは要りません。夕食はドイツではハム類(Schinken)を食べるこ

とが多く、これにはおいしい物が沢山あります(この種の料理をKalte Platteと呼びます)。なお日本の醤油・みりん・せんべいの類は大きなデパートなどで入手できます(たとえばミュンヘンにはRathausの近くにダルマイヤーという店があります)。日常生活に特に関係深いものの物価を記してみますと、米1.3~1.5 DM/kg、卵2.5~3 DM/10個、バター1.7 DM/225g、ミルク72 pf/l、砂糖1.2 DM/kg、キッコーマン醤油17.5 DM/3.8l、ミソ3 DM/500g、鉄道8.8(2等)あるいは13.2(1等) DM/99~107 km、市電60~80ペニー(1968年秋現在)などです。

服装はアメリカに較べると割に着がざって外出する人が多いようです。日曜日の午後など公園を散歩すると特にその感が致します。少し黒味がかったシングルの服(真黒という意味ではありません)すなわちDunkelanzugを1着用意しておくで改まった席とかオペラ観劇などに役立ちます。尚、私の経験ではドイツでもアメリカでもダブルの服を必要としたことは一度もありませんでした。

電気・ガス・水道は市営で、2~3カ月毎に検針・集金に参ります。電気は220ボルト50サイクルを使っておりますので、日本や米国(117ボルト)の器具を直接使用することはできませんが、110ボルト降下用のトランス(5アンペア程度のもので80マルク位)を買って使うことができます。ドイツ製の電気器具には110および220ボルト、ならびに50および60サイクル兼用の物もあります。

就学年令のお子様のある方にとって学校は大変重要な問題となります。小学校は4年制(義務教育)でその上はGymnasiumとなります。ただしRealschuleなどでは5年以上の学年もあります。女子のGymnasiumは男子に較べて少数です。ドイツでは学校教育に授業料は必要としません。小学校の下にはKindergartenおよびKinderhortがあります(この場合1カ月30マルク程度の授業料が必要です)。満員の場合もありますので、大学などから申し込みの交渉をして貰った方がスムーズに行くと思います。私共の場合、近くにあるカソリック系の幼稚園に入れて貰いましたが、先生(Schwester)も友達も大変親切でした。小学校(Volksschule)の場合はお子様が全然ドイツ語を理

解できないときには大抵低学年（1～2年生）に編入されると思います。主な都市にはアメリカンスクールもありますので米国から行かれる時にはこれを利用されるのも便利かと思えます。ただし、授業料を必要と致します。

子供がおりますと家族的に交際する機会が多くなり習慣・風俗などに対する理解が深まります。一般にドイツでは社交にはレストランを利用することが多く、家庭に招待されるのは非常な好意を意味します。なお招待された時には先方の主婦に花を贈物として持って行くと喜ばれます。オペラやコンサートなど都市の催しや行事を知るには駅の売店で *Monatusprogram* という小冊子を買うと便利です。市電、バスの経路は市街図 (*Stadtplan*) によっております。週末は家族づれで公園など賑います。Tiergarten, Botanischer Garten, Park, Museum など訪れる所に事欠きません。私共もミュンヘンにいた時は Deutsches Museum (自然科学博物館), Pinakothek (画堂), Nymphenburg Schloß や Englischer Garten などを楽しんでおりました。尚、ミュンヘンでは、Oktoberfest のときは大人達はビールを味わい、子供達は遊園地で遊ぶのを楽しんでおりました。2月のカーニバル (Fasching) の時はどこでも町全体がお祭り気分になります。教室でも仮装のまま授業を受けている学生も見受けられ、市電にも子供達が仮面をつけて乗ってまいります。

税金：毎月サラリーから天引される税金は年末調整により過剰分が返却されます。年が明けましたら前年度の *Lohnsteuerkarte* (大学の会計に請求して返して貰うこと、これにその年の所得および納税額が記録されています) を添えて *Antrag auf gemeinsamen Lohnsteuer-Jahresausgleich* を居住地の *Finanzamt* に提出すれば親切に手続きをして貰えます (申請用紙は上記役所にあります。この方式はアメリカの *Tax Return* と似ております)。

帰国準備：帰国のときは荷造りが大変ですから *Spedition* 専門の業者に頼むのが良いと思えますが、小量 (特に書物) の場合は郵便小包を利用されると便利です。ドイツから日本向けの小包の郵送方法には船便と鉄道便 (シベリア経由) とがあり、後者の料金は少し高くなってありますが、比較的早く (1カ月位で) 到着致します。この小包

を利用する方法は渡航される際にもお勧めしますが、ドイツでは受取る時に 1.3 DM の通関料を取られます。船便でドイツに送られた大きな荷物は税関止りとなりますので (大抵の都市には *Zoll* があります), そこに出頭して *Zollrevision* を済ませた上で (日本からの *Doktor* や *Professor* には大変親切です), 配達を業者に依頼すればよいと思えます。

帰国の予定が決まった時の注意としては銀行やアパートに解約通知をすることの他に、種痘の証明書が有効であるかどうかを確かめることも必要です (カナダ・アメリカ経由のときは勿論、直接帰国される場合でも入国の際に必要です)。もしドイツで生まれたお子様のある時は出生証明書など、また、学童については成績・就学証明書を貰っておかれることが大切かと思えます。最後に居住地の警察派出所に *Abmeldung* を致します。尚、アメリカを出るときに要求されるような *Sailing Permit* (納税完了証明) は不要です。

グラント：最後にドイツ遊学を希望される方々のためにグラントの種類を記しておきます。国際的に良く知られているのが *Alexander von Humboldt-Stiftung* (532 Bad Godesberg bei Bonn, Schillerstraße 12, Bundesrepublik Deutschland) の奨学金です。1967年当時の給与額は毎月 1000 DM (*Forshungsstipendium*) あるいは 1400 DM (*Dozentenstipendium*) でこれに家族手当が加算されます。毎年世界中から 400 人位の学徒が招かれております。国別では、1966年度の例で、日本 72 人、チェコスロバキア 59 人、ユーゴスラビア 43 人、USA 30 人、ギリシア 29 人、インド 20 人等、50カ国の人々から成っておりました。専攻分野は自然科学系が、57.6%で、人文科学系は 42.4%となっております。この奨学金の総額は莫大なものになりますが、ドイツ政府がこのような地味な国際交流に貢献しているのは実に尊敬に値すると思えます (アレキサンダー財団ではさらに、国内のバス旅行を春に行なったり、*Tagung* を開いたりしてドイツを理解して貰うように努めておりました)。この他に、*Deutscher Akademischer Austauschdienst* (=DAAD, 532 Bad Godesberg, Kennedyallee 50) の奨学金もあります。これは 30才までの若い方を対称としたもので、月額 400, 500 あるいは 800 DM が支給されます。研究員に対して

は Deutsche Forschungsgemeinschaft から給料を受ける道がありますが、これは本人が直接申請するのではなく、受け入れ先の大学が手続きをすることになっております。尚、在独中は日本大使館と連絡を保っておくことが大切なことですので、その宛名をここに記しておきます。すなわち Japanese Botschaft, 532 Bad Godesberg, Kölner

Straße 139 です。

この拙文がドイツへの遊学を希望される方々への御参考にもなれば幸いに思います。この他の事につきましては筆者宛、お問い合わせを頂ければ有難く思います (筆者宛名: 〒 666-01 川西市 矢間高田 103, ベーリンガー・インゲルハイム社・日本薬理学研究所, Tel (0727) 93-8586)。

[会報]

日本生理科学連合について

生理科学研究連絡委員会幹事 勝木保次

1. 新委員会の成立

本年は委員の改選期に相当する為関連10学会に依頼して新委員の選出を求め23名の新委員が決定した。この委員数は前回の26名より3名減少しているが、これは第7部の要請に基くものである。

新委員会の第1回会合は、昭和44年9月10日に開かれ、席上委員長を互選により加藤元一前委員長が引続き選出された。

次で新委員長の指名により、幹事4名を決定した。新幹事は、勝木保次(生理)、朝比奈一男(生理)、中尾健(薬理)、佐藤昌康(学術会議会員)である。

2. 学術講演会開催

本年度の日本生理科学連合講演会は12月13日(土)午後1~5時 東京都文京区本郷2-1-1 順天堂大学医学部講堂で行なわれる予定である。

主題は「骨格筋の機能」で各関連学会より推薦された演者および題名は次のとおりである。

- 1) 筋収縮の生理学的研究の現状と問題点
(慈恵医大生理) 名取礼二
- 2) ミオシン分子から見た筋収縮の問題点
(順天堂大, 医, 生化学) 関根隆光
- 3) アクチン分子と筋収縮
(東大, 教養, 生物) 丸山工作
- 4) 興奮収縮連関
(東大, 医, 薬理) 遠藤実
- 5) 筋収縮の力学
(順天堂大, 医, 生理) 真島英信
- 6) 筋収縮と運動

(東大, 教育, 体育生理) 猪飼道夫
閉会の辞に代えて
国際生理科学会議(特に第25回)について

国際生理科学連合理事 加藤元一
日本生理科学連合委員長

本講演会の幹事は順天堂大学医学部生理学教室 真島英信および竹内昭両教授である。尚講演会終了後生理科学研連委員会開催の予定である。

3. 国外生理科学会議よりの招待

ルーマニア学士院および生理学会より地域の国際生理科学会議を1970年8月10日~16日の間開催する旨の招待状を受け取った。

4. IUPS newsletter

ワシントンにおける前回の総会で IUPS newsletter 委員会の活動が少ない事が指摘されて委員の交代もあり、Editor として新たに Prof. James Stevenson が任命された。

1969としてはすでに3回も小刷子が発行された。総会の開かれる間の年の活動が必要とされ、前総会における各委員会の報告が掲載されている。主なものは、科学的交流委員会、神経生理および細胞生理学委員会、Newsletter 委員会、用語委員会(委員長 Prof. Hans Schaefer)等である。

尚総会席上聴衆に深い感銘を与えた加藤元一教授の講演要旨は次のようであった。

“PHYSIOLOGY-PAST, PRESENT,
AND FUTURE”

From the Closing Plenary Session
XXIV International Congress of Physiological

Sciences

(Continued from Volume 2, Number 2)

Genichi Kato

I am very happy to make my anecdotal talk on this occasion. It may be entitled "Microphysiology Forty Years Ago".

Now we come to see the close of this 24th International Congress with such a success, I can not help remembering the 13th Congress held at Harvard on this same East Coast some forty years ago.

The younger members here may have difficulty imagining that at that time all the characteristics of the nerve fibre were discussed on the basis of experimental results obtained from the bundle of nerve fibers, sciatic nerve, for instance, rather than on the direct results with an isolated single nerve fiber, simply because this was thought impossible to have.

I still can recollect exactly what I thought at that time: up until 1929, we have been discussing the nerve fiber based on the experimental results which were obtained from the bundle of nerve fibers. However, this is not convincing because the nerve impulse is conducted by individual nerve fibers each isolatedly, and every fiber in the bundle is not necessarily of an identical nature. Sensations of pain, warmth, cold and so on, for example, are produced by afferent fibers of different kinds in the nerve trunk. They may have different diameters, different conduction velocities and so on, my thinking ran. Then many questions arose in my mind. What role is being played by which fiber? How can the essential nature of the nerve fiber be examined more closely and precisely? How about the axon or the myelin sheath respectively? What is the function of the nodes of Ranvier in the myelinated fiber? Thinking about these fundamental problems, I came to the conclusion that experiments done hitherto, using the nerve trunk in the form of a bundle of nerve fibers, would no longer be sufficient to solve these questions. An arrangement

must be made which would enable us to experiment directly with an isolated single nerve fiber in a conductible state. Why not? We made up our mind to challenge ourselves to it! Fortunately we have Japanese toads which have long and strong nerves and also we have the world-famous skillfulness with our fingers!

Immediately upon getting back to my laboratory from the Congress, we started the trial to isolate a single nerve fiber. The trial continued every day from morning till night, but the truth defied our challenge. Painstaking efforts one after another ended in complete failure. And the whole year of 1929 was thus spent vainly without a effect. I once heard that Columbus was about to be thrown into the sea by his grumbling sailors as they approached the American Continent I should actually have been thrown out by my assistants if our effort had not been rewarded by the summer of 1930. I can remember now, as if it were yesterday, my first impression upon seeing the first nerve fiber ever isolated in a conductible state in the world.

The result was presented to the 14th Congress at Rome in 1932, where it was received with great surprise. I can almost hear yet the late Prof. Lapicque, whose name is well-known by chronaxie, exclaiming "Congratulations! Congratulations!", as he was running up to me. I was about to step down from the platform where the film of an isolated single nerve fiber was presented and the all-or-none law was proved with it.

Another of my unforgettable memories is when we made the actual demonstrations. We had been invited to the 15th Congress at Leningrad and Moscow, and we have brought there 150 big toads from Japan. It took three whole weeks from Tokyo to Leningrad by the Siberian Railway in those days, and the toads which were brought in hibernation needed to have a considerable amount of ice supplied at each stop along the railway. Thanks to Prof. Pavlov, the president of the Congress, all of the arrangements were made and our demonstrations were carried out successfully

with the toads brought all the way from Tokyo. Some of the members here may have observed our demonstrations.

As I look back upon the microphysiology of these past forty years, I see with utmost pleasure

that nerve physiology has progressed surprisingly far, since then, in various parts of the world.

Thank you for your kind listening, thank you again.

【編集部への手紙】

日本生理学会
編集幹事 真島 英信殿

Dept. of Physiol. and Pharmacol.
Duke Univ. Medical Center
Durham, N. C., U. S. A.

10月18日, 1969

楢橋 敏夫

秋もたけなわとなって参りましたが、その後もますます御健勝のことと存じます。

早速ですが日本生理学雑誌のことについて、あるいは少しでもお役に立てばと思ひ筆を取りました。31巻7号を最近受領し、その末尾490頁に“英文の学会抄録号”を出版される案があるとのこと、ぜひ実現されることを望んでおります。御指摘のように抄録号は日本の生理学者の研究の現況をそのままあらわしているものですから、これの英文号ができれば priority はもちろんのこと、外国の学者にも大いに喜ばれるものと思ひます。

ただ雑誌の distribution ということを十分考慮した上でないと、せっかくの皆様の努力もむくいられることが少なくなるおそれがあります。日本文の日本生理誌をそのまま大学図書館などに送っても、ほとんど利用されないばかりか、その雑誌の存在さえ知らない人が大部分とってよいでしょう。おそらくもっとも早い方法(しかも有効な)の一つは、“Current Contents”に目次の英訳を載せることだと思ひます。御承知のように Current Contents はアメリカ中どこでも最も広く利用されており、各研究室でそれぞれ購読しているところも多くあります。Distribution のためには JJP の増刊号の形を取った方がいいかと思ひますが。

私どもの仕事もおかげ様でどうやら軌道に乗った形で、研究室も少しずつ形がととのって参りました。いまの悩みの種は、1年前に新館に引越したばかりなのにもう部屋が狭くなったこと、アメ

リカ中を荒れ回っている資金難は私どものところも同じであること、それに私自身手を下して実験をやる時間がだんだんうばわれて行くことなどで、しかしこれはこちらのおそらくだれもが感じていることでしょう。

ときたまの私信を除けば、日本生理誌が日本の生理学会の現況を知る唯一の手がかりなので、とくに大会号は愛読しております。あと1、2年以内には短期間帰国する機会もあるかと存じますが学会の皆様によろしくお伝えいただけたら幸いです。

末筆ながら皆様のますますの御発展と御健勝をお祈りしております。 敬具

11月8日, 1969

楢橋 敏夫様

日本生理学会
編集幹事 真島 英信

10月18日付お手紙ありがたく拝受いたしました。学会抄録号を英文化する案につきまして早速にご意見を頂き編集委員一同喜んでおります。この件につき編集委員会や常任幹事会に計り討論を重ねました結果、来年度については次のとおり実施することになりました。

1. 氏名、表題、所属は和文の下に英文をつける。
2. 抄録本文は和文でも英文でも著者の自由に任せ、いずれでも受けつける。

つまり和文抄録号のほかにもう一冊英文抄録号を作ることは種々の理由でとりやめになりました。理由の第1は、同一内容の抄録が別々のところへ発表されているのはおかしいということです。その他、日本人の英文が必ずしも readable でないため、修正に大努力を要するというようなこともありました。したがって第1の条件で少くとも英文表題集のような意味のものはできるであ

うから、それで多分海外へ日本の生理学の現状を知らせる機能の一端を荷わせようというわけです。プライオリティーについては第2の条件により、英文で書いてもよいことにして何とか確保したいと考えています。

[書評]

能 動 輸 送

井上 章・品川嘉也編 南江堂 384頁 2,200

東大生理 内 菌 耕 二 評

能動輸送が生理学の魅力あるテーマとなつてからすでに久しい。いままで生物系の諸雑誌で断片的にとり上げられてはいたようであるが、井上・品川共編の“能動輸送”ほどよくまとまり、系統立てられた邦書は未だ筆者のよく知らない所である。

本書の序文がわが国におけるこの方面のバイオニヤ的研究者である吉村教授も述べておられるように、能動輸送は生体機能の根元的役割を果している、神経系、消化系、代謝系等の生体の最重要な機能のかけには必ず能動輸送が一役を買っていることを知らねばならない。編者、筆者に人を変え、この方面の最新の知識が消化し易い形で読者に提供されたことを心から喜びたい。

さしあたりご希望に副えず残念に思いますが、将来は英文抄録号をだすことも決して夢ではないと考えています。Distribution につきましてはお申越の示唆も含め検討させて頂きたく存じます。

本書は総論編、各種臓器および細胞における能動輸送編、細胞内器官と輸送現象編の三編から成り、蛙皮、小腸、分泌腺、腎臓、脳神経系、赤血球、細菌、ミトコンドリア、ミクロソーム等々について、各々専門家が平易な言葉で解説的に記述されている。能動輸送はいまや生物現象の基本的なものとして広く、生物学や医学の研究にたずさわるものの常識となりつつある。

本書は正に時宜をえた出版というべきである。付録として不可逆過程の熱力学と能動輸送についての解説があり、正に画竜点睛の感がある。化合物名索引までであることは編者の心づかいの細やかさを示すものであろう。

[学会案内]

Sixth International Congress on Cybernetics Namur, September 7 to 11, 1970

Organizing Committee.

President : Prof. Georges R. Boulanger (Belgium).

Members : René Close (Belgium),

Georges Gueron (France),

John Diebold (U.S.A.),

Prof. W. Ross Ashby (United Kingdom).

Subjects.

1. Principles and methods of Cybernetics.
2. Semantic machines.
3. Automation.

4. Cybernetics and human Sciences.

5. Cybernetics and Life.

Fees.

All those wishing to take part in the Congress are invited to return the form, duly filled up, to the Secretariat of the International Association for Cybernetics, Palais des Expositions, Place A. Rijckmans, Namur (Belgium).

The fees for attending the Congress have been fixed as follows :—Members of the International Association for Cybernetics...500, -BF.—Non-

tariat as soon as possible (and not later than February 1, 1970).

The definitive text must be handed in before August 1, 1970.

Members.....1,000, —BF.

No fees will be charged to the authors of papers.

Notice to Authors of Papers.

Authors of papers are requested to send the title and a summary of the paper to the Secretariat as soon as possible (and not later than February 1, 1970).

The definitive text must be handed in before August 1, 1970.

〔編集後記〕

- 31巻11号をお届けします。
学会直後に、編集委員としては最後のつもりで後記を書かせていただきましたが、編集幹事の委嘱を受けて、もうしばらく勤めさせていただくこととなりました。
- 去る4月編集幹事が交替して以来、編集内容が変ってきました。11月の編集委員会にそれがよく現われていましたので、一端をお伝えします。
- 次の大会における口演抄録には英文表題をつけていただくこととなりました。事務英文表題集として外国に紹介する意図によるもので、当番幹事とも打合済みとのことでした。
- アンケートの結果希望の多かった本誌特集に

“Biorhythm” を選ぶことになっていましたが、畠山委員を中心に着々と進捗しています。うまく行けば学会頃に発行されましょう。

○ 雑誌の装幀、用紙、活字等も検討しています。Impressive な表紙の design が、いくつか見本として提示されました。

しかし、「何よりまず内容」という声があったことも申すまでもありません。

○ 編集にも、論文（仕事）にも、新人が次ぎつぎに現われて、生理学をないしは医学・自然科学をリードしていただくように期待します。

○ 会則の検討は、J.J.P.、日本生理誌、生理学教育、科研費配分、事務所の移転等々、学会もようやく曲り角に立った感じです。会員の積極的な協力が必要かと思われまます。 (高橋 憲)

— 編 集 委 員 —

真 島 英 信 (幹 事)	市 岡 正 道	伊 藤 正 男
菊 地 録 二	高 橋 憲	戸 塚 武 彦
畠 山 一 平	望 月 政 司 (北 海 道)	星 猛 (東 北)
新 島 旭 (関 東)	東 健 彦 (中 部)	品 川 嘉 也 (近 畿)
入 沢 宏 (中・四 国)	栗 山 照 (九 州)	

附：正 誤 (31巻9号553頁，上田他，間歇的低温刺激……)
556頁の Fig. 5 の図と 557頁の Fig. 7 の図の交換

E-672A エルマ超微量炎光光度計 UF-1型

驚異的な微量のNaとKを

定量するエルマ超微量炎光光度計

本器は東大生理学部の御指導のもとに完成されたものです

本器の特長

1. 超微量の測定

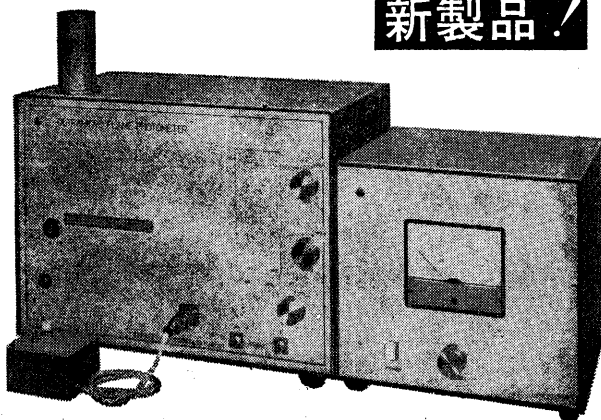
$$\begin{cases} \text{Na } 1\text{mEq}/\ell \times 10^{-9}\ell \\ \text{K } 1\text{mEq}/\ell \times 10^{-9}\ell \end{cases}$$

2. 稀釈操作不要

3. Na, K 同時測定

4. 再現性 $\pm 2\%$ 以内

新製品!



エルマ光学株式会社

東京都千代田区神田鍛冶町2-4

TEL (256) 0911 (代)

図書目録進呈・乞誌名明記

●文献1,200, 最新の知見を結集 最新刊

皮膚感覚

D.シンクレアー 著 東医歯大歯学部教授 市岡正道 訳

1,200余の文献を基として、生理学・解剖学・組織学・心理学をたて糸に、その歴史的展開・研究方法・感覚器と感覚系の形態と構成・感覚自体・皮膚感覚の知見の現状と将来の展望をよこ糸として、ヒトの皮膚感覚に関する現時点における知見を簡潔に述べたものである。皮膚感覚の確認されている点、未解決の点を明快に示しながら手際よくまとめあげ、さらに各項目ごとに要約し、できるだけ多数の用語や事項についても訳注を付している。

□内容□ 一般的な背景 主要な学説 VON FREYの説 HEVRY HEADの説 "ボタン"説 研究方法 解剖学的方法 生理学的方法 精神物理学的方法 数学的方法 神経装置 神経終末 解剖学 生化学 生理学 要約 一次感覚ニューロン 末梢神経の解剖学 興奮と伝導 刺激特異性と線維直径との関係 実験的神経ブロック 変性と再生 神経支配のボタン 中枢にみられる終末 要約 中枢伝導路 伝導路系 網様体 要約 感覚 末梢神経装置に対応する感覚の性質 終末器 要約 中枢神経装置に対応する感覚の性質 伝導路系統 網様体と視床 大脳皮質 要約 内視と感覚の性質 内視による分類 感覚の性質を弁別するための基礎 要約 刺激と感覚 閾(しきい) 感覚点 矛盾感覚 感覚の強さ 要約 空間因子 感覚の局在 2点弁別 連関感覚 幻影肢現象 要約 時間因子 反応時間 第2の痛感 感覚の持続 要約 一般的な展望 現在の学説と将来の研究 特異性説の見解 二元説の見解 ボタン説の見解 研究の将来像 要約

水と電解質

—細胞外液の化学的構成 その生理および病理—

J.L.ギャンプル 著 東大田坂内科 高橋忠雄 ほか訳

水分代謝の問題点をとりあげて平易に記述したもの。ここに随所に使った挿入図はすこぶる的確で、豊富な内容を単的に把握するに大いに役立つ。原書は研究者必読の入門書として世界中で歓迎されている名著。

第7版 B5判 168p/¥1,300 千90

環境生理学

東大教授 大島正光 著

光・振動などが人体に及ぼす影響を及ぼすかについて、豊富なデータを集めそれを種々な環境条件を設計するための資料に使えるようまとめられている。

B5判 194p/¥1,600 千90

医歯薬出版株式会社

東京都文京区本駒込1-7-10

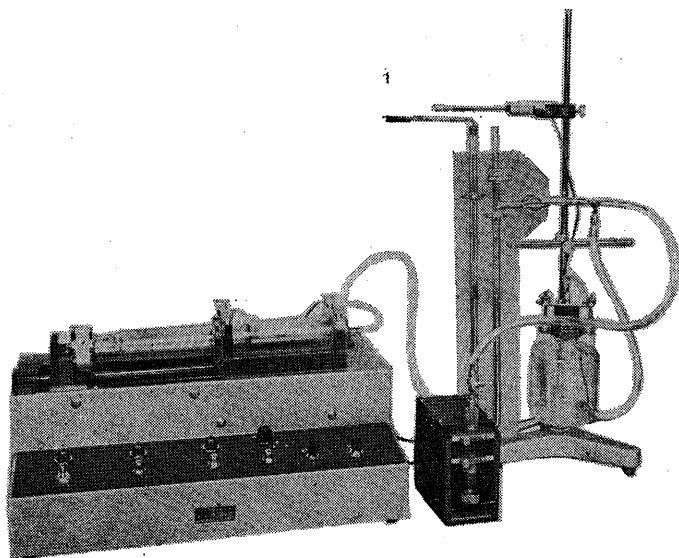
電話東京(03)944-3131(大代) 振替東京13816

A5判 396p/¥4,000 千90

HAFFNER法

鎮痛効果測定装置

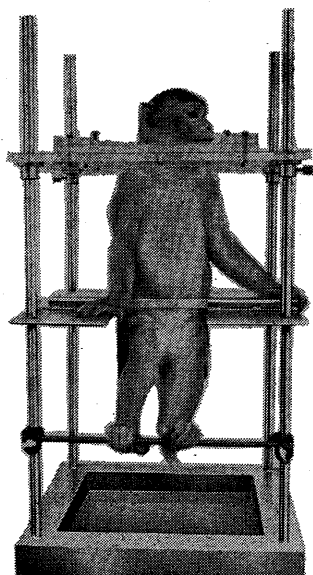
実中研 医学研究所 御指導



本装置は機械的刺激によるマウスの仮性疼痛反応閾値上昇から薬物の鎮痛効果を測定する装置であります。
尾部に加わる圧力はモーターにより加圧されマンメーターにより記録されますので常に一定の加圧速度が得られ、かつ反応閾値を記録紙上で求めることができます。

モンキーチェヤ

実験動物中央研究所
医学研究所 御指導



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

特別附属品

- チェヤ固定盤 600×600×21mm (木製)

特別附属品

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

使用目的

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

KANO 株式会社 野上器械店

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

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 31. No. 11 (1969)

Originals

- Yoshiaki Hayashi : Neurophysiological studies on the vomiting-The role of oropharyngeal stimulation643
- Toki Tabei : On the electric charge of the clothings and the body due to the friction between the clothings or the clothings and the skin653
- Michikazu Oshima : The pre-resting potential of frog myelinated nerve fibres663

Short communication

- Katsuhiko Doi, Akihiro Kuroshima and Shinji Itoh : Negative correlation between basal metabolic rate and plasma free fatty acid level in Ainu672
- Masato Miyoshi, Torashi Okamoto and Mamoru Sueki : Secretory pattern of organic components in the pilocarpine stimulated saliva of the dog674
- Tokuro Fukuda and Yasu-Ichiro Fukuda : Absence of hyponatremia in adrenalectomized cats without hormone treatment676

昭和四十四年十月二十日印刷

編者兼
集行人

東京都文京区本郷七丁目三〇一
号
東京大学医学部生理学教室内
真島英信

印刷者
印刷所

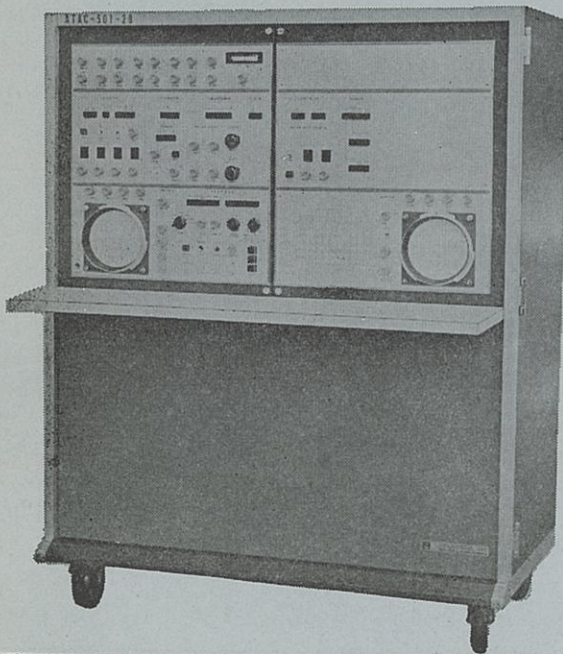
山形県鶴岡市山王町一四〇の二四
平田眞
鶴岡印刷株式会社

発行所

東京都文京区本郷七丁目三〇一
号
東京大学医学部生理学教室内
郵便番号一〇三
日本生理学会

定価
替東京
価八六
式百四
百三〇
円〇

光電 医学のあらゆる分野に活躍する



データ処理用電子計算機
ATAC-501-20型

主なプログラム

- 加算平均
- 時間ヒストグラム
- 振幅ヒストグラム
- メモスコープ
- プログラムプッシュボタン切換式
- On-line方式
- 出力アナログデジタル両方式
- 自己・相互相関
- 移送平均
- データ移送
- 微積分



日本光電工業株式会社
東京都新宿区西落合1-31-4 (953) 1181大代