

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

28巻 7号 1966

綜 説

鈴木正夫：通流電極第3作用補遺……………293

原 著

藤井一元・木村進匡：Achilles 腱反射描記法についての一考案……………302
越宗猪一郎：ウニ卵および再生肝の酸可溶性磷酸分画におよぼす筋肉 CORNIN の影響……………308
永井千恵・山内俊雄・島村宗夫：ラットの脊髓反射と脊髓・延髄・脊髄
反射について……………317

地方小学会報

第33回近畿生理学談話会ならびに生理学将来計画講演会……………323

短 報

〔要望〕上田五雨：談話会通知について……………333
〔生理学教育と研究〕本田良行：オランダに於ける生理学教育と研究の一経験……………333
〔書評〕高橋 應：Progress in Brain Research Vol. 16, Horizons in Neuropsychopharmacology, Edited by W. A. Himwich and J. P. Schadé (Elsevier Publishing Company, 1965)……………335
本間三郎：Nobel Symposium I: Muscular Afferent and Motor Control, edited by Ragnar Granit (Almqvist & Wiksell, Stockholm 1966)……………336
大木幸介：Diels-Alder Reaction, Organic Background and Physico-Chemical Aspects, by A. Wassermann (Elsevier Publishing Company, 1965)……………336
市河三太：Atlas of the Human Brain; D. H. Ford and J. P. Schadé 著. (Elsevier Publishing Company 1966)……………337
〔会報〕第5回生理学若手シンポジウム「諸外国の生理学研究と教育」開催……………338
第15回日本生理科学連合講演予定……………338
日本生理学雑誌の新編集委員委嘱……………338
会員異動……………339
〔編集後記〕……………339
正誤表 (28巻4～5号)……………340

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

新製品

実験動物飼育管理に理想的な

強力殺菌・消毒・洗浄剤

ハイクレーン10

●実験動物用ケージに!!

●動物施設に!!

●実験器具に!!

特長

- 殺菌力・洗浄力確実
- 安定性が大きく保存性優秀
- 毒性がない
- 使用法簡便
- 繊維類の生地を傷めない
- 経済性が高い

営業品目

動物	SPF・マウス SPF・ラット
飼料	CLEA固型飼料各種
ケージ	CLEAケージ各種
機械	自動ケージ洗滌機、オートクレーブ、自動給水装置、消毒機各種



CLEA

日本クレア株式会社

東京都目黒区上目黒6-1256 第2いなりビル Tel(719)7141(代)
大阪市西区江戸堀北通り2-25 とみたビル Tel(441)1362・1408

〔綜説〕 通流電極第3作用補遺 612.816.1

鈴木正夫*

Suplemento pri la tria efiko de trafluigaj elektrodoj

Masao Suzuki (*Profesoro Emerita, Unua Sekcio de Fiziologia Instituto, Medicina Fakultato, Tiba Universitato*)

Post siaj unuaj pristudoj pri elektrotonusa potencialo, intenseca, tempa kaj kruteca faktoroj en elektra eksitado, sinkotraŭanta klasifikado de eksctiĝaj sintenadoj de vivajoj kaj de ĉirkaŭaj kondiĉoj, la aŭtoro profundigis sian esploradon pri la t. n. tria efiko de trafluigaj elektrodoj, kaj publikigis 1955 la unuan revuon pri la efiko en Vol. 17 de ĉi-jurnalo. Sed ĉar la studoj pri ĝi estas deposte multe progresintaj, li nun verkis ĉi-tie la duan revuon pri la efiko.

En la unua parto li klarigis la trian efikon, prezentante ĝeneralajn trajtojn de la unua revuo, kaj poste li priskribis depostan progresadon de esplorado pri la tria efiko en sia instituto.

[J. Physiol. Soc. Japan (1966) 28, 293-301]

いとぐち

著者は初め橋田邦彦教授の指導の下に、有髄神経線維における電気緊張電位の分布を測定した(鈴木¹⁾1933)。そして続いてドイツの Gildemeister の下において、電気刺激傾き要素について研究した(鈴木²⁾1932)。帰朝後彼は千葉において電気緊張電位の研究も続けた(三浦³⁾1941)が、主として電気刺激傾き要素を中心としてその強さ要素、時間要素との関係につき研究し、度重なる総説(鈴木⁴⁾1937, ⁵⁾1938, ⁶⁾1943)、また論説(鈴木⁷⁾1950, ⁸⁾1951)に紹介されたような業績を発表した。そしてそれらの業績やその他内外の研究を検討し、それらの諸電気刺激要素、すなわち興奮性要素、または他の興奮態度は、興奮性形体を取囲む環境条件に従って相連関的に変化し、興奮性要素や興奮態度の側においても、環境条件の側においても、相対立する2群に分類することができることを認め、興奮性および環境条件の対立分類なる総説(鈴木⁹⁾1948)を発表した。

その後著者はその対立分類した環境条件のみに数え込んだ、いわゆる通流電極作用の探究を深め、これを通流電極の第3作用と命名して、その本質を考究すると共に、もろもろの興奮性

形体の興奮性諸値に対する作用を検討した。そして本誌第17巻にそれまでの所見を総説(鈴木¹⁰⁾1955)として発表し、またその後間もなく英文(鈴木¹¹⁾1966)および邦文(鈴木¹²⁾1966)の論説を公けにした。しかしこの通流電極第3作用の研究はその後も行なわれて、知識の展開されたところも少なくないので、その補遺としての本総説を発表する。

通流電極第3作用

前述の総説や論説に詳しいが、ここには簡単に第3作用を説明する(重要な人名は挙げるが、文献は前総説を参照されたい)。

神経、筋等の興奮性形体に直流電圧を通ずるとき、その陰陽両電極下の部分に起る生理学的性質(興奮性)の変化については、Pflüger (1859)の電気緊張(Elektrotonus)が最も有名で、陰極下における興奮性増大(閾値低下)と、陽極下におけるその減少(閾値上昇)が起るとなし、それぞれKathelektrotonus, Anelektrotonusと名づける。それはその後世界を通じて刺激生理学の鉄則の如く受取られ、電気治療にても基本法則の如く扱われた。しかしその発表の前にも後にも、これに反する所見は報告され、殊に強いまたは永い通流における陰極下の興奮性減少(閾値上昇)はWerigo (1883)により注目されて、抑圧性陰極作用(depressive Kathodenwirkung)

* 千葉大学医学部第1生理学教室

と名づけられた。これに対立する永い通流の陽極下における閾値低下そのものは容易に見られなかったが、種々の見地から細胞膜の生理学的状態を改善する作用が確かめられ、復旧性陽極作用 (restitutive Anodenwirkung) という表現が用いられた。その後 Scheminzky (1930) は筋の反復通流刺激の後のいわゆる転極効果 (Wendungseffekt) において、陰極下の興奮性減小、陽極下の同増大を観察し、また杉 (1936) は特殊装置の筋刺激において、陰極通流は最初閾値を低下せしめるが後正常より遙かに上昇せしめ、陽極通流は初め閾値を上昇せしめるが後これを低下せしめる事実を確かめた。

鈴木は前述の如く環境条件の一として、永い通流の陰極および陽極作用に注目していたが、その指導下の坂本 (1944) の実験において、神経における永き直流通流の陰陽両極下にて、電気緊張と反対方向の興奮性変化の起ることを実証する適当な方法、「中断法」(刺激直前短時通流中断法) を開拓し、また安藤 (1952) の実験においてこの中断法と、従来の実験方法たる「重合法」とを比較検討せしめた。そして直流通流はその陰陽両電極下の興奮性膜において、通流直後は陰極下興奮性増大、陽極下同減少なる、電気緊張に相当する変化を起すが、通流一定時間以後は両極下とも、それと方向が相反する興奮性変化を招来することを確かめ、この後者を起す作用を通流電極第3作用と名づけた (1949)。

興奮性形体に直流電圧を通ずるときは、その両電極下の膜に電気分極を生ずる。そして現下の生理学知識によれば、電氣的刺激の成立は一定の大きさの陰極性分極の成生に因る。従って閾下の大きさの直流通流の下にては、陰極下では小なる電圧で刺激が成立し、陽極下ではそのために大なる電圧を要するは自明である。電気緊張なる興奮性変化は正にその現われであり、電気緊張の原因は電気分極そのものであるといえる。然るに分極性 (polarigeblecto) すなわち

一定の電圧にて分極の起り得る大きさは、通流電極下にては変化する。陰極下にては興奮性膜が弛み、イオン透過性増大して分極性が減少し、陽極下では膜が固まり、イオン透過性減少して分極性増大することは、Bethe (1920), Ebbecke (1922) 以来知られたところで、鈴木¹⁾ (1933) 自身も見たが、その変化の時定数は分の次序である。上述第3作用による興奮性変化は時定数においてこれと一致する。一定の大きさの陰極性分極成生を電気刺激成立の原因とする上述の知識から、分極性減少は閾値上昇、分極性増大は閾値低下を来たすことは容易に理解できて、第3作用なる興奮性変化は分極性変化の

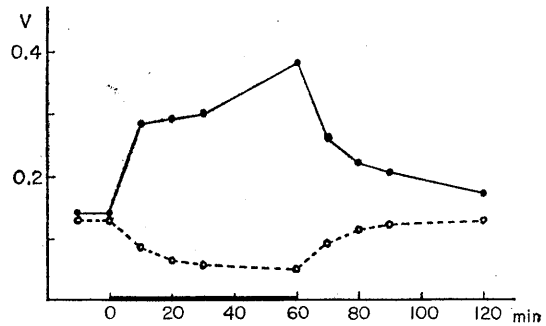


Fig. 1.

Ŝanĝoj en sojlo de nervo pro la tria efiko de trafluigaj elektrodoj (Interrompada metodo). Absciso prezentas tempon kun unuo de min., montrante per dika linio la daŭron de trafluigado, kaj ordinato la sojlon kun unuo de V. Blankaj cirkloj montras anodan kaj la nigraj katodan trafluigadojn.

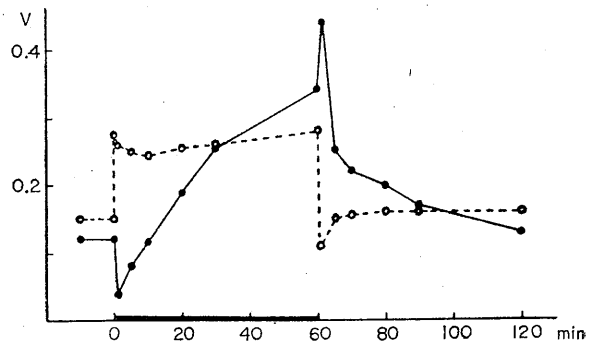


Fig. 2.

Ŝanĝoj en sojlo de nervo pro la tria efiko de trafluigaj elektrodoj (Superpozada metodo). La sama kiel ĉe Fig.1.

生理学的現われであることを見るのである。第3作用と名づけたのは通流電極の作用として、電気分極を第1、刺激作用を第2とし、分極性変化を第3としたに他ならない。

安藤¹³⁾ (1952) の中断法と重合法の比較をここに示す。中断法とは閾値決定のために刺激電圧を加える直前に通流回路を開き、刺激後直ちに閉じて次の刺激直前まで通流を保つ。これに反して重合法とは従前の方法であって、刺激電圧は通流電圧と重合して加えるのである。第1図は中断法の成績であるが、見るが如くに閾値は陰極通流間には漸次上昇し、陽極通流間には漸降する。そして通流断絶後は漸次元に戻る。然るに重合法 (第2図) においては陰極通流にて、通流直後は閾値低下してその後漸昇し、平常値を遙かに上廻るに至る。陽極通流にては通流直後閾値上昇し、その後は漸降の傾向を示すがその程度間もなく減退し、更に後期には上昇にさえ傾く。通流断絶に際しては両極下とも、一時的の反発の後平常値に戻る。この通流直後の陰極下低下、陽極下上昇は電気緊張による閾値変化であり、重合法では通流電圧存在のまま刺激するのであるから、分極は実在しており電気緊張を見るのは当然である。その後閾値が陰極下では上昇、陽極下では低下を始めるのは第3作用によるのであるが、中断法におけるが如く美しく現われないのは、分極の存在によりその現われが遮蔽されるためである。この遮蔽が陰極下では漸次弱体化して、第3作用が著るしく現われるのは、陰極下では分極性が減少するため、陰極性分極自身が弱体化し、その遮蔽が減衰するためである。陽極下では遮蔽が漸次強化されて、閾値低下が上昇にさえ傾くのは、陽極下では分極性が増大して陽極性分極が強化され、陽極電気緊張が強化されるためである。かくの如く重合法に際しての電気緊張の第3作用遮蔽の両極間における差異も、第3作用自身にて説明されるのであって、中断法により始めて分極自身を除外し、分極性変化なる第3作用による閾値変化が見られるのである。また従前の実験はすべて重合法によっており、それにては

いわゆる抑圧性陰極作用のみが観察されて、これと対立する陽極下の閾値低下が見逃されていた理由が、この比較によって明かになるのである。

鈴木¹⁰⁾ の教室においてはその後、神経、筋の絶対不応期、攣縮高、開放刺激閾値、興奮伝導速度、 $i-t$ 関係、また皮膚の分極性、皮膚電気反射等の種々なる現象に対する第3作用が観察された。また大阪大学放射線教室 (西岡時雄教授) の低周波 (直角脈波) 電流による電気治療において、第3作用に従っての治療電極の極性選択が有効なことが指摘 (1950) されて以来、初め西岡、鈴木両教室、後 (1953~54) には文部省科学試験研究費による全国12教室の、低周波治療と第3作用についての共同研究が行なわれた。鈴木¹⁰⁾ の教室においては主として、低周直角脈波通流における第3作用、および低周直角脈波電流による人体における刺激生理学的研究が行なわれた。

以上が通流電極第3作用についての総説の主要であるが、その鈴木¹⁰⁾ (1955) 中に当時掲載予定として文献中に挙げられた宮田¹⁴⁾、西村¹⁵⁾、鈴木と西村¹⁶⁾、奥田¹⁷⁾、山中¹⁸⁾、熊坂¹⁹⁾、大倉²⁰⁾ の発表頁数を、末尾文献中に挙げる。

第3作用のその後の研究

宮田¹⁴⁾ (1956) は前総説にても触れられたが、それは最初の所見についてであった。彼はその当時英独の学者が見た神経上膜除去の神経幹が、通常の神経幹と異なる興奮態度を示す事実から、中断法と重合法による通流第3作用の閾値変化観察を、除鞘神経と通常神経とにて比較したのであった。通流電圧の小なるときは、中断法でも重合法でも両種神経にての所見は大差ないが、電圧の大なるときは陰極通流に際して、中断法でも重合法でも通常神経にては閾値上昇が途中から、指数函数的経過より逸脱して急昇する傾きがある (上述安藤¹³⁾ の場合も見られた) が、除鞘神経では起らないか程度が弱い。陽極通流 (中断法) にても低下した閾値曲線に微細な不規則性があるが、除鞘神経では少

なくなる。しかし全然なくなりほしないことを見た。斎藤²¹⁾ (1957) は低周脈波通流の第3作用が、前総説の頃は人体内の神経、筋について見られたに比し、摘出神経筋標本刺激について実験した。そしてその作用は脈波周波数大なる程著しいことを見、また直流通流と比較するに脈波通流の方が効果の小なることが見られた。しかしこれは閾値測定法によったのであり、それに反して一定弱刺激にて発生する活動電位の大きさを示標として興奮性変化を測れば、脈波通流の方が効果大なることを示し、前述周波数の影響と共に、神経幹内にも有容量介在物の存

在することの証とした。

佐藤²²⁾ (1958) は Pflüger の攣縮法則に対する直流通流第3作用を検討した。そして本法則にいわゆる弱、中、強の電圧効果に対し、刺激電圧と通流電圧との方向に関しての第3図の如き4つの組合せにおいて、図に示される影響を与えるのを見た。その組合せ中 (1) と (3) とは両電圧の電極名が一致する場合、(2) と (4) とはその相反する場合であるが、前の一対にて弱効果閾上昇、中効果閾低下、後の一対にて弱効果閾低下、中効果閾上昇の起ることは、各電極における弱効果 (閉鎖刺激) 閾、中効果 (開放刺

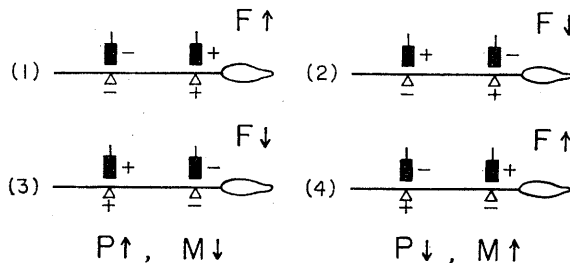


Fig. 3.

Ŝanĝoj en sojloj de efikoj de la kontrakada leĝo pro trafluigaj elektrodoj laŭ kombinoj de trafluiga kaj stimulado elektrodoj. P, M kaj F montras la sojlojn de malforta, mezforta kaj forta efikoj, respektive, de la leĝo, kaj ↑ kaj ↓ altiĝon kaj malaltiĝon de la sojlo respektive. La sube presataj ŝanĝoj respondas al la supredeseĝnita paro de kombinoj respektive.

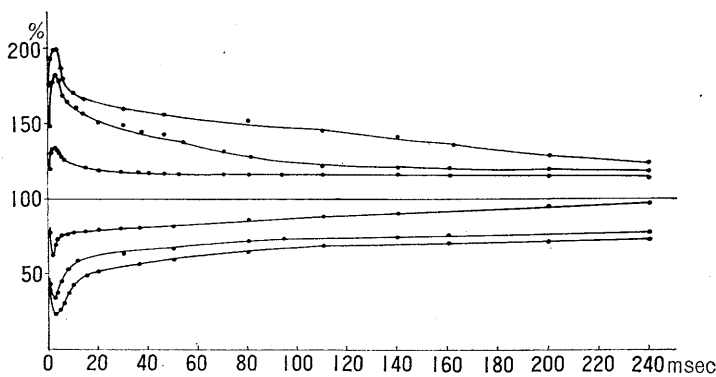


Fig. 4.

Ŝanĝoj en ekscitebleco de nervo post malfermado de trafluiga kurento dum 2 sec. Absciso prezentas tempan intervalon inter malfermado kaj stimulado en msec., kaj ordinato altecon de agada potencialo elvokita per iu certa submaksimuma stimulo en % de normala valoro. Supra duono montras grandiĝon en ekscitebleco pro anoda trafluigado kaj la malsupra ĝian malgrandiĝon pro la katoda. Trafluiga potencialo estas ĉe de supra kurblinio al la malsupraĵ respektive 300, 200, 100, 100, 200 kaj 300 mV.

激) 閾に対する通流第3作用として当然の結果である。然るに強効果, すなわち遠心極(筋に近い電極)にて刺激電圧開閉により起る事が近心側からの興奮伝導を遮断する効果, の閾値は図の如く変化する。これを見ると4つの組合せのどれにても, 遠心極における弱中効果閾と反対方向の変化である。この事実から強効果に対する第3作用は, その際の分極成生消失の大きさや速度に影響するのでなく, 刺激電圧開閉によって生ずるブロック作用を, 陰極はイオン透過性増大により促進, 陽極はその減少により抑制するのであることが明かとなった。

この佐藤の成績にヒントを得て荻野²³⁾(1958)は, 種々の麻酔剤のブロック作用に対する通流電極第3作用を観察した。すなわちコカイン, ウレタン, 抱水クロラル, クロレトン, 蒸留水, ブドウ糖, 塩酸による麻酔部に陰極または陽極通流を施して, 消滅時間に対する影響を検した。そしてすべての麻酔剤の消滅時間を第3作用陰極は短縮, 陽極は延長することを見, 麻酔剤のブロック作用も第3作用陰極と同一の機序によるとした。

大浜²⁴⁾(1958), 鈴木と大浜²⁵⁾(1959), 鈴木²⁶⁾(1960)は神経通流開放後の両極部興奮性変化を詳細に追及して, 中断法が正に第3作用を測定し得ることを証明した。電気緊張においては通流開放後瞬間的ではあるが, 通流中のものと反方向の興奮性変化の両極下で起ることが最初から知られ, これは分極原電圧(通流電圧)開放後の脱分極による逆電流のための現象であるが, 第3作用による変化と同一方向であるため, 第3作用とはこれを見ているのでないかと疑う学者もあった。この実験はそれに対するもので, 一定通流電圧開放後の両極下の興奮性変化を細

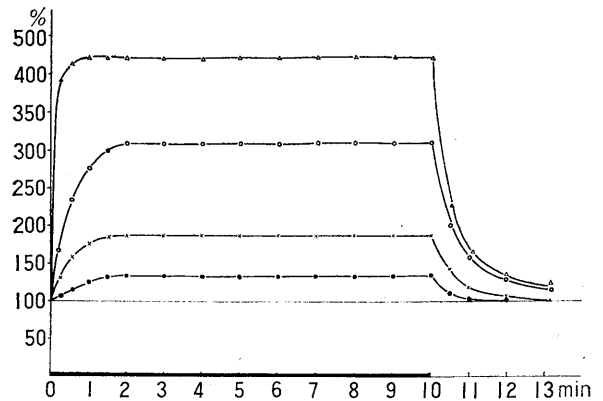


Fig. 5.

Grandiĝo de ekscitebleco de nervo pro anoda trafluigado. Absciso prezentas la samon kiel ĉe Fig. 1. kaj ordinato la samon kiel ĉe Fig. 4. Trafluiga potencialo estas de supre malsupren 400, 300, 200 kaj 100 mV.

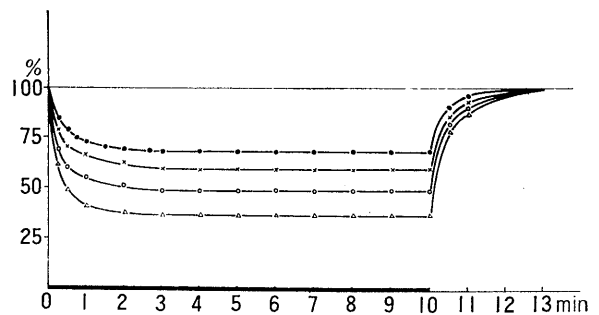


Fig. 6.

Malgrandiĝo de ekscitebleco de nervo pro katoda trafluigado. La sama kiel ĉe Fig. 5. Trafluiga potencialo estas de supre malsupren 100, 200, 300 kaj 400 mV.

かい時間的経過で観察し, その目的に適うため斎藤²¹⁾の如く, 一定の最大下刺激によって発生して伝導された活動電位の大きさ測定の方法によった。彼等によれば興奮性は開放後陽極下では増大, 陰極下では減少する(第4図)が, その変化は1~2 msecで極大に達しその後減弱する。その減弱に2種あり, 一方は数 msecの時定数で減弱するが, 他に20~200 msec後も相当量に残る変化がある。最初の変化速かなものは逆電流効果であり, 後に徐ろに変化するものが第3作用によるものであることは, 分極自身と分極性変化の時定数から見て明かである。彼等

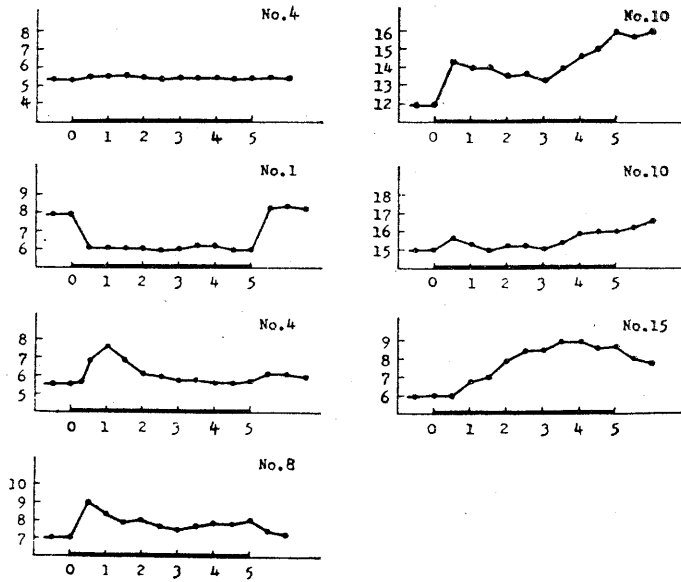


Fig. 7.

Ŝangoj en batfrekvenco de koro pro trafluiga anodo. Absciso prezentas la samon kiel ĉe Fig. 1. kaj ordinato nombron de korbatoj dum 30 sec. Ĉiu grafiko montras, en ordo de supre malsupren en maldekstra duono kaj poste sammaniere en la dekstra, tipecan ekzemplon ĉe plifortiĝantaj trafluigaj potencialoj.

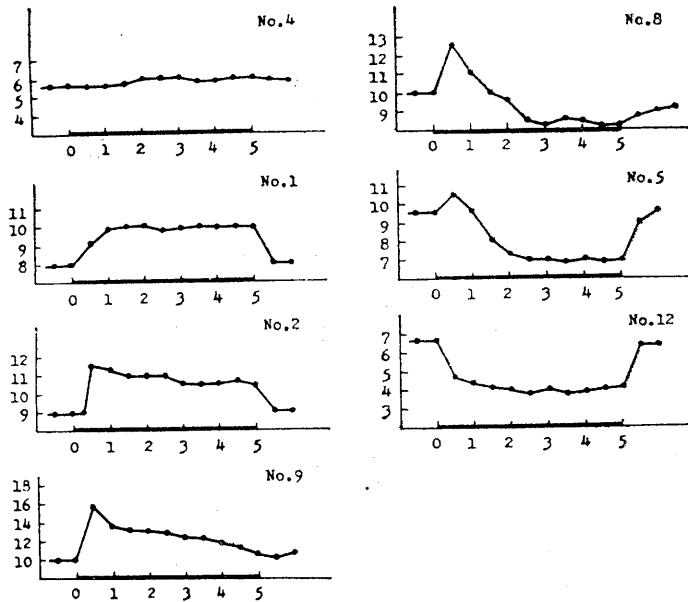


Fig. 8.

Ŝangoj en batfrekvenco de koro pro trafluiga katodo. La sama kiel ĉe Fig. 7.

は更に中断時間 250 msec の中断法を用い、活動電位法によって永い通流中および断流後の興奮性変化を測定した。第5, 6図がその結果であるが、通流陽極による興奮性増大、陰極による同減少は通流中および断流後の経過に関し、先に安藤¹³⁾、宮田¹⁴⁾により閾値法で得られたと同様の曲線であり、むしろ宮田¹⁴⁾の項で述べた如き一定の誤差を内蔵する閾値法に比し、本図は第3作用による興奮性変化を理想的に表現したものと見るべきである。

石井²⁷⁾ (1959) は神経において通流電極 I およびそれより 2 mm ずつ順次に距たる II, III, IV なる電極下にて、第3作用による興奮性変化を測定比較した。その測定には閾値法と活動電位法を併用したが、閾値法では測定に要する時間の関係で2つの電極間しか比較できず、多数系列の実験成績を総合して比較した。そのいずれにおいても興奮性変化の大きさが、陰陽両極下とも神経の長さに従って指数函数的に漸減して分布されていることが見られ、第3作用が神経膜の分極性変化に因って起っていることの証とされた。

坪井²⁸⁾ (1959) はヒキガエル心臓の種々の切截標本を隔絶箱に固定して、通流第3作用を検した。心尖部隔絶心室筋標本、房室間隔絶心房筋標本にては収縮の大きさ、静脈洞間隔絶心房筋標本では拍動数の変化が見られたが、いずれにおいても、通流の始めまたは弱いときは陰極通流にて増大、陽極通流にて減少が起り、通流の時間や強さの大なるときその反対の効果が見られ、前者が電気緊張、後者が第3作用の現われなることを知る。第7, 8図にその第3の場合たる音頭取り部分通流の効果の例を示す。大庭²⁹⁾ (1959) はやはり心臓に対する第3作用を全心臓通流にて観察しようとし、心房、心室部通流の効果も見したが変化余り大ならず、音頭取り部分通流に際して拍動数変化著しきを見、活動電位記録によって第3作用効果を観察した。そして陰極通流にては強度小なるときは始め拍動数増加するが後減少し、強度大なるときは始めから減少し、陽極通流にては強度小なるとき始

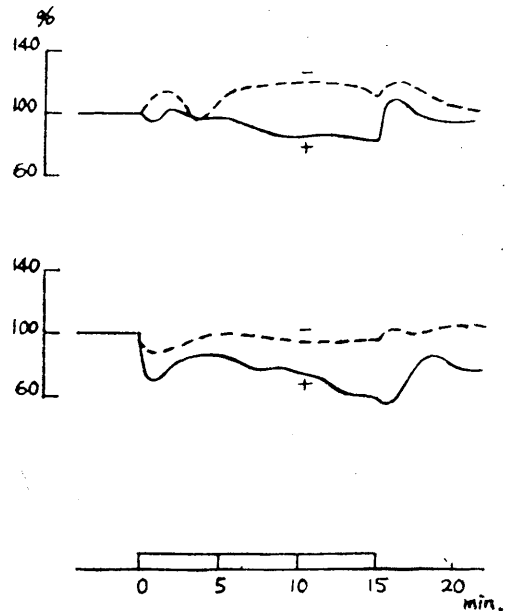


Fig. 9.

Ŝanĝoj en fotoelektra pletozogramo de homa mez-fingro administrita per atropino pro trafluigado de rektangula pulsokurento. 2 ekzemploj de 15 minuta trafluigado per kurento de 15 c/s kaj 2 mA. Ordinato prezentas ŝanĝon en % de normala alteco.

め減少して後増加、強度大なるときは始めから増加し、いずれも断流と共に元に戻るを見た。これ陰、陽極第3作用により興奮性が、それぞれ減少、増大することに因るに他ならない。

この心臓機能に対する第3作用観察においては自律神経に対する作用も含まれると見得るし、この作用については従来臨床的の報告(八田その他³⁰⁾, 1958)があるが、島村³¹⁾ (1959) は人体中指、ウサギ耳介につき血管運動神経に対する第3作用を光電容積脈波計にて検討した。正常の場合は血管収縮、同拡張神経が同時に通流の影響を受けるため一定の成績が出ないので、人体ではアトロピン服用により拡張神経を抑制して実験するに、中指脈波が陽極通流にて減少し、陰極通流にて増大することを見る(第9図)。またウサギでは交感神経切除後7~10日に実験すれば、耳介脈波が陽極通流にて増大し、陰極通流にて減少する(第10図)。これにて血管収縮神経も同拡張神経も、陽極通流にて興

奮性増大し、陰極通流にて減少して、通流第3作用は自律神経系にも効果の明かなことを見るのである。

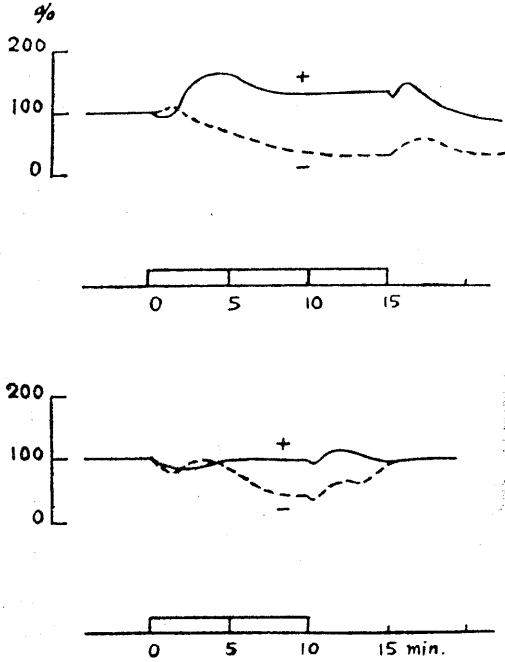


Fig. 10.

Ŝanĝoj en fotoelektra pletismogramo de orelaŭriklo de simpatektomita kuniklo. La sama kiel ĉe Fig. 9.

鈴木と加濃³²⁾ (1962), 加濃³³⁾ (1964) はザリガニ巨大神経線維に微小電極を刺入し、長時間(3分)通流する際の興奮膜の電位、抵抗の変化、電流電圧曲線の変化等を詳しく観察した(第11図)。そこでは前述の分極性変化と一致する所見が得られ、また陰極通流にては活動電位発生 の消滅を、陽極通流にてはその発生のための電位レベル低下を見た。鈴木と鈴木³⁴⁾ (1963) には通流電極3作第用の大体が独文にて紹介され、鈴木次郎が行なった日本各大学外科学教室における電気治療に関するアンケートの結果が、現時日本における電気治療の大勢を示すものとして表示された。

最近内外の業績を案ずるに、諸興奮性形体に対して過分極(陽極通流)が興奮性に積極的の、そして脱分極(陰極通流)が興奮性に消極的影響を与えることは、ほぼ常識と考えることができる。例えば Eccles et al.³⁵⁾ (1962) はネコ脊髓を前後に通流して、運動ニューロンや神経線維より導出する活動電位につき、陰陽両極通流に上述の効果を観察し、檜橋³⁶⁾ (1964) はエビ巨大神経の活動電位につき同様の所見を得ているが、これらは第3作用と方向が一致するといふことができる。

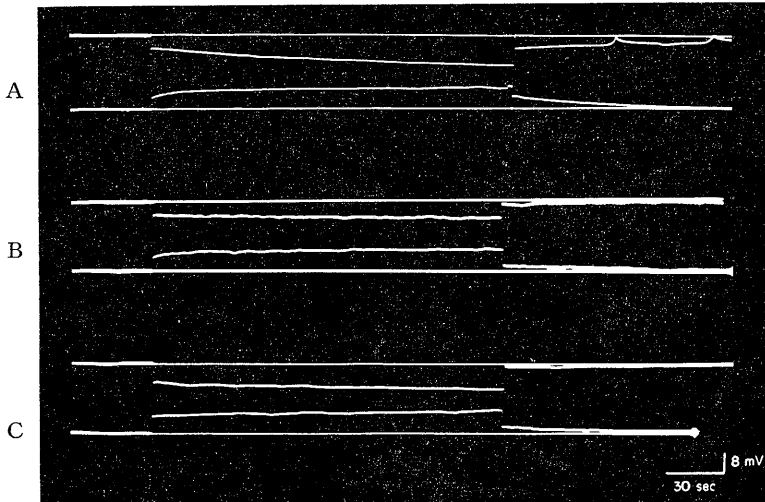


Fig. 11.

Ŝanĝoj en membrana potencialo de giganta aksono de *Cambarus* pro trafluigado de rekta kurento. Ŝanĝoj de tri fibroj A, B kaj C. Ĉe ĉiu registroparo la supra kaj malsupra montras anodan kan katodan trafluigadon respektive, kaj la ŝanĝiĝo supren signifas depolariĝadon.

文 献

- 1) Suzuki, M. (1933) Beiträge zur Kenntnis der elektrotonischen Ströme. I. u. II. Mitt. Jap. J. med. Sci., Biophysics **2**, 307-345, 347-423
- 2) Suzuki, M. (1932) Nutzzeitmessung bei exponential ansteigenden Strömen und ein Erklärungsversuch der Einschleichvorgänge. Pflügers Arch. **230**, 363-380
- 3) 三浦隆蔵 (1941) 中等度速度を以てせる電気緊張電流の測定 日本生理誌 **6**, 239-251
- 4) 鈴木正夫 (1937) 電気刺激に於ける三要素 千葉医学会誌 **15**, 第2部 361-371
- 5) 鈴木正夫 (1938) 電気刺激に於ける強まり要素に就いて 日新医学 **27**, 1565-1598
- 6) 鈴木正夫 (1943) 電気刺激に於ける強まり要素の研究 日本生理学評論 **2**, 113-129
- 7) 鈴木正夫 (1950) 刺激と興奮 (電気刺激における興奮法則探究の発展) 生理学の進歩 **1**, 1-64 南条書店 東京
- 8) 鈴木正夫 (1951) 電気の刺激作用 生理学講座 2-1-B, 1-97, 中山書店 東京
- 9) 鈴木正夫 (1948) 環境条件と生体興奮態度 日新医学 **35**, 192-198
- 10) 鈴木正夫 (1955) 通流電極の作用について 日本生理誌 **17**, 223-234
- 11) Suzuki, M. (1956) The action of polarizing electrodes. Modern Electrotherapy, 1-30, Japan Society for Promotion of Science, Tokyo.
- 12) 鈴木正夫 (1956) 電気生理学より見たる電気治療 電気治療 1-46 文光堂 東京
- 13) 安藤 毅 (1952) 神経並びに筋に於ける直流通流電極作用の研究 日本生理誌 **14**, 1-9
- 14) 宮田 誠 (1956) 神経上膜除去神経における通流電極第3作用 日本生理誌 **18**, 437-446
- 15) 西村文夫 (1955) 神経における直流通流第3作用の強さ一期間曲線におよぼす影響について 日本生理誌 **17**, 462-471
- 16) Suzuki, M. and Nishimura, F. (1956) The third effect of polarizing electrodes on the strength-duration-curve of nerve. Jap. J. Physiol. **5**, 343-348
- 17) 奥田八雄 (1955) 家兔皮膚電気分極と通流電極第3作用 日本生理誌 **17**, 753-760
- 18) 山中 和 (1957) 人体神経および筋の電気刺激閾値に関する研究, V-t 曲線について 日本生理誌 **19**, 444-452
- 19) 熊坂年成 (1956) 人体神経筋の陽極開放閾値に関する研究 日本生理誌 **18**, 79-89
- 20) 大倉淳男 (1957) 興奮伝導に対する通流電極第3作用 第1報 第2報 日本生理誌 **19**, 383-387 388-392
- 21) 斎藤次郎 (1957) 低周直角脈波通流の神経閾値および活動電位におよぼす影響について 日本生理誌 **19**, 1291-1300
- 22) 佐藤晴美 (1958) 攀縮法則と通流電極第3作用 日本生理誌 **20**, 105-114
- 23) 荻野正之 (1958) 通流電極第3作用と麻酔について 日本生理誌 **20**, 296-306
- 24) 大浜博利 (1958) 神経活動電位発生に対する通流第3作用について 日本生理誌 **20**, 713-722
- 25) Suzuki, M. and Ohama, H. (1959) The third effect of polarizing electrodes and counter current effect of electrotonus. Jap. J. Physiol. **9**, 178-189
- 26) Suzuki, M. (1960) Kritiko de interrompada metodo pri ĝia kapableco por mezuri la trian efikon. Medicina Revuo **5**, 37-44
- 27) 石井邦夫 (1959) 通流電極第3作用による興奮性変化の神経の長さに従っての分布 日本生理誌 **21**, 742-752
- 28) 坪井健次 (1959) 心臓に対する直流通流第3作用について 低周波医学 **3**, 49-58
- 29) 大庭 博 (1960) 心臓機能に対する通流電極第3作用 低周波医学 **3**, 139-157
- 30) 八田 秋・小泉 昇・安藤太介 (1958) 低周波の自律神経系におよぼす影響 低周波医学 **1**, 84-93
- 31) 島村安雄 (1959) 容積脈波より見た通流電極第3作用 日本生理誌 **21**, 1321-1329
- 32) Suzuki, M. and Kano, M. (1962) Changes of nerve membrane under polarizing electrodes: the third effect of polarization. Proc. intern. Union physiol. Sci., Leiden **2**, 789
- 33) 加濃正明 (1964) 電気通流によるザリガニ巨大神経線維の膜抵抗変化 千葉医学会誌 **40**, 412-425
- 34) Suzuki, M. u. Suzuki, J. (1963) Die dritte Wirkung der Durchströmung als Grundlage der modernen Elektrotherapie und der gegenwärtige Stand der Elektrotherapie in Japan. Elektromedizin **8**, 65-71
- 35) Eccles, J. C., Kostyuk, P. G. and Schmidt, R. F. (1962) The effect of electric polarization of the spinal cord on central afferent fibres and on their excitatory synaptic action. J. Physiol. **162**, 138-150
- 36) Narahashi, T. (1964) Restoration of action potential by anodal polarization in lobster giant axon. J. cell. comp. Physiol. **64**, 73-96

Achilles 腱反射描記法についての一考案 612. 833 : 612. 612. 014. 421

藤 井 一 元・木 村 進 匡*

A method for recording the Achilles tendon reflex

Kazumoto Fujii and Nobumasa Kimura (*Department of Physiology, University of Hiroshima Medical School, Hiroshima*)

A new method for recording the Achilles tendon reflex has been devised for application to the physiological practice of the students and clinical uses were examined. The Achilles tendon reflex in seventy-two student (20~23 years old) with the tambour method and the straining gauge method.

The reflex times of the Achilles tendon reflex which were measured by tambour method and the straining gauge method, were 55~79 msec. (average 62 msec.).

The periods of the contraction phase which were measured by the straining gauge methods were 120~159 msec. (average 135 msec.), and the periods of the relaxation were 200~499 msec. (average 370 msec.) (straining gauge method).

This methods may be applied not only for recording the Achilles tendon reflex, but also for recording the other tendon reflexes. [J. Physiol. Soc. Japan (1966) 28, 302-307]

緒 言

腱反射の機序は、生理学講義上重要な部分を占めており、亦、体制神経系の機能検査法として臨床的にも甚だ重要である。反射の機械曲線の描記法については従来種々の考案がなされている。すなわち Chaney¹⁾ (1924) がゴム囊タンブール法を発表して以来、Lambert²⁾ (1951) の Straining gauge 法、Lawson³⁾ (1958) の電磁誘導法、Gilson⁴⁾ (1959) の光電法、Durkalec⁵⁾ (1964) の共振(電気容量変換)法等が報告されているが、これらの方法には、反射時測定の起点となる刺激時点の記録が出来ないもの、或は記録操作が複雑である等の難点がみられるようである。自分らは、ヒトの Achilles 腱反射の機械曲線を簡単に描記出来る装置を考案し、これを学生の生理学実習並びに臨床検査に応用しようと試みたので以下報告する。

実 験 方 法

1. タンブール法

Achilles 腱叩打による下腿三頭筋の反射的収

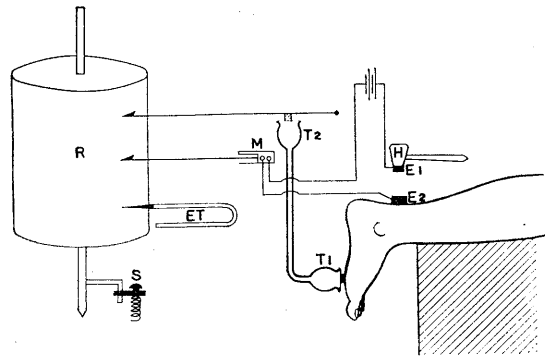


Fig. 1.

The tambour method for recording the Achilles tendon reflex.

- E₁, E₂ switch
- ET electromagnetic tuning fork
- H hammer
- M electromagnetic signal
- R rotatorium
- T₁, T₂ tambour

縮で起る足底の変位でタンブールのゴム膜を圧迫し、その際の圧の変化を空気伝導で第2のタンブールに導き、これを rotatorium に描記させた。この装置の概要を図示すると Fig. 1 のようである。

すなわち、(1) 被検者を腹臥位にさせ下腿を伸展させるか、または一側下肢で起立させ被検下肢の膝関節を直角に曲げ下腿の前面を台につ

* 広島大学医学部第2生理学教室
〔昭和41年4月11日受付〕

けさせる。いずれも足関節以下は自由にしておく。(2) Achilles 腱叩打部にスイッチの一極 E_2 (10×20mm の薄い銀板、皮膚接触面は絶縁テープで絶縁してある) をセロテープで固定する。打腱槌Hの叩打面にスイッチの一方の極 E_1 (5×10 mm の銀板を貼りつけ、電池— E_1 , E_2 —電磁シグナルMの回路をつくる。これによって刺激の時点が記録される。(3)受容タンブール T_1 のゴム膜面の圧子を足底小指球部に軽く触れる程度に接着させる。Achilles 腱叩打により下腿三頭筋の収縮がおこると足関節の底屈によって T_1 を押し、これが空気伝達で T_2 に伝わり反射運動の機械曲線が描記される。(4) T_2 , M, 電磁音叉 ET (100 c/s) のそれぞれの書尖を rotatorium にセットする。(5)検者は片手に打腱槌を持ち、一方の示指を rotatorium の始動子Sに置き、これを腱叩打より一瞬早く押し Achilles 腱叩打を行なうと Fig. 3 のような曲線が得られる。

II. Straingauge 法

Fig. 2 はタンブール法に於ける T_1 の部分を straingauge に換え、Achilles 腱反射の機械曲線を ink writing oscillograph で描記する装置の概要を示したものである。

この装置の反応受容部は、1.5×25×200 mm のプラスチック板の一端を固定し、固定部から約 40 mm 隔った部位に 120 Ω の straingauge を貼ったものである。Straingauge は bridge box→electriomanometer→DC Amp. を経て ink writing oscillograph に接続する。打腱槌 (H) によって Achilles 腱を叩打し、前述と同様に電池— E_1 , E_2 —DC Amp. の回路がつくられる。このさい足関節の底屈で

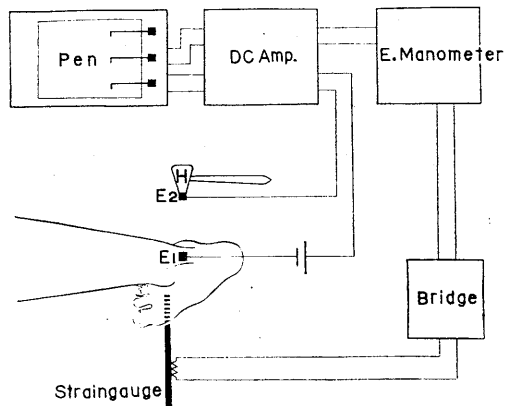


Fig. 2.

The straingauge method for recording the Achilles tendon reflex.

Bridge	Nihon Kodan Co. SR-JA (120 Ω)
DC Amp.	Nihon Kodan Co. AD 2-22
E_1 , E_2	switch
E. Manometer	Nihon Kodan Co. MP-3 A
H	hammer
Pen	Nihon Kodan Co. WI-130
Straingauge	120 Ω

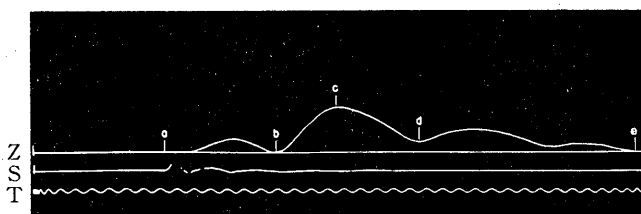


Fig. 3.

The mechanical curve of the Achilles tendon reflex which was recorded by the tambour method.

Z	mechanical curve of the tendon reflex
S	signal
T	time (10 msec)
a-b	reflex time
b-c	phase of contraction
c-d	phase of relaxation
d-e	elastic wave

プラスチック板に歪が生じ、straingauge の抵抗値が変化する。この電気的変化が増巾されて Fig. 5 のような Achilles 腱反射の機械曲線が描記される。

実験成績

1. Fig. 3 はタンブール法で描記した健康男子の Achilles 腱反射の機械曲線で、Z は下腿三

頭筋収縮による足の反射運動曲線, Sは刺激時点を示す signal, Tは時間で1 cycle が 10 msec である。

踵叩打時点より 16 msec おくれて踵叩打による人工波があらわれ, 続いて反射性の収縮相, 弛緩相, さらにそのあとにゴム膜等伝達系による弾性振動波が生じた。弛緩相を一応弾性振動波があらわれる直前の時点までとしてみると c-d で 48 msecであった。この例の反射時は a-d

で 64 msec, 収縮相は b-c で 46 msec であった。

Table 1 は, 生理学実習で大学生53名についてタンブール法で検査したもののうち, 比較的実施要領に習熟したものが行なった22例の成績を表示したものである。すなわち反射時は36 msec から 122 msec までの間にあったが, 60 msec から 79 msec の間のものが12例で最も多く認められた。収縮相は 28 msec から 65 msec の間にあったが30 msec から49 msec のものが最も多く 14 例を認めた。弛緩相は 23 msec から 50 msec の間にあったが23 msec から 39 msec のものが最も多く17例が認められた。しかし, 収縮相, 弛緩相については伝達系の固有振動による誤差が大きいため採用しない。反射時の成績を histogram で示すと Fig. 4 のようである。

Table 1.
The periods of the phases of the Achilles tendon reflex among 22 students which were measured by the tambour method

Reflex time		Phase of contraction		Phase of relaxation	
Duration (msec)	Examples	Duration (msec)	Examples	Duration (msec)	Examples
36	1	28	1	23-29	7
50-59	2	30-39	8	30-39	10
60-69	4	40-49	6	40-49	4
70-79	8	50-59	4	50	1
80-89	3	60-65	3		
90-99	3				
122	1				

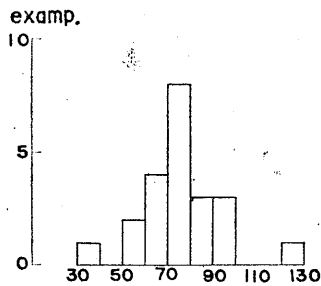
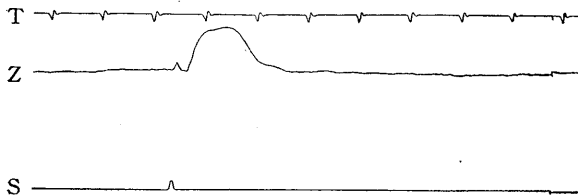


Fig. 4.

The distribution of the periods of the reflex time among 22 stu-



上の図を304頁 Fig. 5. の上にお貼り下さい

recorded by the straingauge method.

From the top downwards : time (200 msec), mechanical curve, and signal.

II. Fig. 5 は Fig. 3 の被検者と同一被検者について, strain-gauge 法で描記した Achilles 腱反射の機械曲線で, 上から時間 (T, 200 msec), 機械曲線 (Z), 刺激時点を示す signal (S) である。この例の反射時は 64 msec, 収縮相160msec, 弛緩相164msec であった。

また Table 2 は straingauge 法で描記した大学生52名の機械曲線について, 反射時, 収縮相, 弛緩相の各測定値を表示したものである。

すなわち, 反射時は 52 msec から 80 msec の間にあり, その中 60 msec から 64 msec の例が最も多く (25例), 次いで55msec から 59 msec のもの (14例), 65 msec から 69 msec のもの (10例) が多く認められ, その平均

頭筋収縮による足の反射運動曲線, Sは刺激時点を示す signal, Tは時間で1 cycle が 10 msec である。

腱叩打時点より 16 msec おくれて腱叩打による人工波があらわれ, 続いて反射性の収縮相, 弛緩相, さらにそのあとにゴム膜等伝達系による弾性振動波が生じた。弛緩相を一応弾性振動波があらわれる直前の時点までとしてみると c-d で 48 msecであった。この例の反射時はa-d

で 64 msec, 収縮相は b-c で 46 msec であった。

Table 1 は, 生理学実習で大学生53名についてタンブール法で検査したもののうち, 比較的实施要領に習熟したものが行なった22例の成績を表示したものである。すなわち反射時は36 msec から 122 msec までの間にあったが, 60 msec から 79 msec の間のものが12例で最も多く認められた。収縮相は 28 msec から 65 msec の間にあったが30 msec から49 msec のものが最も多く 14 例を認めた。弛緩相は 23 msec から 50 msec の間にあったが23 msec から 39 msec のものが最も多く17例が認められた。しかし, 収縮相, 弛緩相については伝達系の固有振動による誤差が大きいため採用しない。反射時の成績を histogram で示すと Fig. 4 のようである。

Table 1.
The periods of the phases of the Achilles tendon reflex among 22 students which were measured by the tambour method

Reflex time		Phase of contraction		Phase of relaxation	
Duration (msec)	Examples	Duration (msec)	Examples	Duration (msec)	Examples
36	1	28	1	23-29	7
50-59	2	30-39	8	30-39	10
60-69	4	40-49	6	40-49	4
70-79	8	50-59	4	50	1
80-89	3	60-65	3		
90-99	3				
122	1				

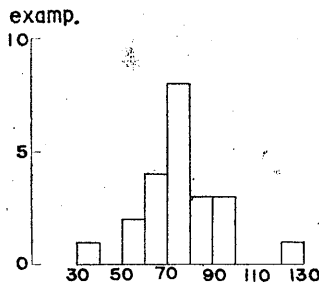


Fig. 4.

The distribution of the periods of the reflex time among 22 students, which was shown in Table 1.

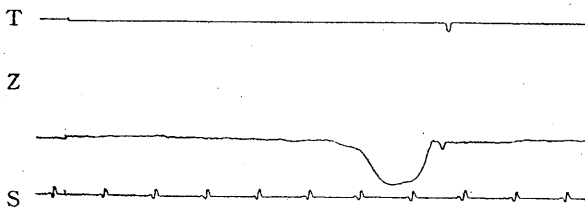


Fig. 5.

The mechanical curve of the Achilles tendon reflex which was recorded by the strain-gauge method.

From the top downwards : time (200 msec), mechanical curve, and signal.

II. Fig. 5 は Fig. 3 の被検者と同一被検者について, strain-gauge 法で描記した Achilles 腱反射の機械曲線で, 上から時間 (T, 200 msec), 機械曲線 (Z), 刺激時点を示す signal (S) である。この例の反射時は 64 msec, 収縮相160msec, 弛緩相164msec であった。

また Table 2 は strain-gauge 法で描記した大学生52名の機械曲線について, 反射時, 収縮相, 弛緩相の各測定値を表示したものである。

すなわち, 反射時は 52 msec から 80 msec の間にあり, そのうち 60 msec から 64 msec の例が最も多く (25例), 次いで55 msec から 59 msec のもの (14例), 65 msec から 69 msec のもの (10例) が多く認められ, その平均

Table 2.

The periods of the phases of the Achilles tendon reflex among 52 students which were measured by the straingauge method

Reflex time		Phase of contraction		Phase of relaxation	
Duration (msec)	Examples	Duration (msec)	Examples	Duration (msec)	Examples
52	1	88	1	172-199	4
55-59	14	90-99	2	200-299	12
60-64	25	100-109	5	300-399	13
65-69	10	110-119	3	400-499	11
72	1	120-129	11	500-599	3
80	1	130-139	6	600-699	3
		140-149	10	800	1
		150-159	7		
		160-169	5		
		176	1		
		180	1		

(average 62 msec) (average 135 msec) (average 370 msec)

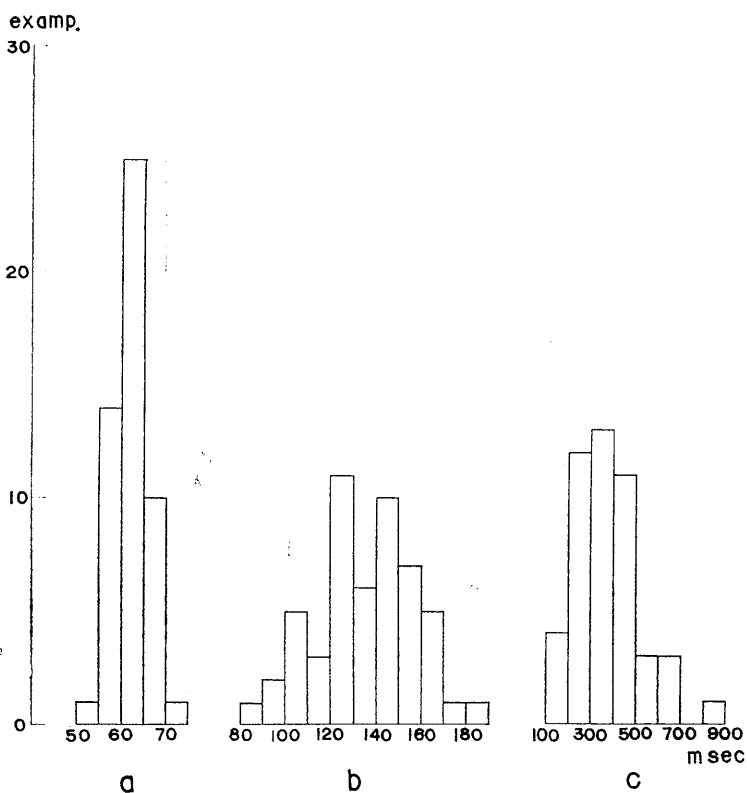


Fig. 6.

The distribution of the periods of the reflex time (a), the phase of contraction (b) and the phase of relaxation (c), which were shown in Table 2.

値は 62 msec であった。収縮相は 88 msec から 180 msec の間にあったが、120 msec から 159 msec の例が最も多く (34例) 認められその平均値は 135 msec であった。弛緩相の終る時点は基線に回復した点、また基線にかえらない例については、収縮高の70%以上回復して基線と平行になった時点とした。70%の回復率に達しない5例を除いた47例の弛緩相についてみると、172 msec から 800 msec までの甚だ広範囲にわたったが、殆んど例 (36例) は 200 msec から 499 msec の間にあり、平均 370 msec であった。これらの成績を histogram で示すと Fig. 6 のようである。

考 察

1. 同一被検者の反射時についてみるに、タンブール法による測定値と straingauge 法による測定値には Fig. 3, Fig. 5 およびこの成績を比較した Table 3 に見られるように何れも 64 msec で両測定法による差は認められなかった。しかし収縮相で 46 msec (タンブール法) と 160 msec (straingauge 法)、弛緩相で 48 msec (タンブール法) と 164 msec (straingauge 法) のように大差が生じている。これはタンブール法におけるゴム膜等伝達系を構成する力学系に伴う固有振動によるものと考えられ、タンブール法によって描記された機械曲線から直ちに収縮相、弛緩相の値を決定することは早計と考えられる。しかし straingauge 法では反射の何れの相の測定にも支障なく、またタンブール法でも反射時のみを測定する場合にはすこしも差支えないと考えられる。

Table 3.

The results which were obtained by the tambour method (Fig. 3), were compared with the results which were obtained by the straingauge method (Fig. 5)

	Reflex time (msec)	Phase of contraction (msec)	Phase of relaxation (msec)
Tambour method	64	46	48
Straingauge method	64	160	164

2. Chaney¹⁾, Lambert²⁾ らの成績の他は刺激時点 (Achilles 腱叩打時点) の記録がなく、反射時についてはほとんど関心がもたれていない。従って反射時については自分らの値 (52 msec から 80 msec, 平均 62 msec) (Table 2) と比すべくもないが、Chaney¹⁾ の 50 msec, Lambert²⁾ の 60~70 msec という値は自分らの値とほぼ一致した成績である。また、脛骨神経に経皮的に電気刺激を加えた時点から H波が出現するまでの時間は 30 msec であることが藤森ら⁶⁾ によって報告されているが、これに比し自分らのいう反射時 (平均 62 msec) は大きく約 2 倍に相当する。これは H波を指標とする値には receptor (筋紡錘) の潜時は含まれないし、また効果器官の反応は下腿三頭筋の EMG (H波) が指標とされているので、腱叩打時から足関節の底屈反応の起点までを反射時とした自分らの値が大きいのは当然である。

3. 従来反射運動の機械曲線について、各相の duration を測定する基準は甚だ区々である。ことに Rushworth⁷⁾ のように、腱叩打による最初の人工波をも収縮相 (220 msec) に含めたものをはじめとし、多くはこの人工波のはじめが測定の起点とされている (Lawson³⁾, Gilson⁴⁾, Sartoni⁸⁾, Durkalec⁵⁾, 斎藤ら⁹⁾)。しかし自分らの成績で検討したところによると、腱叩打時点から人工波の起点までは約 15 msec 前後の潜時があり、またこの人工波自体も 40~55 msec の duration をもっているため、反射時と収縮相とは別個の相として区分すべきである。Lambert²⁾ は腱叩打時より half relaxation 時までを計測し、その値が 340 msec と報告しているが、彼等の曲線を自分らの区分に従って各相の duration を測定してみると、自分らの straingauge 法による成績とほぼ近い値が示されている。Höfer¹⁰⁾ は踵部の変位を電磁誘導法で描いた機械曲線について、収縮相の初めから弛緩相の終りまでを反射持続時間 (Reflex-Zeit) とし、その平均値が 129 msec であるというが、自分らが足底小指球部の変位を記録した値 (straingauge 法) は 260 msec から 980 msec で、平均 505

msec であった (Table 2).

4. 従来の報告およびこの実験でも Achilles 腱叩打の強さを一定することに考慮がはられていないが、今後浦本¹¹⁾の方法を用いるなどして刺激の強さを一定にする必要がある。

5. 従来の装置は、Achilles 腱反射以外に應用することはむづかしいが、この方法は、Achilles 腱反射のみならず他の腱反射の機械曲線の描記にも應用することができる。例えば膝蓋腱反射では straingauge を脛骨前面の適当な部位に位置させることで変位の大きさを調節して描記することができる。また同様に受容タンブールを適当な部位に位置させることで反射時を測定することができる。

結 語

1. 学生実習において主として反射時の測定に應用すること、および臨床的應用を考へて簡単な Achilles 腱反射の機械曲線描記装置を考案し、20~23才の健康大学生74名の Achilles 腱反射を検査した。

2. この方法で測定した各相の値は、反射時はタンブール法、straingauge 法何れも 55~79 msec の間に最も多く認められ平均 62 msec、収縮相は 120 msec から 159 msec の間に最も多く平均 135 msec (straingauge 法)、弛緩相は 200 msec から 499 msec の間に多く認められ平均 370 msec であった (straingauge 法)。

3. これらの方法は Achilles 腱反射のみならず他の腱反射にも應用することができる。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導ならびに御校閲を賜った恩師錢場武彦教授に深甚なる謝意を捧げます。

文 献

- 1) Chaney, W. C. (1924) Tendon reflexes in myxedema : a valuable aid in diagnosis. J. Amer. Med. Ass. **82**, 2013
- 2) Lambert, E. D., L. O. Underdahl, S. Beckett and L. O. Mederos (1951) A study of the ankle jerk in myxedema. J. Clin. Endocrinol. **11**, 1186
- 3) Lawson, J. D. (1958) The free Achilles reflex in hypothyroidism and hyperthyroidism. New Eng. J. Med. **259**, 761
- 4) Gilson, W. E. (1959) Achilles-reflex recording with a simple photomograph. New Eng. J. Med. **260**, 1027
- 5) Durkalec, J. (1964) Obraz graficzny skurczu mięśni w odruchu skokowym. Polski Tygodnik Lekarski **19**, 1558
- 6) 藤森聞一・加藤正道 (1962) 筋紡錘とガンマー系に関する最近の知見 臨床脳波 **4**, 67
- 7) Rushworth, G. and D. E. Somekh (1965) The ankle jerk in thyroid disease and in cerebral palsy. Develop. Med. Child Neurol. **7**, 65
- 8) Sartoni, P., E. Bottarelli and C. Poma (1964) Comportamento del riflessogramma achilleo nel paziente anziano e sue variazioni dopo trattamento con fosfocreatina. Minerva Medica **55**, 2827
- 9) 斎藤慎太郎・西山明德・桜井 隆 (1963) 甲状腺疾患とアキレス腱反射 最新医学 **18**, 166
- 10) Höfer, v. R., E. Ogris und A. Roszuczky (1964) Achillessehnenreflex-Schreibung (Methodik und diagnostische Bedeutung). Münch. Med. Wochens. **106**, 1323
- 11) 浦本政三郎 (1952) 疲労判定法 生理学講座 **7**, 3, 1 (中山書店)

ウニ卵および再生肝の酸可溶性磷酸分画に およぼす筋肉 CORNIN の影響**

越 宗 猪 一 郎*

The effect of muscle cornin on the methabolism of acid soluble fractions from sea urchin egg or regenerating rat liver

Ichiro Koshimune (*Department of Physiology, Okayama University Medical School*)

It has been reported that an antimitotic substance "cornin", extracted from living tissues by alcoholic fractionation has an inhibitory effect on the incorporation of ^{32}P into total nucleic acid fraction of sea urchin eggs, but no appreciable effect on polymerized nucleic acid.

The effect of cornin extracted from rabbit muscle on the incorporation of ^{32}P into acid soluble fractions of the sea urchin eggs or the regenerating rat livers was examined.

The muscle cornin does not appreciably inhibit the transport of ^{32}P into regenerating rat liver and unfertilized sea urchin egg, but inhibits the incorporation of ^{32}P into acid soluble phosphorus compounds as low as $1/2\sim 1/3$ of the control, and this inhibition is complete in the sea urchin eggs at the 4-cell and blastula stage.

In these stages the DNA synthesis was also suppressed to about $1/3$.

No inhibitory effect was observed on the RNA synthesis of the unfertilized sea urchin eggs, but at the 4-cell and blastula stage, the synthesis was inhibited to about $1/3$ of the control.

The inhibition of transportation and incorporation of ^{32}P is probably an important mechanism to explain the antimitotic effect of cornin.

(*J. Physiol. Soc. Japan* (1966) 28, 308-316)

1. 緒 論

癌に関する研究は、現在医学界に課せられた問題のなかで最も重要なものの一つである。

古来、数多の研究者が癌の問題に挑んできたが、その歴大な研究は生理学的にみて、ほとんどが、その緒についたばかりであると言っても過言ではなからう。現在、発癌、癌細胞の増殖あるいはその抑制究明の基礎となるべき、正常細胞の発生、分裂増殖ならびにその調節機構に関する研究も、電子顕微鏡、超遠沈法、放射性同位元素等の導入もあって、いよいよ地固めの段階から一歩ふみ出したところであると言ってよい。従って、今後の発展がまつれる正常細胞の分裂機構解明の道が、即ち癌解明の道でもあ

らう。

ところで生体での細胞の増殖という問題に目をむけてみると、多くの組織では細胞数の増加はほとんどないのが普通であるが、逆にたえず新しい細胞の形成が行なわれている組織もある。しかし、増殖のほとんど行なわれていない組織も、適当な培養基により組織培養するとよく増殖することは、ひろく知られている。これらのことから、生体内になんらかの細胞増殖調節機構が存在し、この機構が生体の機能保持に大きな役割をはたしているのではないかということが考えられる。

近年、Heilbrunn et al.¹⁾²⁾³⁾, Menkin⁴⁾, Walfson⁵⁾ や Szent-Györgyi et al.⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾ および Szent-Györgyi¹⁰⁾¹¹⁾ らにより、生活組織から抽出した細胞分裂抑制作用をもつ物質に関する研究が盛んになってきている。

本邦においても、1958年西田ら¹²⁾によって見出され、福井¹³⁾、宮原¹⁴⁾、門¹⁵⁾らの研究により

* 岡山大学医学部生理学教室 大学院医学研究科学生 (外科学専攻)

〔昭和41年4月16日受付〕

**本研究の一部は文部省科学研究費による

角膜から抽出された物質“CORNIN”が得本¹⁶⁾によりほとんどすべての組織から抽出されることが判明し、さらに日野¹⁷⁾、西田ら¹⁸⁾¹⁹⁾、Nisida and Murakami²⁰⁾²¹⁾、金尾²²⁾らは、角膜 cornin あるいは家兔の骨格筋から抽出した筋肉 cornin が、ウニ卵の初期分裂を著しく抑制することを見出した。そして、cornin の細胞分裂阻害作用を生化学的に分析した結果、発生期のウニ卵から SDS-phenol 法によって抽出した全核酸分画への ³²P のとりこみは50%以下に抑制するが、MBSA column で細分画して t-RNA, DNA, r-RNA 分画へのとりこみをみると、³²P は特異的なパターンを示さず、いずれの分画へのとりこみを抑制しているのかはっきりしないことを報告している。これは、MBSA column で分画できるような高分子の核酸まで ³²P がとりこまれておらず、おそらく低分子の状態で存在する核酸へのとりこみを抑制しているのであろうと考えられる。今回著者は、低分子の核酸ないしは nucleotide への ³²P のとりこみにおよぼす cornin の影響を、ウニ卵および rat 再生肝を用いて調べ、興味ある結果を得たのでここに報告する。

Ⅱ. 材料および方法

Corninは金尾²²⁾が報告した方法により、家兔の骨格筋から抽出精製した筋肉 cornin を使用した。

ウニ卵は完全に同期的分裂を行ない、正常な分裂過程を経るアカウニ (*Pseudocentrotus depressus*) の成熟卵で常に受精率95%以上のものを用いた。実験は1965年11月岡山大学理学部付属臨海実験所で行なった。実験室の室温は11~15°Cであった。

ウニ卵に関する実験は、まず1/2 M KCl を体腔内に注入して排卵させ2~3回正常海水で洗い、自然放置で沈澱させた20~30 ml の卵を1000 ml の海水に均等に浮遊させ、浮遊液を大型ペトリ皿に各500 ml ずつ2等分し、その一方に筋肉 cornin を 10^{-4} g/ml となる様に加え、未受精時に時々攪拌しながら20分間作用させて

実験群とし、cornin を加えない方を対照群とした。未受精卵についての実験では、筋肉 cornin 20分間処理の後ただちに ³²P 500 μ C を加えて60分間 label する。4細胞期および blastula 期の実験は、未受精時 cornin 20分間処理の後、加精して時々攪拌し、対照が4細胞期および blastula 期になった時 ³²P 500 μ C を加えて60分間 label させる。その後ただちに遠心分離 (3000 rpm, 10分) して卵細胞を集め、Schneider 法により3倍量の0.6 N 冷 HClO₄ (PCA) と共にガラスホモゲナイザーで homogenize し、遠心分離して上清をとり沈澱をさらに0.2 N 冷 PCA で洗浄し、再度遠心分離後上清をとり先の上清とあわせ phenolphthalein を指示薬として KOH で中和し、生じた KClO₄ を遠心除去して酸可溶性磷酸分画の抽出を行なった。残渣は高分子核酸抽出法に従い、数回0.5 N 冷 PCA で洗い、続いて ethanol および ether で洗う。乾燥後1 N KOH で37°C, 24時間加水分解して RNA を抽出し、0.5 N PCA で数回洗い、0.5 N PCA で90°C, 30分間加水分解して DNA の抽出を行なった。

再生肝に関する実験は、体重100 g 以上の成熟 rat を用い、飼料および水は自由に与えた。Ether 麻酔のもとに2/3 (中・左葉) 肝切除を行ない、24時間後に尾静脈から体重100 g 当り20 mg の筋肉 cornin の Ringer 溶液を注射し、対照は Ringer 液のみとした。その4時間後に ³²P 200 μ C を腹腔内に注射して10分または1時間 label させて断頭し、再生肝組織片を可及的すみやかに切りとり直ちに acetone-dry ice で凍結し、その一定量 (正確に2.00 g) を冷却下にウニ卵の場合と同様の方法で酸可溶性磷酸分画の抽出を行なった。なお再生肝の一部を formalin で固定して組織標本にまわした。また、肝切除は午前9時~10時の間に行なった。

酸可溶性磷酸分画の分析は寺田²³⁾の方法に従い、3°C の恒温室で Dowex 1 formate column で行なった。樹脂の調製は原法に準拠して入念に行ない column の大きさは0.8×40 cm, 溶離剤の流速は15~20 ml/h, 溶出液採取は各5 ml

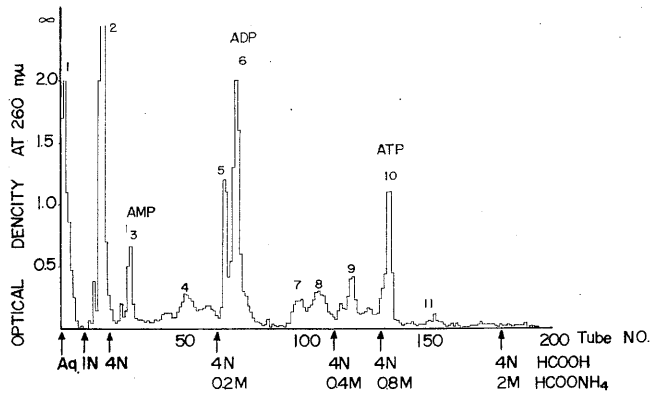


Fig. 1.

A column chromatography of acid soluble fraction in rat liver. Peaks 3, 6 and 10 are identified as AMP, ADP and ATP by the high voltage paper electrophoresis and other supplementary methods.

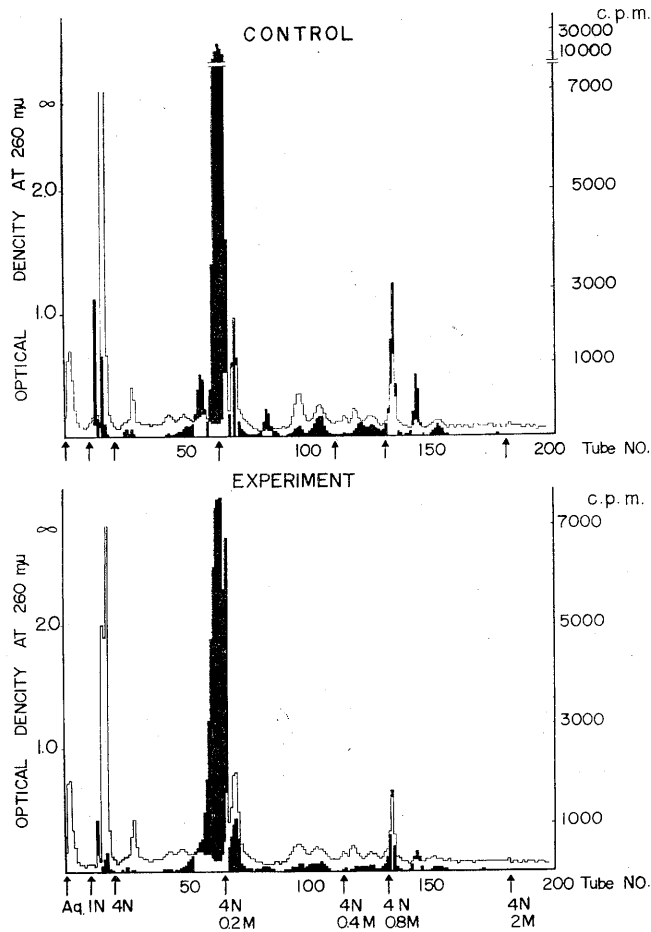


Fig. 2.

Column chromatograms of acid soluble fraction in regenerating rat livers. Muscle cornin 20 mg/100 g body weight were injected in intravenously, and kept 4 hours, ^{32}P 200 μc /body injected in intraperitoneal cavity. Black peak indicates the radio activity of ^{32}P at counts per minute, white peak does OD 260 $\mu\mu$.

で fraction 総数 200, 所要時間は連続 3~4 日で溶媒の交換は次のようにした.

試験管番号	溶媒
1~10	H ₂ O
11~20	1 N HCOOH
21~65	4 N HCOOH
66~115	4 N HCOOH-0.2 M HCOONH ₄
116~135	4 N HCOOH-0.4 M HCOONH ₄
136~185	4 N HCOOH-0.8 M HCOONH ₄
186~200	4 N HCOOH-2 M HCOONH ₄

各 fraction の 1 ml をとり乾燥した後, 2π

ガスフローカウンターで放射能を測定し, 4 ml を日立分光光度計 EPU-2 A 型により OD 260 mμ を測定した. 一方主要分画の同定は, rat 肝酸可溶性磷酸分画を同様の方法で分画し, additional method および富士理研製高圧電気泳動機による高圧ろ紙電気泳動法によって行なった. 東洋ろ紙 No. 51 を使用し, buffer は 0.05 M HCOOH-HCOONH₄, pH 3.5 で 20 V/cm², 5 mA, 120 分間, 温度 2°C で行なった. 無機磷の定性は Gomori 法によった. なお, すべての実験は数回くりかえして行ない, 大体同

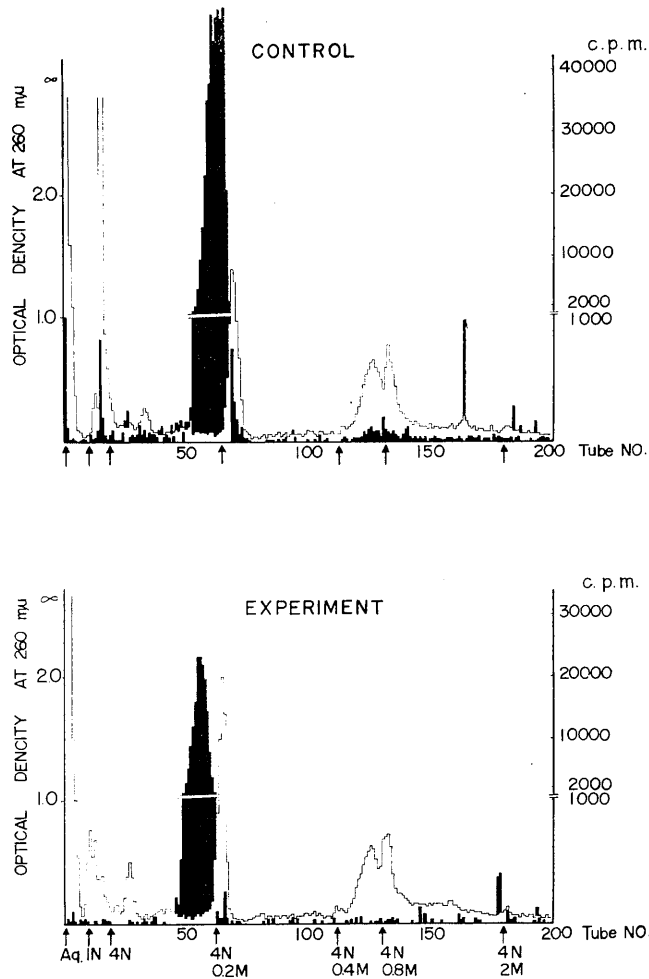


Fig. 3.

Column chromatograms of acid soluble fraction of unfertilized eggs of *Pseudocentrotus*. Muscle cornin 10⁻⁴ g/ml, 20 minutes.

じ様な結果を得た。

Ⅲ. 実験成績

Rat 肝酸可溶性磷酸分画の chromatogram を Fig. 1 に示す。本法により約20の紫外吸収ピークが得られた。3, 6, 10の各ピークは additional method および高圧ろ紙電気泳動によりそれぞれ AMP, ADP, ATP と一致した。その他のピーク個々の同定は行なわなかったが、各ピークの吸光度の大きさ、溶出位置およびその位置における溶離剤の濃度等により、主なピークの主成分を次のように推定した。2: DPN, 4: GMP,

5: UMP, 9: UDP。

Rat 再生肝の酸可溶性磷酸分画への ^{32}P のとりこみにおよぼす筋肉 cornin の影響は Fig. 2 のように、いずれの分画においても約1/3に抑制している。最も放射能の強いピークは無機燐である。なお組織標本で再生肝に感染は認められなかった。

アカウニ未受精卵における酸可溶性磷酸分画への ^{32}P のとりこみにおよぼす影響は Fig. 3 に示すように、筋肉 cornin 処理の実験群は無機燐の transport はかなりあるにもかかわらず、各 nucleotide は著しく ^{32}P のとりこみを抑制さ

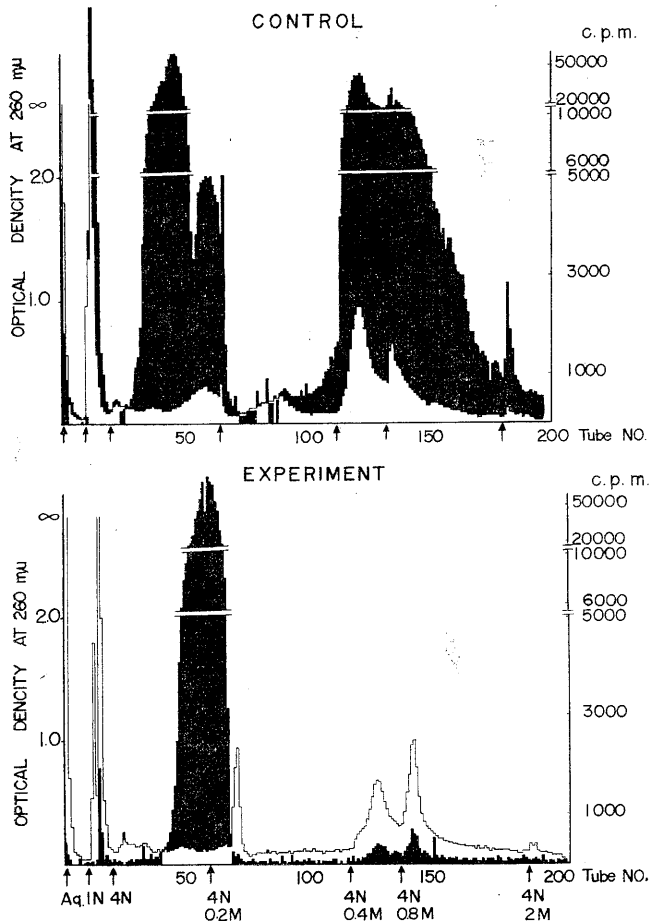


Fig. 4.

Column chromatograms of acid soluble fraction of *Pseudocentrotus* eggs at 4-cell stage. Muscle cornin 10^{-4} g/ml, 20 minutes before insemination.

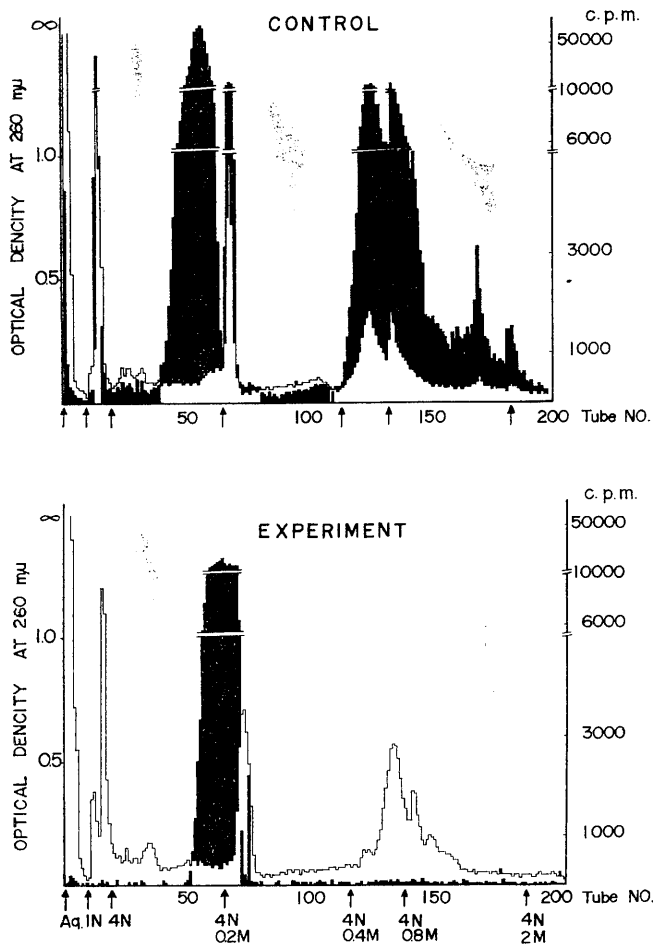


Fig. 5.

Column chromatograms of acid soluble fraction in *Pseudocentrotus* eggs at blastula stage. The same treatment as in Fig. 4.

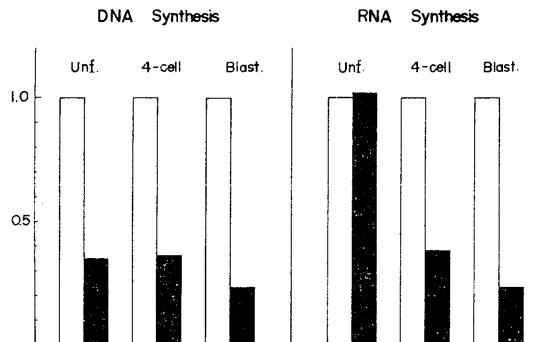


Fig. 6.

Inhibitory effect of muscle cornin on DNA and RNA synthesis of *Pseudocentrotus* eggs at unfertilized, 4-cell and blastula stages.

れている。さらに4細胞期では Fig. 4のごとく受精後、急激に nucleotide の合成が始まることを示し、cornin は nucleotide の合成を強く阻止しており、Fig. 5 に示す blastula 期においても同様で、また無機燐の transport も強く阻害している。

一方、未受精卵、4細胞期および blastula 期のDNAおよびRNA合成におよぼす筋肉 cornin の影響は、対照群のDNA-P、RNA-Pの specific activity を1.0として示すと Fig. 6にみるようにDNA合成は既に未受精卵の時期から阻害をうけ4細胞期、blastula期ともに1/2以下になっている。RNA合成は、未受精卵では影響をうけていないが発生が始まると4細胞期、blastula期ともに1/2以下になっている。しかし、この実験ではいかなるRNA分画が阻害をうけているのかは明らかでない。

IV. 考 按

各種生活組織から alcoholic fractionation によって得られるそれぞれの cornin は、いまだ均一の物質としては単離されていないが、Nisida and Murakami²⁰⁾、金尾²²⁾、西田ら²⁴⁾、寺坂²⁵⁾らによれば、hexamine-cobaltic chloride を支持塩として polarogram をとるといずれも典型的な蛋白波を示し、溶液の状態で酸素を通すとその波高は低下し、同時にウニ卵に対する分裂抑制作用も低下する。このことから cornin は酸化に弱い物質であることが考えられる。そして紫外部吸収極大は筋肉 cornin で249 m μ 、その他の組織から得た cornin分画では260 m μ 附近にあり、ヒトの胎盤から得たものは特異的な吸収を示さない。等電点はいずれも酸性側にあり蛋白の定性反応は筋肉 cornin では biuret, xanthoprotein, Molish, Sakaguchi 反応が陰性である他は陽性を示す。同じく糖反応は phloroglucinol 反応陽性の他は陰性であり、有機燐については陽性反応を呈する。筋肉 cornin を DEAE-cellulose column で分画すると大きく3つの分画に分かれ、fraction II は核蛋白の一種で他は polypeptide であり、fraction II および III が著し

い分裂抑制作用をもち、ウニ卵の初期分裂に対する最終有効濃度は 10^{-8} g/ml である。さらに筋肉 cornin を分析したところ hypoxanthine を主とし adenine, guanine を含み pyrimidine 塩基を持たない特殊な蛋白である。同じく西田ら¹⁸⁾²⁴⁾によると組織酸素消費、catalase activity には cornin は全く影響をおよぼさず、免疫反応も陰性であるが肝 mitochondria P/O 値を低下させる。金尾²²⁾は ^{32}P を用い筋肉 cornin がウニ卵の高分子核酸の重合を抑制し、rat 再生肝においても DNA および r-RNA への ^{32}P のとりこみを抑制することを確かめている。又西田ら¹⁹⁾はバフンウニを用いて、SDS-phenol 法で核酸を抽出して超遠沈パターンをみた結果、未受精卵では対照群と筋肉 cornin 10^{-4} g/ml 処理の実験群との間に差はないが、4細胞期になると対照が19S、11Sおよび4Sに相当する核酸が認められるのに反し実験群では17S、10Sおよび4Sが示され、未受精卵の時期と発生が進んだ場合とでは核酸の重合度が異なり、発生の進行とともに高分子の核酸が形成されていくことを示し、cornin はこの重合を抑制するのであらうと述べている。

最近、生活組織から抽出した細胞分裂調節作用を有する物質に関し、特にその制癌作用についての研究が盛んになり、多くの注目すべき論文がみられる。たとえば、szent-Györgyi et al.⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾ の“retine”, Mirsky et al.²⁶⁾²⁷⁾ の histone 類、特に arginine-rich histone, Chèvremont et al.²⁸⁾ Ledoux et al.²⁹⁾、Brachet³⁰⁾³¹⁾ らの RNase, Tencer³²⁾ の 5-fluorodeoxy uridine, Stearns et al.³³⁾ の pyrimidine 誘導体、Bamberger et al.³⁴⁾ の 8-azaguanine, Barr³⁵⁾ の thymidine, Lallier³⁶⁾ の guanosine, adenosine, inosine, xanthin, uridine および adenine 等に関する論文等枚挙にいとまがない。そしてまた興味をひくのは Stich³⁷⁾、Goutier et Bologna³⁸⁾³⁹⁾ の再生肝に関する報告である。すなわち正常肝の homogenate を腹腔内に注射すると再生肝の分裂細胞数が減少し、この場合特に DNA 合成が抑制される。そしてこの作用は、homogenate の

microsome 分画にあり，再生肝の microsome 分画にはこのような作用がないと述べている．肝細胞は非常に強い再生能を有し，再生肝の状態にすると48時間後に最大の分裂数を示す．従って正常肝細胞自身のなかに，再生肝の細胞分裂を抑制する因子を有しており，正常肝において分裂細胞が見つからないことに意味をもつのではないかと言うことが考えられる．同時に筋肉 cornin が，これも分裂像のない組織から抽出したものであることを考えると，大きな興味を今後に残している．

今回，著者の行なった実験の結果から筋肉 cornin の作用機序を考察すると，まず筋肉 cornin が Fig. 3, 4, 5 に示すように無機燐の transport を抑制していることから，物質の透過性を低下させること，次に細胞内代謝に関与し特に核酸代謝の盛んな発生期の細胞や増殖期の細胞では，DNA あるいは RNA 合成のかなりはじめの段階から抑制を行なうことが考えられる．すなわち，ウニ卵の実験で発生の始まっていない未受精卵でも無機燐のとりこみをかなり抑制しているが，さらに分裂の盛んな4細胞期，blastula 期になると著しい抑制作用を示し，rat 再生肝でも同様の結果をみる．また未受精卵，rat 再生肝，特に4細胞期，blastula 期のウニ卵の実験結果にみられる各 nucleotide への ^{32}P の著明なとりこみの抑制は，cornin が核酸合成に関し，このような nucleotide と competition あるいは aberration を起こすことにより DNA や RNA 合成を低下させ，そのために分裂の抑制を起こすのであろうと考えられる．

もち論，速断することは許されないが，これらのことから筋肉 cornin が，単に無機燐の透過性さらに nucleotide 合成阻害のみならず，他の物質の細胞内へのとりこみ，さらに細胞内代謝をも阻害しているのであろうことは充分考えられることで，生活組織より抽出される cornin のこれらの作用を考えると，cornin は生体内において細胞分裂の調節者として何らかの役割を演じているのではないかと考えられ，今後の研究により細胞の発生，分裂増殖ひいては制癌

機構解明への一つの道がひらけるのではないかと考える．

V. 結 論

家兎骨格筋から抽出した筋肉 cornin のウニ卵および rat 再生肝の酸可溶性磷酸分画への ^{32}P のとりこみにおよぼす影響について調べた．

筋肉 cornin はウニ未受精卵において ^{32}P のとりこみを抑制し，また nucleotide へのとりこみを約 1/3 に抑制する．ウニ卵の4細胞期および blastula 期では，nucleotide への ^{32}P のとりこみをほとんど完全に阻害する．DNA 合成に関しては，すでに未受精卵においてその抑制を示し，4細胞期および blastula 期では約 1/3 に抑制する．RNA 合成では，未受精卵には影響がみられないが，4細胞期，blastula 期になると 1/2 以下に抑制する．

Rat 再生肝の ^{32}P のとりこみに関しては，筋肉 cornin は無機燐のとりこみを抑制し，かつ nucleotide へのとりこみを約 1/3 に抑える．

稿を終るにあたり，本研究に終始ご指導を仰いだ西田勇教授ならびに村上哲英講師に深甚の謝意を表します．又，実験材料の採集ならびにご指導下さった岡山大学理学部付属臨海実験所の方々に厚くお礼申し上げます．尚，nucleotide の標品は武田薬品 K. K. より恵与されたものである．

文 献

- 1) Heilbrunn, L. V., Chaet, A. B., Dunn, A. and Wilson, W. L. (1954) Antimitotic substances from ovaries. *Biol. Bull.*, **106**, 158-168
- 2) Heilbrunn, L. V., and Wilson, W. L. (1956) Antimitotic substances from the ovaries of vertebrates. *Biol. Bull.*, **110**, 153-156
- 3) Heilbrunn, L. V., Wilson, W. L., Tosteson, T. R., Davidson, E. and Rutman, R. J. (1957) The antimitotic and carcinostatic action of ovarian extracts. *Biol. Bull.*, **113**, 129-134
- 4) Menkin, V. (1956) Presence of accelerator and retarding cleavage factors in an extract of ovary in sea urchins. *Exptl. Cell Res.*, **11**, 270-282
- 5) Wolfson, N. (1959) Retardation of cleavage in sea urchin eggs by cell extracts. *Exptl. Cell Res.*, **18**, 504-511
- 6) Szent-Györgyi, A., Hegyeli, A. and McLaughlin,

- J. A. (1962) Constituents of the thymus gland and their relation to growth, fertility, muscle and cancer. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., **48**, 1439-1442
- 7) Hegyeli, A., McLaughlin, J. A. and Szent-Györgyi, A. (1963) On the chemistry of the thymus gland. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., **49**, 230-232
- 8) Szent-Györgyi, A., Hegyeli, A. and McLaughlin, J. A. (1963) Cancer therapy: A possible new approach. Science, **140**, 1391-1392
- 9) Hegyeli, A., McLaughlin, J. A. and Szent-Györgyi, A. (1963) Preparation of retine from human urine. Science, **142**, 1571-1572
- 10) Szent-Györgyi, A. (1965) Cell division and cancer. Science, **149**, 34-37
- 11) Szent-Györgyi, A. (1965) Studies in Growth. Current therapeutic research, **7**, 85-90
- 12) 西田 勇・中山 沃・福井正男・三好実三・浜村寛 (1958) 動眼神経切断後にみられる奇異なる縮腫現象について 米子医誌 **9**, 545-550
- 13) 福井正男 (1958) 角膜から抽出される縮腫物質 CORNIN について 米子医誌 **9**, 673-681
- 14) 宮原昌彦 (1959) 角膜から抽出される縮腫物質 CORNIN の生物学的性状について 米子医誌 **10**, 13-20
- 15) 門 長生 (1961) 角膜より抽出される縮腫物質 Cornin に関する研究 米子医誌 **12**, 71-84
- 16) 得本博允 (1962) 縮腫物質 Cornin の体内分布について 岡山医誌 **74**, 679-683
- 17) 日野道夫 (1962) CORNIN の細胞分裂におよぼす影響 岡山医誌 **74**, 729-740
- 18) 西田 勇・村上哲英・金尾浩志 (1964) 生物学的活性 Polypeptide "CORNIN" の細胞分裂におよぼす影響 細胞化学シンポジウム **14**, 57-70
- 19) 西田 勇・村上哲英・藤 芳子・原田英樹 (1965) 生物学的活性 Polypeptide "CORNIN" の細胞分裂におよぼす影響 (I). 細胞化学シンポジウム **15**, 225-231
- 20) Nisida, I. and Murakami, T. H. (1965) Antimitotic action of cornin as a biologically active polypeptide. I. Biochemical properties of cornin. Acta Med. Okayama **19**, 1-9
- 21) Nisida, I. and Murakami, T. H. (1965) Antimitotic action of cornin as a biologically active polypeptide. II. Physiological effect of cornin on dividing cell. Acta Med. Okayama **19**, 11-18
- 22) 金尾浩志 (1965) 筋肉から抽出した "CORNIN" の細胞分裂抑制作用に関する研究 岡山医誌 **77**, 631-644
- 23) 寺田新一 (1959) シロネズミ肝臓の酸溶性画分に関する研究 生化学 **31**, 795-802
- 24) 西田 勇・村上哲英・藤 芳子・越宗猪一郎・寺坂俊明・高橋誠一郎・木本哲夫 (1966) 生物学的活性 Polypeptide "CORNIN" の細胞分裂におよぼす影響 (III) 細胞化学シンポジウム (投稿中)
- 25) 寺坂俊明 (未発表) 各種臓器より抽出した CORNIN の細胞分裂抑制作用に関する研究
- 26) Allfrey, V. G., Littau, V. C. and Mirsky, A. E. (1963) On the role of histones in regulating ribonucleic acid synthesis in the cell nucleus. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., **49**, 414-421
- 27) Allfrey, V. G., Faulkner, R. and Mirsky, A. E. (1964) Acetylation and methylation of histones and their possible role in the regulation of RNA synthesis. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., **51**, 786-794
- 28) Chèvremont, M. et S. Chèvremont-Comhaire (1955) Action de la ribonucléase sur des cellules vivantes cultivées in vitro. Compt. rend. soc. belge biol., **149**, 1525-1527
- 29) Ledoux, L. and Revell, S. H. (1955) Action of ribonuclease on neoplastic growth. I. Chemical aspects of normal tumour growth; The Land-schütz ascites tumour. Biochem. Biophys. Acta, **18**, 416-426
- 30) Brachet, J. (1957) Biochemical Cytology, P. 145-225, Acad. Press, New York
- 31) Brachet, J. (1958) Cell division and nucleic acid synthesis. Sym. Soc. Cell. Chem., **7**, 181-187
- 32) Tencer, R. (1961) The effect of 5-fluorodeoxyuridine on amphibian embryos. Exptl. Cell Res., **23**, 418-419
- 33) Stearns, L. W., Martin, W. E., Jolley, W. B. and Bamberger, J. W. (1962) Effects of certain pyrimidines on cleavage and nucleic acid metabolism in sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus*, embryos. Exptl. Cell Res., **27**, 250-259
- 34) Bamberger, J. W., Martin, W. E., Stearns, L. W. and Jolley, W. B. (1963) Effect of 8-azaguanine of cleavage and nucleic acid metabolism in sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus*, embryo. Exptl. Cell Res., **31**, 266-274
- 35) Barr, H. (1963) An effect of exogenous thymidine on the mitotic cycle. J. Cell Compt. Physiol., **61**, 119-127
- 36) Lallier, R. (1963) Effect inhibiteur de nucléosides sur les processus de la végétalisation chez l'oeuf d'oursin. Exptl. Cell Res., **29**, 119-127
- 37) Stich, H. F. (1960) Regulation of mitotic rate in mammalian organisms. Ann. N. Y. Acad. Sci., **90**, 603-609
- 38) Goutier, R. et Bologna, I. (1962) Présence d'un inhibiteur des enzymes de synthèse de l'acid désoxyribonucléique au niveau des microsomes du foie de rat. Arch. internat. Physiol. Biochim., **70**, 570-572
- 39) Goutier, R. et Bologna, I. (1963) Localisation intracellulaire, dans le foie rat, d'un facteur inhibiteur de la synthèse de l'acid désoxyribonucléique in vitro. Biochem. Biophys. Acta, **72**, 40-47

ラットの脊髓反射と脊髓・延髄・脊髄反射について 612. 833 : 599. 323

永井千恵・山内俊雄・島村宗夫*

On the propriospinal and spino-bulbo-spinal reflexes in rats

Chie Nagai, Toshio Yamauchi and Muneo Shimamura (*Department of Physiology, Hokkaido University School of Medicine, Sapporo*)

Recent workers (Shimamura et al. '63, '64, '65) have investigated a spino-bulbo-spinal (SBS) reflex system which depends upon relay through the bulbar reticular formation and recurrent projection to spinal motoneurons in cats, dogs, monkeys and man. In the present study, SBS reflexes have been investigated on albino rats.

1. In a chloralose rat, stimulation of the spinal dorsal root yielded two types of reflexes in the ventral root of the same segment. One of which was mono- and poly-synaptic reflexes and the other was a late reflex (13~16 msec. of latency).

2. Characteristics of the late reflex are summarized as follows : (1) After decerebration, the late reflex was decreased in amplitude. Spinal transection eliminated it completely. (2) When stimulus was applied to the afferent nerves in the hindlimb, two contrasting latency patterns were observed from spinal motor nerves at different segments, lumbar, thoracic and cervical. One of which was supposed to propriospinal reflex, the latency being increased as the recording points ascend the cord. The other was late reflex which decreased in latency as the recording points ascend the cord. (3) Spinal transmission velocity of about 30 m/sec was observed for the late reflex. (4) Asphyxia and Nembutal anesthesia affected the late reflex intensively and eliminated them much easier than the segmental reflexes. (5) The late reflex was evoked mainly with cutaneous afferent stimulation, and it was obtained only from nerves innervating flexor muscles.

These characteristics of the late reflex in rats were almost same as those of the SBS reflex obtained in cats (Shimamura et al. '63). Therefore, it was reasonable to suppose that such a late reflex may be the SBS reflex in rats.

〔J. Physiol. Soc. Japan (1966) 28, 317-322〕

去脳ネコについて脊髓後根に電気刺激を加え同じ高さの前根から電位の導出を行なうと、従来からよく知られている髄節性の単および多シナプス反射電位が認められるが、これとは別に潜時の著しく長い反射電位が導出された。この遅れた電位の発現機序を追求した成績から、これは脊髓の感覚神経からの impulse が延髄を迂回して脊髓の運動神経に達する反射径路によるものとみられるところから、脊髓・延髄・脊髄反射 spino-bulbo-spinal (SBS) reflex と名づけられた (島村と Livingston⁶⁾ 1963)。この反射は当初ネコについてみいだされたが、その後イヌ、サルにも認められ、さらに人体にもそれに相当するとみられる反射のあることが明らかとなった (島村、藤森ら⁷⁾ 1964)。

そこで今回はこの脊髓・延髄・脊髄反射がラットについてもみられるかどうか、またラットの脊髓節反射、四肢間反射がネコなどのそれに比べどのようであるか、などについて比較検討を加えた。

実験方法

ラット albino rat (体重 250~400 グラム) 10 頭について、ether 麻酔のもとに、気管カニューレを挿入し、腰・仙髄を露出し、前肢、後肢、肋間の種々の末梢神経を分離した。術後 ether 麻酔を止め、chloralose (25 mg/kg) の腹腔内投与による麻酔に切りかえた。実験は ether 麻酔中止後 2 時間以上経過してから始めた。

刺激には電子管刺激装置 (日本光電製 MSE-3) を用い、0.3 msec の持続をもった矩形波電流を 2 秒に 1 回の頻度で、脊髓後根または感覚神経に加えた。

* 北海道大学医学部第 2 生理学教室

〔昭和 41 年 6 月 3 日受付〕

電位の導出には銀線双極電極を用い、脊髓前根または四肢、肋間の運動神経から誘発される電位を、0.1秒の時定数をもつ増幅器と Braun 管オシロスコープの組合せ (三栄測器製 UB-203 B) によって観察記録した。

分離した末梢神経ならびに脊髓は温めた流動パラフィンで覆い、赤外線ランプによってその温度を約 36°C に保つようにつとめた。多くの場合動物は Flaxedil によって無動化し、人工呼吸のもとに実験を行なった。

実験成績

A. 腰髄部における反射電位の現われ方

1) 脊髓節反射

腰髄 (L₅) 後根に単一刺激を加え、同じ高さの脊髓前根から電位の導出を行なうと、従来からネコなどで脊髓節性の単および多シナプス反射電位として知られている。潜時の短い棘状の反射電位とそれに続く不規則な反射電位とがみられた。これらとは別に潜時の著しく長い (約 15 msec) 電位が導出された。この遅れた電位は脊髓動物では認められないなど、脊髓反射とは別のものとみなされるから次章にまとめて述べることにする。

潜時の短い棘状の電位は L₅ 後根刺激で L₅ 前根から導出した場合、潜時は 1.0~1.2 msec、振幅は 300 μV 前後で、持続時間は 1.5 msec 前後であった。この棘状の電位は腓腹筋支配の神経刺激によって L₅ 前根ないし腓腹筋支配神経の他の枝 (たとえば lateral または medial) から導出された。このさい、それぞれ刺激ならびに導出する部位が違くと潜時も異なるが脊髓後根の一部を切断し、その末梢端から誘発される電位 (afferent volley) を導出し、その潜時と前根での反射電位の潜時との差を脊髓内の遅延時間と考え、上記の場合の遅延時間を測定したところ、いずれの場合にも 1.0 msec 以下であった (Fig. 1 B)。

刺激閾値はつぎにのべる多シナプス反射とみられる電位のそれに比べ常に低かった。なおこの棘状の電位に関与しているとみられる求心性、遠心性神経の最も速い伝導速度は、それぞれ 100 m/sec 前後であった。これらの成績から、上記の棘状の電位は単シナプス反射機構によって現

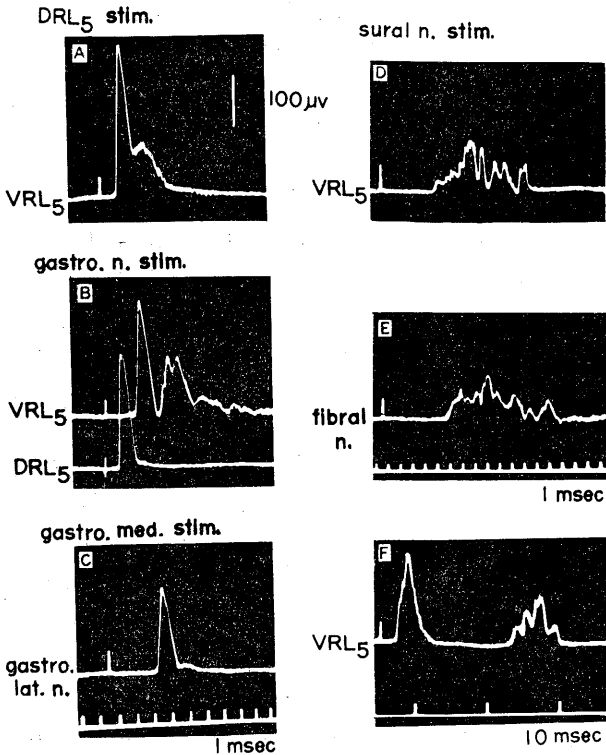


Fig. 1.

Spinal motor reflex responses following stimulation to various afferent nerves in hindlimb of rats. In a chloralose anesthetized rat, electrical activities were recorded from the L₅ ventral root (A, upper beam of B, D, and F), central cut end of the L₅ dorsal rootlet (lower beam of B), the lateral branch of the gastrocnemius muscle nerve (C) and fibral nerve (E). In these cases electrical stimulations were applied respectively to the L₅ dorsal root (A), the medial branch of the gastrocnemius muscle nerve (B, C) and sural nerve (D-F). Time scale in 1 msec. (A-E) and 10 msec. (F). Calibration is 100 μV.

わされた電位とみなされる。

これに対して、棘状の電位に続く持続時間の長い電位は、多シナプス反射電位とみなされ、後根刺激のほかに、後肢の感覚神経刺激によってもみとめられ、なかでも屈筋支配の神経ないし皮膚神経刺激によって著明であった。膝窩部で n. suralis に刺激を加え、L₅ 前根から導出される電位の潜時は 5~6.5 msec であった。なお、これらの電位は高頻度刺激後にみられる強縮後増強 (PTP) も認められた。

2) 腰髄部における遅れた電位について

L₅ 後根刺激によって L₅ 前根から導出される遅れた電位は潜時が 13~16 msec, 振幅は変動し易かったが多くの場合 50 μ V 前後であり、持続は 3~5 msec であった。この遅れた電位は後根のほかに、n. suralis とか n. tibialis, n. fibralisなどの刺激によっても認められたが、腓腹筋支配の神経刺激によって認められなかった。なお遅れた電位の閾値は髄節性多シナプス反射のそれとほぼ同じであった。

一方、L₅ 後根刺激によって、この遅れた電位は、L₅ 前根のほか前脛骨筋支配の神経からも認められたが、腓腹筋支配の神経からは導出されなかった。

中脳で切断したいわゆる去脳ラットではこの遅れた電位は認められたが、C₁ の高さで脊髄を切断すると、髄節性反射にはほとんど変化が認められなかったが、遅れた電位はみられなくなり、strychnine の痙攣のおこらない程度の量を投与しても全く認めることはできなかった。

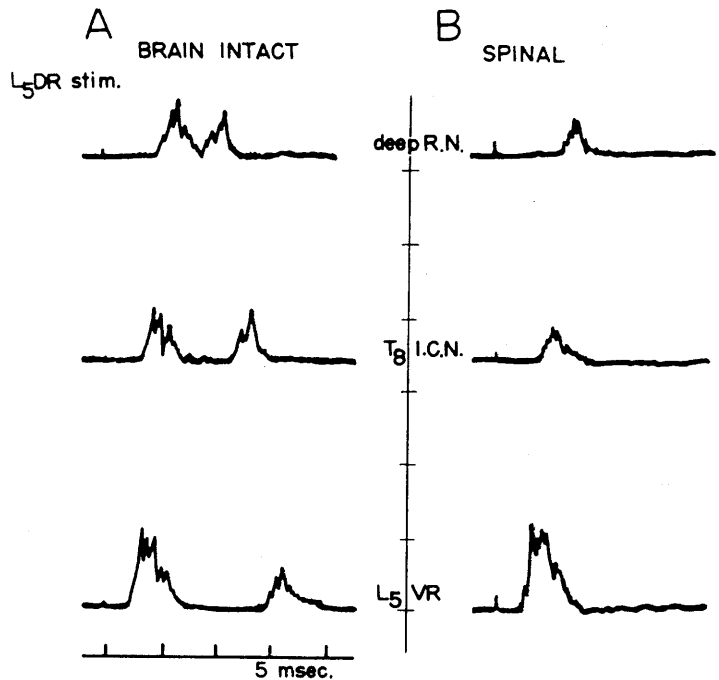


Fig. 2.

Two types of reflex responses at different spinal segments following stimulation to the L₅ DR.

Reflex responses are recorded from 3 different levels: the deep branch of the radial nerve, T₈ intercostal nerve and L₅ ventral root. In these series of experiments a single shock is applied to the L₅ dorsal root. In brain intact with chloralosed case (A), it is noted that latencies of the early responses became longer whereas those of late ones do shorter as the level rises. In a spinal case, no late response is observed. Time scales in 5 msec. interval. Vertical distances are 2 cm intervals.

Flaxedil で無動化し、人工呼吸をほどこしたラットについて、人工呼吸を止めると約20秒後に一過性にいずれの反射電位も振幅がわずかに増加したが、約30秒後には遅れた電位は振幅を減じついには消失するにいたった。なお髄節性反射の消失までには2分以上を要した。

Nembutal の少量 (5 mg/kg) の腹腔内投与によって、脊髄節反射にはほとんど変化がみられなかったが、遅れた電位は消失した。なお Nembutal を導人麻酔として用いた場合 (約15 mg/kg), 遅れた電位は投与後10時間の観察では認めることはできなかった。

B. 後肢の感覚神経刺激による胸・頸髄部からの反射電位

L₅ 後根に単一刺激を加え、前肢の橈骨神経深枝, T₈ 肋間神経, L₅ 前根から電位の導出を行なうと, Fig. 2 A にみられるように、それぞれ潜時の違う 2 群の電位がみとめられた。2 群の電位のうち潜時の短い電位は C₁ の高さで脊髄を切断しても、なお認められたが (Fig. 2 B), 遅れた電位はいずれの髄節からも認められなかった。Flaxedil で無動化し人工呼吸をほどこしたラットについて、人工呼吸を止めても、また軽度の Nembutal 麻酔によっても遅れた電位は容易に消失するなど、先の腰髄部で得られた遅れた電位の性質とよく似ていた。

潜時が短かく、脊髓動物でもみとめられる電位の潜時は Fig. 2 からも明らかなように、腰髄

部で最も短かく、橈骨神経で最も長いという成績が得られた。これに対して潜時が長く脊髓動物では認められない電位の潜時は、L₅ 前根で最も長く、肋間神経、橈骨神経などではそれぞれ導出部位が脊髄より長い距離にあるにもかかわらず、潜時は橈骨神経で最も短かった。

これらの電位の脊髄内の伝導速度であるが、測定にあたっては末梢神経の伝導時間が加算されない条件で測定することが望ましい。しかし、ラットの場合、頸・胸髄の脊髄前根は極度に短かく、電位の導出が困難であった。そこで橈骨神経、肋間神経などからの電位の潜時からそれぞれ末梢神経の伝導時間を差引いて、およそその脊髄内伝導速度を測定した。その成績とし

ては遅れた電位が約 30m/sec であり、潜時の比較的短い電位は約 20m/sec であった。

C. 前肢の感覚神経刺激による頸・胸・腰髄部からの反射電位

橈骨神経浅枝に単一刺激を加え、前肢の橈骨神経深枝, T₈ 肋間神経, L₅ 前根から電位の導出を行なうと, Fig. 3 A にみられるように潜時の異なる 2 群の電位が、それぞれの神経からみとめられた。L₅ 前根からの電位は他の 2 個所に比べ、2 群の電位の間隔は狭く、ときには単峰性の持続時間の長い電位として認められる例もあった。

中脳で切断したいわゆる去脳ラットについてもこれら 2 群の電位は認められたが、C₁ の高さで脊髄を切断すると、潜時の短い電位には振幅の減少が認められ、潜時の長い電位はいずれの髄節からも全く認められなくなった (Fig. 3 B)。なおこの遅れた電位は窒息、Nembutal 麻酔に対して鋭敏に反応し、髄節性

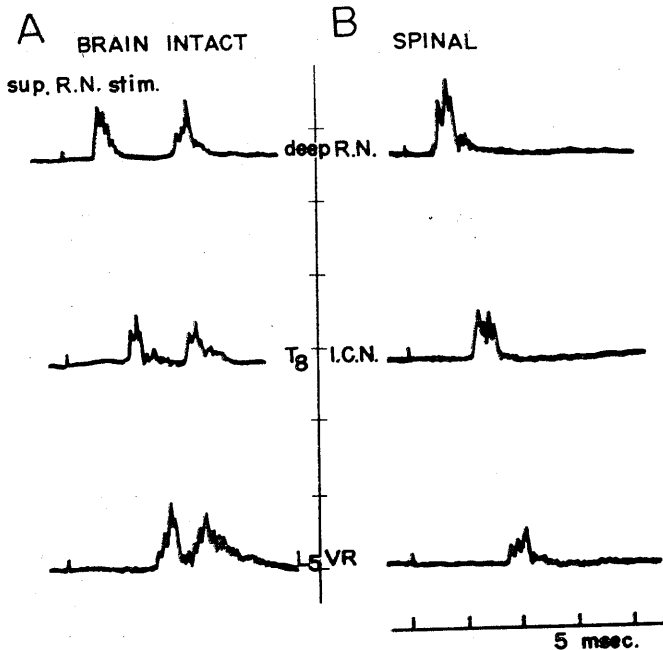


Fig. 3.

Two types of reflex responses at different spinal segments following stimulation to the superficial branch of the radial nerve. In brain intact with chloralosed rat (A) and a spinal case (B), reflex responses are recorded from the deep branch of the radial nerve, T₈ intercostal nerve and L₅ ventral root, when single shock is applied to the superficial branch of the radial nerve. Time scales in 5 msec. interval. Vertical distances are 2 cm intervals.

反射の消失するより早期にみとめられなくなった。

遅れた電位の潜時は、橈骨神経で最も短かく、L₅前根で最も長いという成績が得られた。同様に潜時が短かく、また脊髓切断によっても消失しない電位の潜時も、橈骨神経で最も短かく、L₅前根で長いという成績が得られた。

これらの電位の脊髓内伝導速度を上記の成績から末梢神経の伝導時間をのぞいて算出すると、遅れた電位は約 30 m/sec であり、潜時の短い電位のそれは約 20 m/sec であった。

考 察

A. ラットにおける脊髓節反射

脊髓後根ないし末梢神経に電気刺激を加え、同じ高さの前根から電位の導出を行なうと、潜時の短い棘状の電位と、それに続く不規則な波形で持続時間の長い電位とがみとめられた。これらの電位は脊髓動物でもみられたから脊髓内に反射中枢のあるいわゆる脊髓性反射電位とみなされる。

一方、脊髓内での遅延時間を測定すると多くの場合 1.0 msec 以下であった。このことはネコについてしらべられた1個の synapse の遅れ (synaptic delay) が 0.5~0.9 msec であるところから (Lorente de Nó⁴⁾1938), 潜時の短い棘状の電位は単シナプス反射とみなされる。これに対して、潜時がやや遅く、棘状の電位に続く電位は多シナプス反射電位とみられる。

B. 腰髄部でみられた遅れた電位

腰髄後根刺激により同じ高さの前根から導出された遅れた電位の成績を総括すると次の如くである。

1) この遅れた電位は中脳で切断した去脳ラットでは認められたが、高位脊髓切断によって消失し、strychnine などの投与によっても全く認められなかった。

2) 腰髄後根刺激によってこの遅れた電位は腰髄前根のみでなく、肋間神経、前肢の橈骨神経などからも導出された。そのさいこれらの電位の潜時は腰髄部で最も長く、脊髓上位すな

わち肋間神経、橈骨神経ではかえって短縮していた。これに反し、脊髓動物でもみられる潜時の比較的短い電位 (脊髓固有反射) の潜時は、刺激-導出間距離が長いとみられる脊髓上位ほど延長していた。

3) 上記の成績から、それぞれの電位の脊髓内伝導速度を測定したところ、遅れた電位は約 30 m/sec であり、潜時の比較的短い電位は約 20 m/sec であった。

4) 遅れた電位は脊髓反射に比べ窒息、Nembutal 麻酔に対して鋭敏に反応し、容易に消失した。

5) 遅れた電位は主として皮膚神経刺激によって、屈筋支配の神経から導出された。

以上の成績から、この遅れた反射電位の発現機序には脊髓より上位、すなわち脳幹が関与しているものと考えられる。反射中枢とみられる部位が脳幹のうちどのへんにあるかを、脳幹の種々の部に切開を加えるなどの方法によって検討を試みたが、ラットの遅れた電位の振幅が小さく、また技術的困難さなどから詳細は明らかにすることができなかった。しかしラットの遅れた電位は上述の成績の如く、ネコなどで得られたこの種の反射の諸性質 (島村ら^{6,8)} 1963, 1965) と類同の成績であったことから、脊髓・延髄・脊髓反射機構によって現われた電位とみなされる。

C. ラットの四肢間反射について

高位脊髓切断による脊髓ラットについて、後肢の感覚神経に刺激を加えると、strychnine の投与なしでも前肢の筋神経から反射電位が導出された。一方ネコにおけるこの種の四肢間反射は、前肢から後肢に達する下行性のものは脊髓動物でもみとめられるが、後肢から前肢に達する上行性四肢間反射は脊髓ネコでは認められず (Sherrington⁵⁾1903, Lloyd³⁾1942), strychnine を投与するか (Gernandt と Megirian¹⁾ 1961), 脳幹が健在の場合にのみ認められる (Gernandt と島村²⁾ 1961)。これら四肢間反射についてラットとネコとの間に違いがみられるが、このことはラットの脊髓固有反射がネコに比べより強いも

のとみなされる。

ラットの四肢間反射も脳幹など上位中枢からの影響を受けているものとみられる。それは四肢間反射が無傷脳ラットに比べ脊髄ラットでは現われにくいことから推定されるところであるが、詳しい機序は明らかではない。

総 括

1. ラット10頭を、主として chloralose 麻酔のもとに四肢の感覚神経に刺激を加え、脊髄前根ないし四肢の運動神経から導出される脊髄反射、脊髄・延髄・脊髄反射について検討した。

2. 脊髄後根に刺激を加え、同じ高さの脊髄前根から電位の導出を行なうと、潜時の短い棘状の単シナプス反射と、それに続く緩徐な多シナプス反射とが導出された。これとは別に潜時の著しく長い (13~16 msec) 電位が認められた。

3. 遅れた電位は、(1)中脳で脳幹を切断した去脳動物では認められたが、高位脊髄切断による脊髄動物では全く認められなかった。(2)腰髄後根刺激によって、腰髄前根以外に胸・頸髄部の末梢神経からも導出され、そのさいそれらの潜時は腰髄で最も長く、脊髄の上位ほど短縮していた。(3)脊髄内の伝導速度は約 30 m/sec であった。(4)窒息、Nembutal 麻酔の影響を受け易く、脊髄反射などに比べ早期に消失した。(5)主として皮膚神経刺激によって、屈筋支配の神経から導出された。

以上の成績からこの遅れた電位の発現には脳幹が関与しているものとみられるが、反射中枢とみられる部位は技術的困難さなどからその詳細は究明できなかった。しかし上記の諸性質がネコなどの脊髄・延髄・脊髄反射と類似してい

るところから、ラットの遅れた電位も同様の反射機序によるものとみなされる。

4. 前肢、後肢間の反射は無傷脳、脊髄ラットのいずれの場合にもみられた。なかでも脊髄ネコなどでは認められない後肢から前肢に達する上行性四肢間反射が脊髄ラットではみとめられたことは注目される点である。

終りに、終始御指導、御校閲をして下さった恩師藤森聞一教授に謝意を表します。

文 献

- 1) Gernandt, B. E. and Megirian, D. (1961) Ascending propriospinal mechanisms. *J. Neurophysiol.*, **24**, 364-376
- 2) Gernandt, B. E. and Shimamura, M. (1961) Mechanisms of interlimb reflexes in cats. *J. Neurophysiol.*, **24**, 665-676
- 3) Lloyd, D. P. C. (1942) Mediation of descending long spinal reflex activity. *J. Neurophysiol.*, **5**, 435-458
- 4) Lorente de No, R. (1938) Limits of variation of the synaptic delay of motoneurons. *J. Neurophysiol.*, **1**, 187-194
- 5) Sherrington, C. S. and Laslett, E. E. (1903) Observations on some spinal reflexes and the interconnection of spinal segment. *J. physiol.*, **29**, 58-96
- 6) Shimamura, M. and Livingston, R. B. (1963) Longitudinal conduction systems serving spinal and brainstem coordination. *J. Neurophysiol.* **26**, 258-272
- 7) Shimamura, M., Mori, S., Matsushima, S. and Fujimori, B. (1964) On the spino-bulbo-spinal reflex in dogs, monkeys and man. *Jap. J. Physiol.*, **14**, 411-421
- 8) Shimamura, M. and Akert, K. (1965) Peripheral nervous relations of propriospinal and spino-bulbo-spinal reflex systems. *Jap. J. Physiol.*, **15**, 638-647

地方小学会報

第33回近畿生理学談話会ならびに生理学将来計画講演会

時 昭和41年2月26日 10:00~18:00時

所と当番 京都大学薬友会館 井上 章・荒木辰之助

I. 一般講演

1. 閃光弁別閾判定法を疲労判定指標とした温探法の一検討

奥原昌徳 (大阪医大第2生理)

疲労研究班の班報告以来困難とされている「単個の指標を以てする疲労判定」は、スポーツ面においても産業労働面においても、特に現場の実用面においてその単法化実現が絶えざる企求であって、スポーツや重労働面ではドナジオ反応、精神疲労を主とする所謂軽作業面では膝蓋腱反射検法、またそれ等の中間乃至その両域に亘るかなり広範囲のそれとしては閃光弁別閾判定法等が漸く注目重用されてきている中に在って、これと絡んで所謂肉體疲労と精神疲労との両要素が同一の個体において表われる様な疲労の判定指標、しかもそれに関しても単個の検法の選定欲求がさらに一つの類を加えるに至っている。発表者はそれ等の問題に対し実用的に貢献すべき指標として笹川、加藤、田村諸博士等が曾てテレビ視聴疲労検索用として修正を加えた閃光弁別閾判定法を採って更に之に最近の電気工作技術的改修を加えた装置で、精神肉體両面の要素、これはいずれか一つを全く欠如するが如き疲労としては無かるべきも、それ等両要素の比較的偏せずに同一個体に表われると目される日常庶務労働従事の勤務者のうち略ぼ生活条件の近似せるものを被検者に採って、それ等の日常勤務時間(約8時間)終了の直前頃に、既知の「家庭勤務疲労回復」の奏効成績を有する温探法系の一刺激療法(皮膚の奥原絡に対する冷熱交互刺激療法)を以て疲労回復の手段に採用して、此種の特殊刺激療法前後における疲労度の測定を行ない、此の前後両測定時における疲労度の比較を試みた。つとめて身体条件の均等を期したとは云え被検者の体格(体格体質体力)はかなり区々のものではあったが、能う限りそれ等の被検条件を近等にとった10名連月の測定値に就いてみるに、此の種の特殊刺激療法は一般家庭勤務労働乃至事務所勤務労働者日常疲労の程度(中等度疲労と看做す、但し概念的疲労度類別による)の疲

労に対しては適好な疲労回復法であり、所謂一般日常生活者にとっては保健衛生用として有効な疲労回復法(実用的に)であり、また此の種の閃光弁別閾判定法は、如斯目的に向ってかなり適好な疲労判定法として実用価値の認められるべき実用単法の指標であることを知った。

2. 白ネズミの水分出納について

吉村寿人・井上太郎・田中弘伸(京都府立医大第1生理)

人体における気候馴化の機序を解明する一助として白ネズミを用いて各種の実験を進めているが、今回はそのうち特に水分出納について報告する。

体重170~200g(平均188g)の白ネズミの水分出納を測定すると、食質や実験温度等によって若干異なるが、大略下表の如き成績が得られる。

水分摂取量		水分排出量	
食餌水	3.97 g/日	尿	3.36 g/日
飲用水	2.88 g/日	不感損失	4.81 g/日
酸化水	2.21 g/日	{呼吸	2.47
		{皮膚	2.33
		糞・その他	1.89 g/日
合計	10.06 g/日	合計	10.06 g/日

ここには他種動物との比較に便なる様に体表面積100cm²当りの値として掲げた。酸化水と不感損失量とは投与せる食餌組成とその量とを元にして算出した。この場合不感損失は別途に行なった実験成績よりO₂消費量1l当りの不感損失を1gとし、摂取カロリー数を元にして算出した。尚、白ネズミの頭部のみを残して頭部以下全身をポリエチレンの袋に入れて測定すれば呼吸性の不感損失を分別できる。不感損失はガラス製U字管内に凍結させて秤量し、一方O₂消費量はoxygen analyzer(Beckman型)と流量計とを組合せて測定した。かくしてO₂消費量1l当りの不感損失を求めておいたのである。

ところで表記の成績は冬季に室温にて行なった

実験成績であって水分出納の収支はよく釣合っている。しかし飼育温度を 25~30°C に高めると水分出納は見掛け上バランスしなくなり、排出量が摂取量に比し過少値を示す。その理由は白ネズミがその飲用水を前足で顔面に広く塗りつけ、これが蒸発するためであろうと思われ、汗腺を持たぬネズミは恐らくこの様にして体温調節(放熱)を行なうものと考えられる。

3. ラットの各臓器の ^{36}Cl 間隙および ^{14}C -イヌリン間隙について

吉村寿人・藤本 守・檜垣 鴻(京都府立医大第1生理)

細胞外液量を簡便かつ正確に測定するため著者らは放射性同位元素 ^{36}Cl および ^{14}C -イヌリンを用いて、その分布容積を比較検討した。

実験にはラットを用い、指示物質を平衡せしめた後、種々の臓器についてそれぞれの間隙を測定して、それを組織重量当りおよび水当りに換算した。

イヌリンは腎よりの排泄が速やかであるから腎が働いている限り正確な測定が望めないし、又これが一般臓器の測定誤差の原因となる。一般臓器のイヌリン間隙の測定を行なう時は腎動脈の結紮を行なった。イヌリンの分布容積を時間的に追跡すると2時間以上においては、ほぼ平衡に達する。イヌリン間隙量(組織重量当りの%)は皮膚46.9、小腸21.1、肝13.4、骨格筋11.8、骨10.1、脳0.4であった。イヌリンおよびクロール間隙の値は一般に臓器によってかなり異なるが、クロールは細胞内に一部分拡散していくことからクロール間隙はイヌリン間隙より常に大きく出る。したがってクロール間隙よりイヌリン間隙を差引いたものは細胞内クロール間隙と呼ぶべきである。この値は特に腸管、腎臓その他骨格などの組織において大きい。なお腎組織は transcellular space にとみ、しかもここでイヌリンを濾過濃縮しているので in vivo の稀釈法によるイヌリン間隙測定は不適當である。したがって in vitro の方法として、摘出した腎組織を2~3 mmの厚さに薄切し、 ^{14}C -イヌリン生理的食塩液に浮遊平衡せしめた後、homogenize して、その ^{14}C -イヌリン間隙を求め19.6%を得た。

別に Neoprene 法によって血管容積および尿管

容積を測定し、これらを組合せて組織区分を行なった。それによると細胞外液、水当り25.2%(血管容積8.3%、間質6.8%、尿管容積10.1%)と細胞内液74.8%(細胞内クロール間隙45.5%をふくむ)が得られた。

4. 胆汁のフィブリン溶解作用の分析 —特に胆汁に含まれるアクチベーターの2, 3の性質— 大柴 進・畑 滋二(神戸大第1生理)

ヒトおよび動物の胆汁が、フィブリン塊を溶解する現象は、古くより知られていたが、胆汁中に線溶因子が存在するかどうかについては、議論があつて、Fleming and Norman (1960) が胆汁酸塩が非酵素的にフィブリンの溶解をきたす現象を指摘して以来、胆汁中のプラスミノノーゲン活性化因子(アクチベーター)の存在に関しては、一般に否定的であった。しかし著者等は、線溶現象の測定法の再吟味の上立って、胆汁のフィブリン溶解作用を分析した結果、明らかに胆汁中にアクチベーターが存在することを見出した。そこでこのアクチベーターを、セファデックス分子篩によって抽出し、このものの酵素化学的性質について若干の知見を得た。得られた成績の概要は次の通りである。

1) 高濃度の尿素可溶性フィブリン塊は、胆汁酸塩に対しても可溶性であるが、Ca イオンを添加する事によって不可溶性のフィブリン塊に転化し得ることを認めた。この現象にはフィブリン中に含有されている第XIII因子が関与していることを示唆する別の実験成績を得た。そこでCa添加のフィブリン平板法を用いて測定し、胆汁の酵素的フィブリン溶解作用を、単純溶解作用から区別した。

2) セファデックス G-75, G-200 を用いて胆汁アクチベーターを分離抽出した。このアクチベーターの分子量は5万以上、20万以下の蛋白成分と見なされ、硫酸の50%飽和で沈殿する事を認めた。

3) ヒトおよび牛のプラスミノノーゲンに作用してフィブリン溶解活性の強いプラスミンを作る。しかしこのプラスミンの casein 分解活性は弱く、TAMe および LEe に対するエステラーゼ活性は認められなかった。

4) このアクチベーターは熱に不安定で、60°C、

30分の加温で失活する。また pH 4.0 以下あるいは、pH 10.0 以上で完全に活性を失い、中性附近において最高の活性を示した。

5) このアクチベーターは、SK 反応性のプロアクチベーターを含む事を認めた。

5. 生体内骨髓酸素分圧について

上田晏弘 (大阪市立大第2生理)

骨髓循環に関する研究は、主として灌流実験や脈管系の形態学的検討により追求されているが、酸素分圧と造血機能との関連についてはなお不明な点が多い。この問題を解明する手がかりの一つとして、東芝-ベックマンマイクロ酸素電極を用いて、生体内骨髓酸素分圧を測定した。実験方法は、2.5~3.5 kgの成熟白色家兎の大腿骨々幹部を使用し、骨髓内酸素分圧は、東芝-ベックマン生理学用ガス分析計 160 型、マイクロ酸素電極(白金線直径 12.7 μ)を用いて測定した。予備実験として、股動脈バイパス法により正常股動脈酸素分圧、ならびに 100%酸素吸入、気管圧迫によるマイクロ酸素電極の反応性を検討した。次いで大腿骨々幹部に電極を挿入し、1) 正常時の生体内骨髓酸素分圧、2) 100%酸素(50~100 cc/min)吸入時、3) 機械的負荷試験(気管圧迫、股動、静脈血流遮断および迷走神経切断未梢端電氣的刺激、4) 薬物負荷試験(ノルアドレナリン、ピロカルピン)を行ない、酸素分圧の変化を追究した。なお同時に、E. C. G, 呼吸、血圧、循環温度、骨内圧を測定記録した。正常股動脈酸素分圧は 70~90 mmHg の値を得、大腿骨々幹部骨髓酸素分圧も正常股動脈酸素分圧とほぼ同じ値を得た。100%酸素吸入の際、股動脈の酸素分圧曲線に比して、骨髓酸素分圧曲線はその波型、極大値、反応速度に相違を認めた。股動脈、静脈血流遮断時の酸素分圧の変化は新鮮動脈流入の機械的阻害、ならびに骨内圧の変化、活発な実質細胞系の酸素消費等によるものと考えられる。迷走神経刺激実験では、全身的な心拍数の減少と血圧低下に伴う骨髓局所における2次的な変化を認めた。ノルアドレナリン及びピロカルピンの薬物的負荷試験では、著明な変動は認められなかった。

6. Rhodopsin の光酸素遊離エネルギーの測定

藤下成周 (大阪学芸大保健生理)

Rhodopsin に光を照射すると酸素が遊離することを先に発表した。その後、照射光の波長は 500 $m\mu$ 附近で最も有効であり、その両側即ち 440 $m\mu$ から 560 $m\mu$ の範囲内の単色光も有効であるが、それ以外の波長の光は光酸素遊離をおこし得ないことが判明した。440 $m\mu$ から 560 $m\mu$ の範囲の光が有効であるということから、rhodopsin の発色団と opsin との間の相互作用によってひきおこされる光の吸収によって光のエネルギーが rhodopsin 分子内に移動し、そのエネルギーによって rhodopsin と O_2 との間の結合が切断されるのではないかと考えられる。光酸素遊離は実験温度によって影響され、13°C以下では認められない。それで 13°C を 0 点として、 θ なる温度のスケールを考えると、次式の成立することが明らかになった。即ち

$$2^{\frac{\theta}{10}} \text{by} = e^{-E/RT} kT/h$$

この式において b は任意の常数、k は Boltzmann 常数、h は Planck 常数、R は気体常数であり、T は絶対温度を示す。また E は光酸素遊離エネルギーを示し、 $2^{\frac{\theta}{10}}$ は温度が 10°C 上昇するたびに反応速度が 2 倍増加することを示す因子であり、 $e^{-E/RT}$ は分子のエネルギーが E より大である確率を示す。この式の中に $\theta=3$ および $\theta=7$ なる値を入れて計算すると、 $E=40.6 \text{ kcal}$ という値が導き出された。

Rhodopsin を光分解するためには 48 kcal のエネルギーが必要なことから、光分解以前に光酸素遊離が行なわれると考えることが出来る。また、波長 500 $m\mu$ の光のエネルギーは 57.15 kcal であるから、1 個の光子によって 1 分子の O_2 を遊離させることが可能である。

7. 生体内に存在する鉄蛋白の電子スピン共鳴 黄健周・亘弘 (阪大第1生理)

生体内には鉄原子は 2 価または 3 価の状態で存在する。2 価の鉄は実験的に電子スピン共鳴で検出できないが、3 価の鉄は検出できる。異常ヘモグロビンのうちヘモグロビン M といわれるのは、血中で 3 価のヘム鉄として存在するため、電子スピン共鳴の測定の対象になる。ヘモグロビン

Mosaka は α 鎖のヘム鉄に対して第 6 配位座に位置するヒスチジンがチロシンにおき代ったものであり、Miwate は第 5 配位座のヒスチジンがチロシンにおきかわったもので、いずれのヘム鉄も血中で 3 価の状態にある。これらのヘモグロビン M を電子スピン共鳴で測定すると、Mosaka では g 値が 2.00, 5.79, 6.21 であり、Miwate では 2.00, 5.97, 6.03, であった。正常メトヘモグロビンの g 値は 2.00 と 6.00 であるが、異常ヘモグロビンではこの 6.00 の g 値が解裂している。理論的にはメトヘモグロビンの鉄は 3 価で high spin の状態にある。鉄の電子状態を表す一般的なスピンハミルトニアンは

$$\begin{aligned} \mathfrak{H} &= g\beta\vec{H}\vec{S} + D\left\{S_z^2 - \frac{1}{3}S(S+1)\right\} \\ &+ E(S_x^2 - S_y^2) \text{ であり} \\ D &\gg g\beta H, E \text{ として解くと } g_z = 2.00 \\ g_{xy} &= 6 \pm 24 \frac{E}{D} \text{ を得る。} \end{aligned}$$

つまりヘムの面内における異方性が生じた結果、 g 値の解裂をおこし、解裂の程度は E に比例することがわかった。この E の大きさは、ヘム鉄とチロシンの interaction の度合を示す。 g 値の解裂の度合は、Mosaka > Miwate であって、このことよりヘモグロビン M では、正常ヘモグロビンの X 線解析の結果とは異なり、第 6 配位座の方が第 5 配位座よりヘム鉄により近く位置していることが結論出来る。

8. 重金属塩処理ヘモグロビン (Hb) の被酸化性、アルカリ抵抗性について

富田 晋・榎 泰義 (奈良医大第 2 生理)

われわれは先に、重金属塩 (HgCl_2 , AgNO_3) 処理により、異種 Hb (例えばヒト-イヌ) 間にいわゆる hybrid 分子の形成されることを見出した。この現象は、上記処理によって、Hb (4 量体) 分子がその構成 subunits に解裂することを示している。このような構造上の変化は、当然その O_2 平衡機能の面にも何らかの変化をもたらすものと考え、 HgCl_2 処理 Hb についてその O_2 平衡機能をくわしく調べてみた。このような研究の途次、 HgCl_2 (Hg/Hb モル比=1) 処理 Hb の自動酸化性が異常に昂進する事実を見出したので、この現象をくわしく検討してみた。

材料としてはヒトおよびイヌ Hb を用い、常法

によって純化した後、0.2 M NaCl に対し 1 夜透析したものを実験に供した。

Hb の被酸化性は、ヘム当り 2 モル過剰のフェリシアンカリを用い、630 $m\mu$ での吸光度変化を経時的に追跡することにより測定した。

種々モル比の HgCl_2 で処理したヒト oxy-Hb の被酸化性を pH 7.20 および 7.91 でみるに、 $\text{Hg}/\text{Hb}=1$ で先ず著明な昂進、次いで低下に転じ、 $\text{Hg}/\text{Hb}=3\sim 4$ で最低となり、その後モル比の増大に伴ない再び増大する。このような挙動は、 O_2 平衡での Hg/Hb 比と O_2 親和性との関係によく似ており、またヒト Hb が Hg/Hb 比 > 4 で解裂する事実とも関係があると思われる。

また、種々 pH における 1 モルおよび 6 モル過量 Hg 処理 Hb の被酸化性をみるに、アルカリ性になる程低下する。しかし、未処理 Hb に比較してその低下率は小さいが特に 1 モル Hg 処理 Hb の低下率は小さい。

イヌ Hb のアルカリ抵抗性 (0.1 N NaOH, 15°C をみるに、3 モル過量以上の HgCl_2 処理によりその増大がみられ $\text{Hg}/\text{Hb}=7$ のばあい、30 分後においてもなお 54% 程度が未変性の状態にとどまるのに対し、未処理ないし 1~2 モル過量処理のばあい、1 分以内に完全に変性してしまう。

9. 蛙胃粘膜における Cl^- 輸送のロタンによる阻害

今村 昭・竹田 仁 (京都府立医大・同位元素研)

SCN^- が胃の H^+ 分泌を阻害することはよく知られているが、 Cl^- -flux への作用は詳しく調べられていない。本実験では蛙胃粘膜を分離し、その Cl^- -flux, H^+ 分泌ならびに短絡電流におよぼす SCN^- の作用を調べた。

SCN^- は H^+ 分泌ならびに栄養側 (N) から分泌側 (S) への Cl^- -flux を阻害するが、S→N の Cl^- -flux は阻害しない。 SCN^- を N 側に与えた時は S 側に与えた時よりも阻害が大きい。N→S の Cl^- -flux に対する SCN^- の阻害は S 側の CO_2 分圧を高めることにより増加する。逆に N 側の CO_2 分圧を増すと阻害は低下するように見える。 H^+ 分泌の阻害は Cl^- -flux の阻害より早く始まるように見える。 SCN^- の N→S の flux は甚だ小であり、阻害を単なる陰イオン間の競合で説明す

る事はできない。

SCN⁻ 阻害への CO₂ の効果より carbonic anhydrase が Cl⁻ 輸送に関与することが想像される。

10. 白血病好発系マウスに対するビタミン B₆ 欠乏食投与の影響

横田栄夫・辻 繁勝・松下 宏 (和歌山医大第2生理)

白血病好発系の AKR マウスにビタミン B₆ 欠乏食を投与し、経時的に体重および胸腺重量の変動およびその組織像の観察を行なった。更に同時期における胸腺組織ならびに血清中の glutamic oxalacetic transaminase (GO-T) と glutamic pyruvic transaminase (GP-T) の活性値をも併せて測定した。

ビタミン B₆ 欠乏食投与4週以後になると、体重減少および胸腺の著明な縮退を認める事が出来た。胸腺及び血清中の GO-T 活性値は胸腺の萎縮が見られる頃より減少し、投与後6週頃になると、対照に比して著しい低下が認められた。一方胸腺および血清中の GP-T 活性値では、あまり変動が認められなかった。

更に正常 AKR マウスに白血病細胞を移植し、その後 pyridoxine および deoxypyridoxine の注射を行ない、経時的に胸腺と血清の GO-T および GP-T 活性値の変動を測定した。白血病細胞の移植に依り GO-T 活性は著しく上昇するが、GP-T 活性はあまり変動をみせなかった。これに対して deoxy pyridoxine 注射群では GO-T 活性値が無処置群や pyridoxine 注射群に比べかなり抑制された値を示しており、対照群に比して約17%の延命効果を認める事が出来た。

以上の事実からこれらの酵素 (特に GO-T) およびその補酵素であるビタミン B₆ が白血病マウスの胸腺における腫瘍細胞の増殖に強く関連している事が示唆された。

11. アメリカザリガニ缺脚における指節開閉に対する反射放電について

村山公一 (京都府立医大第2生理)

甲殻類の缺脚および歩脚の前節-指節の関節には propodite-dactylopodite organ (PD器官) と呼ばれる自己受容器があり、指節の運動の速度、方向、

位置を感受し、その情報を中枢に送っている。一方、遠心性神経として、開筋には遅神経および抑制神経の2本の線維が、また閉筋には速神経、遅神経および抑制神経の3本の線維が分布している。

この実験では、アメリカザリガニを用い、缺脚の指節の受動的および能動的運動に対する、PD器官から遠心性神経への反射放電について調べた。これらの各神経線維は前節-腕節間において、他の神経束から分離することが出来、そこからインプスを記録した。

指節の開閉運動にともなって、PD器官の求心性線維は顕著な放電を示す。運動速度の増加にともなって、各線維の放電頻度は増加し、放電する線維の数も増す。指節がある位置に静止している場合は、小さなインプスがわずかに記録されるにすぎない。これはこのような情報を送る線維の数も少なく、また線維が細いためであろう。

遠心性神経においては、指節を受動的に開いた場合、閉筋の遅神経および開筋の抑制神経に顕著な反射放電がみられ、逆に受動的に閉じた場合は、上記の神経線維の放電は止まり、開筋の遅神経の放電が生ずるといふ。各々の運動を抑えるような反射放電がみられる。閉筋の速神経は、感覚毛などの刺激で容易に放電するのに、指節運動に対してはまれに放電するにすぎず、また閉筋の抑制神経は散発的に低頻度の放電を生ずることが多い。しかし、指節を閉じた場合、開筋の遅神経の放電が生じない場合も多い。中枢の興奮レベルは時間と共に変化し、これらの反射が中枢において完全に抑制をうけることもあるし、また他の感覚入力によって、この反射放電のパタンが乱されることもある。指節の能動的運動に対する反射放電は受動的運動の場合とほとんど同じである。

以上の結果から、ザリガニでは、ある一定の開閉の反射経路では運動神経に固定したパタンの放電を生ずるが、自然状態では広範囲に広がっている感覚情報の影響を受け、またより高いレベルの支配を受けていると考えられる。

12. 筋自発性放電について

高田 充・加藤一郎・河村洋二郎 (阪大歯学口腔生理)

演者らは、咬筋浅部についてその前部から特に

自発性活動が記録できるのに対し、後部筋腹からは自発性筋活動が記録しにくい事をすでに発表した。本研究は前記現象の背後にある生理学的機序を明らかにするために行なったものである。

本実験は大別して2群に分けられる。第1は筋の自発性NMU発射についての解析であり、第2は咬筋の局部的加圧により咬筋支配の三叉神経運動核細胞活動が如何に影響されるかを検討した。実験には除脳猫を用いた。

1. 自発性 NMU 発射と筋に与える荷重との関係

自発性 NMU 発射を示す筋は伸張により放電頻度を増大した。又荷重頻度曲線は摘出筋につき得られている張力-長さ関係の曲線と類似していた。

2. 筋加圧時の運動神経細胞の興奮

微小電極で記録した三叉神経運動核細胞の活動は、咬筋を局部的に加圧することにより興奮させ得た。この反応は特に自発性 NMU 発射を示す咬筋前部の筋を加圧した場合に認められた。しかも、筋加圧時の三叉神経運動核細胞の応答は筋紡錘伸張時に Ia 線維で記録できる放電パターンに極めて類似していた。加圧により運動細胞が興奮させられる筋部位より筋線維走方向に10~20 mm 離れた部位を加圧した場合には、この運動細胞の自発性放電は消失した。筋加圧による上記運動細胞の電気活動の変化は、筋紡錘の加圧による変形に起因することが推察される。

中枢における実験結果からも、咬筋前部において自発性放電を示す筋は筋緊張維持に関与していることが強く推察される。

13. 視床刺激にともなう arrest の誘発筋電図的考察

安原基弘・内藤博江・正野道子・半田ふみ子・渡辺豊子 (関西医大第2生理)

視床刺激はその部位により、それがたとえ8c/sの刺激であっても、脳幹網様体と同様の働きを有する組織を興奮させる可能性のあるところから、少量の barbiturate を投与することにより、このような網様組織の興奮をおさえれば、recruiting response 本来の働きをよりよく観察することが出来るのではないかとこの考えのもとに behavior の実験を行なった。

その結果、適量の barbiturate 投与下には、

recruiting response と behavior の上での arrest は平行して認められることを知ったが、これに付随して同じ8c/sの刺激であっても、2V, 10msec と20V, 1 msec では効果の異なることを認めた。この相異、即ち20Vで筋緊張の認められる理由について、2V, 10 msecでの視床刺激では認められない筋放電が、20V, 1 msecでは前後肢の屈伸筋すべてに出現することを知った。

次にこのような視床刺激が大脳皮質刺激による誘発筋放電におよぼす影響について検討したところ、2V, 10 msecで抑制、20V, 1 msecで促進的な影響のみられた例もあったが、その他2V, 20Vのいずれでも促進か抑制の一方的な影響のみが、或は2Vで促進、20Vで抑制といった逆の成績も得られた。

以上の成績より視床における運動の発現に直接関与する組織と皮質性の運動に間接的な影響をおよぼす組織とは異なるものが同一部位に混在していることが考えられる。

14. まばたきの電気生理学的研究 (予報)

安原基弘・内藤博江・真鍋準子・市来京子 (関西医大第2生理)

Blinking の mechanism については、未だ充分に解明されていない。私たちはウサギを用いて、blinking の発現機序を中枢神経活動との関連性のもとに追求した。

1. 末梢性刺激によりおこる blink reflex と、中枢刺激によりおこる blinking に対する局所麻酔薬 (procaine, benoxil) の作用態度から、少くともウサギにおいては、末梢性の blink reflex には、高位中枢は余り関与していないことが推定された。

2. ウサギの脳幹網様体或は視床の nucl. centrum medianum, nucl. ventralis anterior の刺激により、脳波に recruiting response が出現すると同時に blinking が現われたが、この様な中枢性の blinking の type には、刺激中止後持続的に出現する tonic な type と、刺激中および直後に集中的に出現する phasic な type と、その両 type の中間型のものが認められた。これらの type と中枢の刺激条件 (100 c/s, 8 c/s, 3 c/s, etc.) との関係および、両側性、対側性、同側性の問題につき検討した。

3. 上記 blinking の type と、誘発筋放電の

type (tonic, phasic, tonic-phasic) との間には略々平行関係の成立することが認められた。

4. 中枢性の blinking は、少量の barbiturate (1 mg/kg i. v.) の投与により却って促進することが認められたが、これは少量の barbiturate が blink reflex に対する抑制組織に作用して、blink reflex を開放するためであると考えられるが、その mechanism につき今後更に神経薬理学的に検討を加えたいと考えている。

15. フタロニトリルによる痙攣の機序

高比良英輔 (神戸大第2生理)

合成化学の発達によって、生物が、これまで接したことの無い物質を、大量にあびる可能性が生じた。フタロニトリルは、その1例である。この物質の合成過程で、ヒトが痙攣発作を起こして倒れることが知られた。

本研究は、その中枢神経系に対する作用を分析したものである。実験動物にはネコを用い、活動の標識として、大脳皮質の各点から皮質波を記録した。エーテル麻酔下で皮質電極を接着し、少数の対照例を除いて、実際の痙攣発作は、フラキセデイル投与により除去した。

1. フタロニトリルは、水に不溶の物質であるが、そのアラビアゴム懸濁液を腹腔内に注入すると、一定潜時のち、全身性の痙攣発作を生ずる。痙攣閾量は、30~50 mg/kg である。

2. 閾量では、投与後、初発発作波の出現までに、30分程度を要するものが多い。濃度を増すと、潜時は5分まで短縮する。

3. 発作波の出現前に、通常、一定の前駆活動(皮質波振巾の増大と同期化、自律系の諸現象)がみられる。

4. 一つの発作波は、毎秒10回の強直性放電を以て始まり、次第に間代性放電(毎秒3回)に移行する。この時期では、皮質各点の同期性が著しい。約10秒それが続いたあと、全皮質は、完全な電氣的沈黙に入る。沈黙相の持続は約10秒で、再び次の発作波が生ずる。

5. 遊離前脳標本と、末処置脳標本の間で、発作波の性質に差はない。しかし、遊離前脳標本および除脳標本(フラキセデイル不投与)では、全身痙攣を生じない。

6. 発作波は、ネムブタール 15 mg/kg の静脈

内注入により、完全に抑制される。

以上により、この物質は作用点においてカルジアゾールに類似し、視床皮質系に働いて汎性発作波を生ずるものと結論する。

16. 光誘発電位と脳波の光駆動との関係

北里 宏 (京都府立医大第2生理)

Computer を用い加算平均化する方法で光誘発電位および光駆動中の脳波の中の光刺激に関係のある成分を脳波中より取り出し、光誘発電位と光駆動との関係を調べた。閉眼時の単発刺激による誘発電位は刺激後約 70~100 msec に陰性の peak をもつ初期反応が現われ、この peak から約 100 msec おくれて第2の陰性波が現われこの波に引続いて rhythmic wave が続く、この rhythmic wave の周波数は安静閉眼状態の α 波の周波数にほぼ等しい。開眼時ではこの様な rhythmic wave は見られない。この波の性質を調べるために2発刺激による反応を加算法で脳波からとり出した。第1の刺激による反応と第2の刺激による反応の波の位相が合う様に第2の刺激が与えられると2発刺激に対する反応の振巾は大きくなるが、互いにうち消し合う様な位相の場合には小さくなる。したがってこの rhythmic wave は加重性を持つことが認められる。しかし第2の刺激が第1の刺激から 100 msec 以内で与えられると、2発刺激に対する反応は、単一刺激に対する反応から算術的に合成された波より小さくなる。

光駆動を最も効果的に起す光刺激の周波数と同じ周波数で 3, 4, 5, ……7 発刺激を行ない各々の刺激による加算誘発電位を調べると、その各々の刺激により誘発された波の位相が一致して刺激の数が増すにしたがって振巾が増大して行く様子が見られる。しかしこの振巾の増大は第5~第7の刺激で飽和状態に達しこれ以上は大きくなり以後定常状態となる。またこの場合の振巾は生の光駆動脳波の振巾とほとんど等しい。光駆動を起す周波数以外の周波数で同じ様に数発刺激に対する加算誘発電位を調べると、刺激の数の増加とともに反応の振巾は干渉波の様に周期的に変化し定常状態にはならない。また 10 cps より大きい周波数の光刺激では rhythmic wave は互いに抑制され各々の刺激に対する初期反応のみしか認められない。以上の事から光駆動は各々の刺激により

誘発された rhythmic wave の加重であると考えられる。

17. 覚醒脳波反応としての皮質シータ波について

山口雄三・吉井直三郎 (阪大第2生理)

動物に覚醒刺激を与えた際の皮質脳波反応は、一般に脱同期または速波によって特徴づけられる。著者らは、これらの脳波を周波数分析すると、しばしばシータ波成分が含まれていること、このシータ波は時として通常脳波上でも認められる程充分大きいことを観察している。本実験では、これらのシータ波の一般的な性質、皮質分布、出現条件などを追究し、その本態を明らかにしようと試みた。

実験には、無麻酔の Flaxédil 不動化猫を用いた。皮質および海馬脳波を脳波計を用いて記録し、その一部をテープレコーダーに録波した後、23帯域自動周波数分析器 (1-30 c/s) で分析した。覚醒刺激としては、視床内側核、視床下部諸核、中脳網様体などの高強度刺激を用いた。一部の動物では、脳弓の電気凝固を行ない、皮質シータ波への影響を調べた。

覚醒刺激時に認められる皮質シータ波には少くとも2型がある。もっともしばしば認められるものは、海馬シータ波と同期して出現する皮質 iso-hippocampal rhythm (IHR) である。これは、1) 側頭部および後頭部に優勢であり、前頭部に出現することは少ない。2) 海馬シータ波が 4-7 c/s で、規則的、持続的に出現することは皮質 IHR 出現に好適な条件となる。3) 視床下部刺激がもっとも有効である。4) 脳弓破壊で完全に消失する。この型のものとは別に、海馬シータ波と同期しない皮質シータ波が出現する。これは、1) 前頭部に出現し易く、側頭部、後頭部にはほとんど認められない。2) 周波数は 3-6 c/s で規則的であるが、余り持続しないことが多い。3) 中脳網様体刺激がもっとも有効である。4) 脳弓破壊で影響を受けない。

18. 大脳皮質痙攣波の交感性および副交感性心臓神経におよぼす効果

宮本ジュリオ (大阪市立大第1生理)

大脳皮質が心臓血管系に影響をおよぼすと云う

ことはこれまで種々の実験から知られている。Alanis等(1965)は大脳皮質活動で誘発される自律系の変化のあるものは交感神経系を介して起こることを示唆した。今回の研究の目的は感覚運動領の活動と交感神経および迷走神経の遠心性発射の間の量的ならびに時間的な関係をしらべることである。

実験は筋弛緩剤を用いて非動化した無麻酔の犬を用いて行ない、交感性心臓神経と副交感性心臓神経の電気活動と大脳皮質の電気活動を同時に記録した。電気刺激で前S字状回または後S字状回に痙攣波を起こさせると交感神経の活動(星状神経節の節後線維の発射)が増加しその変化は痙攣波の間ずっと持続する。交感神経活動の増加は前S字状回の電気活動の増加と平行して起こった。大脳皮質の他の領野の刺激で痙攣波を起こさせた場合にはS字状回に痙攣波が波及した時にはじめて交感神経活動の増加が起こる。心臓神経で記録した交感神経活動のパターンは皮質の痙攣波の強直期と間代期に一致して強直性と間代性の変化を示した。痙攣波の停止後の静止期には交感神経発射は減少し時には完全に消失する。これらの効果は迷走神経切断後および血圧を一定にした時にもあらわれた。迷走神経の活動は痙攣波の初期に増加するが次第に減少し末期には消失する。痙攣波の停止後交感神経の活動が減少している時期に迷走神経の活動は逆に増加する。以上の結果から大脳皮質S字状回の活動が交感神経活動の増加を惹き起こすことが結論される。

(尚、本研究はメキシコ国立心臓研究所D・マシエルとJ・アラニスと共同で行なったものである)

II. 生理学将来計画討論会

特別講演

19. 生理学将来計画について

勝木保次 (生理学将来計画委員会副委員長)

20. 将来計画運動の意義について —— 生理学将来計画委員会専門委員会の経過を中心に

品川嘉也 (京大第2生理)

学術会議、生物科学将来計画小委員会の「生物科学将来計画」(1965. 10)によれば生理学については5カ年間、全国に18講座増設、10部門の生理

学研究所新設となっている。増設部分の内容については全く触れていないが、この内容に対して生理学会で大いに討論しなければならない。学術会議の作製する案は、一つの形式かも知れないが、それを肉付けする我々は哲学を持たねばならない。生理学会の将来計画運動の経過をふり返ってみるにより、今後の運動の指針を探ってみた

い(その参考資料として運動経過を年表として表1にあげる)。

次に近畿地区の特色としては、基礎医学科の要望が強く、臨床生理学講座の要求と併立していることである。生理学の両面性から考えてこの二つの要求が等しく実現されねばならない。今後の強力な運動が必要であろう。

表 1. 生理学将来計画運動年表

年	学 術 会 議	生 理 学 会
1961	4月 第33回総会「5原則」声明“将来計画は科学者の権利であり義務である”云々。	4月 「生理学生物物理若手グループ」結成。生理学の将来について討論。
1962	4月 原子核将来計画を政府に申し入れ(翌年より予算化)。 10月 将来計画に関する中間報告Ⅰ。	7月 生理学生物物理若手グループ。シンポジウム(生理学の研究計画について話し合い)。
1963	(各学会の将来計画案が出はじめ、翌年の中間報告Ⅱにまとめられる)。	3月 「生理学の将来を語る懇談会」東京、京都。 4月 若手グループ主催「生理学の将来を語る懇談会」(大阪)で将来計画立案を提案 日本生理誌 25(8)に同記事。
1964	8月 将来計画に関する中間報告Ⅱ。 11月 長期研究計画調査委員会より各研連に5カ年計画の検討を要望。	4月 生理総会で将来計画案決定。生理学振興委員会に専門委員会をおく。 11月 近畿生理談話会、将来計画に関するアンケート調査。
1965	1月 生物科学将来計画小委員会(二国委員会)設置。 2月8日 “生物科学将来計画についてのシンポジウム”生物科学総合化の方法論を考えるワーキング・グループ(勝木委員長)。 4月 将来計画に関する中間報告Ⅲ。 10月 「生物科学将来計画」刊行(二国委員会)、生理学18講座増設、生理学研究所(10部門)(8月 武谷三男、将来計画批判)。	2月8日 二国委員会に生理学会が参加。 2月27日 近畿生理アンケート集計、近畿第1案作製。 3月26日 近畿第2次案作製。 4月 専門委員会、将来計画に関する全国アンケート調査。 5月24日 専門委員会、将来計画原案作製。 5月 生理学将来計画委員会設置(本川委員長)。 6月 同委員会、将来計画第1次案。

註. 重要事項の脱落も多いと思いますので、是非ご意見お聞かせ下さい。

21. 生理学研究所運営に関する一構想 (生理学将来計画の一環として)

亘 弘 (阪大第1生理)

生理学会は昭和40年6月生理学将来計画第1次案を作成し、これを学術会議内の生物科学将来計画委員会に提出された。その結果昭和40年10月生物科学将来計画が作成された。

生物科学将来計画の骨子となるものは、生物科

学本来の個々の研究を一層押しすすめるとともに、関連分野との連けいを強化しようというものである。この具体的施策としては、(1)講座増設、(2)計画研究を推進する中核的研究所設立、(3)科学研究費基金の樹立、(4)生物科学以外の関連分野と共通基盤を持つセンターの設立、である。

計画研究を推進する中核的研究所の一つとして、生理学研究所がある。この研究所についての

構想を早急にまとめておく必要がある。

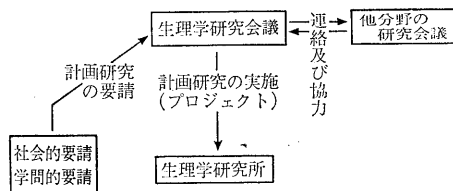
理由として、生物科学将来計画で第2年度の計画にあげられているからである。すでに生理学将来計画第1次案中には、この構想はおこまれており重複する所はあるけれども私見をのべる。

I) 生理学研究所は計画研究を推進する機関である。

II) 計画研究題目は生理学研究会議において決定され、生理学研究所を中心として研究がすすめられる。

III) 生理学研究所の研究部門は、調査、資料、機器および開発部門によって支持される、

IV) 研究部門は計画研究を推進するに必要な流動研究員を中心として構成される。



22. 臨床生理学講座設立についての提案

吉村寿人 (生理学将来計画委員会近畿地区委員会)

1) 設立案提出に到る迄の経過

昨年9月に開催せられた国際生理学会々期中に、本川委員長より、臨床医学関係者よりの要望が高いので臨床生理学講座増設案を近畿地区委員に依頼したいとの申出があり、なるべく10月の学術会議に提出したいとの事であったので、吉村、井上、亘、品川の各委員ならびに藤本講師の間で一応増設案をまとめて、9月末日に同委員長に試案を提示した所、本年1月13日の生理学会幹事会にて勝木副委員長より一般への公開説明あり、その研究教育内容について近畿支部にて協議ありたしとのことであった。かくして京都府立医大生理学教室にて一応試案をまとめ、これを近畿談話会で討議に付せられんことを提案する。(別紙にその設置案と研究教育内容案を示す)。

2) 設立提案の理由

今日の臨床医学は生理学の基礎知識なくしてはこれを習得し、且つ実地応用困難なる時期に到達している。そのために臨床医家よりは臨床医学の基礎としての生理学の教育研究の必要性が強く叫ばれている。しかしながら、生理学は殊に我国に

おいては生物学の一部門として発達してきたために、ともすれば臨床医学に関係深き領域に力をさく余裕なき場合が多く、これが臨床医家の不満を買っている次第である。しかしながら、臨床医学の基礎としての臨床生理学も重要であるが、生物学としての生理学もまた重要であって、我国の生理学においては、将にこの方面にすぐれた業績が多い。したがって、我国の生理学の長所をのばし、しかも臨床医家養成に対する生理学者の使命達成のためには、新しく臨床生理学講座を設立することが最も適切な対策である。

3) 備考

但し、これは新しい生理学講座の一つの試案であって、大学の実情によっては(たとえば臨床生理学の内容がすでに教育せられている場合には)、別に分子生理学ないしは細胞生理学または適当な応用生理学講座の増設を行なうことができるよう、各大学の実情に即して第3講座を設置すべきものである。尚、本案完成の上は、きたるべき国立大学医学部長会議に提案せられる予定である。

23. わたしの考え

久保秀雄 (阪大第1生理)

生理学の将来計画という事でいろいろの考え方はあると思う。たとえば、病院も含めて医学部の現在の有り方がこのままで良いだろうか、という根本的な疑問から出発する方向もあるだろうし、また生理学の研究および教育という立場から、今の体制を考えて行くこともできる。いずれにしても、究極の姿に大きな相異があるとは思われないし、現実的な立場をとれば、さし当り同じ方向になるかもしれない。

まず、医学部としての有り方からいうと、病院を含めて、医学部を基礎的な医学部と臨床的な医学部の2本立にする。この基礎医学部というのは、生理、生化、病理学のほか、内科、外科も含める。医学を学として把えることを意味する。もちろん、従来の意味における講座制は撤廃してしまふ。また、生理学について云えば、定員、予算という点では、講座数をどんどん増す必要があるが、内容的には、講座制などは撤廃してしまい、デパートメント制にして、現在の助教授、講師クラスの方々には、独立で研究に打込んでもらうという体制も確立しなければならない。

短 報

[要望]

談話会通知について

上田五雨 (信州大順応医学研)

第43回日本生理学総会が松本で盛会裡に終了した。その前日に行なった第5回若手グループのシンポジウムも多数の御参加を得て、意義深く、幕を閉じた。此については、東京医科歯科の若手の方々を始め、将来計画委員、全国の関係者の方々の御協力に心からの謝意を表したい。只、これらのような、全国的な大会での発表では、演題が余りにも多く、時間的な制限もあり、十分に意をつくして討議し得ない点が残念である。そこでこのような点は、地方会における発表で補うべきではないかと私は考えている。所が私達の所属する中部生理学談話会は一年に一回であり、むしろ毎月行なわれている生理学東京談話会のような会に期待したい結果となる。従って、東京近接地域の地方会員に対しても、生理学東京談話会等の通知を確実に発送して貰いたいというのが私の希望である。特に、プログラムができ上ってからの通知の他に、演題募集、しめきり日等に対する通知もいただきたいものである。又、地方から上京するものにとっては次回の当番校のみでなく、少くとも次回の次の当番校即ち2カ月先位迄が分っていた方が都合がよい。総会については、2年先に熊本で開催されること迄決定されているが、地方会でも3カ月～4カ月位先迄の当番校と開催日が分っていた方が、上京のスケジュールをたてるのに便利である。このような点を御考慮いただければ極

めて幸である。

今一つの点は、生理学会会員の所属部門が、生理学教室以外に既に拡大されつつあることに関してである。即ち各研究施設、麻醉学教室、教養学部等の外郭団体にも通知もれないように、御高配をわずらわせたい次第である。歴史と伝統の古い所では、既に情報過剰で煩雑になっている可能性もあるが、新しい所ではいつも情報不足気味であり、かつ、生理学会内部のかなり重要な事柄さえ知らない間に進行していたりすることが時々みられる。次の件は、生理学東京談話会からは脱線するが、先日の国際生理学会での英文の研究室紹介などは、私の方には校正も問合わせもなかったが、全く間違った内容が外国にまで紹介されているので、いささか迷惑を感じている。勿論当事者は大変な御苦勞をされたことでもあり、正しく紹介して貰った方々は喜んで居られるし、それ以上に過大評価して貰っている所では面はゆく感じて居られることと思う。国際生理学会の費用の一部はそういったものの訂正にあててもよいのではないかとも思う。

以上註文めいたことと、柄にもない苦情を若干書き記したが、とり上げて、いただければ幸である。富士山の頂上も裾野があればこそ存在するのであり、生理学会も、吾々のような無名の、純生理学教室以外のすそ野があるからこそよい盛になるのである。当番幹事の方々に、くりかえし提案したいことは、通知先をひろくし、通知をはやめに出されることである。

[生理学教育と研究]

オランダに於ける生理学教育と研究の一経験

本田良行 (金沢大第1生理)

オランダの大学は1575年の創立にかかるライデン大学を始めとして、ユトレヒト、フローニンゲン、アムステルダムに2つ、更に私が1962年から64年にかけて滞在したナイメーゲン大学と合計6つがある、この中ナイメーゲン大学の医学部は第2次大戦後設立されたもので最も新しい。従って

私の体験は此の国に於ける大学の実状について比較的偏ったものかも知れない、而し他面新設の学部のために教職員の大部分は他の各大学からの混成であり、オランダ全体の気風をよく代表している大学とも感ぜられた。6つの大学中アムステルダムのフライエ大学(プロテスタント系)とナイメーゲン大学(カソリック系)は私立であるが、オランダの政令に依り私立大学も国立と同じ財政的援助を受けることになっている由で此の面での大学の格差は見られない。

医学部出身の基礎医学者の減少は世界的な現象と見えて、此の国の生理学者も医学部以外の出身者が段々と増加する傾向にある。私の居た生理学教室も研究員10名中3名が他の学部出身であった。その他の教室の構成は秘書2名、アナリスト6名、テクニカル・アシスタント11名、その他2名である。研究員は通例夫々1名の専属のアシスタントをもつ。教室の年間予算は消耗品費が約500万円、設備費には一定の制限が無い。此の研究室は新設（1961年）のため私の滞在中の年間予算は4～5千万円にも上った。オランダの物価は日本の約1倍半と言う条件を考慮しても、吾々の実情とは格段の差があると言えよう。

一般にヨーロッパの小国に於ける語学教育は非常に徹底していると言われるが、オランダに於ける研究者、学生の語学力には全く感心させられる。私の居た生理学教室は主任がスイス人 (Prof. Kreuzer, Zürich大学卒) と言う関係もあって、教室員は数カ国より構成されていた。大学全体には外人教授が十数名、研究員は百数十名におよんでいる。此の様な教授陣が可能な語学力を学生が具えていると言う事であろう。筆者も教室員の一人として講義および実習の指導に当らされたが、己の貧弱な語学力には何時も冷汗を覚えた事であった。而し乍ら学生の方は外人の指導にはよく馴れている故為か、仲々良く此方の言う事も理解し、また熱心に指導に従う点は日本に於けるより以上に気持よく指導に当ることが出来た。研究室を訪れる、国外からの訪問者には英独仏の3カ国語を自由に駆使して議論している様子は誠に美しい。此处では語学に堪能なことは最早研究者にとっての特技ではなく、必須の条件である。吾が国でも研究の国際性と言う事が強調されながらも、まだまだ実践に迄距離のある実情を残念に思う次第である。

学会は、春に催される Federation Proceedings に相当する Federative Vergadering と秋に行なわれる生理薬理連合の学会がある。秋の学会はオランダを4地区に分け演題はその1地区のみから出題される。出題地区は毎年順番に交替するので4年に1回文出演すればよい訳で学会の内容をコンデンスする立場から一つの行き方ではなからうか。此の場合出演者に対し演説の結果について講評を希望するならば予め申し込む様通知される。

私の滞在中所属の大学が運悪く順番に当たったために、この批評を蒙る結果となったが発表の表現がまずい、予行演習をして来たらよいなどと大いにこき下されて情けない思いをさせられたことであった。

学生実習は別表に示した様に、呼吸、循環、体液等に関する項目が充実し、特に色素稀釈法、Body Buffer、肺コンプライアンス、心臓カテテルに依る混合静脈血の採取、息こらえ試験等が注目される。実習の期間は1月から3月迄、週2回、朝から1日中行なわれる。実習の前にKandidaatexamen と称する試験をパスしなければならぬ。此の試験の成績優秀な者を学生助手として各実習項目毎に1～2名宛配置する。教室員は実習前に予め此の学生助手にやり方を教えておく。従って実際の実習のときには自ら走り廻る必要がない。此の様なやり方で可成りの実習項目もこなして行くことが出来る。学生助手となったものは自分の担当項目以外は適当な暇を見付けて見学する丈に終る訳になるが、1回2千円程度の報酬を受けるので喜んでやっている様に見うけられた。

何よりも美しく感じた点は、研究員の給与である。大学の新卒者でWetenschappelijk Medwerker と呼ばれる正式の研究員に採用されれば月額8～9万を支給される。此のクラスの最高月額は24万位である。私の見聞した限り基礎の研究室で無給のまま働いている人は見られなかった。臨床ではAssistentenと称する研究員の半分位の給与を受けている医者が可成り多いが、矢張り無給の医局員は居ない。日本との物価の差を考慮に入れても、充分生活にゆとりをもって研究に打ち込むことが出来る様に思われる。そのためか一般に彼等の研究態度は悠々としていて、時にはなまけ過ぎている様に見えることもあるが、学位の論文完成迄10年位をかけるのが普通である。学位論文は普通100頁を越える小冊子を書かかねばならぬ。臨床の教室に所属する人も研究期間中は基礎教室で過す人が多い。之は研究補助員が午後6時にキッチリ帰ってしまうので、診療に日中の時間がとられる臨床教室では事実上まとまった実験が不可能なためであると説明していた。研究補助員が殆んどなしに行なわれる吾が国の研究室の現状と比較して、研究成果の優劣上一概にその得失は断じ得ないと思うが、将来の研究室の方向を示す1つの型

ではあるまいか。

終りにオランダ人の対日感情は極めてよく、ドイツ人に対する様に戦争中のしこりを感じさせる様なことは殆んどない。彼等の誠実な人柄に打たれたことも一切ではなかった。機会ある方の留学を心からお奨めする次第である。

学生実習項目

A. Whole day practicum

1. Thermoregulation
2. Metabolism : basal and in exercise
3. Lung compliance : static and dynamic
4. Plethysmography
5. Mechanical events of the cardiac cycle in man : Apical impulse, heart sound, E. C. G., venous pulse and pneumogram.
6. Body buffer
7. E. C. G. by model
8. Alveolar-arterial oxygen pressure gradient

9. Blood pressuer and respiration in the dog
10. Urea clearance in water diuresis

B. Half day practicum

1. Peripheral nerve
2. Characteristics of isolated skeletal muscles of the frog
3. Physiology of the skin, the ear, the eye, smell and taste

4. Manometry

5. Adrenectomized rat

6. Breath holding test

C. Demonstration

1. Decerebrated cat

2. E. E. G. and E. R. G.

3. Dye dilution

4. Diffusion and kinetics

5. Hypercapnia and hypoxia in the dog

6. Resting and action potential

〔書評〕

Progress in Brain Research vol. 16,
Horizons in Neuropsychopharmacology,
Edited by W. A. Himwich and J. P. Schadé
(Elsevier Publishing Company, 1965)

B 5 版 347頁 (¥6000)

この本は、Dr. Harold E. Himwichを Director とする “Thudichum Psychiatric Research Laboratory” の同窓による業績集である。すなわち、J. R. Smythies (Edinburgh, Great Britain), C. Bull (Gelesburg), 以下 M. H. Aprison (Indianapolis), G. G. Brune (Hamburg, Germany), W. G. Steiner and S. L. Black (Gelesburg), J. Kobayashi (Gelesburg), C. Morpurgo (Basle, Switzerland) 等による、計20編の論文を集めたものである。編集、出版時期に行なわれていた仕事を加えれば、もう4～5編は追加出来たろうとも云っている(編者前文)。

大部分は、同研究所の “experimental psychiatry program” によるもので、煩をいとわずそのテーマをあげれば次のようである。

Brain neurohumor-enzyme system and behavior (Aprison), Biogenic amines and psychotropic

drug effects in schizophrenia (Brune), Limited usefulness of diagnostic EEG in tranquilizing drug therapy (Steiner and Pollack), Behaviors following neurotropic drug injection into subarachnoid space (Kobayashi), Antiparkinson drugs and neuroleptics (Morpurgo), Free aminoacids and related compounds (Jews and Stone), Excretion of S-hydroxy-indoleacetic acid (Valcourt), Motor and electrical signs of drug action (White), Amino acid metabolism in phenylketonuria and others (Berlet), Energy flow in brain (Samson), Atropin direct action (Rinaldi), Chicken brain amines (Pscheidt and Himwich), Spinal input to midbrain reticular formation (Morillo, David and Perri), Bacterial neurotoxins (Boroff), Water ingestion response to barbiturate (Schmidt).

この研究所の “experimental psychiatry program” が、何を、どのような方法で追求する program であるかは、これらのテーマを見ただけでは理解出来よう。薬理学と電気生理学との結合であることは言わずもがなである。

ほかに、Cerebral circulation (Knapp), Telemetry systems (Hamtrecht), Dog's brain electrical activity (Himwich, Knapp and Steiner) があるが、

これが前記研究を生み出した基礎となっている。

まことに驚くべき仕事の集積である。編者の一人である Schädé は、これを Laboratory の渾然一体なはたらきによるものだと云い、究極は Director である Dr. Harold E. Himwich の指導によるものと感謝している（巻頭に肖像を、巻末に数百編におよぶ業績目録を飾って、70才を迎えた彼に献じている）。けれども、それにしても、10年程の間にこのような大仕事をなし遂げるとはまことに大変な研究所である。驚かされもし、羨しくも思われる。日本でも、もっともっとういふ研究所がなければならぬと思われる。

大事なことは、ここでは研究者達がただ active に仕事をしているというのではなく、彼等の目が一様に“psychosis”に向って居り、integrativeに、それへの steps をあゆんでいることである。Therapy のことも勿論問題になっているけれども、一番力の入られている所は pathogenesis であるようである。私がかねて待望している病態生理学 (pathophysiology) 研究態制の、これは立派な一つの model と見られる。日本ではさしずめ東大脳研というところであるが、かような研究施設がもっと多数必要なのであり、この本によってその必要性が更に何倍にも思われて来た。

多数の論文中には、アイディアの上で教えられるところはあっても、追試を要するところ、再考の必要がありはしないかと思われる点がないことはない。けれども、それこそこういう本の大事な役目ではあるまいか。それによって更にその道の学問が進むことになるわけである。今の仕事との関係で、私に最も面白かったのは Energy flow in brain (Samson) で、生長にともなう N_2 内 Survival time の短縮をスタートに、これと ATP utilization, Neuronsurface area, Mitochondrial fraction protein 増加等の関係、また、温度、薬物との関係があるのであるが、そこにも幾つかの疑問がある。

とも角、Brain 関係の方々のみならず、ひろく医学の生理学を志す方々におすすめ致したい。

(日本医科大学第2生理 高橋 恵)

Nobel Symposium I; Muscular Afferent and Moter Control, edited by Ragnar Gra-

nit, Almquist & Wiksell, Stockholm (1966)

B 5 版, 466頁 (Sw. K 90,-¥9000)

1965年6月 Stockholm の郊外 Södergarn で第1回のノーベルシンポジウムが開催された。主催者側16名、参加者42名、特別参加者約10名の小人数で、発表課題も上記の表題に正しく該当するものに制限されている。シンポジウム以来約半年にして、本書が出版された訳であるが、これは編集者の並々ならぬ熱意の賜である。本書の表装、紙質それに内容と Granit 教授を中心としたスウェーデン科学者の誇りといったものを感じさせる。

Adrian 卿の開会の辞に始まり、Eccles と Granit 両教授の特別講演が収録されている。Eccles 教授はノーベル賞受賞後数年間にわたる小脳の研究を掲載された。短期間にかくも勢力的に仕事が成されるものと唯感嘆する。我が国の俊英生理学者達、伊藤、佐々木等、Eccles 門下生の仕事もこのなかで重要な役割を果たしている。Granit 教授はスウェーデンの若者達、シャネル等と共に、その陣頭にたって自ら挙げられた成果で、筋の伸展と収縮の効果を運動ニューロンの膜電位変化によって追求した。一般口演は Barker, Boyd 等の筋紡錘の形態とその神経支配にはじまって、小脳を含めた中枢神経系の研究、脊髄への経路、運動ニューロンの機能および人体運動調節の研究等現在の研究最高水準の数々が発表された。シンポジウムの模様を伝えるため、随所にその討論も掲載されている。しかし討論は編集者の意図で整理され、重要と思われるもののみ採用されているが、これは簡潔で要を得ており、読者にとって大変有難いことである。

本邦の生理学者、神経研究者および臨床医家に本書の一読をお推めする次第である。

(千葉大学医学部第1生理 本間三郎)

Diels-Alder Reactions, Organic Background and Physico-Chemical Aspects,

A. Wassermann 著 Elsevier 社 (1965)

A 5 版 114頁 (¥1800)

ディールス-アルダーの反応はジエン合成ともいわれ、ブタジエン

(1) $CH_2=CH-CH=CH_2$ (4) のような共役二重結合をもった化合物に、陰性の基が共役した二重結合あ

るいは三重結合が、その (1), (4) 炭素に付加重合し、環状の化合物を合成することである。この反応は一度に、しかも定量的に行なわれ、この反応を受ける共役二重結合をもった化合物にはブタジエンの他に、シクロペンタジエン、フラン、なども使われる。

この反応は殺虫農薬ドリリン剤、医薬となる可能性があるステロイドなどの合成に使われ、また直接炭素-炭素結合が立体特異的に出来るので、構造決定に役立つ。そして、この反応は1928年にドイツの有機化学者 O. P. H. Diels がその弟子 K. Alder と発見したもので、1950年にノーベル化学賞をえている。

この書はイギリスの高名な理論有機化学者 C. Ingold の弟子でロンドン大学化学教室の A. Wasserman 教授 (リーダー) がディールス-アルダー反応を平易に解説したもので、内容は次のようである。

1. 有機化学的基礎 (反応の平易な解説)
2. 立体化学とそのトピックス
3. 平衡の問題
4. 反応と触媒
5. メカニズム

なかでも、4章、5章は漸新で、酸触媒、フェノール触媒、光化学的にラジカル三重項状態を介して進行するメカニズム、さらに1段階反応、2段階反応、その逆反応と詳細な解析は興味尽きるどころを知らない。

しかし、この書は有機化学のメカニズムの書であり、生理学とはほど遠い。現在のところ、この反応が直接生理学で利用できるものとは思えない。それでも、将来関係が生じないとはいえないし、この方面に興味をもたれる方にとっては、小型で絶好の手引書と思われる。

(九州大学医学部生理学教室 大木幸介)

Atlas of the Human Brain ; D. H. Ford and J. P. Schadé 著. Elsevier 社 Amsterdam (1966) 166頁 (¥3600)

機能と形態は車の両輪であり、形態を知らずして機能の理解はあり得ない。このことは中枢神経系の学習に於て、特に著明な事実である。

本書の著者 Dr. D. H. Ford は Brooklyn の U. of N. Y. Downstate Medcial Center の解剖学副

教授, Dr. J. P. Schadé は Amsterdam の Brain Research Institute の Associate Director であり、且つ U. of Amsterdam の Neurophysiology の Chief である。両氏共 neuroanatomy, neurophysiology に就て造けいの深い経験豊かな新進の学者である。本書は著者の所で作られたもので何等修正を加えずに、そのまま写真にとられた脳の図版である。5部に分れ、第1部は固定してない人頭蓋を用い、先ず頭蓋を開けた所から漸次、中の方へ入り脳底の図を以つて終つている。また、摘出された大脳についても表面図から左右半球に分け上、横、下の三方面から大脳、小脳、脳幹を必要に応じて近接撮影して24枚の写真の各々について各部に名称が細かくつけられている。初学者、学生にとってまたとない案内地図と云えよう。第2部は13枚に亙つて脳血管の解剖図が生体の標本を主とし、時には固定標本について示されている。脳外科を学ぶ人にとっては特に有益な部であろう。慾を云えば造影剤によるX線写真でもつけて貰えればとも思つたが、そうまでしない所に本書の良い所があるのかも知れない。第3部は formalin 固定標本について終脳の観察の仕方が順を追って正しく示されている。そして最後に基底部の解剖観察の仕方が図示されて居り、筆者もこれにそつて、も一度脳の解剖をしっかりとやり直したい気持ちにかられる。第4部はメスを前頭面、水平面、矢状面の各面から入れ脳の各部の位置関係が立体的に理解できるように26枚の写真が示されている。第5部は Pal-Weigert の方法で myelin 染色した組織像をかかげている。先ず腰髄、胸髄、頸髄の水平断面図を示し、次で21図に涉つて脳幹、小脳の水平断面図が示され、被蓋は6枚の拡大図で各部に伝導路も併示してある。次に矢状面が11図に涉つて示され、最後に延髄、小脳の部が7枚の組織切片で示されている。一寸専門家の図附としては物足りないが、冗を省き要を得ている点、初学者にはまたとない友であろう。

以上 139 図に涉つて脳を立体的に読者の頭の中に入れようと努力されている。最後に人および動物の brain atlas について短い解説付の文献が23紹介されてあり、より深く広く学ぶ人の便がとられている。本書は辞書のように書架において用に臨み用うるという類のものでなく、解剖をやりながら汚れた手でめぐりながら用うる類の座右書で

ある。とは云っても実際に汚すのは一寸惜しいが、単に中枢神経系の生理学を学ぶ人のみならず、解剖、病理、外科、精神科学を学ぶ人を始めと

し、特に学生、大学院諸氏に、巾広い層の人に推薦するにはばからぬよき入門書といえよう。

(昭和大学医学部第2生理学教室 市河三太)

〔会報〕

第5回生理学若手シンポジウム「諸外国の生理学研究と教育」開催

日時：1966年5月24日

本年は信州大学のお世話で文理学部講堂において下記演題のもとで開催され、演者の方々から、各国の生理学研究室の特徴、教育と研究のシステム、研究予算や待遇、業績をあげた背景などについて興味深い報告をして頂いた。

司会：上田五雨（信大）・菅野義信（広島大）

1. オーストラリアの大学院大学と Eccles 研究室
大島知一（東邦大生理）
2. パリ大学における生理学生物物理学研究の
見聞
山口雄三（阪大生理）
磯本昭夫（阪大生理）
3. ロンドン大学 Huxley 研究室
遠藤 実（東大薬理）
4. オックスフォード大学における生理および
薬理学研究室の研究の方向
栗山 熙（九大生理）
5. 私の知り得た範囲のスウェーデン医学教育
とそれによる反省
田中育郎（熊本大生理）
6. ハイデルベルグ大学生理学教室
藤野和宏（札幌医大生理）
7. クロイツェル研究室
本田良行（金沢大生理）
8. ベネズエラ国立科学研究所の活動とその背
景
御手洗玄洋（名大環研）
9. ハーヴェード大学 Kuffler 研究室のこと
古河太郎（大阪市大生理）
10. NIH の生理学研究室
竹中敏文（東京医歯大生理）

主催：生理学若手・信州大および東京グループ
後援：生理学将来計画委員会

第15回日本生理科学連合講演予定

日時 昭和41年11月23日（水）

場所 東京女子医科大学 本部講堂

(収容人員 300名)

東京都新宿区市谷河田町10番地

(東京駅・渋谷駅・四谷三丁目・新宿駅よりバス・都電あり)

○シンポジウムⅠ(午前10時～正午)

ホルモンをめぐる諸問題

1. 中尾 健（慈恵医大薬理）
2. 松本 清一（群大産婦人科）
3. 小林 英司（東大理学部）
4. 増田 義雄（大阪市大理学部）

○シンポジウムⅡ(午後1時～4時)

中枢神経をめぐる諸問題

1. 前庭ニューロンの活動様式
島津 浩（東大脳研）
討論 加藤 正道（北大生理）
2. 脊髄下行路の働き
本郷 利憲（東京医歯大生理）
討論 大島 知一（東邦大生理）
3. 小脳遠心系における制御様式
伊藤 正男（東大生理）
討論 中浜 博（慶応大生理）
4. 小脳皮質のニューロン結合
佐々木和夫（京大生理）
討論 古河 太郎（大阪市大生理）
5. ニューロン回路の工学的諸問題
桶渡涓二（NHK 基礎研）

○国際生理科学会議、国際生理科学連合および日本生理科学連合の相互関係について（午後4時～4時20分）

国際生理科学連合副会長 加藤 元一
幹事 渡辺 宏助
菊地 鎌二

日本生理学雑誌の新編集委員委嘱

編集委員会委員は常任幹事改選に伴い委員が新しく代りますので（重任を妨げない、任期3カ年）編集幹事は次の方々から委員を委嘱しました。

委員20名（敬称略・五十音順・○印常任委員）

○市 岡 正 道

- 市河三太
- 井上章
- 入沢宏
- 内菌耕二
- 佐藤昌康
- 鈴木泰三
- 高木健太郎
- 高木貞敬
- 高橋 惠
- 中馬一郎
- 問田直幹
- 戸塚武彦
- 永井寅男
- 島山一平
- 福田篤郎
- 藤森 聞一
- 真島英信
- 山田 守
- 吉井直三郎

会員異動 (1966年6月)

久保 秀雄君

大阪大学教授を停年退官しました。自宅は豊中市上野5丁目21(梅花学園前)

馬淵 秀夫君

神戸大学教授を停年退官しまして、加古川市平岡町陸学園女子短期大学に就任しました。

大賀 健君(大阪大学医学部第1生理学教室)

本年6月から1カ年間の予定でフランスに留学しました。

植村 慶一君

東邦大学医学部第2生理学教室から慶応大学医学部生理学教室へ転勤しました。

山岸 俊一君

東京医科歯科大学心臓血管病研究施設から同医学部第2生理学教室へ移られた。

中馬 一郎君

奈良医科大学第2生理学教室から久保秀雄教授の後任として大阪大学医学部第1生理学教室へ転任しました。

〔編集後記〕

○ 本号会報欄にありますように、今回、本誌の次期編集委員が委嘱されました。委員一同最善をつくす積りでおりますが、同時に会員各位の御支援と御鞭撻とをお願い申し上げます。

○ 御覧のように本号は綜説1篇、原著3篇のほかに多彩な短報から成り、学会誌の本来の姿の片鱗をのぞかせる充実した号となりました。会員諸賢の御協力のあらわれと御礼申し上げます。今後とも毎号このように、或いはこれ以上であり度いと念ずる次第であります。

○ 本年5月、松本市における学会の節、編集委員会を開きましたが、その際、北大藤森教授より常任編集委員と編集事務関係者一同に対し過分の御賞辞を頂き感激致しました。編集当事者一同、過褒に驕ることなく、なお一層努力致す積りであります。

○ 綜説の原稿は二、三篇手持ちがありますが、原著の原稿は依然として少なく、編集の上で不便と困難とを感じております。会員各位の御協力を懇願申し上げます。とはいうものの、日本語で研

究を発表することの意義に思いを致しますとやはり考え込まれます。本号短報欄で本田氏の報告されているように、二、三の主要外国語を自国語のように駆使できるようになるのがよいのか、それとも Jacob Grimm が同胞ドイツ人に対して“...Lernt und heiligt die deutsche Sprache und haltet an ihr! Eure Volkskraft und Dauer hängt an ihr!...”と呼びかけた如く母国語を愛護育成すべきなのか、あるいはまた、本号冒頭の鈴木正夫名誉教授年来の主張の如く、万国共通の人造語であるエスペラントを用いるのが合理的なのか、早急には解答の得られない難問題だと思えます。それはそれとして、本誌の原著論文が余りに少ないときは、各講座、又はそれに相当する研究単位に原著の投稿を義務づけてはどうかという意見も出されております。

これとやや関係があることですが、現在のところ原著の図表の説明は欧文で書くことになっておりますが、このことの可否に関する意見が提出されております。否とする論の根拠は、現在の本誌の形式のように、本文が日本語では欧文抄録と図表の欧文説明とから研究のアイディアが外国人に盜

用される虞がありはしないかという点にあります。調べてみますと第19巻の終り頃（昭和32年の末頃）から現在の様式が始まり、爾来投稿規程として踏襲されて今日に至っております。そろそろ考え直してもよい時機になったかも知れません。

○ 生理学将来計画が盛んに論じられておりますが、その計画が単に講座や研究所をふやすだけではいけないと思います。現在われわれが日常切実に感じている、研究や人事や組織の面における不合理な点、無意味な点、動脈硬化症的な点を改善したり、解決したりすることも将来計画のうちの重要な点だと思われまふ。勿論これらは、日本の政治、行政、経済、社会等に広く、深く関連する問題ですからそう簡単には解決できるわけのものではないことは明らかですが、そうかといってこれらをそのままにしておいていたずらに規模を拡大すれば事態は却って悪化するばかりだと思いま

す。この意味で本会報欄にある「諸外国の生理学研究と教育」に関するシンポジウムは、日本の現状に反省を与え将来の方向に示唆を与えるものとして有意義な試みだったと思います。

○ 最後に編集委員会からのお知らせとお願いとを申し述べます。

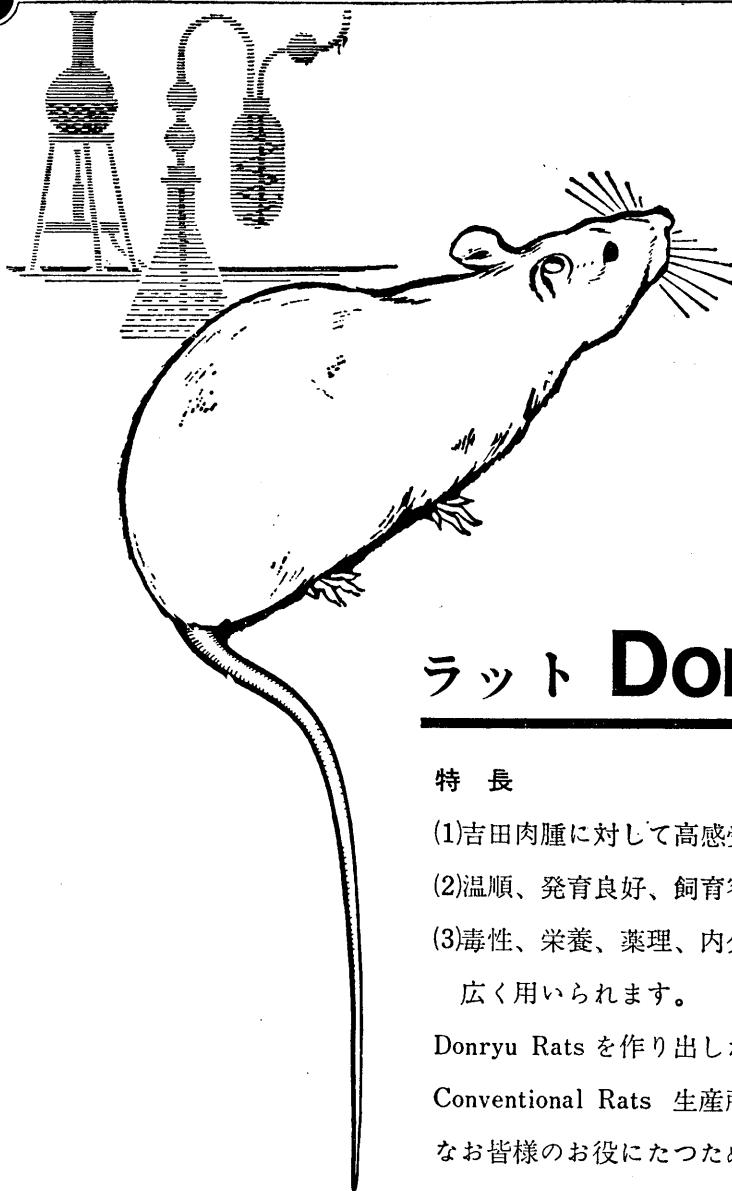
1) 会員名簿の作成を計画致しております。これも当初は極く簡単なものから発足致しますが、漸次良いものにして行く積りであります。このためにはやはり会員の皆様の御協力を必要と致しますので、本誌を借りて今からお願ひ申しておきます。

2) 原稿を拝見致しますと、本文中の文献番号の書き方が投稿規程に反しているものが見受けられます。是非投稿規程第9項（本誌第27巻第12号）に従われるよう、お願い致します。

（市岡正道）

正 誤 表 (第28巻4～5号)

頁	行	誤	正
153	左12	かけて	かけて
154	右 3	risitan	resitan
161	右 6	を来するという	を招来するという
161	右 6	Csapeo	Csápo
161	右17	与えて	挙げて
164	右12	(M 2-3 A)	(MZ-3 A)
168	左 6	oxytycin	oxytocin
168	右17	毎10秒間	毎10分間
170	左 7	マンシュット	マンシュット
170	左 8		
170	右 2		
170	右10	図62に示す如く	(削除)
170	右12	また同図右の如く	(削除)
173	左 8	balloon	balloon
173	右図68の下図	(本号添附の図ととりかえて下さい)	
173	左12	最低線を結び	最底線を結ぶ
174	右10	子宮腔	子宮腔
217	左下 4	Boots	Bouts



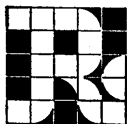
ラット Donryu

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)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 生産所です。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〉



日本ラット(株)

埼玉県浦和市根岸608-3
TEL (0488) 22-7493

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 28, No. 7 (1966)

Review

Masao Suzuki : Suplemento pri la tria efiko de trafluigaj elektrodoj293

Originals

Kazumoto Fujii and Nobumasa Kimura : A method for recording the Achilles tendon reflex...302

Ichihiro Koshimune : The effect of muscle cornin on the methabolism of acid soluble fractins
 from sea urchin egg or regeneratng rat liver.....308

Chie Nagai, Toshio Yamauchi and Muneo Shimamura : On the propriospinal and spino-
 bulbo-spinal reflexes in rats317

編集兼
 発行人

戸塚武彦
 東京都文京区本郷七丁目三の一号
 東京大学医学部生理学教室内

印刷所

中村作右衛門
 鶴岡印刷株式会社
 山形県鶴岡市馬場町甲三

発行所

日本生理学会
 東京都文京区本郷七丁目三の一号
 東京大学医学部生理学教室内

振替東京八六四三〇
 定価百五拾円

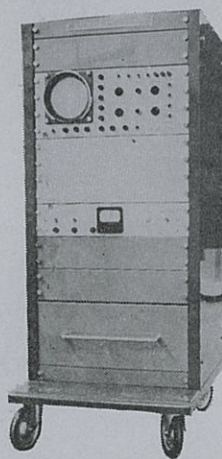
専門メーカーが誇る医用電子装置 米

当社は医用電子機器総合メーカーとしてエレクトロニクスを用いた各種診断装置を製作販売しております。
 医用電子機器のことならなんでも当社にお問い合わせください。

データ処理用電子計算機

ATAC-402型

- デジタル型ON-LINE処理方式
- 4現象の平均値化解析
- アナログデジタル両出力方式
- 諸アクセサリーの完備
- 入力アダプタ
- リセット装置
- プリセット・カウンタ
- 振幅一時間変換装置
- トリガパルス発生器
- パルスディスクリミネータ
- 振幅ディスクリミネータ
- 付属装置用ケース



日本光電工業株式会社

札幌営業所 札幌市豊平三条3-12 美好ビル (81) 5 7 0 6 広島営業所 広島市中町9番3-302 新川場ビル (21) 2 5 0 6
 仙台営業所 仙台市二日町1番地 新産業ビル301号 (25) 1 3 9 5 福岡営業所 福岡市古門戸町4-22 浜小路ビル (29) 7 9 3 1-4
 東京営業所 東京都新宿区角筈2-84 スタングードビル (342) 02 3 1-8, 3674 出張所 弘前・福島・新潟・前橋・千葉・横浜・松本・金沢
 名古屋営業所 名古屋市中村区米屋町2 名古屋瑞玉ビル (563) 0 8 4 1 代表 岡山・長崎・熊本・鹿児島・徳島
 大阪営業所 大阪市北区南森町1 1 第一ビル (351) 2 5 3 1-7