

骨格筋の神経支配に関する実験的研究

特に自律神経に就いて

京都大学医学部整形外科教室 (近藤鋭矢教授 指導)

柳 井 悦 嘉

(原稿受付 昭和34年6月28日)

EXPERIMENTAL STUDIES ON INNERVATION OF SKELETAL MUSCLES ESPECIALLY CONCERNED WITH AUTONOMIC NERVES

by

NOBUYOSHI YANAI

from The Orthopedic Division, Kyoto University Medical School
(Director: Prof. Dr. EISHI KONDO)

Our first experiments by the short time osmium acid staining method confirmed that the autonomic fibers mingling in the peripheral nerves penetrate into the skeletal muscles. Next I carried out, on full-grown cats, such experiments as transections of peripheral nerves and removal of a sympathetic trunk, and further staining by Bielschowsky method improved by Suzuki and by Weigert-Pal method, I systematically followed, right from the origins of the spinal nerves downward, the nerve elements distributing themselves in the skeletal muscles; especially I localized the distribution of the autonomic nerves and the state of their endings in M. tibialis anterior and M. gastrocnemius. I have drawn the following conclusions.

1. The skeletal muscles are innervated by autonomic nerves.
2. Autonomic nerves exist as fine medullated fibers in the sciatic nerve trunk.
3. Autonomic nerves distribute themselves over muscular fibers in the skeletal muscles, in the intra-muscular connective tissues, and on walls of vessels, but in none of these cases ending formation is recognized. About their distribution on walls of arterioles and veins, as well as on walls of capillary vessels, nothing is clarified. Their distribution in the muscle- and tendon-spindles was excluded from my examination.
4. Not a single non-medullated fiber was to be seen in the spinal anterior and posterior roots, in the sciatic nerves, in the tibial nerves, in the fibular nerves, and in the intra-muscular nerve stem.
5. At which point in the skeletal muscle autonomic fibers turn non-medullated is not yet known.
6. Boeke's "accessor nerves" and their endings are incomplete types of motor nerves and of their endings. Bremer's "doldenförmige Endigungen" also are no other than an incomplete type of motor nerve endings.

7. Every transection of nerves shows that degeneration is more conspicuous in the peripheral regions than in the central regions below the transection.

8. I have noticed an abnormal type of nerve endings reaching the muscular fibers, but to which of the three kinds of nerve fibers the type belongs remains to be ascertained. It may belong to the sensory nerves.

9. Neither unilateral nor bilateral removal of the sympathetic trunks performed by me has caused the autonomic fibers to disappear in the regions innervated by the sciatic nerves.

目 次

第1章 緒 言	2. 坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経
第2章 実験材料並びに実験方法	第2項 筋間神経束内の神経所見
第1節 動物実験	1. A線維に就いて
第1項 猫の局所解剖的注意事项	2. B線維に就いて
第2項 麻 酔	第3項 筋層内神経及び神経終末所見
第3項 切断実験の種類	第4項 血管周囲結合組織及び血管壁分布神経所見
第2節 観察方法	第2節 脊髄神経前、後根切断実験所見
第3章 下肢筋を支配する神経幹内の神経要素の正常所見に就いて	第1項 末梢神経所見
第1節 脊髄前根及び後根	第2項 筋肉内分布神経所見
第2節 交感神経節状索	第3節 脊髄後根神経節直下部切断実験所見
第3節 坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経	第1項 末梢神経所見
第4章 正常骨格筋に於ける神経要素に就いて	第2項 筋肉内分布神経所見
第1節 筋間神経束内の神経所見	第4節 坐骨神経幹切断実験所見
第2節 筋層内神経及び神経終末所見	第1項 末梢神経所見
第3節 血管周囲結合組織内及び血管壁の分布神経所見	第2項 筋肉内分布神経所見
第5章 末梢神経切断実験	第5節 交感神経節状索剥出実験所見
第1節 脊髄神経前根切断実験所見	第1項 末梢神経所見
第1項 末梢神経所見	第2項 筋肉内分布神経所見
1. 脊髄後根神経節直下部	第6章 総括並びに考按
	第7章 結 論

第1章 緒 言

骨格筋に対する自律神経支配の存否の問題に関して、生理学的実験からは其の存在の必然性が証明されているが、其の形態学的の証明に関しては未だ定説が無い。之を文献的に懐古すれば次の様である。

即ち、先ず1909年 Boeke は爬虫類、鳥類、温血動物等の種々な部分の筋に就いて研究し、運動神経線維と共に走行する無髄神経線維が運動神経終末器内に簡単な環又は微細な小網を作つて終るのを認め、この無髄神経線維を副神経と命名し、其の終端を副神経終末と呼んだ。又この副神経終末は運動神経終末器内に認められるのみでなく、一部は独立して筋線維上にも見られ、且つ副神経線維は必ずしも運動神経と共に走らず屢々束をなして走り又分枝し、時には血管周囲の神経叢内に迄追究し得られ且つ無髄である点等から、こ

の副神経は脊髄神経とは別個のものであり、交感神経系に属するものであると唱え、骨格筋に於ても脳脊髄神経と交感神経とに依つて二重に支配されると主張した。

爾来、Boeke の主張した副神経線維及び其の終末に関しては多数の学者に依つて各種動物に就いて追究せられ、其の存在を或は肯定し或は否定せられたが、特に四肢に於ける追試結果に就いては次の様なものがある。

即ち、Agduhr (1920)、呉、篠崎、品川 (1925) は猫に於て、Kuntz (1927) は犬に於て夫々副神経終末を確認したが、岩永 (1925) は人に於て、山崎 (1927) は蛙に於て、Woollard (1927)、Hinsey (1927) は猫に於て其の存在を否定した。

この様に Boeke の研究は、其の成果に対しては賛否交々ではあるが、骨格筋の交感神経支配の形態学的

研究の端緒をなしたものとして高く評価されるべきである。

次に Kulchitsky(1924), Hunter(1925)は塩化金染色法を用いて研究し、骨格筋線維には大、小2種類があり、太い筋線維上には運動神経終末器が存在し、亦細い筋線維上には無髄神経線維の葡萄状終末が存在し、且つ1個の筋線維上にはこれ等の相異なる終末が並存する事は決して無いとし、葡萄状終末を形成するものは無髄神経線維から来る点からこれを交感神経に属するものと考えた。この考えから彼等は太い筋線維は運動神経に依つて、細い筋線維は交感神経に依つて支配される、即ち筋全体としての二重神経支配説を唱えた。茲に Boeke の主張と異なる点は神経の二重支配がBoekeの唱える同一筋線維に就いてでなく、異なる筋線維に別々に支配神経が終止すると云う点にある。

然し乍ら Kulchitsky, Hunter の主張するこの二重支配説は、骨格筋に於ては Dart (1924), Garven(1925), Cobb (1925), Boeke (1927), Woollard (1927), 山崎(1927), Hines (1927), 浜田(1930) に依つて凡て否定せられている。

又, Bremer (1882) は Löwit の塩化金液に依る染色法を行ない蛙の骨格筋を検索した結果、3種の神経線維の存在を認め、其の走行及び終末に就いて次の様に主張した。

即ち Bremer は、大きい有髄神経線維 (第1級神経)、細小な有髄神経線維(第2級神経)と更に細小有髄神経線維 (第2級神経) そのものが終端近くで髄鞘を失つた無髄神経線維 (第3級神経) とを区別した。更に第1級神経と第2級神経とは夫々束をなして共通の鞘中を併走することもあり、或は別々の鞘中を走ることあるとし、又第3級神経に就いては其の走行は或は単独で、或は薄い層状の鞘に包まれた束となつて走行し、其の個々の線維の直径は第1級神経の $1/3 \sim 1/4$ に過ぎず、多くは髄鞘が極めて微弱であるので無髄線維と誤認し易いと云つた。

又それらの神経線維の終端に就いては、第1級神経は筋線維に運動神経終末器を形成するが、第2級神経は其の1本が神経束から別れると種々な長さの経過をとつた後、1本の筋線維に終り其処で運動神経終末器とは異なる独特な形の終末を作るか、又は第3級神経に移行し、之は種々の走行の後に筋線維の筋鞘下に特殊の終末を作つて終ると唱え、各終端に就いては第1級神経と第2級神経との間には形態上根本的な相違を認めるが、第2級及び第3級神経の終末間には唯大き

さに相違があるのみで形態上同じ特性を有するとし、Bremerはこの第2、第3級神経終末に対して繖花状終末 (die doldenförmigen Endigungen) と命名し、この終末を知覚神経終末であろうと想定した。

Bremer のこれらの主張に対して、Tello (1922)は其の第2級神経の存在に就いて肯定し、Boeke(1927)は第2級神経の終末として葡萄状終末の存在を肯定したが、彼は之を脊髄神経系に属するもので其の終末は運動神経終末器の一変種に過ぎないと主張した。Tiegs (1932) も又第2級神経、第3級神経及び其の終末に就いて其の存在を肯定したが、彼はこの小有髄及び無髄神経は交感神経でなく脊髄神経に属するものであると結論した。

以上の諸家の骨格筋に分布する交感神経の有無に關しての形態学的見解の相違の根源をなすものは、運動神経線維、知覚神経線維と異なる細小径の神経線維は其の全長に亘つて果して無髄であるか、又は元來有髄であつて其の経過中に無髄となるのであるかの一点に結集される。この為には、これら諸家の所見に就いて究明す可き残された点は、骨格筋の自律神経支配を検索する方法として、以上の諸家の神経末梢部に於ける所見に重点が置かれたのと反対に、骨格筋を支配する末梢神経の脊髄側を起点として中心側より末梢側への連続的追究が重要であると考えられる。

このため先ず髄鞘染色法であるオスミウム酸染色法を用いて、末梢神経起始部から骨格筋に到る迄、自律神経線維が果して如何なる状態で存在するかを追究した結果、自律神経が有髄性であつて、その有髄のまま脊髄神経と共に骨格筋に到達する事を確認した。(小寺、柳井、桜井、城間：下肢筋を支配する末梢神経に於ける自律神経線維に就いて：同時発表) このオスミウム酸染色法に依つて髄鞘の有無は鮮明に染出せられるが、これのみを以つてしては更に筋肉内末梢部に於ての神経要素の追究は不可能に近い。このためには他の染色法に依つて永久標本作製し、前者と対比し且つ之に引き続いて中心側より末梢側への追究を行なう必要がある。

依つて私は猫の下肢筋に就いて各種の切断実験を行ない各神経要素の変性態度を銀染色法その他を以て追究し、就中、自律神経の分布乃至其の終末の状態を形態学的に解明するために本実験を行なつた。

第2章 実験材料並びに実験方法

実験動物としては成る可く大きい成熟猫を使用し、

実験後之を瀉血死に到らしめ、直ちに其の坐骨神経、脛骨神経、腓骨神経その他必要な部分及び腓腸筋、前脛骨筋の各一部を採取し20%フォルマリン液中に浸漬、3週間固定した。

第1節 動物実験

第1項 猫の局所解剖的注意事項

猫の脊椎数は頸椎8個、胸椎13個、腰椎7個、仙椎3個計31個である (Fulton)。

又脊髄神経では、第4, 5, 6, 7 腰髄神経が合して腰部神経叢を、第6, 7 腰髄神経及び第1, 2, 3 仙髄神経が合して仙部神経叢を形成する。この2者の合した腰仙部神経叢は神経網をなして後肢及び骨盤を支配し、第6, 7 腰髄神経が合一して作る大きい腰仙索が更に第1 仙髄神経と合して坐骨神経を形成する (Hazel E. Field)。

従つて坐骨神経に関連する脊髄神経を完全に遮断する為には、この根幹たる第6, 7 腰髄神経及び第1 仙髄神経は勿論、これらと神経叢を形成する第4, 5 腰髄神経及び第2, 3 仙髄神経をも遮断しなければならない。

又、坐骨神経は坐骨孔より出た直下部で大腿の屈筋に分枝を派出し (約1/3)、残余の2/3が下腿筋に到達する。大腿筋の神経支配にはこの坐骨神経分枝の外、閉鎖神経が関与する。又、大腿の屈筋は更に伸長して下腿に及び腓腸筋を外側から包む。従つて腓腸筋を採取する場合は、之を蔽っている大腿筋に属する部分を完全に除去した後採取する事が肝要である。

第2項 麻酔

椎弓切除又は交感神経節状索剔出の場合は、エーテル吸入麻酔又はネンプタル 2~3cc (1cc 中ベンツアルピタルナトリウム 50mg 含有)、又はラボナール 10% 液 2.5cc の腹腔内注射の併用を行ない、坐骨神経幹切断の場合は局所麻酔 (1% ニツソカイン液) 又は之とネンプタル腹腔内注射との併用を行なつた。ネンプタル、ラボナールを使用する場合は、一時に全量を注射する事なく麻酔の深度を観察し乍ら注射を追加する必要がある。

第3項 切断実験の種類

猫の坐骨神経領域の

1. 脊髄神経前根切断実験
2. 脊髄神経前、後根切断実験
3. 脊髄後根神経節直下部 (末梢側) 切断実験の外
4. 坐骨神経幹切断実験
5. 一側及び両側交感神経節状索剔出実験 (第2 腰椎節より第1 仙椎節迄)

の各種実験を行ない、実験に依る変化の最も著明な第6 乃至第11 日目に全実験動物を瀉血死に到らしめた後、直ちに前記の可検材料を採取した。

第2節 観察方法

採取材料をツエロイザンに包埋し連続切片作製の後、軸索染色法として Bielschowsky 氏鈴木氏変法を、髓鞘染色法として Weigert-Pal 氏法を用いて検鏡した。

Bielschowsky 氏鈴木氏変法の持つ特性は、種々の薬品による前処置に依つて切片中の特定の要件に強い親銀性を与える点と、還元をゆつくりさせて其の間に適度に鍍銀された切片を選択し得る2 点にあり、其の染色法の実施上の手技及び諸注意の詳細に就いては、鈴木清著、「組織の鍍銀法」(実験治療 No. 130. 25 頁, 昭和33 年2 月) を参照された度い。

第3章 下肢筋を支配する神経幹内の神経要素の正常所見に就いて

成熟猫に就いて検索した。

第1節 脊髄神経前根及び後根

前根: (第1, 2 図)

軸索は嗜銀性一般に良好であつて、一様に染色され、特に小径線維の染色は良好で、髓鞘染色に於ても同様の事が云える。横断面に於て大径、中径の神経線維は散在性に存在し、小径線維は其の間隙を埋めるかの様に認められ、其の数は凡そ大、中径線維各々1 に対して小径線維は其の2 倍乃至3 倍であつて、小径線維は軸索、髓鞘の両染色標本に於て凡て有髄である事が明らかである。

後根: (第3, 4, 5 図)

軸索、髓鞘の染色所見は前根の場合と全く同様であるが、横断面に於ては大、中径の神経線維は稍々集簇的に存在し、之等の周囲を小径線維が取り囲む様に存在する。其の数は大、中径線維各々1 に対して小径線維は凡そ2 の比例を示す様である。この小径線維は前根に於けると同様明らかに髓鞘を有し、この他の所謂無髄細小の神経線維と命名し得るものは、判然と認められるものの無い事は前根の場合と同様である。ここで注意すべきは、軸索の横断面では神経内膜に属する結合組織線維の断端が茶褐色に染出せられ恰も無髄線維断端の如く見える事である。之は明らかに神経内膜を構成する結合組織線維である事が標本所見で確認することができる。依つてこのものを除外した場合、更に尚無髄細小の線維を認める事は出来ない。即ち如何に細

小であつても必ず髄鞘を認める事が出来る。従来の文献に見る無髄細小の神経線維として記載され、写真並びに附図が載っているものを詳しく検討すると、或はこの神経内膜の部の結合組織細胞の断面像を示していたり、或は私の標本で明らかに有髄である線維と同様のものが無髄であるとして記載されている。この点従来の研究に就いて再考を要するものがあるのではないかと考えられる。後根に於ける無髄神経線維は文献的に極めて重要な意味を持つものであるので、努めて之の存在を追究したのであるが前述の様に確然とした無髄線維を認め得なかつた。この点は多くの事を示唆するものであつて、之に関しては考按の部に詳細に記述する。

第2節 交感神経節状索（第6図）

甚だ多数の小径有髄神経線維で構成せられ、且つ大、中径の有髄線維が少数之に混在する。特に縦断面に於ては、これらの神経線維が本節以外の場所に於ける場合に比較して其の走行の状態は、小径線維が多数含まれる為萎縮が強度となる故か、直線状走行の中途に於て屢々屈曲を呈している。この多数の小径線維は凡て有髄であつて、此処でも細小無髄神経として判然と認め得るものは存在しない。

第3節 坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経（第8, 9図）

坐骨神経に於ては、小径線維に到る迄染色性が甚だ良好で、横断面に於ては細小径線維をも含めて尽く有髄であつて、大、中径線維が集簇的に集まり其の辺縁部又は其の中間の空隙部を小径線維が埋め、其の数は凡そ大、中径線維3に対して1の割合である。

又、これ等の線維群の間には神経内膜に属する結合組織線維が混入し、この中に小血管を認める事もあり、或は嗜銀性弱く茶褐色に淡染した結合組織線維の断端が群をなして認められる部分もある。此処にも又無髄小径線維を認め得ない。

脛骨神経、腓骨神経に於ても略々同様の所見が認められ、其の数は両神経共に大差なく、大、中径線維2.5乃至3に対して小径線維は1の割合である。

第4章 正常骨格筋に於ける神経要素に就いて

成熟猫の腓腸筋及び前脛骨筋に就いて検索した。

第1節 筋間神経束内の神経所見（第10, 11図）

骨格筋の筋線維に分布する神経線維を、其の起始部である筋間神経束に於ける大きさから分類すれば略々

3種類が認められる。

第1は最も太く且つ嗜銀性が強く、軸索が或は急に太く或は急に細くくびれ、恰も蛇が卵を呑み込んだ様な形を採り、辺縁不正で凹凸を呈し甚だゴツゴツした感じを与え、線維自体も大きく屈曲しているものである。

第2は太さは前者の1/2乃至1/3であり、嗜銀性も外觀も共に前者に似るが、走行中比較的早く其の太さを減じるものである。

但し筋間神経束内では此の両者を形態の上から決定的に識別する事は困難であつて、両者は酷似するから同一神経系統に属するものであろう事は容易に想像出来る。依つて両者を以下A線維と呼び、其の内の前者をA1線維、後者をA2線維と呼ぶ事とする。

第3は神経束から出発する部分から既にA1, A2に比較して格段に細小で、其の走行中太さの減じ工合が甚だ緩徐であつて、全体として一見しなやかで、屈曲の状態も朝顔の萼状を呈して緩やかに走行し、一様に明瞭な染色態度を示す線維である。之はA線維群の集束部から認められ、A1乃至はA2と同行し、或は之に纏絡するかの様に、或は之から稍々離れて走行する。以下此の細小の線維をB線維と呼ぶ。

検鏡上AとBとの差異は前述した外、細小となつてもAは力強い男性的な感じを持ち、之に反してBは女性的な優しい感じを与える。其の数は圧倒的にAが多い。亦BがAから分岐したものか、又はAと重なり合っているのみで実は全く別々に派出されているかは、正常の筋間神経束内の所見のみでは明らかでないが、其の太さ、形態、走行状態から少なくともAとBとは別種のものであろう事は想像し得るところである。

第2節 筋層内神経及び神経終末所見（第12図）

Aに属する神経線維は筋間神経束から派出し筋線維上に達するものは、或は単条に走行し、或は数条に漸次分枝し、其の太さを減じつつ益々分散して終には単条となり且つ愈々細小となるが、髄鞘を失つてからの経過に就いては、直ちに筋線維鞘下に終板を形成するものが多く、更に長い走行を呈するものは少ない。この筋線維鞘下に形成される終板を運動神経終板と呼び、無髄となると直ちに数条の終枝を分岐し、全体として終樹を形成するが、其の各々の終枝の先端には終網を、更にそれらの周囲に終網周囲網を作る。尚数個の底板核を見る。この定型的な運動神経終末に就いては、鈴木教授の所謂P物質や、小寺の記載によるMyo-neural junctionが認められるものもある。

髄鞘を失つた後更に長い走行をとる場合のA線維

は、有髄のAと少々離れて併走し、その有髄Aの形成する定型的運動神経終板内に二又状、或は点状の発育の悪い終網を形成して終止するものもあり、或は単独で棍棒状の簡単な終末を作つて筋線維上に終るものも認められる。この終板内に終る無髄神経線維及び其の簡単な終末が Boeke の唱える副神経であり、副神経終末であるが、之を中心側へ追究すれば有髄のA線維から明らかに分枝している事が認められる。

之に反してBは、その数は少ないが筋層内神経束では多くはAと共に併走し、或は之に緩やかに纏絡するかのように走行し、特に極めて細小となつてから後も、細小となつたAの直線状或は大きい屈曲を呈する走行と異なり、朝顔の蔓状のしなやかな彎曲を数多く呈しつつ走行するが、筋線維上を分枝しつつ斜に走つて走行する運動神経線維までこれを追求出来なかつた。従つてAの形成する定型的な運動神経終板内に、Bが進入して果して終末を形成するか否かに就いて、運動神経終板2,000個について油浸で精細に観察したが、前記の如く無髄Aに就いては之を認めたが、運動神経終板内にも亦筋線維上にもBに由来する終末は全く認めなかつた。

第3節 血管周囲結合組織内及び血管壁の分布神経所見 (第13, 14図)

筋間神経束から分枝したBが血管周囲結合組織内を或は単独で、或はA就中A2と同伴し数条に分枝しつつ数方向に向つて走行し、終には単条となり、且つその途中に於てA2と共に血管壁に近づいて甚だ繊細となり、或は血管壁を横断し更に之に膚接して走行するのが認められるが、その終端像を認め得ず、又細小動静脈壁又は毛細血管壁でのBの追究では其の存在、走行を確認し得なかつた。

第4節 神経終末の1異型に就いて (第15図)

正常腓腸筋に於て筋間神経束から分枝した単条のA1が筋線維上に於て特異な終末を形成しているのを認めた。この様な形態を持つ終末は極めて稀で、本研究を通じて2例を認めたに過ぎない。

即ちA、恐らくA1に属する単条の神経線維が未だ太さを減じない時期に於て之より数個の第2分岐を派出し、これらの第2分岐は更に各々数条に分枝し、其の先端はラケット状、環状又は棍棒状とも称すべき終末を形成しているのを認める。

この終末を運動神経終末と考え、終板の部の神経線維は正常の夫れに比較して太過ぎる感があり、底板核も認められない。之を単条の神経線維でなく其の

集束と考へても、太い本幹より直ちに同一筋線維上に数個の終樹形成を認める点と、其の終端の状態が筋、腱紡錘内の知覚神経終末に酷似する点から、之を運動神経終末の1異型又は未熟型と見做すよりも、むしろ知覚神経終末と考へたいが、尚今後の検討を要するものである。

第5章 末梢神経切断実験

第1節 脊髄神経前根切断実験所見

運動神経の変性に伴うBの変化を検索する為に、脊髄神経前根を第4腰髄から第3仙髄に亘つて切断し10日間を経過したものに就いて、脊髄後根神経節直下部、坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経線維の状態並びに腓腸筋、前脛骨筋内の神経分布を検鏡した。

第1項 末梢神経所見

1. 脊髄後根神経節直下部 (第16図)

軸索の崩壊著明な部分と全く正常所見を呈する部分があり、崩壊著明なのは大、中径線維に於てであつて、この場合髄鞘の染色性は不平等となり断裂し一部塊状となり吸収の過程にある。之に反して小径有髄線維では、たとえ大、中径線維の崩壊した場所に於ても殆ど変化を認め得ない。

2. 坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経 (第17, 18, 19, 20図)

坐骨神経に於ては大、中径線維の凡そ半数に近い軸索は嗜銀性を失ひ褐色を呈し、或は白い空隙を認め、崩壊した軸索は吸収過程にあり、Schwann氏鞘のみ残るものがある。然し乍らこの様な変化の強い線維束と又さほど変化の高度でない線維束もあり、又大、中径の崩壊した髄鞘には髄球形成を見るものもあるが、正常の髄鞘を持つものもある。即ちLantermann氏切痕が明らかに大、中、小径の各線維に認められる。但し小径有髄線維に就いては全般に亘つて変化を認め難い。

脛骨神経、腓骨神経に於ては坐骨神経の場合に比較して其の変性像が少々強い観があるが、細小有髄線維に於ては坐骨神経に於けると同様に認むべき変化を来たしていない。

第2項 筋間神経束内の神経所見 (第21, 22図)

1. A線維に就いて:

A1に属する線維には染色性の変化、膨化、断裂、崩壊等を認めず依然正常所見を堅持するのに反して、A2に属する線維は染色性が甚だしく低下し、軸索は断裂し、或は1部吸収せられて空隙部が認められ、又

全く崩壊したもの或は僅かに軸索の痕跡を止めるもの、或は変性のためA2が更に縦軸方向に細分化された様な像を呈するものが認められる。

2. B線維に就いて：

Aの一部が変性のため断裂、崩壊、吸収を来した事に依つて、正常所見に於てはAに遮蔽されて容易に認め得なかつた神経束内に於けるBの走行が正常所見に比較して極めて明瞭に認められる。即ちBは神経束内を単条或は数条、時々は少々集束状をなしてAに合一する事なく走行し、全経過中一様の染色態度を示しつつ膨化、断裂、崩壊等を来たさず、或はAと交叉し或はAに沿ひ、細小の神経線維として認められる。

第3項 筋層内神経及び神経終末所見（第23図）

A2は全く崩壊吸収せられて時に僅かに痕跡程度に認められるのみである。従つてA2から派出する比較の長経過を辿る無髓のA2も全く消失して認められない。

筋層内神経束内に於てみとめられる油浸検鏡に依つて辛うじて認め得る程度の極めて細小なBの、その後の筋層内に於ける走行を終に明らかなりし得なかつた。

運動神経終板に就いては、少々膨化し、染色性が甚だ不良となつた底板核の存在に依つて辛うじて終板の存在した部として之を認め得るに過ぎない。このため運動神経終板の探索には毛細血管の近傍或は其の分岐部を追究して初めて其の存在が判明する程度である。従つて終枝、終網は全く消失して認め得ないし、A2に発源する無髓細小線維も、Bも又染出し得なかつた。

第4項 血管周囲結合組織及び血管壁分布神経所見

細小となつたAと共に走行するBが血管壁迄達し、更に之を横断する像が認められ、且つ血管周囲結合組織内ではBが数条となつて走行するものも認められ、従つてBは何等の変化をも蒙らないことを知る。

第2節 脊髓神経前、後根切断実験所見

第1節の実験を更に確認するために脊髓前、後根を共に第4腰髄から第3仙髄に亘つて切断し、9日間を経過したものに就いて脊髓後根神経節直下部、坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経の神経線維の状態並びに腓腸筋、前脛骨筋内の神経分布を検鏡した。

第1項 末梢神経所見

実験所見は第1節に述べた所見と殆ど差異を認めない。即ち、変性を来すものは大、中径線維の凡そ半数であつて種々の変性像を呈するが、細小有髓線維は認むべき変化を蒙らずに残存する。重複を避ける為、其の詳細に就いては省略する。

第2項 筋肉内分布神経所見

筋間神経束に於ては実験所見は第1節の所見と全く同様である。即ち、変性高度のA線維を多数認め、更に健在するA線維も認められるが、B線維は依然として認むべき変化を来たす事なく、正常所見に比較して其の存在は更に明瞭となり、単条、数条或は小集束状をなして迂曲しつつ走行するを認める。

筋層内神経も第1節同様高度の変性に陥り殆ど消失し、稀に痕跡的に認めるに過ぎない。このため運動神経終末も前節に於て述べた如く、膨化し辺縁少々不明瞭となつた底板核に依つて其の存在を認め得る程度で、神経線維は全く崩壊吸収せられて不明である。これ等の所見からBの存在も明らかに認める事が出来なかつた。

然し乍ら血管周囲結合組織内にはBが明らかに認められ、且つ血管壁に向つて走行するBが認められ、時には血管に沿ひ迂曲し乍ら走行する像も認められる。

第3節 脊髓後根神経節直下部切断実験所見

脊髓後根神経節をその末梢側直下部に於て第4腰髄より第3仙髄に亘つて切断し、6日間を経過したものに就いて、坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経の神経線維の状態及び腓腸筋、前脛骨筋内の神経分布を検鏡した。本実験は、脊髓前、後根神経線維を何れもその神経節後に於て遮断し、且つ交感神経節状索との交通枝を残存せしめて、脊髓神経荒廃下の交感神経節状索のみから由来する僅少の脊髓神経線維及び交感神経線維のみを追究の目標としたのであつたが、實際は予期に反して、蟄等の冷血動物に於ける実験と異なり、猫に於ては、脊髓後根神経節とその末梢直下部に於て連絡する交感神経節状索交通枝との分離は手術的には甚だ難事であつて、結果的には後述の坐骨神経幹切断実験と略々同一効果となり、坐骨神経幹切断実験を更に確認した結果となつた。

第1項 末梢神経所見（第24図）

坐骨神経に於ては軸索は殆ど変化し、之等は其の吸収される過程にあるもの、又一部は全く吸収せられSchwann氏鞘を残すもの等各時期の断裂、破壊、吸収像が見られる。唯横断面で軸索が正常に近く染出された線維も認められるが、之を縦断面で再検討すれば、軸索が吸収されずに残つた部分であつて、軸索が変性を受けずに残つた線維ではない。軸索の崩壊、吸収された線維は髓鞘も染出されず、崩壊、吸収を免がれた部分にのみ散在的に髓鞘を認める。中径及び小径の線維では其の車輻状構造が明らかなものが比較的多

い。之は髄鞘の髓球形成が横断面でこの様に見えるのであつて、正常の車輻状構造とは趣を異にする。故に横断面のみの所見では誤りを冒し易い。又髄鞘の車輻状構造が明らかでないものは、軸索の部が褐色に淡く染出せられている。

脛骨神経、腓骨神経に於ては坐骨神経に於ける所見と大差を認められないが、各線維は各段階の変性像を呈し、正常の線維は認められない。髄鞘染色に於ては大径線維には車輻状構造を認めない。中径線維には一部に於て之を認め、小径線維に於ては之を認められるものと、濃染して構造を明らかにし得ないものとが相半ばする。髄鞘縦断面に於ても、正常に近い蛇籠様模様を呈する部もあるが、髓球形成を来たして髄鞘構造が明らかでないものが多い。

以上から考えると、末梢神経切断実験に於ては同一期日では、其の変化は中心側よりも末梢側に於て高度である。

第2項 筋肉内分布神経所見

筋間神経束は、第1,第2節の実験よりも更に高度の変性に陥り崩壊、吸収せられて殆ど消失し、稀に軸索髄鞘共に痕跡的に僅かに認め得るに過ぎない。即ちA, B両者共に殆ど認め得ない迄に変性、吸収せられて消失する。

筋層内神経の変性、崩壊は更に高度であつて、Aは既に消失して全く認め得ない。運動神経終板に就いては、膨化し辺縁不明瞭となり染色性の減退した底板核が特に毛細血管の分岐部又はその近傍に散見し得られる事に依つて、其の場所に存在した事を窺い知り得るのみである。

血管周囲結合組織内に於てもA, Bを認めず、血管壁に走行するBも之を認めない。即ち、末梢神経所見に比較して筋肉内分布神経の変性は更に急激且つ高度である。

第4節 坐骨神経幹切断実験所見

坐骨神経幹の切断に当つては、坐骨孔に近く可及的その中心側で行ない、且つ断端より末梢部を約1.5cm切除し断端相互の接触、癒着を防止し、5日間を経過したものに就いて、坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経の状態及び腓腸筋、前脛骨筋の神経要素に就いて検鏡した。

第1項 末梢神経所見

坐骨神経に於ては、軸索は全く断裂、崩壊し顆粒状となり、或は完全に吸収せられ、僅かに其の痕跡を残すに過ぎない部分がある。髄鞘は崩壊著明で髓球或は不規則の塊状となり、正常の蛇籠様模様或は車輻状構

造を示すものは極めて一部に過ぎず、Schwann氏細胞が点在する。即ち高度の変性、崩壊像を呈する。脛骨神経、腓骨神経に於ても略々同様の所見を呈している。

第2項 筋肉内分布神経所見 (第25図)

筋間神経束に於ては、Aは一般に染色性が不良で、膨化、断裂し空隙を残すもの、或は既に崩壊、吸収の過程にあるもの、殆ど吸収せられて其の痕跡を止めるもの等、凡ゆる変性過程の像が認められる。之に反して、健在するAは全く認められない。Bも又既に全く消失し之を認め得ない。各種の変性過程にある之等の神経束内ではSchwann氏細胞の増殖が例外なく著明に認められる。

筋層内神経は全く消失して認められず、唯崩壊消失した神経要素の部に組織の崩壊した痕跡を認め得るのみである。即ち筋層神経束内のA, B共に消失して全く認め得ない。又運動神経終末は、その全神経線維要素は全く消失し、終枝、終網を認めない。底板核は稍々膨化し染色性不良ではあるが残存する。

血管周囲結合組織内に於ても、又血管壁に於ても、A, B共に変性消失し全く認め得ない。

即ち、本実験に於ては、坐骨神経幹を構成する神経要素は尽く急激且つ高度の変性に陥り、筋肉内各部に於てA, B共に崩壊し消失する。唯、底板核のみは変性像を呈し乍らも残存する。

第5節 交感神経節状索剔出実験所見

1側の交感神経節状索を第2腰椎節より第1仙椎節に亘つて切除した後10日間を経過したもの、及び両側節状索を同様切除し6日間を経過したものに就いて、其の脊髄前、後根、坐骨神経、脛骨神経、腓骨神経の状態(両側剔出実験例のみ)及び腓腸筋、前脛骨筋内の神経分布を検鏡した。尚剔出した節状索に就いては標本作製の上、之を確認した。

第1項 末梢神経所見

前根、後根に就いては正常所見と同様であつて認む可き変化を呈していない。坐骨神経に於ては軸索、髄鞘共に大、中径線維が大多数を占め正常所見を呈し、小径有髄線維も又認められ変性像を呈さない。脛骨神経、腓骨神経に就いても同様である。即ち坐骨神経以下に於ても依然として小径有髄線維が認められる。

第2項 筋肉内分布神経所見 (第26図)

1側剔出の場合に於ても、両側剔出の場合に於ても其の所見は全く同様である。即ち筋間神経束内に於ては大、中、小径の各線維は何らの変化なく共に認めら

れ、筋層内、血管周囲結合織内及び血管壁に於ける所見も正常の場合と同様である。但し、筋線維上を走行する小径有髓神経に就いては之を確認し得なかつた。

第6章 総括並びに考按

以上の実験結果を総括すれば

前根：

前根に於ける神経線維は其の太さから大、中及び小径の3種類に区別出来るが、何れも髓鞘を有し且つ之等3種類のもの以外の神経線維を認め得ない。又この前根線維には運動神経線維と交感神経線維の両線維が含まれている事になっているので、交感神経線維はこの3種類の中の何れかでなければならない。

後根：

後根に於ても前根の所見と全く同様であつて3種類の線維を区別し得られる。而もそれらは何れも有髓であつて無髓線維は認める事が出来なかつた。後根中に無髓神経線維が含まれているかどうかには就いては、Ranson (1911)が犬に於て、脊髄神経節から後根を通過して脊髄内に迄之を追証し得ると唱えて以来幾多の研究がある。即ち、Parson (1912)は之を追試した結果、無髓線維は実は膠質線維に過ぎないと否定したが、Wilson (1920)はRansonの所見に賛同し、Langley (1920)は少数の無髓神経線維は認められるが、脊髄内には進入しない様であると考えたのに対し、Müller (1924)も同様灰白交通枝から中枢に向つて走行する無髓線維を認めたが、そのものが後根を通過して脊髄内に入るものか否かに就いては明らかにしていない。山崎 (1926)は犬に就いて検索し、各々の後根内に於て脊髄に到る迄追証し得る無髓神経線維を証明し、又之と全く同様の構造を持つ無髓線維が節状索に於ても、脛骨神経、腓骨神経に於ても実証出来ると主張し、更に実験の結果からこの無髓神経線維こそ自律神経線維であると主張した。尚 Davenport (1931)は犬に就いて各々の後根に有髓線維以外に無髓線維の存在を認め、無髓線維は後根の全体の線維の少なくとも40%を占めて居り、頸髄、腰髄よりも胸髄、仙髄に多いと発表した。

以上の如く否定的の見解もあるが、今日では一般に後根中に無髓線維の存在する事は肯定されているものの様である。然し乍ら私はこの無髓線維の存在に就いて精細に検索した結果、前述の様に全く之を認め得なかつた事は、正常所見で述べた様に、従来の研究者が神経線維で無いものを神経線維であるとして見誤つたり、或はその後の染色法の進歩改良に依つて、今日明確に

有髓と認められる神経線維を無髓であると断定したものではないかと考える。尚後根にあると同様の無髓神経線維が交感神経節状索にも存在すると言う説に就いては、私の実験結果とは全く相反するものである。即ち交感神経節状索については既に述べるところであるが、節状索に於ても凡ゆる神経線維は有髓である事は事実である。

交感神経節状索：

甚だ多数の小径有髓線維で構成せられ、大、中径の有髓線維の少数が之に混在する。この小径有髓線維は其の太さは、前、後根の小径有髓線維と変らず、又全く同様の染色態度を示している。即ちこの部の殆ど全部を占めている神経線維と全く同一所見の小径有髓線維が前、後根にも認められると云う事は、前根にも、後根にも交感神経線維が含まれている事を示唆しているものである。何故ならば、少なくとも交感神経節状索は主として交感神経線維で構成されるべきであるし、事実上その大部分を占めるものは上述の小径有髓神経線維であると言う事は、この小径有髓線維は交感神経線維と云い得るのではあるまいかと考えるからである。

坐骨神経、脛骨神経及び腓骨神経：

坐骨神経は正常所見に於ては同様に、大、中及び小径の有髓神経線維から成り、小径線維1に対し大、中径線維3の数比を示し、脛骨神経、腓骨神経は小径線維1に対し大、中径線維は2.5乃至3の数比を示している。

次に各実験に就いて約言すれば、前根切断実験及び前、後根切断実験に於ては、両実験結果に殆ど差異を認めない。即ち、大及び中径線維は其の約半数に於て明らかに変性、崩壊の所見を呈するのに対して、小径線維では殆ど変化を認めない。之は節状索から由来する小径線維であつて而も坐骨神経領域の脊髄前根中に含まれるものではない事を示している。脛骨神経、腓骨神経に就いても同様所見を呈するが、大、中径線維の変性度は坐骨神経に比較して強く、この事は切断実験に於ては其の蒙むる変化は切断端以下に於て、中心側よりも末梢側に強く早く現われる事を示している。尚、前、後根切断実験に於ては、脊髄後根神経節直下末梢部を検しても坐骨神経所見と全く同様である。即ち交感神経交通枝より末梢部に於ては小径線維は依然健在し、切断した前根から直接に由来するものでない事を示している。

次に脊髄後根神経節直下末梢側切断実験及び坐骨神経幹切断実験に於ては、両実験結果に殆ど差異を認め

ない。即ち、大、中及び小径の全神経線維は高度の変性、崩壊、吸収像を呈し、健存する線維を全く認めない。脊髄後根神経節に於て、前根より合流した線維を実験的に除外する事も、又脊髄後根神経節直下部に於て、交感神経節状索からの交通枝を除外しつつ神経節直下部のみを切断する事も、猫に於ては実験的に殆ど不可能である。従つて前者の実験結果は、前、後根共に脊髄神経の節後線維が切断せられ、且つ交感神経線維も切断せられて後者の実験結果と同一所見を呈したものである。

筋間神経束：

筋間神経束に於ては、脊髄前、後根、脊髄後根神経節直下部、交感神経節状索、坐骨神経、脛骨神経、腓骨神経に於て認められたものと全く同一所見を呈する大、中、小径の有髓神経線維が引き続き認められる。即ち、大径線維はA1に、中径線維はA2に、小径線維はBに相当する。但しBはA（A1、A2の総称）に遮蔽せられて認め難い事が多いが、Aとの区別は確然として明らかである。

前根切断及び前、後根切断の両実験の結果は全く同じでA1は正常であるがA2には高度の変性、崩壊、吸収像を認める。このためBの存在及びその走行の状態が一層明らかとなる。但しBには変性を認めない。此の事実はA2が運動神経に属するのに反して、Bが運動神経に属していない証左と見做し得る。

脊髄後根神経節直下部切断及び坐骨神経幹切断の両実験に於ては、Aは全部高度の変性に陥り崩壊し、亦吸収せられて痕跡を止めるに過ぎない部分もあり、Bも又全く消失して認め得ない。之はBが坐骨神経幹を通じて筋肉内へ進入して来ることを示すものである。

筋層内神経及び運動神経終末：

筋層内に於ては神経束ではA2とBとが認められA1を殆ど認め得ない。A2からは運動神経終板を形成する。A2から分岐し更に細小無髓となつた線維は、A2の形成する運動神経終板内に發育の悪い終網を形成して終るものもあり、筋線維上に単独で簡単な終末を形成して終るものもある。

前者が Boeke の唱えた副神経及び其の終末であり後者が Bremer の唱えた繖花状終末 (die doldenförmigen Endigungen) であるものと考えられるが、之等は共に A2 に発源している事が明らかであるので両者共に運動神経終末の一形態に過ぎず、交感神経でないと断定し得る。之等とは全く別に、その数は少ないが筋層内神経束内にBの存在が認められる。このB

は精細に検索しても筋線維上までその走行を追求することは出来なかつた。又、正常所見に於て筋線維上に認められる神経終末の一異型を認めた事は前述した。

前根切断、前、後根切断の両実験では、A2は全く破壊吸収せられて時にその痕跡を止めるに過ぎない。又Bの状態も不明であつて認め得ないが、血管周囲結合織及び血管壁に於ては之を認め得る点から、消失して了うのではなく、筋層内神経束内ではその数が少ないために容易に認め得ないのであらうと考える。

脊髄後根神経節切断、坐骨神経幹切断の両実験では、A、Bを共に全く認め得ない。運動神経終板には上述の4実験結果を通じて凡ての神経線維要素を全く認めず、膨化し染色性不良となつた底板核のみが認められる。

血管周囲結合織及び血管壁：

血管周囲結合織では、A1或はA2と共に、又は単独で走るBを認めるが、Bは此処でも終末を形成せず更にAと共に血管壁に向い走行し、或は之を横断するのを認めるが、細小動静脈又は毛細血管での所見は明らかに追究し得ない。

前根切断、前、後根切断の両実験に於てもA1と共に走る正常のBを認め之を血管壁に迄追究し得る。之に反して、脊髄後根神経節直下部切断及び坐骨神経幹切断の両実験ではA、B共に全く認められない。之はBが坐骨神経内を通過して血管周囲結合織から血管壁に迄到達する事を示すものである。

交感神経節状索剔出実験所見に就いて：

交感神経節状索剔出実験に於ては、之を1側に於て行つても、両側同時に行つても其の所見は殆ど正常所見と同様である。この事実は自律神経と体制神経との根本的相違を物語るものではなからうか。唯、文献的には本実験に依つて無髓小径線維の消失を報告されたものもあるが、又之と全く反対な結論、即ち剔出に依つて何らの影響を受けなかつたと云う数多の業績がある。茲に於て、植物性神経と動物性神経との生命に対する重要性の相違を感じさせられるものがある。

仍て、前根に於ては大、中径線維1に対し小径線維1乃至1.5であり、後根に於ては大、中径線維と小径線維とは各1の数比を示し、前、後根共に大差が認められないのに反して、交感神経節状索に於ては、この小径線維がその殆ど大部分を占めている。この前、後根にも含まれる有髓で且つ染色態度も全く同じである細小線維が交感神経節状索を構成する主たる神経線維であると云う事実は、極めて興味深く且つ重大な所見

である。次にこの小径有髄線維を末梢神経及び其の支配筋の各部に亘つて遠心性に逐次追究すると一貫して之が認められ、又各種実験に依つて或は消失し、或は残存する事は前述した通りであつて、之等の実験結果から考へて之を脊髄神経に属するものと見做すことは当を得ないもので別種の神経即ち自律神経線維であろうと考へる。

末梢神経内に於ける自律神経線維に就いては、これは脊髄前根を通じて出た節後線維は交感神経節状索中の神経細胞に終り、この細胞から出た無髄節後線維は再び交通枝を経て末梢神経に入ることは既に成書に記載されているところである。この節後の無髄と云われている線維の運命についての諸家の考へは、先ず Müller (1924), Stöhr (1928) は共に其の著書の中で無髄神経線維が集束して末梢神経に入り、なお短い距離の間は集束となつて走行するのは認め得るが、その後の走行は認め難く、恐らく後には髄鞘を得るに至るであろうと記載している。然し、青柳(1912)、新保(1922)、波多野(1922)等は総ての末梢神経中には無髄神経線維は大小の集束となつて走行するとの説を以て Gaskell の説の正しい事を主張している。

波多野(1922)に依れば、坐骨神経には相当数の無髄神経線維が含まれていると云う。又、沖中教授は、自律神経線維の中で少なくとも節後線維は無髄であるか、或は非常に貧弱な薄い髄鞘を有する有髄神経線維ではないかと思うと云つてゐる。一方、Diamare a. de Mennato (1920) 等は偏光光線で検査すると凡ての自律神経線維は有髄性であり、ただその髄鞘が極めて薄いに過ぎないのであるとの見解を発表し、Maximow a. Bloom (1948) 等もまた偏光によつて一見無髄に見える線維も髄鞘を有している事を知つたと云う。

又、私の述べているこの小径有髄線維と、先人の発表した末梢神経中の無髄神経線維の分布に関する知見とを対比してみると極めて興味深いものがある。即ち Langley (1922) はオスミウム酸染色法に依る猫の実験に於て、無髄神経線維は皮下神経、坐骨神経、筋神経の順序に其の含有数を減じ、而も筋神経中には極めて少ないことを認め、波多野 (1924) は人屍に就いて Weigert 氏髄鞘染色法を施した結果、筋神経に於ては無髄線維は有髄線維に較べて可なり多く、坐骨神経に於ては両線維数は相半ばし、皮下神経に於ては無髄線維は最も少ないと唱へた。又、山崎(1926)は犬に於て Ramón y Cajal 氏軸索染色法を施した結果、筋神経に於ては無髄線維数が有髄のそれと比較して少なく

(約30%)、坐骨神経に於ては両者が相半ばするか、或は無髄線維数が稍々少なく、皮下神経に於ては無髄線維数が多い事を立証した。然し私は先にも述べた通り前、後根、交感神経節状索、坐骨神経幹、脛骨神経、腓骨神経及び各下肢筋に注ぐ筋神経並びに筋間神経束等には、各先人の云うような無髄神経線維は終に1本も認める事は出来なかつた。而も先人の発表にかかる所謂無髄神経線維は、有髄神経線維であつたのではないかと云う考へを深くする所見を多く認める事が出来たのは先に述べた通りである。

若し、先人のこの無髄線維を私の実験に於ける細小径有髄線維として考へ、有髄線維を私の実験の大、中径有髄線維として考へるならば、坐骨神経に於ては有髄線維(大、中径有髄線維)に比較して無髄線維(実は細小径有髄線維)は約1/3であつて、私の成績でも後者が少なく、筋神経に於てはこの比は更に少なくなり、Langley、山崎の主張に近い。このように小径有髄線維が末梢部位に到るほどその数を減じる事は筋肉内神経の所見からも明らかである。

又、筋肉内に於ては、筋間神経束に認められるBに比較して筋線維上を走行する神経束内のものは格段に少なく、血管周囲結合組織により多く認められる点は、Boekeの主張に反して、自律神経は運動神経終板に終止するものではなく其他の部分、例えば、筋間結合組織に近く位置する筋紡錘、腱紡錘或は細小血管壁に終止するものではないかとの考へを懐かせる。事実、血管壁に向い走行し之に隣接して経過するBは屢々認め得られる。

又、Bが筋肉内の何れの部位で髄鞘を失うものであるかの点に就いては、筋間神経束までは有髄である事を確認出来たが、それより末梢部位に於ては終に確認し得なかつた。

第7章 結 論

私は成熟猫を実験材料として、骨格筋に分布する神経要素を脊髄神経起始部から系統的に検索し、各種切断実験を行ない其の変性態度を明らかにし、特に自律神経線維の分布乃至終末の状態に就いて追究し次の結果を得た。

- 1) 骨格筋は自律神経支配を受ける。
- 2) 自律神経は坐骨神経幹中に細小径有髄線維として存在し、筋間神経束までは有髄である。
- 3) 自律神経は骨格筋内では、筋層内神経束内までその走行を追求出来、筋間結合組織、血管壁に分布する

が、其の何れに於ても終末形成を認めない。但し、細小動脈壁、毛細血管壁に就いては明らかでない。また筋紡錘、腱紡錘内の検索を除外した。

4) 脊髓前根及び後根、坐骨神経幹、脛骨及び腓骨神経幹並びに筋間神経束には遂に無髄神経線維は1本も之を認め得なかつた。

5) 自律神経線維が骨格筋内で、無髄線維となる場所を詳らかにし得ない。

6) Boeke の副神経及び其の終末は運動神経並びに運動神経終末の不全型であり、Bremer の繖花状終末 (die doldenförmigen Endigungen) も又運動神経の不全型終末に過ぎない。

7) 神経の各種切断実験では、変性は断端以下の中心側よりも末梢側に於て高度である。

8) 筋線維上に終止する神経終末の一異型を認めたが、これを3種の神経線維の何れの終末とも断定し得なかつた。

9) 一侧又は両側の交感神経節状索剔出を行なつても、坐骨神経領域の自律神経線維は消失しない。

稿を終るに当り懇切な御指導と御校閲を賜つた恩師近藤鋭矢教授に深謝する。

文 献

- 1) Boeke, J.: Die motorische Endplatte bei den höheren Vertebraten, ihre Entwicklung, Form und Zusammenhang mit der Muskelfaser. *Anat. Anz. Cbt. f. gesamt. wissenschaftl. Anat.* **35**, 193, 1910.
- 2) Boeke, J.: Über eine aus marklosen Fasern hervorgehende zweite Art von hypolemmalen Nervenendplatten bei den quergestreiften Muskelfasern der Vertebraten. *Anat. Anz. Cbt. f. gesamt. wissenschaftl. Anat.* **35**, 481, 1910.
- 3) Boeke, J.: Beiträge zur Kenntnis der motorischen Nervenendigungen. *Internat. Monatsch. f. Anat. u. Physiol.*, 377, 1911.
- 4) Boeke, J.: Über De- und Regeneration der motorischen Endplatten und die doppelte Innervation der quergestreiften Muskelfasern bei den Säugetieren. *Anat. Anz. Cbt. f. gesamt. wissenschaftl. Anat.*, **41**, 149, 1912.
- 5) Boeke, J.: Die doppelte (motorische und sympathische) efferente Innervation der quergestreiften Muskelfasern. *Anat. Anz. Cbt. f. gesamt. wissenschaftl. Anat.*, **44**, 343, 1913.
- 6) Bremer, L.: Über die Endigungen der markhaltigen und marklosen Nerven im qu-

ergestreiften Muskel. *Arch. f. mikro. Anat.*, **21**, 165, 1882.

- 7) Bidder, F. N. a. Volkmann, W.: Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems. *Leipzig, Breitkopf u. Härtel*, 1842.
- 8) Gaskell, W. H.: *Involuntary nervous system*. London, 1916.
- 9) Hunter, J. I.: The sympathetic innervation of striated muscle. *Brit. med. journ.*, No. 3344, 1925.
- 10) Hazel E. Field a. Mary E. Taylor: *An atlas of cat anatomy*. The university of Chicago, plate **54**, 1948.
- 11) Kulchitsky: Nerve endings in the muscles of frog. *J. of Anat.* **LIX**, 1, 1924.
- 12) Langley, J. N.: Observations on the medullated fibres of the sympathetic system and chiefly those of the gray rami communicantes. *J. Physiol.*, **20**, 53, 1896.
- 13) Langley, J. N.: The nerve fibres of the autonomic system. Pt. 1, 22, 1921.
- 14) Ludwig v. Thanhoffer: Beiträge zur Histologie und Nervenendigung der quergestreiften Muskelfasern. *Arch. f. Mikro. Anat.*, **21**, 26, 1882.
- 15) Nakanishi, M.: Über den Einfluss des sympathischen Nervensystems auf die Skelettmuskeln. 3. Eine Methode zur Demonstration der sympathischen Wirkung auf den tätigen Muskel bei der Kröte. *Keijo J. of Med.*, 1930.
- 16) Nakanishi, M.: Über den Einfluss des regulatorischen Nervensystems auf die Skelettmuskeln. 6. Die regulatorischen (sympathischen) Nervenfasern der Skelettmuskeln der Kröte. *Keijo J. of Med.*, **3**, 562, 1932.
- 17) Pernkopf, E.: *Topographische Anatomie des Menschen*. 1937.
- 18) Rauber-Kopsch: *Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen*. 1955.
- 19) Stöhr, Ph.: *Lehrbuch der Histologie*. Aufl., **22**, 1930.
- 20) 大沢達: 上肢及び下肢の諸疾患に対する治療法としての腰仙乃至頸胸交感神経節状索切除術に就て. *日外宝*, **3**, 87, 大15.
- 21) 大沢達: ルリッシュ氏動脈外周交感神経切除後血流増加の本態に関する実験的研究 (附. 脊髓後根中に血管拡張神経存在の疑義に就て) *日外宝*, **3**, 143, 大15.
- 22) 山崎直治: 脊髓後根に於ける無髄神経線維に就て. *日外宝*, **3**, 601, 大15.
- 23) 山崎直治: 末梢神経中に於ける無髄神経の分布並びに左右交叉に就て. *日外宝*, **3**, 856, 大15.
- 24) 山崎直治: 横紋筋に於ける無髄神経線維の分布

- 並びに其の終末装置に就て。日外宝, 4, 231, 昭2.
- 25) 土井彰一: 末梢神経系に於ける病理組織学的觀察。京府大誌, 5, 575, 昭6.
- 26) 土井彰一: 末梢神経に於ける変性及び再生の研究。京府大誌, 5, 491, 昭6.
- 27) 佐藤享: 実験的アルコール中毒に因る骨格筋神経終末の変化に就て。京府大誌, 5, 831, 昭6.
- 28) 森於菟: 小組織学, 金原書店, 第4版, 昭8.
- 29) 近藤鋭矢: 固定繃帯の末梢神経に及ぼす影響に就ての実験的研究。北野病院業績報告, 2, 第2册, 1, 昭11.
- 30) 平沢興: 脳と脊髄。永井書店, 昭24.
- 31) 中西政周: 自律神経に依る骨格筋の栄養支配と云う問題。大阪医大誌, 11, 53, 昭25.
- 32) 近藤鋭矢: 骨格筋に於ける神経終末に就て。日外宝, 22, 303, 昭28.
- 33) 小寺寿治: 骨格筋の神経終末に関する実験的研究。特に其の再生に就て。日外宝, 22, 355, 昭28.
- 34) 桐田良人: 骨格筋に於ける末梢神経障害に関する実験的研究。日外宝, 22, 480, 昭28.
- 35) 荒木正哉: 末梢神経の病理形態学的考察。京府大誌, 58, 143, 昭30.
- 36) 坂本嶋嶺・沖中重雄・時実利彦共訳: フルトン神経系の生理学。金芳堂, 昭30.
- 37) 吉井直三郎: 臨床生理学。永井書店, 第2版, 昭30.
- 38) 呉建・沖中重雄: 自律神経系。金原書店, 第6版, 昭31.
- 39) 瀬戸八郎: 人の知覚。医学書院, 昭32.
- 40) 鈴木清: 組織の鍍銀法。実験治療, 310-320号, 昭33.
- 41) 中西政周: 骨格筋の拮抗性交感神経支配。大阪医科大学, 昭33.
- 42) 田中忠義: 声帯筋の神経終末, 特に神経筋接合部における微細構造について。解剖学雑誌, 33, 24, 昭33.

附 図 説 明

- Fig. 1 正常 前根 (横断面, 軸索染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 2 正常 前根 (横断面, 髓鞘染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 3 正常 後根 (横断面, 軸索染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 4 正常 後根 (横断面, 髓鞘染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 5 正常 後根 (縦断面, 髓鞘染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 6 正常 交感神経節状索 (縦断面, 軸索染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 7 正常 脊髄後根神経節直下部 (横断面, 髓鞘染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 8 正常 坐骨神経 (横断面, 軸索染色) Leitz 3×3 (115倍)
- Fig. 9 正常 Fig. 8 の一部強拡大 Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 10 正常 筋間神経束の自律神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 11 正常 筋間神経束から出る自律神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 12 正常 運動神経終板に到る別個の無髓運動神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 13 正常 筋間結合織内を脊髄神経と共に血管壁に向う自律神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 14 正常 脊髄神経と共に血管壁に沿って走行する自律神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 15 正常 筋線維上に認められる神経終末の一異型 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 16 前根切断実験 脊髄後根神経節直下部 (縦断面, 髓鞘染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 17 前根切断実験 坐骨神経 (縦断面, 軸索染色) Leitz 3×3 (115倍)
- Fig. 18 前根切断実験 Fig. 17 の一部強拡大 Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 19 前根切断実験 脛骨神経 (横断面, 軸索染色) Leitz 3×3 (115倍)
- Fig. 20 前根切断実験 Fig. 19 の一部強拡大 Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 21 前根切断実験 筋間神経束内の自律神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 22 前根切断実験 筋間神経束内の自律神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 23 前根切断実験 神経要素の消失した運動神経終板の部 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 24 脊髄後根神経節直下部切断実験 坐骨神経 (横断面, 髓鞘染色) Leitz 3×7 (600倍)
- Fig. 25 坐骨神経幹切断実験 神経要素の消失した運動神経終板の部 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)
- Fig. 26 両側交感神経節状索剥出実験 筋間神経束内の自律神経線維 Leitz 3×Oel Im. 1/12 (800倍)



Fig. 1

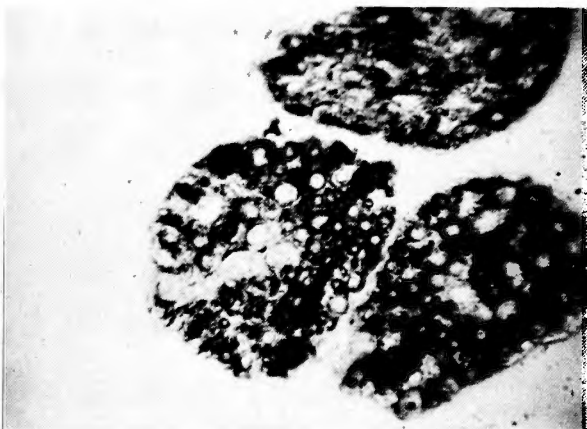


Fig. 2

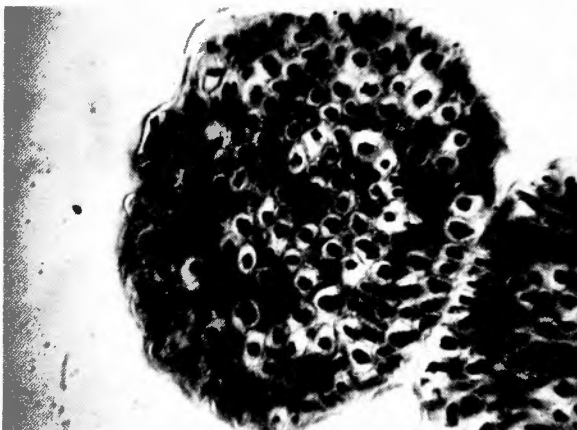


Fig. 3

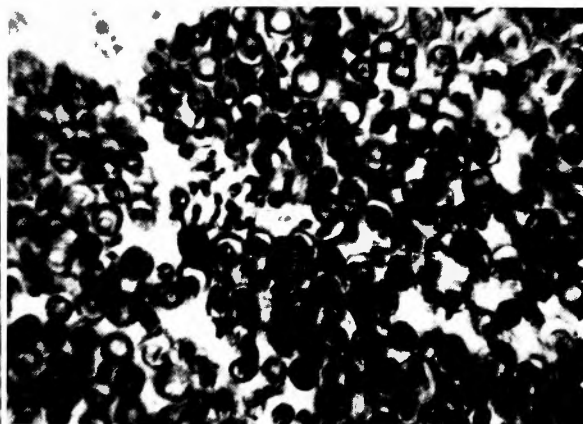


Fig. 4

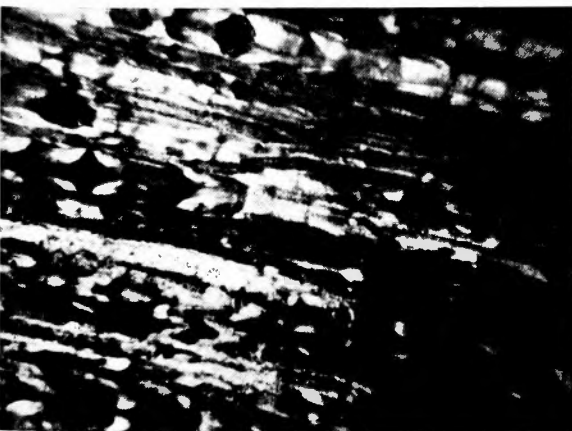


Fig. 5

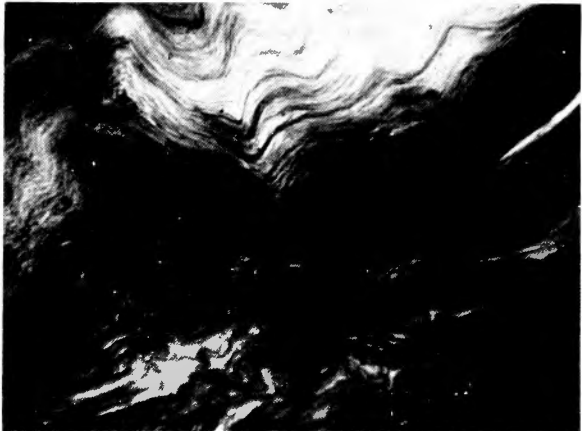


Fig. 6

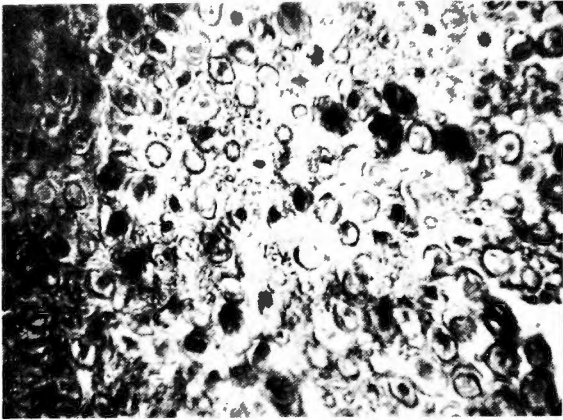


Fig. 7

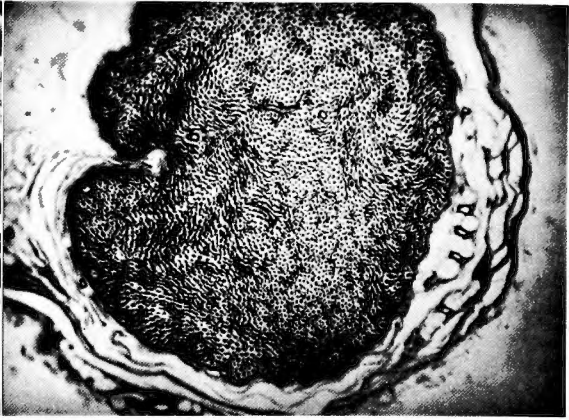


Fig. 8



Fig. 9

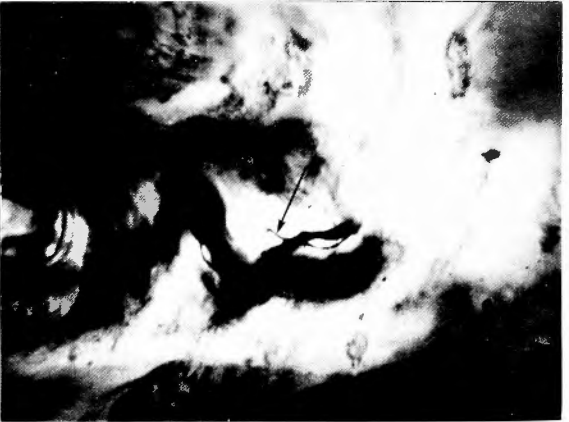


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12

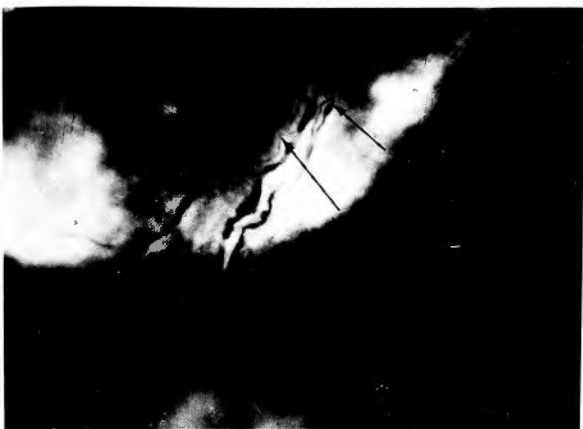


Fig. 13

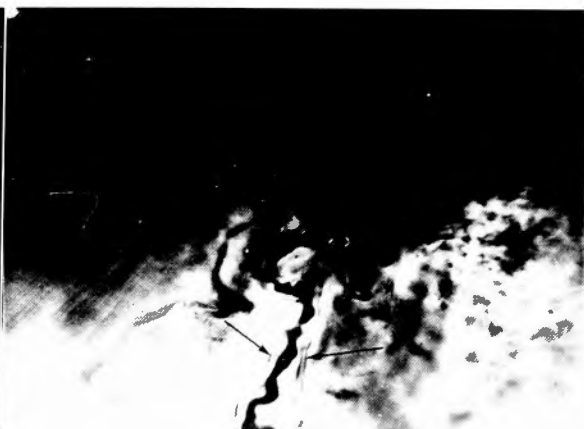


Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17

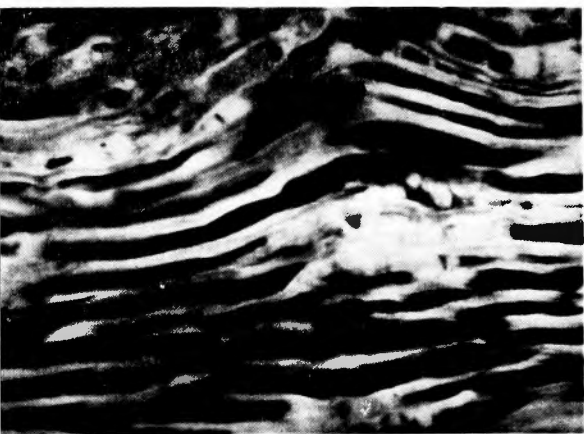


Fig. 18

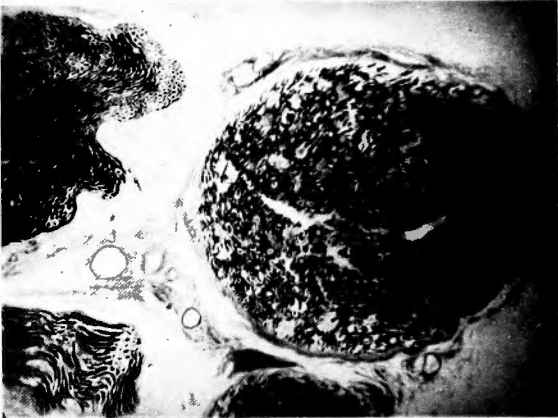


Fig. 19



Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22

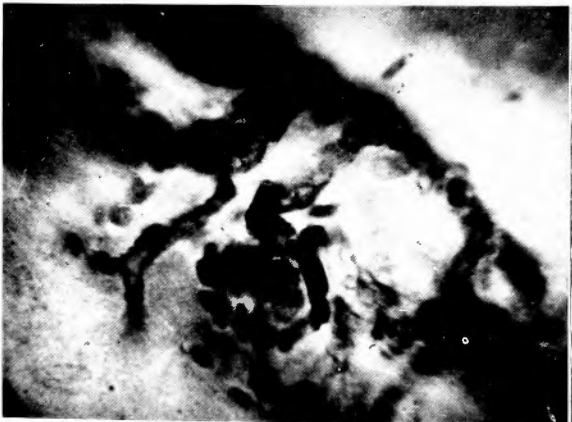


Fig. 23

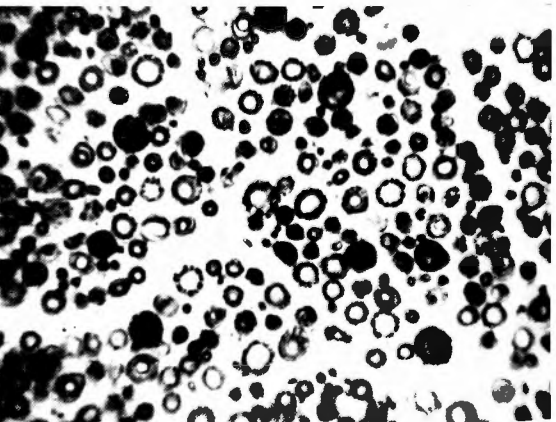


Fig. 24



Fig. 25

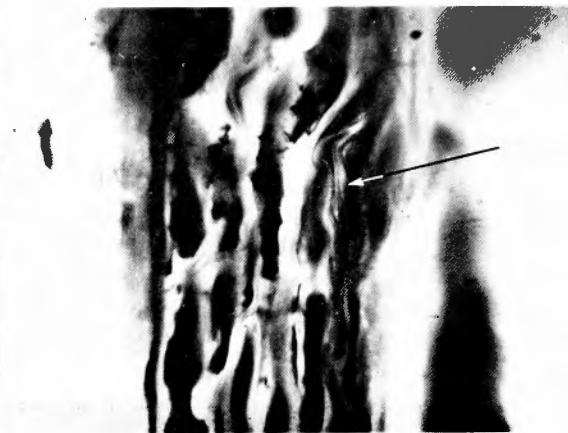


Fig. 26