

腱 紡 錘 の 研 究

京都大学医学部整形外科教室 (近藤鋭矢教授指導)

講師 医学士 桐 田 良 人

[受附日附 昭和28年3月3日]

EXPERIMENTAL STUDIES ON THE TENDON- MUSCLE SPINDLE

From the Orthopedic Division Kyoto University Medical School
(Director : Prof. Dr. EISHI KONDO)

by

YOSHITO KIRITA

Histologic features and the nervous connection of the tendon-muscle spindle have been experimentally studied in m. triceps surae of adult cats. To determine the nature of distributing nerve fibers, the morphological changes following the severance of various spinal nerves are also traced.

Results and conclusion are as follows :

1) The spindle is a spindle-shaped encapsulated tendon fiber bundle which lies at the junctional portion between muscle and tendon, its size being 0.7 mm. × 0.2 mm.

2) Tendon fibers within the spindle are rather thick, somewhat wavy, and loosely arranged in parallel with its long axis. The distribution of fibers is relatively dense in the periphery near the capsule and loose in the central portion.

3) Nerve fibers of three different types are found in the spindle: i) the thickest are myelinated fibers which form the complicated terminal network among tendon fibers and are sensory afferent fibers and ii) the most slender are unmyelinated and supposed to be sympathetic. In other words, there exists the double innervation of somatic and autonomic nerves. iii) the nature of the finer myelinated fibers can not be made clear.

4) By the mechanism that tendon fibers within the spindle are strained or released corresponding to the contraction or relaxation of the muscle fibers attached to them, impulses are transmitted to the nervous center.

5) The tendon spindle and the muscle spindle are frequently situated not so far from each other, arranging their longitudinal axis on the same line. Frequently, neighboring two apparatus receive nerve fibers from the one and the same nervous bundle.

6) It is considered that the tendon-muscle spindle and the muscle spindle are closely related anatomico-physiologically and always cooperatively in action in the control of movements and the maintenance of muscular tonus of the voluntary muscles.

7) The tendon-muscle spindle can be most easily discovered in the neighbo-

urhood of a tendon bundle when a junctional part between muscle and tendon is examined at a point of the intersection of a tendon bundle and the prolongation of the longitudinal axis of the muscle spindle.

目次

第一章 緒言	第一項 坐骨神経幹並に筋間神経束神経線維所見
第二章 実験材料並に実験方法	第二項 筋層に於ける神経線維所見
第一節 動物実験	第三項 腱紡錘内神経所見
第二節 観察方法	第四項 小括
第一項 神経染色法	第二節 脊髄後根神経節切除の場合
第二項 一般染色法	第一項 坐骨神経幹並に筋間神経束神経線維所見
第三章 正常骨格筋に於ける腱紡錘の組織学的並に形態学的構造	第二項 腱紡錘内神経線維所見
第一節 腱紡錘被膜の構造	第三項 筋層内中径有髄神経線維所見
第二節 腱紡錘内線維束の構造	第四項 小括
第三節 腱紡錘と筋紡錘との位置的関係	第三節 脊髄神経切断実験成績総括
第四章 正常骨格筋に於ける腱紡錘分布神経所見	第六章 総括並に考按
第五章 脊髄神経切断実験成績	第七章 結語
第一節 脊髄神経前後根を脊髄後根神経節上部にて切断せる場合	

第一章 緒言

随意筋の機能は主として運動神経に依つて支配されるが、筋緊張、反射運動等の複雑な機能的現象は単に運動神経のみでなく、他の神経も亦大いに関与するものであつて、神経と極めて密接な関係にある筋紡錘に就てはその構造、神経分布等の形態学的研究は詳細を極め、その病態生理も明かにされている。然るに随意筋の機能當為上不可分の関係にある腱に就て、その分布神経に関する研究は極めて少く、殊に筋緊張及び腱反射に重要な役割をなす腱紡錘の組織学的形態学的構造は勿論、その支配神経に関する研究は極めて寥々たるものである。腱紡錘に分布する神経に就て、1880年 GOLGI は鍍銀法を用いてその終末構造を明かにし、"ORGANO NERVO TERMINOLE MUSCULO-TENDINEO"と称したが、1889年 KOELLIKER はこの特殊の神経終末器官を "GOLGI'scher SEHNENS-PINDEL"と命名してより CATTANEO, CIACCIO, PANSINI, RUFFINI, HUBER, DOGIEL 等の研究に依つて分布神経の形態学的構造が明かにせられたが、この神経の所属系統への究明及び植物神経分布の有無に就ての記載はなく、本邦に於ては腱紡錘の分布神経に関する研究は全く皆無である。従つて、私は臨床

上腱反射機序、筋緊張、筋覺等随意筋の機能當為に密接な関係を有する腱紡錘の組織学的形態学的構造及び分布神経の状態を明かにすると共に更に脊髄神経切断を行い、該分布神経の所属系統を究明せんとした。

第二章 実験材料に実験方法

成熟せる猫を瀉血死に到らしめ、神経に於ける死後変化を可及的避けるため迅速に坐骨神経、腓腸筋、比目魚筋の筋腱移行部を採取し、直ちにメタノール、中性10%フォルマリン液に浸漬固定した。

第一節 動物実験

エーテル麻酔の下に椎弓切除術を行い硬膜に達したる後ペルミカンS 0.2~0.3c.c.を用い、腰髄麻酔に置換えて上下に椎弓切除術を進め坐骨神経領域である第四、五、六、七腰神経及び第一仙骨神経の

(A) 前後根を脊髄後根神経節部即ち脊髄と脊髄後根神経節の間にて切断。

(B) 同領域の脊髄後根神経節を切除して一定時日を経て種々なる時期に瀉血死に到らしめ所要の神経幹及び筋線維片を採取した。

第二節 観察方法

第一項 神経染色法

[I] 軸索染色には

(A) RAMON. Y. CAJAL 氏中本氏変法近藤氏改良法

(北野病院業績報告第二巻第二冊 昭和11年8月)

(B) BIELSCHOWSKY 氏瀬戸氏変法

(解剖学雑誌23巻2号 昭和22年7月)

(C) BIELSCHOWSKY 氏鈴木氏変法

(脳神経領域5巻2号 昭和27年4月)

の三方法を忠実に守つていつたが尙自己の経験に依り注意した点を述べると、

(1) 蒸溜水は可及的新鮮な再蒸溜水を用いた。

(2) 使用するフォルマリン液は常に中性とした。

即ちフォルマリン原液に沈降性炭酸カルシウムを $\frac{1}{10}$ ~ $\frac{1}{12}$ 容を加えて貯蔵し、別に沈降性炭酸カルシウムを電気炉にて焼き、水酸化カルシウム液を作り、これを以て所要の%フォルマリン液を使用都度滴定して比色表により中性とした。

(3) 実験容器に金属イオン及び脂肪の附着しない様に石鹼水及びクローム硫酸を用いて常に清浄に保ち、実験操作申手指による容器の汚染を注意した。

瀬戸氏法及び鈴木氏法は凍結切片なるため腱紡錘の染色に多大の努力を要したが後者は前者に比し実験操作が簡単であり、特殊の技術、経験を要せず容易に染色される利点があり、主として後者を用い、CAJAL氏近藤氏改良法と対比して、検鏡した。

〔II〕 髄鞘染色として、

KULCHITSKY 氏髄鞘染色法を用いた。

第二項 一般染色法

ツエロイジンに包埋し、連続切片となし

(1) "ヘマトキシリン、エオジン" 重複染色法。

(2) ワイゲルト氏弾力繊維染色法
を行い検鏡した。

第三章 正常骨格筋に於ける腱紡錘の組織学的並に形態学的構造

腱紡錘は腱束より筋線維に移行する部にある薄い被膜に包まれた腱線維束であつて、一端は腱側に、他端は2~数本の筋線維に移行する。その形は中央部で軽く膨隆した紡錘形を呈し、大きさはツエロイジン切片標本に於て長径0.7mm、横径0.2mmである。

第一節 腱紡錘被膜の構造

被膜は薄葉状で二~三層の求心性に並列した結合織層よりなり、腱紡錘の長軸方向に平行した、稍々細長く屈曲した核を有す。赤道部と両極部との厚さに変化

はないが、神経進入部は僅かに厚い層をなしている。被膜中の弾力繊維の有無を追求したが詳かにするを得なかつた。

第二節 腱紡錘内腱線維束の構造

腱紡錘には筋紡錘に於けるが如き淋巴腔はなく、血管の進入を証明し得なかつたが、淋巴球を少数乍ら染出した。腱束、腱線維が密に迂曲することなく、規則正しく縦に排列して結合せられているのに反して腱紡錘、腱線維は稍々太く、被膜周辺部に密に、中心部に疎に緩く結合せられ迂曲を呈している。筋腱線維移行部極の結合状態は腱線維束を中心にしてその周囲を筋線維が束ねて包む様にして結合している。

第三節 腱紡錘と筋紡錘との位置的関係

腱紡錘の長軸線上余り遠からざる箇所に筋紡錘を発見する場合が多く、従つて腱紡錘の発見には腱束の近傍に筋紡錘を認め、その長軸線と腱束との交叉部附近即ち筋腱繊維移行部を検索すれば良い。

第四章 正常骨格筋に於ける腱紡錘分佈神経所見

腱紡錘に分布する神経線維束は各々その太さを異にする三種の神経線維より成立つている。この小神経束は腱紡錘近傍に存在する筋紡錘にも小神経束を分岐する筋間神経束より分れて、筋線維を斜に走行し乍ら一定区間経過した後、直接腱紡錘の紡錘状膨隆部即ち赤道部に達するか、又は両極何れか一極に偏して被膜に達するか、或は又、直接腱束に達し腱線維間を走行して腱紡錘腱側極に到り、この部より紡錘内に進入するかである。被膜に達した小神経束はこれを直角又は斜に貫通する。

(A) 最も太くして通常運動神経の2倍乃至はそれ以上の太さを有する1~5條の大径有髄神経は被膜を貫通した後、進入門を赤道部に有するものは直ちに八字状に分れて両極に向い、一極より進入せるものは2~3叉状の第一分岐をなして、他極に向う。何れを進入門とするものも更に第二第三と同様の分岐を繰り返して、急速にその太さを減じ、分岐した各小枝は腱線維の長軸に略々平行に腱線維間を迂曲して経過し、種々の角度で無数の細枝を出すと共に髄鞘を失う。更に分岐を繰返して終枝となり円形、楕円形、又は多角形の終網を形成している。第二分岐後全経過中神経線維より直接有髄の側枝を派出し、同様の分岐を繰返し終網に終る。従つて大径有髄神経は一見小葉を持つた複雑な

樹枝状又は灌木状を呈す。多種多様に分枝した終枝、終網の状態を仔細に観察するに、終枝、終網内の多数の神経原線維周囲物質に依り結合され、終枝内では迂曲は少いが終網内では互に吻合して微細な網を形成しその一角より更に神経原線維が派出し同様の終網を形成し隣接終網との間に吻合枝を出すものもある。終網の周囲との境界は割合に判然としていて、CAJAL氏染色に依るとその周囲は屈折率高き透明層で明かに区別されているのを見る。

(B) 前記小神経束内に含まれている繊細な数條の無髓神経は大径有髓神経と共に被膜を貫き単一走行をなし途中分枝する事なく髓線維上を走るが、その経過を終末まで追求するを得なかつた。

(C) 大径有髓神経と共に細小な有髓神経と思われる2條の神経線維が髓紡錘に進入するのを認めたが、紡錘内に於ける分枝状態を詳かにすることは出来なかつた。

第五章 脊髓神経切断実験成績

第一節 脊髓神経前後根を脊髓後根神経節上部にて切断せる場合

脊髓神経前後根を脊髓後根神経節との間にて切断後40時間、4日、6日、14日、21日を経過せるもの腓腸筋及び比目魚筋、坐骨神経線維及びその終末の状態を検鏡した。

第一項 坐骨神経並に筋間神経所見

坐骨神経幹及び筋間神経束内の中径有髓神経線維はWALLER氏変性に陥る。即ち40時間にして膨化し、嗜銀性は減退、不平等となり、6日後には断裂、崩壊、吸収が次第に激しくなり、21日に到れば殆ど吸収清掃せられ痕跡を止めるが、大径有髓神経及び細小無髓神経線維には何等の変性を認めない。

第二項 筋層に於ける神経線維所見

筋層内中径有髓神経線維及びその終末に於ては10時間にして神経線維は膨化、嗜銀性は減退し、終枝は断裂、終網は崩壊するが底板核は尙残存している。然し4日後になると底板核も崩壊吸収せられ、終枝の崩壊も盛んとなり更に日を経るに従つて吸収せられるに至る。

第三項 髓紡錘内神経所見

之に反し髓紡錘に分布する大径有髓神経、細小な有髓神経及び繊細な無髓神経線維は何等の変化を受けず、依然として原形を保持しつゝ残留する。

第四項 小括

この実験によつて変性に陥る中径有髓神経は脊髓内に存する神経細胞より発足する神経線維にしてこれ即ち運動神経線維であるが、髓紡錘に分布する所の全く変性を見ない大径有髓神経線維は、前者と全く異なる経過をとるものであつて、脊髓外に存する神経細胞即ち脊髓神経節又は交感神経系統に属する神経細胞より発足する神経線維である事を立証するものである。

第二節 脊髓後根神経節切除の場合

脊髓後根神経節を切除し、40時間、4日、6日、20日、43日を経過せるもの坐骨神経幹及び腓腸筋、比目魚筋に就て神経要素を検鏡した。

第一項 坐骨神経幹並に筋間神経束神経線維所見

大径有髓神経線維に著しい変性を来した、即ち40時間後膨化腫脹し、辺縁は凹凸不規則となり、嗜銀性は減退するが断裂は認めない。

髓鞘は染色性は不同にして大小の空胞を生じ、所々に断裂を認める。4日に至れば断裂崩壊し大小不同の小顆粒となり、或る部では吸収されて空隙を残し、6日後には崩壊吸収は更に進み点々微細顆粒を認める程度となり、16日後に至れば殆ど吸収清掃されて了う。20日、43日となれば全く清掃されて間質増殖を認めるに至る。即ち変性は1~2週間に最高に達する。

第二項 髓紡錘内神経線維所見

大径有髓神経線維は40時間後には膨化腫脹し、辺縁不整で髓鞘の染色性不同で斑点状を呈す。終網は膨化腫脹して嗜銀性に乏しいが断裂は認められない。4日を経れば大径有髓神経線維は終網に至る迄大小不同の小顆粒に断裂崩壊し、終枝、終網の原形を止めず、髓鞘も又大小の髓質顆粒を生じ、6日後ともなれば崩壊して吸収せられ、16日に至れば全く吸収清掃され、髓鞘は微細顆粒を僅かに認める程度となる。21日、40日の標本では全く吸収清掃されている。之に反して髓紡錘に達する小神経束内線維な無髓神経線維は認むべき変化を呈する事もなく依然として原形を保つている。正常髓紡錘小神経束で認められた細小有髓神経に就て本実験に於ては全く染出し得ず、如何なる態度を執つてゐるかを言及する事は不可能であつた。

第三項 筋層内中径有髓神経所見

筋間神経束及び筋層内中径有髓神経線維は終末に到る迄断裂を来すが如き変性は認めなかつた。

第四項 小括

本実験によつてWALLER氏変性を来す大径有髓神

神経線維は脊髄後根神経節に存する神経細胞より発足する神経線維である事を知る。又本実験に依つても繊細な無髓神経線維は何等の変化をも受けない点より、脊髄後根神経節以外にある神経細胞より発足するものである事を知る。

第三節 脊髄神経切断実験成績総括

第一節実験に於てWALLER氏変性を起さず、第二節実験にて変性する大径有髓神経線維即ち髓紡錘赤道部又は一極より進入する最も太き神経線維は、凡て脊髄後根神経節内に栄養細胞を有する求心性知覚神経線維である事を知る。前記両実験に依つて何等の変性を起さない繊細な無髓神経線維は交感神経節伏索又はそれより末梢に位する末梢神経細胞より発足する交感神経線維と見做し得る。細小有髓神経線維に就ては、第一節実験によつては影響を受けないが、第二節実験によつては全く不明にして、本実験を通じて何れの系統に属するものであるかを詳かにし得なかつた。

第六章 総括並に考按

以上の観察所見及び実験成績に基き髓紡錘を形態学的及び機能的方面より考察するに、髓紡錘は筋腱移行部にあつて、菲薄な被膜に包まれた髓線維は髓紡錘の長軸に平行に並列しているが、稍々太く迂曲を呈し緩く結合され被膜周辺に密、中心部には疎に分布している。この一端は整然と配列した緻密な腱束に、他端は数本の筋線維に移行して、この中に淋巴球を少数乍ら染出し得ている事から考えると、被膜内に或る程度の淋巴液の滲溜があつて髓線維はこれに浸漬され、髓線維の機能を容易ならしめ、感受性を敏感ならしめているのではなからうか。

髓紡錘分布神経線維はその形態より三種に区別する事が出来る。即ち最も太き神経線維は髓紡錘の赤道部又は一極より進入して髓線維に達し、分岐して髓線維に盛んな終網を形成する。髓紡錘内分布神経の大部分を占め、その終末分岐状態は運動神経終末とは全く趣を異にしている。脊髄神経切断に於て述べた如く、脊髄前根を脊髄後根神経節上部に於て切断する時は筋層に於ける中径有髓神経はWALLER氏変性に陥り、顆粒状に崩壊し、全く原形を止めないのに、この神経線維は終末分岐に至る迄依然として原形を保持して残留する。次いで脊髄後根神経節の切除を行い日を追つて観察するに坐骨神経幹及び節間神経束内大径有髓神経線維も、この太き髓紡錘内神経線維も終末に至る

迄顆粒状に崩壊して全く原形を止めない。前者に於て変性せず後者に於て変性するこの太き有髓神経線維は脊髄後根神経節に存在する神経細胞より発足する神経線維と見做すべく、終末形成の状態よりするも此は感覺性求心性神経線維と断定し得る。

髓紡錘内に繊細な真の意味の無髓神経線維が分布するか否かに就ては文献上明かにされていない。私は本研究に於て髓紡錘に進入する小神経束内に大径有髓神経と共に走る何れの部も太さに変動のない数條の繊細な無髓神経線維を認め、之を髓紡錘内に追求するに髓線維に達したこの線維は極めて緩く髓線維上を迂曲しつゝ経過し分岐する事はない。

その終末を染出する事は出来なかつたが大径有髓神経線維の終末分岐とはその趣を異にし直ちに鑑別し得るのである。上記両脊髄神経切断実験によるも常に變性せずして残留するこの無髓神経線維は全く脊髄神経線維とはその経過を異にし、脊髄及び脊髄後根神経節以外の部に存する神経細胞より発足すると考へべく、即ち交感神経節伏索又はそれより末梢に存する神経細胞より発足する神経線維にしてもその形態より察するも交感神経に属するものと見做し得る。以上によつて私は髓紡錘に植物性神経の分布を確信するものであつて髓紡錘は知覚神経及び植物性神経の二重支配を受けているものと断言する。

又髓紡錘に進入する小神経束内に上述二種の神経線維と共に細小なる有髓神経線維を認めたが、髓紡錘内分布状態を追求し得なかつた。脊髄神経切断実験によつて脊髄に神経細胞を有しない事は明かであるが、他の点に就ては本実験に依つて究明する事は出来なかつた。

以上述べた所見より髓紡錘の形態学的構造及び分布神経の組織学的方面を明かにし得たが、更に之に基きその機能を考察するに髓紡錘の機能營為と神経との間には密接な関係がありその分布神経の中、大部分を占めるものは感覺性求心性神経線維であつて、髓紡錘は随意筋中に介在する一つの感覺性神経終末装置である。然らば如何なる感覚を司るであらうか。

髓紡錘内髓線維が割合に太く、疎に、緩く結合され迂曲を呈しているのに、之に繞り筋線維の収縮、弛緩は髓線維の緊張、弛緩となり、髓線維に終止する感覚神経により中枢に伝導されるものと思われる。更に一方髓紡錘と筋紡錘とは解剖学的に密接な関係があり、髓紡錘の長軸方向の程遠からざる箇所に屢々筋紡錘が

存在し、又腱紡錘に來る小神経束はその近傍にある筋紡錘に分歧する筋間神経束より成れている事より考えると、腱紡錘は筋の緊張、弛緩及び巧緻運動等筋覺を司る筋紡錘と密接なる有機的関聯の下に、随意筋の運動調整及び筋緊張保持に協同しているものと思される。

臨床上腱反射運動は腱を叩打する場合が最も強く発現し、筋腱移行部が之に次ぎ、筋腹では発現しないという事はこの間の關係を或る程度示しているものと思われる。

第七章 結 語

成熟猫の非腸筋及び比目魚筋腱移行部にある腱紡錘の組織学的形態学的構造及び分布神経の状態を究明すると共に、各種脊髄神経切断実験を行い、その分布神経所属系統を明かにし、腱紡錘の機能に就て考察を加えた。

- (1) 腱紡錘は随意筋に存在する一つの感覚性終末装置である。
- (2) 腱紡錘は腱束より筋線維に移行する部にある被膜に包まれた腱線維束であつて紡錘形を呈し、長径0.7 mm 横径0.2mm の大きさを示す。
- (3) 腱紡錘内腱線維は稍々太く、疎に結合せられ、迂曲を呈し、被膜周辺部に密、中心部に疎に、長軸に平行に並列し一端は腱束腱線維に、他端は数條の筋線維に移行する。
- (4) 腱紡錘は三種の形態並に所属系統を異にする神経線維の分布を受け、最も太く、有髓にして腱線維に複雑なる終網を形成するものは感覚性求心性神経であり、最も繊細なる無髓神経は交感神経であり、腱紡錘は知覚神経及び植物性神経の二重支配を受けている。細小有髓神経はその所属系統を明白ならしめ得なかつた。
- (5) 腱紡錘内腱線維は之に繞り筋線維の収縮、弛緩を夫々緊張、弛緩と感受し、これを中枢に伝導する。
- (6) 線紡錘と筋紡錘とは屢々長軸方向を同一線上に置いて、互に余り遠からざる箇所に存在し、又屢々近傍に存在する両者は同一神経束より小神経束を受けている。
- (7) 腱紡錘は筋紡錘と解剖生理学的に又機能的に密接な関聯を持ち、随意筋の運動調整及び筋緊張保持に常に協同しているものと思される。
- (8) 腱紡錘の発見は筋腱移行部にて腱束の近傍にある

筋紡錘の長軸線と腱束との交叉部附近を検索すると容易である。

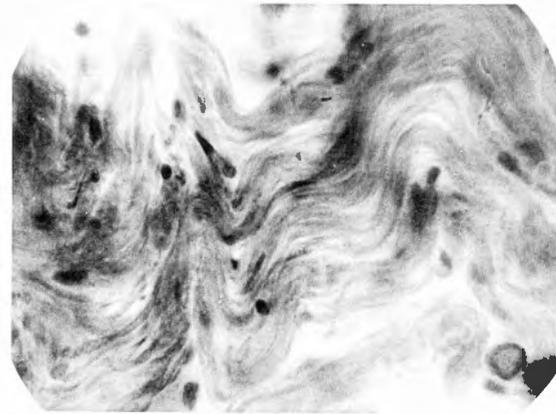
稿を終るに当り御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師近藤教授、御指導を賜つた平沢教授に深甚なる感謝の意を捧げます。

参 考 文 献

- 1) Dogiel : Golgischen Koerperchen. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 67. s. 638, 1906
- 2) Huber. G. C. A note on sensory nerve endings in the extrinsic eye muscle of the rabbit. Anat. Anz. Bd. 15, s. 334, 1899.
- 3) Sachs, c. : Physiologische und anatomische Untersuchungen über die sensiblen Nerven der Muskeln. Arch. Reich. u. Du Boisrermond (1874)
- 4) Sachs, c. : Die Nerven der Sehnen. Arch. f. Anat., Physiol. u. Wiss. Med. s. 402, 1875.
- 5) Stöhr.: Lehrbuch der Histologie p. 202, 1930.
- 6) Stöhr. : Das Peripherische Nervensystem [Zin in w. Moellendorff's Handbuch der mikro. Anat. d. Menschen]
- 7) Cattaneo : Organes nerveux terminaux musculotendineux, leurs condition normales etc. Arch. ital. de biol. Bd. 10, 1888.
- 8) Ciaccio, G. W. : Sur Les Plaques nerveuses finales dans les teudons des vertebres. Arch. ital. isal. de biol. Bd. 14, s. 31, 1891.
- 9) Pansini : Des terminaisons des nerfs sur les teudons des Vertebres. Arch. ital. de biol. Bd. 11. 1889,
- 10) Ruffini, A. : Sulla terminazioni nervosa neifusi muscolari e sul loro significato fisiologico. Atti d. Reale accad. dei Lincei, Ser. 5, rendiconto Bd. 1, s. 31. 1892, Sur la termination nerveux dans les falsceaux musculaires et Sur Leur signification physiologique. Arch. ital de biol. Bd. 18 s. 106 1892, Di un huovo organo nervoso terminale e sul la Presenza dei corpuscoli GOLGI-MAZZONTI. Mem. d. R. accad. dei Lincei, cl. di science fis.mat. e natur., Sev 4, Bd. 7 1894, Considerazioni critiche sui recenfi studi dell apparato nervose nei fusi muscolari. Anat. Anz. Bd 9. s. 80 1894. (7), (8), (9), (10) Zin in Stöhr. "Die peripheve Nervensystem," in w. Moelludovff's Haubach der mikr. Anat. d. Mens.



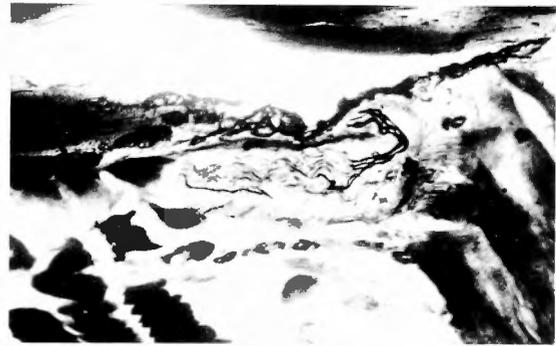
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図



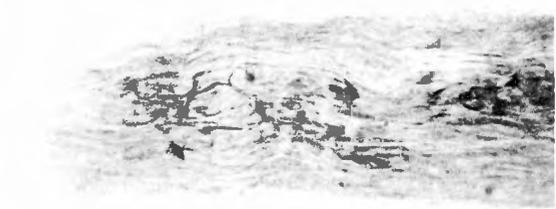
第 5 図



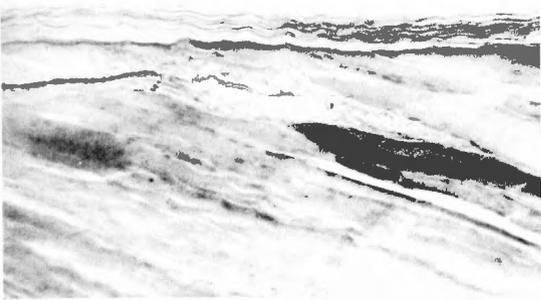
第 6 図



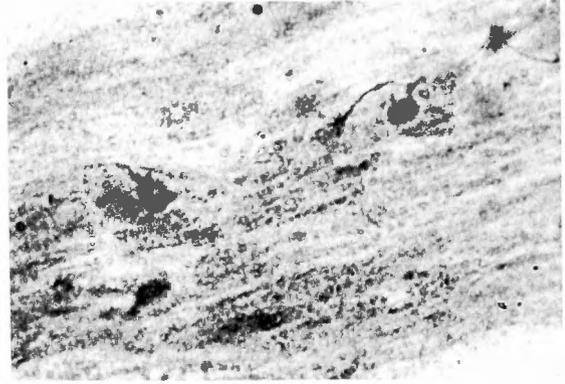
第 7 図



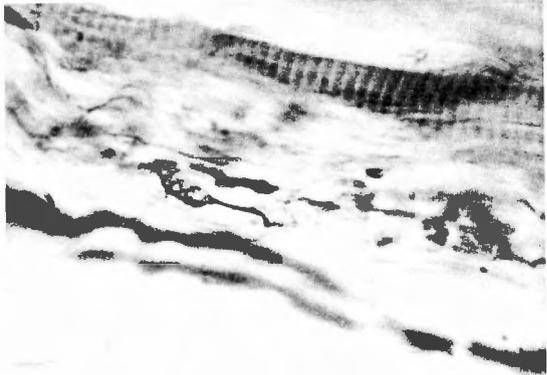
第 8 図



第 9 図



第 10 図



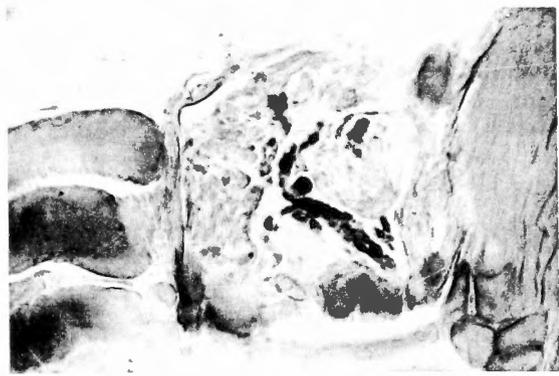
第 11 図



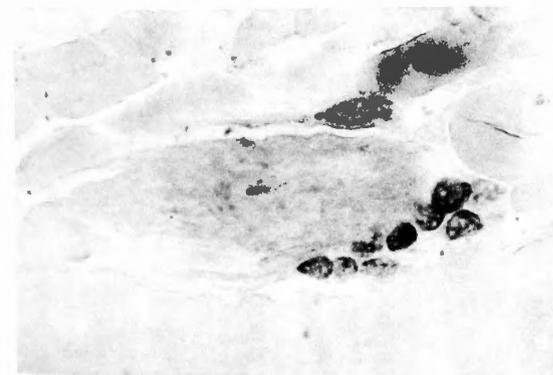
第 12 図



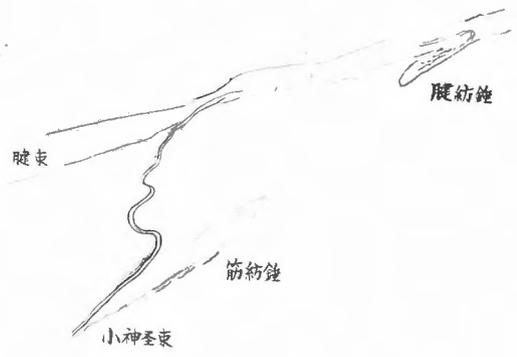
第 13 図



第 14 図



第 15 図



第 16 図

附 図 説 明

- 第1図 猫の髓紡錘，髓紡錘内髓線維は太く疎に結合せられ蛇行す，ヘマトキシリンエオジン染色 (Zeis 10×8)
- 第2図 同上 髓線維，被膜及び淋巴球を示す。ヘマトキシリンエオジン染色 (Zeis 10×90)
- 第3図 同上 赤道部に達せる大径有髓神経線維は進入後八字状に分れ両極に向う。Cajal氏軸索染色 (Zeis 10×40)
- 第4図 同上 一極に達せる大径有髓神経線維は他極に向い走行す。Bielschowsky 鈴木氏変法軸索染色 (Zeis 15×8)
- 第5図 同上 大径有髓神経線維の髓紡錘内分岐状況 Bielschowsky 氏瀬戸氏変法軸索染色 (Zeis 10×8)
- 第6図 同上 髓紡錘内大径有髓神経線維と髓線維。複雑なる分岐と終網。Cajal氏軸索染色 (Zeis 10×40)
- 第7図 同上 複雑，錯綜した終枝及び終網。Cajal氏軸索染色 (Zeis 10×40)
- 第8図 同上 終枝及び終網。Cajal氏軸索染色 (Zeis 10×40)

- 第9図 同上 前根切断後14日目，一極より進入せる大径有髓神経線維，繊細無髓神経線維及び細小有髓神経線維に変性を認めず，Bielschowsky 氏鈴木氏変法軸索染色 (Zeis 10×40)
- 第10図 同上 大径有髓神経の終網，円形を呈す。Cajal氏軸索染色 (Zeis 15×90)
- 第11図 同上 大径有髓神経の終網。Bielschowsky氏鈴木氏変法軸索染色 (Zeis 10×90)
- 第12図 第11図の大径有髓神経の終網及繊細無髓神経線維の略図。
- 第13図 同上 髓紡錘に至る神経束内大径有髓，繊細無髓及び細小有髓神経各線維を示す。Bielschowsky 氏鈴木氏変法軸索染色 (Zeis 10×40)
- 第14図 同上 脊髓後根神経節切除後7日目大径有髓神経は断裂，染色性不平等を呈す。Kulchitsky氏髓鞘染色 (Zeis 15×8)
- 第15図 同上 同じく切除後14日目大径有髓神経線維は崩壊，吸収せられ小点状に残留す。Kulchitsky氏髓鞘染色 (Zeis 15×8)
- 第16図 髓紡錘と筋紡錘との解剖学的位置関係を示す略図。