

大脳皮質運動領の交錯性配列ならびに 錐体外路大脳皮質系に関する研究

岡山大学第一（陣内）外科教室（指導：陣内伝之助教授）

医学士 大 西 長 昇

〔昭和34年1月6日受稿〕

目 次

第1章 緒言ならびに文献

第2章 実験材料ならびに実験方法

第1節 実験動物

第2節 術前術後処置ならびに手術術式

第3節 術後飼育ならびに標本採取

第4節 Marchi 染色

第3章 実験成績

第1節 大脳皮質運動領に点状創を加えた場合

第1項 前肢野に点状創を加えた場合

第2項 後肢野に点状創を加えた場合

第3項 前運動領に点状創を加えた場合

第2節 大脳皮質運動領を全剔した場合

第1項 前肢野を全剔した場合

第2項 後肢野を全剔した場合

第3項 共通野を全剔した場合

第4章 総括ならびに考按

第5章 結論

第1章 緒言ならびに文献的考察

中枢神経系の生理学的、組織解剖学的研究は、古来多数の学者により、もつとも広汎に、かつきわめて詳細に行われている分野であるが、それにもかかわらず、なお未知の問題を多く含んでいる。

1867年、Meynert は大脳皮質の細胞を系統的に研究し、大脳全体にわたり、これらの細胞が、水平に走る5つの層をなして配列することを明らかにした。ついで、1874年、Betz¹⁾ は人間の precentral cortex で Meynert の第5層に、今日 Betz 細胞とよばれている巨大錐体細胞 Betzsche Riesenpyramidenzellen の存在を発見し、1878年、Bevan Lewis は、Meynert の第5層全体にわたって大きな錐体細胞があることを明らかにし、皮質を6つの層に分類することを提案した。

その後、1909年、Brodmann²⁾、1919年、Vogt²⁴⁾、1925年、Economo u. Koskinas⁷⁾ 等による細胞構築学的研究が相ついで発表され、それぞれの分野図が記載報告された。

大脳皮質運動領の存在が、はじめて知られたのは、1691年 Robert Boyle⁸⁾ の頭部外傷患者の臨床的観察によるものとされ、1864年、Hughlings Jackson¹⁴⁾ は、lokale Epilepsie の臨床的観察により皮質運動領の存在を認め、1870年、Fritsch u. Hitzig⁹⁾ は、犬の大脳皮質を電気刺激し、反対側四肢に単運動

を生起する部分のあるのを認め、また各部分が作用的にみても不同価であることを指摘するに至つて、大脳皮質運動領の存在が、実験的に、はじめて確認されるに至つた。ついで、1873年、Ferrier は、猿の Hand area の剔除により、反対側の手に運動麻痺が起るのを観察し、その後、Schiff (1875)、Munk (1880)、Bubnoff u. Heidenhaim⁴⁾ (1881)、Exner⁸⁾ (1881)、Horsley u. Schäfer¹¹⁾ (1888) 等の研究により、生理学的に運動領の概念が確立せられ、Sherrington (1902)、Krause (1910)、Vogt²⁴⁾ (1920)、Foerster¹⁰⁾ (1926) 等により、運動中枢の配列を示す模式図が発表された。そのうちでも、Vogt 夫妻は、彼等の研究による精密な皮質構造を基礎とし、猿 *Ceropithecus* の大脳皮質について電気刺激実験を行い、刺激により起る運動を、向反側運動 *Adversionsbewegungen* と、個別運動 *Spezialbewegungen* とに大別し、個別運動は主として、第5層、第6層がこれに関与すると述べ、電気刺激的に、大脳皮質を16分野に分類している。

個別運動 *Spezialbewegung* が、大脳皮質運動領の第5層、第6層に関与することについては、1937年 Dusser de Barenne が、laminal thermocoagulation を用いて実験し、個別運動は、主として、第5層、第6層、ことに第5層の Betz 細胞が起始細胞で

あり、その他の大錐体細胞も関与していることを明らかにした。

その後、Hines (1942), Kennard & McCulloch (1943) 等は、Betz 細胞の未だ分化していない幼弱猿では、皮質刺激による単運動の認められないことを知り、また Rothmann²²⁾ (1902, 1907), Marshall (1933, 1935) 及び Tower (1935, 1940) 等は、延髄において錐体路を切断し、単運動のまったく消失することを認め、Betz 細胞が錐体路の起始細胞であることを間接的に証明した。

一方、本邦においては、平沢¹²⁾ ならびにその門下は、皮質運動系について、系統的に詳細な研究を行い、錐体路、錐体外路及び運動中枢について独自の見解を示している。

すなわち、錐体路線維はこれまでの定説と異なり、分野4及び6のみならず、分野1及び2、分野5及び7、分野8及び9からも出ており、これらの錐体路を出す諸分野は、すべて同時にまた種々なる錐体外路をも出していることを立証し、これらの諸分野中、高等動物（人、猿、猫、犬等）においては、その線維数からいつて、錐体路の主たる起始部は分野4及び6であり、下等動物と高等動物を比較すると、高等動物ほど分野4及び6への集中が高度であること、また錐体路だけを出す皮質中枢、すなわち随意運動のみに対する皮質運動中枢なるものは存在せず、錐体路中枢は同時に必らず錐体外路中枢をも兼ねていること等を、主として Marchi 染色により明らかにし、Betz 細胞以外の、第3層及び第5層の大錐体細胞にも錐体路の起始細胞が含まれているであろうと推測している。

犬について、最初に大脳皮質の電気刺激実験を試みたのは、前述の Fritsch u. Hitzig⁹⁾ (1870) であるが、1933年、Woolsey²⁵⁾ は、Nembutal 麻酔下の犬に、交流電気を用い、60cycle, 2～5 volt の電気刺激を行い、犬の皮質運動領は、前S状回 Gyrus sigmoideus anterior (以後、G. sigm. ant. と略記す) の外1/3部及び、後S状回 Gyrus sigmoideus posterior (以後、G. sigm. post. と略記す) の全区域に局在していることを示し、また、Gyrus proreus (以後 G. pror. と略記す) 及び G. sigm. ant. の正中側1/2～1/3部及び Sulcus coronarius の外側面の皮質は刺激に応じないことを発見し、皮質運動領を、前肢野、混合野（前、後肢同時に単運動を示す領野）、後肢野に分類した。また、1935年、W. K. Smith²³⁾ も Woolsey と同様の結果を報告し、G. sigm. ant. の内側非興奮野は、Brodmann の分野6 (Area

frontalis agranularis) に属するとしている。

一方細胞構築学的研究では、1905年、Campbell⁵⁾ は犬において、G. sigm. ant. の外側部、G. sigm. post. の Sulcus postcruciatu までの領野を運動領とし、1921年 Klempin¹⁶⁾ は、G. praesplenialis の起始部、G. sigm. post., G. sigm. ant. の外側部、ならびに G. coronarius (以後、G. coron. と略記す) の G. compositus anterior の大半を Area gigantopyramidalis とした。

その後、1951年、教室の柳川²⁸⁾ は、Betz 細胞を有する分野4 (Area gigantopyramidalis) は、Sulcus cruciatu より前方では、G. sigm. ant. の外側1/3、後方では、Sulcus postcruciatu 全領域、外方は Sulcus suprasylvius に達する G. coron. の前半及び、G. compositus anterior の一部にわたり存在するとのべ、1952年、同じく教室の渡辺²⁹⁾ は、Dial 麻酔下の犬に、教室の森⁷⁾・沼本¹⁸⁾ 等の考案せる Thyatron 衝撃波発振装置を用い、単極電極で犬大脳皮質の刺激実験を行い、犬の前肢中枢は、G. sigm. post. の外側より、G. sigm. ant. の外側にわたって存在し、後肢中枢は、G. sigm. post. にあり、各中枢の境界部に前後肢混合中枢を認めると報告している。

電気刺激に際して、Bubnoff u. Heidenhaim⁴⁾ (1881～2) は、一度強い刺激に応じた細胞は、次の弱刺激では反応を起さなくなる制止現象 suppression が起ることを発見し、Exner (1882) はいまだ刺激に応じらなかつた細胞が、再度の刺激に容易に応じるようになる疎通現象 facilitation を、また Dusser de Barenne & McCulloch は、一度刺激に応じた細胞は、一定の休止時間をおかぬと再度の刺激に応じなくなる消滅現象 extinction を記載している。また、1931年、Penfield and Boldrey²¹⁾ は、人大脳皮質について電気刺激実験を行い、各運動中枢領野は、かなり広範囲にわたり、相重複していることを図示し、Ruch, Chang and Ward も、1947年、皮質運動領に電気刺激実験を行い、末梢四肢筋の Mechanogram を観察し、各中枢の周辺部が、互いに交錯していることを推定している。

1946年、陣内教授¹⁵⁾ は、前述の制止、疎通、及び消滅現象以外に、交感現象 sympathization と命名される新現象を発見した。この交感現象とは、いまかりに犬大脳皮質運動領を例にとれば、まず前肢の中枢を刺激して反対側前肢に単運動を認めたのち、後肢の中枢を刺激し、反対側後肢の単運動を起させ、次に再び

前肢の中枢を刺激すると、今度は前肢の運動が起らずに反対側後肢の単運動を認めるようになる現象をいうのであつて、これは、前肢、後肢の各中枢が互いに、交錯性に配列していると考えれば、各中枢の疎通現象と、制止現象との合併現象であるとして容易に説明できるものである。

その後、1951年、前述の柳川²⁶⁾は、犬を用いて、皮質運動中枢の起始細胞から出る下降線維を大脳内の種々な部位で一部切断し、皮質内起始細胞に逆行性変性を生ぜしめ、Nissl 染色により、組織学的に皮質運動領の交錯性配列を証明し、同年、教室の森¹⁷⁾は、癲癇患者85例に皮質運動領電気刺激を行い、15例に交感現象を認め、同時に治療の目的で手術的に剔出せる同部の大脳皮質を組織学的に検索し、Betzsche Riesenpyramidenzellen の存在を確認し、交感現象を認めた部位は、細胞構築学的に Brodmann の Area 4 に相当する部位であり、本現象は運動中枢の交錯性配列により、容易に説明されるとし、犬を用いて動物実験を行い、これを裏付ける結果を得ている。

ついで、1956年、教室の井上¹⁸⁾は、犬を用い、皮質運動領剔除後の運動麻痺の回復状況、残存皮質における中枢の置換につき種々検索し、大脳皮質運動領においては、前後肢各中枢の起始細胞の交錯性配列状態は平等ではなく、前肢の起始細胞は、後肢領内にはあまり侵入していないが、後肢の起始細胞は、前肢領内にかなり深く侵入して散在しているものと想定している。

また、1955年、教室の中西¹⁸⁾は、犬大脳皮質の前肢野、後肢野、共通野(混合野)を、それぞれ直径3～4 mm、深さ2 mm 剔除した後、2週間生存せしめ、大脳半球内及び脊髓に至るまでの下降線維の走向を Marchi 染色を用いて研究し、皮質直下において、各領野からの下降線維が相交錯していることを明らかにしている。

よつて、私はこれら先人の研究をさらに推進し、大脳皮質運動領の交錯性配列、交錯度(各領野の交錯の数量的度合)を、なお一層詳細に究明すべく、Marchi 染色を用いて本研究を行った。なお、本研究に附随して皮質運動領より、尾状核、被殻、淡蒼球等に至る錐体外路系についても興味ある新知見をえたので、併せて報告することとした。

神経線維の二次的変性の検索には、近年 Nauta 染色が用いられ良結果をえているが、Marchi 染色は、Duncan⁶⁾をはじめとし、染色法に幾多の批判があるにもかかわらず、変性髄鞘の染色法としては、やはり

今日最良の方法であると考えられたので、本研究には Marchi 染色を採用した。

また、実験動物の麻酔には Dial を用いたが、Ward²⁷⁾は Dial を用いると、電気刺激が Betz 細胞に対して選択的に作用するので、皮質運動領の局所解剖学的中枢解明に好んで使用されるようになったとのべている。

第2章 実験材料ならびに実験方法

第1節 実験動物

生後1年以上をへた体重7～12kgの健康なる成犬を使用し、犬舎内にて約1週間飼育し、環境に慣れさせ、四肢運動機能の完全なることを確認した後、実験を行った。

第2節 術前術後処置ならびに手術術式

手術当日は絶食せしめ、充分排尿させた後、10% Dial 溶液を pro. kg. 0.5cc 腹腔内へ注射する。注射後、約30分で犬は手術に適した麻酔状態になるので、これを教室の小川の用いた犬固定器に固定(第1図)し、四肢を下垂せしめ、自由に動きうるようにし、左前肢に、電気凝固装置の対極を接続した。

〔開頭術式〕頭頂部皮膚を剃毛した後、2% Mercurochrom 液塗布により消毒し、滅菌覆布を絹糸にて皮膚に固定し、頭頂部皮膚に眉間より後頭結節に至る正中切開を加える。左側頭部諸筋及び皮膚を、鋭または鈍に骨より剥離し、側頭骨、頭頂骨、前頭骨の一部を切除、前後S状回を硬膜下に透見しうるように充分広く骨窓を開く。ついで、硬膜にH型切開を加え、大脳皮質を露出し、温生理食塩液にて湿潤せる綿花片により術野を被覆し、開頭操作が電気刺激に影響を及ぼすのをさけるため約10分小休憩を行つてのち、次の操作にうつる。大脳皮質の各分野について、参考のため Klempin の模式図を(第2図)に転載する。

〔電気刺激方法〕刺激装置は、日本光電工業株式会社製 MSA 2 型電子管刺激装置を使用し、1秒1回発振、脈巾3 mm. sec. の矩型波を発生するよう調整し、毎回使用前にオシログラフにより検定した。

電極は、極間距離2 mm の白金双極導子を使用し、適当な休止期間をおいて電気刺激を行い、各例について有効刺激閾値(井上)、交感現象(陣内)を検し、前肢野、後肢野、共通野及び前運動領(area 6a)の各領野を入念に決定した。

〔皮質破壊方法〕電気凝固装置を使用し、後述の点状創としては、皮質表面の Liqueur を充分拭去した後、先端1.5 mm を残して絶縁せる直径0.2 mm の

針を大脳皮質内に 1.5mm の深さに刺入し、電気凝固を行った。電気凝固は、前以て側頭筋肉に針先を当て、火花が散らず、わずかに筋肉片が針先に附着してくる程度の強さで約 2 秒間行つた。この程度の皮質破壊で、2 週間後の剔出脳についてみると、直径約 0.5 mm の基底を皮質表面に有し、先端を皮質、髄質境界附近におく円錐体状の創を作成することができる。

次に、各領野の全剔創としては、巾 3 mm の鋭利なスパーテルを使用し、各領野の皮質全剔除を行った。

手術中の出血は、小筋肉片により圧迫止血し、完全に止血したならば、温生理的食塩液で手術野を洗い、硬膜下を生理食塩液でみたしたのち、硬膜を密に縫合し、さらに側頭筋膜片移植によりその上を被覆し、水性ペニシリン 5 万単位、10%サイアジン 5 cc を撒布、頭部諸筋、皮膚を縫合し、皮膚縫合線上に油性ペニシリンを塗布し手術を終了した。無菌包帯は行わない。

〔術後処置〕手術終了直後、20%葡萄糖液 40cc、ビタカンファー 1 筒を静注し、油性ペニシリン 30 万単位を筋注し、手術翌朝、5%葡萄糖液 100cc、リンゲル液 100cc、10%サイアジン 5 cc、ビタカンファー 1 筒を皮下注射した。油性ペニシリンは、毎日 30 万単位宛、術後 4 日間使用する。これらの処置により、しばしばみられる術後肺炎、ジステンパー、創感染等の合併症を完全に防止しえた。

第 3 節 術後飼育ならびに標本採取

術後、全身状態ならびに麻痺回復状況を詳細に観察し、栄養補給に充分留意し、2 週間飼育した。その後、Dial 麻酔下に両側頸動脈、頸静脈を切断、失血死せしめつつ頭蓋及び脊椎管を開き、脳及び脊髄を、注意深く速やかに採取し、たたちに新しく調製した Orth 液に入れ固定した。この際、大脳表面と硬膜、筋肉等との癒着は、無理に剥離せず、そのまま固定し、固定の終つた後に除去した方がよい。

第 4 節 Marchi 染色

Orth 液固定 26 時間後、脳及び脊髄を、前額断方向に 3 mm 厚さの薄片に切り、番号を記入した後、24 時間流水中で水洗、ついで Müller 液に入れ、成書にあるごとく処理した。染色を終つた組織片はツエロイチンに包埋し、30 μ 厚さの完全連続切片を作製し鏡検した。

なお、この際使用する 1.0% オスミウム酸は、組織片容積の 8 乃至 9 倍量を使用し、またオスミウム・ミューラー混液浸漬は、黒紙で遮光した密栓標本瓶（内径 3.5 寸）中で行つた。

第 3 章 実験成績

第 1 節 大脳皮質運動領に点状創を加えた場合

大脳皮質より、半卵円中心に至るまでの皮質直下の線維走向を、可及的微細かつ立体的に追求するのを主目的とし、そのため、創は、可及的小さく、皮質全層のみを傷害し、他部には及ばざるよう注意し、かつ同一領野内に 2 個の創を作製した。

また前運動領 (area 6a) についても、皮質下線維走向の運動領 (area 4) との比較のため実験を行った。

第 1 項 前肢野に点状創を加えた場合

実験動物 A 2 号、体重 9.2 kg, δ 、術後第 15 日目屠殺。前肢野、後肢野内に、それぞれ交感現象を認め、G. sigm. post. の前肢野で、回転の最も高い峯の部で、前肢野をほぼ 3 分する位置に、2 個の点状創を作製した。術後、四肢麻痺をほとんど認めず、剔出標本についてみると、皮質外表部に直径約 0.5 mm の基底をもち、先端が皮髄境界部に達する円錐創を形成している (第 3 図)。

顕微鏡の所見

切片第 1 (第 4 図) : G. sigm. ant. の中部で、第 I 創 (外側の創) 前端より約 360 μ 、前方の前額断。

〔二次的変性〕皮質直下約 3 mm の深さで、G. sigm. ant. のほぼ全部にわたり、皮質に平行に横走する 2 条の著明な変性顆粒束が認められる。

切片第 2 (第 5 図) : G. sigm. ant. の後部で、第 I 創前端より約 150 μ 前方の前額断。

〔二次的変性〕皮質より下降する少数の変性顆粒群と、皮質下を横走する 2 条の変性顆粒束とが明らかに連絡を有し、一部は G. coron. 皮質下の髄質部に向かおうとする傾向がある。

切片第 3 (第 6 図) : G. sigm. post. の前部で第 I 創の中央部を通る前額断。

〔二次的変性〕皮質創痕より下降する 1 条の変性顆粒が Centrum semiovale の上部で横に拡がり、ついで内包入口部に向つて集合する。G. coron. 皮質下の Corona radiata に、ごく細い 2 本の線状変性顆粒がある。

切片第 4 (第 7 図) : G. sigm. post. の中央部で、第 I 創の後縁と第 II 創の前縁を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒群は、第 I 創の創痕より Centrum semiovale に向つて 1 束をなして下降し、1 部 (約 2/5) は脳梁の方向へ、他部 (約 3/5) は G. coron. の方向へわずかに拡がり、ついで内包の外上方から内包上半部内に入っている。

切片第5 (第8図) : *G. sigm. post.* の後半部で第Ⅱ創の中央部を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒群は皮質直下部で, *G. sigm. post.* の全皮質下, すなわち後肢野皮質直下にも拡がり, ついで第Ⅰ創, 第Ⅱ創より多数の変性顆粒群が下降し, 皮質直下約4 mmの部で合流し, 1条の束をなして *Centrum semiovale* の中央部に集合し (以下集合部と称す), 1部は脳梁へ, 1部は *G. coron.* へ向うが, 大部分は内包外上方から内包上半部へ進入している。

切片第6 (第9図) : *G. ectolat.*, *G. entolat.* の前部で, レンズ核の前部, 尾状核の尾部を通る前額断。

〔二次的変性〕集合部, 内包上部~中部内に多数の変性顆粒があり, *G. ectolat.*, *G. entolat.*, *G. coron.* の皮質下からも集合部に向う数条の変性顆粒が線状に走り, 1部は内包に入っており, また1部は脳梁内に向う数条の線状変性顆粒群をも認める。尾状核, レンズ核内には変性顆粒をまったく認めない。

切片第7 (第10図) : 視床, レンズ核の中部を通る前額断。

〔二次的変性〕大多数の変性顆粒群は, 内包の下5/6部内に入り, 数条の線状変性顆粒群が *G. coron.* の皮質下より, 直接に脳梁内へ入っている。その1部は尾状核帯状層内に入っており, また内包から多数の変性顆粒群が *Globus pallidus* (以後 *Gl. pall.* と略記す) へ入り, 少数であるが *Putamen* (以後 *Put.* と略記す) 内にも変性顆粒が認められる。視床外側核内には, 内包内のそれに比し, やや小型の変性顆粒が多数散在しているが, 内側核, 腹側核には変性顆粒をまったく認めない。

切片第8 (第11図) : 尾状核の尾部, 視床の後半部を通る前額断。

〔二次的変性〕*G. coron.* より数条の線状変性顆粒群が直接に脳梁及び尾状核帯状層に入り, 内包下半部内にも多数の変性顆粒群が認められる。*Gl. pall.* にも内包を介し, 多数の変性顆粒があり, 内包内の顆粒は脳脚へ移行せんとしている。

特記すべきことは, 尾状核尾部内に1条の線状変性顆粒群を認めることであるが, この変性顆粒群の *Primäre Lesion* との関係は不明瞭である。視床外側核には少数の小変性顆粒が散在するが, 他の部分にはまったく認められない。

切片第9 (第12図) : 尾状核後端, 脳脚起始部を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒はいちじるしく数を減じ大

部分脳脚内に入り, 少数の小変性顆粒が視床外側核, 外包, 被殻内に散在している。尾状核内には変性顆粒はまったく認められない。

切片第10 (第13図) : 中脳の前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒群は脳脚の内側約2/3の部分に集合し, 外側1/3部及び下方部にはまったく存在しない。

切片第11 (第14図) : 錐体交叉部の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は, 同側の錐体束より, 反対側の錐体側索路に向つて灰白質内を斜後方に向つて進み, 延髄下端に至つてほとんど大部分が反対側錐体側索路に入っている。

切片第12 (第15図) : 第1脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は全部, 反対側の錐体側索路にあり, 同側の錐体前索路には, 変性顆粒をまったく認めない。

切片第13 (第16図) : 第5脊髄節の横断。

〔二次的変性〕反対側の錐体側索路に多数の変性顆粒が束をなして認められるが, 束の拡がり乃至太さが第1脊髄節よりやや小さくなり, 同側前索路には変性顆粒をまったく認めない。

切片第14 (第17図) : 第11脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は, いちじるしく減少し, 反対側の錐体側索路内で後部に束をなして認められる。同側の前索路には変性顆粒をまったく認めない。

切片第15 (第18図) : 第22脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は, 反対側の錐体側索路の後部に散在し, 明瞭な束は認め難い。変性顆粒数も激減している。

切片第16 (第19図) 第24脊髄節の横断。

〔二次的変性〕反対側の錐体側索路に, 変性顆粒と思われる黒染顆粒が, 少数散在するが人工顆粒との判別は困難である。

切片第17 (第20図) : 第26脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒の有無は, 判別不可能である。

〔小 括〕

以上の所見を要約するに, 犬大脳皮質運動領の前肢野より起始する線維は, 前方では前S状回の皮質直下で約3 mmの深さのところを皮質に平行に, *G. sigm. ant.* の全領野にわたり横に拡がり, 創直下では半卵円中心内で横に拡がったのち, 次第に内包入口を経て内包内へ下降する。創のやや後方では, *G. sigm. post.* の全領野にわたり, 皮質直下で横に拡がり, 1部は, 半卵円中心を通り *G. coron.* に向い, 1部は, 次第に脳梁内へ進入しはじめる。さらに後方では,

G. coron より直接に脳梁に向う線維や、また、G. coron より直接尾状核帯状層に入る線維が認められる。これは開頭手術時の副損傷によると思われる創痕を G. coron にまったく認めない点及び、G. coron の皮質に密接した部では顆粒を認めない点等を考慮すると、G. sigm. post から G. coron の皮質下を迂回して走向する線維と思われる。

次にレンズ核についてみると、淡蒼球内には多数の変性顆粒が内包を介して進入しているが、被殻内にはきわめて少数である。ついで視床内にも多数の線維が入り、また外包内に少数の線維が入っているのを認める。これらは、皮質錐体外路に属するものと考えられ、尾状核内に認められるのは、その形態から明らかに変性顆粒であると思われるが、Primäre Lesion との関係が不明瞭であるので確定は出来ないが、或は G. coron より迂回して尾状核帯状層に入つた線維の末流ではないかと思われる。視床、レンズ核を過ぎると線維数はいちじるしく減少し、脳脚内へ下降する。このことは、前肢野内に多数の皮質錐体外路中枢が混在交錯していることを示すものと思われる。次に脊髓内での線維の走向であるが、点状創を加えた例、2例とも同側性の錐体前索路はまったく認められず、全部錐体交叉を介して反対側の錐体側索路に入り、全交叉を営んでいる。

また第11背髄節より以下では、変性顆粒束の位置が反対側錐体側索路の後方乃至その背側を占めていることは、前肢に入る線維は、錐体側索路の前方乃至腹側を走り、後肢に入る線維は錐体側索路の後方乃至背側を通ることを示すものである。

第2項 後肢野に点状創を加えた場合

実験動物 P 1 号、♂、体重 9.0kg 術後第15日屠殺。

前肢野、後肢野内にそれぞれ交感現象を明らかに認め、G. sigm. post の後肢野内で、回転の最も高い峯の部で、後肢野をほぼ3分する位置に2個の点状創を作製した。術後四肢麻痺はなかつた。剔出標本についてみると、皮質外表部に直径約 0.5mm の基底をもち、皮質全層を通ずる円筒形創を形成している(第21図)。

顕微鏡的所見：

切片第1(第22図)：G. sigm. ant. の後半部をとおり、創痕より約300 μ 前方の前額断。

〔二次的変性〕G. sigm. ant. の外側方、前肢野に相当する部位の脳皮質直下より数条の線状変性顆粒群が、半卵円中心に向つて下降し、半卵円中心に入つて、正中側及び外方に横にわずかに拡がって散在して

いる。

切片第2(第23図)：G. sigm. post. の中部で創の中央を通る前額断。

〔二次的変性〕G. sigm. post. の内側、後肢野にある創痕附近の皮質直下より、皮質下約1mmの深さで皮質に平行に横走する少数の変性顆粒が、G. sigm. post. の全領野、すなわち、後肢野、共通野、前肢野の皮質下に認められる。

前肢野の皮質直下には、多数の変性顆粒が集合し、索状をなして半卵円中心に向つて下降し、1部は脳梁に向い、1部は内包入口に下降している。

なお数条の索状変性顆粒群が、尾状核帯状層に入るのが明瞭に認められる。

切片第3(第24図)：G. sigm. post. の後部で、創の後端をとおり前額断。

〔二次的変性〕手術創痕は、痕跡的にかすかに認められるのみであるが、創痕附近より、前肢野にわたる全領野の皮質直下を約2mmの深さで横走する多数の変性顆粒は、前切片より数を増しており、ついで多数の索状変性顆粒が、前肢野皮質直下より半卵円中心に向つて下降する。また、半卵円中心より内包入口に及ぶ広汎な部位に多数の変性顆粒があり、脳梁内の索状変性顆粒も前切片よりその数を増している。尾状核帯状層には変性顆粒を少数認める。

切片第4(第25図)：G. ectolater, G. entolater. の前部、レンズ核の前半部を通る前額断。

〔二次的変性〕G. ectolat. の皮質下に相当する Corona radiata. の内上方より、半卵円中心に向い外下方に斜走する明かに2つの点状創に起因すると思われる2条の変性顆粒束があり、その中少数の線状変性顆粒群は脳梁内に分枝して進入するが、大多数の変性顆粒群は半卵円中心を介して内包上半部内に入っている。淡蒼球内には中等数の変性顆粒が認められるが被殻内には変性顆粒をまったく認めない。

切片第5(第26図)：尾状核尾部、レンズ核の中部を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、大多数内包内に入り、少数の索状変性顆粒が、G. coron. 皮質下より尾状核帯状層に入り、尾状核帯状層内にも少数の変性顆粒が散在している。淡蒼球内には少数の変性顆粒が、内包を介して入っているが、被殻内には変性顆粒をまったく認めない。脳梁内の変性顆粒も、その数を激減している。淡蒼球内の変性顆粒数は、前肢野点状創例よりもいちじるしく少いように思われる。

切片第6(第27図)：尾状核尾端、視床の後半部を通

る前額断。

〔二次的変性〕内包内の変性顆粒は、その数を減じ、脳脚へ移行しつつあり、また視床外側核内に中等数の変性顆粒が認められるが、その数は、前肢野点状創例に比し少いように思われる。内包、脳脚起始部内の変性顆粒は前切片に比し、きわめて数を減じており、あたかも、視床内に吸収されたかのごとくみえる。

切片第7（第28図）：中脳の前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は脳脚内全般にわたり散在しているが、他部にはまったく変性顆粒を認めない。

切片第8（第29図）：錐体交叉部の前額断。

〔二次的変性〕前肢野点状創例と同じく、変性顆粒群は、同側の錐体束より、反対側の錐体側索路に向つて灰白質内を斜後方に向つて進み、延髄下端に至つてほとんど大部分が反対側錐体側索路に入っている。

切片第9（第30図）：第1脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は反対側の錐体側索路の主として後方乃至背側に束をなして多数散在し、同側の錐体前索路その他の部位には全く認められない。

切片第10（第31図）：第4脊髄節の横断。

〔二次的変性〕第1脊髄節とほぼ同様の所見を呈しているがその数をやや減じ、変性顆粒束は反対側錐体側索路の後側乃至背側に偏して存在している。

切片第11（第32図）：第11脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒束は、ややその数を減じ、反対側錐体側索路の背側乃至後側に集合して存在している。

切片第12（第33図）：第22脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒群は、反対側錐体側索路の背後側に、明らかに束をなして存在している。

切片第13（第34図）：第24脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は激減し、反対側錐体側索路の後部に散在性に認められる。

切片第14：第26脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒はまったく認められない。

〔小 括〕

以上の所見を要約するに、犬大脳皮質運動領の後肢野より起始する線維は前方では、G. *sigm. ant.* の外側方、すなわち前肢野に相当する部分、また後方ではG. *sigm. post.* の全領野、すなわち共通野、後肢野にわたり皮質直下で横に拡がり、ついで次第に半卵円中心に向つて下降している。次に、さらに後方になると、線維は半卵円中心を介して脳梁に進入しはじめ、一部はG. *coron.* の皮質下に向つて進入している。さらに後方になると、G. *coron.* の皮質直下より直接

に脳梁や尾状核带状層に向う線維が認められ、これは前肢野点状創例の場合と同様、G. *sigm. post.* よりG. *coron.* を迂回して走る線維と思われるが、その数は前肢野の場合より明らかに少い。

次に、レンズ核についてみると、中等数の変性顆粒を淡蒼球内に認めるが、被殻内にはまったく変性顆粒を認めず、また現床外側核にも変性顆粒を認めるが、全般的にみて、これら諸核への線維の分布は、前肢野の場合よりもいちぢるしく少いように思われる。

視床、レンズ核を過ぎると、線維数は激減し脳脚へ移行する。

次に脊髄内の線維走向であるが、本例の場合も前肢野点状創例と同じく、錐体交叉部で全交叉を営み、反対側錐体側索路の背側乃至後方に密集しており、前肢野点状創例の脊髄内走向を併せ考えると、後肢に向う線維は、反対側錐体側索路の背側乃至後方に局在するものと考えられる。

第3項 前運動領に点状創を加えた場合

実験動物6a α 2号、♂、7.5kg、術後第21日屠殺。

電気刺激により前肢野、後肢野内に交感現象を認めた。G. *sigm. ant.* の外側約 $\frac{1}{2}$ は前肢野であつたが、内側約 $\frac{1}{2}$ は、反対側4肢の単運動を認めず前運動領(area 6aα)と考えられた。よつて同部を3分する位置で回の峯のもつとも高い部位に2個の点状創を作製した。

剔出標本についてみるに、脳外表部に直径約0.4mmの基底をもち、先端を皮質髄質境界に有する細い円錐形の創を認める。（第35図）

顕微鏡的所見

切片第1（第36図）：両点状創を連ねた線の約2.5mm前方、G. *proreus* とG. *sigm. ant.* との境界部を通る前額断。

〔二次的変性〕尾状核頭部の先端部に、多数の変性顆粒の集合を認めるが、髄質内及び他部には変性顆粒をまったく認めない。

切片第2（第37図）：両点状創を連ねた線の約1.0mm前方、G. *sigm. ant.* の前部を通る前額断。

〔二次的変性〕G. *sigm. ant.* の正中側、Area 6aαの皮質下より下方に走る一条の変性顆粒束と、G. *sigm. ant.* の外側 $\frac{1}{2}$ にある前肢野の皮質下より内下方に斜に下降する変性顆粒束があり、両顆粒束間の皮質直下にも多数の変性顆粒が散在性に認められる。尾状核内の変性顆粒は、本切片では明らかでない。

切片第3（第38図）：G. *sigm. ant.* の中部で手術創を通る前額断。

〔二次的変性〕皮質に2個の明らかな創痕を認めるが、変性顆粒は創の直下には見られず、*G. sigm. ant.*の外側、前肢野の部の皮質直下より内下方に向け迂回斜走する。本切片においても尾状核内には変性顆粒を認めない。

切片第4(第39図)：*G. sigm. ant.*の後部で手術創の後半部を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、前切片と同じく束をなして前肢野皮質下より斜内下方に迂回し、半卵円中心に入り、少数ではあるが内包入口部に進入している。尾状核帯状層内に中等数の変性顆粒が集合しているのを認めるが、特異なことは、尾状核中央部附近で内上方から外下方に向け斜走する一条の線状変性顆粒を認めることである。

切片第5(第40図)：*G. sigm. ant.*の後部で、前切片より60 μ 後方の前額断。

〔二次的変性〕尾状核帯状層には前切片と同じく、中等数の変性顆粒が集合しており、前切片で認められた尾状核内の変性顆粒は、さらに外方、内包に近い部に集合して認められる。皮質下及び半卵円中心内の変性顆粒は、前切片とほぼ同様の走向を示す。

切片第6(第41図)：*G. sigm. ant.*の後部で、前切片の60 μ 後方を通る前額断。

〔二次的変性〕尾状核帯状層内には、少数の変性顆粒が散在し、また尾状核内の変性顆粒は、さらに外方に移動して、ほとんど内包内に入つて散在し、尾状核と被殻との間を架橋することく走る線維内に一条の線状をなして入り、被殻に達している。

皮質直下より下降する線維は、*G. sigm. ant.*の前肢野より内下方に向い斜走し、半卵円中心でわずかに横に拡がり次いで内包入口部に達している。

切片第7(第42図)：*G. sigm. post.*の前端を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、*G. sigm. post.*の前肢野皮質直下より、束をなして下降し、半卵円中心内でわずかに横に拡がり、ついで内包に入り、内包内の上半部を占めている。

内包の下部で、尾状核と淡蒼球との間を架橋することく走る線維束内、及び淡蒼球内に明瞭な変性顆粒を認める。

切片第8(第43図)：*G. sigm. post.*の後部を通り、視床の前部を通る前額断。

〔二次的変性〕視床の外側核、網様核に中等数、腹側核に少数、また淡蒼球内に中等数の変性顆粒があるが、大多数の変性顆粒は内包内にあり、他に前肢野皮

質直下の髓質内ならびに脳梁内にきわめて少数の変性顆粒がある。

切片第9(第44図)：視床の中部、尾状核尾部を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒群は内包下半部に多数密集し、脳脚への移行が認められる。淡蒼球内には少数の変性顆粒があるが被殻、視床内には変性顆粒を認めない。

切片第10(第45図)：視床の後部、尾状核尾部の後端を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、いちじるしく数を減じ脳脚内に存在するが、他はあたかも視床内に吸収されたかのごとくみえる。

尾状核、視床内には変性顆粒を認めない。

〔小 括〕

以上の所見を要約すると、前運動領 (*are 6a α*) においても、運動領 (*area 4*) と同様、皮質直下において下降線維の交錯が行われていることが推定される。すなわち、多数の線維が *G. sigm. ant.* の前肢野皮質直下を迂回して半卵円中心に下降し、一部では直接に前肢野皮質より起始することく見える部分もあり、これは *G. sigm. ant.* の前肢野皮質に何等顕微鏡的变化の認められない点から、副損傷等によるものではなく、皮質直下を迂回した *Area 6a α* より起始する線維であると考えられる。

また、尾状核頭部、レンズ核内に多数の線維連絡があり、視床外側核、網様核、腹側核にも線維連絡を認める。とくに視床部分をすぎると変性顆粒数が激減するので、視床内には相当多数の線維連絡があると思われる。

その他、*Area 6a α* より尾状核体部をとおり、内包を横断して被殻、淡蒼球に終る線維連絡を明らかに認めた。

これらは、すべて *Area 6a α* よりの錐体外路皮質系に属するものと思われる。

第2節 大脳皮質運動領を全剔した場合

第1節においては、各領野の皮質下の線維走向様式を微細かつ立体的に観察する目的で、点状創を各領野に2個づつ作製したが、本節では、各領野より皮質下諸核に入る錐体外路皮質系の量的比較及び脊髄各節における変性顆粒数よりみた運動領各領野の交錯性配列の割合(交錯度)を、さらに一層詳細に追究するため、各領野の全剔除を行い観察することとした。

第1項 前肢野を全剔した場合

実験動物 A T 3 号, ♀, 体重 7.5kg, 術後第 15 日

屠殺。

前肢野、後肢野内にそれぞれ交感現象のあることを認めて後、左側前肢野皮質を全剔除した

術後第2日：右前肢に高度の、右後肢に中等度の麻痺を認め、歩行不可能で、右側によろめき、前のめりに倒れる。

術後第3日：右前肢に中等度の、右後肢に軽度の麻痺があるが、歩行可能で、時々右側によろめき、前のめりに倒れようとする。

術後第4日：右前肢に軽度の麻痺を認めるのみとなり、ほぼ正常の歩行状態を示す。

剔出標本についてみると、G. *sigm. post.* 及び、G. *sigm. ant.* において前肢野の皮質は完全に剔出されている。(第46図)。

顕微鏡的所見

切片第1(第47図)：G. *sigm. ant.* の中央を通る前額断。

〔二次的変性〕G. *sigm. ant.* 内の前肢野皮質の創痕より直接に髄質内を下降する多数の変性顆粒群と、これにつづいて皮質下を横走する中等数の変性顆粒群を認める。

切片第2(第48図)：G. *sigm. post.* の中央部を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、G. *sigm. post.* の全領野の皮質直下に認められ、創痕より直接に多数の変性顆粒群が下降し、半卵円中心に達し、すこしく横にひろがり、ついで少数の変性顆粒群が内包入口部に入っている。

なお尾状核頭部及び尾状核帯状層内にも少数の変性顆粒を認める。

切片第3(第49図)：尾状核体部及びレンズ核中部を通る前額断。

〔二次的変性〕G. *coron* の皮質下髄質より、直接に尾状核帯状層に向って走る数条の索状変性顆粒を認める。また脳梁内にも、横走する数条の変性顆粒群を認める。内包下半部には多数の変性顆粒が密集しており、視床外側核、網様核、腹側核にも中等数の変性顆粒を認める。

淡蒼球内には、多数の変性顆粒が内包を介して入っている。

切片第4(第50図)：尾状核尾部末端及び脳脚起始部、視床中部を通る前額断。

〔二次的変性〕視床外側核内に少数の変性顆粒を認める。脳脚内にはいちじるしくその数を減じた変性顆粒群があり、変性顆粒はあたかも視床内に吸収された

ごとくみえる。

切片第5(第51図)：中脳の前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は脳脚内の内 $\frac{3}{4}$ の部分に集合している。

切片第6(第52図)：錐体交叉部の前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒群は、同側の錐体より、反対側の錐体側索路に向い斜後方に進み、錐体交叉部下端では反対側錐体側索路内に全部入り全交叉を営んでいる。

切片第7(第53図)：第1脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、反対側錐体側索路内に密集し、第1脊髄節を100 μ 間隔にとつた5枚の標本における顆粒数の平均値は93個である。

切片第8(第54図)：第3脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は反対側錐体側索路内に束をなして密集し、顆粒数の平均値は92個である。

切片第9(第55図)：第5脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、反対側錐体側索路のやや後側に偏し、束をなして密集し、その平均値は64個である。

切片第10(第56図)：第7脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、数をいちじるしく減じているが、前切片同様、反対側錐体側索路のやや後側に束状に偏在し、その平均値は23個である。

切片第11(第57図)：第9脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒数は、平均値19個で、やはり反対側錐体側索路のやや後側に束をなして偏在する。

切片第12(第58図)：第13脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、平均値16個で、前切片同様、反対側錐体側索路の後側に偏して密集している。

切片第13(第59図)：第17脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、反対側錐体側索路内の後側に散在し、いちじるしくその数を減じ、平均値は9個である。

切片第14(第60図)：第20脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、反対側錐体側索路内の後側に散在し、顆粒数の平均値は8個である。

切片第15(第61図)：第23脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒数の平均値は13個で、反対側錐体側索路の後側に散在する。

切片第16(第62図)：第25脊髄節の横断。

〔二次的変性〕全切片に変性顆粒をまったく認めない。

〔小 括〕

大脳半球皮質下の線維走向ならびに、皮質下諸核への皮質錐体外路線維の分布は、点状創例と大差を認めず、ほぼ同様の所見を示しているので省略し、本節の小括に一括して述べることにする。

次に脊髄内の線維走向であるが、第13脊髄節を境として、これより頭側では前肢に、尾側では後肢に入るものと考え、前肢野の交錯度は、前肢：後肢＝ $(93-16/93) \times 100 : (16/93) \times 100 = 83\% : 17\%$ である。すなわち、前肢野内には、後肢に分布する錐体路線維の起始細胞である Betz 細胞が17%交錯性に配列していることがわかる。

第2項 後肢野を全剔した場合

実験動物PT, 2号♀, 体重7.5kg, 術後第15日屠殺。

前肢野、後肢野内にそれぞれ交感現象のあることを認めて後、左側後肢野皮質を全層剔除した。

術後第2日：右前後両肢とも、高度の麻痺を呈し、歩行はまったく不能である。

術後第3日：右前肢は軽度の麻痺を示すのみとなり、右後肢は麻痺高度で、歩行はかなり困難である。

術後第4日：右前肢にはまったく麻痺を認めず、右後肢は軽度の麻痺を示すのみとなり、歩行状態はほとんど正常である。

剔出標本についてみると、G. sigm. post.の後肢野皮質は完全に全層剔除されている(第63図)。

顕微鏡的所見

切片第1(第64図)：G. sigm. ant.の中央を通る前額断。

〔二次的変性〕G. sigm. ant.の皮質直下を、皮質に平行に横走する中等数の変性顆粒群を認める。

切片第2(第65図)：G. sigm. post.の前端を通る前額断。

〔二次的変性〕G. sigm. post.内の前肢野皮質直下より、中等数の変性顆粒が半卵円中心に向つて下降し、一部は内包入口部に達している。

切片第3(第66図)：G. sigm. post.すなわち剔除創の中央を通る前額断。

〔二次的変性〕G. sigm. post.の内側4分の後肢野皮質は全層剔除せられ、同部より外方へ向つて皮質直下に多数の変性顆粒群が横走し、一部は前肢野皮質より直接に下降するものと合流して半卵円中心に向う多数の変性顆粒がある。

また、G. coron.の皮質下にも数条の索状変性顆粒があり、半卵円中心に向っている。

なお脳梁、内包内にも多数の変性顆粒があり、少数ではあるが、外包内にも微細な変性顆粒を認める。

切片第4(第67図)：G. sigm. post.すなわち剔除創の後部及び尾状核頭部を通る前額断。

〔二次的変性〕G. sigm. post.の全皮質下より、半卵円中心に向つて下降する多数の変性顆粒がある。またG. coron.の皮質直下より、多数の線状変性顆粒が、直接に尾状核帯状層に入るものと、さらに半卵円中心からの線状変性顆粒と合流して脳梁内へ入つてゆくものとある。

尾状核内にも少数の変性顆粒が内包に近接して認められる。

切片第5(第68図)：切片第4より後方で、尾状核体部、淡蒼球中部を通る前額断。

〔二次的変性〕半卵円中心内に多数の変性顆粒が集合し、脳梁内にも多数の線状変性顆粒が入っている。

内包内には、入口部より下部にかけて多数の変性顆粒があり、淡蒼球内にも中等数の変性顆粒が内包を介して進入しているが、その量は前肢野全剔創例に比し明らかに少い。

また、視床網様核及び視床外側核内にも微細な変性顆粒が散在するのを認める。

切片第6(第69図)：中脳の前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、同側脳脚内に多数散在している。

切片第7(第70図)：錐体交叉上部の横断。

〔二次的変性〕同側錐体より、斜後方に向つて反対側錐体側索路に向う多数の変性顆粒がある。

切片第8(第71図)：錐体交叉下部の横断。

〔二次的変性〕反対側錐体側索路内に多数の変性顆粒があり、同側錐体内にはまったく変性顆粒を認めず、全交叉を営んでいる。

切片第9(第72図)：第1脊髄節の横断。

〔二次的変性〕反対側錐体側索路の主として後方に偏して多数の変性顆粒が束をなして認められる。変性顆粒数の平均値は97個である。

切片第10(第73図)：第3脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は反対側錐体側索路の後方に偏し、第1脊髄節とほぼ同様の所見を示している。変性顆粒数の平均値は98個である。

切片第11(第74図)：第5脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、やや数を減じ、反対側錐体側索路の後方に偏して束をなしている。変性顆粒数の平均値は93個である。

切片第12(第75図)：第7脊髄節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、反対側錐体側索路のさらに後方に、やや内側に偏して束状に集合しており、平均数は93個である。

切片第13（第76図）：第9 脊髓節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、反対側錐体側索路の後方に偏し、束状に認められ、平均数は91個である、

切片第14（第77図）：第13 脊髓節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒束の横断面の拡がりは、第9 脊髓節に比し、やや小さくなり、反対側錐体側索路の後方に偏している。平均数は88個である。

切片第15（第78図）：第17 脊髓節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒束は、その数をさらに減じしており、反対側錐体側索路の後部に束をなして認められる。顆粒の平均数は64個である。

切片第16（第79図）：第20 脊髓節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、さらにその数を減じ、反対側錐体側索路の後方に偏して束をなしており、平均数は57個である。

切片第17（第80図）：第23 脊髓節の横断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、さらに数を減じ反対側錐体側索路の後方に偏し、やや不明瞭ではあるが、やはり束をなして認められる。

切片第18；第25 脊髓節の横断。

〔二次的変性〕全切片に変性顆粒をまったく認めない。

〔小 括〕

後肢野よりの下降線維は、点状創例の場合と、ほぼ同様の走向を示し、前肢野皮質直下に横に拡がり、一部では前肢野皮質を介して下降することくみえる部分もあり、また、G. coron. を迂回して脳梁、尾状核帯状層に入る線維も認められるが、脳梁内に入る G. coron. を迂回した線維数は前肢野全剔創例に比し、きわめて少数であり、明らかに差を認める。

尾状核頭部内にも少数の変性顆粒があるが、これは前肢野全剔創例にも認められ、量的にはあまり差はないようである。

淡蒼球、視床網様核、視床外側核内に変性顆粒が認められ、前肢野全剔創例では、後肢野全剔創例に比しきわめて多数認められ、錐体外路皮質系は、後肢野よりも前肢野の方に多数混在分布しているように思われる。

次に脊髓内の変性顆粒数より第1項同様に推論すると、後肢野の交錯度は、前肢：後肢 $= (97-88/97) \times 100 : (88/97) \times 100 = 9\% : 91\%$ である。すなわち、後肢野内には、前肢に分布する錐体路線維の起始細胞

である Betz 細胞が、9%交錯性に配列していると考えられる。

なお、前肢野の後肢交錯度は、第1項に述べたごとく、約17%であるが、後肢野の前肢交錯度は前述のごとく9%であり、したがって、後肢起始細胞は前肢野内に相当多数交錯性に配列するに比し、前肢起始細胞は後肢野内に比較的少数交錯性に配列しているものと考えられる。

なお前肢野全剔、後肢野全剔の場合の脊髓横断切片を比較検討してみると、反対側錐体側索路内で、前肢に分布する錐体路線維は、主として前方に位置し、後肢に分布する錐体路線維は、主として後方に位置していることが明らかで、成書の記載と一致している。

第3項 共通野を全剔した場合

実験動物 A P T 2 号，♂，体重 12kg，術後第15日屠殺。

左側共通野を電気刺激により決定、同領野皮質を全剔出した（第81図）。

術後第2日：右前肢、右後肢は完全に麻痺し、軀幹を右側に曲げ、軀幹の右側を中心に回転運動をする。

術後第3日：起立するがただちに右側に倒れる。麻痺は右前肢、右後肢ともに高度であるが、とくに後肢に顕著である。

術後第4日：麻痺は右前肢に軽度、右後肢に著明で、歩行は可能であるが、しばしば右後肢を下に尻餅をつくようになり倒れる。

術後第5日：右後肢に軽度の麻痺を認めるが、歩行はほとんど正常である。

顕微鏡的所見（前2項と同様の部は簡記する）

切片第1（第82図）：G. sigm. post. すなわち剔除創の中央を通る前額断。

〔二次的変性〕G. sigm. post. の皮質直下に剔除部より発する多数の変性顆粒が密集し、変性顆粒の一部は後肢野皮質直下、前肢野皮質直下にも認められるが、大多数は半卵円中心に向つて下降している。尾状核頭部内及び尾状核帯状層内にも、少数ではあるが明らかに変性顆粒を認める。

切片第2（第83図）：G. sigm. post. すなわち剔除創の後端、淡蒼球の中央を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、共通野後端にある創部より、直接に半卵円中心に向つて下降し、集合部でやや拡がりをみせ、一部は脳梁内に入り、大多数は内包内に入っている。

尾状核帯状層、尾状核体部内にも少数であるが微細な変性顆粒を認める。視床網様核、外側核内及び淡蒼

球内にも中等数の変性顆粒が認められ、前肢野全剔創例よりもその数は少く、後肢野全剔創例よりもやや多いようである。

切片第3（第84図）；視床の中央を通る前額断。

〔二次的変性〕変性顆粒は、G. coron. の皮質下及び半卵円中心、脳梁内に少数認められるが、大多数は内包の下部に密在している。

視床外側核、網様核内には多数の変性顆粒が認められる。

脊髄における二次的変性：顕微鏡的所見は（第85図、第86図）のごとくで、反対側錐体側索路内に束状の密集変性顆粒群を認め、顆粒数は第87図のごとくで、次第に末梢尾側に向うにつれて漸減している。

〔小 括〕

共通野よりの下降線維は、前2項の場合とはほぼ同様の所見を呈するが、脳梁内の線維数は、前肢野よりも少いが、後肢野よりも多く、また淡蒼球内の変性顆粒数も前肢野よりも少く、後肢野よりも多い。これらの事項について、共通野は、前肢野、後肢野のほぼ中間の所見を示しているように思われる。

G. coron. の皮質下への迂回線維数は、前肢野、後肢野に比して少いが、尾状核帯状層、尾状核頭部内の変性顆粒数は大差がないようである。

共通野の交錯度は前項同様に推論すると、前肢：後肢＝ $(167-94/167) \times 100 : 94/167 \times 100 = 44\% : 56\%$ であり、後肢に分布する錐体路線維の起始細胞は、前肢のそれよりもやや多く、たがいに交錯性に配列しているものと考ええる。

第4章 総括ならびに考按

大脳皮質運動領を剔除すると、同領野よりの下降線維が変性をきたし、この部から出る遠心線維（錐体路及び錐体外路線維）、連合線維（長連合線維及び短連合線維）、交連線維等が Marchi 染色により黒染顆粒として検索されうことは周知の事実である。

第1章に述べたごとく、大脳皮質運動領の交錯性配列について、はじめて Marchi 染色を用いて研究を行ったのは教室の中西¹⁸⁾である。

彼は各領野皮質を、それぞれ2～3mm 直径剔除し、2週間飼育した後の標本について連続切片を作製し、大脳皮質運動領の交錯性配列を明らかにした。

私は、これをさらに詳細に追求すべく、大脳皮質直下の線維走向を検索するために、可及的小さな大脳皮質剔除、すなわち点状創を、また各領野の交錯性配列の割合（交錯度）を検索するために、各領野全体の

全層剔除、すなわち全剔創を作製し、Marchi 染色で連続切片を作つて追究してみた。

まず大脳皮質直下の線維走向についてみると、前肢野、後肢野ともに皮質直下で互いに相交錯していることは各項小括で述べたごとくである。

とくに、前肢野点状創例において、皮質直下を横走する2条の変性線維束が認められ、これが互いに合流していることは、点状創を2個作製している点よりみて、皮質直下の交錯を明らかに示すものと云えよう。

また、後肢野点状創例においてみられるごとく、一部では変性線維束が後肢野からでなく、あたかも直接に前肢野皮質直下より起始しているように見える部もあり、これらの事実から考えると、大脳皮質運動領からの下降線維は、皮質直下の髄質内で、比較的皮質に近接した部分で相交錯していることは明らかである。

次に、G. coron. の皮質下にみられる変性顆粒であるが、この線維群はあるいは一部は G. coron. の皮質に向う連合線維も含まれているかも知れないが、大部分は創部より、G. coron. の皮質下を迂回して下降する線維であると考えられる。

すなわち、これらの G. coron. の皮質下を迂回した線維は、その多数が直接に尾状核帯状層へ入る像を明らかに示し、また一部は脳梁に向つて入り、脳梁内で各領野皮質より脳梁に入る線維と混在している。また一部は、G. coron. より集合部を介して内包にも入っているものもある（第9図参照）。

これらを総合して観察してみると、大脳皮質運動領より下降する線維は、皮質直下で相交錯し、一部は直接に、一部は G. coron. の皮質下を迂回して集合部に集まり、ついで脳梁、内包に向つて入ることが明らかとなつた。

尾状核についてみると、皮質運動領の各領野から尾状核頭部内に少数の変性顆粒が入っているようであるが、点状創例で認められ、全剔創例では認められない場合もあり、また Primäre Lesion と関係が不明瞭であるので、確実に入っているとは断言できない。

淡蒼球についてみると、これは明らかに多数の変性顆粒の分布を受けており、その分布態度についてみると、前肢野から淡蒼球に入る線維数は、後肢野からのものよりも明らかに多く、共通野はほぼその中間にあるものと考えられる。

次に視床についてみると、視床外側核、網様核内には多数の変性顆粒を認め、各領野間に大差を認めない。視床をすぎ脳脚内に入ると各領野とも変性顆粒が

激減し、あたかも視床内に变性顆粒の大多数が吸収されてしまったように見え、視床内には相当多数の線維が分布しているものと思われる。

これらの事項を総合して観察してみると、皮質運動領の各領野からの下降線維のうち、極めて多くの部分が皮質錐体外路に属するものであり、その中で視床に入る線維がもつとも多く含まれており、淡蒼球に入る線維がそれについて多く、また淡蒼球のみについてみると、前肢野からのものがもつとも多く、ついで共通野、後肢野と数を減じて分布していると考えられる。

その他、脳梁に入る線維数も、各項小括に述べたごとく、前肢野からのものがもつとも多く、次いで共通野、後肢野とその数を減じている。

次に前運動領 (area 6aα) であるが、小括において述べたごとく、やはり運動領 (area 4) と同じく、皮質直下において、G. sigm. ant. の皮質下に向つて交錯性走向を示しており、皮質直下の線維走向については、運動領 (area 4) の場合とほぼ同様である。

ここで興味あることは、Area 6aα より尾状核を通過し、内包を横断して、被殻、淡蒼球に至る線維連絡を明らかに認めたことである。従来このような線維連絡は認められていないが、これは Area 6aα より発する錐体外路線維であると考えられる。

この線維は、連続切片により、尾状核より次第に内包に入り、内包内を外側に向つて走り、ついで被殻及び淡蒼球内に終るのを明らかに追求でき、確実なものと考えられる。

なお Area 6aα からの皮質錐体外路線維も、その大多数は視床に入るもののようで、レンズ核に入るものがそれについて多く、尾状核内には少数ではあるが頭部に分布している。

次に脊髓内の線維走向であるが、同側性錐体側索路、前索路については個体差により稀には存在するものがあるとせられ、中西¹⁸⁾ は少数例に同側性錐体側索路を認めているが、本実験においては、大脳皮質運動領の下降線維は、錐体交叉部において全例を通じ完全に交叉して反対側錐体側索路に入っており、同側の錐体側索路、前索路にはまったく变性顆粒を認めなかった。

反対側錐体側索路内での線維配列についてみると、先人の研究と同じく前肢に向う線維はその前方に、後肢に向う線維はその後方に束をなして配列している。これを前肢野剔除例についてみると、脊髓上部の頸膨大をすぎると、反対側錐体側索路の前方に存在していた顆粒群は消失し、数を減じた变性顆粒群は反対側錐

体側索路の後方に小さな束をなして集合している。また後肢野剔除例についてみると、脊髓上部の、頸膨大よりも頭側においてすら、すでに反対側錐体側索路の主として後方に束をなして認められる。

これらの脊髓内の配列よりみても、前肢野内には、後肢野起始細胞は或程度多数に混在し、後肢野内には、前肢野起始細胞は比較的少数しか混在していないことが想像される。

脊髓の頸膨大、腰膨大は、それぞれ前肢及び後肢に至る神経の出入する部であり、犬では第10乃至第11脊髓節附近で頸膨大は消失している。また頸腰両膨大間には、胸髄神経の出入はあるが、電気刺激による単運動は認めにくく皮質運動領からの錐体路線維は胸髄神経内には極めて少いものと思われる。したがって、本実験においては、第13脊髓節附近を境界として、それより頭側を前肢に入る線維と考え、それより尾側を後肢に入る線維と考えてもよいと思う。かくして、ここに各項小括にのべた皮質各領野の交錯度を一括してみると第1表のごとくで、前肢野内には後肢起始細胞が17%交錯性に配列するのに対し、後肢野内には前肢起始細胞が9%交錯性に配列しているにすぎない。また、共通野内には、後肢起始細胞が56%、前肢起始細胞は44%交錯性に配列しており、後肢起始細胞は共通野を介して、前肢野内にかなり深く侵入しているが、前肢起始細胞は、後肢野内にあまり侵入してはいないことが明らかに認められ、緒論で述べた井上の生理学的実験¹⁹⁾ の結果とよく一致する。

各領野の交錯度の関係を模式図的に図示すれば第88図のごとくである。

次に、各領野を全剔した場合の脊髓内の顆粒数を、第1脊髓節の顆粒数を100としてその比率を折線グラフに図示すると、第89図のごとくで、前肢野からの錐体路線維は、第13脊髓節よりも頭側で、後肢野からの錐体路線維は、第13脊髓節よりも尾側でその数を激減しており、また共通野では、なだらかに、次第にその数を減じていることがわかる。

以上の結果より、皮質運動領の前肢、後肢各中枢をなす錐体路起始細胞は互に交錯性に配列されていることを明らかに証明しえたものと信ずる。

第5章 結 論

1) 犬大脳皮質運動領各領野ならびに、前運動領 (area 6aα) に小さな点状創を作つたものと、運動領各領野の皮質の全剔除を行つたものについて Marchi 染色を用い、下降有髄線維の走向を追求した。

2) 運動領 (area 4) 及び前運動領 (area 6a) の皮質直下の髄質内で、皮質に近接した部で、各領野からの下降線維は交錯している。

3) *G. coronarius* の皮質下にみられる線維群は大部分皮質からの下降線維及び脳梁に向う交連線維と考えられる。

4) 淡蒼球に入る線維数は、前肢野からのものが、後肢野からのものよりも多く、共通野からのものはその中間である。

5) 前肢野、共通野、後肢野の各領野からの下降線維は、多数の皮質錐体外路線維を含み、そのなかでも視床に入る線維がもつとも多く、淡蒼球に入る線維がこれについて多く、尾状核内にも線維の分布があるが、きわめて少数である。

6) 前運動領 (area 6a) から、尾状核体部をとり、内包を横断し、レンズ核に終る錐体外路線維の

あることを確認しえた。

7) 脳梁に入る線維は、前肢野からのものがもつとも多く、ついで、共通野、後肢野とその数を減じている。

8) 運動領各領野の交錯度についてみれば、後肢起細胞は、前肢野内に比較的多く含まれるが、後肢野内に含まれる前肢起細胞は比較的少い。

9) 共通野に含まれる起細胞は後肢起細胞の方が前肢のそれよりも多い。

10) 以上の結果より、皮質運動領の前肢、後肢各中枢をなす錐体路起細胞は、互に交錯性に配列されていることを明らかに証明しえたものと信ずる。

(稿を終るに臨み終始御懇篤なる御指導、御校閲を賜った恩師陣内教授に深甚なる謝意を捧ぐ)

文

- 1) Betz in Kiew : Zentralbl. f. d. med. Wiss. 12, Heft, 37, 578-580, Heft, 38, 595-599, 1874.
- 2) Brodmann, K. : J. f. Psychol. u. Neurol., 6, 108-120, 1905.
- 3) Boyle, R. (1691) : Cited from Fulton's Physiology of Nervous System., 1952.
- 4) Bubnoff & Heidenhaim : Pfügers Arch., 26, 137-200, 1881.
- 5) Campbell : Histological Studies on the localisation of Cerebral function, London, Cambridge Univ. press., 360, 1905.
- 6) Duncan, D : Arch. Neurol. Psychiat., 25, 327-355, 1931.
- 7) Economo u. Koskinas : Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des Erwachsenen Menschen, Wien u. Berlin, Julius Springer., 1925.
- 8) Exner : Untersuchungen über die Localisation der Funktionen in der Großhirnrinde des Menschen, 1881.
- 9) Fritsch u. Hitzig : Arch. Anat. Physiol. wiss. Med., 300-332, 1870.
- 10) Foerster, O : Deutsche Zeits. f. Nervenheilk., 89, 137-147, 1926.
- 11) Horsley & Schäfer : Cited from The Praecentral Motorcortex., 1949.
- 12) 平沢興 : 皮質運動系, 創元社刊, 1951.

献

- 13) 井上正幸 : 岡山医学会雑誌, 68, 541~561, 1956.
- 14) Jackson, H. (1864) : Cited from Fulton's Physiology of Nervous System., 1952.
- 15) 陣内伝之助 : 日本外科学会雑誌, 47, 3~7, 1946. ; 脳及神経, 1, 135~142, 1949. ; 臨床と研究, 23, 406~408, 1946.
- 16) Klempin, S. : J. f. Psychol. u. Neurol., 26, 229-249, 1921.
- 17) 森涉 : 岡山医学会雑誌, 63, 108~119, 119~131, 1951.
- 18) 中西格一 : 岡山医学会雑誌, 67, 505~537, 1955.
- 19) 沼本満夫 : 医学と生物学, 16, 288~291, 1950.
- 20) 小川寛 : 岡山医学会雑誌, 64, 1672~1692, 1952.
- 21) Penfield, W. & Boldrey, E. : Brain, 60, 389-443, 1937.
- 22) Rothmann, M. : Zeits. f. klin. Med., 44, 183-217, 1902.
- 23) Smith, W. K. : J. Comp. Neurol., 62, 421-442, 1935.
- 24) Vogt, C. u. O. : J. f. Psychol. u. Neurol., 25, 279-462, 1920.
- 25) Woolsey, C. N. : Brain, 56, 353-370, 1933.
- 26) 渡辺繁夫 : 岡山医学会雑誌, 64, 1551~1567, 1952.
- 27) Ward : Laboratory of Physiol., 1946.
- 28) 柳川多喜男 : 岡山医学会雑誌, 63, 82~107, 1951.

Studies on the complicated arrangement of the cerebral motor cortex and the cortical systems of the extrapyramidal tract.

Ist Department of Surgery Okayama University Medical School
(Director : Prof. D. Jinnai)

by

C. ŌNISHI

The author researched the degenerating nerve fibres anatomically on the brain and the spinal cord of dogs by Marchi's method, after removing the parts of each motor area for fore-limb, hind-limb and the mixed area for both limbs.

The results were as follows :

1) The efferent fibres from each part of motor cortex and from the premotor cortex are intricated underneath the cortex.

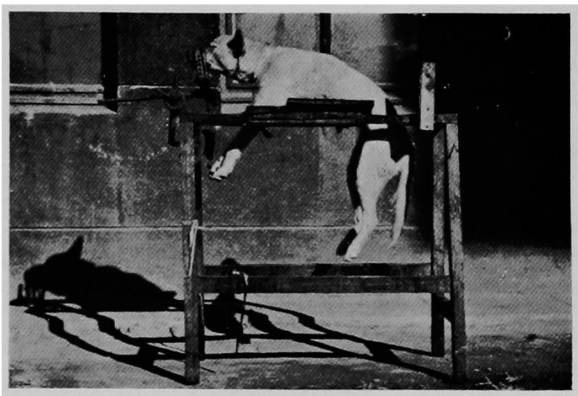
2) The area for fore-limb contains 17% of Betz's cells for hind-limb; the area for hind-limb contains 9 % of Betz's cells fore-limb, and the mixed area for bothlimbs contains 44% of Betz's cells for fore-limb and 56% of Betz's cells for hind-limb; that is to say, the Betz's cells for hind-limb extended much more into the area for fore-limb than those for fore-limb into the area for hind-limb.

3) One of the Neurons from the area 6a α of premotor cortex pass through the homolateral Nucleus caudatus terminated into the homolateral Nucleus lentiformis.

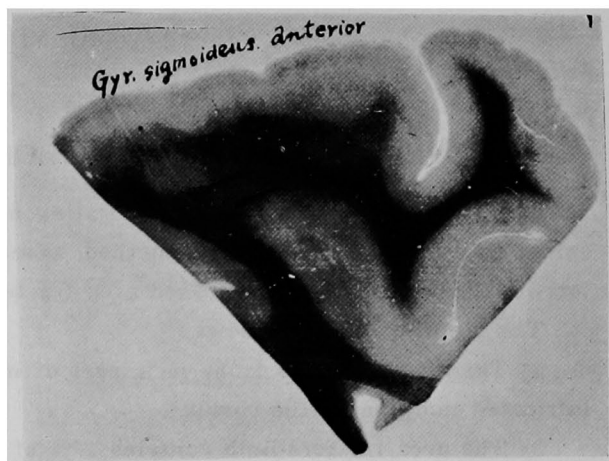
4) The motor cortex of dogs contains many extrapyramidal tracts. The area for fore-limb contains them much more than the area for hind-limb, and in the midst of two areas the mixed area for both limbs is situated.

大 西 論 文 附 図

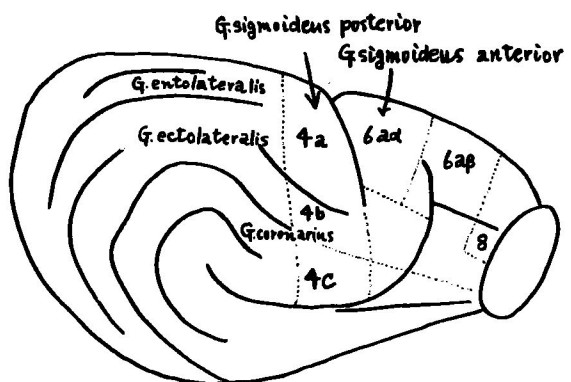
(第1図) 犬 固 定 器



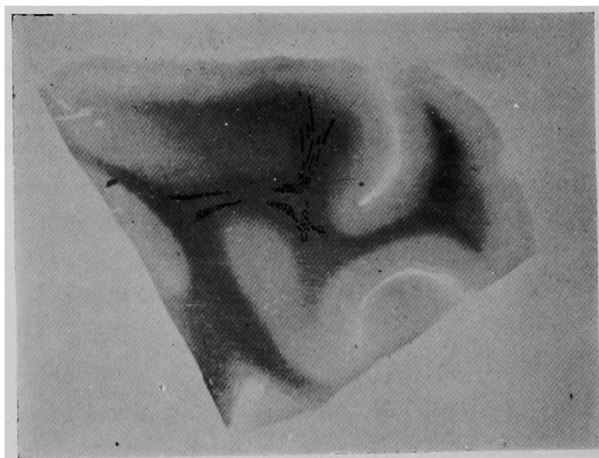
(第4図) 切 片 第 1



(第2図) 犬の脳図 (klempinによる)



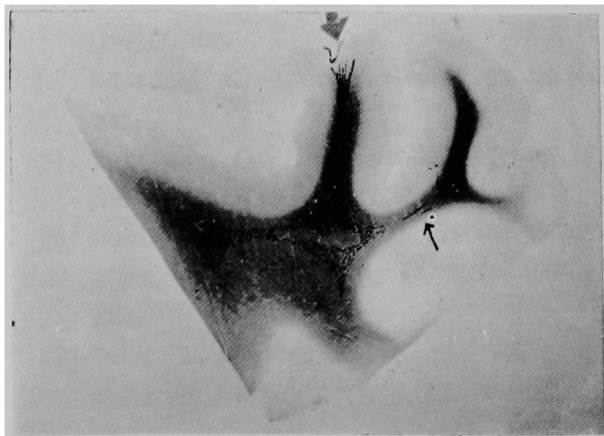
(第5図) 切 片 第 2



(第3図) 前肢野点状創例, 剔出脳外表面

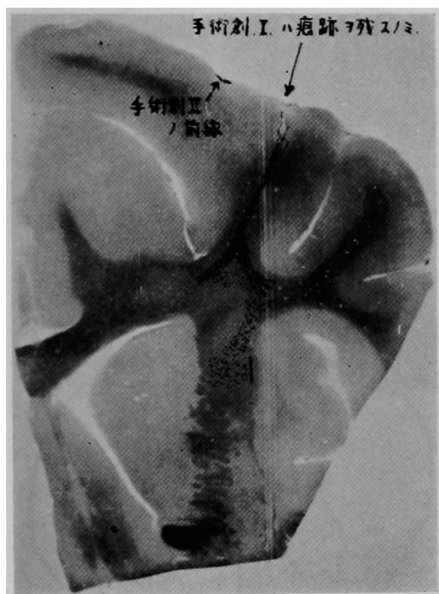


(第6図) 切 片 第 3

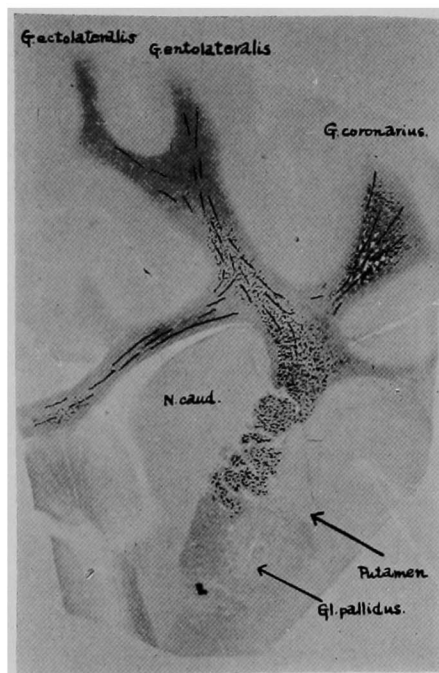


大 西 論 文 附 図

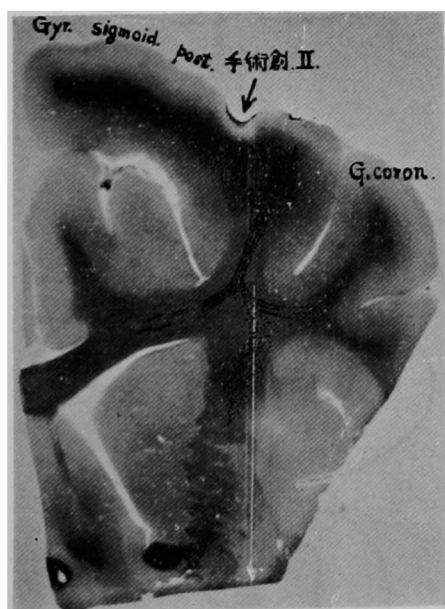
(第7図) 切片第4



(第9図) 切片第6



(第8図) 切片第5

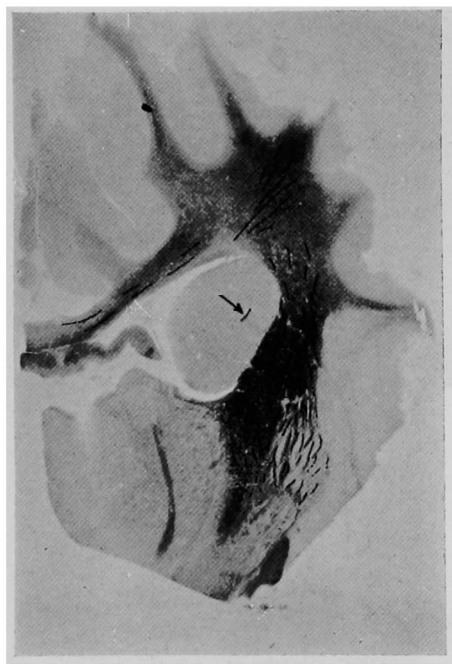


(第10図) 切片第7

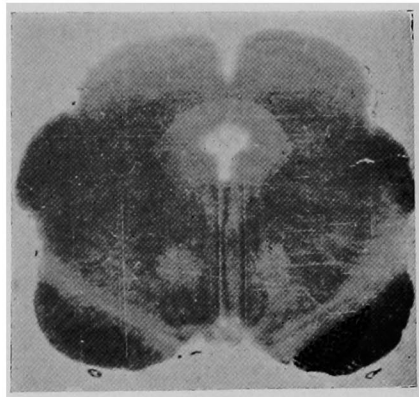


大 西 論 文 附 図

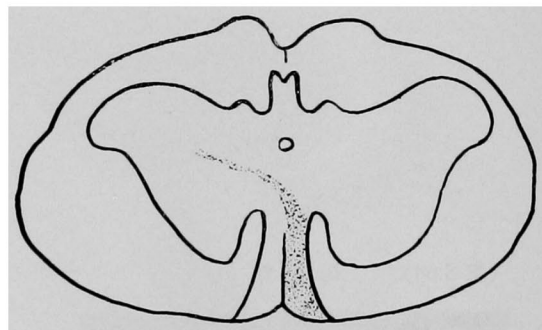
(第11図) 切片第 8



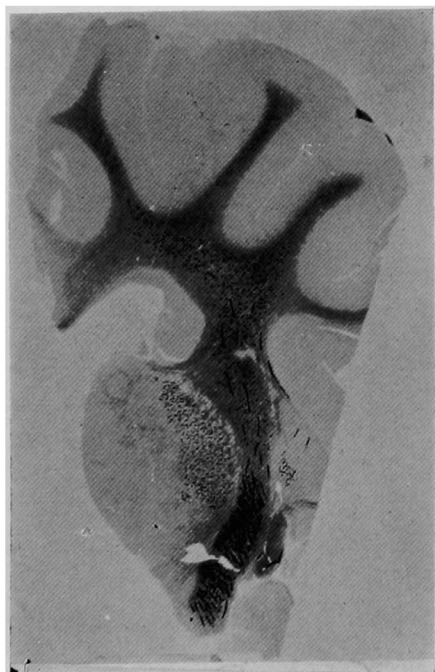
(第13図) 切片第 10



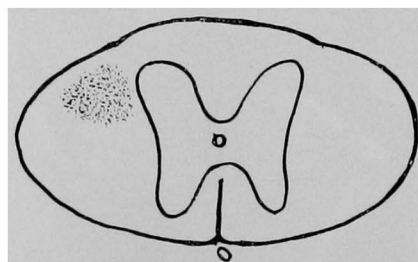
(第14図) 切片第 11



(第12図) 切片第 9

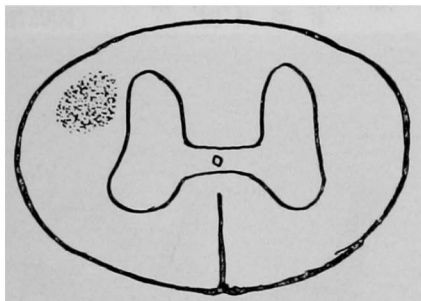


(第15図) 切片第 12

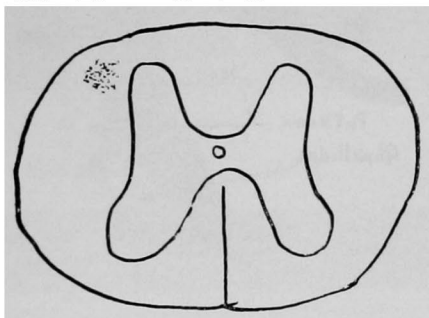


大西論文附図

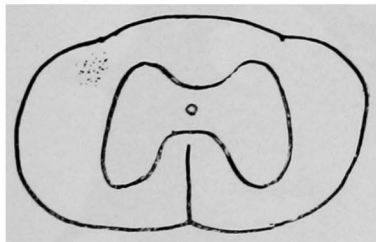
(第16図) 切片第13



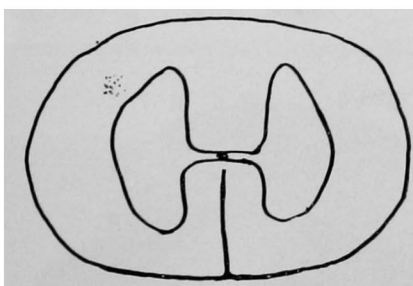
(第17図) 切片第14



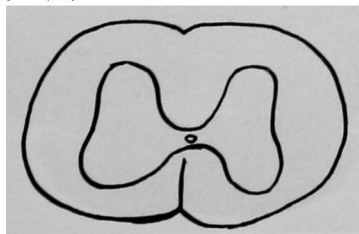
(第18図) 切片第15



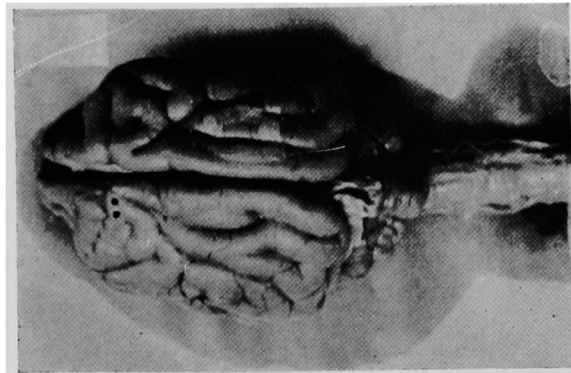
(第19図) 切片第16



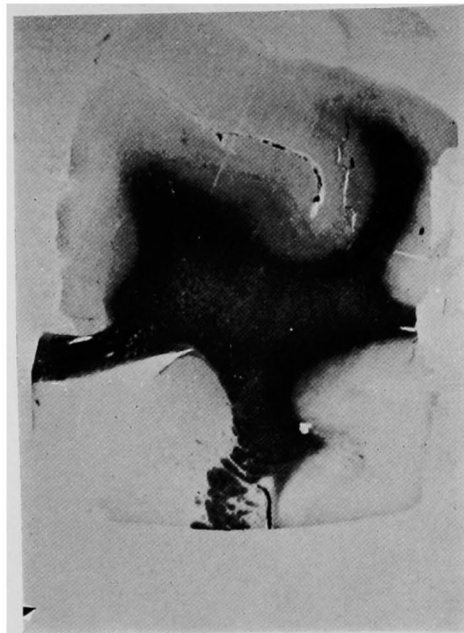
(第20図) 切片第17



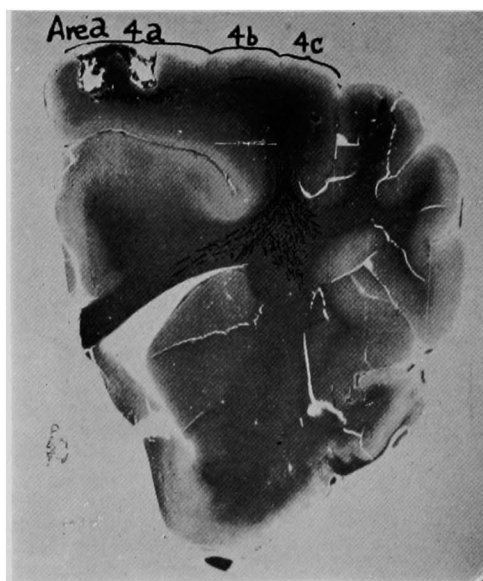
(第21図) 後肢野点状創例，剔出脳外表面



(第22図) 切片第1

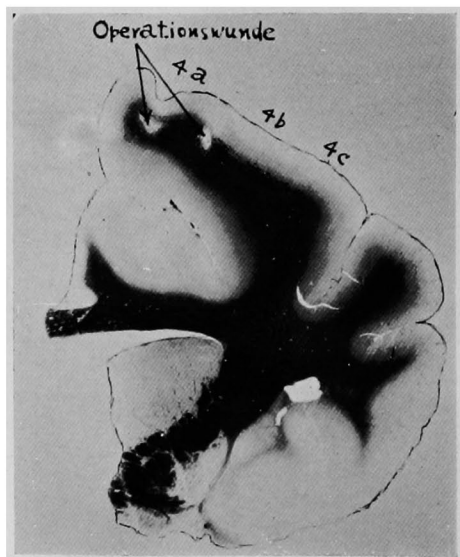


(第23図) 切片第2

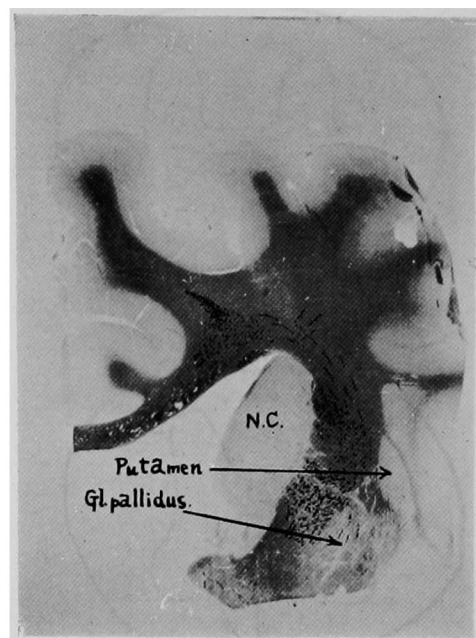


大 西 論 文 附 図

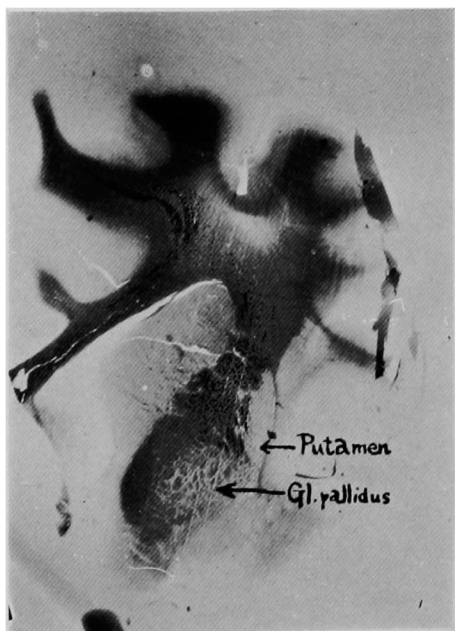
(第24図) 切片第 3



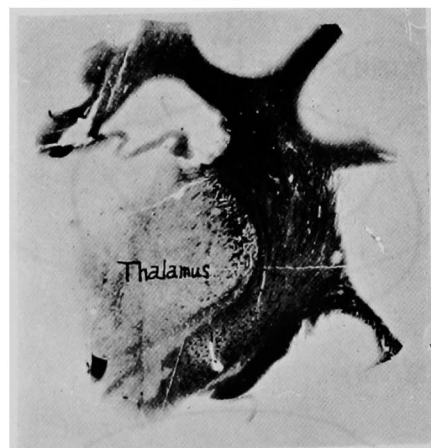
(第26図) 切片第 5



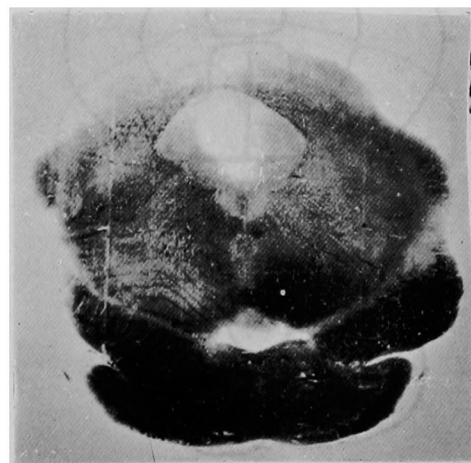
(第25図) 切片第 4



(第27図) 切片第 6

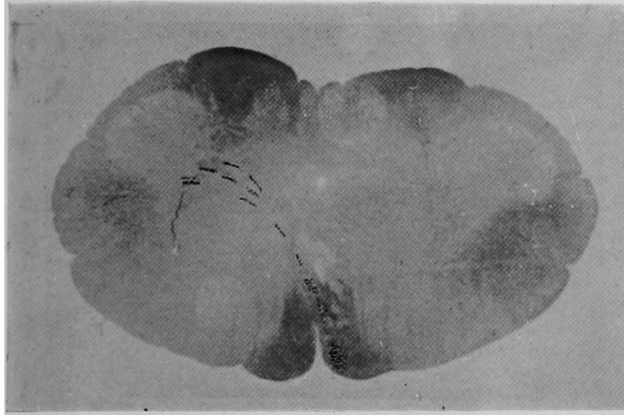


(第28図) 切片第 7



大 西 論 文 附 図

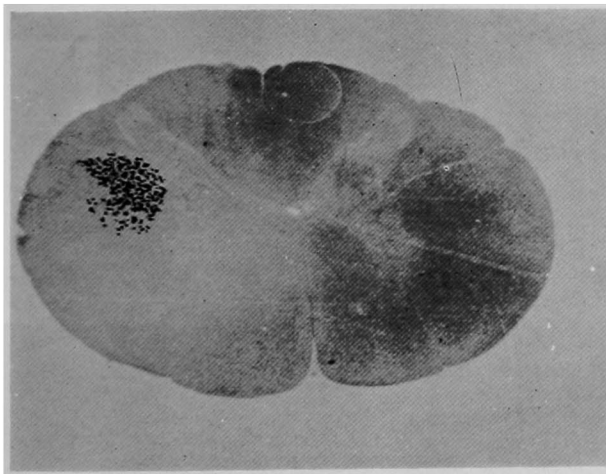
(第29図) 切片第 8



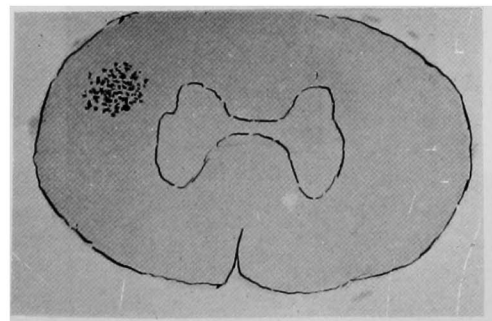
(第32図) 切片第 11



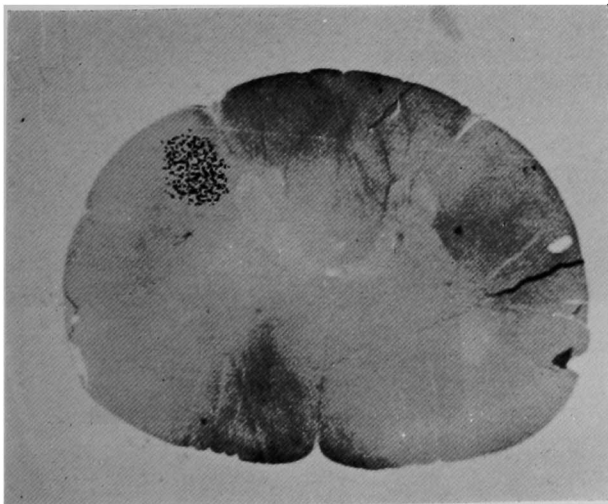
(第30図) 切片第 9



(第33図) 切片第 12



(第31図) 切片第 10

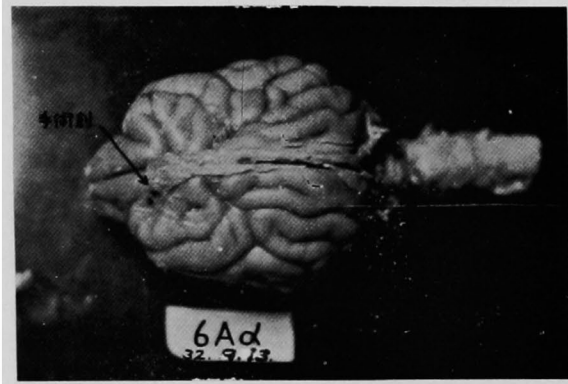


(第34図) 切片第 13

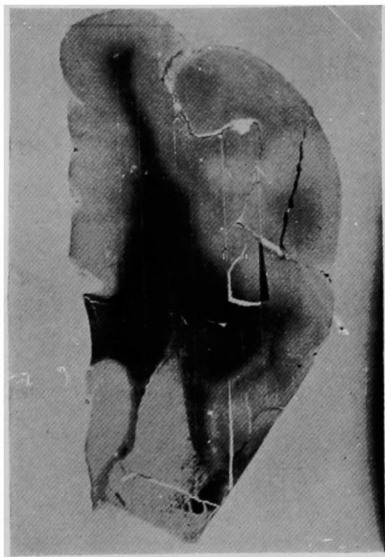


大 西 論 文 附 図

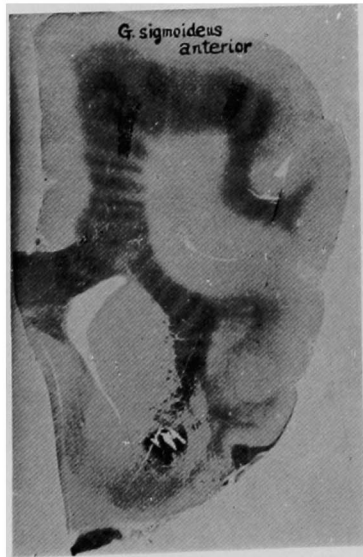
(第35圖) Area 6 点状創例，剔出腦外表面



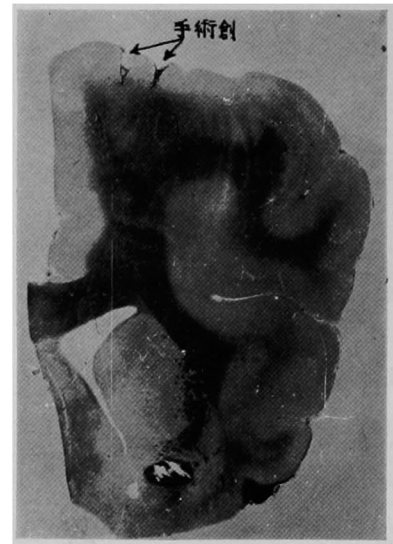
(第36圖) 切片第 1



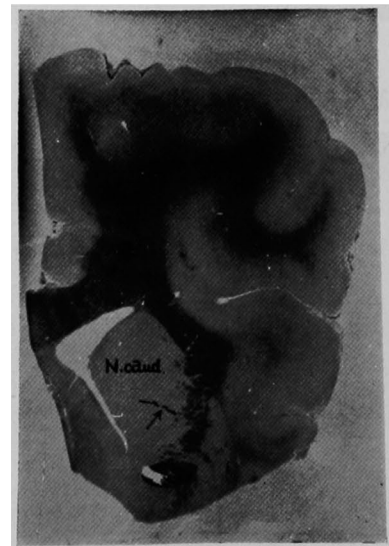
(第37圖) 切片第 2



(第38圖) 切片第 3



(第39圖) 切片第 4

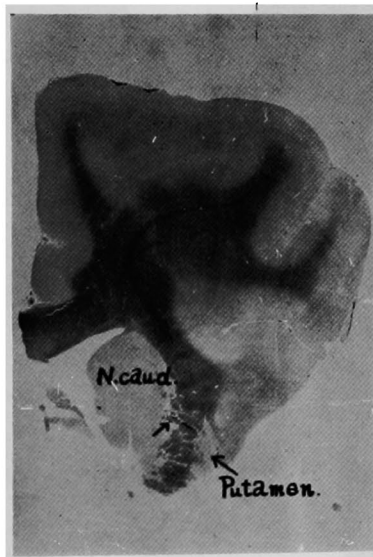


大 西 論 文 附 図

(第40図) 切片第 5



(第41図) 切片第 6



(第42図) 切片第 7



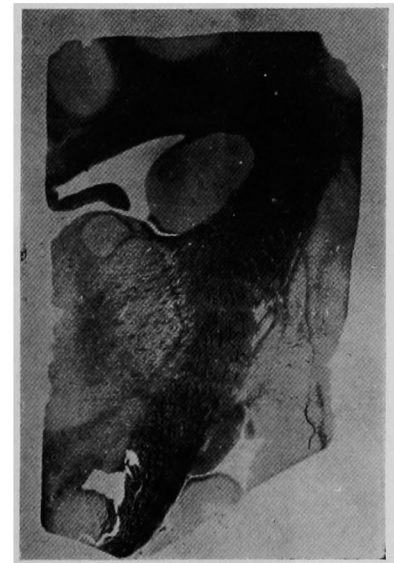
(第43図) 切片第 8



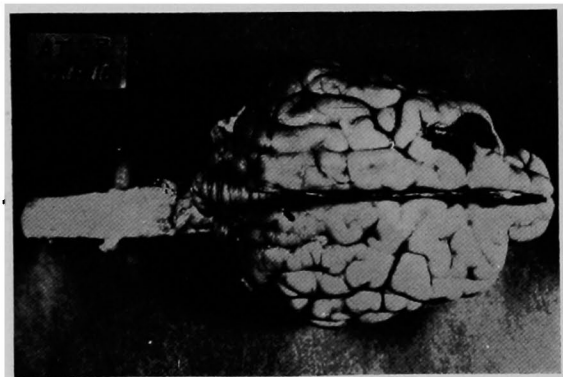
(第44図) 切片第 9



(第45図) 切片第 10



(第46図) 前肢野全剝創例，剔出脳外表面



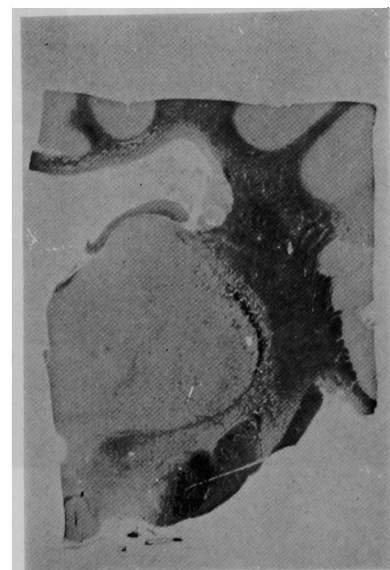
(第49図) 切片第 3



(第47図) 切片第 1



(第50図) 切片第 4

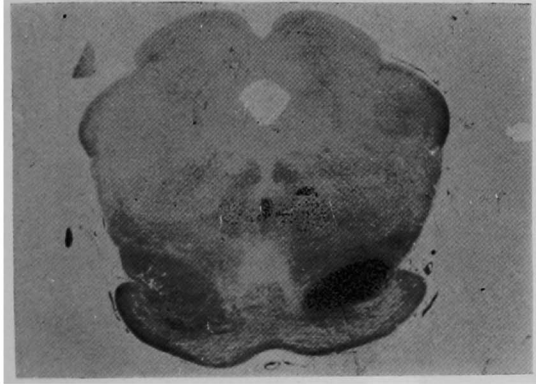


(第48図) 切片第 2

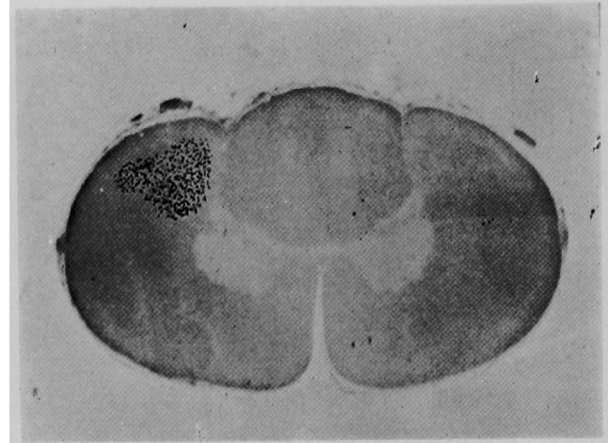


大西論文附図

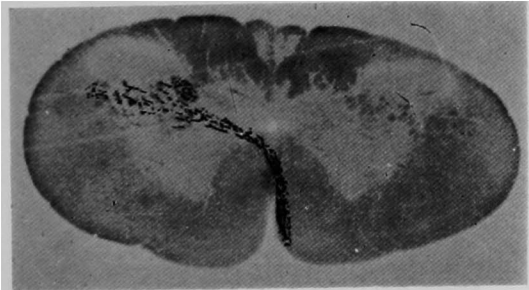
(第51図) 切片第 5



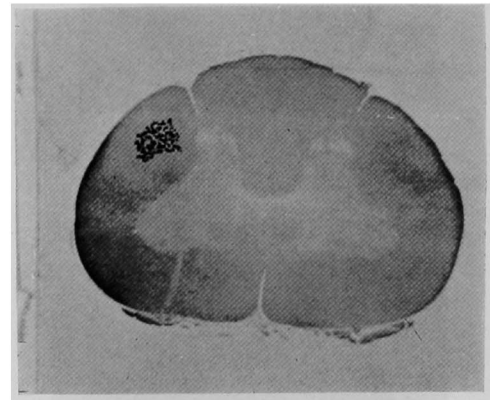
(第54図) 切片第 8



(第52図) 切片第 6



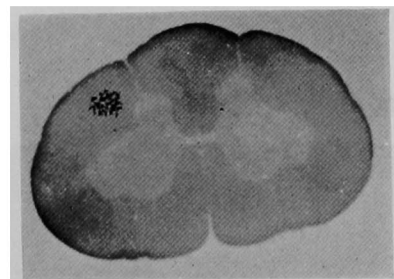
(第55図) 切片第 9



(第53図) 切片第 7

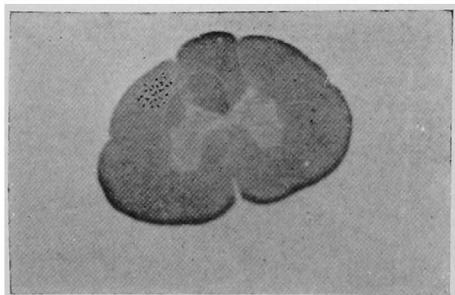


(第56図) 切片第 10

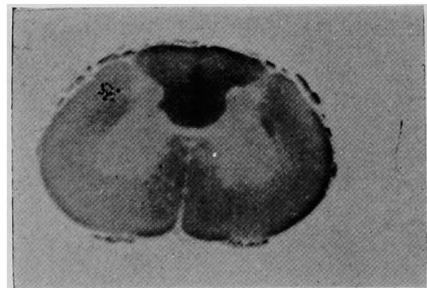


大 西 論 文 附 図

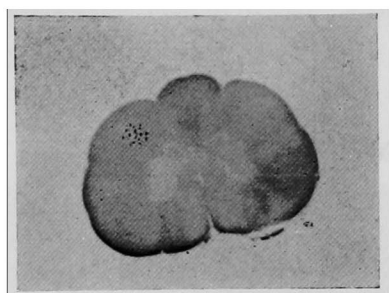
(第57図) 切片第 11



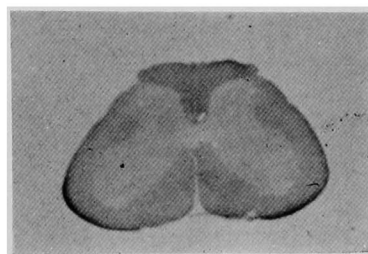
(第61図) 切片第 15



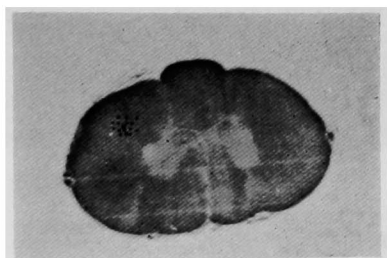
(第58図) 切片第 12



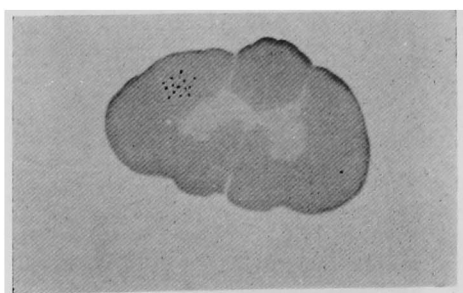
(第62図) 切片第 16



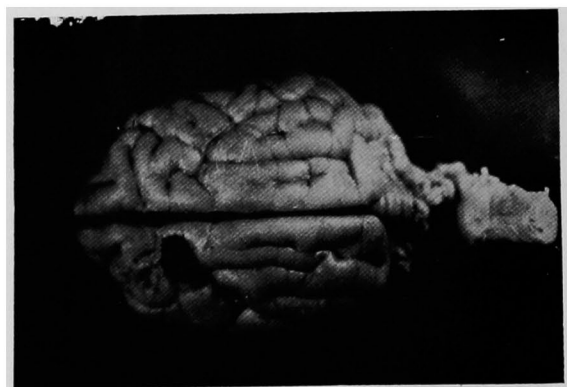
(第59図) 切片第 13



(第60図) 切片第 14



(第63図) 後肢野全剝創例，剝出脳外表面



大 西 論 文 附 図

(第64図) 切片第 1



(第65図) 切片第 2



(第66図) 切片第 3



(第67図) 切片第 4

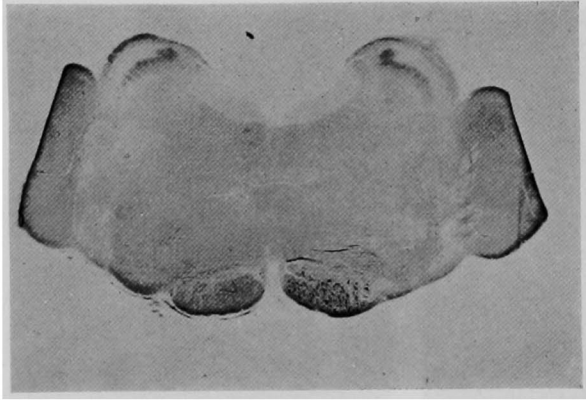


(第68図) 切片第 5

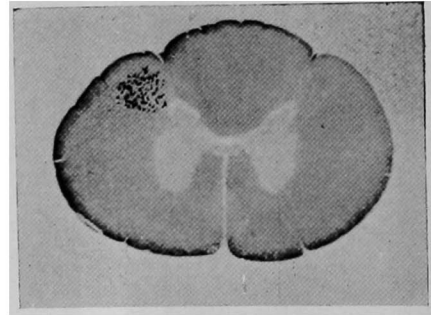


大 西 論 文 附 図

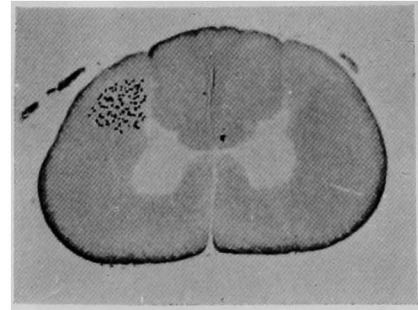
(第69図) 切片第 6



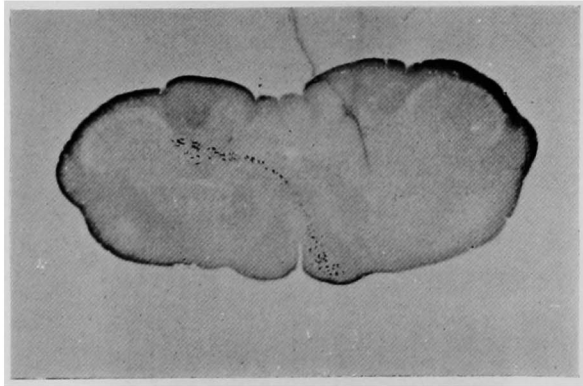
(第72図) 切片第 9



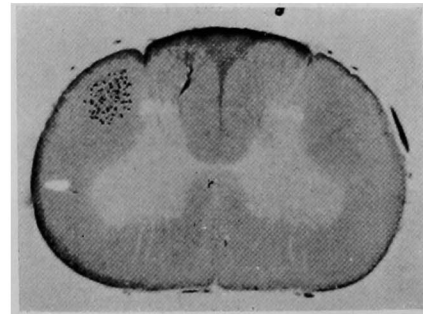
(第73図) 切片第 10



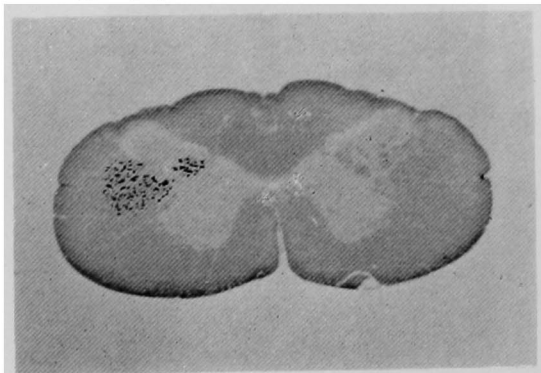
(第70図) 切片第 7



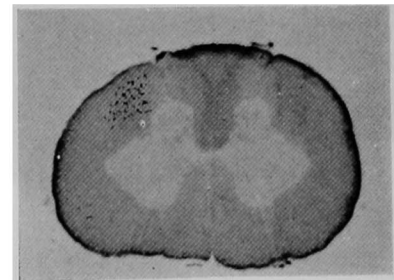
(第74図) 切片第 11



(第71図) 切片第 8



(第75図) 切片第 12

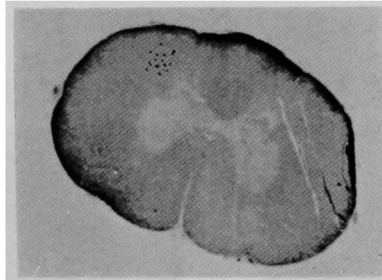


大西論文附図

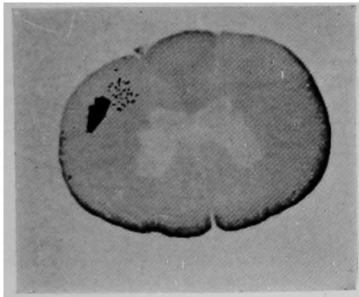
(第76図) 切片第13



(第80図) 切片第17



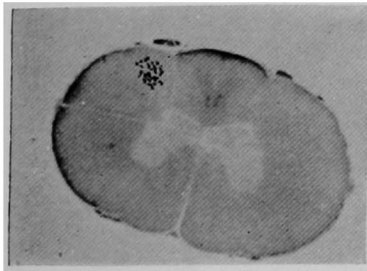
(第77図) 切片第14



(第81図) 共通野全剝創例，剔出脳外表面



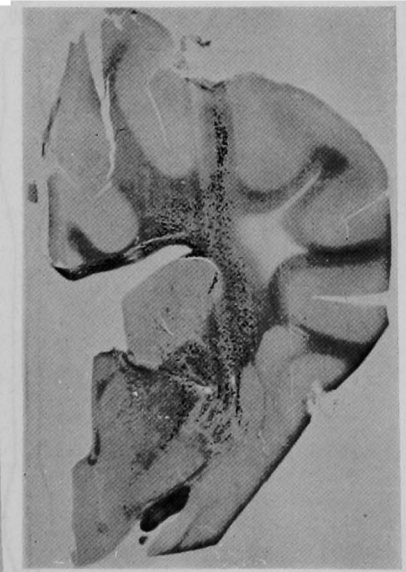
(第78図) 切片第15



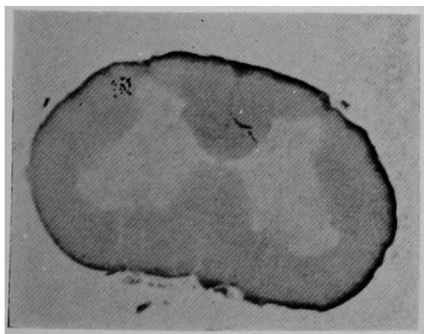
(第82図) 切片第1



(第83図) 切片第2

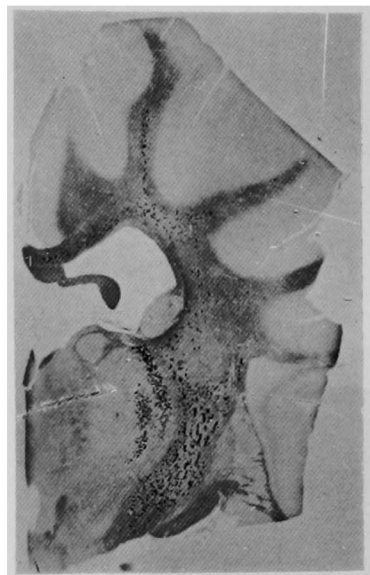
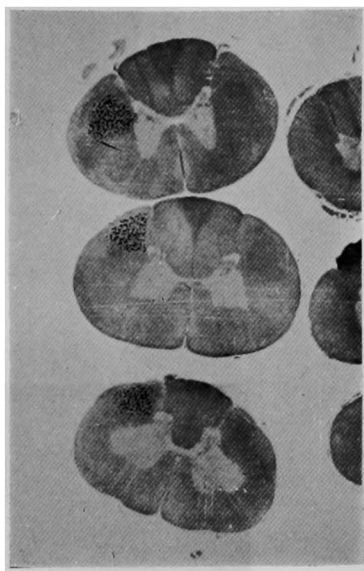
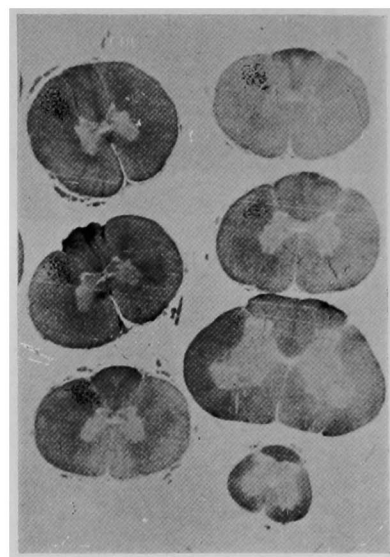


(第79図) 切片第16

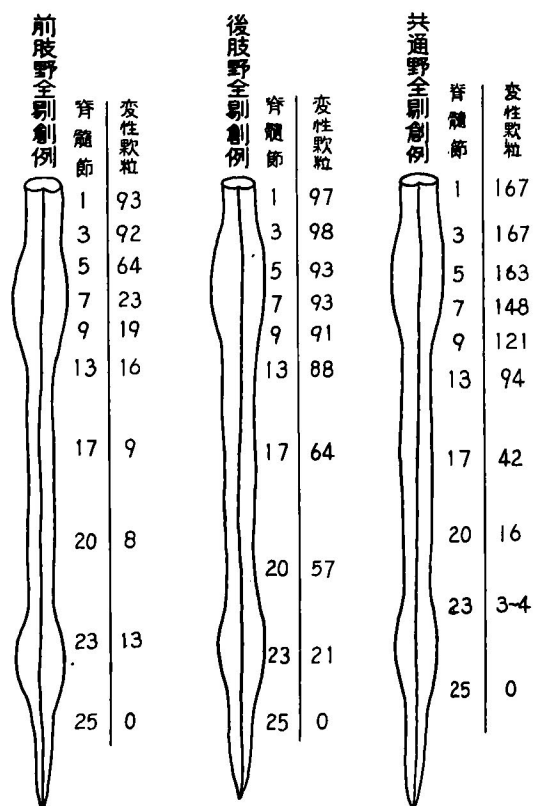


大 西 論 文 附 図

(第84図) 切片第3

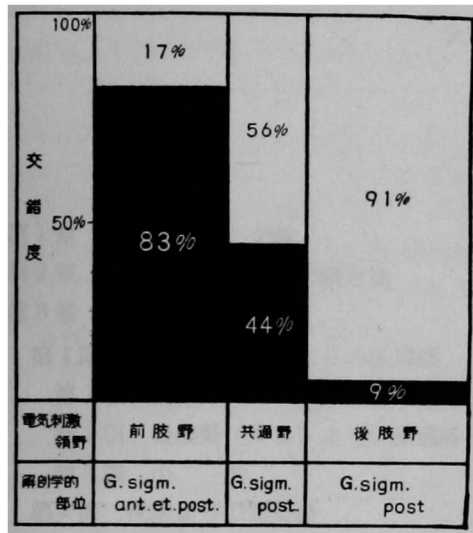
(第85図) 上より,
第1脊椎節, 第3脊椎節, 第5脊椎節(第86図) 左列, 上より
第7, 第9, 第13脊椎節
右列, 上より
第17, 第20, 第23, 第25脊椎節

(第87図) 運動領各領野別創例の脊髓内変性顆粒数



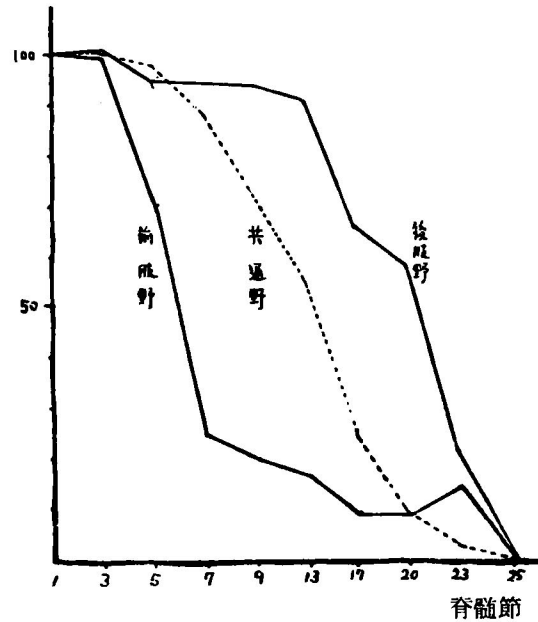
大西論文附図

(第88図) 各領野交錯模式図



□ 後肢起始細胞
■ 前肢起始細胞

(第89図) 脊髓内各領野別下降線維分布ぐらふ



第1表 各領野交錯度

	前肢	後肢
前肢野	83%	17%
共通野	44%	56%
後肢野	9%	91%