

# 脳神経（特に副神経）周囲癒着による該 神経機能障碍の筋電図的研究

京都大学医学部外科学教室第1講座（指導：荒木千里教授）

今 井 敏 彦

〔原稿受付 昭33年6月9日〕

## ELECTROMYOGRAPHIC STUDIES ON THE FUNCTIONAL DISTURBANCE OF A CRANIAL NERVE (ESPECIALLY OF N. ACCESSORIUS) CAUSED BY ARACHNOIDEAL ADHESION. EXPERIMENT IN DOGS.

by

TOSHIHIKO IMAI

From the 1st Surgical Division, Kyoto University Medical School  
(Director: Prof. Dr. CHISATO ARAKI)

In this experiment we aimed to determine whether some functional disturbance might be caused in a cranial nerve by the arachnoidal adhesion around that nerve due to an inflammatory process of the arachnoid, after a head injury or after an intracranial operation. The XIth cranial nerve, n. accessorius, was selected for the study for the reasons, 1) that it was technically easy to produce a circumscribed inflammation or adhesion of the arachnoid around this nerve root in the experimental animals, and 2) that, since the m. trapezius cervicis, m. trapezius thoracis and m. omotransversarius are exclusively innervated by the n. accessorius in dogs, the functional changes of these muscles could be followed up electromyographically after an operative procedure.

Healthy adults dogs, weighing around 10 kg, were used.

For the electromyography, the two beam BROWN's tube oscilloscope (SANEI SOKKI Co.) and the electromyograph of model 52-5 (NEC Co.) were used. The electrode consisted of a concentric needle and enamel insulated 100 $\mu$  copper-wire.

The animals, lying on the insulated table, were examined in the shielded room.

Circumscribed arachnoidal inflammation or adhesion around the accessorius nerve root was produced by the intradural application of a small piece of gelatine sponge ("Spongell" made by YAMANOUCHI Co. JAPAN), cotton or Spongell moistened with dicetyl phosphate solution at the cerebellopontine angle.

As a basic narcosis 10 cc of 4% narcocon-scopolamine was injected preoperatively. Operation was performed under a general narcosis with an intravenous injection of 10% amobarbital sodium solution, in a dose of 0.33 cc per kg body weight.

Modifying the method of transoral medullary pyramidotomy we adopted the transoral approach for our procedure. At the posterior wall of the mouth cavity a bony hole in the base of the skull,  $1.0 \times 0.8$  cm in size, was made in front of the foramen magnum. Dura mater was carefully incised and opened. The basilar artery and the pyramids were clearly visualized at the ventral surface of the medulla oblongata, so as to avoid any undesirable injury to these.

A piece of Spongell or other materials above mentioned,  $3 \times 2 \times 1$  mm in size, was then inserted carefully near the accessorius nerve root on one side along the inner surface of the dura.

Animals were sacrificed by the exsanguination on the 7th, 14th, 21st, 30th, 45th, 60th, 70th and 90th postoperative day respectively, and the area of the operation was examined both macro- and microscopically. Among the 36 animals thus operated on, 25 were available for the study. Of the remaining 11 unsuccessful animals, 4 died of infection, 4 of bleeding during the operation and 3 died of postoperative hemorrhage.

During 3 months of the observation after the operative procedure, animals did not reveal any clinical abnormalities. In all respects, i. e., appetite, recognition of the owner, standing, walking, running and other movements, the operated dogs did not show any difference from the normal.

Electromyographical studies were carried out in both the unanaesthetized and anaesthetized states.

1) Electromyograms at rest in the unanaesthetized dogs:

For the first 7 days after the surgery, a state of "electrical silence" was recorded electromyographically. Thereafter, the fibrillation voltage, monophasic spike discharge with 1 to 2 msec of discharge duration and 20 to  $40\mu\text{V}$  of amplitude, appeared at irregular intervals in a part of m. trapezius cervicis.

Until the 30th postoperative day, this fibrillation voltage was recognized in all 6 cases. But on the 40th day it was seen in 4 animals out of 6, and on the 45th day it was still observed only in 2. During these periods, frequency of appearance of the fibrillation voltage seemed moderately high around the 21st day. (Table 1 indicates the number of the animals. Figs. 3, 4 and 5 indicate the fibrillation voltage). From the 40th to 50th day, polyphasic spike discharge at 20 seconds interval was recorded. Its discharge duration was about 8 msec and the amplitude was 40 to  $60\mu\text{V}$ . This spike discharge corresponded to complex NMU voltage, which had been designated as the nascent motor unit action potential by WEDDEL et al (1946) or nascent motor unit voltage by KATO (1952).

Transition from the stage of the fibrillation voltage to that of the nascent motor unit voltage was not clear-cut in this experiment. Sometime only one of the two appeared, and sometime both appeared simultaneously. Fig. 7 indicates the simultaneous appearance of the both types of discharge.

After the 60th postoperative day, no spike discharge at rest was observed in all cases except one, while, at movement, the normal NMU voltage with 5 msec of discharge duration and 1mV or more of amplitude was recorded at about 10

seconds interval.

2) Electromyograms under the narcosis with 10% amobarbital sodium solution :

First, the author examined the calf muscle electromyographically in the n. ischiadicus-cut dogs as the control. On the 7th day after the operation, these animals were anaesthetized with 10% amobarbital sodium solution and electromyogram was taken from the calf muscle, which had been exposed in order to make sure the accuracy of the technique. Similar fibrillation voltage was obtained as in the electromyograms at rest in the unanaesthetized dogs, though it seemed somewhat higher in the amplitude as well as in the frequency in the former.

Then the muscles innervated by the accessorius nerve were also exposed under the narcosis and tested electromyographically. From the 7th to 50th postoperative day, monophasic spike discharge, with 2 to 3 msec of discharge duration and 40 to 50 $\mu$ V of amplitude, i. e., fibrillation voltage, were obtained at irregular intervals in a part of m. trapezius cervicis. On the 45th postoperative day, however, the nascent motor unit voltage which was found in the electromyogram at rest in the unanaesthetized dogs was not observable. During the period between 2 and 3 months after operation, any spike discharge was not recorded. But only when the muscle was passively moved, the spike discharge similar to the normal NMU voltage was seen.

All of the abnormal spike discharges aforementioned, however, were recognized only in a part of m. trapezius cervicis as shown in Fig. 12 (indicated with X), and not in the other parts of the muscle.

Autopsy was carried out as shown in Table 1. On the 7th and 14th postoperative day, the inserted Spongel still retained its original form, and was enveloped with a membranous tissue. The surrounding tissue revealed a picture of reactive inflammation with vascular proliferation and vasodilatation. On the 21st postoperative day, Spongel lost its texture and was transformed into a fibrous or membranous tissue adhering to the dura mater. On the 30th day only a small and loose membranous mass was seen macroscopically near the foramen jugulare indicating the trace of Spongel. Spongel had been placed subdurally in the area as shown in Fig. 13. It did not adhere to the medulla oblongata, but always did to the dura mater. From the 45th to the 90th day, the inserted Spongel, was already absorbed, and no abnormality but the slightly increased vascularity around the foramen jugulare, was noticeable. Muscles innervated by the accessorius nerve seemed to be normal, and were not atrophic in appearance.

Histologically, thickening of the arachnoid was found in a very slight degree on the 7th day. The outer layer cells of the arachnoid proliferated. Monocytes increased in number. Histocytes and fibrocytes also increased (but in a lesser degree). On the 14th day thickening of the arachnoid became more prominent. Outer layer cells, monocytes and also lymphocytes increased their numbers remarkably, and they also infiltrated into the parenchyma of the medulla oblongata. Granulation tissue developed more vigorously (Figs. 15, 16, 17 and 18). On the 21st day affected arachnoid revealed a picture of the scar, and newly formed blood vessels were observed dispersedly (Figs. 19 and 20). On the 30th day, as indicated in

Fig. 21, the arachnoid was totally replaced with the scar tissue. Newly formed vessels developed more prominently. Haemosiderin-bearing macrophages were also found. Between the 30th and 90th postoperative days connective tissue of the scar became less vigorous again, and remained in a moderate degree.

Muscles which were innervated with the accessorius nerve did not reveal any morphological abnormalities throughout the course.

LANDAŮ, HIRSCHBERG and KATO, based on the electromyographical study in the peripheral-nerve-cut animals, stated that the fibrillation voltage appeared on the 4th to 5th day after the operation, and that the fewer the number of the cut nerve fibers, the rarer the appearance of the fibrillation voltage. This might correspond fairly well to the results of the present experiment that the abnormal spike discharges due to the arachnoideal adhesion around the accessorius nerve were limited only to a part of m. trapezius cervicis.

The fact that the frequency and the amplitude of these spike discharges were relatively low, was probably due to the kind of the muscles tested.

The reinnervation voltage was not noticed in this experiment.

The inserted Spongel was rather less stimulative and so small in size that the resulting inflammation of the arachnoid was slight, and a development of the vigorous scar, if any, was only of short duration.

It might not be by chance that the appearance of the relatively marked fibrillation voltage in the electromyogram and the formation of the most conspicuous arachnoideal scar tissue in the histological sections were observed at the almost same period of time, i. e. around the 21st postoperative day.

At any events, it was evident that the paresis of the accessorius nerve was caused by the arachnoideal adhesion, but it was very slight in degree and could be easily restored.

The intensity and extent of the arachnoideal adhesion were not necessarily parallel to the grade of the paresis recorded with the electromyogram.

Considering these results, one may assume that the paresis of a cranial nerve associated with the arachnoideal adhesion, which is hardly restored or irreversible, may not be caused by the adhesion, but by the lesion of the cranial nerve itself, which at the same time produced the arachnoideal adhesion.

## 目

## 次

## 第1章 緒言

## 第2章 実験材料並びに実験方法

## 1) 実験材料

## 2) 実験方法

## A) 手術

## B) 筋電図

## C) 組織学的検査

## 第3章 実験成績

## A) 手術成績

## B) 術後の臨床症状

## C) 筋電図学的変化

## i) 無麻酔で at rest の状態に於ける筋電図

## ii) 10% イソミタルソーダ溶液の静脈注射による全身麻酔下に於ける筋電図

## a) 対照実験成績

## b) 本実験成績

## D) 剖検所見

## E) 組織学的所見

## 第4章 総括及び考按

## 第5章 結論

## 第1章 結 言

脳外科の経験として、脳腫瘍と診断されたものが、手術の結果 Pseudotumor cerebri (Nonne, 1904.) 又は Arachnoiditis adhaesiva circumscripta 又は Arachnoiditis cystica (Bailey, 1920; Cushing, 1923; Frazier, 1930; Davis, 1936.) と判明する場合が屢々あるが、その他に、頭部外傷、開頭手術後及び炎症等の為に Arachnoiditis adhaesiva circumscripta を生じ、その部の脳神経に種々の程度の神経麻痺を残すことがある。

私は実験的に限局性の蜘蛛膜炎、或は癒着を起し、その附近の神経に果して麻痺が起るか如何かを知らうとした。即ち外傷、手術及び炎症等による脳底蜘蛛膜炎癒着が脳神経の機能をどの程度に障害するかを知らんとしたのである。

実験の当初には、臨床的に屢々みられる視束交叉部の限局性癒着性蜘蛛膜炎の実験的形成を意図したが、動物に於いては、視力や視野等の障害を他覚的に検査することが非常に困難だと判明したので、私は計画を変更してその神経麻痺の障害程度を十分に他覚的に把握出来る方法として、純運動性脳神経である、第Ⅺ副神経起始部周辺に実験的に蜘蛛膜炎乃至癒着を起させ、その副神経支配下の筋の筋電図を順次経過を追って観察し、如何なる程度の副神経麻痺が起るかを知らうとした。

## 第2章 実験材料並びに実験方法

### 1) 実験材料

i) 実験動物：約10kg 前後の成熟犬を用い、比較的長期にわたり術後生存し得るようにした。

ii) Gelatine Sponge としては、山之内製薬製品の Spongell, 綿及び Dicetyl phosphate ( $C_{16}H_{33}OH$  5mg の Alcohol 溶液) を浸透させた Spongell を用いた。最後のものは特に強い癒着を来すことを目的としたものである。

iii) 口経100 $\mu$ エナメル銅線及び1/4皮下注射針による一心同心針型電極。

iv) 三栄測器の2ビーム、ブラウン管オシロスコープ。

v) 日本電気製品52-5型筋電図装置。

### 2) 実験方法

Gelatine Sponge (Spongell) を開頭術によつて、片側の副神経起始部周辺に、蜘蛛膜炎乃至限局性癒着

を起させるように挿入留置し、術後順次経過を追つて支配下筋 (m. trapezius 其他) の筋電図を検討し、その後組織標本を作製して当該神経及び筋の変化を検討した。

### A) 手術：

i) 麻酔：4% Narcopon scopolamine 1.0cc の基礎麻酔下に、10% イソミタルソーダ溶液 0.33cc/kg の腹腔内又は静脈注射による全身麻酔を行つた。(主として、静脈注射)

ii) 術式：経口腔的の延髄錐体切断術の術式にならつて後頭蓋窩底を開頭し、片側の副神経起始部の周囲に Spongell を挿入する方法を行つた。

麻酔下の犬を仰臥位に固定し、始めには気管切開を行つて、気管カニューレを挿入したが、手術時に頸部の諸筋を損傷するのは、後日の筋電図学的検査の対象となる筋群と無関係ではあるが、紛らわしいので、気管切開を取り止めることにした。行わなくても、動物は手術中は勿論、術後も何等支障を来さなかつたからである。

次いで上顎を充分固定し、又開口器で充分に開口し、舌を引張り出し、之を下顎の皮膚に縫合固定した。

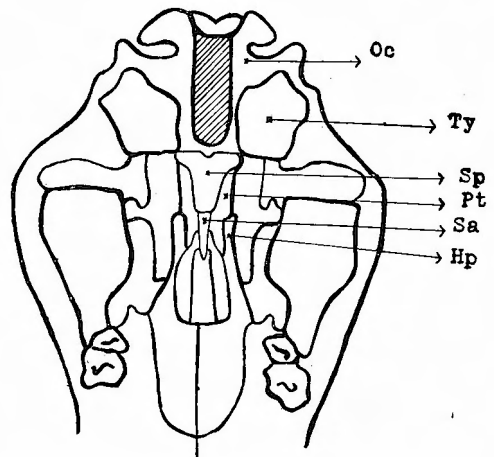


Fig. 1. Cranial basis of dog seen from below.

Sa : Os sphenoidale anterior

Sp : Os sphenoidale posterior

Pt : Os pterygoideum

Oc : Os occipitale

Hp : Hamulus pterygoideus

Ty : Os temporale pars tympanica (bullae tympani)

////: Extent of the craniectomy

口腔内、舌、咽頭、口唇及び周囲の皮膚を0.5%マーズニアルコール又は0.5%オスバン溶液で消毒した後、消毒した布で軟口蓋及び咽頭を残し他の部を全部覆い被せた。

次いで軟口蓋の正中線に於いて長さ約3cm長切開し、後鼻腔及び後咽頭壁を速かに消毒する。軟口蓋創の左右縁に夫々約3ヶ所程止血を兼ねて縫合糸をかけ、左右に強く引張つて創を開大し、手術野を広くした。この際かなりの出血のあるのが常である。

第1図は犬の頭蓋骨底外面を下よりみた略図であるが、この斜線の部分の骨を切除するのである。即ち両側の *Os temporale pars tympanica* と *Foramen magnum* とに囲まれた部分に於いて骨切除を行う。犬に於ける頭蓋底の解剖学的位置は、両側の *Hamulus pterygoideus* の真中にある *Os sphenoidale anterior* の殆んど中央が *Sella turcica* で、*Bullae tympani* 部が *Pons* に相当する。*Bullae* から *Foramen* 迄の間が *Medulla oblongata* に相当する。

さて、後咽頭壁に於いて更に正中線に切開を加え、骨膜剝離子で左右に開排して骨に達する。この際にも手術野が充分視下に入るように再び止血を兼ねて切開創縁に縫合糸を2~3ヶ所にかけ、之を左右に引張つて固定するのも一つの方法である。

のみで小さな穴をあけ、(直径5~7mm位) リューエル骨箆子にて次第にその大きさを拡大して行く。この時、下にある硬膜を損傷しないように注意する。又出血がかなり強いから骨蠟で充分に止血し、約1.0cm長×0.8cm巾の骨孔を *Foramen magnum* の吻側にあける。この際止血は気水に行い、出血のないのを確認して後、次に進むようにし、決して一気に大きく孔をあけようとあせつてはならない。

骨孔部からは硬膜を透して、*Medulla oblongata* の腹側面がみえる。そして *A. basilaris* が中央を真直ぐに或は蛇行して搏動しながら走っているのがみえる。予め Spongel を挿入しようと思う側に片寄つて、*A. basilaris* を損傷しないように充分注意しながら細いフックで硬膜をひつかけて持ち挙げて、硬膜を切開すると、脳脊髄液が奔出する。之を湿綿でふき取りながら約5mm長に切開を拡げる。

延髄錐体の位置を確めて後、*A. basilaris*、延髄錐体を損傷せぬよう、尖端を鈍円にした銀線棒を予め彎曲させたものを以て、骨と延髄との間の僅かな間隙を通り、出来得る限り硬膜側に沿い、即ち骨側に沿いながら、副神経起始部と思われる場所へ、長さ3mm、巾

2mm、厚さ1mmの Spongel 片を極めて徐々に挿入する。*A. basilaris* 又はその分枝の損傷は直ちに動物の生命に關するから呉々も要小心して避けねばならない。副神経起始部を手術野に出して直視下にやれると理想的であるが、之は技術的に出来ない。

副神経起始部迄の距離は、その被験犬の大きさによつて一定しないので、銀線棒を挿入する長さを適当に加減した。平均は約1.5cm程度であつた。

Spongel が脳脊髄液により押し戻されて来ないこと、出血がないこと等を確めてから、Penicillin (4cc 10万単位) を局所に注ぎかけて後、硬膜の切開創、骨切除部に Spongel をあてがい、軟口蓋を密に縫合し、全身的に Penicillin 30万単位を注射して手術を終える。

尚感染予防の為に術後2日間は Penicillin 30万単位宛注射を行った。

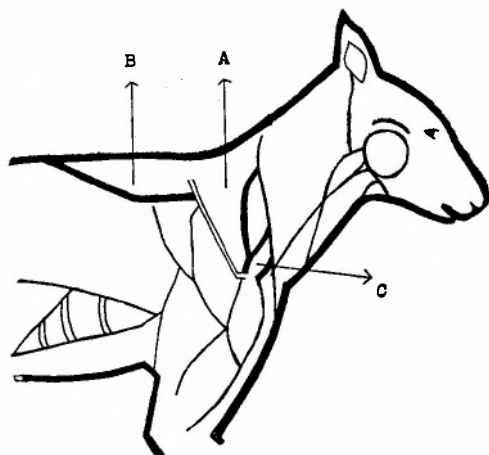


Fig. 2. Muscles innervated by n. accessorius in dog.

- A : m. trapezius cervicis
- B : m. trapezius thoracis
- C : m. omotransversarius

#### B) 筋電図：

犬に於ける副神経のみの支配筋は人間と異り第2図の示す如く(A) m. trapezius cervicis, (B) m. trapezius thoracis 及び (C) m. omotransversarius の3筋である。この3筋に於いて筋電図学的検討を行った。

前述の一心同心型針電極を用い、被験動物をシールドルームに入れ、ブラウン管オシロスコープにより観察した。

絶縁せる台に犬の四肢を軽く固定し、無麻酔の下で

Table 1. Electromyographical and histological findings in the successfully operated dogs.

| Postoperative Days |                                            |                            | 7         | 14        | 21        | 30       | 40 | 45       | 50 | 60       | 70       | 80 | 90       |
|--------------------|--------------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----|----------|----|----------|----------|----|----------|
| With<br>Anæsthesia | Spongel<br>Cases                           | Cases<br>(autopsy cases)   | 20<br>(3) | 15<br>(4) | 10<br>(4) | 9<br>(3) | 6  | 5<br>(1) | 5  | 5<br>(3) | 2<br>(1) | 1  | 1<br>(1) |
|                    |                                            | Fibrillation Voltage       | +         | +         | +         | +        | +  | +        | -  | -        | -        | -  | -        |
|                    |                                            | Nascent motor unit Voltage | -         | -         | -         | -        | +  | +        | +  | +        | -        | -  | -        |
|                    | Cotten<br>Cases                            | Cases<br>(autopsy cases)   | 2<br>(1)  | 1<br>(1)  |           |          |    |          |    |          |          |    |          |
|                    |                                            | Fibrillation Voltage       | +         | +         |           |          |    |          |    |          |          |    |          |
|                    |                                            | Nascent motor unit Voltage | -         | -         |           |          |    |          |    |          |          |    |          |
|                    | Dicetyl-<br>phosphate-<br>Spongel<br>Cases | Cases                      |           | 3         |           |          |    | 2        | 1  |          |          |    |          |
|                    |                                            | Fibrillation Voltage       |           | +         |           |          |    | -        | -  |          |          |    |          |
|                    |                                            | Nascent motor unit Voltage |           | -         |           |          |    | +        | +  |          |          |    |          |
| With<br>Anæsthesia | Spongel<br>Cases                           | Cases                      | 3         | 4         | 4         | 3        |    | 1        |    | 3        | 1        |    | 1        |
|                    |                                            | Fibrillation Voltage       | +         | +         | +         | +        |    | +        |    | -        | -        |    | -        |
|                    |                                            | Nascent motor Unit Voltage | -         | -         | -         | -        |    | -        |    | -        | -        |    | -        |

安静時に於いて術後 7, 14, 21, 30, 40, 45, 50, 60, 70, 80 及び 90 日, 10% イソミタルソーダ溶液による全身麻酔下(静脈注射による)に於いて, 術後, 7, 14, 21, 30, 45, 60, 70 及び 90 日と経過を追って検査した。

第 1 表は各実験群に於ける検査回数, 成績を示す。

特に麻酔下実験群に於いては被検筋を露出して, 電極が正しく刺入されているかをより確実にみながら検査した。

尚この麻酔下筋電図に対する対照実験として, 成熟犬に於いて片側の坐骨神経を切断し, 術後 7 日以後に於いて 10% イソミタルソーダ溶液静脈注射による全身麻酔下に腓腸筋を露出し, 該筋の筋電図を検査し, 本実験の裏付けとした。

#### C) 組織学的検査:

経過を追って夫々の時期に, 即ち 7, 14, 21, 30, 45, 60, 70 及び 90 日目に出血死せしめて剖検を行い, Spongel 挿入部位及び上述諸筋を肉眼的並びに組織学的に検査した。(第 1 表の括弧内に夫々の剖検例数を示している。)

脳標本は 10% 中性ホルマリン液にて固定を行い, ツェロイゲン包埋を施し, 20 $\mu$  の切片を作製し, Böhmer 明礬 Haematoxlin による, ヘマトキシリンエオジン

染色法を主として行い, 別に撰択的に Bielschowsky-荒木正哉氏変法による鍍銀法を行った。

筋は 10% 中性ホルマリン液にて固定し, パラフィン包埋を施し, 6 $\mu$  の切片を作り, P. Mayer の Häma-laun による, ヘマトキシリンエオジン染色法によつた。

### 第 3 章 実験成績

#### A) 手術成績:

実験総数 36 例の中, 手術後感染の爲死亡したもの 4 例, 出血の爲術中に死亡したもの 4 例及び術中に出血があり, 術後 2~3 日してから死亡したもの 3 例で, 失敗例が計 11 例であつた。

尚特に強い癒着を期待して Dicetyl phosphate を浸透した Spongel を挿入した 3 例に於いては, 術後ある期間経過を観察出来たが, 3 例とも経過観察中に事故死(即ち筆者の旅行中に事故死す)。し剖検出来なかつた。

結局手術成功は 36 例中 25 例であつた。

#### B) 術後の臨床症状:

最も長期間観察したのは, 術後 3 ヶ月迄であるが, 術後の臨床症状としては, 歩行, 起坐, 食思, 発声,

その他検者を認識すること等、運動、意識共に通常の正常犬と何等異なる処なく、疼痛等もない模様であった。

### C) 筋電図学的変化：

無麻酔で at rest の状態の時と、10%イソミタールソーダ溶液の静脈注射による麻酔下の状態の時との筋電図を経過を追って検討した。

#### i) 無麻酔で at rest の状態に於ける筋電図：

概ね術後7日目迄は被検筋には何等の放電をも認めず、電氣的に静止状態、即ち electrical silence の状態であった。術後5日目迄 electrical silence であったのは1例のみで、他は殆んど7日或はそれより1~2日後迄 electrical silence であった。

術後7日以後には放電持続時間1~2msec、振幅20~40 $\mu$ V の比較的低電位の単相性の放電が、全く不規則な間隔で出現するのを認めた。時には数分に1回、時には十数秒或は数秒に1回というような出現の仕方であった。

術後7日目より、14, 21 及び 30日迄は実験動物の全例に於いて、40日目では6例中4例、45日目では6例中2例に於いて、上述の如き波形のスパイク放電を認めた。しかしその出現頻度は各時期を通じて確定し難く、むしろ不定であるが、21日目前後が稍々その出現頻度が大きであった。(第1表は実験例数を示している。)

このような放電は安静時に自発的に起る放電間隔の不規則な 100 $\mu$ V 以下の低振幅の放電であるから Fibrillation voltage に相当する。(第3図、第4図及び第5図は Fibrillation voltage のブラウン管掃引の遅いものと、早いものを示している)。

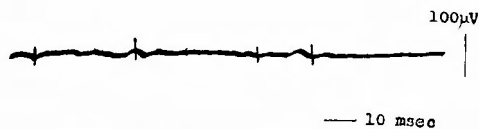


Fig. 3. Fibrillation voltage at rest in an unanaesthetized dog on the 7th postoperative day (slow sweeping). (No. 7)

術後40日から50日にかけて放電持続時間が約8msec前後で、振幅が40~60 $\mu$ Vの多相性(多くは3~4相性)の放電が、放電間隔約20sec程度で出現するのを認めた。

術後40日目では実験6例中1例、45日目では5例中4例、50日目では5例中2例、60日目では5例中1例

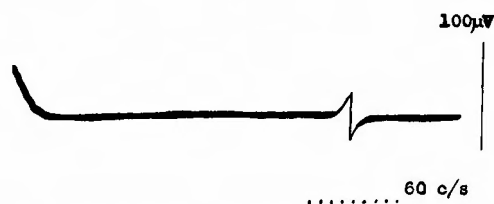


Fig. 4. Fibrillation voltage at rest in an unanaesthetized dog on the 14th day (fast sweeping). (No. 10)

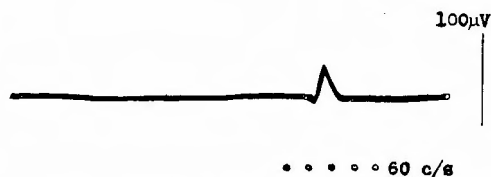


Fig. 5. Analysis of fibrillation voltage at rest in an unanaesthetized dog on the 21st day. (No. 12)

に於いて上述の如き波形のスパイク放電を認めた。(第1表参照) この波形は complex NMU voltage に相当するものである。

これは神経支配が障害されかゝつたときとか、又はその恢復過程に於いて神経が再生して、再び神経支配が始まりかゝつたときに屢々現われるので、Weddel等(1946)は nascent motor unit action potential, 加藤(1952)は nascent motor unit voltage と云つてゐるが、私も後の名称を用いることにした。(第6図は nascent motor unit voltage を示している。)

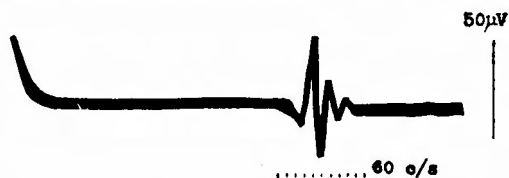


Fig. 6. Nascent motor unit voltage at rest in an unanaesthetized dog on the 45th day (fast sweeping). (No. 3)

前述の Fibrillation voltage から nascent motor unit voltage への移行は明確に区別されてはいないで、或は何れかゝ単独に、或は両者が混在して出現する。(第7図はその混在を示す。)

1例を除いて他の4例では、術後60日以後、安静時に於いては何等放電を認めない。(第1表参照)しかし運動時に於いては振幅1mV以上、放電持続時間5msec、周期約10sec前後の2相性の波形、即ち

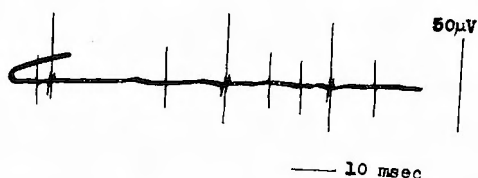


Fig. 7. Nascent motor unit voltage at rest in an unanaesthetized dog on the 45th day (slow sweeping).

Simultaneous appearance of the fibrillation voltage and nascent motor unit voltage. (No. 3)

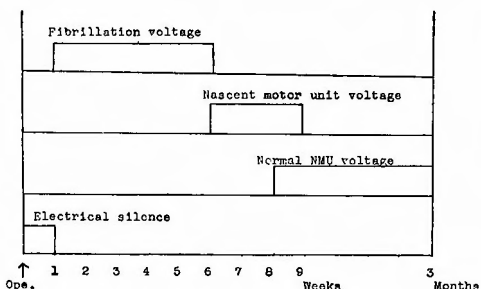


Fig. 8. Electromyographic pattern recorded from the m. trapezius cervicis at rest without narcosis.

normal NMU voltage を認めた。

この場合も nascent motor unit voltage から normal NMU voltage への移行は不鮮明であつた。

第8図は以上 at rest の状態の筋電図の出現の図表である。

ii) 10% イソミタルソーダ溶液の静脈注射による全身麻酔下に於ける筋電図：

a) 対照実験成績：

実験方法の項に前述したように、片側坐骨神経切断の対照実験をやつてみると、術後7日目に於いて、10% イソミタルソーダ溶液の静脈注射による全身麻酔下に於いても、無麻酔の安静時と同様な放電を認めた。即ち放電持続時間1~2msec, 振巾20~50μVの単相性で放電間隔の不規則な波形 (Fibrillation voltage) を認めた。第9図はこの掃引を示している。

この対照実験からみると無麻酔 at rest の状態に於けるよりも、麻酔下に於ける方が、Fibrillation voltage の振巾も、出現頻度も高いように思われた。

かゝる成績から麻酔薬として10% イソミタルソーダ溶液の使用は Fibrillation voltage 検査の目的には有用であるといつてよいと思う。

b) 本実験成績：



Fig. 9. Fibrillation voltage of the calf muscle of an ischiadicus-cut dog under narcosis with 10% amobarbital sodium solution on the 7th postoperative day. (No. 38)

副神経支配下の m. trapezius cervicis, m. trapezius thoracis 及び m. omotransversarius を露出し、電極の位置、刺入方向等を充分確認した上で検査したが、無麻酔の安静時よりも、もつと明確な Fibrillation voltage の出現を認めた。

即ち術後7日目より50日迄の間に於いて、放電持続時間が2~3msec, 振巾40~50μVの単相性の放電間隔の不規則なスパイク放電を認めた。

第10図及び第11図は麻酔下の Fibrillation voltage を示している。

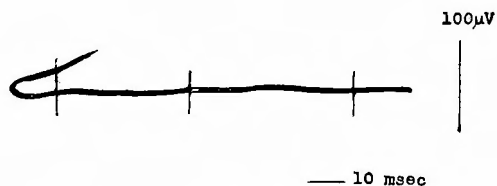


Fig. 10. Fibrillation voltage in an anaesthetized dog with 10% amobarbital sodium solution on the 21st day (slow sweeping). (No. 6)

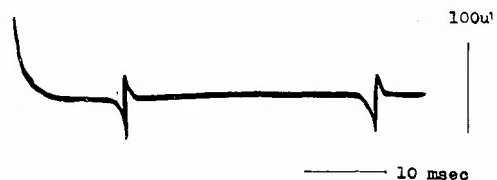


Fig. 11. Fibrillation voltage in an anaesthetized dog with 10% amobarbital sodium solution on the 21st day (fast sweeping). (No. 10)

術後45日目では at rest の際のような nascent motor unit voltage は認められず、Fibrillation voltage のみを認めた。nascent motor unit voltage が無麻酔の at rest で出現し、麻酔下で出現しないということはこれが随意運動に伴つて出るものであることを示している。

術後60日以後70, 90日に於いては at rest の際と同様に何等の放電を認めず, 筋を他動的に動かすことにより振巾1~2mVの放電を認めるのみであった。

斯く at rest 及び麻酔下に於ける筋電図を夫々経過を追って観察したが, これらの筋電図的变化を得たのは電極の位置が, 同じ副神経支配下の筋群の中でも第12図に示すように m. trapezius cervicis の (X)部, 即ち特定の一部のみにあるときだということを知った。

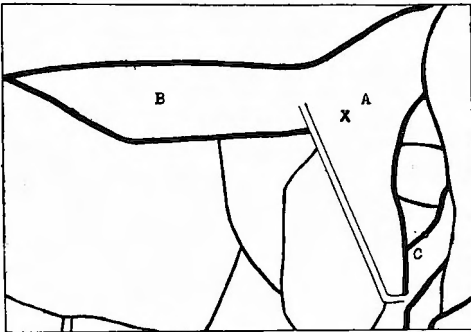


Fig. 12. An area in m. trapezius where EMG changes were demonstrated.

- A: m. trapezius cervicis  
B: m. trapezius thoracis  
C: m. omotraversarius  
X: Site of detection of abnormal E. M. G.

D) 剖検所見:

i) 脳底部所見:

剖検例は第1表に示す如き例数である。

肉眼的には術後7, 14日目に於いては Spongel は未だ原形を止めるが, 明らかに炎症性反応と思われる血管の密集と拡張とを認め, 膜様物質が Spongel を阻んでいるが, Spongel は未だ固着せず遊離の状態である。綿の場合も同様である。

Spongel は第13図の区劃線内に位置し, 特に7例中5例迄 Foramen jugulare 部に位置していた。手術操作で銀線棒で骨側に沿いながら挿入した為か, Spongel は硬膜下腔, 即ち主として蜘蛛網膜外に位置しているらしく, 従つて延髄とは癒着せず骨側の硬膜にのみ癒着しているのを認めた。

又膜様物質は延髄の尾側に及んでいるものが多かった。

術後21日目では Spongel はその原形が少々不明となり, 膜様物質となつて, 4例中3例迄 Foramen jugulare 部の硬膜に固着し, 他の1例はその少々頭側の硬膜に固着していた。延髄表面にも別の薄い膜様

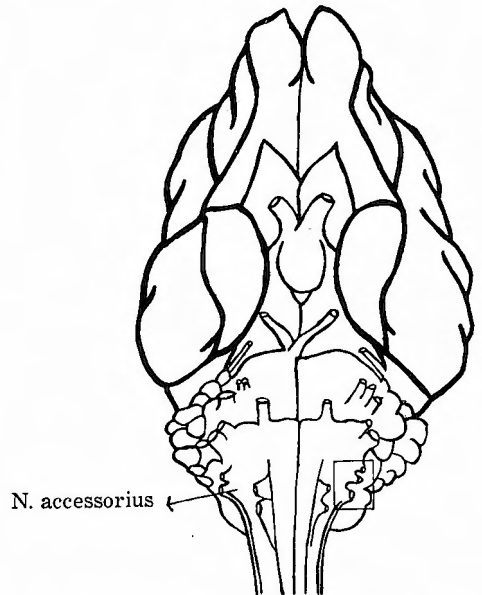


Fig. 13. Basis of the dog's brain. (Spongel was inserted in the area enclosed by a square).

物質が附着していた。

術後30日目では肉眼的に Spongel の痕跡と思われる膜様物質を Foramen jugulare 部に全例 (3例) 認めた。この膜様物質は術後21日目に比べると量も少く且疎になつて来ている。

術後45日目以後60, 70及び90日では, 肉眼上 Foramen jugulare 部周辺に血管が多少密である他, 著変を認めない。

以上剖検により, 肉眼的に Spongel の挿入位置, 癒着を起している場所が副神経起始部周囲に局限していることを確認した。延髄及び脳神経等の手術によると思われる損傷は認められなかつた。

ii) 副神経支配下の筋の肉眼的所見:

筋の萎縮その他特記すべき著変は認められなかつた。

E) 組織学的所見:

i) 延髄部の軟脳膜の所見:

a) ヘマトキシリン・エオジン染色標本:

術後7日目に於いては第14図に示すように, 蜘蛛網膜は極く軽度の肥厚を示し, 外層細胞 (髄膜内包細胞) の増殖があり, 単球を主として組織球及び線維細胞を認めるが, 肉芽組織の像は少い。血管は出血を示し, 血栓形成を示すものも認められる。

術後14日目に於いては第15図, 16図, 17図及び18図

に示すように、蜘蛛網膜の肥厚は術後7日目より少々高度となる。外層細胞の増殖の他、やはり主として単球、次いで淋巴球が増している。又延髄実質への浸潤も認められる。肉芽組織形成は少々高度となる。血管は血栓形成と共に動脈に於いて、血管外膜の軽度の肥厚及び顆粒白血球、淋巴球そして単球の浸潤を示している。術後7日目に比して、淋巴球の出現を示すが、単球反応が主な症状である。

術後21日目に於いては第19図及び第20図に示すように、蜘蛛網膜は少々線維化され、癒着化し、新生血管を処々に認める。動脈血管壁の外膜の軽度の肥厚を認め、血栓は器質化している。

術後30日目に於いては第21図に示すように、蜘蛛網膜の線維化、癒着化を示し、新生血管を処々に認める。又 Haemosiderin 貪食細胞を認める。

以後術後90日目迄夫々癒着の像はあるが、その程度は軽度であつて、その他には特に異常を認めなかつた。血栓形成の名残りを認める程度である。

b) Bielschowsky- 荒木正哉氏変法による染色標本：

副神経及び隣接脳神経の髄外根の横断面に於いて、左右共別に差異を認めなかつた。

ii) 副神経支配下の筋の所見：

各時期共に著変を認めず、たゞ軽度の白血球の出現を認める場所が偶に認められた。第22図はその組織標本である。

## 第4章 総括及び考按

I) アレルギー性成因による蜘蛛網膜癒着の実験的研究は Ssolowjew-Ariel(1935), 武田, 神保(1937), 宮原(1938)を初め佐佐(1950), 頼島(1953)等多くの諸家によつて行われている。然しながら限局性の蜘蛛網膜癒着を起させるには教室の西村(1954)が発表せる如く Gelatine Sponge を用いる方法が最も有効と思われたので、山之内製薬製品の Spongel を主として用いた。又刺激性のもつと強いものとして、綿及び Dicetyl phosphate を浸透させた Spongel を用いたが、後者の動物は事故死の爲剖検出来ず、従つて組織学的に検査されなかつたので、癒着の様子は明らかでないが、筋電図学的には Spongel のみの場合に比べて Fibrillation voltage の発現がより著明であつたので、或は刺激性が強かつたのではないかと推測される。

II) 緒言で述べたように、本実験の当初には、臨床的に屢々みられる視束交叉部の限局性蜘蛛網膜癒着を実

験的に起させ、それによつて起る視神経麻痺の状態を他覚的に追究しようとしたが、思うように行かなかつた。即ち temporal approach により視束交叉部を直視下にみて Spongel を挿入したが、術後の剖検に於いて判明したところによると、Spongel は殆んど総べての例に於いて外側に押し出されていて、視束交叉部に限局性蜘蛛網膜癒着を起していなかつた。尚視力障害の程度を知ろうとして、Electroretinogramm(E. R. G.) 及び後頭部脳波(E. E. G.)の検査を試みたが、閃光刺激によつても満足すべき成績は得られなかつた。

Cisterna ambiens への Spongel 挿入をも試みたが、死亡例が多く且つこの場合にも他覚的に視力、視野を検査出来なかつた。

依つて運動神経たる副神経の起始部周辺の蜘蛛網膜下腔に Spongel を挿入して蜘蛛網膜癒着を起させ、副神経の運動麻痺を検査したのである

## III) 実験材料に就いて：

日本電気製品 52-5 型 筋電図装置は CR 結合を入れて、京都大学工学部に於いて周波数特性修整済みである。

## IV) 手術：

犬に於ける錐体路の研究は Vulpian(1871)以来行われている。Rothmann(1900), Schüller(1904 & 1906), Schäfer(1910), Barron, Marschall(1934), Tower(1935)等が延髄錐体路切断後の解剖学的、生理学的変化をみようとして、片側又は両側の Pyramidotomy を Starling の経頸的到達法により行つてゐるが、Ranson(1934)は経口腔的の Pyramidotomy に成功した。しかし、何れも24時間以内に感染を来したと報告している。近來 Thomson(1952)は経口腔的に Pyramidotomy に成功し、工藤(1952)は下顎の脱臼又は骨折により経口腔的に中脳の腹部に到達する方法に成功した。教室の渡辺(1955)は Thomson, 工藤等の方式を改良して、経口腔的に Pyramidotomy に成功している。我々の実験では Pyramidotomy の場合と異り、全手術過程を充分の視野の下に行ふ必要がなく、従つて、下顎の脱臼又は骨折等の補助操作を要しないので、渡辺の方式によつて行つた。唯渡辺と違つて気管カニューレの挿入は行はなかつた。

経口腔的手術による感染は危惧された程の事はなく、術後2日目迄に感染の爲死亡した例は4例のみで、むしろ出血の爲、即ち術中の不手際の爲に A. basilaris 又はその分枝の損傷による出血の爲の死亡が7例もみ

られた。感染は Penicillin の使用により緩和されたものと思われる。

#### V) 筋電図上の変化：

無麻酔では at rest といつても、動物のこと故真に安静であるか如何か不確実であるので、麻酔下に於いて更に該被験筋を露出して検査した訳である。しかし何れの場合でも、放電持続時間が1~2msec、振巾が20~50 $\mu$ Vの单相性のスパイク放電が不規則な放電間隔で、しかも呼吸及び心搏動と何等関係なく発現して来ている。

Fibrillation voltage は末梢神経←筋系の障害の際に現れるとされているが、脳神経の舌下神経に於いても、該神経切断後に舌筋にこれが現れることをSchiffが報告しているから、本実験に於いてもそのように考えてよいと思う。(四肢筋の Fibrillation voltage は50~100 $\mu$ Vといわれるが、本実験に於ける Trapezius の Fibrillation voltage は20~50 $\mu$ Vでそれより低い)

亦 Denslow は正常な m. trapezius に於いて double discharge を屢々認めると報告しているが、本実験例で認めたスパイク放電では double discharge ではなく不規則であつて、而も normal NMU voltage の振巾より遙かに小さい单相性のスパイク放電であるから、Fibrillation voltage と云つてよい。

Denny-Brown 等は人間にて神経支配断絶後8~12日目から、Foster 等は動物について実験的に神経を切断して後2~8日目に Fibrillation voltage が発現すると報告している。Landaü, Hirschberg, 加藤等は末梢神経を切断してから4~5日後になつて Fibrillation voltage が現れるが、断断された神経線維の数が少い時には極めて僅かしか現れないと報告している。この点は本実験に於いても、m. trapezius cervicis の一部のみに限局して異常波形が発現したことに一致する。

normal NMU voltage に於いても筋により振巾の大小がかなりあつて、特に顔面筋、舌筋等では四肢筋(1~2mV)よりも低くて100 $\mu$ Vであることから、本実験の Fibrillation voltage の振巾が四肢筋の場合(多くの場合50~100 $\mu$ V)よりも低くて20~50 $\mu$ Vであつたことは筋の種類によるものと考えるべきであろう。

又鴨打は動眼神経、外転神経及び滑車神経等の麻痺患者の外眼筋及び眼瞼挙筋の異常波形の出現頻度が他の骨格筋麻痺に比べて少いことを述べ、その理由は各筋の神経支配比が小さいためであろうと推測しているが、本実験に於いてもそれら異常波形の出現頻度が比

較的に少いのは同じ理由によるのかも知れない。

Golseth等はFibrillation voltage と normal NMU voltage との混在することを報告しているが、本実験に於いてもかかる事実を認めた。

complex NMU voltage と従来から呼ばれていたものは、神経支配が障害されかつたとき又はその恢復過程で神経が再生して、再び神経支配が始まりかつたときに現れるという理由で、Weddell等はnascent motor unit action potential と呼んでいるが、加藤(1952)はこれを nascent motor unit voltage と呼ぶ様提案したが、本実験でも術後40~50日目に現れた波形に対して、やはり nascent motor unit voltage と呼ぶことにした。

Reinnervation voltage は認めなかつた。

本実験の筋電図学的経過は比較的軽度の神経麻痺に相当するもので、早期に恢復するのを認めたが、これは後述の組織学上の所見と略々一致している。

#### VI) 組織学的変化：

Spongell等は期待通りの場所へ挿入されていたが、硬膜側に密着していた。(脳底部に於いては骨と硬膜が密着し剝離出来ない。)即ち Spongell は蜘蛛網膜下腔ではなく、硬膜下腔、即ち蜘蛛網膜外に挿入されたので、硬膜との癒着が強いのに反して、延髄表面との癒着は軽かつた。従つて延髄からは殆んど遊離状態であつたので、標本摘出に当り Spongell をつけた儘脳を摘出することが不可能であつた。Spongell は術後30日にして殆んど吸収されてしまう。

組織学的には髄膜外層細胞及び線維細胞の増殖の他に、単球、組織球、淋巴细胞及び多核白血球等の浸潤を初期に認めたが、その後は単球の出現が主であり、これは術後14日目に於いて特に著明であつた。肉芽形成は術後7日目には軽度で、14日目以後に明らかになつて来る。血栓形成、血管外膜の細胞浸潤、肥厚等も術後14日目頃の方が著明で、21日目頃より癒痕化し始めることを知つた。

Weed(1932), Winkelmann(1925)によると、髄液腔内に特定物質を注入したときは勿論、外傷、慢性炎症の場合でも容易に増殖性変化を来すといっているが、我々の実験の場合は比較的軽度の炎症で、癒痕化するのも短期間であつた。これは挿入した Spongell が比較的無刺激性であり且つ大きさが非常に小さかつたためであろうと思われる。

Fibrillation voltage の出現が明確となり且つ、その出現頻度の稍々大であつた術後21日目と、組織学上

癒着化し始める時期とが一致しているのは興味ある事実である。nascent motor unit voltage の出現と組織学的所見との相関性は不明であるが、癒着が漸次吸収されて軽度となつて行くということは、これに伴つて神経再生が漸次進捗して行くという意味にも理解されるので、complex NMU voltage と呼ぶよりは、再生過程の強調されている nascent motor unit voltage という術語を用いる方がよいという主張の裏付けになると思われる。

m. trapezius cervicis の一部のみに限局して異常波形が発現する理由は、組織学的所見からは解決し得なかつた。

筋の組織学的所見は、軽度の炎症を示すものも認められたが、これは針電極刺入の為の出血によるものと思われる。その他萎縮等の異常所見は認められなかつた。

## 第5章 結 論

成熟犬に於いて経口腔的手術によつて片側の副神経起始部に Spongel その他を挿入し、該部に蜘蛛膜癒着を起させ、その副神経支配下の m. trapezius に術後7日目より無麻酔下 at rest で Fibrillation voltage が出現し、21日目に出現頻度大となり、40日目より nascent motor unit voltage が出現し、60日目より正常に恢復するのを認めた。又麻酔下では術後7日目より50日目迄 Fibrillation voltage を認め、nascent motor unit voltage は出現しなかつた。(これは随意運動によつて現れるものであるから、麻酔下では出現しなかつた。) それ以後は何等のスパイク放電も認められず、他動的に動かした時には normal NMU voltage 同様の放電を認めた。

組織学的所見も概ね筋電図所見に一致した成績を得た。

よつて実験的蜘蛛膜癒着により副神経麻痺が発生するが、麻痺の程度は軽く且つ、比較的早く恢復するのを認めた。尚この場合の麻痺が果して癒着そのものの為であるかは疑わしい。Spongel 挿入時の機械的傷害も少からず関与しているに相違ない。何れにしてもこの麻痺は軽度で且つ容易に恢復する。そして癒着の程度と筋電図上の麻痺の程度とが必ずしも平行しなかつた。従つて蜘蛛膜癒着に伴っている所の恢復困難な又は恢復不可能な脳神経麻痺の原因は癒着そのもの(或はそれを起す無菌性髄膜炎)にあるのではなく、癒着を来した機転と恐らく同じ機転による脳神経自身の傷

害にあると考えるべきであろう。

本研究は第9回筋電図学会総会に発表したものである。尙本研究に対し文部省科学研究補助金をうけた。

## 主要参考文献

- 1) J. Akamatsu: Histological Studies on Allergic Reaktion in optic-chiasmatic Arachnoid and Optic Nerve of Rabbits Injected into Cisterna. Brain & Nerve, **1**, 252, 1949.
- 2) 浅山亮二, 永田誠: E. R. G. に就て. 京都医学会雑誌, **5**, 165, 1954.
- 3) Bailey, P.: Contribution to the Histopathology of Pseudotumor Cerebri. Arch. Neurol. & Psychiat., **4**, 401, 1920.
- 4) Baum-Zietaschmann: Anatomie des Hundes. I Band, 1936.
- 5) Berman, J. K. & J. E. Hull: The Treatment of aneurysms with Fibroblastic Agents. Experimental and Clinical studies with the use of sodium Dicetyl Phosphate. Surg. Gynec. & Obstet., **94**, 543, 1952.
- 6) Bradley, O. C.: A Guide to the Dissection of the Dog.
- 7) Denny-Brown, D. & Penngbecker, J. B.: Fibrillation and Fasciculation in voluntary muscle. Brain, **61**, 311, 1938.
- 8) フルトン 神経系の生理学, 323.
- 9) Golseth, J. G. & J. A. Fizzell: Electromyographic studies on cats after section and suture of the sciatic nerve. Amer. J. Physiol., **150**, 558, 1947.
- 10) 本城市次郎: 動物の感覚. 岩波全書, 163.
- 11) T. Kato, I. Yasuda & S. Maehara: Electromyographic Study of the Nervous Regeneration. J. Jap. Orth. Surg. Soc., **26**, 319, 1952.
- 12) 加藤常行, 保田岩夫, 前原三郎: 第25回日本整形外科学会総会及び第5回筋電図研究会総会. 1952.
- 13) Kudo. T., S. Nawa & S. Sato: Decerebrate rigidity by cross section of midbrain. Brain & Nerve, **4**, 139, 1952.
- 14) Light R. U. & H. R. Prentice: Gelatine Sponge. Arch. of Surg., **51**, 69, 1945.
- 15) Marshall, W. H., S. T. Talbot & H. W. Ades: Cortical Response of the Anesthetized Cat to gross Photic and Electrical Afferent Stimulation. J. Neurophysiol., **6**, 1, 1943.
- 16) Marshall, C.: Experimental lesion of the pyramidal tract. Arch. Neurol. Psychiat., **32**, 778, 1934.
- 17) 御手洗東洋: Spongel の実験的研究並びに臨床的経験. 臨床外科, **6**, 472, 1951.
- 18) Nishimura. S: The Fate of Gelatine Sponge Introduced in the IVth Ventricle of A Dog. Arch. Jap. Chir., **23**, 310, 1954.
- 19) 沼本満夫: 中枢神経系の筋運動支配に関する筋電図的考察 I, II. 第7, 8回日本脳神経外科学会研究会総会, 1951, 1952.
- 20) Schimazu. H: Electromyography Clinical Application and the Extent of the Utility. Recent Advance in Research of Nervous System, **1**, 53, 1956.
- 21) 武谷止孝: 脳の病

理組織標本の作り方. 22) 時実, 津山: 筋電図の研究. 1954. 23) 時実, 吉井: 筋電図—その臨床的応用. 1954. 24) Watanabe. K: Experimental Study on Crossed Anastomosis between Antagonistic Peripheral Nerves. Arch. Jap. Chir., **24**, 132, 1955. 25) Watanabe. M: Histologic Changes of the Pia-arachnoid in Various Intra-

cranial Diseases and Their Relation to Optochiasmatic Arachnoiditis. J. Jap. s. s., **51**, 59, 1950. 26) Yorishima. H: Experimental Study on the Pathogenesis of Intracranial Arachnoiditis. Arch. Jap. Chir., **22**, 625, 1953. 27) 吉井, 堀: 最新の筋電図学. 1956.

#### EXPLANATION OF PLATES

- Fig. 14** Middle part of the medulla oblongata. (7th postoperative day).  $\times 100$  hematoxylin and eosin stain. Slight thickening of the arachnoid. A large number of monocytes and few histocytes and fibrocytes are seen. Thrombosis is also recognized.
- Fig. 15** Lower part of medulla oblongata. (14th postoperative day).  $\times 100$ . Thickening of the arachnoid, granulation tissue and vascular thrombosis are seen.
- Fig. 16** Artery at the middle level of the medulla oblongata. (14th day).  $\times 200$ . Thickening of vascular adventitia, infiltration of granular leucocytes and monocytes are shown.
- Fig. 17** Upper part of the medulla oblongata. (14th day).  $\times 100$ . Outer layer cells, monocytes and lymphocytes increased.
- Fig. 18** Upper part of the medulla oblongata. (14th day).  $\times 200$ . Infiltration of monocytes and lymphocytes to medulla oblongata are shown.
- Fig. 19** Upper part of the medulla oblongata. (21st day).  $\times 100$ . Arachnoid is replaced with scar tissue. New formed vesseles seen dispersedly.
- Fig. 20** Middle part of the medulla oblongata. (21st day).  $\times 200$ . Slight thickening of arterial adventitia, organization of the thrombosis and connective tissue scar.
- Fig. 21** Middle part of the medulla oblongata. (30th day).  $\times 100$ . Fibrosed arachnoid. Haemosiderin-bearing macrophage are recognized.
- Fig. 22** M. trapezius cervicis on the 21st day.  $\times 100$ . Few leucocytes are seen.

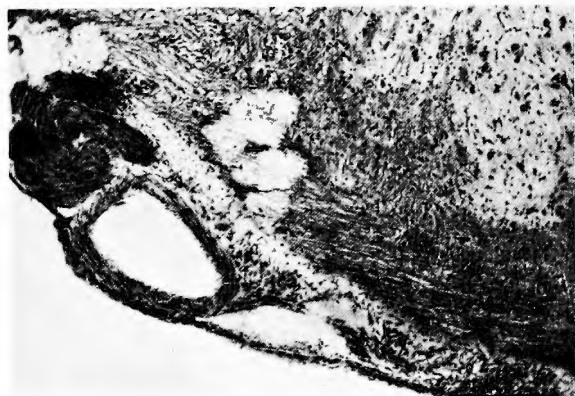


Fig. 14

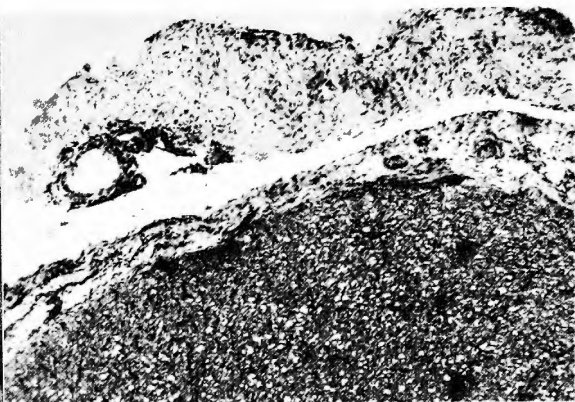


Fig. 15

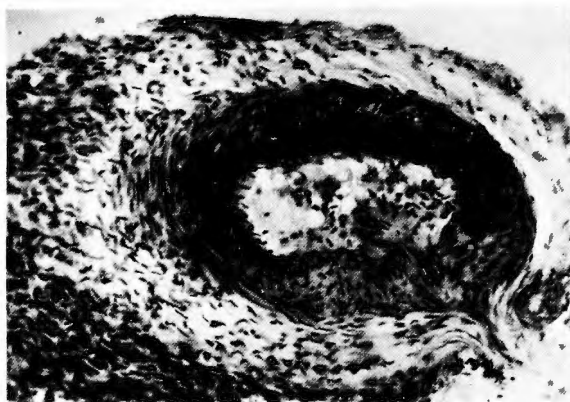


Fig. 16

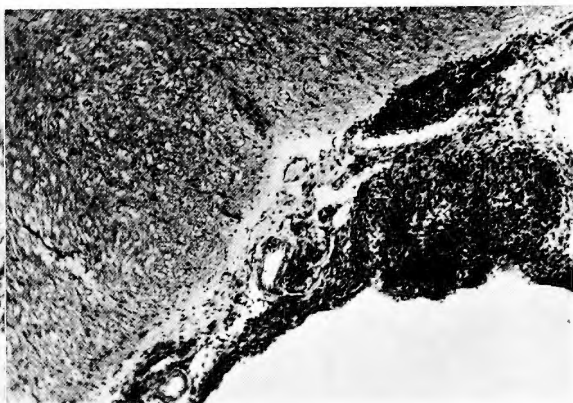


Fig. 17

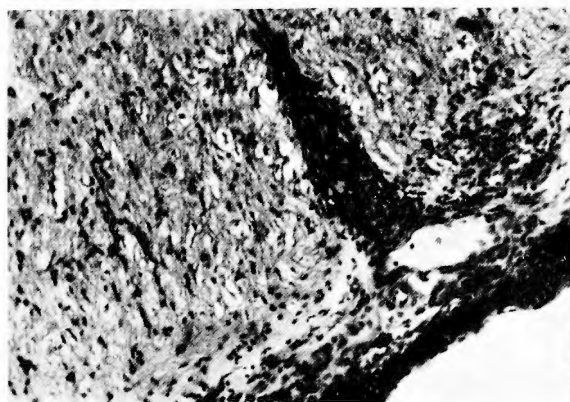


Fig. 18

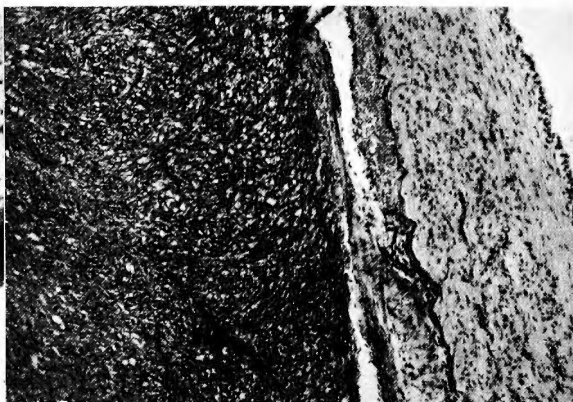


Fig. 19

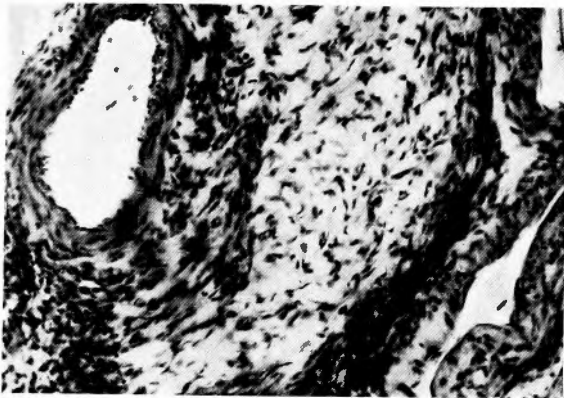


Fig. 20

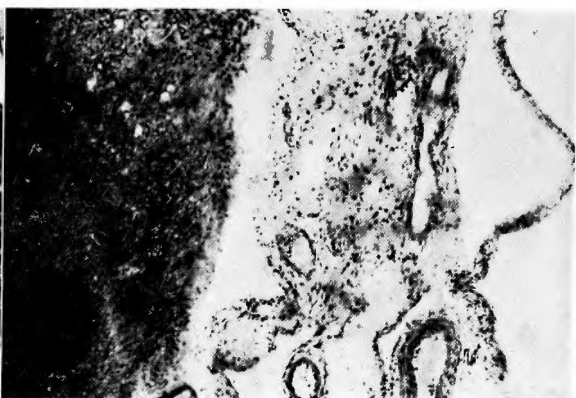


Fig. 21



.Fig. 22

T. IMAI