

顔面神経又は舌下神経と迷走神経 との吻合に関する実験的研究

京都大学医学部外科学第1講座 (指導 荒木千里教授)
大阪赤十字病院外科 (医長 畷文雄博士)

吉 松 修

(原稿受付 昭和34年2月7日)

EXPERIMENTAL STUDIES ON THE ANASTOMOSIS BETWEEN THE VAGUS AND THE FACIAL NERVE OR THE HYPOGLOSSAL NERVE

By

OSAMU YOSHIMATSU

From the Surgical Clinic, Osaka Red Cross Hospital.

(Director: Dr. FUMIO HAZAMA)

The 1st Surgical Division, Kyoto University Medical School.

(Director: Prof. Dr. CHISATO ARAKI)

INTRODUCTION

There have been two methods of nerve anastomosis for the treatment of facial nerve paralysis: The one is the spino-facial anastomosis and the other is the hypoglossal-facial anastomosis. In these two methods, the tonus of the facial muscles recovers well, but the reflex and emotional facial movements usually fail to recover. On the other hand, no nerve anastomosis has been known to give satisfactory results for the paralysis of the hypoglossal nerve.

In the present experiment, I first made the vago-facial anastomosis, and then, for comparison, anastomosis between the first cervical and the facial nerve. Next, I made the vago-hypoglossal anastomosis in comparison with the hypoglossal-hypoglossal anastomosis.

MATERIALS AND METHODS

As experimental animals, 16 healthy adult dogs, weighing around 10 kg were used. In the upper cervical region on one side, I made one of these four nerve anastomoses under general anesthesia by intraabdominal Ravonal (thio-penthal sodium) injection (50 mg per kg). The nerve suture was done following the method of Taketomo and Watanabe: Arterial tube preserved in 70% alcohol, was used for connecting the severed nerve ends, and no suturing gut was passed. After the operation, I observed clinically the recovery of motor paralysis of the face or tongue for 6-20 months. Then the site of the nerve suture was exposed under general

anesthesia and examined with the naked eye. Electrical stimulation with Du Bois-Reymond's apparatus was given to the central and the peripheral parts of the anastomosis or to the corresponding parts of the nerve on the opposite side in order to compare the effects on the two sides. The stimulated parts were examined later histologically: The axis cylinders were stained with Bielschowsky-Suzuki's stain, and the myelin sheaths were stained with Ehrlich's stain after the sections had been treated with Mizoguchi's mordant for 24 hours at 37°C.

RESULTS

(1) In the vago-facial anastomosis, musculus orbicularis oculi regained motor function most perfectly after 26-32 weeks, 28.6 weeks on the average, musculus orbicularis oris and musculus buccinator after 13-15 weeks, 14.2 weeks on the average, and the other muscles concerned with facial expression after 19-23 weeks, 21.4 weeks on the average.

(2) In the anastomosis between the first cervical and the facial nerve, musculus orbicularis oris and musculus buccinator recovered motor function most perfectly after 7-11 weeks, 9 weeks on the average. Musculus orbicularis oculi continued to recover gradually up to 16-23 weeks, 19.8 weeks on the average, and the muscles of facial expression up to 20-23 weeks, 21.7 weeks on the average, but both muscle groups recovered incompletely and remained in the state of partial function.

(3) In the anastomosis of the facial nerve, functional recovery was better with the vagal nerve than with the first cervical nerve. Especially, the reflex and emotional motor activity recovered completely in the former. But it must be considered that vago-facial anastomosis, if done in human beings, is necessarily accompanied with paralysis of the vocal cords.

(4) In the vago-hypoglossal anastomosis, "the compensatory jaw eating", which usually occurs in unilateral hypoglossal paralysis disappeared almost completely after 26-32 weeks, 29.2 weeks on the average, but some deviation of the tip of the protruded tongue and the inability to protrude the tongue toward the opposite side persisted thereafter.

(5) Even in the hypoglosso-hypoglossal anastomosis, the motility of the tongue recovered only incompletely after about 16 weeks, and remained so thereafter just as in the vago-hypoglossal anastomosis.

(6) When the central and the peripheral parts of the vago-facial or vago-hypoglossal anastomosis were stimulated electrically, the muscles of the face or the tongue contracted as intensely as in control stimulation on the opposite side. (Figs. 6-11). But the threshold values of stimulation on the side of anastomosis tended to be higher than on the opposite side. (Table 1).

(7) Both the macroscopic and the histological examination confirmed that all the anastomoses between the heteronymous nerves healed successfully and the regenerated fibers were found to have proceeded into the peripheral animal nerve from the central vegetative nerve. (Figs. 12-29).

(8) A certain period after the vago-facial, the first-cervico-facial, and the

vago-hypoglossal anastomosis, queer movements of the face or the tongue began to appear. The face or the tongue moved synchronously with the physiologic movements arising from the nerve proximal to the anastomosis (in case of the vagus: phonation, eructation and inspiration etc., in case of the first cervical nerve: forward elevation of the fore limb on the anastomosis side at the shoulder joint). Such abnormal movements did not disappear or decrease during the 6-20 month observation period.

DISCUSSION

In the vago-facial anastomosis the reflex and emotional movements of the face were regained almost completely. The result of the anastomosis between the cervical and the facial nerve was worse than that of the vago-facial anastomosis. And after the vago-hypoglossal anastomosis, the recovery of lingual motility took place less sufficiently than was expected. This was also the case after the hypoglossal-hypoglossal anastomosis.

The facial nerve functionally resembles the vagus in that it controls not only the voluntary movements, but also the emotional involuntary movements of the facial muscles. According to ARAKI, in case that two peripheral nerves which have similar functions are anastomosed with each other, as in the vago-facial anastomosis, it may probably be easier for the central nervous system (perhaps the cerebral cortical centers) to accomplish the functional reorganisation or compensation so as to reestablish the normal peripheral functions. In the anastomosis between a spinal nerve and the facial nerve, however, the former may be unable to take over the function of the latter, because the spinal nerve has only the characteristic of controlling voluntary movements. In the vago-hypoglossal anastomosis, the functional recovery is not complete, but judging from almost the same insufficient recovery in the hypoglossal-hypoglossal anastomosis, it seems that the dog persists in the eating pattern accustomed during the paralysis, unless he is trained carefully after the nerve regeneration has been completed, because he can eat enough to satisfy his appetite with the "compensatory jaw eating", even if a half of the tongue is paralysed. Sperry, Nishimura and others maintain that for the physiological functional recovery of the crosswise anastomosed peripheral nerves a long period of purposive training is needed in addition to sufficient nerve regeneration. The same may hold true in case of the vago-hypoglossal anastomosis.

緒 言

顔面神経¹⁾の療法として行う神経吻合術には1903年 Ballance⁶⁾⁷⁾及び Körte²¹⁾の報告以来現在でも副神経^{4) 10) 12) 13) 14) 16) 17) 18) 24) 25) 31) 34) 40) 41)} 或は舌下神経^{5) 8) 9) 11) 15) 23) 24) 29) 35) 37) 39)}の何れかが用いられている。両神経の利害得失に就いて^{24) 36)}は、舌下神経核及びその皮質中核は副神経のそれらより顔面神経核及びその皮質中核

により近い位置にあり、且つ舌下、顔面両神経間には副行枝があるという解剖学的事実と顔面筋運動は胸鎖乳様筋、僧帽筋運動よりむしろ舌運動とより同時性であることや、術後に起る胸鎖乳様筋、僧帽筋と顔面筋との同時性運動の方が舌と顔面筋とのそれよりもより著明であるという臨床的事実から舌下・顔面神経吻合術の方が副・顔面神経吻合術より優れていると考える人が少なくない。然しこの何れの方法に於ても顔面筋の

緊張は良好な回復を示すが、反射性乃至感情的顔面運動は永久的に回復しない¹⁾²⁾¹⁶⁾ということが欠点とされている。それでは迷走神経と吻合してみたらどうか、という考えの下に、私は迷走・顔面神経吻合術に関する実験的研究を試みると共に、脊髄神経・顔面神経吻合術をも併せ行い、これと比較検討した。又一方舌下神経麻痺に対する神経吻合術に関しては、木沢²²⁾によれば既に前世紀の中ば頃から Reichert, Schiff, Philippeaux, Rosenthal, Rawa, Calugareanu 等により迷走・舌下神経吻合術が, Bidder, Heidenhain 等により舌・舌下神経吻合術が実験的に試みられているが、舌下神経麻痺の療法として如何なる神経吻合術も臨床的価値を承認されていない状態である。それで私は迷走・顔面神経吻合術に対する対照という意味もあり、迷走・舌下神経吻合術を行つて、舌運動機能の回復状況を検討した。

実験材料及び実験方法

1. 実験動物

術前1週間以上私の手許で飼養した体重10kg内外の健康な成熟雑種犬16頭を性別を問わず手術に供した。

2. 麻酔方法

実験犬を12時間以上空腹状態に保ち、体重毎kg 50mgのRavonal(滅菌蒸留水20ccに溶解)を遊離腹腔内に注射し、注射後10分内外で充分な全身麻酔効果の発現を待つて手術を行つた。

3. 手術方法

実験犬を後述の4群に分ち、各群共に竹友³⁸⁾・渡辺⁴³⁾の神経縫合法(70%アルコール保存同種動脈管の套管による神経断端無縫合接着法)によつて、所定の神経間に端々吻合術を行つた。

第1群：迷走・顔面神経吻合術(V・F・A)。5頭。

左上頸部の耳介後部に約7cmの皮切を加え、耳下腺を剝離し、茎乳孔より出る顔面神経幹を露出し、これを該孔より顔面神経3分枝の分岐部に至る迄分離した後、該孔に密接して孔外で切断し、次に頸動脈と走行を共にする迷走神経幹を求めて分離し、上記顔面神経末梢片との縫合操作に充分な長さの余裕ある部位を定めて切断し、その末梢片は断端より2cm切除し、中枢片を顔面神経末梢片断端部に接着して縫合を行つた。茎乳孔より中枢側の顔面神経は切除不可能なのでそのまま放置した。止血を確実にし、創を1次的に閉鎖した(Fig. 1)。

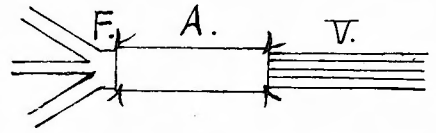


Fig. 1. Schematic illustration of the vago-facial anastomosis (V·F·A). V.: Vagus nerve, F.: Facial nerve, A.: Arterial tube.

第2群：第1頸神経・顔面神経吻合術(C₁·F·A)。4頭。

脊髄神経中、その解剖学的位置や太さが顔面神経との吻合に好適なものとして、私は第1頸神経を選んだ。先づ犬に於て、本神経が運動神経か知覚神経かを知るため、予め本神経幹を露出し、切断前と切断直後に、中枢、末梢の両側に於て夫々感応電気刺激を与えた処、末梢側刺激では切断前及び切断直後共同側前肢の肩関節に於ける著明な前方挙上運動がみられたが、切断直後の中枢側刺激に対しては最早何等の運動も起らなかった。この実験から該神経を運動神経と確認し得たので、私は顔面神経との吻合に総て第1頸神経を用いた。即ち左上頸部に前群と同様の皮切を加え、顔面神経幹を前述の如く分離切断し、その末梢側断端と、他方では第1頸神経を背筋えの侵入直前に於て切断したその中枢側断端との間に縫合を行い、第1頸神経末梢片は各分枝共断端より2cm切除した。完全な止血を行い、創を1次的に閉鎖した(Fig. 2)。

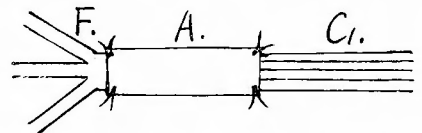


Fig. 2. Schematic illustration of the first-cervico-facial anastomosis (C₁·F·A). C₁: First cervical spinal nerve, F.: Facial nerve, A.: Arterial tube.

第3群：迷走・舌下神経吻合術(V·H·A)。5頭。

右上頸部の下顎下に約7cmの皮切を加え、顎下腺を剝離し、その内側を下顎骨に向い弓状に走る舌下神経幹を求めて分離し、該神経下降枝の分岐部より2.5cm中枢側でこれを切断し、次にV·F·Aで述べた様に迷走神経幹を分離切断し、その中枢側断端と舌下神経幹末梢側断端との間に縫合を行い、迷走神経末梢片及び舌下神経中枢片は夫々断端より2cm切除した。止血を確実にし、創を1次的に閉鎖した(Fig. 3)。

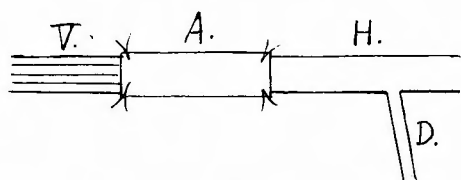


Fig. 3. Schematic illustration of the vago-hypoglossal anastomosis (V·H·A). V.: Vagus nerve, H.: Hypoglossal nerve, D.: Descending branch of hypoglossal nerve, A.: Arterial tube.

第4群: 舌下・舌下神経吻合術(H·H·A), 2頭.

V·H·A で述べた如く, 右舌下神経幹を露出し, V·H·A と同一部位でこれを切断し, 直ちに両断端間で縫合を行い, 確実な止血を行つた後, 創を1次的に閉鎖した.

4. 術後観察事項

a) 臨床所見: 手術創の治癒状況, 迷走神経, 第1頸神経切除による脱落症状発生の有無, 顔面, 舌下両神経切断による顔面, 舌の運動麻痺症状の各観察を行い, かゝる麻痺の恢復状況を術後半年~1年8ヵ月の比較的長期間に亘つて臨床的に観察した.

b) 感応電気刺激検査: 術後7ヵ月半~1年8ヵ月を経過した7例に対して, 前述と同様な全麻下に神経縫合部を露出し, Du Bois-Reymond 型感応電気刺激器(電圧6Volt)を用い, 縫合部の中樞側, 末梢側及び対側の同名神経を電気刺激し, その際の臨床所見の観察と刺激各部に於て筋強縮を起す刺激閾値の測定を行つた.

c) 病理解剖学的検査: 術後7ヵ月半~1年8ヵ月を経過した10例に就き, 死亡3例は死後なるべく早期に, 生存8例は前述の全麻下に神経縫合部を露出し, 肉眼的観察を行つた後所要範囲を切除し, これを正確な伸展位に保持して10%中性ホルマリン液中に4ヵ月以上固定し, V·F·A, C₁·F·A は Fig. 4に示した各7箇所, V·H·A は Fig. 5に示した3箇所より, 何れも約0.3cmの神経小片を切離し, セラチン包埋, 15μ凍結横断切片を作製し, これに Bielschowsky・鈴木法³³⁾による軸索染色及び Ehrlich 法(切片を溝口の第2媒染液²⁶⁾で37°C, 1昼夜媒染)による髄鞘染色を施し, 組織学的検査を行つた. 尚神経再生状況を数的に知る目的で, 上記各個所に於ける600倍拡大下任意の1視野を顕微鏡写真に撮影し, これらの中に含まれる有髄神経線維数を測定し, 神経縫合部より末梢側に於ける再

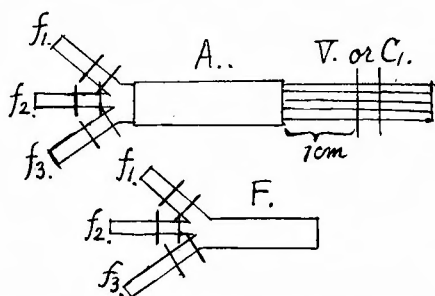


Fig. 4. In the areas indicated by # histologic examinations were made in V·F·A or C₁·F·A.

- V.: Vagus nerve.
- C₁: First cervical spinal nerve.
- f₁: First branch of facial nerve.
- f₂: Second branch of facial nerve.
- f₃: Third branch of facial nerve.
- F.: Facial nerve on the opposite side.
- A.: Arterial tube.

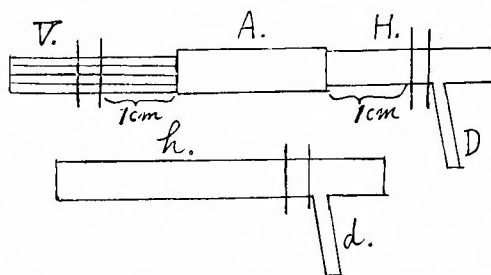


Fig. 5. In the areas indicated by # histologic examinations were made in V·H·A.

- V.: Vagus nerve.
- H.: Hypoglossal nerve.
- D.: Descending branch of hypoglossal nerve.
- h.: Hypoglossal nerve on the opposite side.
- d.: Descending branch of hypoglossal nerve on the opposite side.
- A.: Arterial tube.

生線維数を中樞側及び対側と夫々比較した. 術後7ヵ月半~1年を経過したV·H·A 3例の舌は, 切断後自然の形のまま10%ホルマリン液中に1週間浸漬した後, 根部, 中央部, 尖部に於ける各横断面に就き, 舌中隔より両側舌縁に至る水平距離を測定して舌萎縮の有無を肉眼的に検すると共に, 更に固定を続けた後, 上記各部をチェロイザンに包埋し, 5μの横断切片を作製し, ヘマトキシリン・エオジン染色により舌筋の組織学的検査を行つた.

実験成績

1. 術後臨床所見.

a) 手術創の治癒状況: 実験犬の全例に於て臨床的に感染や血腫形成を認めたものはなく, 手術創は第1癒合を営んだ.

b) 迷走, 第1頸神経よりの脱落症状: V・F・A及びV・H・Aの全例に於て, 上頸部迷走神経幹片側切除では臨床的に認むべき脱落症状は無く, C₁・F・Aに於ても片側第1頸神経切除による何等の運動障害をも認む得なかつた.

c) 顔面, 舌下神経よりの麻痺症状: V・F・A及びV₁・F・Aの全例に共通に認められた術側顔面の眼輪筋, 口輪筋, 頬筋及びその他の表情筋の運動麻痺による臨床症状は次の如くである.

i) 術側眼瞼の閉鎖運動は完全に消失し, 瞬目運動及び反射性眼裂閉鎖運動も全くみられず, 術側眼は所見眼症を呈し, 他側眼の瞬目時, 殊に反射性眼裂閉鎖時に術側眼にBellの徴候が出現した.

ii) 閉口時に術側口裂の全範囲の哆開をみる程では無いが, 術側下口唇は口角部に於て軽度下垂或は下垂外翻した. 然し食物摂取時には術側口裂は容易に哆開し, 口角に近い口裂より著明に食塊が流出した.

iii) 閉口時口裂の歪みは起らなかつたが, 開口時, 殊に大開口時には術側口角が後方に牽引されないため術側口裂の短縮がみられた.

iv) 表情運動時, 特に憤激時に著明に形成される顔面皮膚皺襞, 即ち前額部, 眼瞼周辺部, 鼻唇部の皺襞は完全に消失し, 術側顔面は無緊張状態を呈した.

次にV・H・A及びH・H・Aの全例に共通に認められた術側舌半の運動麻痺による臨床症状は次の如くである.

i) 舌挺出時に舌尖は毎常術側に偏位するが, 舌正線が上顎の正中線に対して略々直角位を示す程の著明な舌偏位は, 飲水時或は疾走後の激しい呼吸運動時に舌を長く口外に挺出した場合のみ認められた.

ii) 口唇を舐める舌運動は毎常術側に対してのみ行われ, 対側口唇を舐める舌運動は全く消失した. 従つて対側口唇に附着した食物片(多くは米粒)が, 食後のまゝ放置されている状態が屢々認められた.

iii) 食器内の食塊を舐めとり, これを円滑に口腔内に送り込む動物特有の功妙な舌運動は消失し, 殆んど舌を使用しないで, 頸部及び下顎を活発に動かして, 舌も食塊に咬みつく様な食物摂取法を示した. 従つて後に食物小片の食器内残存を認めることが多かつた. かくる食物摂取態度を表現するのに私は「代償性

かぶりつき運動」という言葉を用いるのが適切と考え, 以下これを用いることとした.

d) 麻痺症状の回復状況.

i) V・F・A.

眼輪筋麻痺: 術後7~11週, 平均9週を経過すると, 既に瞬目運動が両側同時に発現するのを認めた. 然し術側では眼瞼の運動速度, 範囲共に対側に比し著明な見劣りを示し, 遅鈍に且つ眼裂の極めて僅かな領域を覆うに過ぎず, その眼裂閉鎖機能は甚だ不完全であつた. この時期には未だ反射性眼裂閉鎖運動は起らず, 著明なBellの徴候の出現を伴うが, 眼瞼に反覆性接触刺激即ちマッサージを加えることにより瞬目時に幾分勝る眼裂縮小が認められた. 術後10~13週, 平均11.6週目には, 眼瞼マッサージに対して約1/2程度の眼裂縮小がみられ, 術後13~15週, 平均14.2週目には, 同様の刺激に対して完全な眼裂閉鎖が認められた. 反射性眼裂閉鎖運動はこの時期に至り始めて出現したが, 瞬目時と同様にこの際の眼裂閉鎖機能は対側に比し尚可成りの見劣りを示し, 眼瞼運動速度は稍々遅鈍で, 上, 下眼瞼縁の完全な接触をみるに至らず, 且つBellの徴候の出現する場合が多かつた. この様に尚完全とはいへない眼瞼運動も, 時日の経過と共に漸次良好となり, 術後26~32週, 平均28.6週目より瞬目時及び反射性眼裂閉鎖時の術側眼瞼運動は運動速度及び眼裂閉鎖程度の何れに於ても対側と殆んど差異を認めない程の良好な回復を示した.

口輪筋及び頬筋麻痺: 前述の眼瞼マッサージによる眼裂閉鎖が完成された時期に略々一致して, 即ち術後13~15週, 平均14.2週目頃より口角部に於ける下口唇の下垂或は下垂外翻, 口裂よりの食塊の流出, 開口時の口裂短縮等の前述の麻痺症状は略々完全に回復した.

その他の表情筋麻痺: 前述の各顔面皮膚皺襞は口輪筋及び頬筋麻痺の回復より後れて, 術後19~23週, 平均21.4週目, 即ち後述の術側顔面異常運動の発現後3~5週目より出現し, 以後対側に比し殆んど遜色を認めない程の良好な顔面表情運動が回復した.

ii) C₁・F・A.

眼輪筋麻痺: 術後5~9週, 平均7週目に至ると, 両側同時性の瞬目運動が発現した. この際の術側眼瞼の運動状況はV・F・Aと全く同様であるが, 眼瞼マッサージに対してはV・F・Aに少し勝る眼裂縮小が可能であつた. 術後6~10週, 平均8週, 即ち瞬目運動開始後約1週目には, 同上マッサージにより術側眼裂は

約1/2程度の縮小を示し、更に約1週後、即ち術後平均9週目には同上刺激に対して完全な眼裂閉鎖がみられ、且つこの時期には反射性眼裂閉鎖運動も発現した。この時期の術側眼裂の運動状態はV・F・Aの同一時期に於て述べた処と全く同様であつた。かゝる不完全な眼裂運動もその後徐々に恢復を示し、術後16~23週、平均19.8週目に至ると、瞬目時及び反射性眼裂閉鎖時の術側眼裂運動は運動速度では対側と略々同じ迅速さを恢復したが、運動範囲、即ち眼裂閉鎖程度に於ては尚可成りの不完全さを残し、上、下眼裂縁の接触を認めるに至らなかつた。この様な眼裂閉鎖機能の不完全さは術後6ヵ月~1年8ヵ月、平均1年1ヵ月半の観察期間では認むべき恢復を示し得なかつた。

口輪筋及び頬筋麻痺：前述の麻痺症状はV・F・Aと同一時期、即ち眼裂マッサージによる術側眼裂の閉鎖が完成された術後7~11週、平均9週目頃より略々完全に恢復した。

その他の表情筋麻痺：前述の各顔面皮膚皺襞はV・F・Aと同じく口輪筋及び頬筋麻痺の恢復より後れて、術後20~23週、平均21.7週目、即ち後述の術側顔面異常運動の発生後2~4週目より出現したが、以後6ヵ月~1年8ヵ月の観察期間では、顔面表情運動はV・F・Aにみられた程の著明な恢復を示し得なかつた。

iii) V・H・A.

術後13~17週、平均14.6週を経過すると、舌の正中位挺出が可能となり、更に可成りの長期間、即ち術後26~32週、平均29.2週目に至ると前述の「代償性かぶりつき運動」は不明瞭となり、舌により食塊を舐める様にしてこれを残さず食べ終ることが可能となつた。然し乍ら、この時期に於ても舌を強く挺出した時の術側に向う舌偏位は全例に残存し、且つ対側に向う舌挺出や対側口唇を舐める舌運動は全例に於て不可能であつた。かゝる不完全な舌運動機能は術後7.5ヵ月~1年、平均9.8ヵ月の観察期間では何等の改善をも示さなかつた。

iv) H・H・A.

舌の正中位挺出が可能となつた時期は術後7及び8週目であり、「代償性かぶりつき運動」が不明瞭となつた時期は術後15及び17週目であつた。然し乍ら、舌挺出時に術側に向う偏位は依然として認められ、且つ対側の舌挺出及び対側口唇を舐める舌運動は何れもV・H・Aと全く同様不可能であつた。かゝる不完全な舌運動機能は術後1.9ヵ月及び1年6ヵ月の観察期間に於て何等の恢復を示さなかつた。

e) 麻痺恢復経過中に現われる異常運動。

i) V・F・A.

術後15~19週、平均17.4週目より全例に於て、発声、嚥下(食事時を除く)、嘔気等の運動と同時に、術側顔面の異常運動が出現した。即ちかゝる運動時、殊に大声を發した時、瞬間的に眼裂を完全に閉鎖せしめるものや、眼裂を狭小ならしめるものがあり、同時に眼裂以外の顔面領域に於ても、さ程著明でないが筋の集团的收縮運動が認められた。又食後の胃内容充満期に一致して、眼裂の持続性縮小状態がみられ、この際の瞬目運動は両側同時に起らないことがあつたり、術側瞬目運動の欠如する場合もみられた。2例に於ては術後夫々16週、19週目より、安静時吸息運動と同時に起る術側顔面筋群の週周期性收縮運動が認められたが、この運動は空腹時よりも食後に著明であり、1例では恰も後述の顔面神経電気刺激時の如く極めて明瞭なものであつた。以上の様な異常顔面運動は術後10ヵ月~1年2ヵ月、平均11.9ヵ月の観察期間では消失乃至輕快するに至らなかつた。尚又2例に於て、術後10週目頃より術側顔面のマッサージにより嘔吐運動が發現したが、この現象は食後よりも空腹時に起り易く、術後26週目頃から自然に全く消失した。

ii) C₁・F・A.

術後17~21週、平均19.2週目より全例に於て、後肢での起立或は背伸び運動に際して、前肢を前上方に挙上したり、或は他動的に術側前肢を肩関節で強く前上方に挙上した時に術側眼裂を完全に閉鎖乃至狭小ならしめる眼裂運動が出現した。その後この異常運動は眼裂のみに止らず、術側全顔面筋の集团的收縮運動を伴う程の著明なものとなつた。かゝる異常顔面運動は術後6ヵ月~1年8ヵ月、平均1年1ヵ月半の観察期間では消失乃至輕快するに至らなかつた。

iii) V・H・A.

術後19~23週、平均21週目より、全例に於て術側舌半のみに限局して吸息運動と同時に運動が發現した。即ち普通の吸息或は發声時の呼息運動と一致して、術側舌半に恰も海面のうねりの如き細小な凹凸の出没する波状運動が認められた。この運動は舌全体の位置及び形態を変ぜしめる程強いものではなく、又空腹時と食後とによつて差異を示さなかつた。この異常舌運動は術後7.5ヵ月~1年、平均9.8ヵ月の観察期間では消失乃至輕快するに至らなかつた。尚1例に於ては、術後37日目より51日間に亘り、食物摂取時頻回の嘔吐を來したが、その後は急速に減少し散発的となり、術



Fig. 6. Tetanic contraction of the face by electrical stimulation at the site of nerve anastomosis in No. 24 dog (20 months after the vago-facial anastomosis on the left side).



Fig. 7. Tetanic contraction of the face by electrical stimulation given to the facial nerve on the opposite side in the same dog.

後122日目から自然に消失した。他の1例はこれと同様の現象として、術後56日目に空腹時の舌運動により嘔吐運動を発生し、術後94日目及び112日目には食事時嘔吐を来したが、その後全く消失した。

2. 感応電気刺激検査所見.

a) V・F・A.

2例に就き、術後夫々11ヵ月、1年2ヵ月目に神経縫合部の中枢及び末梢側に対し顔面筋の強縮を来す強さの刺激を与えた処、同時に著明な嘔吐運動を発現した。この時術側全顔面筋は、対側顔面神経幹刺激の場合と同程度に、集团的に強直性に収縮し、耳翼は前方下に傾斜し、眼裂は完全に閉鎖し、鼻梁は彎曲し鼻尖部は術側に偏位し、口裂は閉鎖し、口角部は後方に牽引せられ、顔面皮膚皺襞が著明に出現した (Fig. 6及び7)。以上の術側顔面運動及び嘔吐作用は対側頸部迷走神経の刺激では起らず、又対側頸部迷走神経切断後に術側を上刺激したのでは最早嘔吐運動は全く起らなかった。興味あることは、この2例に於てこれ迄全然認められなかつた吸息運動と同時に術側顔面の運動が全麻中に出現したことである。然し乍ら、この運動は術側全顔面筋の集团的収縮運動ではあるがさ程著明なものでなく、眼瞼運動も眼裂の完全閉鎖を来さしめる程ではなかつた。以上の成績は術側迷走神経中脳片中に存する下行、上行神経線維の何れもが、

これと吻合された顔面神経末梢片各分枝中に再生延長して全顔面筋に迄到達したことを示すものであり、又吸息運動と同時に術側顔面の運動が大脳皮質より抑制作用を受けていたことを示すものである。

b) C₁・F・A.

2例に対し、術後夫々1年2ヵ月、1年8ヵ月目に神経縫合部の中枢及び末梢側に於て顔面筋の強縮を来す強さの刺激を加えた処、V・F・Aで述べたと全く同様の術側全顔面筋の強直性収縮運動を来したが (Fig. 8及び9)、術側又は対側の前肢の肩関節に於ける前方挙上運動は全く認められなかつた。この成績は術側第1頸神経中脳片中に存する下行神経線維、即ち運動性線維がこれと吻合された顔面神経末梢片各分枝中に再生延長し、全顔面筋に迄到達したことを示すものである。

c) V・H・A.

2例に就き、術後夫々7.5ヵ月、1年目に神経縫合部の中枢及び末梢側に於て、舌筋の強縮を来す強さの刺激を与えた処、術側舌半は対側舌下神経幹刺激の場合と同程度に、強直性に収縮してS字状に彎曲し、舌縁は挙上せられ、舌尖部は対側に向つて著明な偏位を来した (Fig. 10及び11)。この際V・F・A刺激にみられた嘔吐作用の発現をみることなく、対側頸部迷走神経の刺激では、術側舌半に何等の運動も起らなかった。前



Fig. 8. Tetanic contraction of the face by electrical stimulation at the site of nerve anastomosis in No. 11 dog (11 months after the first-cervico-facial anastomosis on the left side).



Fig. 9. Tetanic contraction of the face by electrical stimulation given to the facial nerve on the opposite side in the same dog.



Fig. 10. Tetanic contraction of a half of the tongue by electrical stimulation at the site of nerve anastomosis in No. 3 dog (12 months after the vago-hypoglossal anastomosis on the right side).



Fig. 11. Tetanic contraction of a half of the tongue by electrical stimulation given to the hypoglossal nerve on the opposite side in the same dog.

述の吸息運動と同時に術側舌半の異常運動は全麻下に於ても著明に認められ、而も麻酔前と大差がなかつた。以上の成績からみると、本2例に於ては、術側迷走神経中枢片中に存する下行神経線維のみが、これと吻合された舌下神経末梢片中に再生延長して舌筋に迄到達したことになるが、他の2例に於て前述せる如く

舌運動により嘔吐発現をみた事実よりすれば、迷走神経中の上行性線維も亦再生し得ることが推定される。

d) H・H・A.

1例に於て、術後4.9ヵ月目に神経縫合部の中核及び末梢側に於て舌筋の強縮を起す強さの刺戟を与えたが、その際の術側舌半の収縮運動状態はV・H・Aと全

Table 1. Threshold values (cm) of electrical stimulation by induced current using Du Bois-Reymond's apparatus. Voltage: 6 volt.

Dogs	Methods of operation	Nerve proximal	Nerve distal	Hypoglossal or facial nerve on the opposite side
		to the anastomosis		
No. 3	V·H·A	20	18	22
No. 4	V·F·A	18	17	19
No. 6	C ₁ ·F·A	26	26	27
No. 7	H·H·A	27	26	28
No.11	C ₁ ·F·A	21	21	22
No.12	V·H·A	20	15	22
No.24	V·F·A	19	19	20

Table 2. Horizontal distances (cm) from septum to edge of the tongue in V·H·A.

Areas	Dogs			
		No. 1	No. 3	No.12
Root	Operated side	1.5	1.6	1.6
	Opposite side	1.6	1.8	1.7
	Difference	0.1	0.2	0.1
Middle	Operated side	1.6	1.7	1.5
	Opposite side	1.7	1.8	1.8
	Difference	0.1	0.1	0.3
Tip	Operated side	1.5	1.5	1.5
	Opposite side	1.5	1.6	1.6
	Difference	0	0.1	0.1

く同様であった。

以上の各群各例に於ける強縮刺激閾値は Table 1 に示す如くで、神経縫合部の中枢、末梢の両側共に対側に比し刺激閾値が僅か乍ら高くなる傾向が認められた。

3. 病理解剖学的所見.

a) 肉眼的所見.

包鞘動脈管は全例に於て白色の薄膜として保存され、周囲組織との癒着は軽度で、鈍性剝離が可能であったが、縫合糸をかけた部分では可成り強い癒着を示す例が多く、この部では鋭性剝離を要した。初期手術例中の 1 例では、動脈管側壁孔の閉鎖部に一致して外部に稍々膨隆した癒痕組織を認め、2 例では包鞘部で軽度の神経狭窄所見を認めたが、動脈管と神経の分離は一般に容易であり、神経断端腫の形成をみたものはなく、動脈管内で所定の神経間の吻合が全例に於て完成しているのを認めた。神経縫合部より中枢及び末梢側神経は太さ、光沢、硬さ等に於て、手術当時に比し特別の変化を来したものはなかつたが、1 例は中枢側、2 例は中枢、末梢の両側共に稍々肥大している様に見受けられた。V·H·A の舌に就いては、Table 2 の成

績よりみて術側舌半の各部で軽微な萎縮の存在が考えられ、且つ舌中央部より後方にかけて萎縮が稍々強いのではないかと考えられる。

b) 組織学的所見.

軸索、髄鞘共に Fig. 12~29 に示す如く、略々満足すべき良好な再生を認めたが、縫合部より末梢側神経は対側に比し一般に神経線維の太さの不同が目立つている。然し迷走神経中には大小種々の径を有する神経線維が存するので、これと吻合された顔面神経又は舌下神経の末梢片中に再生された神経線維の太さが不同を示すのは当然のことと考えられる。再生有髄神経線維数に就き検討を加えると、縫合部より中枢側の 600 倍拡大下 1 視野内に存する線維数 (線維密度) は迷走神経で 697~917、第 1 頸神経で 365~526 であるが、これらの神経と吻合された末梢側神経の元来有していた同大視野内の線維数 (線維密度) は、仮に対側同一神経の対称部に於ける同大視野内のそれに等しいとするならば、顔面神経で 681~954、舌下神経で 815~865 となる。これらの数字より術前に存したと考えられる末梢側神経の線維密度と中枢側神経のそれとの比率 (正しくは

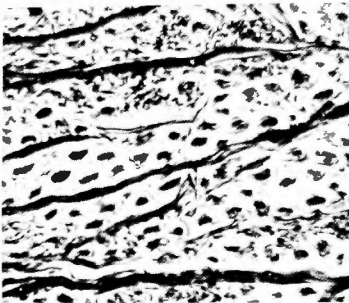


Fig. 12. Cross section of the nerve (vagus) proximal to the va-go-facial anastomosis. No. 24 dog (20 months after the anastomosis). Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.



Fig. 13. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

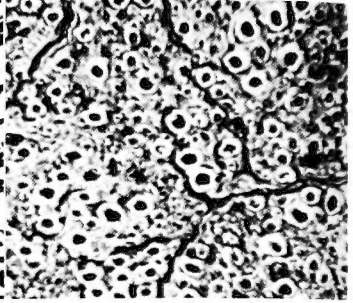


Fig. 14. Cross section of the nerve distal to the anastomosis (First branch of facial nerve). The same dog. Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.

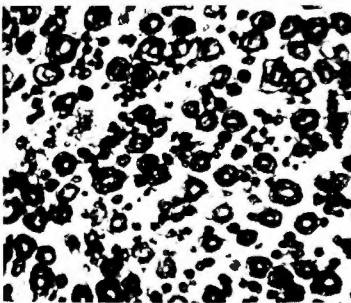


Fig. 15. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

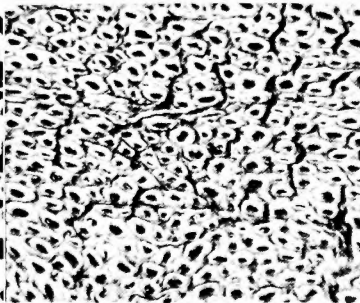


Fig. 16. Cross section of the first branch of facial nerve on the opposite side. The same dog. Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.

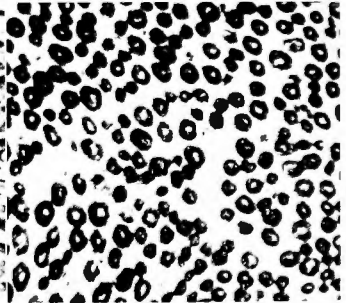


Fig. 17. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

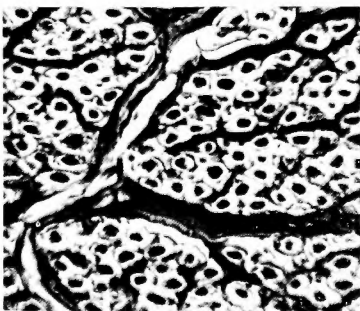


Fig. 18. Cross section of the nerve proximal to the anastomosis. (First cervical spinal nerve). No. 6 dog (14 months after the first-cervico-facial anastomosis). Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.



Fig. 19. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

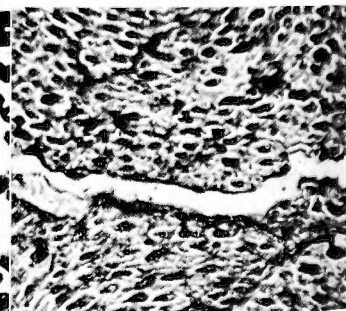


Fig. 20. Cross section of the nerve distal to the anastomosis. (First branch of facial nerve). The same dog. Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.



Fig. 21. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

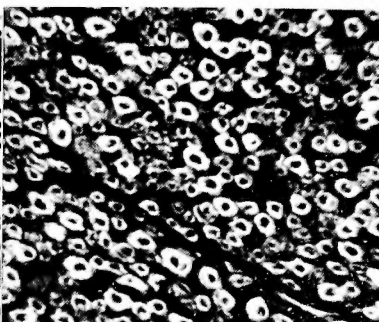


Fig. 22. Cross section of the first branch of facial nerve on the opposite side. The same dog. Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.



Fig. 23. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

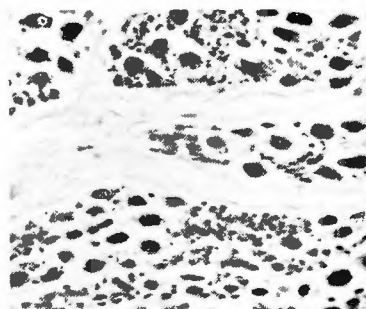


Fig. 24. Cross section of the nerve (vagus) proximal to the vagohypoglossal anastomosis. No. 3 dog (12 months after the anastomosis). Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.

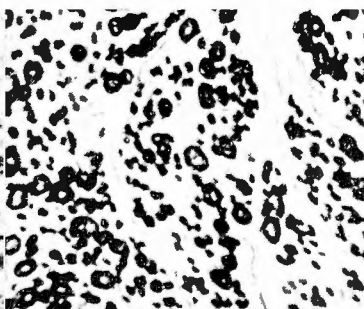


Fig. 25. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

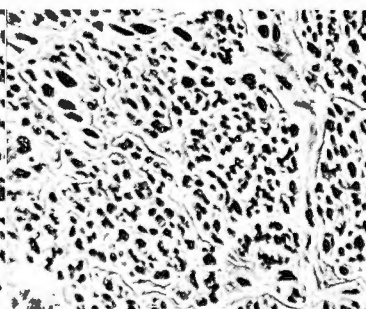


Fig. 26. Cross section of the nerve (hypoglossus) distal to the vagohypoglossal anastomosis. The same dog. Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.

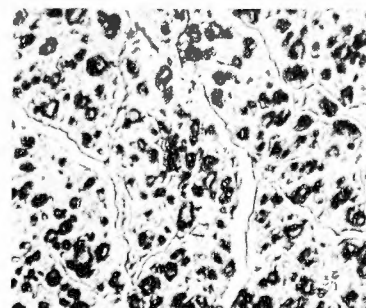


Fig. 27. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

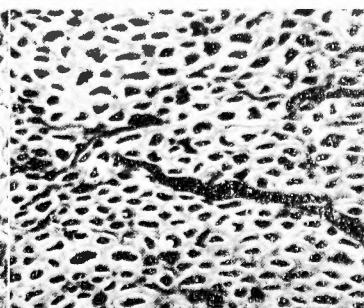


Fig. 28. Cross section of the hypoglossal nerve on the opposite side. The same dog. Bielschowsky-Suzuki's stain. $\times 600$.

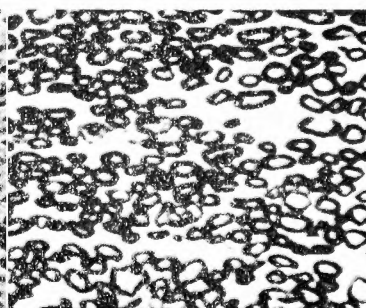


Fig. 29. The same part of the same dog. Ehrlich's stain. $\times 600$.

Table 3. The rate of nerve regeneration as seen from the density of nerve fibers (I).

Dogs	Methods of operation	α	β
No.11	C ₁ ·F·A	+ 95.0%	+101.0%
No. 6	C ₁ ·F·A	+ 39.7%	+ 43.7%
No. 2	V·F·A	+ 24.6%	+ 30.6%
No.12	V·H·A	+ 0.8%	+ 16.9%
No. 1	V·H·A	+ 3.4%	+ 14.7%
No. 3	V·H·A	- 8.9%	+ 0.4%
No. 5	V·F·A	- 18.2%	- 8.0%
No. 4	V·F·A	- 20.4%	- 17.1%
No.24	V·F·A	- 26.2%	- 24.0%

$$\alpha = \frac{a-b}{b} \times 100\%$$

$$\beta = \frac{c-b}{b} \times 100\%$$

a = Density of regenerated fibers in the nerve distal to the anastomosis.

b = Density of fibers in the nerve proximal to the anastomosis.

c = Density of fibers which are assumed to be contained within the nerve distal to the anastomosis before the operation: density of fibers in the corresponding nerve on the opposite side.

Table 4. The rate of nerve regeneration as seen from the density of nerve fibers (II).

Dogs	No. 6	No.24	No.11	No. 4	No. 2	No. 3	No. 1	No. 5	No.12
Methods of operation	C ₁ ·F·A	V·F·A	C ₁ ·F·A	V·F·A	V·F·A	V·H·A	V·H·A	V·F·A	V·H·A
γ	97.2%	97.0%	97.0%	95.9%	95.3%	90.6%	90.1%	88.9%	86.2%

$$\gamma = \frac{a}{c} \times 100\%$$

c = Density of fibers in the corresponding nerve on the opposite side.

両者の差の後者に対する比率)を求め、一方実際に再生した末梢側神経内の線維密度に就き同様の比率を求め、両者を比較すると Table 3 の如き結果を得た。即ち中枢側に対する末梢側再生神経線維密度の増減比率は -26.2%~+95.0%という種々な値を示しているが、これらの比率は同じく中枢側(術側)に対する末梢側神経の術前に有していたと考えられる線維密度の比率と良く平行していることが分る。従つてこの事から、線維密度よりする神経再生率は線維密度の少い神経をこれの多い神経と吻合した場合に増大するものといえる。次に同じく神経線維密度よりみた対側神経末梢対応部位に対する術側の再生末梢側神経の比率は Table 4 の示す如く 86.2%~97.2%である。V·H·A の舌横断切片に就き、固有舌筋の萎縮、変性等の変化の有無を検したが、認むべき陽性所見は得られなかつた。

考 察

1931年中村²⁸⁾は猫の頸部に於て迷走神経と脊髄神経と

の吻合を行い、1954年石井¹⁹⁾²⁰⁾は同じく猫の頸部に於て脊髄神経と迷走神経との吻合及び両者の交叉縫合をも行い、動物・植物神経間でも神経の組織学的²⁰⁾及び機能的¹⁹⁾²⁰⁾再生結合の可能なことを実証したが、彼等の成績では厳格な意味での生理的正常機能の恢復をみるに至らなかつた。私の V·F·A では、反射性眼瞼運動や顔面表情運動の恢復は舌下・顔面或は副・顔面神経吻合より遙かに良好で、略々正常に迄達成された。Langworthy³⁾は副交感神経機能を要約して、副交感神経は調節機能を1次的に有し、横紋筋に対する運動神経と同様な態度で滑平筋及び心筋の緊張と収縮とを調節し、且つ大脳皮質を含めた中枢神経の色々な高さを通る反射弓により影響を受けると述べているが、副交感神経を代表する迷走神経は植物神経としての性格の外に中枢よりの影響や末梢支配態度に於て動物神経即ち一般の運動神経により近い性格をもつものといえる。又顔面神経は顔面筋の随意運動支配の外に顔面筋の感情的不随意運動支配という植物神経的性格をも有するので、かゝる2重性格をもつ顔面神経は機能上述

走神経と比較的類似しているといつてよい。この様に機能の類似性を有する末梢神経相互間で吻合を行つた場合、荒木¹⁾の所論の如く術後新に生じた末梢環境の変化に対して中枢神経が末梢機能を遂行するのに最も都合の良い様な再編成作用乃至代償機能を獲得することが容易となるであろう。従つて V・F・A に於ては中枢神経（恐らくは大脳皮質中枢）の如くなる代償作用により、従来の如何なる神経吻合術にもみられなかつた好結果が得られたのではなからうか。一方上述の石井¹⁹⁾の成績は私と同じく動物・植物神経間の吻合ではあるが、機能の類似性の乏しい脊髄神経と迷走神経との吻合であつた為、V・F・A の場合の様な中枢神経の代償作用が起り難かつたのであろう。又 C₁・F・A では眼瞼運動及び顔面表情運動の両機能の回復が共に V・F・A より劣る成績を得たが、このことは純粋に動物神経としての性格をもつ脊髄神経をもつてしては上述の2重性格を有する顔面神経機能を完全に代行せしめ難いことを示すものである。機能の類似性を有する末梢神経相互間の吻合という意味で V・F・A と相似しと推察される V・H・A の場合に於ては、術後の舌運動機能回復は前述の如く期待に反して意外に不良であつたが、舌下神経同志の、即ち通常の同名神経間の吻合を行つた H・H・A に於てすら、V・H・A と大差なき結果を得たことからみて、その原因を次の如く考えるのが妥当であろう。即ち動物（犬）に於ては、たとえ半側舌運動麻痺が存在しても、前述の「代償性かぶりつき運動」により、食慾を十分に満足させるだけの食物摂取が可能であるから、神経再生の完了後積極的な訓練、例えば対側に舌を挺出しなければ食物摂取が出来ない様な特別な装置を用いて、訓練を行うのでなければ、麻痺中の摂食習慣をそのまま持続し、術前の正常摂食の回復は急には行われぬのではないかと思われるのである。神経再生の完成に加うるに術後長期に亘る合目的運動練習の継続が末梢器官の生理的機能の回復に必要なことは既に諸家により説かれた処であるが、次の3氏の実験成績はこの事実を明白ならしめるものである。即ち1947年 Sperry³²⁾は猿の肘関節運動を支配する神経間に交叉縫合を行い、術後発生した肘関節の逆運動は特殊の装置による運動練習により3年後には消失し、随意的合目的運動を行う能力を獲得したことを報告し、1955年渡辺⁴⁴⁾は犬の大腿に於て脛骨神経と腓骨神経との交叉縫合を行い、術後の足趾の反目的逆運動は6ヵ月の観察期間では回復しないことを報告したが、その後1958年西村³⁰⁾は犬で同様の実験を行い、

渡辺より更に長期の観察を行つた結果、術後1年以上を経過すると特別な歩行訓練を施さなくても正常歩行の回復を認め、而もかかる時期に対側大脳皮質運動領野の切除により一旦獲得された正常歩行機能は消失し、渡辺のいう逆運動期に逆行し、再び歩行の障害されることを報告した。以上の成績は何れも屈筋支配神経と伸筋支配神経との交叉縫合という極端な場合であるにも拘らず、術後の他動的或は自動的合目的運動練習により大脳皮質中枢の機能転換作用が行われ、正常運動機能の回復が達成されたことを示している。従つて私の行つた V・H・A に於ても神経再生完了の時期から特殊な装置による運動練習を施すことが出来れば、遂には正常の舌運動機能の回復が期待されるであろうと思う。尚 V・F・A、C₁・F・A、V・H・A の何れに於ても、中枢側神経固有の運動発現に伴つて、それと同時に顔面及び舌に前述の如き異常運動を来すことは非生理的不愉快なことであるから、出来れば除去したいものであるが、除去可能かどうか、即ちかかる運動が永久的なものか否かは更に長期に亘る観察を必要とする。

結 論

1. 私は犬の片側上頸部に於て迷走・顔面(5頭)、第1頸神経・顔面(4頭)、迷走・舌下(5頭)及び舌下・舌下(2頭)の各神経吻合を行い、術後の顔面及び舌の運動機能状況を半年～1年8ヵ月に亘り観察した。
2. 迷走・顔面神経吻合では眼輪筋は術後26～32週平均28.6週、口輪筋及び頬筋は術後13～15週、平均14.2週、その他の顔面表情筋は術後19～23週、平均21.4週で略々正常の機能を回復した。
3. 第1頸神経・顔面神経吻合では口輪筋及び頬筋は術後7～11週、平均9週で略々正常の機能を回復するが、眼輪筋及びその他の顔面表情筋は術後夫々16～23週、平均19.8週、20～23週、平均21.7週を境として以後不完全な機能回復状態に止つた。
4. 顔面神経との吻合には、第1頸神経より迷走神経を選ぶ方が術後の機能は勝り、而も後者を用いると顔面の反射性乃至は感情的運動機能も略々完全に回復し得た。(人間では本術式の際迷走神経切断による声帯麻痺が当然考慮されねばならない)。
5. 迷走・舌下神経吻合では術後26～32週、平均29.2週で「代償性かぶりつき運動」は略々完全に消失するが、舌挺出時の舌尖部の軽度の偏位や対側に向う舌挺出はその後も何等回復しなかつた。

6. 舌下・舌下神経吻合では術後約16週で一応舌運動は恢復したが、以後迷走・舌下神経吻合の場合と全く同一の不全状態を残した。

7. 神経縫合部の中枢及び末梢側の電気刺戟により、顔面、舌共に対側刺戟の場合と同程度の良好な筋収縮を呈するが、刺戟閾値は対側に比し多少高くなる傾向を示した。

8. 神経縫合部の肉眼的、組織学的所見より所定の異名神経間の吻合が成功していることを確かめ、再生神経線維は植物・動物神経間に於ても充分再生延長することを実証した。

9. 以上の成績から大脳發育の良好な動物に於て異名脳神経間の吻合を行う場合は、出来るだけ類似の機能をもつた神経同志を選べば、大脳皮質中枢の再編成、再統一が可能となり、術後の機能は生理的になり得ると思われるが、術後の完全な機能恢復を得る為には、かゝる中枢神経の機能転換乃至は代償作用を促進する意味で、長期に亘る合目的訓練を要する。

10. 従つて迷走・舌下神経吻合の場合でも、神経再生の完成と共に、特殊の装置による運動練習を行うようにすれば、舌の正常運動機能の恢復は可能であると考えらる。

11. 迷走・顔面、第1頸神経・顔面、迷走・舌下の各神経吻合に於てみられた術後一定期間を経て発生する顔面及び舌の異常運動、即ち中枢側神経固有の運動(迷走神経では発声、嘔気、吸息等、第1頸神経では術側前肢の肩関節に於ける強い前方挙上)発現に伴う顔面、舌の同時性運動は非生理的不愉快なものであるが、これが永久的のものか否かは更に長期の観察を要する。

稿を終るに当り、御懇篤な御指導と御校閲とを賜つた恩師荒木千里教授並びに御援助と御鞭撻を戴いた外科医長裕文雄博士、研究科医長福谷温博士に対し深甚な感謝の意を表する。

文 献

- 1) 荒木千里：末梢神経外科の経験。最新医学，2，9，1947。
- 2) 荒木千里：末梢神経外科雑題。臨床の進歩，1，51，1949。
- 3) 荒木千里：自律神経支配の一般原則。医学，8，1，1950。
- 4) Adson, A. W.: Surgical Treatment of Facial Paralysis. Arch. Otolaryn., 2, 217, 1925.
- 5) Alexander, E. Jr. and Davis, H. Jr.: Correction of Peripheral Paralysis of Facial Nerve by Hypoglossalfacial Anastomosis. South. M. J., 47, 299, 1954.
- 6) Ballance, C. A.: The Operative Treatment of Chronic Facial Palsy of Peripheral Origin. Brit. M. J., 1, 1288, 1903.
- 7) Ballance, C. A., Ballance, H. A. and Stewart, P.: Remarks on the Operative Treatment of Chronic Facial Palsy of Peripheral Origin. Brit. M. J., 1, 1009, 1903.
- 8) Ballance, C. A.: A Case of Facial Palsy Treated by Faciohypoglossal Anastomosis in which an Anastomosis was also made between the Spinal Accessory and the Distal Segment of the Divided Hypoglossal Nerve in Order to Prevent Permanent Lingual Paralysis and Atrophy. Lancet, 1, 1675, 1909.
- 9) Bourguignon, G.: Late Result of Hypoglossofacial Anastomosis: Inadaptation of Centers. Rev. Neurol., 73, 601, 1941.
- 10) Cushing, H.: The Surgical Treatment of Facial Paralysis by Nerve Anastomosis, with Report of a Successful Case. Ann. Surg., 37, 641, 1903.
- 11) Coleman, C. C.: Results of Faciohypoglossal Anastomosis in the Treatment of Facial Paralysis. Ann. Surg., 111, 958, 1940.
- 12) Coleman, C. C. and Walker, J. C.: Technic of Anastomosis of Branches of Facial Nerve with Spinal Accessory for Facial Paralysis. Ann. Surg., 131, 960, 1950.
- 13) Davidson, A.: Über die Nervenpfropfung im Gebiete des Nervus facialis. Beitr. Z. Klin. Chir., 55, 427, 1907.
- 14) Grant, W. W.: Traumatic Facial Paralysis: Anastomosis of Facial Nerve to Spinal Accessory and the Peripheral End of Accessory to the Descendens Hypoglossi. J. A. M. A., 55, 1438, 1910.
- 15) Gama, C.: Hypoglossofacial Anastomosis in the Therapy of Traumatic Paralysis of Seventh Pair of Cranial Nerves. Rev. med. e. cir. de São Paulo., 9, 213, 1949.
- 16) Grafton Love, J. and Cannon, B. W.: Nerve Anastomosis in the Treatment of Facial Paralysis, Special Consideration of the Etiologic Role of Total Removal of Tumors of the Acoustic Nerve. Arch. Surg., 162, 379, 1951.
- 17) Hanrahan, E. M. and Dandy, W. E.: Procedure to Correct Facial Paralysis (by Spinofacial Anastomosis and Fascial Strips). J. A. M. A., 124, 1051, 1944.
- 18) 伊藤隼三：頑固なる顔面神経麻痺症に施せる神経栓枝術の1例。東京医事新誌，1454，1906。

- 19) Ishii, S.: Experimental Study on Possibility of the Functional Restoration after Anastomosis between a Spinal Nerve and the Vagal Nerve. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.*, **8**, 69, 1954.
- 20) Ishii, S.: Histological Studies of the Anastomosis between a Spinal and the vagal Nerve. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.*, **8**, 87, 1951.
- 21) Körte, W. und Bernhardt, M.: Ein Fall von Nervenpfropfung des Nervus facialis auf den Nervus Hypoglossus. *Deut. med. Wchnschr.*, **29**, 293, 1903.
- 22) 木沢和：末梢神経再生に関する綜説。日新医学, **29**, 183, 1940.
- 23) 工藤達之他：顔面神経麻痺に対する Stooky 氏手術の 1 治療例。手術, **5**, 616, 1951.
- 24) McKenzie, K. G. and Alexander, E. Jr.: Restoration of Facial Function by Nerve Anastomosis. *Ann. Surg.*, **132**, 411, 1950.
- 25) 松本博之他：顔面神経麻痺の外科的治療に就いて。日外会誌, **57**, 1461, 1956.
- 26) 溝口史郎：人の大脳髄鞘染色標本の製作法。最新医学, **12**, 807, 1957.
- 27) 額田晉：顔面神経麻痺及び其の療法。治療及び処方, **1**, 387, 1920.
- 28) 中村次郎：迷走神経と頸部脊髄神経との結合再生に就て。慶応医学, **11**, 2107, 1931.
- 29) 仁保三四次他：耳性顔面神経麻痺に対する顔面・舌下神経吻合術の 1 例。耳鼻咽喉科, **25**, 670, 1953.
- 30) Nishimura, S.: Electromyographic Studies on Crossed Anastomosis between the Tibial and the Fibular Nerve in Dogs. *Arch. Jap. Chir.*, **27**, 919, 1958.
- 31) 大浦美登志：術後性顔面神経麻痺の手術例。鹿児島医学雑誌, **24**, 27, 1951.
- 32) Sperry, R. W.: Effect of Crossing Nerves to Antagonistic Limb Muscles in the Monkey. *Arch. Neurol. Psychiat.*, **58**, 452, 1947.
- 33) 鈴木清：組織標本製作技術ノート(IV)。脳神経領域, **5**, 184, 1952.
- 34) Snien, H. J. and Karavitis, A. L.: Technic for Anastomosis of Facial Nerve and Spinal Accessory Nerve. *J. Neurosurg.*, **11**, 509, 1954.
- 35) Thomas, A. and de Ajuriaguerra: Anastomosis between Hypoglossal and Facial Nerves; Case Report. *Rev. Neurol.*, **74**, 308, 1942.
- 36) 高原高三：顔面神経麻痺の手術的治療法。耳鼻咽喉科臨床, **42**, 35, 1949.
- 37) Tentzer, A.: Anastomosis of Distal Trunk of Facial Nerve with Hypoglossal Nerve. *Bull. Schweiz. Akad. d. med. Wissensch.*, **5**, 163, 1949.
- 38) 竹友隆雄：末梢神経縫合及び欠損補填の改良術式。京都医学会雑誌, **2**, 628, 1951.
- 39) 高牟礼盛夫：顔面神経麻痺整形術治療例。耳鼻咽喉科臨床, **44**, 129, 1951.
- 40) 戸田孝他：神経吻合による陳旧性顔面神経麻痺の治療例。東京医事新誌, **69**, 480, 1952.
- 41) Tavernier, J. B. and Daum, S.: Anastomosis between Accessory and Facial Nerve in Therapy of Peripheral Facial Paralysis following Ablation of Tumor of Acoustic Nerve; Case Report. *Rev. Neurol.*, **87**, 612, 1952.
- 42) 竹友隆雄：末梢神経の外科。日本外科全書, **9**, 251, 1955.
- 43) Watanabe, K.: A New Method of Peripheral Nerve Anastomosis; Reunion of a Severed Nerve by Tubulation with an Arterial Tube Fixed and Preserved in 70% Alcohol. *Arch. Jap. Chir.*, **23**, 458, 1954.
- 44) Watanabe, K.: Experimental Study on Crossed Anastomosis between Antagonistic Peripheral Nerves. *Arch. Jap. Chir.*, **24**, 132, 1955.