論 説

顔面神経縫合術

山 本 悦 生

Facial Nerve Suturing

Etsuo Yamamoto

(Kobe City General Hospital)

Experimental studies were performed to determine the best method of facial nerve suturing. The best results were achieved by cutting the nerve in an oblique fashion and approximating the cut ends of the perineurium without tension by end-to-end anastomosis. Wrapping of the anastomosis area did not improve the end result of regeneration of the nerve fibers. When the corresponding fascicles cannot be identified, epineural suture is considered sufficient. Electron irradiation inhibited regeneration of the grafted nerve.

The ideal method of facial nerve suturing is described. In addition, the cases with intratemporal facial nerve grafting and cross-face facial nerve grafting are presented.

Key words: facial nerve, epineural suture, perineural suture, electron irradiation

はじめに

顔面神経が何らかの原因で損傷された場合の修復方法としては、端々吻合、神経移植術、神経吻合術（損傷された顔面神経の末梢端と他の運動神経の中枢端との吻合）が行われる。

損傷された末梢神経の修復法としては、古くから行われている神経外膜縫合法が、micro-surgery の導入により微細な工夫を加えて正確に実施できるようになった。さらに、神経周膜縫合法も可能となり、その良好な成績が報告されつつある。理論的には、各々の funiculus 断端を正確に接合できる周膜縫合の方がはるかに優れていると考えられ、そのような報告がある^{1)~4)}。しかし、実際の成績は外膜縫合法と差

がないとの意見もある^{5)~7)}。

そこで、顔面縫合術とその術後照射に関して筆者が猫の顔面神経を用いてこれまでに行った実験的研究の結果を示し、縫合法の実際と臨床例を示す。

実験的研究

1) 神経外膜縫合法

顔面神経の外膜縫合法については種々の方法があるが、最良の方法は確定していない。縫合成績を左右する因子として、縫合面の切断法、縫合部被覆の有無、縫合部の神経外膜切除の有無に焦点を合わせて、以下の動物実験を行った⁸⁾。

猫の顔面神経の一侧を側頭骨外で露呈し、眼

眼枝を切断後、組織検査用切片を切除後直ちに縫合した(図1)。縫合方法としては図2のような6種の方法を行った。縫合は9-0の糸を用いて3~4針行った。反対側は術後観察のための対照とした。術後成績の評価は、20週後に(1)眼瞼閉鎖度、(2)電気生理学的観察、(3)組織学的観察で行った。眼瞼閉鎖度は、4段階(0:眼瞼運動なし、1:不完全眼瞼閉鎖、2:眼瞼閉鎖可能なるも対照側より弱い、3:対照側と同程度の完全な眼瞼閉鎖)に分類して採点した。電気生理学的には、縫合部より末梢部の電気刺激に対する眼輪筋の複合電位(Electro-neuronographyに相当)を縫合前と観察終了時点で記録して、各々の振幅を比較して回復率を求めた(図3)。組織学的には、縫合末梢部(眼瞼枝)の神経片を採取して、縫合前に採取した神経片とともにオスミウム染色後、光学顕微鏡で観察して比較した。

計43匹についての最大回復までの期間、眼瞼閉鎖度、複合電位の回復率の結果は表1に示す通りである。斜断縫合被覆なし法(Ⅱa群)が最も術後成績が良く、従来の垂直断縫合法が被覆の有無に関係なく最も悪かった。挿入縫合法の成績は、垂直断縫合法および斜断縫合法被覆群よりは優れていた。再生有髄神経数の割合は、複合電位の回復率と良く相関し、組織学的検索の結果は、以上の眼瞼閉鎖度および電気生理学的観察結果とほぼ一致した。

以上の結果から、(1)縫合部の切断法としては、垂直断より斜断の方が良い、(2)縫合部の被覆は、術後成績を良くはしないことがわかった。斜断縫合法の優れている理由としては、縫合部の癒着神経腫形成が少なく、縫合部の接触面が大きいことにより、再生神経線維が末梢部へ容易に到達して、その総数が増加するためと考えられる⁹⁾。縫合部被覆の結果が悪かったの

図1 猫の側頭骨外顔面神経と実験方法

は、コラーゲンチューブにより縫合部が締め付けられるためと考えられ、縫合部は全面被覆せず開窓したチューブを使用して締め付け効果を

減じ、縫合部の緊張をとる意味で、縫合断端を支えるように使用すべきである。

I Straight type

II Oblique type

III Insert type

図2 検討した神経外膜縫合法

(1.垂直断縫合, 2.斜断縫合, 3.挿入縫合一中枢端の神経周膜付神経束を末梢端の神経外膜内に挿入して縫合. それぞれの縫合法でaは被覆なし, bはコラーゲンチューブで被覆したもの.)

表1 神経外膜縫合法の成績の比較
(II aは8匹, それ以外は7匹の平均値である)

縫合法	最大回復までの期間 (週)	眼瞼閉鎖度の 平均値	複合電位の 平均回復率 (%)
I a	7.7	2.1	64.9
I b	8.4	2.1	64.6
II a	6.5	2.9	82.9
II b	8.2	2.4	65.0
III a	7.9	2.4	70.1
III b	7.1	2.4	67.7

図3 複合電位の記録法

2) 神経外膜縫合と神経周膜縫合の比較

神経外膜縫合と神経周膜縫合の優劣, 縫合部チューブ使用の良否などを調べるために, 30匹の猫の顔面神経眼瞼枝を用いて, 組織検査用の小片を切除後, 図4のような端々縫合法について, 術後成績を1)と同様の評価法で比較検討した¹⁰⁾. すなわち, ①チューブ使用神経外膜縫合: 神経を斜断してそのまま神経外膜を縫合した後, 縫合部を開窓コーラーゲンチューブで支え, 両端を接着剤で固定する, ②神経周膜縫合: 神経を切断後神経外膜を両断端から5mm切除して, 神経周膜を縫合する, ③チューブ使用神経周膜縫合: ②と同様の縫合を行い, ①と同様に開窓コーラーゲンチューブを使用するの3種類である. なお, 神経縫合は9~0の糸を用いて1~2針行った.

これら3種の縫合法に, 1)の実験で最も成績の良かったII a法: 神経外膜斜断縫合(チューブ不使用)の結果を加えて4縫合法を比較したのが表2で, 最大回復までの期間, 眼瞼閉鎖度および複合電位回復率の平均値を示した. 最大回復までの期間は, 神経外膜縫合(チューブなし)がやや短く, 他の3縫合法間に差はなかった. 眼瞼閉鎖度は, 神経外膜縫合(チューブなし)で最も良く, 神経周膜縫合(チューブなし)が最も悪かった. 複合電位の回復率は神経周膜縫合(チューブなし)でやや悪い以外は, 他の3縫合法間で差はなかった. これらの回復結果は, いずれも各縫合法間に統計的には有意差を認めなかったが, 神経周膜縫合(チューブなし)の複合電位の回復率が他の3縫合法のそれらに比べて悪い傾向があった. 組織学的検索結果は, 以上の臨床的および電気生理学的結果を裏付けるものであった.

以上の実験結果は, 神経縫合後の線維再生にとって重要な因子は, 神経周膜の接合状態であり, 神経外膜に多少の緊張状態があっても, 神経周膜の両断端に緊張のない密な接合があれば良好な再生結果が得られることを示している.

神経外膜縫合の場合は, とくに強い緊張のかかる場合以外はコーラーゲンチューブで支持する必要はないが, 神経周膜縫合の場合は, 縫合部に少しでも緊張のかかる可能性のある時は, コーラーゲンチューブによる支持をした方が良いといえる. 本研究で対象とした猫の眼瞼枝はmono-fascicular の部位であり, そのため神経周膜縫合と神経外膜縫合で回復差が出なかったのかも知れない. multifascicular な部位では神経周膜縫合が有利なはずである. しかし, 対応する funiculus を確定できない場合(現在では殆ど不可能であるが, 神経分岐部では funicular pattern が判別可能な場合がある)は, 神経周膜縫合を行って, 異なる部位, 性質の funiculus 同志を縫合する危険性を侵すよりは, 再生線維が本来の伸びるべき perineural tube を選択できる余裕があり, 技術的に容易な神経外膜縫合を行った方が有利と考えられる.

図4 検討した神経縫合法

表2 各縫合法の結果の比較

縫 合 法	最大回復 までの期間 (週)	眼瞼閉鎖度 の平均値	複合電位の 平均回復率 (%)
神経外膜縫合 (チューブなし)	6.5	2.9	82.9
神経外膜縫合 (チューブ付)	6.7	2.7	82.8
神経周膜縫合 (チューブなし)	6.8	2.5	72.0
神経周膜縫合 (チューブ付)	6.7	2.7	82.8

3) 電子線照射の移植神経再生に及ぼす影響
耳下腺部、頬部の悪性腫瘍では、腫瘍摘出と同時に顔面神経を切除して神経移植を行い、術後X線照射を追加する症例が多い。このような場合に、照射の修復神経の再生に及ぼす影響については議論のあるところである。この点を検討するために以下の実験を行った¹¹⁾。

10匹の猫を用いて、顔面神経を側頭骨外で露呈し、主幹、分岐部、二大分枝を1つの神経片として切除し、生理的食塩水中に保存した。約15分後に組織検索のための小片を切除した後、同神経片を原位置にもどし、切断部を神経縫合(9-0の糸で、3~4針神経外鞘を縫合)した。この神経片切断および縫合操作は各猫について両側に可及的同条件下に行なった(図5)。術後の創部治癒を待って(約1週間後)、1側に電子線照射(31MeV Betatron 200KeV)を開始した。総線量4290radを29~30日間で照射した。他側は照射せず対照とした。右側照射5匹、左側照射5匹である。

術後4ヶ月間観察し、顔面神経の再生程度を各猫で眼瞼枝について、(1)臨床的、(2)電気生理

学的、(3)組織学的観察を行い、それぞれを照射側と非照射側について比較検討した。

表3は、10匹の猫についての照射側(→印)と非照射側の眼瞼閉鎖度と複合電位の回復率を示したものである。

臨床的(眼瞼閉鎖度)には、半数の5匹(cat 23-74, 24-74, 25-74, 30-74, 31-74)で回復度に差があり、照射側の方が回復が悪かった。この5匹のうち、cat 30-74では非照射側も不完全回復(Grade 2)であったが、他の4匹では、非照射側は全て完全回復(Grade 3)した。残りの5匹では回復度に差がなかったが、照射側の回復が良好であった猫はなかった。なお、回復度に差のない5匹のうち、cat 18-74を除く4匹では、非照射側の回復は完全ではなかった(Grade 1あるいは2)。

電気生理学的(複合電位の回復率)観察では、臨床的観察結果にほぼ一致した。なお、注目すべきは、被検動物(10匹)全例で照射側の回復率が小であり、照射側は36~64%(平均48%)、非照射側は42~94%(平均70.5%)であった。

図5 神経移植と照射の方法

組織学的検索結果は、以上の臨床的および電気生理学的結果を裏付けるものであった。

以上の結果から、今回用いた線量 (4290 rads) では、照射は神経再生に抑制的に働く

ことがわかった。すなわち、全例、再生神経数は減少 (複合電位の振幅は活性神経線維数をほぼ忠実に反映する⁸⁾ ので、複合電位回復率は再生神経線維数の割合と考えられる) し、臨床的観察でも、照射側の回復の良好なものはなかった。すなわち、被検動物の半数は、顔面運動の回復状態に差があり、照射側の方が悪かった。この電子線照射は神経再生に抑制的に働くというわれわれの結果は、Pillsbury & Fisch¹²⁾ の臨床的報告に一致する。したがって、耳下腺部の悪性腫瘍などで、腫瘍摘出と顔面神経移植を行ない、術後照射を追加することは、腫瘍の再発防止には有利であるが、神経再生にとっては不利な影響を及ぼす。したがって、止むを得ざる場合を除いて照射は避けるべきであると考えられる。

臨床的応用

1) 神経縫合法

神経縫合の際は、これまでの報告に前述の実験的研究成果を加味して、以下のような注意が必要である¹³⁾。

1. 縫合部の緊張を避けること
2. 十分な拡大視野下 (手術用顕微鏡使用)

表3 移植神経再生に及ぼすX線照射の影響

猫	手術側	眼瞼閉鎖度	複合電位の回復率 (%)
18-74	R →L	3 →3	59 →58
22-74	R →L	2 →2	69 →64
23-74	→R L	→2 3	→59 84
24-74	→R L	→2 3	→56 88
25-74	R →L	3 1	88 →36
26-74	R →L	→1 1	54 →36
29-74	R →L	→1 1	42 →38
30-74	→R L	→1 2	→46 67
31-74	→R L	→2 3	→47 94
34-74	→R L	→2 2	→40 60

→照射側

図6 神経縫合法

真珠腫存在部位

真珠腫摘出後

大耳介神経採取

神経移植術

c

図7 rerouting technique による側頭骨内移植術症例
(36歳, 男性)

に行うこと

3. 縫合断端の神経外膜 (epineurium) は可及的に除去すること

4. 神経の縫合断端は可及的に斜断すること

5. 縫合糸の数はできるだけ少なくすること

以上の注意点にしたがって、最適と考えられる縫合法の実際を述べる (図6). 手術用顕微鏡下に、まず縫合しようとする神経のそれぞれ

の先端部を、接合に必要な長さより長目になるように、開窓コラーゲンチューブに最小限量の接着剤で固定する。次に、神経切断用ハサミで、両断端の神経外膜を約5mm切除して神経線維束を十分に現わし、縫合断端を可及的に斜断して接合する。これだけで十分のこともあるが (sutureless suture), 両側の神経周膜を9-0または10-0の糸で1~2針縫合すれば接合

図8 側頭骨内移植術症例

図9 交叉性移植術症例 (42歳, 女性)

は完全となる。

要は、縫合部に緊張のない密な接合を神経線維自体を傷害しないように行うことである。縫合部に緊張がない場合はチューブ使用の必要はないし、周膜の接合がうまく行くようなら外膜縫合で十分である。

2) 臨床例

顔面表情運動の回復にとっては、損傷部位の端々吻合が最良で、完全回復が期待できる唯一の方法である。実際には、そのまま端々吻合できる場合は殆どなく、一定の長さの欠損があるので、周囲組織の剝離を行ったり、reroutingを行って、可及的に端々吻合するように努力する。一般的には、神経欠損の間隙が大きく、神経移植を行わざるを得ないことが多い。移植神経として大耳介神経(図7b)と腓腹神経(図9a)が良く使用される¹³⁾。以下自験例を示す。

症例1: 36歳, 男性, 右錐体尖真珠腫(図7)¹⁴⁾

真珠腫は錐体尖部を中心に乳突腔内にあり、半規管、蝸牛も破壊されていた。真珠腫除去後、硬膜は中頭蓋窩、後頭蓋窩、内耳道外側部と広範囲に露呈していた(図7a)。顔面神経は、迷路部、鼓室部を中心に傷害されていたので、迷路部の中枢端と垂直部の末梢端の間に約4cmの大耳介神経を移植して、神経の走行をreroutした。縫合断端は可及的に斜断した後、10-0の糸で各々2針の神経外膜縫合を行った(図7b)。術後6カ月の時点では、頬部、口角部に少し動きが出ている(図7c。麻痺スコア10→18点)。

側頭骨内移植例であるが、この部の顔面神経は約30mmと長く余裕があるので、傷害が小範囲の場合はreroutingにより端々吻合が可能になることが多い。本症例のように神経移植をしてreroutingが必要な場合もある。

症例2: 42歳, 男性, 右顔面神経鞘腫(図8)¹⁵⁾

鞘腫は顔面神経水平部に限局(長さ約2mm)

して存在したので、その部分を約5mm切除後、欠損部に大耳介神経を移植した(図8a)。この部での神経縫合は容易ではないが、幸い神経は骨性溝内にあるので縫合はまず必要ない。神経外膜を十分に切除して神経断端を接合させるのみで、接合部はコラーゲン膜で被覆した。術後15カ月の表情運動は、病的共同運動は残っているが、ほぼ満足すべき(麻痺スコア26点)ものである(図8b。左術前, 右術後)。

症例3: 43歳, 女性, 右聴神経腫瘍術後(図9)¹⁶⁾

腫瘍全摘出後、顔面神経の完全麻痺を来とし、約3週後にScaramella法に準じて交叉性顔面神経移植術を行った。健側の顎・顔面枝と麻痺側の主幹部を移植神経(32cmのN. suralis)で連絡した。縫合部は斜断して開窓コラーゲントラップ付外膜縫合を行った(図9a, b)。術後1年で初めて口輪部に動きが現われ始め、約2年で閉眼可能となり、口笛運動はほぼ正常となった(図9c。左術前, 右術後)。

ま と め

筆者の行った顔面神経縫合術に関する実験的研究を述べ、それに基づく神経縫合法を示し、臨床例を提示した。

参考文献

- 1) 石川文彦: 神経縫合法ことに Funicular suture に関する実験的研究。広島大学医学雑誌 14: 359~384, 1966.
- 2) Bora FW Jr: Peripheral nerve repair in cats. JBJS 49-A: 659~666, 1967.
- 3) Orgel MG and Terzis JK: Epineural vs perineural repair. Plast Reconstr Surg 60: 80~91, 1977.
- 4) Hakstian RW: Funicular orientation by direct stimulation. JBJS 50-A: 1178~1186, 1968.
- 5) Bora FW Jr: A study of nerve regeneration and neuroma formation after nerve suture by various techniques. JHS 1: 138~143,

- 1976.
- 6) Cabaud HE : Epineural and perineural fascicular nerve repair. JHS 1 : 131~137, 1976.
 - 7) 岡 義範 : Epineural Suture と Funicular Suture に関する実験的研究 —とくに軸索再生について—. 日整会誌 53 : 1~14, 1979.
 - 8) Yamamoto E and Fisch U : Experiments on facial nerve suturing. ORL 36 : 193~204, 1974.
 - 9) 野村 進 : 末梢神経損傷に対する手術々式の検討. 整形外科 18 : 1242~1254, 1967.
 - 10) Yamamoto E : Experimental study of facial nerve suturing-comparison between epineural and perineural sutures. Auris • Nasus • Larynx (Tokyo) 15 : 19~24, 1988.
 - 11) Yamamoto E and Fisch U : Effect of electron irradiation on results of facial nerve grafting. Disorders of facial nerve (ed by M Graham & W House). pp 179~186, Ravan Press, New York, 1982.
 - 12) Pillsbury HC and Fisch U : Extratemporal facial nerve grafting and radiotherapy. Arch Otolaryngol 105 : 441~446, 1979.
 - 13) 山本悦生 : 顔面神経移植術および吻合術, 顔面神経障害 (富田寛監修). 134~144頁, 現代医療社, 東京, 1984.
 - 14) 山本悦生, 他 : 錐体尖真珠腫症例での顔面神経修復. Facial N Res Jpn 8 : 93~96, 1988.
 - 15) 山本悦生, 他 : 顔面神経鞘腫の摘出法—水平部限局の小腫瘍の場合—. 耳鼻臨床 77 : 707~713, 1984.
 - 16) 山本悦生, 他 : 聴神経腫瘍術後の顔面神経麻痺に対する交叉性顔面神経移植術の経験. 耳鼻臨床 74 : 1727~1741, 1981.
- (別刷請求先 : 山本悦生
〒650 神戸市中央区港島中町 4-6
神戸市立中央市民病院耳鼻咽喉科)