

学 位 論 文 題 名

Surgical anatomy for direct hypoglossal-facial  
nerve side-to-end“anastomosis”.

(舌下神経－顔面神経端側吻合術のための外科解剖)

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

【緒言】舌下神経－顔面神経吻合術は顔面神経の機能再建法として脳神経外科領域において汎用されているが、舌下神経を切断するため、術後の手術側舌下神経麻痺は不可避であった。近年、舌下神経機能を温存するために様々な工夫がなされてきており、半切舌下神経と顔面神経との間に神経移植を行う術式、および舌下神経を半切し長軸方向に裂いた断端と顔面神経を吻合する術式が報告されている。しかし、前者は吻合部が2箇所になるという欠点があり、後者は神経を裂くことによってドナーとなる神経組織に障害が大きくなる欠点があった。そこで我々は半切した舌下神経と顔面神経管内顔面神経を高位深頸部で直接吻合することによって、これらの欠点を解決する新たな手技を開発した。学位申請者はこの術式を中心とした顔面神経機能再建術に関わってきたが(参考論文2, 3)、この手術手技を確立するためには、これまで事実上到達不可能であった高位深頸部の微小解剖を術式にそって詳細に検討するとともに、以下のことを明らかにする必要がある。一つは顔面神経管の開放によって、舌下神経との直接吻合に十分な長さの顔面神経が常に確保できるかどうか、もう一つは半切した舌下神経の断面と麻痺に陥った顔面神経の断端との径が適合するかどうかという点である。この論文で我々はこれらの問題点を含め、この手技を確立するための臨床外科解剖を組織形態学的解析とともに検討した。

【材料と方法】

**術式の微小解剖：**①標本の準備：ホルマリンを含まない固定液(Notox)にて固定され、頸動脈、頸静脈より各々、赤・青のシリコンを注入された解剖遺体11体を用いた。頭部を三点固定器に固定し、手術顕微鏡下に実際の手術術式に従って解剖を行った。②形態計測：舌下神経と張力がかかることなく吻合するのに必要な顔面神経の長さを決定するために顔面神経が耳下腺内で分岐する点(pes anserinus)から顔面神経垂直部の最近位部(external genu)までの距離および舌下神経との最短距離を計測した。

**組織形態学的解析：**①標本の摘出：ホルマリンにて灌流固定された解剖遺体7体(12側)を用い、実際の手術手技に従って解剖を行った。顔面神経は乳様突起を手術用ドリルで部分削除、顔面神経管を開放し、垂直部の最近位部を標本として摘出した。舌下神経は第一頸椎の高さから頸神経ワナ上根を分枝した後外頸動脈前面を交叉する部分までを剖出、摘出した。また、この手術手技を適用した3名の術後片側顔面神経麻痺患者より、麻痺に陥った顔面神経断端を各々摘出した。②組織学資料の作製と観察：摘出標本(合計27本)を1%のオスミウム酸に36時間浸漬、後固定した。脱水・置換処

理し、エポキシレジンに包埋した後、ウルトラミクロトームを用いて厚さ  $1\ \mu\text{m}$  の準超薄切片とし、トルイジンブルーで染色を施した。顔面神経、舌下神経、麻痺に陥った顔面神経の横断面を光学顕微鏡下に観察した。③組織形態計測：画像解析ソフトウェア (IBAS, Kontron; Elektronik GmbH, Munich, Germany) 上でマクロプログラムを作製し、以下の計測を行った。弱拡大 (対物  $\times 5$ ) で、神経線維束の外周をトレースし、神経の断面積 ( $\alpha$ ) を計測した。強拡大 (対物  $\times 40$ ) で、テレビモニター上 ( $0.0343\ \text{mm}$ ) に観察された全ての有髄神経線維について髓鞘を直径  $1\ \mu\text{m}$  刻みの標準円 ( $4-13\ \mu\text{m}$ ) で近似し、各々の神経を構成する有髄神経線維の総数 ( $\alpha/0.0343$ ) と平均径の割合を算出した。

【結果】術式：皮切は耳介後方の弧状切開を胸鎖乳突筋の前縁に沿って下顎角の高さまで延長する。胸鎖乳突筋を後方へ翻転、乳様突起を露出し、乳様突起先端、胸鎖乳突筋前縁、耳下腺後縁で囲まれた三角形のスペースから深頸部へアプローチする。胸鎖乳突筋の内側に顎二腹筋の後腹が認められるので、これを背側へ引く。顔面神経幹を顎二腹筋枝、後耳介枝を中枢側へ追うことによって同定した後、耳下腺後葉を部分切除しながら pes anserinus まで露出する。舌下神経は内頸静脈を後方へ引くと認められるが、高位頸部では迷走神経との判別が困難なため、神経の走行を末梢へ追い、頸神経ワナへの下行枝を分枝し、その後内・外頸動脈の表面を横切って顎下面へ走ることを確認することによって同定する。次いで乳様突起切除を行い、顔面神経管を開放し、顔面神経垂直部を露出した後、external genu で切断する。神経吻合は通常、第一頸椎の高さで行われる。舌下神経の背側を半切し、顔面神経断端を舌下神経の中枢側半切断端に向けて 10-0 ナイロン糸を用い、神経上膜同士を 5-6 針結節縫合し、更に吻合部への張力を緩和するために顔面神経周囲の結合織膜を舌下神経の神経上膜に縫合して神経吻合は完成する。

形態計測：顔面神経の pes anserinus から external genu までの距離は  $22-42\ \text{mm}$  ( $30.5 \pm 4.4\ \text{mm}$  [mean  $\pm$  SD])、pes anserinus から舌下神経までの最短距離は  $14-22\ \text{mm}$  ( $17.3 \pm 2.5\ \text{mm}$  [mean  $\pm$  SD]) であった。前者は常に後者より長く、前者と後者の差は  $6-20\ \text{mm}$  ( $13.1 \pm 3.4\ \text{mm}$  [mean  $\pm$  SD]) であった。

組織形態学的解析：第一頸椎レベルの舌下神経は monofascicular であり、その断面積は  $1.012-2.34\ \text{mm}^2$  ( $1.541 \pm 0.332\ \text{mm}^2$  [mean  $\pm$  SD]) であった。垂直部最近位部の顔面神経もまた monofascicular であり、その断面積は  $0.737-1.161\ \text{mm}^2$  ( $0.948 \pm 0.113\ \text{mm}^2$  [mean  $\pm$  SD]) であった。正常顔面神経の平均断面積は舌下神経の 61.5% であった。有髄神経線維数は舌下神経では  $7654-12,458$  ( $9778 \pm 1516$  [mean  $\pm$  SD])、顔面神経では  $5921-9264$  ( $7228 \pm 950$  [mean  $\pm$  SD]) であり、後者は前者の 73.2% であった。有髄神経線維径は舌下神経では  $8-11\ \mu\text{m}$ 、顔面神経では  $7-10\ \mu\text{m}$  にピークをもつ正規分布を呈した。麻痺に陥った顔面神経は神経線維が萎縮しており、逆に神経組織を取り囲む結合織が肥厚していた。断面は著明な変性像を呈しており、有髄神経線維数の減少がみられたが、全ての標本で知覚線維と思われる部分が島状に変性することなく保存されていた。断面積は  $0.524, 0.768, 0.678\ \text{mm}^2$  で平均  $0.66\ \text{mm}^2$  であり、正常舌下神経の断面積と比較すると 50% 以下 (42.8%) であった。

【結語】この論文で我々は微小解剖の写真を提示しながらこの術式及び留意すべき pitfall について詳述した。更に、形態計測の結果から、この手術手技において、舌下神経との張力のかからない直接吻合に十分な長さの顔面神経が常に確保できること、また組織形態学的解析の結果から麻痺に陥った顔面神経断端は正常と比較して著明な変性に陥り、それに伴ってその径が萎縮し、半切した舌下神経断面と良く適合することを明らかにした。以上のことから、我々の術式が安定してどの症例にも適用できることが証明され、今後、広く臨床応用されることが期待される。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 阿 部 弘  
副 査 教 授 井 上 芳 郎  
副 査 教 授 犬 山 征 夫

学 位 論 文 題 名

## Surgical anatomy for direct hypoglossal-facial nerve side-to-end“anastomosis”.

(舌下神経－顔面神経端側吻合術のための外科解剖)

舌下神経－顔面神経吻合術は顔面神経機能再建法として繁用されているが、術後の片側舌下神経麻痺は不可避であった。当教室では舌下神経機能を温存するために、半切した舌下神経と顔面神経管内顔面神経を高位深頸部で直接吻合する新たな手技を開発した。本研究では、これまで事実上到達不可能であった高位深頸部の微小解剖を我々の術式にそって詳細に検討するとともに、この手技を確立するために必要な臨床外科解剖を形態計測、組織形態学的解析とともに検討した。

術式の微小解剖はホルマリンを含まない固定液にて固定され、頸動脈、頸静脈より赤・青の色素を注入された解剖遺体 11 体を用いた。形態計測では、顔面神経が耳下腺内で分岐する点 (pes anserinus) から顔面神経垂直部の最近位部 (external genu) までの距離、および pes anserinus と舌下神経との最短距離を計測した。組織形態学的解析はホルマリンにて固定された解剖遺体 7 体を用いた。顔面神経は垂直部の最近位部、舌下神経は第一頸椎の高さから外頸動脈前面を交叉する部分までをを標本として摘出した。また、この手術手技を適用した 3 名の術後片側顔面神経麻痺患者より、麻痺に陥った顔面神経断端を摘出した。摘出標本を 1% のオスミウム酸に 36 時間浸漬、後固定し、脱水・置換処理の後、エポキシレジンに包埋し、ウルトラミクロトームを用いて厚さ 1  $\mu$ m の準超薄切片を作製した。トルイジンブルーで染色を施した後、顔面神経、舌下神経、麻痺に陥った顔面神経の横断面を光学顕微鏡下に観察するとともに、画像解析ソフトウェア上でマクロプログラムを作製し、神経の断面積を計測、また各々の神経を構成する有髄神経線維の総数と平均径の割合を算出した。

結果 (1)術式の微小解剖においては手術の手順および留意すべき pitfall についてスライドを提示しながら詳述し、とくに①耳下腺後縁、乳様突起先端、胸鎖乳突筋前縁、で囲まれた三角形のスペースを開き、顎二腹筋の頭側よりアプローチすることによって低侵襲に高位深頸部への到達が可能であること、②顔面神経幹の同定に顎二腹筋枝、後耳介枝が良い解剖学的指標となること、③舌下神経は高位深頸部では他の下位脳神経との判別が困難なため、その同定には神経の走行を末梢へ追う必要があることを強調した。(2)形態計測においては pes anserinus から external genu までの距離が  $30.5 \pm 4.4$  mm、pes anserinus から舌下神経までの最短距離が  $17.3 \pm 2.5$  mm であり、前者と後者の差が 13.1

±3.4 mmであったことから、本術式において、舌下神経との張力のかからない直接吻合に必要な長さの顔面神経が常に確保可能であることが示唆された。(3)組織形態学的解析においては、①垂直部最近位部の顔面神経および第一頸椎レベルの舌下神経はともに monofascicular であり、その断面積は、舌下神経が  $1.541 \pm 0.332 \text{ mm}^2$ 、顔面神経が  $0.948 \pm 0.113 \text{ mm}^2$  で、後者はその 61.5% であった。②有髄神経線維数は舌下神経では  $9778 \pm 1516$  本、顔面神経では  $7228 \pm 950$  本であり、いずれも過去の報告とほぼ一致した値であることから、解析法が妥当であったことが示唆された。③有髄神経線維径は舌下神経、顔面神経とも  $8-9 \mu\text{m}$  にピークをもつ正規分布であった。④麻痺に陥った顔面神経は著明な変性像を呈し、有髄神経線維数の減少がみられたが、全ての標本で知覚線維と思われる部分が島状に変性することなく保存されていた。断面積は平均  $0.66 \text{ mm}^2$  であり、正常舌下神経の断面積と比較すると 50% 以下(42.8%)に萎縮しており、半切した舌下神経断面と径が一致することが示唆された。

公開発表において井上芳郎教授より顔面神経管を開放する際の解剖学的指標に関する質問、舌下神経を半切した際の舌下神経に起こる変化や半切することによる機能障害に関する質問があった。次いで犬山征夫教授より他の術式との機能予後の差に関する質問、顔面神経麻痺出現から手術までの適切な待機期間に関する質問があった。永島雅文講師より舌下神経と顔面神経の吻合後、舌の動きに伴う連合運動の有無についての質問があった。さらに阿部弘教授から障害後の経過時間による神経変性の程度の差に関する質問があった。いずれの質問に対しても、申請者は自らの研究に基づく経験や過去の論文の結果を引用し、明確に回答した。

本研究により、舌下神経-顔面神経端側吻合術の習得に必要な微小解剖、組織形態学的背景が明らかとなり、本術式が今後、広く臨床応用されることが期待される。

審査員一同はこれらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、申請者が博士(医学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。