

IV. 研究成果の刊行物・別刷

5

眼瞼の再建

多久嶋 亮彦, 波利井 清紀

Summary

眼瞼の再建には、眼球保護を目的とした開閉眼機能の獲得だけでなく、より自然な美しい形態の再現が要求される。このためには、眼瞼欠損の部位、範囲に応じて適した方法を選択する必要がある。

上眼瞼の再建は運動性の維持を重視すべきであるため、前葉欠損に対しては眼輪筋皮弁や植皮が適応され、直接縫合できない中等度以上の幅をもつ全層欠損に対しては、下眼瞼からのスイッチ皮弁が再建の中心となる。

下眼瞼の再建は支持性を重視すべきであるため、上眼瞼からの眼輪筋皮弁や頬部回転進展皮弁を用いることが多く、必要に応じて後葉の再建を複合組織などを用いて行う。

内・外眼角部の再建は鼻唇溝皮弁、前額皮弁、lateral orbital flapなどが用いられるが、皮弁の選択より内・外眼角靱帯の再建が重要となる。いずれにしても、眼瞼の構造上、局所皮弁が再建の第1選択となることが多い。

はじめに

眼瞼は視覚という機能に大きくかかわっていると同時に、容貌や表情形成の中心をなしており、整容的にも重要な器官である。したがって、眼瞼の再建には、眼球保護を目的とした開閉眼機能の獲得だけでなく、より自然な美しい形態の再現が要求される。外傷や腫瘍切除後の組織欠損に対しては、一般には遊離植皮術、有茎あるいは遊離皮弁術などが行われるが、機能的・整容的に優れた眼瞼の再建を行うためには、近傍からの局所皮弁を用いる方法が最もよい結果を得ることができることが多い。本稿では眼瞼の再建方法に関して、局所皮弁を中心に述べる。

概念

眼瞼再建の特殊性や難しさは、眼瞼の解剖学的な特長に由来することが多い。以下に再建を行う際に重要となる眼瞼解剖の特徴を述べる。

- ・皮膚が薄く、皮下脂肪組織が欠如しており、皮膚が直接眼輪筋に疎に結合している。
- ・瞼裂は断端に睫毛をもつ遊離縁であり、支持組織として瞼板が存在する。
- ・眼瞼の結膜側は眼球表面と密接しており、乾燥を防いでいる。
- ・上眼瞼は眼輪筋と眼瞼挙筋が併存するため、下眼瞼よりもより大きな運動性をもっている。
- ・下眼瞼は重力に逆らって強い支持性をもっている。
- ・内・外眼角は靱帯で強固に骨に固定されている。

以上のような眼瞼の特徴を認識したうえで再建方法を考慮する。

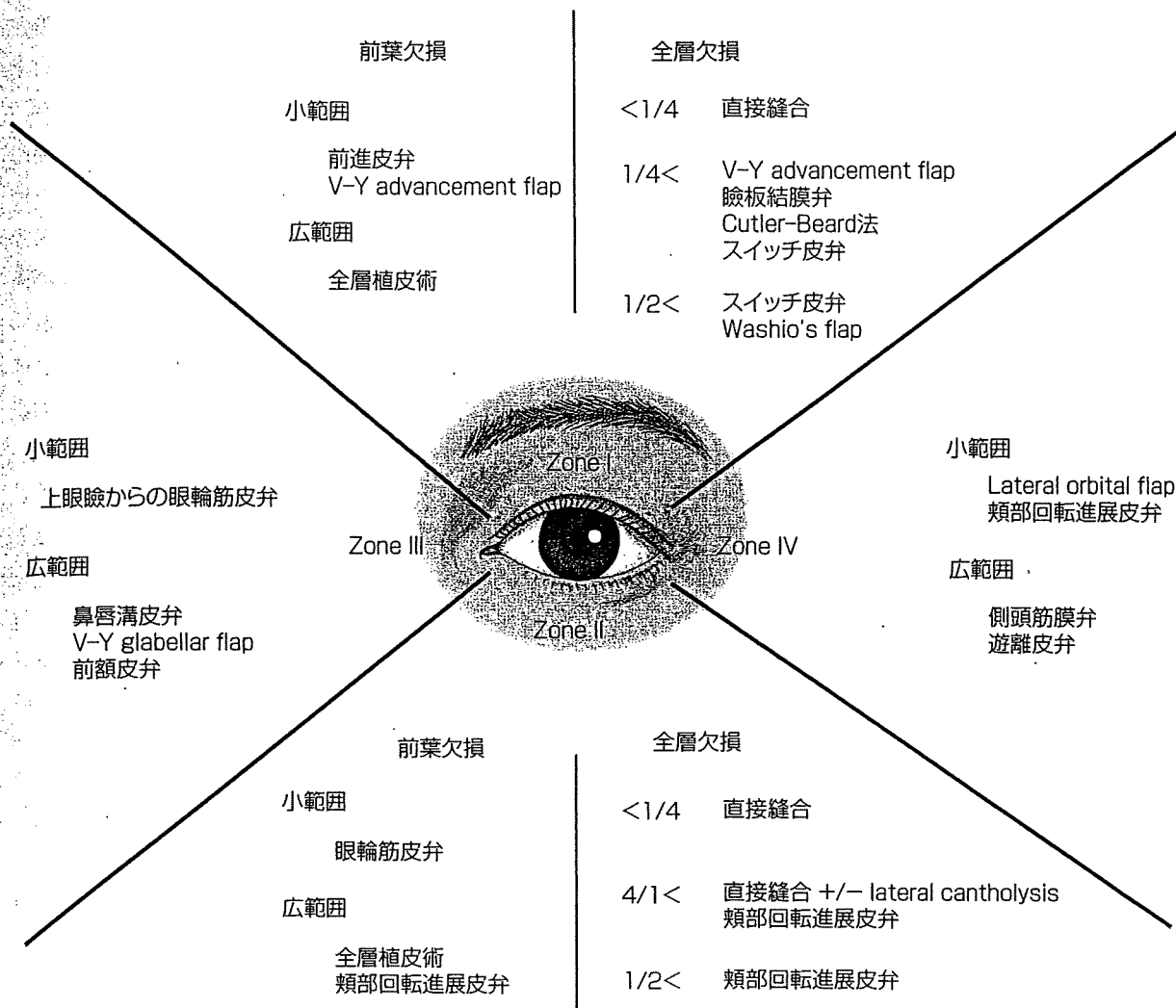


図1 Zone I~IVの4つに分類された眼瞼欠損と、それぞれのzoneにおける代表的な再建方法

術式の選択

眼瞼の再建は、欠損部位、欠損範囲に応じて適した方法を選択する必要がある。1993年、Spinelliら¹⁾は、眼瞼組織および周囲組織を5つのゾーンに分け、それぞれのゾーンの再建方法に関して報告している。この方法は非常に理にかなったものであるので、ここでも眼瞼を4つのゾーンに分類し、さらに上・下眼瞼においては、前葉欠損と全層欠損に分けて再建方法を述べる(図1)。

上眼瞼 (Zone I)

前葉欠損

上眼瞼前葉の小範囲の欠損に対しては、欠損部の内あるいは外側に隣接して作製した前進皮弁が適し

ている^{2) 3)}。前進皮弁の移動距離に問題があるようであれば、眼輪筋を茎とする皮下茎皮弁をV-Y advancement flapとして用いるが^{4) 5)}、その欠点はtrapdoor様に皮弁が盛り上がって目立つ結果となることである。

上眼瞼前葉の広範囲の欠損に対しては、lateral orbital flapを利用するのがよいとする意見がある^{6) 7)}。一方、上眼瞼の運動性を重視し、薄い上眼瞼を再建するために全層植皮術を第1選択とする意見もある^{1) 3)}。このような欠損範囲は広範囲な熱傷後瘢痕、色素性母斑、単純性血管腫の切除後など、周囲の局所皮弁を用いることができないことが多く、現実的には全層植皮術が適応されることが多いと思われる。

全層欠損

上眼瞼における全層欠損の場合、眼瞼横径の1/4以下、高齢者では1/3以下の欠損範囲であれば直接

縫合が可能である。もし、緊張が強いようであれば外側眼瞼靭帯の離断を行うことによって、緊張なく縫合を行うことができる。

眼瞼横径の1/4以上で1/2以下の欠損の場合、眼輪筋を茎として⁸⁾、あるいはもう少し大きく移動させたときは上眼瞼挙筋より後葉の組織を茎として⁹⁾、欠損部の外側に作製したV-Y advancement flapをスライドさせる方法が報告されている。また、欠損部に隣接して作製した瞼板結膜弁を転位させ、前葉に植皮を行う方法もある¹⁰⁾。しかし、これらの方法は術後の拘縮や、上眼瞼の後退といった問題点が指摘されている³⁾。欠損範囲が眼瞼横径の1/4以上で直接縫合できない場合は、結局以下に述べるような下瞼からのスイッチ皮弁を利用した方がよい結果が得られることが多いと思われる。

眼瞼横径の1/2以上の欠損の場合、あるいは1/2以下でも上眼瞼内の局所皮弁では術後拘縮を生じる可能性が高いと判断された場合には、上眼瞼以外の部位に作製した局所皮弁を利用する。Lateral orbital flap⁶⁾や、前額皮弁などを用いた方法もあるが、皮弁が厚くスムーズな開閉眼運動の妨げになるほか、整容的にも問題点が多い。これに対して、下眼瞼からのスイッチ皮弁¹¹⁾は質感に優れており、整容的な瞼縁の再建を行うこともできるため、第1選択とされることが多い。また、耳介後部の皮弁を用いるWashio's flapは、術式として煩雑ではあるものの、カラーマッチは比較的良好で、上眼瞼以外の顔面に瘢痕を残さないといった利点もある。下眼瞼からのスイッチ皮弁やWashio's flapの欠点は、二期的手術が必要な点である。

下眼瞼 (Zone II)

前葉欠損

下眼瞼は運動性よりも支持性が重要である。このため、前葉のみの再建であっても植皮術では術後に外反を生じる可能性があり、できるだけ局所皮弁を用いて再建を行った方がよいことが多い。

下眼瞼前葉の小範囲の欠損に対しては、上眼瞼と同様に前進皮弁やV-Y advancement flapを用いる方法もあるが、上眼瞼の皮膚は余剰であることが多いので、上眼瞼に作製した眼輪筋皮弁をわれわれは好んで用いている。高齢者であれば幅1 cm以上の皮弁を、内・外眼角の両側に茎を作製することに

よって、下眼瞼のほぼ全幅にわたる欠損まで再建が可能である。この方法は上方から下眼瞼を吊り上げる方向に力が働くので外反予防にもよい。

下眼瞼前葉の幅1/2を超える欠損で、上眼瞼からの眼輪筋皮弁では不足する欠損の高さ(垂直方向の幅)をもつ場合は、遊離植皮術、あるいは頬部回転進展皮弁を考慮する¹²⁾。瞼板および眼輪筋が残存しており、下眼瞼の支持性があれば遊離植皮術でも整容的にも十分に満足できる結果を得ることができる。しかし、瞼板の露出、部分的な欠損があるようであれば頬部からの皮弁が必要である。

全層欠損

下眼瞼における全層欠損は、上眼瞼と同様に、眼瞼横径の1/4以下、高齢者では1/3以下の欠損範囲であれば直接縫合が可能である。幅1/4~1/2程度までの欠損であれば、外眼角部での横切開(lateral canthotomy)、さらに外眼角靭帯の下脚を切断(lateral cantholysis)することにより直接縫合が可能であるが、外眼角の皮切をそのまま外側へ延長し、小さな頬部皮弁が必要となることも多い。

下眼瞼全層の幅1/2を超える欠損の場合、後葉の再建も必要となる。上眼瞼の瞼板結膜弁を下眼瞼に移動するHughes変法¹³⁾や、下眼瞼の全層を用いて上眼瞼再建を行うCutler-Beard法を逆に行うHecht法¹⁴⁾などは過去に多く施行されてきた方法である。しかし、二期的手術になること、上眼瞼の閉瞼機能を阻害する危険性があることなどより、現在では、欠損部に鼻中隔より採取した軟骨粘膜複合組織、硬口蓋粘膜、あるいは耳介軟骨を移植して後葉の再建を行い、前葉は頬部回転進展皮弁¹⁵⁾を用いる方法などが一般的である。

内眼角 (Zone III)

内眼角において内眼角靭帯が露出しないような浅い欠損であれば、遊離植皮術は整容的にも良い結果を得ることができる。遊離縁を含む、あるいは靭帯組織が露出するような深い欠損の場合、小範囲の欠損であれば上眼瞼からの眼輪筋皮弁が適している。中等度の大きさ、直径15 mm以下の欠損であれば眉間部からのV-Y glabellar flapがよいとされているが¹¹⁾、瘢痕が目立つことが問題であるため³⁾、われわれは鼻唇溝皮弁を用いている。さらに欠損範囲が大きければ前額皮弁が考えられるが、Zone Iや

の再建を行う皮弁と組み合わせることも考慮す
、また、この部位で広範囲な眼瞼欠損が生じるの
浸潤性の基底細胞癌や副鼻腔由来の悪性腫瘍切
後などであることが多く、その場合は遊離皮弁を
要とすることも多い。この部位での欠損に対する
建においては、皮弁の選択よりも涙道の再建およ
内眼角靭帯の固定を含めた再建が一番重要な課題
なる。

外眼角 (Zone IV)

外眼角に限局する欠損範囲であれば、lateral
ital flap や頬部回転進展皮弁が適している。外
角における欠損が広範囲であっても、眼輪筋が残
しているような浅い欠損であれば植皮術が適応さ
る。しかし、内眼角と同様に外眼角靭帯が欠損す
場合はその再建が重要であり、そのために筋膜移
などを必要とすることが多く、結果的に後葉の再
も血行のある組織が必要となる。このような場合
Zone I や II にまたがる広い欠損であることが多
皮膚に余裕のある年配者では lateral orbital
p など可能であるが⁴⁾、近隣からの局所皮弁で
不足であるため、側頭筋膜弁¹⁶⁾ や遊離皮弁¹⁷⁾ を
用いた再建が必要になる。

手 技

個別の皮弁に関する挙上法などの手術手技に関し
は他稿に譲り、ここでは眼瞼を再建する際に目標
すべき事項を述べる。

閉瞼時に上・下眼瞼が接して完全閉眼ができるよ
うにすべきであり、少なくとも角膜部分は被覆さ
れるようにする。

開瞼時に少なくとも中心視野が確保できるように
する。

後葉は眼球表面に接するように、しかも眼球刺激
がないように粘膜で再建する。

遊離縁に段差がないようにする。

上眼瞼は開閉瞼運動がしやすいように薄く再建する。

上眼瞼は重瞼ライン、睫毛の配列にも配慮する。

下眼瞼は外反による流涙などが生じないように支
持性を確保して再建する。

内・外眼角は左右対称になるようにポイントを確

保して固定する。

術後管理

眼周囲の血管走行はネットワークを形成している
ため、各種の局所皮弁は血行に問題なく挙上でき
ることが多い。しかし、血行不全による瘢痕拘縮や
皮膚壊死がわずかにでも生じた場合は、部分的な修
正は難しく、再建を一からやり直すことが必要と
なることもある。したがって、術後は感染などに注
意して創傷治癒が遷延しないように創部の管理を
する必要がある。また、術後数カ月した後に下眼
瞼の外反が生じたり、内・外眼角のずれが生じて
修正術を要することもまれではない。腫瘍切除後
の経過観察を含め、長期にわたる創部の管理が
必要である。

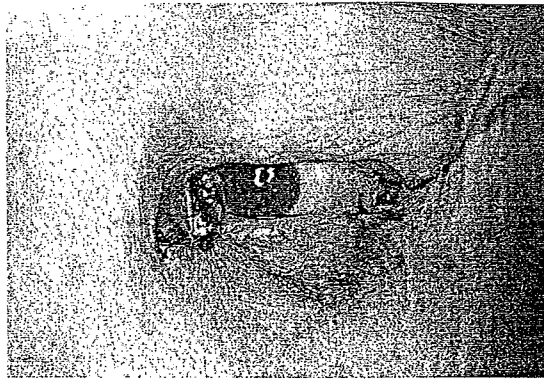
症 例

症例 1 74 歳，女性

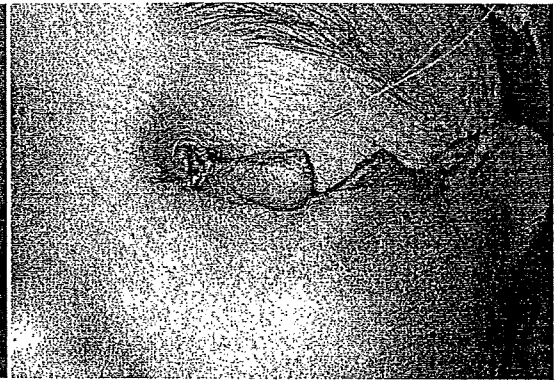
上眼瞼の腫瘍に対して生検を行ったところ、マイ
ボーム腺癌の診断であったため、拡大切除を行
った。欠損に対して、下眼瞼内側に茎をもつスイ
ッチ皮弁を用いて再建を行った。新たに生じた下
眼瞼の欠損に対しては、後葉を耳介軟骨で再建し
、前葉を頬部回転前進皮弁を用いて再建した。術
後1年では開閉眼に問題なく、整容的にも良好な
対称性のある眼瞼が再建されている (図2)。

症例 2 75 歳，女性

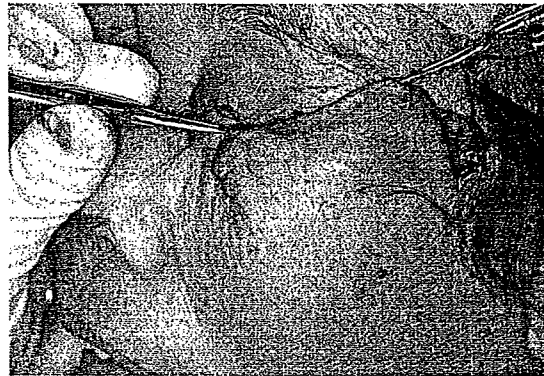
外傷後の瘢痕拘縮による強度の下眼瞼外反に対
して当科を受診した。上眼瞼の余剰皮膚を利用
して、内・外眼角両側の眼輪筋を双茎とする皮
弁をデザインした。健側の眼瞼形成も同時に行
った。術後1年で、外反は消失しており、整容
的にも良好な結果が得られた。茎となる眼輪筋
がハンモック状に下眼瞼を支持する効果があ
ったと思われる (図3)。



(a)マイボーム腺癌に対する拡大切除後の欠損とスイッチ皮弁のデザイン。



(b)スイッチ皮弁を挙上したところ。



(c)頬部回転前進皮弁を挙上したところ。



(d)術後1年の状態

図2 症例1:74歳,女性



(a)術前所見。下眼瞼の拘縮による強い外反が見られる。

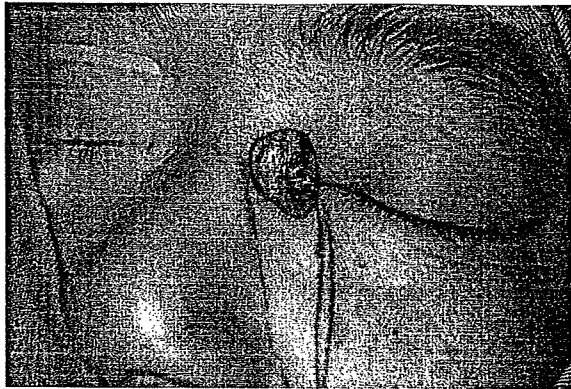


(b)上眼瞼に眼輪筋を皮下茎とする双茎皮弁を製作した。

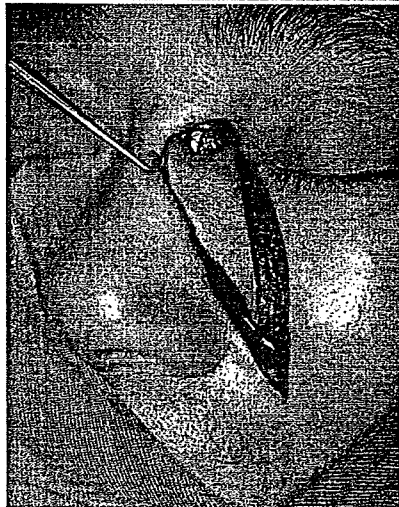


(c)術後1年の状態

図3 症例2:75歳,女性



(a)内眼角の基底細胞癌切除後の欠損。



(b)鼻唇溝皮弁を挙上したところ。



(c)術後1年6カ月の状態

図4 症例3:58歳, 男性

症例
3 58歳, 男性

内眼角に生じた黒色病変を主訴に来院した。生検による基底細胞癌の診断のもと、切除を行った。欠損に対して鼻唇溝皮弁による再建を行った。術後1年6カ月、内眼角の位置は確保されており、対称性が得られている(図4)。

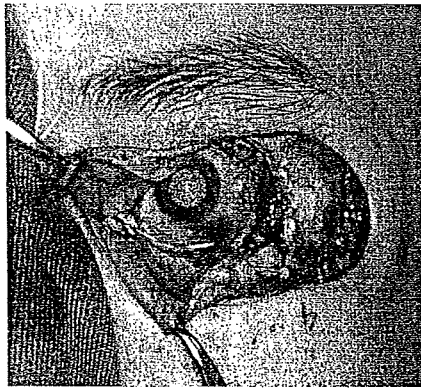
症例
4 46歳, 男性

外眼角の瞼結膜に生じたマイボーム腺癌に対して、外眼角を含めて上・下眼瞼の広範囲切除を施行した。まず、再建材として浅側頭動静脈を茎とする浅側頭筋膜弁を挙上した。次に、深層の深側頭筋膜を用いて残存する上・下眼瞼の瞼板と外眼角を連結

させ、外眼角および上・下眼瞼縁の再建を行った。浅側頭筋膜弁をこれに巻き付け、口腔内粘膜と皮膚移植を筋膜弁上に行った。術後1年6カ月、外眼角の位置は確保されており、十分な閉瞼機能が得られている(図5)。

考 察

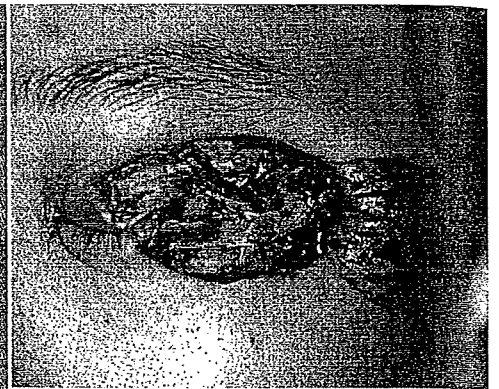
眼瞼の再建に関しては、あらゆる種類の手術法が古くより報告されてきた。上眼瞼の欠損に対する再建方法としては、文中に述べたようなKazanjianら⁸⁾やHughes¹⁰⁾が報告した方法のほかにも、Cutler-Beard法¹⁸⁾や、Smithの変法¹⁹⁾など下眼瞼の全層を上眼瞼に移動する方法がよく行われていた。しかし、下眼瞼の外反を生じたり、瘢痕が目立つことなどから、今日ではあまり用いられていない



(a)マイボーム腺癌に対する拡大切除後の欠損。



(b)浅側頭筋膜弁を挙上したところ。



(c)深側頭筋膜を用いて外眼角靱帯を再建した。



(d)浅筋膜弁により深筋膜を被覆した。



(e)術後1年6カ月の状態。閉瞼が可能である。

図5 症例4:46歳, 男性

方法である。これに対して Mustardé の報告した下眼瞼からのスイッチ皮弁は整容的にも優れた結果を得ることができるため、中等度以上の上眼瞼全層欠損に対しても広く適応されている。一方、Washio's flap は手術侵襲が大きいことや、手技が複雑であり、皮弁血行に問題が生じる場合があるため、知名度のわりにはあまり用いられていない。しかし、この方法は下眼瞼を損なうことなく、しかも耳後部の薄い皮膚を用いて上眼瞼の前葉を再建することができるため、もっと広く使用されても良い皮弁であると思われる。

本稿では内・外眼角の欠損を Spinelli らと同様に

Zone III および IV として、上・下眼瞼の再建と分けて分類した。内・外眼角に限局した欠損では後葉の再建を必要とすることはあまりなく、前葉欠損、全層欠損といった上下眼瞼での欠損範囲の分類が適応しにくいことがその理由である。また、これらの部位の再建において重要なことは、内・外眼角靱帯の再建であり、その必要性によって再建方法が変化するためである。Zone を4つに分類することにより、それぞれの Zone における再建方法が整理されたため、再建方法を考慮するうえで利便性が非常に高くなったと考えている。

文 献

- 1) Spinelli H, Jelks G : Periocular reconstruction ; A systematic approach. *Plast Reconstr Surg* 91 : 1017-1024, 1993
- 2) Guerrissi J, Cabouli J : Upper lid musculocutaneous flap. *Ann Plast Surg* 21 : 108-115, 1988
- 3) 一色信彦 : 眼瞼の修復・再建. アトラス眼の形成外科手術書, p31, 金原出版, 東京, 1988
- 4) 小川 豊 : 眼瞼・義眼床の再建 ; 臨床例のアトラス, p23, 克誠堂出版, 東京, 2006
- 5) 稲川喜一, 森口隆彦, 岡 博昭 : 腫瘍切除後の眼瞼再建術. *形成外科* 48 : 515-525, 2005
- 6) Yoshimura Y, Nakajima T, Yoneda K : Reconstruction of the entire upper eyelid area with a subcutaneous pedicle flap based on the orbicularis oculi muscle. *Plast Reconstr Surg* 88 : 136-139, 1991
- 7) 小川 豊 : 眼瞼の基底細胞癌の手術. *形成外科* 40 : 3-13, 1997
- 8) Kazanjian V, Roopenian A : The repair of full thickness eyelid defects with special reference to malignant lesions. *Plast Reconstr Surg* 24 : 262-270, 1959
- 9) 田邊吉彦 : 先天性眼瞼異常の形成術. *形成外科* 27 : 275-285, 1984
- 10) Hughes W : Reconstruction of the lids. *Am J Ophthalmol* 28 : 1203-1211, 1945
- 11) Mustarde J : The use of flaps in the orbital region. *Plast Reconstr Surg* 45 : 146-150, 1970
- 12) 百澤 明, 尾崎 峰, 波利井清紀 : 局所皮弁による下眼瞼の再建. *形成外科* 49 : 755-762, 2006
- 13) Hughes W : Total lower lid reconstruction ; Technical details. *Trans Am Ophthalmol Soc* 124 : 321-329, 1976
- 14) Hecht S : An upside-down Cutler-Beard bridge flap. *Arch Ophthalmol* 84 : 760-764, 1970
- 15) Mustardé J : Major reconstruction of the eyelids ; Functional and aesthetic considerations. *Clin Plast Surg* 8 : 227-236, 1981
- 16) Jones I, Cooper W : Lateral canthal reconstruction. *Trans Am Ophthalmol Soc* 71 : 296-302, 1973
- 17) Yap L, Earley M : The free 'V' ; A bipennate free flap for double eyelid resurfacing based on the second dorsal metacarpal artery. *Br J Plast Surg* 50 : 280-283, 1997
- 18) Cutler N, Beard C : A method for partial and total upper lid reconstruction. *Am J Ophthalmol* 39 : 1-7, 1955
- 19) Smith B, Obear M : Bridge flap technique for large upper lid defects. *Plast Reconstr Surg* 38 : 45-48, 1966

9

Hemifacial microsomia
3) 軟部組織の再建

多久嶋 亮彦, 波利井 清紀

Summary

Hemifacial microsomiaに見られる症状は非常に多彩であり、その治療方法も多岐にわたる。軟部組織の低形成に対する治療は、硬組織再建の後に最終的な仕上げとして行われることが多い。しかし、軽度の硬組織の低形成であれば、軟部組織のみを再建するだけで、整容的には十分にカモフラージュできることも多い。本稿では、本疾患における軟部組織の再建に関して述べる。

まず、手術時期としては、硬組織再建の終了後、あるいは硬組織再建の必要がない場合、成長過程にあっても積極的に軟部組織再建を行うべきであると考えている。手術方法としては、皮弁・軟部組織弁採取部の整容面を考慮して、単径皮弁を第1選択とした遊離皮弁移植術が中心となるが、原疾患に伴うと思われる移植床血管の低形成が見られる場合があるので注意を要する。小範囲の再建であれば、真皮脂肪移植のほか、脂肪注入術も有効な方法である。また、皮弁移植後の修正術としては、通常を除脂肪術よりも脂肪吸引術の方が細かな調整ができる。このほかに、顔面神経麻痺を合併している場合は、神経・血管柄付き遊離筋肉移植術を行うことにより、軟部組織の再建だけでなく、麻痺の再建も同時に行うことが可能である。

はじめに

第1, 第2鰓弓由来組織の器質的な異常を本態とする hemifacial microsomia (以下, HFM とする) における臨床症状は、上下顎骨の低形成¹⁾, 小耳症を中心とした耳介形成異常²⁾, 軟部組織の低形成³⁾ など多岐にわたる。さらに25%⁴⁾ ~45%⁵⁾ の症例において顔面神経麻痺を合併するとされており、これらの多彩な症状に対して総合的に治療する必要がある。原則としては、硬組織の低形成に対しては硬組織による再建を行うべきであり⁶⁾, 咬合の改善など機能的な再建のためには骨切りや骨延長術が治療の中心となる。

しかし、軽度の硬組織の低形成であれば、軟部組織のみを再建するだけで、整容的には十分にカモフラージュできることも少なくない。これとは逆に、

硬組織の再建のみでは整容的な改善は十分ではないことがあり、治療の仕上げとして軟部組織の再建を必要とすることも多く、HFM における軟部組織の再建の重要性を示している。

本稿では、HFM における軟部組織の再建に関して、手術の適応、時期、方法を中心に、顔面神経麻痺を合併する場合の再建方法に関しても述べる。

治療概念

HFM の硬組織変形に対する骨切り術の手術時期

いまだ議論が多いが⁷⁾, 軟部組織、硬組織の両方に外科的治療が必要な場合、硬組織再建を優先すべきである⁶⁾ という点に関してはほぼ意見は統一さ

れていると思われる。小児期に骨切り術を必要とされる症例でも成長後に最終的な骨の形成術を必要とするものが多く、それが終了した後に軟部組織の再建を行うのが一般的と思われる。

しかし、下顎骨の低形成が軽度である場合などは硬組織の再建だけでは整容的改善ははかばかしくなく、軟部組織の再建のみを行った方がよい結果を得られることが多い。そして、患者や家族の精神的負担を考慮すれば、軟部組織の再建は必ずしも成人になるまで待つ必要はなく、成長過程にあっても積極的に進めてもよいと思われる。これまでの報告を見ても、遊離皮弁移植を用いた再建を学童期に行っているものも多い⁸⁾⁹⁾。

顔面神経麻痺を伴う場合

6歳以降であれば神経・血管柄付き遊離筋肉移植術は可能であり¹⁰⁾、小児の精神的ハンディキャップを少なくするために、われわれは早期に麻痺の治療と軟部組織の再建を行うようにしている。これは、先天性の顔面神経麻痺の場合、成長過程において笑うという感情表現をあまり行わず表情に乏しい成人となる傾向が見られるが、小児期に手術を行えば自然な笑い顔を自ら作り上げていく可能性が高いためである。

小耳症を伴う場合

肋軟骨移植を行ったあとに軟部組織の再建を行うのは困難であり、耳介部分の陥凹変形がかえって目立つ結果となりかねない。肋軟骨移植を行うのは10歳以降となるので¹¹⁾、この点からも学童期早期に軟部組織の再建を行う方法は考慮されてよいと思われる。

術前の評価

硬組織に対する手術が終了した後、あるいは下顎骨などの変形が軽度で手術を必要としないと判断された場合、次に軟部組織の再建に対する手術方法を決定する。硬組織の再建においては3DCTなどの情報を参考にして手術術式が決定される。しかし、軟部組織の再建においては、臥位と立位により軟部組織位置が変化するため、組織欠損量を定量し、その値によって術式を決定することは現実的でなく、行われていない。

一般的には血管柄付き遊離組織移植が主たる方法

であるが、小範囲であれば通常の真皮・脂肪移植でも十分な場合がある。さらに、限られた範囲であれば脂肪注入も仕上げの手技として有効である。また、血管柄付き遊離組織移植などは過矯正気味に移植を行うため後日、修正術を行うことも多いが、その際、通常の除脂肪術と同様に皮膚切開をにおいて直視下に除脂肪を行う方法だけでなく、シリンジなどを用いた脂肪吸引術も有効である。

顔面神経麻痺によって顔面の正中線がずれていたり、表情筋の萎縮による軟部組織の非対称が見られる場合は、神経・血管柄付き遊離筋肉移植による動的再建と軟部組織の増量を積極的に考慮する。

手術手技

以下にそれぞれの方法における具体的な手技に関して述べる。

遊離皮弁を用いた軟部組織再建

- ・HFMでは耳下腺領域から頬部、下顎部にかけて軟部組織再建を必要とすることがほとんどであるため、皮弁を挿入するための皮下ポケット用の皮膚切開は耳前部に置く。
- ・移植床血管は小耳症がなければ浅側頭動静脈を第1選択とする。
- ・浅側頭動静脈が細く血管吻合に不適であると判断される場合は顔面動静脈を選択する。この場合は血管吻合のための皮膚切開を下顎部に追加するが、この両者は術後の腫脹を少しでも抑えるために、連続させないようにする。
- ・低形成が下顎部にほぼ局限している場合や、小耳症を合併している場合は、少し大きめの皮膚切開を下顎部に置くのみとして、皮弁の挿入と顔面動静脈の利用を同じ皮膚切開から行う。小耳症がある場合に耳前部の皮膚切開を避けるのは、後に小耳症に対して肋軟骨移植を行う場合、軟骨移植用の皮下ポケットの血行を悪化させてしまわないようにするためである。また、肋軟骨移植を行った後、耳起こしの際にはtemporo-parietal fascial flapを用いるので¹²⁾、遊離皮弁の移植床血管として浅側頭動静脈は避けるべきである。近年、皮弁を口腔内の切開から皮下に挿入する報告も見られ

- るが¹³⁾、われわれはその必要性を感じていない。
- 皮下ポケットは顔面神経の損傷を避けるためにSMAS上に作成する。移植床血管として顔面動脈が第2選択となることは先にも述べたが、HFMにおいては顔面動脈が低形成の場合があるので注意を要する¹⁴⁾。この場合は、下顎部の皮膚切開を少し広げれば上甲状腺動脈と、顔面総静脈や外頸静脈を利用することができる。
- 選択する皮弁としては、多くの報告に見られるとおり¹⁵⁾¹⁶⁾、われわれも単径皮弁を第1選択としている。
- 顔面神経麻痺を合併しており動的再建を行うのであれば、広背筋を用いる。もし広背筋を挿入する部位とは離れた位置に軟部組織の低形成があるのであれば、同時に前鋸筋皮弁などで再建を行う。最近、われわれは耳下腺癌切除後などの顔面神経麻痺に対して、胸背動脈が広背筋内で分枝することを利用して、1つのセグメントを広背筋として動的再建に利用し、もう1つのセグメントを広背筋皮弁として軟部組織充填に用いているが、この方法も有効である。
- 皮弁はdenudeした真皮側を下床に向けて固定した方が術後の皮弁の下垂が少ないとされている¹⁷⁾。
- 皮弁の固定はできればバイクリル® (Ethicon社製)などの吸収糸を用いて直接下床に縫着した方がよいが、一時的なボルスター固定でもさほど問題にはならないようである。これはロンバーク病における軟部組織再建などと比較して、欠損範囲が複雑な形態でなく、顔面の下方が主たる再建部位なので皮弁が下方にずれて困ることが多くないためと思われる。

遊離真皮・脂肪移植

- 遊離真皮・脂肪移植は、遊離皮弁が一般的となる以前には多用されてきた²⁾。
- 欠損に対して挿入すべき組織の厚さが1cm程度以下であれば血行再建は行わずに遊離真皮・脂肪移植を行ってもよいであろう。
- 遊離組織移植は術後に吸収されるのでそれを見越して少し大きめに移植するとされているが、大きな組織を移植しても壊死に陥るだけであり、移植する組織の厚さも1cm程度が限界であろうと思

われる。

- 組織採取部位はやはり単径部が第1選択になる。
- 組織の固定方法は、遊離皮弁と同様に真皮側を下方にすべきである。
- 術後の血腫形成は移植組織の生着を左右するため、ある程度の圧迫固定は必要であろう。
- この方法の欠点は移植した組織がうまく生着したとしても堅くなってしまふことであり、修正術などにおける小範囲の軟部組織再建としての役割は、後述する脂肪注入術に取って代わられつつある。

脂肪注入術

脂肪注入術は過去にはその有効性が疑問視されていたが¹⁸⁾¹⁹⁾、注入する脂肪組織の採取方法や注入方法の進歩により、現在では特に美容外科領域での効果は明らかであり^{20)~22)}、組織学的にも注入した脂肪の生着が示されている。しかし、生着できる量は少ないものであるため、HFMに対して軟部組織再建を行う場合、脂肪注入のみで対応することは困難である。遊離皮弁などで再建を行った後、小範囲でボリュームアップを図りたいときなどにこの方法は有用であろう。

施術の注意点

- 注入用の脂肪を採取する吸引用のカニューーラは、脂肪細胞にダメージを与えないようにするためある程度の太さを持ったものを用いる。
- ポンプを用いた吸引では、1気圧近くの陰圧となるのに対して、シリンジを用いた吸引法では、0.5気圧を超えることはあまりないため、脂肪組織に損傷を与えないためにはシリンジによる吸引を用いるべきである²⁰⁾。われわれは、チューリップシリンジシステム® (The Tulip Company, San Diego, U.S.A)を用い、シリンジは60ccのものを使用することが多い。脂肪注入はピストル型の分割脂肪注入器 (Byron Med社, USA)が便利であるが、18ゲージ針を装着した1ccツベルクリンシリンジを用いても十分に対応できる。

修正術

遊離皮弁による再建を行う際、皮弁への血行などの点から分厚い皮弁を移植せざるを得ない場合があ

り、結果的に overvolume となってしまうことがある。このような場合、二次的に修正術を行うことになる。

Overvolume の度合いが大きい場合は瘢痕部をもういちど切開し、通常の defatting を行う。

その際、移植組織の血行を阻害しないようにすべきである。しかし、移植した皮弁の血管茎を分断することの是非と、そのタイミングに関しては、報告者によりまちまちであり、移植組織の種類、移植床の状態によって差が大きい²³⁾²⁴⁾。

ある程度までの overvolume であれば、カニューラによる脂肪吸引術は非常に有効である²⁵⁾。移植する皮弁を薄くする技術が進歩した現在では、この方法で対応できることがほとんどであろうと思われる。

顔面神経麻痺に対する治療

顔面神経麻痺は高い頻度で HFM に見られる症状であるにもかかわらず⁴⁾⁵⁾、この疾患に見られる顔面神経麻痺に対する治療に関しては、ほとんど報告がない。Ysunza ら^{26)~28)} は、表情筋が萎縮する以前 (2歳未満) に顔面交叉神経移植を数例に対して行っているが、不全麻痺が多いこの疾患に対して顔面交叉神経移植を行うのは現実的ではない。

われわれは陳旧性顔面神経麻痺に対して神経・血管柄付き遊離筋肉移植を行っているが、HFM における顔面神経麻痺に対してもこの方法は、確実に笑いの表情の再建ができる方法として第1選択であると考えている。また、遊離筋肉移植を行うことにより、頬部の低形成は修正することができるし、下顎部などさらに広い範囲における軟部組織の低形成に対しては、遊離筋肉移植による顔面神経麻痺の動的再建と同時に、肩甲回旋動静脈を同一の茎として前鋸筋皮弁や肩甲皮弁などの軟部組織弁を同時に移植することもできる²⁹⁾。HFM においては、下顎縁枝のみの麻痺のために下口唇にだけ麻痺が見られる場合も多いが、このような時には移植筋を下顎部に移植することにより、下口唇の再建を行うことも可能である。神経麻痺に対する動的再建術の手術内容³⁰⁾ に関してはここでは詳述しないが、軟部組織欠損に対する遊離皮弁移植と同様に、顔面動静脈など移植床血管の低形成に注意する必要がある。

術後管理

軟部組織再建における遊離皮弁は denude されて皮下に埋入されるため、直視下に皮弁の血行をモニターすることはできない。われわれは主にドップラー血流計を用いてモニターしている。患者の安静度は最近では頭頸部再建における遊離皮弁移植術後と同様に、翌日よりベッドアップ可、翌々日よりトイレ歩行可としている。皮弁の固定に用いたボルスタ一固定などは術後1週間で除去する。

症 例

症例

1

28歳、男性 (図1)

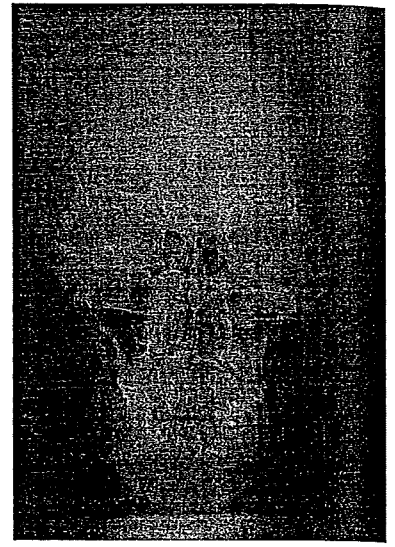
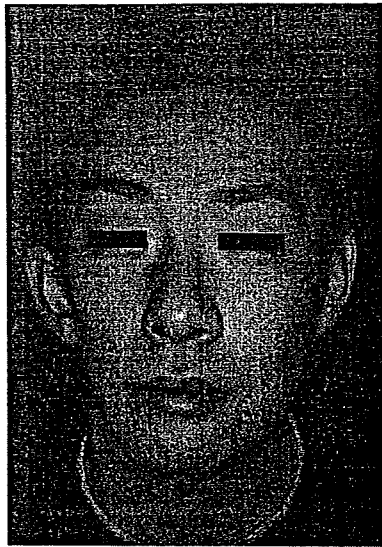
右頬部から下顎部にかけての低形成による顔面非対称を主訴に来院した。咬合平面の傾斜が見られたがそのことに本人は気づいていなかった。骨切り術の適応はないと判断され、本人の希望もなかったため、軟部組織の再建のみを行った。皮弁は単径皮弁を選択し、浅側頭動静脈を移植床血管とした。術後5カ月の時点で overvolume となっている部分に対してシリンジを用いた脂肪吸引術を施行した。術後1年では、左右の対称性が得られている。

症例

2

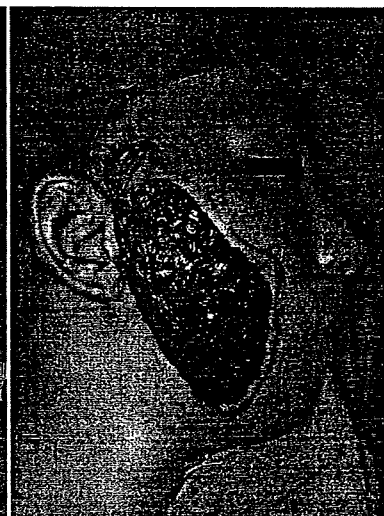
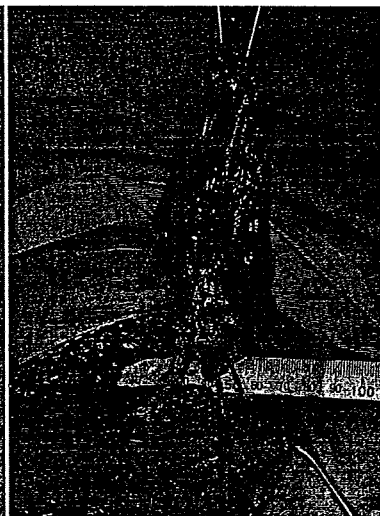
10歳、男児 (図2)

4歳時に左小耳症、顔面神経麻痺を主訴に当科を受診した。硬組織の低形成はわずかであるため、小児期における骨切り術などは必要ないと考えられた。8歳時にまず、顔面神経麻痺に対して広背筋を用いた一期的手術を施行した。移植床血管としては顔面動静脈が選択されたが、低形成は見られなかった。術後6カ月より移植筋の動きが見られはじめ、術後2年の状態では、自然な笑いが獲得できている。また、術前に患側頬部の軟部組織がわずかに低形成であったが、筋肉移植によって修正されている。



(a) 術前。咬合平面の傾斜が見られるが、本人は指摘されるまで気づかなかった。

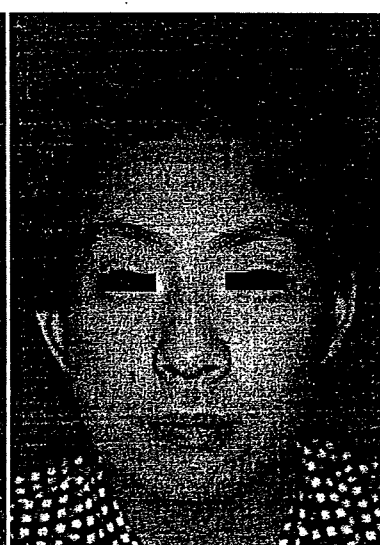
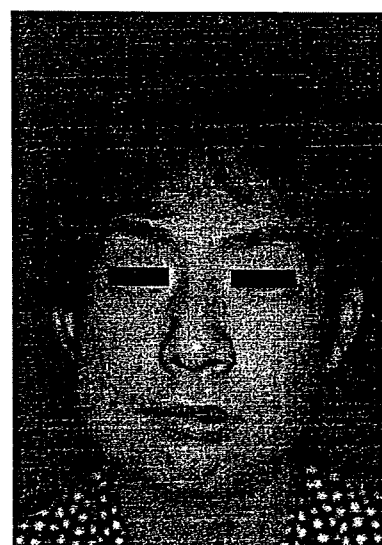
(b) 術前のX線像



(c) 陥凹変形部位を示す。

(d) 挙上された単径皮弁

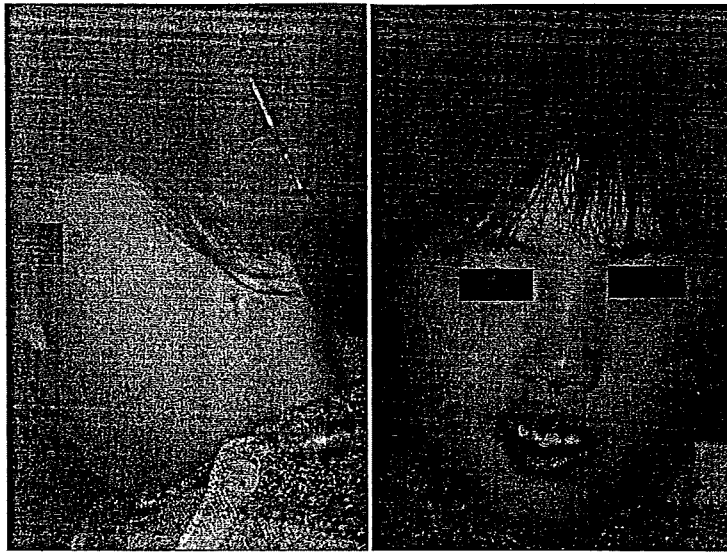
(e) 真皮側を下に皮弁を固定する。移植床血管は浅側頭動静脈を用いた。



(f) 術後5カ月。Overvolumeとなっている部分に対して脂肪吸引を行った。

(g) 術後1年の状態

図1 症例1:28歳, 男性



(a) 初診時の状態



(b) 術後2年の状態

図2 症例2: 10歳, 男児

(Takushima A, et al: Neurovascular free-muscle transfer to treat facial paralysis associated with hemifacial microsomia. Plast Reconstr Surg 109: 1219-1227, 2002 より引用)

症例

3

15歳, 女児 (図3)

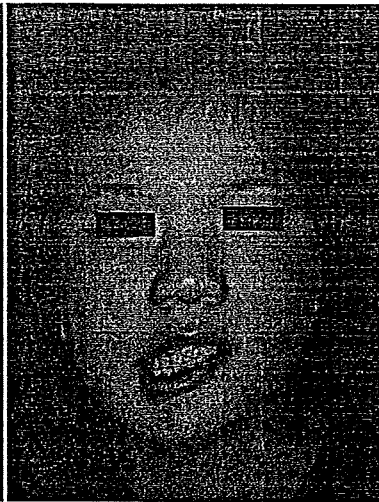
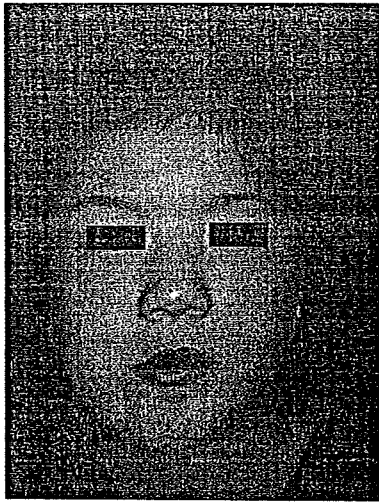
他院で小耳症に対する肋軟骨移植術を受けた後、下顎部軟部組織の低形成、下口唇麻痺を主訴に来院した。神経・血管柄付き遊離広背筋による下口唇の動的再建、および広背筋からの穿通枝を基とする真皮・脂肪弁による下顎部の軟部組織の一次的再建を行った。移植床血管としては顔面静脈が細かったため、上甲状腺動脈および外頸静脈を用いた。術後1年6カ月、下口唇の動きは良好で、下顎部の左右対

称性も得られている。

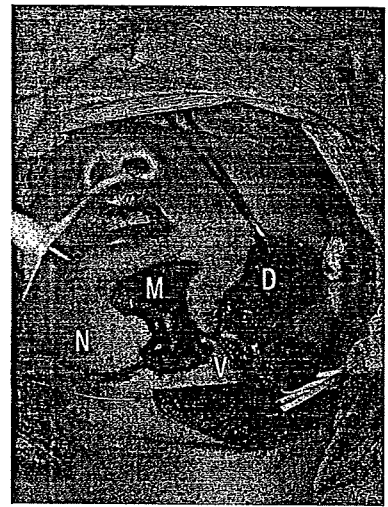
考 察

硬組織再建の必要性について

HFM に対する治療はまず土台からといった考えで、硬組織の低形成に対する治療が優先される傾向がある。もちろんそれは正論ではあるが、下顎骨の低形成が軽度な患者は、顔面の非対称を主訴とする



(a) 術前。左下口唇麻痺，下顎軟部組織の低形成が見られる。



(b) 術中。軟部組織皮弁を伴った神経・血管柄付き遊離広背筋移植による一期的再建を行った。
M：広背筋 D：真皮脂肪弁
N：胸背神経 V：胸背動静脈



(c) 術後1年6カ月の状態。麻痺に対しても改善が見られる。

図3 症例3：15歳，女児

(Takushima A, et al : Neurovascular free-muscle transfer to treat facial paralysis associated with hemifacial microsomia. Plast Reconstr Surg 109 : 1219-1227, 2002 より引用)

ことも多く、咬合の少々の傾斜，あるいは咬合不全に対しては，患者が骨に対する複雑な手術を望まないことも多い。

このような患者に対して，顔面に決して小さくはない瘢痕を残すような骨延長術などを施すことが果たしてよい治療なのかどうかは，十分に考慮する必要がある。また，骨切り術などを行うと軟部組織の低形成が強調されかえって顔面の非対称が目立ってしまうことも報告されている³¹⁾。本来真皮脂肪移植のみで十分であったはずの非対称が，骨切り術をすることにより血管柄付きの遊離組織移植術を必要とすることになるのであれば不幸なことである。

骨切り術，骨延長術の手術侵襲の大きさ，合併症のこと，これと比較して軟部組織再建のみでできる

こと，これらを十分に患者に説明して実際の治療に取り組むべきであろう。

皮弁の選択

遊離皮弁による軟部組織再建を行う場合，現在われわれは単径皮弁を第1選択としている。単径皮弁と同様に肩甲皮弁を用いる報告は多く³⁾⁶⁾⁸⁾，われわれも過去にこの皮弁を第1選択として使用したこともある。しかし，肩甲皮弁は術後の萎縮程度が予想しにくいという印象を持っている。これは，おそらく皮下脂肪組織下の筋膜組織が移植時には腫脹しており，それが術後に萎縮するためではないか，と考えている。また，肩甲部の瘢痕は目立つことが多い

ため、現在は肩甲皮弁を第1選択とはしていない。

遊離皮弁以外の再建法

軽度の軟部組織低形成であれば遊離真皮・脂肪移植なども考慮されるが、術後の吸収の程度が予想が立ちにくく、移植部に硬結を触れる結果となりがちである。遊離皮弁移植術を行っても、血管剥離、血管吻合に必要な皮膚切開が多少増えるだけであるため、遊離真皮・脂肪移植よりも遊離皮弁を選択した方がより確実な治療を行うことができると思われる。

また、以前は脂肪組織の多い患者ではどうしても厚めの皮弁となってしまう、過矯正の結果、数度の

修正術を必要とすることもあった。しかし、最近では皮弁を薄くする技術も発達しており、従来の皮膚切開による除脂肪術を必要とすることが少なくなってきたおり、代わって脂肪吸引による除脂肪を行うことが多い。

最近では美容外科手技の発達が著しく、脂肪注入、脂肪吸引の技術や器具も非常に発展している。脂肪注入だけで顔面の低形成が改善されることは少ないとは思われるが、皮弁移植後に脂肪注入を追加したり、過矯正部分に脂肪吸引を行うのは侵襲も少なく、細かな調整も効くため非常に有用である²⁵⁾。マイクロサージャリーを専門とする形成外科医も是非このような技術は身につけておくべきであろう。

文 献

- 1) Ortiz Monasterio F, Molina F, Andrade L, et al : Simultaneous mandibular and maxillary distraction in hemifacial microsomia in adults ; Avoiding occlusal disasters. *Plast Reconstr Surg* 100 : 852-861, 1997
- 2) Edgerton MT, Marsh JL : Surgical treatment of hemifacial microsomia. *Plast Reconstr Surg* 59 : 653-666, 1977
- 3) Siebert JW, Anson G, Longaker MT : Microsurgical correction of facial asymmetry in 60 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg* 97 : 354-363, 1996
- 4) Murray JE, Kaban LB, Mulliken JB : Analysis and treatment of hemifacial microsomia. *Plast Reconstr Surg* 74 : 186-199, 1984
- 5) Vento AR, LaBrie RA, Mulliken JB : The O.M.E.N.S. classification of hemifacial microsomia. *Cleft Palate Craniofac J* 28 : 68-76, 1991
- 6) Longaker MT, Siebert JW : Microsurgical correction of facial contour in congenital craniofacial malformations ; The marriage of hard and soft tissue. *Plast Reconstr Surg* 98 : 942-950, 1996

- 7) Kearns GJ, Padwa BL, Mulliken JB, et al : Progression of facial asymmetry in hemifacial microsomia. *Plast Reconstr Surg* 105 : 492-498, 2000
- 8) Upton J, Albin RE, Mulliken JB, et al : The use of scapular and parascapular flaps for cheek reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 90 : 959-971, 1992
- 9) Poole MD : A composite flap for early treatment of hemifacial microsomia. *Br J Plast Surg* 42 : 163-172, 1989
- 10) 多久嶋亮彦, 百澤 明, 朝戸裕貴ほか : 先天性顔面神経麻痺の再建. *形成外科* 48 : 891-899, 2005
- 11) Nagata S : A new method of total reconstruction of the auricle for microtia. *Plast Reconstr Surg* 92 : 187-201, 1993
- 12) Nagata S : Secondary reconstruction for unfavorable microtia results utilizing temporoparietal and innominate fascia flaps. *Plast Reconstr Surg* 94 : 254-265, 1994
- 13) Koshima I : Short pedicle superficial inferior epigastric artery adiposal flap ; New anatomical findings and the use of this flap for reconstruction of facial contour. *Plast Reconstr Surg* 116 : 1091-1097, 2005
- 14) Huntsman WT, Lineaweaver W, Ousterhout DK, et al : Recipient vessels for microvascular transplants in patients with hemifacial microsomia. *J Craniofac Surg* 3 : 187-189, 1992
- 15) David DJ, Tan E : A de-epithelialized free groin flap for facial contour restoration. *J Maxillofac Surg* 6 : 249-252, 1978
- 16) Kamiji T, Ohmori K, Takada H : Clinical experiences with patients with facial bone deformities associated with hemifacial microsomia. *J Craniofac Surg* 2 : 181-189, 1992
- 17) Dunkley MP, Stevenson JH : Experience with the free "inverted" groin flap in facial soft tissue contouring ; A report on 6 flaps. *Br J Plast Surg* 43 : 154-158, 1990
- 18) Illouz YG : Present results of fat injection. *Aesthetic Plast Surg* 12 : 175-181, 1988
- 19) Billings EJr, May JWJr : Historical review and present status of free fat graft autotransplantation in plastic and reconstructive surgery. *Plast Reconstr Surg* 83 : 368-381, 1989
- 20) Glogau RG : Microlipoinjection. *Arch Dermatol* 124 : 1340-1343, 1988
- 21) Carraway JH, Mellow CG : Syringe aspiration and fat concentration ; A simple technique for autologous fat injection. *Ann Plast Surg* 24 : 293-296, 1990
- 22) Pinski KS, Coleman WP3rd : Microlipoinjection and autologous collagen. *Dermatol Clin* 13 : 339-351, 1995
- 23) Tsur H, Daniller A, Strauch B : Neovascularization of skin flaps ; Route and timing. *Plast Reconstr Surg* 66 : 85-90, 1980
- 24) Gatti JE, LaRossa D, Brousseau DA, et al : Assessment of neovascularization and timing of flap division. *Plast Reconstr Surg* 73 : 396-402, 1984
- 25) 多久嶋亮彦, 波利井清紀 : 再建外科における liposuction と lipoinjection. *形成外科* 44 : 485-493, 2001
- 26) Inigo F, Ysunza A, Ortiz-Monasterio F, et al : Early postnatal treatment of congenital facial palsy in patients with hemifacial microsomia. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 26 : 57-66, 1993
- 27) Ysunza A, Inigo F, Ortiz-Monasterio F, et al : Recovery of congenital facial palsy in patients with hemifacial microsomia subjected to sural to facial nerve grafts is enhanced by electric field stimulation. *Arch Med Res* 27 : 7-13, 1996
- 28) Ysunza A, Inigo F, Rojo P, et al : Congenital facial palsy and crossed facial nerve grafts ; Age and outcome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 36 : 125-136, 1996
- 29) Takushima A, Harii K, Asato H, et al : Neurovascular free-muscle transfer to treat facial paralysis associated with hemifacial microsomia. *Plast Reconstr Surg* 109 : 1219-1227, 2002
- 30) 多久嶋亮彦, 朝戸裕貴, 波利井清紀 : Hemifacial microsomia に合併する顔面神経麻痺に対する血管柄付き遊離筋肉移植術. *形成外科* 46 : 1293-1299, 2003
- 31) 川嶋邦裕, 横山統一郎, 皆川英彦ほか : Hemifacial microsomia の治療における facial contouring surgery に対する考え方. *形成外科* 41 : 239-249, 1998

(3) 神経縫合手技

神経縫合術の原則は端々縫合であるが、最近では端側吻合による新しい再建法が開発されている。ここでは主に端々縫合手技について記述する。

縫合の前に、損傷した神経断端の瘢痕などを切除する。その際に鋭利なナイフや安全カミソリなどで神経断端を切断すると、神経束群の分布が確認しやすい。神経縫合術には、神経上膜縫合術 epineurial suture と神経束の縫合をする神経周膜縫合術 perineurial suture の2つの方法がある。そして、神経束の分布を適合する場合には perineurial suture を選択し、そのうえで epineurial suture を追加する。神経上膜と神経束を1つの針糸で合わせる epi-perineurial suture でもよい。神経束が適合しない場合(後述する神経移植術や、神経移行術など)には epineurial suture のみの場合もあるが、原則的には perineurial suture を用いる(図2-46)。

また、縫合に際しては強く締めすぎると血流障害による瘢痕を形成したり、神経束が異なる方向を向いてしまったりすることがある。神経が再生しやすいように、軽く縫合するほうがよい。縫合糸としては、8-0 から 10-0 を用いる。

(4) 神経移植術

損傷部の欠損が長く、端々吻合ができないときに行われる。移植する神経としては、腓腹神経や外側前腕皮神経、内側前腕皮神経などの後遺症の少ない知覚神経を選択する。採取する神経の長さは、欠損長の10~15%増しとする。細い神経で太い神経を再建する場合には、採取した神経を束ねて移植 cable graft することもある。

また最近では、より神経再生がよいといわれている血流を温存した血管柄付遊離神経移植 free vascularized nerve graft が行われている。長い神経欠損や瘢痕組織内の移植に適応がある。

参考文献

- 1) 波利井清紀：微小血管外科。克誠堂出版、1977。
- 2) 別府緒兄(編)：整形外科医のためのマイクロサージャリー—基本テクニック。メジカルビュー社、2000。
- 3) 長谷川健二郎，木股敬裕：マイクロサージャリー—血管吻合。PEPARS14：100-106、2007。

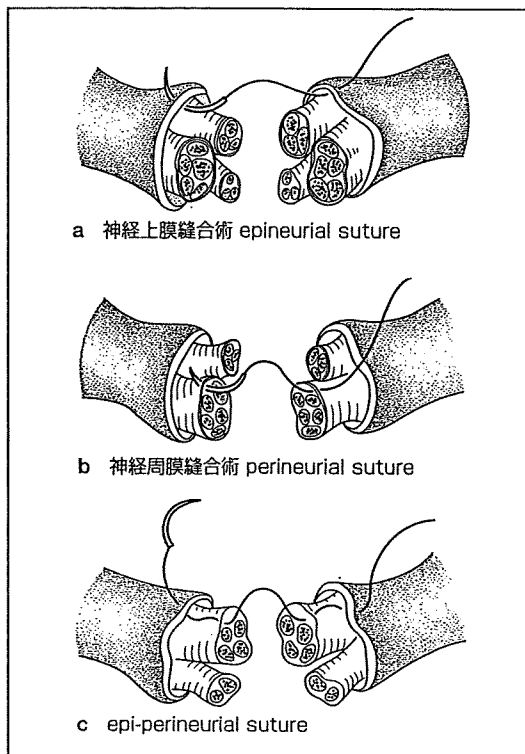


図2-46 微小神経縫合手技

C 形成外科領域における応用

形成外科領域では多くの手術分野にマイクロサージャリーの基本手技が利用されているが、代表的なものとして、切断組織の再接着と血管柄付遊離組織(弁)移植があげられる。

1. 切断組織の再接着

外傷などによって体表の組織が切断された場合、組織の血流が再開されない限り、切断組織は壊死に陥る。ある一定以上の組織量を持った切断組織は、マイクロサージャリーを利用して、切断された血管を吻合することにより再接着を行う必要がある。切断組織の再接着を行う例としては、手指の再接着の頻度をもっとも多く、頭皮、耳介、陰茎、上下肢、などもまれにみられる(図2-47)。

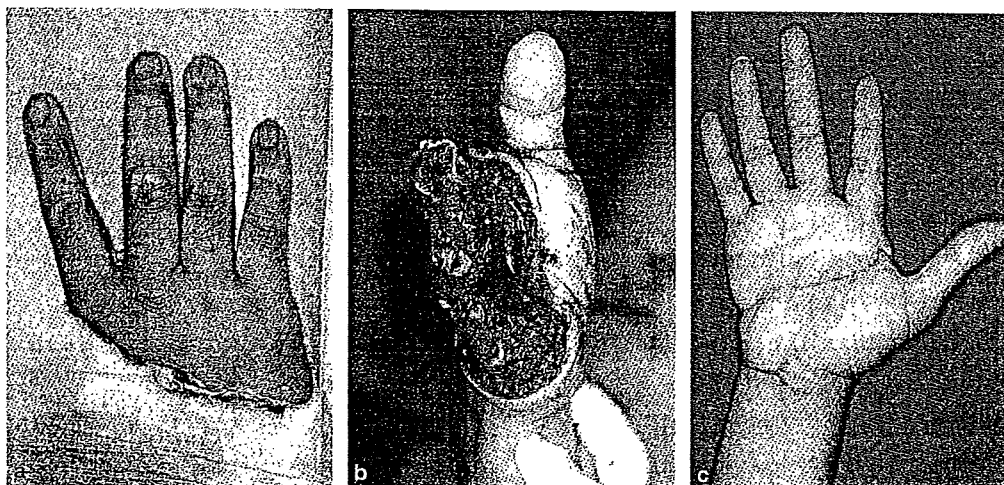


図 2-47 手切断の再接着

a, b : 旋盤による手掌部での切断, c : 再接着術後1年.

a. 再接着手術の適応

再接着の条件としては、まず、切断された組織の阻血時間があげられる。手指の場合などでは、6～8時間以内が適応と考えられているが、保存状態や切断レベルにも左右される。阻血時間は短いほうが生着率も高く、術後の機能などもよい。

次に切断組織の条件であるが、上肢の場合、手術適応を決めるもっとも重要な要素は切断レベルである。絶対的適応としては、①手掌部およびそれより中枢での切断、②母指切断、③多数指切断、があげられるが、これ以外の切断に適応がないというわけではない。遠位指節間 (distal interphalangeal : DIP) 関節より末梢での切断は機能的回復の意義はさほどないにしろ、患者の満足度は高いため手術適応となる。

b. 手術手技

手術ではまず、ていねいにデブリードマンを行ったのち、中枢側、断端側で骨・腱・筋肉・神経・血管など縫合すべき組織を同定し、これらを順次固定、縫合、吻合していく。

切断指の場合は、術後3週間より温浴によるリハビリテーションを開始する。

c. 虚血再灌流障害

ischemia reperfusion injury

切断組織を再接着した場合、組織に与える損傷は虚血によるものだけではなく、血流再開後の再灌流によって発生する活性酸素などによる障害が大きい。この現象は虚血再灌流障害として知られているが、主としてキサンチンオキシダーゼを介して、虚血後再灌流により活性酸素が産生される経路が原因として考えられている。

この現象は血管柄付遊離皮弁移植術でも起こり得るが、虚血時間が長いほど障害も大きいので、再接着までに時間を必要とした組織切断において問題となることが多い。

d. 再接着毒血症 replantation toxemia

切断組織内に筋組織が含まれている場合、虚血時間が3時間を超えると筋組織は低酸素状態によって筋融解を生じ、不可逆的変性をきたす。低酸素状態によって生じた乳酸などの代謝産物と、筋融解によって蓄積されたカリウムイオンやミオグロビンなどは、血行の再開によって全身に流出し、心・腎を中心とした臓器に障害をきたし、全身性ショックに陥る危険性さえある。

このため、多くの筋組織を含んだ中枢側での切断(いわゆる major amputation)の再接着を行う際