

Figure 1. Diagram of the midface. The three vertical buttresses of the maxilla include the nasofrontal (1), zygomatic (2), and pterygomaxillary (3) buttresses. The two horizontal planes include the upper horizontal plane (a) consisting of the orbital floor and zygomatic arch, and the lower horizontal plane (b) chiefly consisting of the palatal bone and maxillary alveolus.

### Case reports

#### Case 1

A 51-year-old man presented with squamous cell carcinoma of the left maxillary sinus. After 30 Gy of preoperative radiotherapy, and chemotherapy using 5-fluorouracil and cisplatin, the maxilla including the upper and lower horizontal planes was resected en bloc, preserving the orbital contents, together with a radical neck dissection. The upper horizontal plane was reconstructed using non-vascularised eighth and ninth costal cartilages, which were fabricated and fixed to the remaining frontozygomatic process and zygomatic arch with titanium miniplates. A

Table II. Success rate of bone and cartilage grafts for reconstruction of the orbital floor. Data are number of patients.

Material used for reconstruction	Number of patients who survived	
	Immediate (n=6)	Delayed (n=22)
Vascularised bone	4	14
Non-vascularised bone and cartilage	2	5
Implant	0	3

rectus abdominis musculocutaneous flap with two cutaneous islands was used for reconstruction of the palate and nasal lining. His postoperative course was uneventful, with no infection or exposure of cartilages. Four years postoperatively, the position of his eyes is symmetrical, and he has no double vision, but the left cheek is slightly depressed (Figure 2).

#### Case 2

A 66-year-old woman presented with severe facial deformity and double vision caused by downward dislocation of the left eye after resection of squamous cell carcinoma of the left maxillary sinus. As the palate was not resected and the soft tissue defect was small, a 4 × 2 cm piece of calvarial bone was used to reconstruct the orbital floor and restore the position of the eye. An anterolateral thigh flap was used to cover the transferred calvarial bone and to reconstruct the facial skin defect created in the lower lid region by repositioning the slipped eyeball to avoid ectropion. One year postoperatively, her double vision has vanished, and her facial contours are improved (Figure 3). The anterior thigh skin gave a poor colour match to the cheek, and was later replaced with a skin graft from the preauricular skin.



Figure 2. Case 1. (a) Preoperative computed tomogram. (b) Immediately after the en bloc excision using the Weber-Fergusson approach. (c) The rectus abdominis musculocutaneous flap was set in the defect to create the oral and nasal lining. (d) The non-vascularised rib cartilage (→) was fabricated and fixed to the remaining frontozygomatic process and zygomatic arch with titanium miniplates. (e) Postoperative appearance at four years. (Published with the patient's consent). (f) Postoperative computed tomogram at four years.

### Case 3

A 27-year-old man had a spindle cell sarcoma of the left maxilla resected. After a period of three years he complained of double vision and oronasal incompetence as a result of the resection of the palate. Because the defective maxilla with its bacterial contamination had to be removed for palatal closure, vascularised scapula was used for the reconstruction of the upper horizontal plane and a scapular flap was used for obliteration of the maxilla. Three years postoperatively the patient can speak well and eat without dentures, although the alar base is slightly depressed (Figure 4).

### Discussion

The midface contains highly specialised structures that serve multiple functions confined within a small space, and is therefore exceedingly complicated. Reconstruction of defects is a challenge to reconstructive surgeons. Microvascular tissue transfer has dramatically changed the way we reconstruct the head and neck, and also forms the mainstay for reconstruction after maxillectomy. However, there are various opinions about which materials and methods are best for the midface. Some reconstructive surgeons have recently advocated that midfacial skeletal reconstruction after resection should be

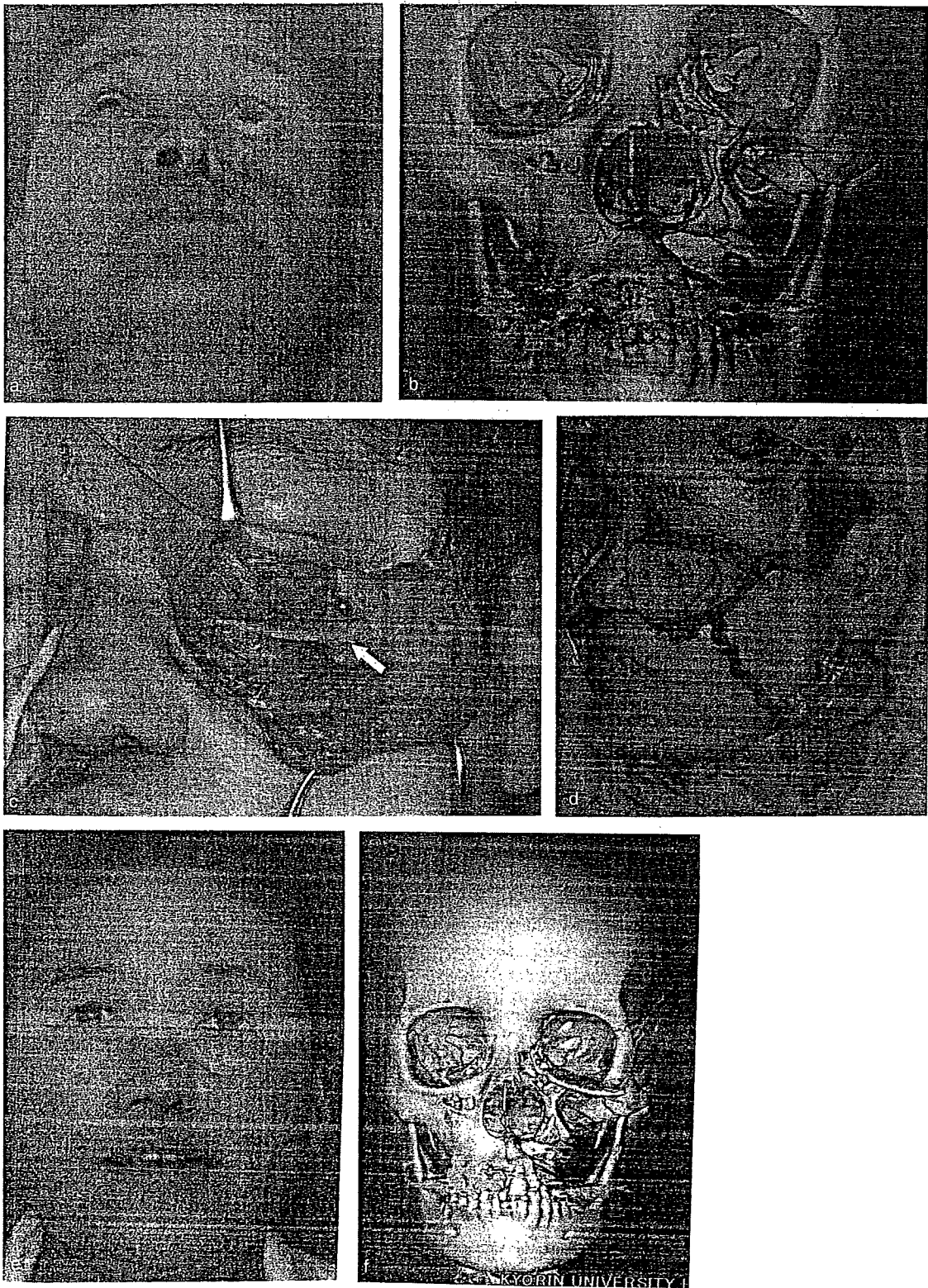


Figure 3. Case 2. (a) Preoperative appearance. (Published with the patient's consent). (b) Preoperative three-dimensional computed tomogram. (c) Calvarial bone (→) was used to restore the position of the eyeball. (d) An anterolateral thigh flap was used to cover the transferred calvarial bone and to reconstruct the facial skin defect. (e) Postoperative appearance at one year. (Published with the patient's consent). (f) Postoperative three-dimensional computed tomogram at one year.

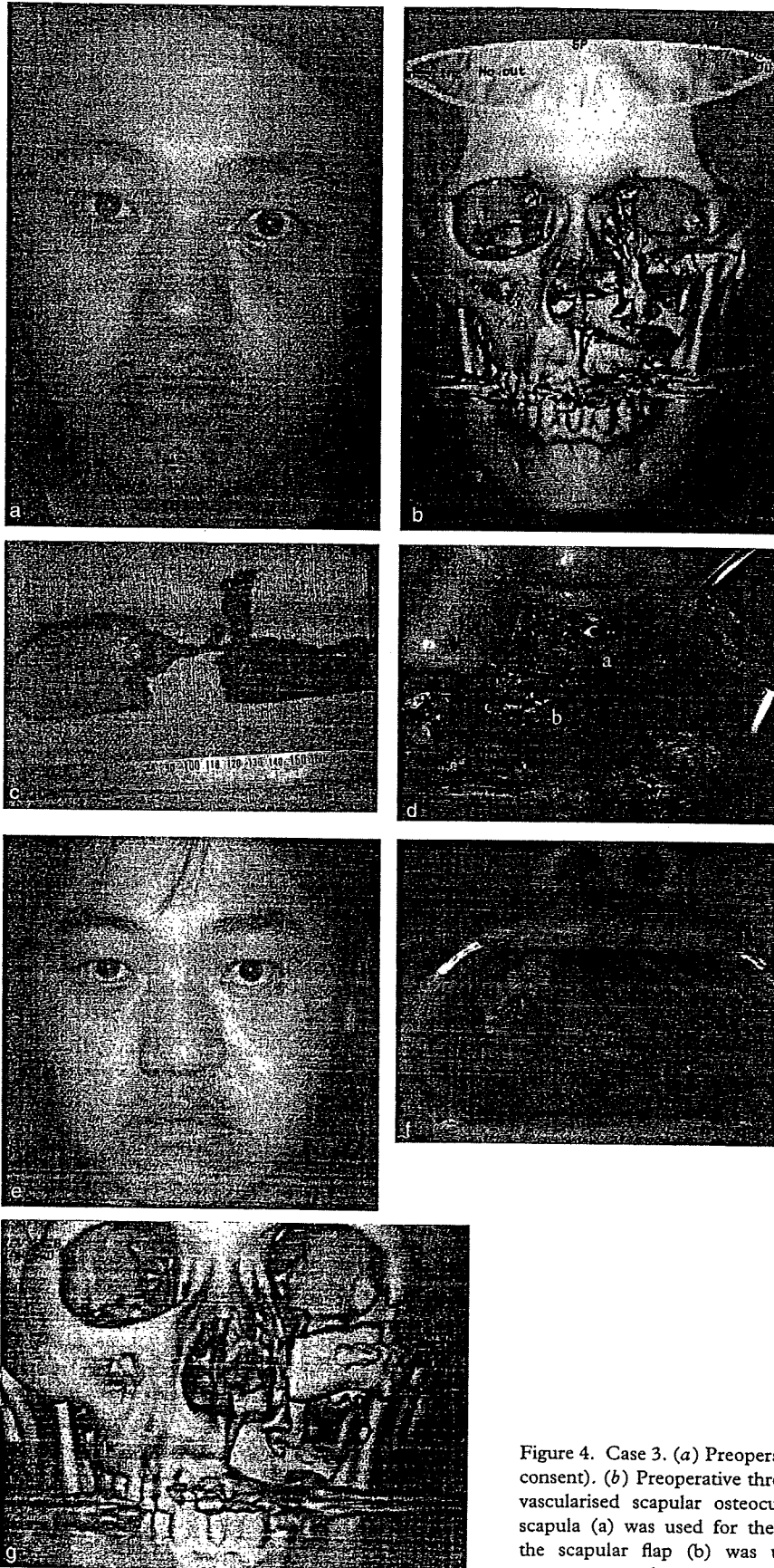


Figure 4. Case 3. (a) Preoperative appearance. (Published with the patient's consent). (b) Preoperative three-dimensional computed tomogram. (c) The vascularised scapular osteocutaneous flap that was harvested. (d) The scapula (a) was used for the upper horizontal plane reconstruction, and the scapular flap (b) was used for palatal closure. (e) Postoperative appearance at three years. (Published with the patient's consent). (f) The palate closed by the scapula flap. (g) Postoperative three-dimensional computed tomogram at three years.

based on the principles of the restoration of maxillary buttresses [3,4]. The concept of maxillary buttresses was originally described by Sicher and DeBrul [5] and re-emphasised by Manson et al. [6] and Gruss and Mackinnon [7] in the treatment of Le Fort-type facial fractures. The three maxillary buttresses are the medial buttress (nasomaxillary buttress), the lateral buttress (zygomaticomaxillary buttress) and the posterior buttress (pterygomaxillary buttress). According to Gruss and Mackinnon [7], reconstruction of the anterior (medial and lateral) buttresses is important for exact vertical height and horizontal projection of the maxilla. These concepts attach great importance to vertical skeletal supports and simplify the treatment of complicated facial bone fractures. These concepts are absolutely true in the treatment of the Le Fort-type fracture in which the midface is often shortened vertically.

In reconstruction of the maxilla after tumour ablation, however, vertical reconstruction is rarely required because posterior components of the midface such as posterior wall of the maxillary sinus and pterygomaxillary buttress almost always remain. Vertical height of the maxilla is rarely shortened after maxillectomy, even in total maxillectomy. Conversely, horizontal planes such as the orbital floor (upper horizontal plane) and palate (lower horizontal plane) are often resected. Coleman therefore proposed an alternative concept for maxillary reconstruction after tumour ablation, in which midfacial bones are simplified into a truncated pyramidal shape and functional surfaces of the midface buttress include the infraorbital area, palate, lateral nasal wall, and buccal-malar skin [2]. Coleman noted that reconstruction of the entire structure is usually impractical and satisfactory reconstruction can be performed by obliterating the central cavity and replacing the important surfaces (orbital, palatal, and malar) using vascularised bone and soft tissue flaps.

Our concept of the maxillary structure is shown in Figure 1. The three vertical buttresses of the maxilla including the nasofrontal, zygomatic, and pterygomaxillary buttresses, maintain midfacial projection and vertical height. The concept of buttresses means vertical supports, so buttresses primarily comprising orbital and palatal bones should be named horizontal planes rather than buttresses, to avoid confusion in terminology. Of the two horizontal planes, the lower horizontal plane consists mainly of palatal bone and maxillary alveolus, and provides a normal occlusal plane for the mandible. This also maintains facial width and proportion in close connection with the vertical buttresses. The upper horizontal plane, consisting of the orbital floor and zygomatic arch,

supports the eyes and forms the zygomatic prominence, which is also aesthetically important in manifesting three-dimensional form of the face.

Maxillary reconstruction should be planned according to these anatomical characteristics. We think that reconstruction of all three vertical buttresses is unnecessary, because the posterior wall of the maxilla is almost always left intact after resection, which is a distinct difference from a Le Fort-type fracture. As a result, the vertical height of the maxilla can be retained without reconstruction. Bony reconstruction of the nasofrontal vertical buttress is clearly important to avoid depression of the alar base. The pterygomaxillary buttress and lower horizontal plane are likewise important for osseointegration. However, reconstruction of this buttress and plane using a vascularised bone transfer is difficult, and these problems can be resolved simply using maxillary prostheses [8]. A depressed alar base can be raised by dentures, with only reconstruction of the medial nasal wall with a soft tissue flap. Osseointegration is hardly required for patients with maxillary cancer, who typically have a poor prognosis. The zygomatic buttress, while certainly important for malar prominence, can be achieved by reconstruction of the upper horizontal plane. On the other hand, reconstruction of the upper and lower horizontal planes is more important than that of the vertical buttresses. Restoration of downward deviation of the orbit because of loss of the upper horizontal plane is critical for the treatment of double vision and facial aesthetics. Although many surgeons admit that the upper horizontal plane (orbital floor) should be reconstructed using hard tissue, some have suggested that vascularised bone should be used to avoid infection or absorption of transferred bone [4,9,10], while others have reported the safety of a non-vascularised bone graft [3,11]. We think that one of the reasons underlying such confusion lies in differences of the timing of reconstruction. One of the aims of the present paper was therefore to elucidate differences in results between immediate and delayed reconstructions.

For immediate reconstruction we used either a rectus abdominis or a latissimus dorsi musculocutaneous flap, which is rather large. In all six patients who had their upper horizontal planes reconstructed, the grafted bone survived well. This is probably because non-vascularised costal cartilage could be adequately wrapped with a large flap. However, various types of flaps with little soft tissue such as radial forearm and anterolateral thigh flaps were used for delayed reconstruction. Postoperative infection occurred in three of four patients in whom a non-vascularised costal cartilage had been used, although vascularised bone that avoided necrosis of



the flap survived well in all patients. These results indicate a greater possibility of infection if non-vascularised bone cannot be wrapped adequately in a large soft-tissue flap.

Another reason for the high infection rate in non-vascularised bone with delayed reconstruction may be that the operative field is inevitably contaminated by bacterial flora that has already become established in the maxillary defect. Vascularised bone should be selected for reconstruction of the upper horizontal plane for delayed reconstruction, but bacterial contamination of the operative field can be avoided in delayed reconstruction if the maxillary defect is left untouched without reconstruction of the nasal wall or palate. The upper horizontal plane should be reconstructed using only non-vascularised bone together with a soft-tissue free flap. The only patient in whom non-vascularised bone was successfully transferred during delayed reconstruction had such a manipulation.

In addition to the upper horizontal plane, the lower horizontal plane is critical for oronasal competence. Palatal closure is advisable, as patients can usually speak well and eat without dentures [3]. However, palatal closure may reduce prosthetic stability [8], so we think that palatal defects should be closed in younger patients with sufficient residual maxillary teeth for chewing, and an obturator should be used without palatal closure for elderly patients with few residual teeth. Combining the reconstructive concepts of upper and lower horizontal planes, reconstruction should be planned as follows: for immediate reconstruction, the upper horizontal plane should be reconstructed using non-vascularised free bone. Vascularised bone should be used for delayed reconstruction when the nasal or palatal walls are reconstructed and bacterial contamination is expected. This is particularly so when patients are young and with sufficient residual teeth and dentures are not required. However, non-vascularised bone should be used when the maxillary defect has not been touched during operation. When the palate is open dentures are obviously required postoperatively.

For immediate reconstruction all transfers were successful, although there was one arterial thrombosis which was treated by immediate reanastomosis. For delayed reconstruction, however, transferred flaps resulted in necrosis in three of 30 patients. All three necrosed flaps had required interpositional vessel grafting or a radial forearm flap as an interpositional flap, as flap pedicles could not reach the recipient vessels. However, the use of serial flaps is reportedly safe [12,13], even though the risk of necrosis may be higher because double the number

of microanastomoses are required. We therefore cannot conclude that the high rate of necrosis in delayed reconstruction results from the use of serial flaps. Another common factor in necrosed flaps was arterial thrombosis, which occurred around postoperative day 4 (relatively late postoperatively) in all cases. The nasal cavity or palate was closed during the operation in each of these three cases. Bacterial contamination is inevitable when the maxillary defect is completely closed, so we think that the cause of the high rate of necrosis of flaps in delayed reconstruction compared with immediate reconstruction involves infection around the pedicles that leads to late vascular thrombosis. To avoid this type of infection, the maxillary defect should be cleaned preoperatively.

## References

- [1] Konno A, Togawa K, Iizuka K. Primary reconstruction after total or extended total maxillectomy for maxillary cancer. *Plast Reconstr Surg* 1981;67:440-8.
- [2] Coleman JJ 3rd. Microvascular approach to function and appearance of large orbital maxillary defects. *Am J Surg* 1989;158:337-41.
- [3] Cordeiro PG, Santamaria E. A classification system and algorithm for reconstruction of maxillectomy and midfacial defects. *Plast Reconstr Surg* 2000;105:2331-46.
- [4] Yamamoto Y, Minakawa H, Kawashima K, Furukawa H, Sugihara T, Nohira K. Role of buttress reconstruction in zygomaticomaxillary skeletal defects. *Plast Reconstr Surg* 1998;101:943-50.
- [5] Sicher H, DeBrul EL. *Oral anatomy*. 5th ed. St Louis: CV Mosby; 1970. p 78.
- [6] Manson PN, Hoopes JE, Su CT. Structural pillars of the facial skeleton: an approach to the management of Le Fort fractures. *Plast Reconstr Surg* 1980;66:54-62.
- [7] Gruss JS, Mackinnon SE. Complex maxillary fractures: role of buttress reconstruction and immediate bone grafts. *Plast Reconstr Surg* 1986;78:9-22.
- [8] Sakuraba M, Kimata Y, Ota Y, et al. Simple maxillary reconstruction using free tissue transfer and prostheses. *Plast Reconstr Surg* 2003;111:594-600.
- [9] Nakayama B, Matsuura H, Hasegawa Y, Ishihara O, Hasegawa H, Torii S. New reconstruction for total maxillectomy defect with a fibula osteocutaneous free flap. *Br J Plast Surg* 1994;47:247-9.
- [10] Swartz WM, Banis JC, Newton ED, Ramasastry SS, Jones NF, Acland R. The osteocutaneous scapular flap for mandibular and maxillary reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1986;77:530-45.
- [11] Cordeiro PG, Santamaria E, Kraus DH, Strong EW, Shah JP. Reconstruction of total maxillectomy defects with preservation of the orbital contents. *Plast Reconstr Surg* 1998;102:1874-85.
- [12] Wells MD, Luce EA, Edwards AL, Vasconez HC, Sadove RC, Bouzaglo S. Sequentially linked free flaps in head and neck reconstruction. *Clin Plast Surg* 1994;21:59-67.
- [13] Nakatsuka T, Harii K, Yamada A, Ueda K, Ebihara S. Dual free flap transfer using forearm flap for mandibular reconstruction. *Head Neck* 1992;14:452-8.

## 血管柄付き遊離腓骨移植による下顎再建

多久嶋亮彦 波利井清紀

---

The Japanese Journal of  
Plastic & Reconstructive  
Surgery, Vol. 50, No. 1, 2007  
形 成 外 科  
第 50 卷 第 1 号 別 刷  
克 誠 堂 出 版 株 式 会 社

## 血管柄付き遊離腓骨移植による下顎再建

杏林大学医学部形成外科 多久嶋 亮彦 波利井 清紀

**Key words**: 下顎 再建 血管柄付き遊離骨移植 マイクロサージャリー 腓骨

### はじめに

血管柄付き遊離骨あるいは骨付き皮弁移植(以下, 骨・骨皮弁と略す)では, いわゆる living bone graft として骨移植を行うことができる<sup>1)</sup>。このため, 感染の危険性が高く, 再建硬組織の強度が必要な下顎再建においても, 有用な再建材としてすでに多くの報告がある<sup>2)</sup>。血管柄付き遊離骨・骨皮弁としては, これまでに肋骨<sup>3)</sup>, 腸骨<sup>4)</sup>, 肩甲骨<sup>5)</sup>などが報告されてきたが, 比較的新しく開発された腓骨・骨皮弁は, その多くの利点から, 下顎再建における第1選択として広く用いられるようになって来ている<sup>6)7)</sup>。しかし, 腓骨に付けた皮弁は薄く, 血行が不安定なことより<sup>8)</sup>, 口腔粘膜再建に用いた場合には瘻孔を生じやすいなどの問題点も多い。したがって, 軟部組織欠損範囲が大きな下顎欠損症例においては, ほかの皮弁と組み合わせるなど<sup>9)</sup>, 手術適応をよく考慮する必要がある。

本稿では, 腓骨・骨皮弁を用いた腫瘍切除後の下顎再建の基本的な手術手技, 手術適応, さらにわれわれが注意している手技上のポイントについて述べる。

### I 私の手術手技の基本

#### 1. 術前の準備

##### 1) 下顎部

腫瘍切除に伴う一期的下顎再建の際には, 残存下顎をできるだけ元の位置に保持したまま, 下顎骨の連続性を回復する必要がある。このことは下顎切除後の残存歯が多い場合に特に重要であり, われわれは予想される残存歯に術前にブラケットを装着し, 術中にこれを利用して顎間固定を行い, それに合わせて骨移植を行ってきた<sup>10)</sup>。矯正歯科の協力が得られれば, 術後の咬合のわずかなずれもブラケットをそのまま利用して矯正できるため, 正確な咬合を獲得することが可能である。しかし, この方法では残存する2つの下顎片の両者に残存歯がなければ顎関節の位置を正しく保持することができない。また, 矯正歯科がない施設では施行することは困難である。このようなことから, 最近われわれは, 術中に reconstruction plate を用いて咬合の保持を行う簡便な方法を使うことが多いが<sup>11)</sup>, これに関しては後述する。

##### 2) 腓骨部

腓骨・骨皮弁を選択した場合, 術前に必ずドップラー血流計を用いて腓骨動静脈からの



皮膚穿通枝の部位を確認し、マーキングしておく。穿通枝が確認されない場合は、皮弁への良好な血行が得られないことがあるため、前腕皮弁などとの併用、あるいは肩甲骨皮弁などへの変更を考えた方がよい。われわれは、侵襲の大きさを考慮して術前の血管造影を行っていないが、ドップラーによる穿通枝の確認ができれば、ほとんどの症例で安全に腓骨・骨皮弁を挙上できると考えている。

## 2. 手術手技

### 1) 腓骨・骨皮弁採取部の準備

腓骨・骨皮弁の利点の一つに、皮弁の挙上を仰臥位で、下顎の手術と同時進行に行えるという点が挙げられる。このため、下顎の術野の準備と同時に下腿の準備も行う。腓骨動静脈の皮膚穿通枝は、腓骨の内後方から腓骨後方を回って皮膚に向かって筋間中隔を穿通してくるので、腓骨の後面を見やすい体位を確保する。具体的には、まず、腰部に枕を置き、少し体幹を傾かせ、ターニケットを装着したうえで、下肢全体の消毒を行う。次に、股関節を内転させ、膝関節に滅菌布を挟み、屈曲させる。

皮弁の挙上は、皮膚、軟部組織、骨の欠損量が大体把握できれば、腫瘍切除の終了を待たずに開始する。そして、腫瘍切除が終了した段階で移植床側の準備を行う。

### 2) 移植床の準備

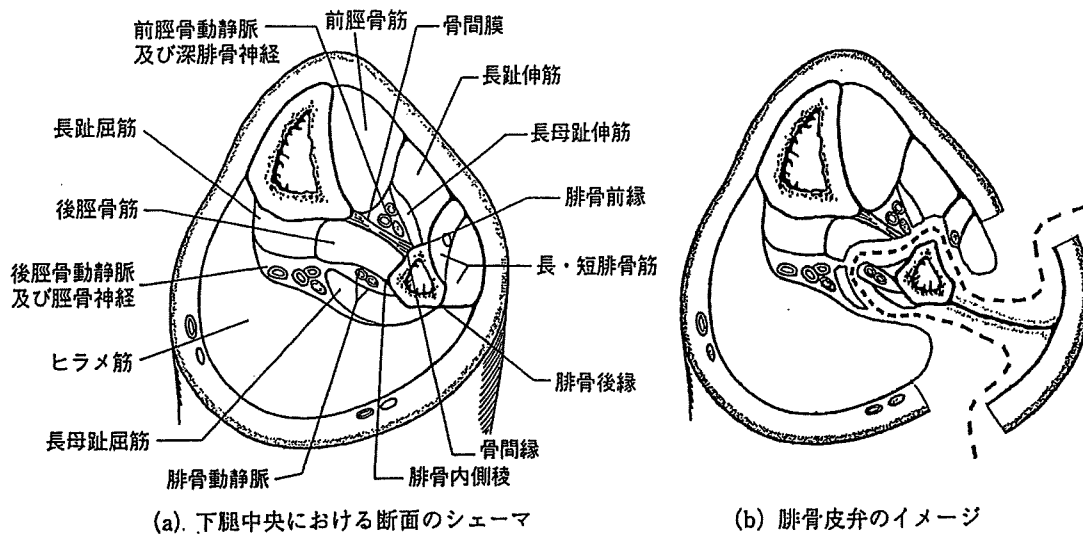
まず、移植床血管の準備を行うが、腓骨・骨皮弁の血管柄は短いため、上甲状腺動脈、舌動脈など頸部上方の動脈を用いることがほとんどである。腓骨動脈はこれらの血管と比較して太いことが多いので、それに見合う血管を選択する。放射線照射後の二次再建などで、瘢痕組織により候補となる移植床血管が細くなっているような場合は、外頸動脈へ直接、端側吻合することも考慮する。静脈に関しては、われわれは内頸静脈に端側吻合する

方法を好んで行っている<sup>12)</sup>。次に、皮弁を縫着する予定の粘膜部分の縫い代を確保する。切除の際に粘膜が大きく裂けている場合は、裂けた部分を先に縫合しておくが、裂けている部分が小さい場合はトリミングを行い、皮弁を差し込んで、できるだけ3点縫合を避けるようにした方がよい。また、残存する歯肉粘膜と皮弁との縫合部（特に前歯部）は、一番瘻孔を形成しやすい部位であるので、皮弁を縫着できるしっかりとした歯肉粘膜を確保しておく。

### 3) 腓骨・骨皮弁の挙上

皮弁挙上に際しては、腓骨周囲の神経、血管、筋肉組織などを含めた断面図をイメージすることがまず重要である（図1）。腓骨体の断面は、前縁、後縁、内側稜を頂点とする三角形をなしているの、それぞれの頂点の間に存在する組織を分けて覚えておけばイメージしやすい。また、どの皮膚穿通枝を取り込んで皮弁を作成するかも重要である。近位の腓骨頭から、腓骨長の1/2より遠位で2/3より近位に比較的太い穿通枝があることが多く、腓骨との位置関係もよいため、われわれはこの穿通枝を利用するようにしている。皮弁の挙上は、まず、ドップラーによる穿通枝のマーキングポイントを中心に、欠損範囲に合わせて皮弁部分のデザインを行うことから始める。下顎の高さと腓骨の径はかなり違うため、皮弁が口腔内で少し沈み込んで腓骨に接着する方が死腔の形成が少ない。このため皮弁の大きさは、欠損部より少し大きめにデザインすることが大切である。この際、ドップラーによる穿通枝のマーキングポイントがずれていることも考慮に入れて、腓骨を採取するためのデザインを、皮弁部分のカーブをそのまま緩やかな波形に頭側、尾側に延長して行う（図2）。

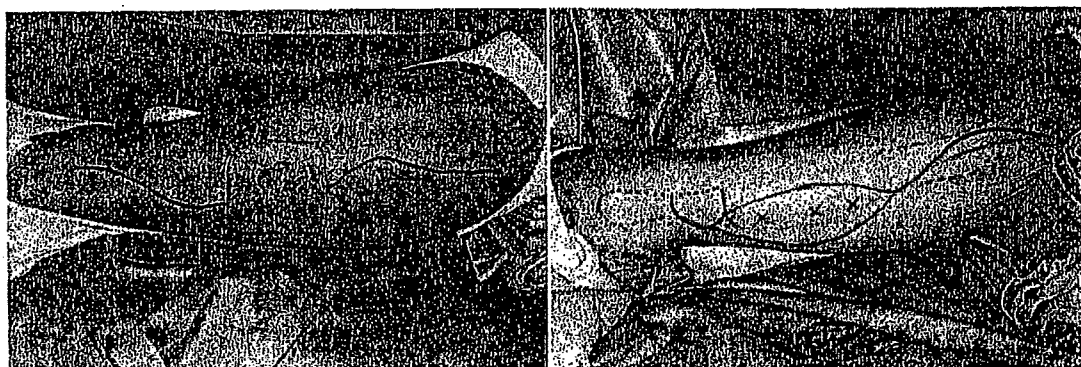
皮弁の皮切の始まりは、前方からでも後方からでもよいが、皮切が筋膜に達したら、筋



(a) 下腿中央における断面のシェーマ

(b) 腓骨皮弁のイメージ

図1 下腿中央部での断面



(a) このデザインのまま、皮弁部分の切開を行うと  
穿孔枝の位置がずれていた場合に対応できない。

(b) このようにデザインすれば穿孔枝の位置がず  
れていても対応できる。

図2 腓骨皮弁のデザイン

膜下に下腿後筋間中隔に向かって剥離を進める。筋間中隔に達するまでは筋膜上を剥離するとの報告も多いが<sup>13)</sup>、筋膜下で剥離した方が筋膜上の血管網を確保できるため皮弁の血行はより安定すると思われる。筋間中隔付近で穿孔枝が確認できたらそれに合わせて皮島のデザインをもう一度見直す。皮弁の全周を切開、剥離し、腓骨に向かってヒラメ筋と長腓骨筋の間で穿孔枝を含めた筋間中隔をできるだけ皮弁に取り込むようにして剥離を進める(図3)。また、穿孔枝がヒラメ筋などの筋

体内を通っている時は、少量の筋体をつけたまま剥離する方が安全である。穿孔枝が腓骨後縁の後方から立ち上がってくるまで剥離できたら腓骨の処理に移る。

腓骨の上下端に向けてゆるやかなS字状に皮切を伸ばすが、腓骨頭近くでは総腓骨神経を損傷しないように注意する。腓骨はまず後縁から前縁にかけて長・短腓骨筋の剥離を行う。重要組織はないため電気メスを用いてもよい。次に、前縁を乗り越えて骨間縁にかけて腓骨骨膜上を剥離するが、ここは視野が狭

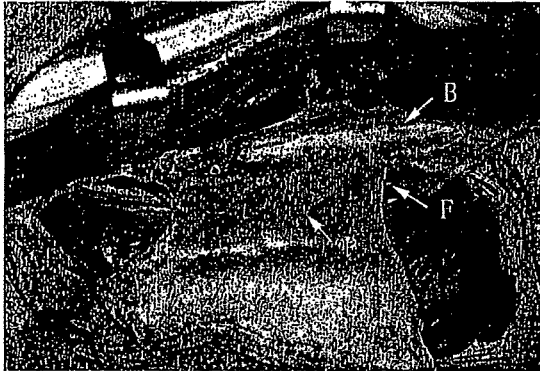


図3 腓骨皮弁の挙上  
 穿通枝を含めた筋間中隔を皮弁に取り込んで挙上する。  
 B；腓骨，F；筋間中隔，P；穿通枝

く、前脛骨動静脈、深腓骨神経を損傷する可能性があるため剥離子、剪刀を用いて注意深く剥離を行う。骨間縁までの剥離を終了後、骨切りを行う。骨切りを行う場所は骨の必要量とは関係なく、腓骨と腓骨動静脈の間が少し離れている上下端より 5 cm ほどの位置とする。腓骨頭、および腓骨の下端を栄養しているのは腓骨動脈ではなく、骨端動脈であるとされており<sup>14)</sup>、また、上端の脛腓関節、および下端の脛腓靭帯結合を損傷しないために、上下端から約 5 cm は腓骨を温存することが必要である。骨切りは、骨膜下に腓骨を全周性に剥離後、細い腸ペラなどを後面に置いてサージカルソーを用いて行えば、腓骨動静脈を損傷する危険性はない。

骨切り後、切断した腓骨の末梢端に単鉤をかけて外側に引っ張りながら、末梢側より骨間膜の切離を進める。骨間膜を少し切離したところで腓骨動静脈の末梢側が確認できるのでここで結紮を行う。骨間膜の切離が終了したら、腓骨に沿って走行する腓骨動静脈が確認できるので、これを損傷しないように後脛骨筋と長母趾屈筋を切離する。この際、下顎の軟部組織欠損量に応じて、長母趾屈筋の一部を腓骨に付着させることにより、死腔の形成を減らすことができる<sup>15)</sup>。

最後に腓骨動静脈を中枢側に剥離するが、腓骨動静脈は必ずしも後脛骨動静脈から分岐しているとは限らず、前脛骨動静脈から分岐する場合などがあるため、それらの主要動静脈を損傷しないように注意する。皮弁挙上を終了したらターニケットを解除し、骨断端および皮弁よりの出血を確認する。この段階で皮弁部分の血行が不安定であると認められるようであれば迷わず前腕皮弁などほかの皮弁との連合を考える。これはかなりの確率で起こり得るので、われわれは術前のインフォームドコンセントでほかの皮弁を利用する可能性があることを必ず説明している。

#### 4) 移植骨の成形 (彎曲)

骨・骨皮弁の虚血時間が延長しないように、血管柄を切断する前に移植床側で骨の彎曲を行う方法が過去より報告されてきた<sup>16)</sup>。この方法は経験豊かな術者がテンプレートを用いて行えば有用であるが、血管茎との関係が必ずしも予想通りにいかないことも多いため、最近では、われわれは移植骨の成形は骨・骨皮弁の採取後に行っている。再建の際には、まず、採取した腓骨・骨皮弁を下顎にあてがい、必要な骨の長さ、血管柄と移植床血管の位置を確認する。余剰な骨は切除するが、血管柄をできるだけ長く確保するために、腓骨動静脈を中枢側より腓骨骨膜下に剥離した後に、腓骨中枢側を切除する。次に、欠損部の彎曲に合わせて骨切りを行うが、過去の報告では腓骨の一部をくさび形に切除して彎曲させてミニプレート固定する方法が一般的である<sup>17)</sup>。理想的にはこの方が望ましいが、骨切りを行う内彎側に丁度血管茎が走行している場合は、血管柄を損傷する可能性がある。このような場合、われわれは、反対側である外彎側を骨切りし、ここにくさび形の遊離骨をはめ込んで彎曲させ、ミニプレート固定する方法を取っている (図4)。この方法であれば骨切り時にほとんど骨膜を骨から

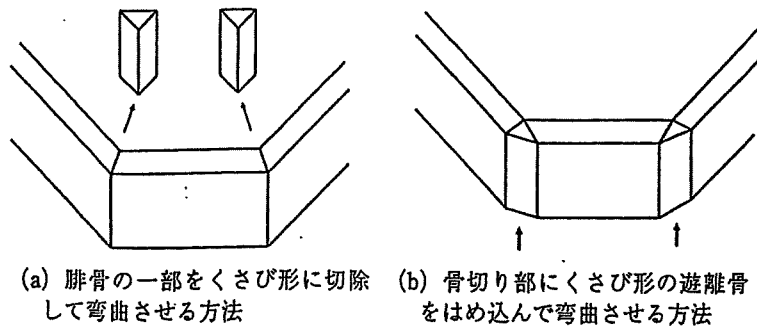


図4 下顎成形の方法

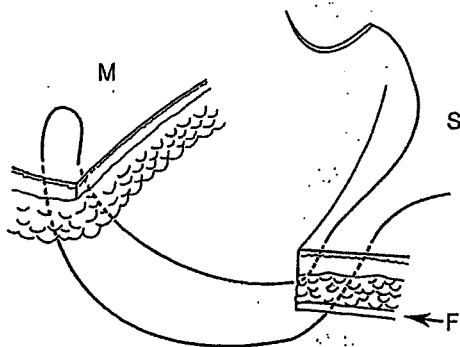


図5 皮弁の縫合方法

マットレス縫合の際に腓骨皮弁の筋膜に縫合糸をかける。

S；皮弁，M；粘膜，F；筋膜

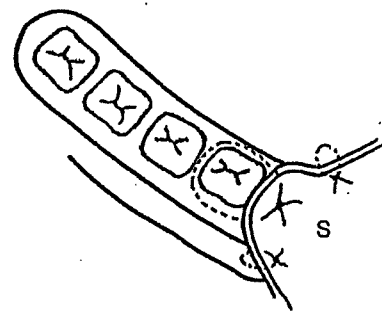


図6 皮弁の歯肉部への縫合方法  
 歯にループさせてマットレス縫合を行う。  
 S；皮弁

剥離する必要もなく、遊離骨を介在させることによる骨癒合の遷延なども経験していない。なお、ミニプレート固定は骨膜を剥離せず、骨膜上から行っている。

#### 5) 残存下顎への固定と血管吻合

腓骨による下顎の成形が終了後、口腔内の欠損がある場合には、骨を固定する前にまず皮弁を口腔内に縫着する。皮弁は唾液の貯留が多い口腔底や歯肉部に縫着することが多いため、できるだけマットレス縫合を行い、water tightになるようにする。その際、腓骨皮弁の筋膜に縫合糸をかけることが瘻孔予防に繋がると考えている(図5)。また、口腔の奥から前方に向けて縫合を行うが、瘻孔を形成しやすい前方に少し皮弁を余らせるようにしながら縫合を行う。皮弁に余裕がなくなり、前方の3点縫合になる部分や、歯肉粘膜との

間に緊張をかけた縫合を行うと瘻孔形成の原因となる。残存下顎と腓骨には高さの差があるため、皮弁は口腔前庭側と口腔粘膜側の間で下顎骨の断面を覆う形となる。この部分の縫合はマットレス縫合とし、しっかりとした歯が残っていればここにループさせて縫合を行う(図6)。

次に、移植骨の残存下顎への固定を行う。顎関節の位置、咬合を正確に再現するためには、reconstruction plateを用いるのがよい。まず、手術開始後、腫瘍切除前に残存予定の下顎片にreconstruction plateの固定を行っておく。腫瘍切除時にいったんこのプレートを外して、再建時にこのプレートを再固定し、これを指標として移植骨の固定を行う。最近ではプレートを固定するスクリューのヘッドのみ外すことができるタイプも発売されてい

る。しかし、reconstruction plate を用いる方法は、かなり手術が煩雑になることも事実であり、ほとんど無歯顎の場合や、二次再建などですでに咬合がずれている場合は必要ないと思われる。実際の移植骨の固定はミニプレートを用いて行う。Reconstruction plate をそのまま利用する方法もあるが<sup>11)</sup>、大きな異物であることに違いはなく、特におとがい部を再建する場合はプレートと移植骨の間に隙間ができる。そのため、われわれはミニプレートによる固定後、reconstruction plate を外している。移植骨の固定後、移植骨と皮弁の位置によって皮膚穿通枝に緊張や、ねじれがないことを確認する。血管吻合は基本的には骨の固定が終了した後に行うが、骨固定により血管吻合が困難になると予想される場合はこの限りではない。

#### 6) 閉創

下顎を含めた硬組織の再建と、頭頸部における軟部組織だけの再建との大きな違いは、死腔の充填が困難なことである。死腔を残すことは瘻孔や、感染の危険性、ひいては血管吻合部のトラブルにまでかかわってくる問題である。特に顎下部、おとがい部に死腔を生じることが多いので、これらの場所にはドレーンを必ず留置する。この際、water tight になっていなければドレーンが口腔内の唾液を吸い込み、かえって感染の原因となるので注意する。なお、われわれは基本的に顎間固定を行っていない。

### 3. 術後の管理

皮弁のモニタリングに関しては、通常の遊離組織移植と同様であるが、前述したように移植骨周辺に死腔を残しやすいので、ドレーンの有効性、血腫の形成の有無などに注意する。術後は2~4週間の経管栄養の後、流動食から経口摂取を開始する。

腓骨・骨皮弁採取部の合併症は小児を除

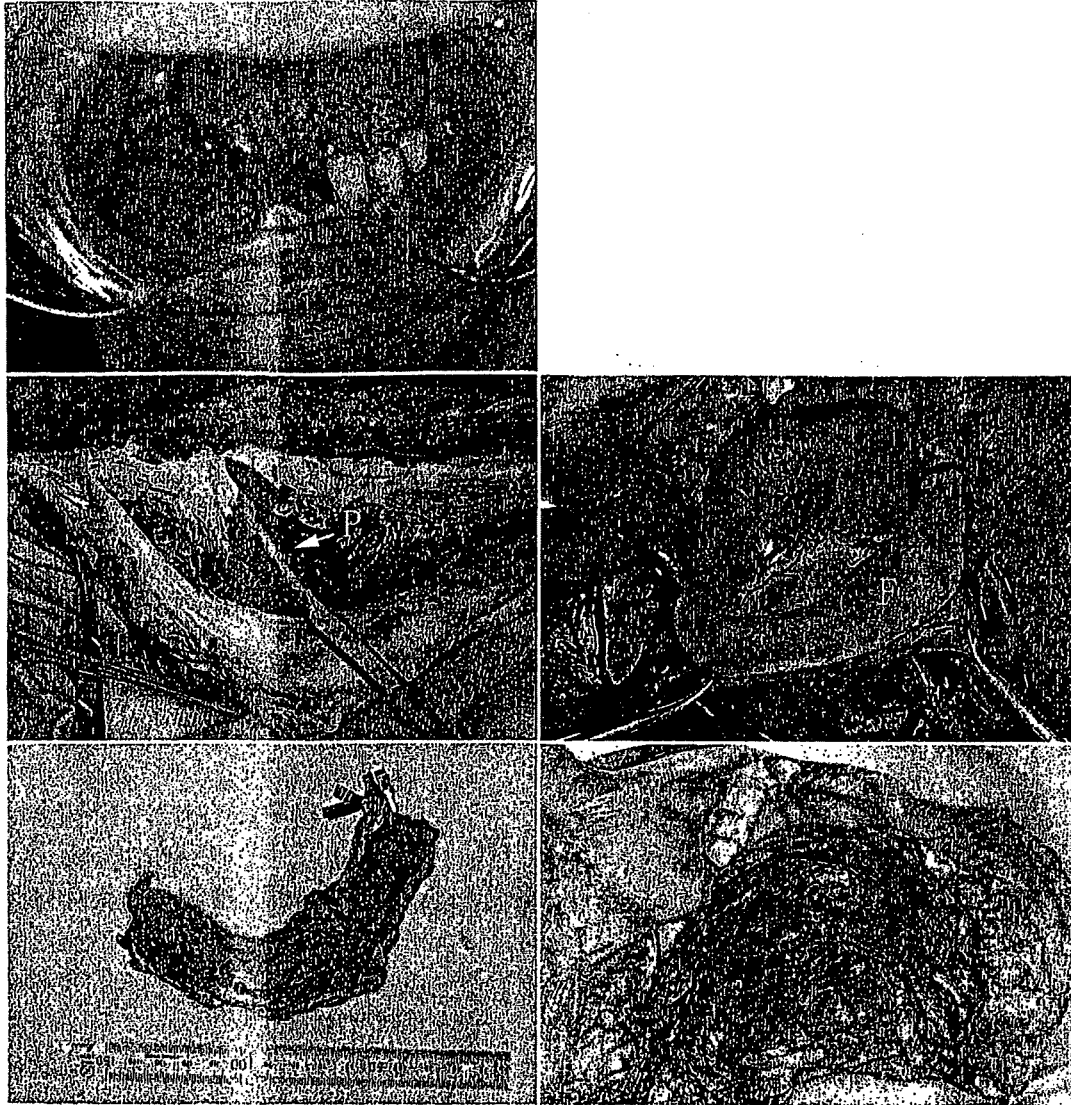
き、ほとんどないとされており<sup>6)</sup>、以前いわれていた第I趾の屈曲拘縮は術後早期の運動訓練によって防止できると考えられている<sup>18)</sup>。われわれは、皮弁採取部に植皮をしなかった場合は、術後副子固定などせず、1週間後程度より運動療法を開始しており、植皮をした場合でも生着の確認後早期に歩行訓練を行っている。

## III 手術の適応

骨・骨皮弁による下顎再建を行う際に、下顎欠損の部位、範囲、皮膚・軟部組織の欠損範囲によって最適な移植骨を選択すべきであることをわれわれは報告してきた<sup>19)20)</sup>。腓骨・骨皮弁は、その骨性状と皮弁部分の特徴から、軟部組織欠損の比較的小さい側方欠損、および骨切りを少なくとも2カ所必要とする下顎前方欠損、さらに下顎前方を中心に12 cm以上の欠損に対して第1選択であると考えている。そして、前方欠損において軟部組織欠損量が多い場合は、軟部組織の欠損量に応じて、前腕皮弁、前外側大腿皮弁、腹直筋皮弁との併用を行うのが安全であると考えている。

#### 【症例】70歳、男、右下歯肉癌 (T4N2M0)

他病院の歯科で動揺していた歯の抜歯後、潰瘍が治癒しないため生検を行ったところ、扁平上皮癌と診断され、当科に紹介された。手術では、まず右頸部郭清、およびおとがい部を含めた下顎前方区域切除が行われた。ついで、腓骨皮弁を挙上したところ、皮弁の穿通枝は細く、皮弁部分の血行に問題があると判断されたため、腓骨弁のみ利用することとし、口腔内の粘膜欠損に対しては、前腕皮弁による修復を行った。下顎再建では、下顎欠損部の形態に合わせて2カ所で骨切りを行った腓骨を、ミニプレートで残存下顎に固定した。ほとんど無歯顎であるため reconstruction



- |   |  |
|---|--|
| a | (a) 術前の口腔内所見   |
| b | (b) 腓骨皮弁の穿通枝 (P) は細く、ヒラメ筋を貫通していたため、皮弁の血行は不安定であると考えられた。 |
| c | (c) 口腔内の粘膜欠損に対しては、前腕皮弁 (F) を用いた。                       |
| d | (d) 腓骨は下顎欠損部の形態に合わせて2カ所で骨切りを行った。                       |
| e | (e) 腓骨はミニプレートで残存下顎に固定した。                               |

図7 症例：70歳，男，右下歯肉癌 (T4N2M0)

plate は用いていない。術後19日より経口摂取が可能となり，術後30日に退院した。術後1年現在，軟食を経口摂取しており，電話での他人との会話も可能である。整容的にも良好な下顎の形態が再建されている (図7)。

### III 合併症回避のための注意点

腓骨・骨皮弁による下顎再建術における合併症回避のための注意点を，前述してきたこ





とも含めて列記する。

①移植床における粘膜欠損のトリミング，特に歯肉粘膜の処理に注意する。できれば腫瘍切除時に立ち会って，粘膜の保存を検討するのがよい。

②腓骨・骨皮弁の血管茎は短いので移植床血管の選択は限られる。口径差が大きい場合は，外頸動脈への端側吻合も考慮する。なお，静脈は内頸静脈が温存されていれば，端側吻合を行うのを原則としている。

③皮弁採取の切開線は，穿通枝の位置に合わせて皮弁を採取できるように行う。ドップラーによる穿通枝同定の信用度は決して高くない。

④皮弁の剝離は筋膜下で行う。

⑤穿通枝を含めた筋間中隔はできるだけ温存し，穿通枝のみとしない。

⑥穿通枝がヒラメ筋などの筋体内を通っているときは，少量の筋体を付けたまま剝離する。

⑦腓骨採取時，腓骨頭付近での皮膚切開や，筋鈎による総腓骨神経の損傷に注意する。

⑧腓骨前縁から骨間縁にかけては，視野が狭いため，前脛骨動静脈，深腓骨神経の損傷に注意する。

⑨腓骨は，上下端から約5cmは必ず温存する。

⑩骨切りは骨膜下に行えば腓骨動静脈の損傷はない。

⑪腓骨周囲の死腔を減らすため，長母趾屈

筋の一部を腓骨に付着させる。

⑫腓骨動静脈の長さを確保するためには、腓骨の骨膜下を剥離し、腓骨の近位側を破棄する。

⑬欠損の彎曲に合わせて骨切りを行う際には骨把持鉗子を用いる。手で骨を握りしめると血管茎を損傷する可能性がある。

⑭骨切りは、彎曲の内側をくさび形に切除する方法が理想であるが、血管茎を損傷する可能性がある場合は、外側を骨切りして、くさび形の骨をはめ込む方法を選択する。

⑮皮弁の口腔内への縫着は、骨を固定する前に行う。また、筋膜を含めたマッパレス縫合を行う。

⑯口腔の奥から皮弁の縫合を行う際、瘻孔を形成しやすい前方の3点縫合になる部分や、歯肉粘膜との縫合を行う部分で、少し皮弁に余裕を持たせて縫合できるようにしながら全体の縫合を行う。

⑰骨固定は複雑な作業なので、基本的には血管吻合は骨固定終了後に行う。

⑱わずかに残った死腔部分（特に顎下部、おとがい部）にドレーンを挿入し、唾液を引き込んでいないことを確認する。

### まとめ

腓骨・骨皮弁は腫瘍切除術と同時進行で皮弁が挙上できる、血行の豊富な長い骨の血行を損なわずに数カ所で骨切りができる、など多くの利点を有しているため、下顎再建の第1選択として用いられることが多い。しかし、皮弁の血行が不安定であり、また、皮弁が薄いために死腔を生じた結果、瘻孔を形成するなどの問題点もある。本稿では、腓骨・骨皮弁による下顎再建の基本手技を述べるとともに、合併症を回避するため、われわれが注意して行っている諸点を紹介した。

### 引用文献

- 1) Taylor GI, Miller GD, Ham FJ : The free vascularized bone graft. *Plast Reconstr Surg* 55 : 533-544, 1975
- 2) Nakatsuka T, Harii K, Yamada A, et al : Surgical treatment of mandibular osteoradionecrosis ; Versatility of the scapular osteocutaneous flap. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 30 : 291-298, 1996
- 3) Serafin D, Villarreal-Rios A, Georgiade NG : A rib-containing free flap to reconstruct mandibular defects. *Br J Plast Surg* 30 : 263-266, 1977
- 4) Taylor GI, Townsend P, Corlett R : Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps. *Clinical work. Plast Reconstr Surg* 64 : 745-759, 1979
- 5) Swartz WM, Banis JC, Newton ED, et al : The osteocutaneous scapular flap for mandibular and maxillary reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 77 : 530-545, 1986
- 6) Hidalgo DA : Fibula free flap ; A new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 84 : 71-79, 1989
- 7) Wei FC, Seah CS, Tsai YC, et al : Fibula osteoseptocutaneous flap for reconstruction of composite mandibular defects. *Plast Reconstr Surg* 93 : 294-304, 1994
- 8) Schusterman MA, Reece GP, Miller MJ, et al : The osteocutaneous free fibula flap ; Is the skin paddle reliable? *Plast Reconstr Surg* 90 : 787-793, 1992
- 9) Wei FC, Demirkan F, Chen HC, et al : Double free flaps in reconstruction of extensive composite mandibular defects in head and neck cancer. *Plast Reconstr Surg* 103 : 39-47, 1999
- 10) Takushima A, Susami T, Nakatsuka T, et al : Multi-bracket appliance in management of mandibular reconstruction with vascularized bone graft. *Jpn J Clin Oncol* 29 : 119-126, 1999
- 11) Boyd JB, Mulholland RS : Fixation of the vascularized bone graft in mandibular reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 91 : 274-282, 1993
- 12) Ueda K, Harii K, Nakatsuka T, et al : Comparison of end-to-end and end-to-side venous anastomosis in free-tissue transfer following resection of head

- and neck tumors. *Microsurgery* 17 : 146-149, 1996
- 13) Wei FC, Chen HC, Chuang CC, et al : Fibular osteoseptocutaneous flap ; Anatomic study and clinical application. *Plast Reconstr Surg* 78 : 191-200, 1986
  - 14) Restrepo J, Katz D, Gilbert A : Arterial vascularization of the proximal epiphysis and the diaphysis of the fibula. *Int J Microsurg* 2 : 49-55, 1980
  - 15) Hidalgo DA : Fibula free flap mandibular reconstruction. *Clin Plast Surg* 21 : 25-35, 1994
  - 16) Hidalgo DA : Aesthetic improvements in free-flap mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 88 : 574-585, 1991
  - 17) Hidalgo DA, Rekow A : A review of 60 consecutive fibula free flap mandible reconstructions. *Plast Reconstr Surg* 96 : 585-596, 1995
  - 18) Anthony JP, Rawnsley JD, Benhaim P, et al : Donor leg morbidity and function after fibula free flap mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 96 : 146-152, 1995
  - 19) Takushima A, Harii K, Asato H, et al : Mandibular reconstruction using microvascular free flaps : Report of statistical analysis of 178 cases. *Plast Reconstr Surg* 108 : 1555-1563, 2001
  - 20) Takushima A, Harii K, Asato H, et al : Choice of osseous and osteocutaneous flaps for mandibular reconstruction. *Int J Clin Oncol* 10 : 234-242, 2005
-

ISSN 1349-645X
文献略称 PEPARS

# PEPARS No. 15 別刷

---

骨欠損への対応  
2007年 5月 25日発行

---

株式会社 全日本病院出版会



◆特集／骨欠損への対応—骨・人工骨移植，骨延長・再生—

### 3. 再建部位による材料の選択と移植のコツ

#### c) 下顎骨

多久嶋亮彦\*1 波利井清紀\*2

Key Words : 下顎(mandible), 再建(reconstruction), 血管柄付き遊離骨移植(vascularized bone graft), マイクロサージャリー(microsurgery)

**Abstract** マイクロサージャリーを利用した血管柄付き遊離骨・骨皮弁移植は，下顎再建，特に悪性腫瘍切除後の再建，において最も安定した成績を残せる手術方法であると考えられている。これまで幾種類かの骨皮弁が報告されてきたが，1種類の骨皮弁であらゆるタイプの下顎欠損に対応することは難しい。合併症を起こすことなく，機能的，整容的に優れた下顎を再建するためには，骨欠損の部位，範囲だけでなく，皮膚・粘膜，および軟部組織欠損の大きさに応じて再建材を選択する必要がある。本稿では，我々の考える再建材の選択アルゴリズムと，それらの移植におけるコツについて述べる。

#### はじめに

下顎再建は19世紀から始められていたことが諸家の報告により伺い知ることができるが<sup>1)</sup>，本格的に行われ始めたのは第二次大戦以降である<sup>2)</sup>。当時は自家遊離骨として肋骨や腸骨が下顎再建に用いられていたが<sup>3)4)</sup>，手術の成功率は20～90%と報告によりまちまちであった<sup>5)</sup>。この理由は骨への血行がないため感染を生じることや，移植骨の吸収，負荷に耐えられるだけの強度がないこと，などにあった。また，悪性腫瘍切除後などにおいては，皮膚，粘膜組織が同時に欠損していることが多く，これらの再建を同時に行う必要もあった。これらの問題点を解消するために，骨を含んだ有茎皮弁<sup>6)</sup>，さらには胸鎖乳突筋や大胸筋を含んだ有茎筋皮弁が開発されたが<sup>7)8)</sup>，下顎形態に合わせると血行が障害されることや，頸部皮膚の拘縮が必発であることなどのため，安定した成績は得られなかった。しかし，その後，マイクロサージャリーを利用した遊離皮弁移植が開発

されてからは，骨への血行を保持したまま移植を行える血管柄付き遊離骨あるいは骨皮弁(以下，骨・骨皮弁と略す)の開発競争が進み，今日では高い成功率を取めるだけでなく，機能的，整容的にも優れた下顎再建が実現できるようになった。下顎再建に用いられる骨・骨皮弁としては，これまで肋骨<sup>9)～11)</sup>，腸骨<sup>12)～14)</sup>，肩甲骨<sup>15)～17)18)</sup>，橈骨<sup>19)～21)</sup>，腓骨<sup>22)～24)</sup>などが報告されており，それぞれの利点，欠点に関しても詳述されている。しかし，どのようなタイプの欠損に対してどの骨・骨皮弁を用いるかといった，再建材の比較に関しては，施設の状況，術者の好みなどによって左右されていることが多く，あまり論じられていない。我々は，再建材の選択こそが合併症を起こすことなく，機能的，整容的に優れた下顎を再建するための重要なポイントと考えている。本稿では，我々の経験してきた骨・骨皮弁による下顎再建症例の結果をもとに作成した再建材の選択アルゴリズムと，それらの移植におけるコツについて述べる。

#### 骨・骨皮弁の選択アルゴリズム

我々は以前，骨・骨皮弁を用いて下顎再建を行った178症例を対象として，皮弁移植の成功

\*1 Akihiko TAKUSHIMA, 〒181-8611 三鷹市新川 6-20-2 杏林大学医学部形成外科, 准教授

\*2 Kiyonori HARI, 同, 教授

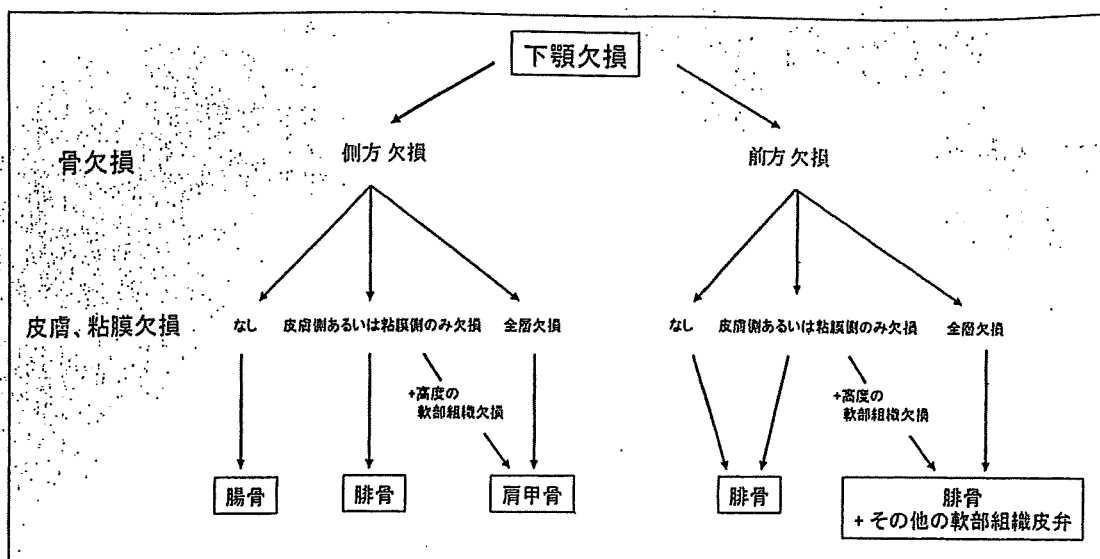


図 1. 下顎欠損に対する骨・骨皮弁の選択アルゴリズム

率、合併症、機能的・整容的予後の検討を行い、下顎再建に際しては、骨欠損の部位、および軟部組織欠損の範囲に応じた骨・骨皮弁を選択すべきであるとの報告をしている<sup>25)26)</sup>。また、その結果をもとに、再建材の選択に関するアルゴリズムを作成した(図 1)。まず、下顎骨欠損を、正中を越えない側方欠損とオトガイ部を含んだ前方欠損に分ける。側方欠損の場合、皮膚側、粘膜側ともに欠損がない場合、腸骨弁を選択する。皮膚、あるいは口腔粘膜のみの欠損で、軟部組織欠損量が少ない場合は腓骨皮弁を、軟部組織欠損量が多い場合は肩甲骨皮弁を選択する。皮膚側、粘膜側ともに欠損がある場合(いわゆる pull-through type)も肩甲骨皮弁を第一選択とする。下顎骨欠損が前方欠損の場合は常に腓骨を選択し、軟部組織欠損の大きさに応じて前腕皮弁、前外側大腿皮弁、腹直筋皮弁などを同時に移植する。

#### 代表的な骨・骨皮弁

現在、我々が通常、下顎再建に対して用いている骨・骨皮弁は、腸骨、肩甲骨、腓骨の 3 種類である。この他に、下顎全欠損の場合には長い骨を採取することができる肋骨を選択することもあり得ると思われる。しかし、そのような大きな欠損は銃創など極めて特殊な場合に限られるであろうし、肋骨採取後の合併症や下顎と肋骨のサイズの

違いを考え合わせると、肋骨の選択はできるだけ避けるべきと考える。また、欧米では橈骨を用いた下顎再建の報告が多く見られるが<sup>27)</sup>、体格の小さい日本人では下顎への負荷に耐えられるだけの骨量を持つ橈骨を採取できるとは考え難いため、選択すべきではないと思われる。以下、我々が好んで用いてきた代表的な 3 種類の血管柄付き遊離骨・骨皮弁について述べる。

#### 1. 腸骨

深腸骨回旋動静脈によって栄養される腸骨は、少し弯曲した骨の形態が下顎の側方の形態に類似している。また、骨量が豊富で、下顎骨に近い高さの骨を採取できるため、インプラント植立にも適している。したがって、骨の条件としては側方における下顎再建に最も適していると言って良い。その反面、皮弁として利用できる軟部組織は bulky で、しかもその血行は安定していない。我々の検討した結果でも腸骨皮弁の壊死率は高かった<sup>25)</sup>。これらのことより、骨良性腫瘍の摘出後や、下顎骨感染に対する搔爬術後の二次再建などで、側方に骨欠損が存在し、かつ、皮膚側、粘膜側ともに欠損がない場合に腸骨を第一選択とすべきであると考え(図 2)。他の骨・骨皮弁と比較して、皮弁採取部が目立たないことは腸骨の利点の一つとして挙げられるであろう。

手術のコツとしてまず重要な点は、腸骨の弯曲