

クリニカル・テクノロジー

口腔癌切除症例に対する顎顔面 インプラントを用いた機能的口腔再建

代 田 達 夫

Functional Oral Reconstruction after Resection of Oral
Cancer using Maxillofacial Implants

Tatsuo Shirota

Department of Implant Dentistry, Showa Dental Hospital

要旨

口腔癌切除に伴う機能障害に対しては、顎顔面インプラント（以下インプラント）を固定源とした顎顔面補綴による機能回復が有用とされている。しかし、このような症例の中には、インプラントが経過不良となる困難症例が存在し、その治療法に関する科学的根拠の不足や対処法の欠如といった様々な問題があることも事実である。そこで、本稿では口腔癌術後症例に対してインプラント義歯を適用する際の重要な課題として、インプラント治療に関連した顎骨再建法の種類とその適応、顎骨再建部におけるインプラント治療の開始時期、およびインプラント周囲の軟組織処理をあげ、各課題に対する対応・方針について解説する。

はじめに

口腔癌の切除に伴う重篤な機能障害に対しては、顎骨や軟組織の再建に加え、顎補綴治療が必要である^{1,2)}。しかし、顎補綴物の維持・安定が得られない場合には術後の機能回復は不十分となる。従来、このような症例に対しては、維持・安定性に優れた補綴装置の作製が可能となることから顎骨再建部へ顎顔面インプラント（以下インプラント）が適用され、その有用性が報告されてきた^{3~7)}。しかし、口腔癌術後症例では顎骨の欠損や形態異常のみならず、歯肉、粘膜、筋肉などの軟組織の欠損をきたしていることが多い。さらに、遊離皮弁移植などによって即時口腔再建が行われた場合では、インプラント植立部が植皮あるいは厚く可動性を有する遊離皮弁によって覆われ、インプラント手術や補綴装置の製作に難渋する場合も少なくない。したがって、口腔癌術後症例に対してインプラント治療を適用する場合には、健常症例には見られない、数多くの問題が存在していると言える。

そこで本稿では、口腔癌切除症例に対し、インプラントを適用して咬合再建を行う際に重要課題となる、1) インプラント治療に関連した顎骨再建法の種類とその適応、2) 顎骨再建部におけるインプラント治療の開始時期、および3) インプラント周囲の軟組織処理に対する方針について、これまでの基礎および臨床研究の結果を踏まえながら解説する。

1) インプラント治療に関連した顎骨再建法の種類とその適応

顎骨欠損の再建には、自家骨移植^{8~12)}、骨延長術^{13,14)}あるいは再建用メタルプレートなどの生体材料を用いた方法¹⁵⁾があるが、著者らは顎骨再建部における咬合再建を考慮するならば、自家骨移植による顎骨再建が第一選択であると考えている。

(1) 自家骨移植による顎骨再建

骨移植によって顎骨の再建を行う場合、当科ではこれまでに遊離自家腸骨移植、顕微鏡下での微小血管吻合

による血管柄付き腓骨移植、そして自家腸骨海綿骨細片移植が用いられてきた。遊離自家腸骨移植では移植した骨組織の大部分は壊死し、既存の顎骨から形成された新生骨が移植骨表面に添加されながら吸収を受け、最終的には新生骨と完全に置換するといわれている^{16,17)}。したがって、遊離骨移植は比較的小さな骨欠損の再建には有効であるが、下顎区域切除などによって骨欠損が広範に及び、かつ放射線照射などが行われて局所の条件が厳しくなった症例では術後感染や移植骨の吸収をきたす危険性が高いなどの問題があり、現在では適応症は限られている（図1）。これに対し、血管柄付き骨移植は骨への血行が温存されて骨が生存した状態で移植される。したがって、移植後の骨創治癒は早く、局所感染や移植骨の骨吸収をきたす危険性が低く¹⁸⁾、顎骨の欠損範囲が広範に及んだ症例には最も適した再建方法であるとされている。本法による顎骨再建には腸骨^{8,19)}、腓骨²⁰⁾あるいは肩甲骨²¹⁾が移植骨として用いられているが、昭和大学歯科病院で血管柄付き骨移植による顎骨再建を行う場合には、本学医学部形成外科の協力のもとで血管柄付き腓骨移植を適用している（図2）。血管柄付き骨移植の短所には、長時間の手術に耐えられない症例、あるいは再建部において血管柄を吻合する栄養血管が温存されていない症例などで適用が困難となることなどがあげられる。このような症例に対しては、チタンメッシュを再建用トレーとして用いた自家腸骨海綿骨細片移植が有用である

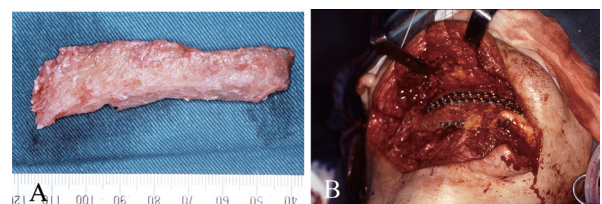


図1 下歯肉癌切除後、二期的に遊離腸骨移植で下顎骨の再建を行った。A: 腸骨から採取した移植骨。B: 数個に分割した腸骨を骨欠損部に移植し、チタンプレートで固定している。また骨片間の空隙には海綿骨細片が移植されている。

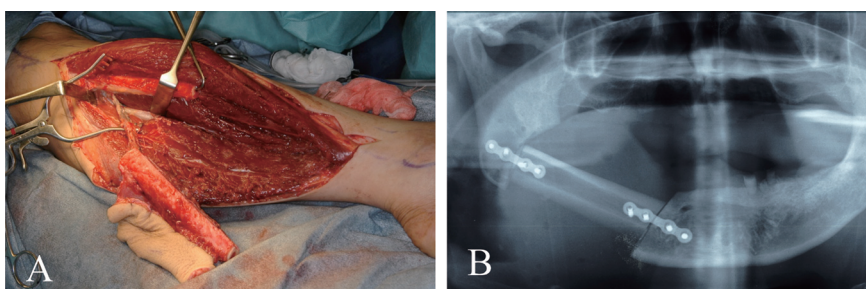


図2 A: 挙上された血管柄付き腓骨皮弁。B: 下歯肉癌切除後、血管柄付き腓骨皮弁で即時口腔再建を行った症例（Aとは別症例）のパノラマエックス線所見。下顎骨欠損部には腓骨が移植されている。

(図3, 4). この再建法では移植した海綿骨の大部分が生存し, 移植骨自体からの骨形成も期待できるため, 遊離骨移植に比較すると感染に対する抵抗性は高く, 骨創治癒も比較的早いことが動物実験で確認されている²²⁾.

(2) 骨延長術による顎骨再建

骨移植による顎骨再建では, 移植骨を口腔内外に露出させることなく, 軟組織によって完全に被覆することが必要である. しかし, 口腔癌切除患者の中には, 移植骨の被覆に必要な軟組織の不足, あるいは局所の血行不良や著しい癒痕形成などによって, 骨移植による顎骨再建が困難となる場合も少なくない. このような症例に対しては, 骨延長術を応用して顎骨再建を行っている.

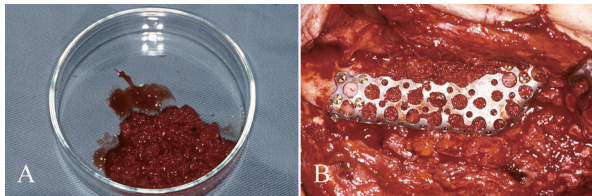


図3 他院頭頸部外科で中咽頭癌切除術および下顎区域切除術が施行されていた. 二期的に腸骨海綿骨細片移植を行って下顎骨を再建した. A: 前腸骨稜から採取した腸骨海綿骨細片. B: 下顎骨欠損部が再建用チタンメッシュと腸骨海綿骨細片により再建されている.

骨延長術の原理は, 通常の骨折の治癒過程でみられる仮骨形成期に外力を加えて仮骨を引き伸ばし, 骨形成を促すものである²³⁾. 本法の特徴は骨の延長だけでなく, 血管, 神経, 皮膚, 筋肉などの周囲軟組織も延長されることであり, 著者らは本法を顎矯正手術^{24~28)}や顎骨再建手術²⁹⁾などで多くの症例に適用している.

顎骨再建における骨延長術は, 下顎骨辺縁切除症例で, 垂直的な骨量の増大を目的とした歯槽骨延長術³⁰⁾と下顎骨区域切除後の再建を目的とした骨トランスポート法^{13, 14, 31)}がある. 歯槽骨延長術では, 創内型の延長装置を用い, 通常7~10日間の待機期間を経て, 1日0.3~0.6 mmの速度で延長を行い, 延長終了後約3~4か月で延長装置を撤去する(図5). 本法の利点としては, 骨移植に比較して術式が単純で容易であること, 増生された骨の吸収や後戻りが少ないこと, 骨のみならず, 歯肉などの周囲軟組織の延長が可能であることなどがあげられる. 一方, 欠点としては, たとえ方向可変型の延長装置を用いたとしても, ある程度の移動骨片の舌側あるいは口蓋側への傾斜が避けられないことである. そのため, 最終的な補綴治療を考慮した位置・方向へインプラントを植立する場合には, 必要に応じてインプラント周囲へ骨移植を行っている.

骨トランスポート法とは骨欠損部を修復するために欠損端に移動骨片を作成し, 骨片を欠損方向へ移動させる

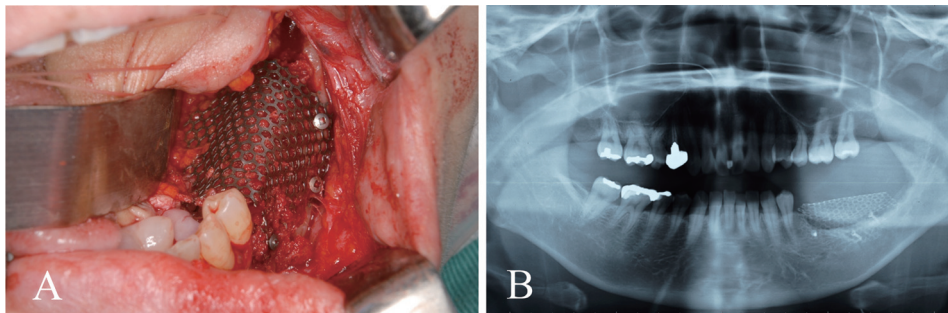


図4 他院頭頸部外科で下顎歯肉癌切除術および下顎辺縁切除術が施行されていた. インプラント義歯を適用するため, 骨移植によって歯槽堤を再建した. A: 歯槽形態が付与されたチタンメッシュの中に, 腸骨海綿骨細片が移植されている. B: 術後のパノラマエックス線写真.

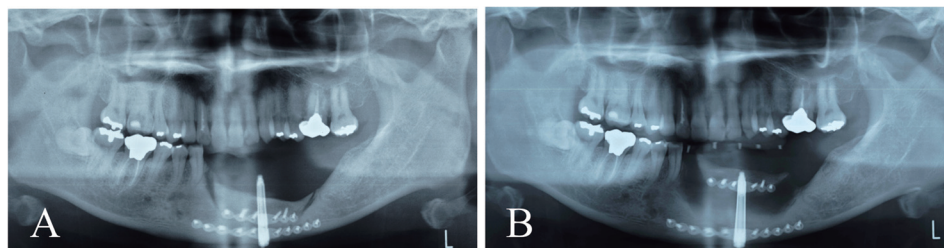


図5 エナメル上皮腫との診断にて下顎の辺縁切除術が行われていた. インプラント義歯を適用するため, 歯槽堤を骨延長で再建した. A: 延長装置設置直後のパノラマエックス線所見. B: 骨延長終了時のパノラマエックス線所見. 延長終了後3~4か月経過すると延長部は新生骨によって満たされる.

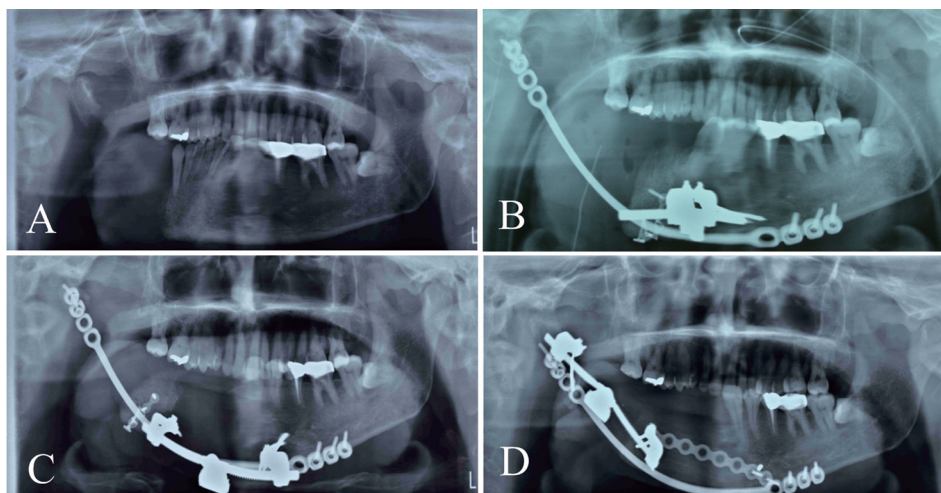


図6 下顎歯肉癌切除後，二期的に骨延長術を適用して下顎骨の再建を行った症例パノラマエックス線所見. A: 再建前の下顎骨の状態. 下顎骨右側の広範な欠損を認める. B: 前歯を抜去し，創外型骨延長装置を設置した状態. C: 移動骨片は下顎骨再建用プレートに沿って移動している. D: 延長終了時. (香川大学医学部歯科口腔外科 松井義郎教授ご提供：文献29より)

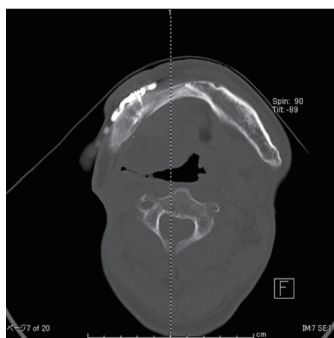


図7 図6の症例のCT所見. 下顎右側には骨延長によって再生された顎骨が認められる. (香川大学医学部歯科口腔外科 松井義郎教授ご提供：文献29より)

ことによって目的を達成する方法である。下顎骨に行う場合には骨欠損断端部分を切断し，移動骨片として反対側の断端部へ向かって延長を行う。骨延長は骨切り後約10日間の待機期間を経てから開始し，1日1mmの速度で行い，骨延長終了後4～6か月目に延長装置を撤去する。本法で使用する骨延長措置には，創内型と口腔外に延長装置がある創外型の2種類がある。創内型はロッドを除く装置全体が創内に埋め込まれるため，患者の負担が少ないことが利点であるが，延長方向が直線で制限があることが欠点となる。したがって，下顎骨の三次元的な再建，特に曲線を描くような骨の再建を必要とする場合には，延長装置の付け替えによる，二段階に分けた骨延長や，三次元的な方向への調節がある程度可能な創外型の延長装置の使用が必要となる(図6,7)。

(3) 金属プレートなど生体材料を用いた顎骨再建
口腔癌切除後に放射線照射を予定しているなど，何ら

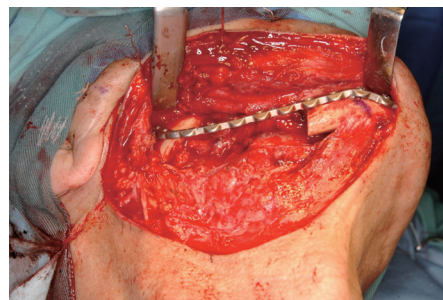


図8 放射性骨髄炎に対し下顎区域切除術を施行した。下顎再建用チタンプレートで再建している。

かの理由で顎骨の即時再建を見合わせる場合には，金属プレートなどの人工生体材料を用いて顎骨再建が行われる。しかし，本法で再建した場合には再建部での咀嚼機能の回復が困難なこと，また，長期間経過した場合にはプレートが露出，あるいは破折をきたすことがあり，一般的には後の骨移植や骨延長などによる本格的な顎骨再建までの一時的な処置として用いられている(図8)。

2) 顎骨再建部におけるインプラント治療の開始時期

口腔癌術後患者では，仮に癌の再発の危険性が否定できなくとも，QOLを考慮して，可及的早期に顎骨再建部へインプラントを適用し，咬合再建を図る場合も少なくない。このような症例では，顎骨再建後何時の時点でインプラントを埋入すれば確実なosseointegrationが獲得できるのかということが重要な問題となる。そこで，顎骨再建部におけるインプラント適用時期に関する指針を得るために，以下の課題について基礎的な研究を行った。

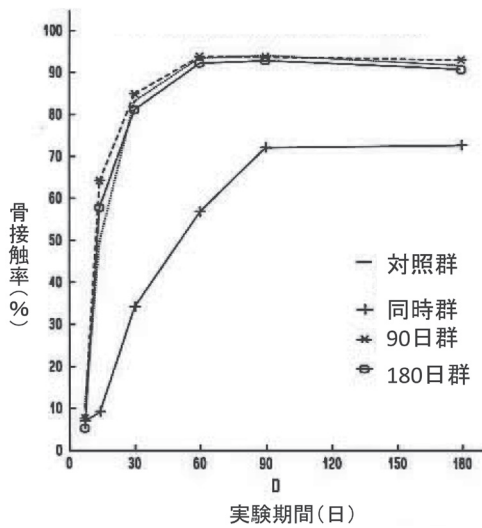


図9 各実験群におけるインプラント表面の骨接触率の経時変化. 下顎骨にインプラントを植立したものを対照群, 腸骨移植と同時にインプラントを植立したものを同時群, 腸骨移植後90日目にインプラントを植立したものを90日群, そして腸骨移植後180日目にインプラントを植立したものを180日群とした. 腸骨移植と同時にインプラントを植立した群では, 他の群に比べ骨接触率は低い値を示した(文献32より).

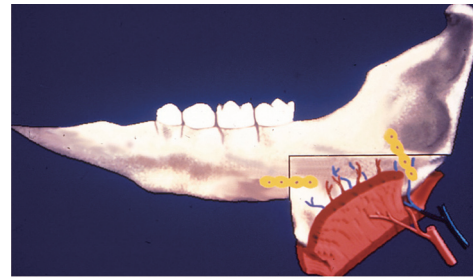
(1) 遊離腸骨移植で再建された顎骨へのインプラントの適用時期³²⁾

日本白色家兎の下顎骨に形成した骨欠損部へ遊離腸骨移植を行い, 骨移植と同時, 骨移植後90日および180日目に骨移植部へハイドロキシアパタイト焼結体製のインプラントを埋入した. また, 健常な下顎骨へインプラントを埋入した群を対照とした. 術後一定期間ごとに顎骨を摘出し, インプラント周囲の骨反応について形態学的に解析した. その結果, 骨移植と同時にインプラントを埋入した場合には, インプラントと骨との間には結合組織が介在する部分が多く, インプラントと骨との接触率は対照群に比べ低い値を示した. 一方, 骨移植後90日および180日目にインプラントを埋入した群では, インプラントと骨との接触率は対照群とほぼ同等の値を示した(図9).

以上の結果から, 遊離骨移植によって顎骨を再建した場合には, 移植骨の生着を待ってインプラントを埋入する方が, 骨移植と同時にインプラントを埋入する場合よりもより確実に osseointegration を得ることができると考えられる.

(2) 血管柄付き腸骨移植で再建された顎骨へのインプラントの適用時期³³⁾

Gottingen minipig を実験動物として用い, 下顎骨に形成した骨欠損部へ深腸骨回旋動静脈を血管柄とした腸骨



実験方法

図10 Gottingen minipig の下顎骨欠損部へ血管柄付き腸骨移植を行い, 同時に移植骨内にインプラントを植立した(文献33より).

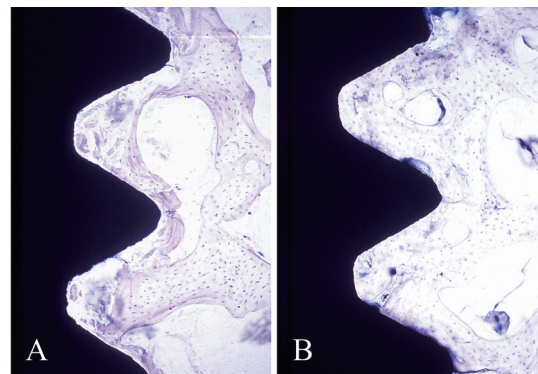


図11 非脱灰研磨標本によるインプラント周囲の組織所見(トルイジンブルー染色, $\times 50$). A: 術後14日目の所見. インプラント周囲には新生骨の形成は認められない. B: 術後56日目の所見. インプラント周囲には新生骨が形成され, インプラント体の表面の大部分は新生骨と接していた(文献33より).











ブロックを移植し, これらの血管を顔面動静脈とそれぞれ吻合した. 同時に移植骨に Brånemark Implant を埋入し, 一定期間ごとに顎骨を摘出してインプラント周囲の骨反応を組織学的に解析した(図10). その結果, 術後28日目にはインプラント周囲に新生骨の形成を認め, インプラント表面は各所で新生骨と接触していた. そして, 術後56日目になるとインプラント表面の広範囲は新生骨によって覆われていた(図11).

以上の実験結果から, 血管柄付き骨移植の場合には移植骨が生存した状態で移植されるため, 顎骨再建と同時にインプラントを埋入しても, 良好な osseointegration の獲得が可能であると考えられる.

(3) 骨移植の方法ならびに下顎骨欠損の状態が骨創治癒に及ぼす影響³⁴⁾

下顎骨再建手術が施行された患者を対象として, 再建部の骨生検を行い, 骨創治癒の状態を病理学的に解析した. 対象は下顎骨欠損に対して顎骨再建手術が行われ

表1 症例の概要. 遊離腸骨移植により再建した症例では再建後1年経過時, 腸骨海綿骨細片移植により再建した症例では術後6か月経過時に骨生検を行った. SCC: 扁平上皮癌 AMB: エナメル上皮腫瘍 Block: 遊離腸骨移植 PCBM: 腸骨海綿骨 (文献34より)

Case No.	Sex (M/F)	Age (yr)	Pathology	Radiation (Gy)	Defect	Bone-Graft
1	F	70	SCC	40.0		Block
2	F	62	SCC	54.0		Block
3	F	73	SCC	—		Block
4	M	62	SCC	—		PCBM
5	M	56	SCC	50.0		PCBM
6	F	53	SCC	24.0		PCBM
7	M	44	SCC	40.0		PCBM
8	M	49	SCC	40.0		PCBM
9	F	51	SCC	40.0		PCBM
10	M	36	AMB	—		PCBM

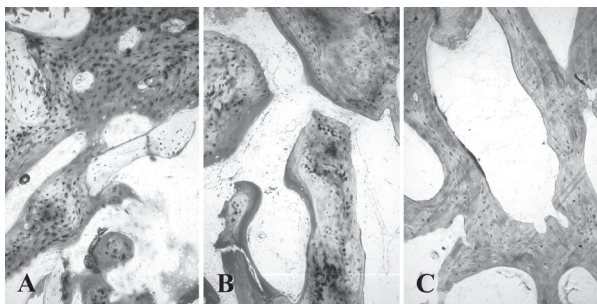


図12 非脱灰研磨標本による組織所見 (トルイジンブルー染色, $\times 50$). A: 下顎の区域切除が行われ, 遊離腸骨移植により再建した症例. 壊死した移植骨梁が散在し, その表面に新生骨の形成を認める. B: 下顎の区域切除後, 腸骨海綿骨細片移植によって再建された症例. 骨梁表面には類骨形成が認められる. C: 骨梁は比較的成熟し, 既存の顎骨とほぼ同様の所見を呈している (文献34より).

た10例で, その内訳は下顎区域切除後に遊離腸骨移植が行われた3例, 下顎区域切除後に腸骨海綿骨細片移植が行われた3例, そして下顎骨辺縁切除後に腸骨海綿骨細片移植が行われた6例であった (表1). 遊離腸骨移植が行われた3症例は術後1年目, 腸骨海綿骨移植が行われた7例に対しては術後6か月目にトレフィンバーを用いて顎骨再建部の骨生検を行った. その結果, 遊離腸骨移植例では骨組織の大部分は幼若な新生骨によって構成されていたが, 各所で移植骨片の残存を認めた. しかし, 同じ下顎区域切除例でも腸骨海綿骨細片移植によって再建された症例では骨組織の全てが幼若な新生骨よ

て構成され, 移植骨片は認めなかった. 一方, 下顎辺縁切除後に腸骨海綿骨細片移植が行われた症例では, 既存の顎骨に近い組織像を呈していた (図12). したがって, 腸骨海綿骨細片移植では移植骨の活性が高く, その骨創治癒は遊離腸骨移植に比較して早いことが明らかとなった. また, 辺縁切除症例では, 移植骨の周囲に存在する既存骨からの骨形成が期待できるため, 骨創治癒はより早く進行するものと考えられる.

以上の結果から, 腸骨海綿骨細片移植では, 辺縁切除例のように移植骨の周囲に既存骨が残存している場合には術後6か月以降, また, 下顎区域切除例では術後1年以降であればインプラントの埋入は可能であろうと思われる. 一方, 下顎区域切除後の再建に遊離腸骨移植を適用した場合には, インプラントの埋入手術までに術後2年以上の待機期間が必要ではないかと考えられる.

3) インプラント周囲の軟組織処理

口腔癌切除症例では顎骨に加え, 歯肉・粘膜などの軟組織も同時に切除されている. そのため, 顎骨再建部のインプラントが osseointegration を獲得できた場合でも, インプラント周囲の軟組織は可動粘膜, あるいは口腔再建のために移植された厚く可動性を有する皮弁であることが多い. このような状態はインプラント周囲炎を惹起させるだけでなく, 後の補綴治療が困難となるため, インプラント周囲の軟組織に対する処置が必要となる. その方法としては, 植皮³⁵⁾ あるいは皮下組織の削除などによる菲薄化³⁶⁾, あるいは口蓋などからの粘膜移植³⁷⁾

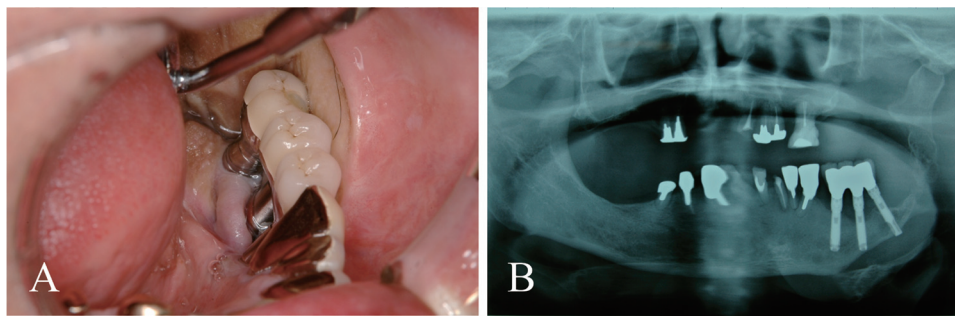


図13 中咽頭癌切除術，下顎区域切除術および大胸筋皮弁による即時口腔再建術が施行された症例。二期的に遊離腸骨移植により下顎骨を再建し，さらに再建部にインプラントを植立して咀嚼機能の改善を図った。A: インプラント周囲の皮弁は厚く，可動性を有し，炎症症状を認める。B: パノラマエックス線所見。インプラント周囲の骨吸収を認める。

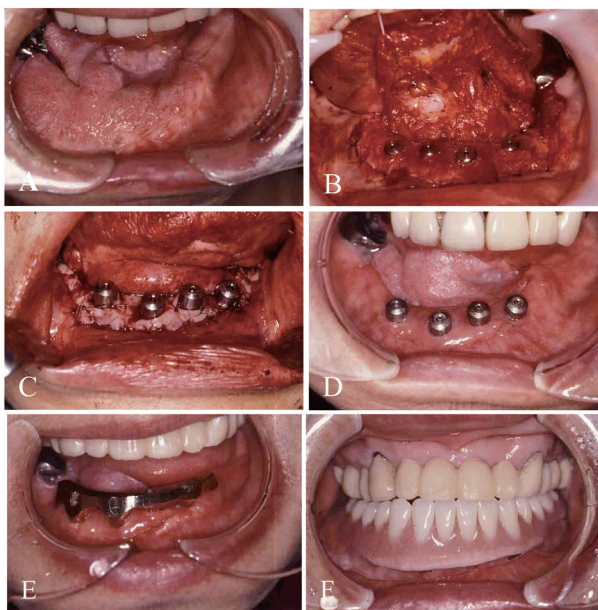


図14 他院頭頸部外科で口底癌切除術および遊離前腕皮弁による即時口腔再建術が施行されていた。インプラント2次手術時に皮弁の切除および口蓋粘膜移植による口腔前庭拡張術を行った。A: 治療前の口腔内所見。口底部から前歯部には厚く，可動性を有する皮弁を認める。B: 骨面上に一層の軟組織を温存し，余剰な皮弁を切除している。C: インプラント周囲に口蓋粘膜を移植している。D: 粘膜移植後1か月目の所見。インプラント周囲には付着歯肉の再生を認める。E: 上部構造設置時の口腔内所見。F: 義歯装着時の口腔内所見。

が考えられる。松井³⁸⁾は，植皮部および粘膜部を貫通したインプラントの周囲組織反応について動物実験で比較検討し，インプラント周囲上皮は皮膚由来のものに比べ，粘膜由来の方が適合性は高いことを報告している。そして，皮弁による口腔再建部へインプラントを適用する際は，インプラント周囲組織を粘膜に置換すべきであると述べている。著者らの臨床例では，顎骨再建部へイ

ンプラント適用した初期の症例の中には歯肉・粘膜の欠損を植皮で補い，その結果，インプラントが植皮を貫通していた症例も少なくなかった。しかし，これらの症例では，インプラント周囲に肉芽組織が増殖したり，炎症を繰り返し，インプラントが脱落に至る症例が多く見られた(図13)。そこで，現在では顎骨再建部にインプラントを適用する際には，厚い皮弁や筋皮弁は可及的に薄くして清掃性を高めると共に，インプラント周囲に口蓋粘膜を移植している。また，このような皮弁の削除や粘膜移植は，通常，インプラントの2次手術時に行っている。移植した口蓋粘膜は術後7日目で生着が確認でき，術後20日程でインプラント周囲に付着歯肉の再生を認めることができる(図14)。口蓋粘膜移植によりインプラント周囲に付着歯肉を再生させることによって，インプラント義歯と周囲軟組織との適合性は向上し，インプラント周囲炎を予防することが可能になると思われる。

まとめ

近年，口腔癌術後症例に対するインプラントを応用した機能的再建治療は飛躍的に発展を遂げており，従来は困難症例と考えられていた様々な病態にも積極的に適用されるようになってきている。しかし，このような難症例にも適応を拡大し，安定した治療成績を得るためには，診断，手術あるいは補綴などにおける科学的根拠の不足，欠如といった問題を着実に解決して行くことが重要と考えられる。そこで今回は，口腔癌術後症例に対してインプラントを適用した機能的口腔再建を行う際の重要課題として，インプラント治療に関連した顎骨再建法の種類とその適応，顎骨再建部におけるインプラント治療の開始時期，およびインプラント周囲の軟組織処理に対する方針をあげ，これらの問題に対する現段階の対応・方針を解説した。

今後，インプラントの材質や表面性状の改良，再生医療を応用した顎骨や歯肉の再生治療の実用化あるいは

ナビゲーション手術の導入による術式の改良などによって、口腔癌術後患者に対するインプラントを用いた機能的再建治療はより確かなものとなり、術後のQOLのさらなる向上が期待できる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご校閲いただきました昭和大学歯科病院インプラントセンター長 岡野友宏教授ならびに口腔外科診療科長 新谷 悟教授にお礼申し上げます。また、症例写真の一部を提供して下さった香川大学医学部歯科口腔外科主任 松井義郎教授に感謝いたします。

文 献

- 柳沢治之, 谷口 尚, 大山喬史: 頭頸部腫瘍患者の補綴的リハビリテーション. *JOHNS*, **9**: 1191-1196, 1993
- 松浦正朗, 瀬戸皖一: 顎顔面補綴. 塩田重利, 富田喜内監修, 最新口腔外科学第4版. 東京, 1999, 医歯学出版, pp 350-362
- Liediger D: Restoration of masticatory function by micro-surgically revascularized iliac crest bone grafts using enosseous implants. *Plast Reconstr Surg*, **81**: 861-876, 1988
- 大野康亮, 中村好宏, 代田達夫, 松浦光洋, 山崎義純, 森紀美江, 道 健一: 人工歯根を併用した下顎再建. *頭頸部腫瘍*, **20**: 470-475, 1994
- Schmelzeisen R, Neukam FW, Shirota T, Specht B, Wichmann M: Postoperative function after implant insertion in vascularized bone grafts in maxilla and mandible. *Plast Reconstr Surg*, **97**: 719-725, 1995
- Chiapasco M, Biglioli F, Autelitano L, Romeo E, Brusati R: Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps used for the reconstruction of maxillo-mandibular defects following ablation for tumors or osteoradionecrosis. *Clin Oral Impl Res*, **17**: 220-228, 2006
- Schmidt BL, Pogrel MA, Young CW, Sbarma A: Reconstruction of extensive maxillary defects using zygomatic implants. *J Oral Maxillofac Surg*, **62**: 82-89, 2004
- Taylor CI: Reconstruction of the mandible with free composite iliac bone grafts. *Ann Plast Surg*, **9**: 361-376, 1982
- Tidstrom KD, Keller EE: Reconstruction of mandibular discontinuity with autogenous iliac bone graft: Report of 34 consecutive patients. *J Oral Maxillofac Surg*, **48**: 336-346, 1990
- Dumbach J, Rodemer H, Spitzer WJ, Steinhäuser EW: Mandibular reconstruction with cancellous bone, hydroxylapatite and titanium mesh. *J Craniomaxillofac Surg*, **22**: 151-155, 1994
- 大儀和彦, 今井裕一郎, 山本一彦, 桐田忠昭: 血管柄付き腓骨皮弁による下顎骨再建の検討. *日本マイクログルコ会誌*, **20**: 293-303, 2007
- 渡辺仁資, 代田達夫, 持田千久紗, 豊島貴彦, 羽鳥仁志, 新谷 悟: 温熱処理骨移植による顎骨再建を行った下顎エナメル上皮腫の2例. *日口外誌*, **55**: 505-509, 2009
- Herford AS: Use of a plate-guided distraction device for transport distraction osteogenesis of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg*, **62**: 412-420, 2004
- 倉立 至, 三次正春, 竹信俊彦, 上里 聡: 顎骨延長による下顎区域切除後の再建. 三次正春, 上里 聡編著, 頭蓋顎顔面領域における骨延長術—骨延長は従来の手術を超えられるのか—初版. 東京, 2004, 東京臨床出版, pp 121-135
- Ueyama Y, Naitoh R, Yamagata A, Matsumura T: Analysis of reconstruction of mandibular defects using single stainless steel A-O reconstruction plates. *J Oral Maxillofac Surg*, **54**: 858-862, 1996
- 河村正昭: 顎部骨移植の実験的研究. 特に各種骨移植における比較. *口病誌*, **26**: 2057-2058, 1959
- 岡野昌治: 下顎骨への新鮮自家著骨移植の治癒経過に関する実験的研究. *歯科学報*, **81**: 485-510, 1981
- Shirota T, Schmelzeisen R, Ohno K, Michi K: Experimental reconstruction of mandibular defects with vascularized iliac bone grafts. *J Oral Maxillofac Surg*, **53**: 566-571, 1995
- 上田和毅, 波利井清紀, 山田 敦: 血管柄付腸骨移植. *形成外科*, **35**: 399-410, 1992
- 斎藤 等, 大坪俊雄, 津田豪太, 野田一郎: 再建弁採取手術. 腓骨皮弁採取の実際. *頭頸部外科*, **4**: 21-25, 1994
- 田原真也, 天津睦郎, 牧野邦彦, 木西 實, 高木 正: 再建弁採取手術. 肩甲骨皮弁採取法. *頭頸部外科*, **5**: 27-30, 1994
- 黒田雅仁: 下顎骨欠損への骨髄を含む海綿骨移植における骨新生と骨再構築機転に関する実験的研究. *歯科学報*, **83**: 683-711, 1983
- 芳賀信彦: 低身長に対する脚延長手術の歴史と現状. *日成長会誌*, **13**: 53-57, 2007
- 代田達夫, 大野康亮, 歌門美枝, 松原太明, 斉藤浩人, 大塚純正, 柴崎好伸, 中村 篤: Hemifacial microsomia に対して上下顎骨延長術を行った1例. *日顎変形誌*, **13**: 92-102, 2003
- 代田達夫, 中納治久, 中村 篤, 松原太明, 歌門美枝, 斉藤浩人, 山下夕香里, 大野康亮: 上顎劣成長を伴った骨格性下顎前突症に対し上顎骨延長術と下顎枝矢状分割術を施行した1例. *日顎変形誌*, **13**: 134-144, 2003
- 代田達夫, 斉藤 茂, 中納治久, 山口徹太郎, 柴崎礼子, 向山和孝, 歌門美枝, 中村 篤, 大野康亮: 口唇口蓋裂患者に対する創内型装置を用いた上顎骨延長術の経験. *日口蓋誌*, **29**: 57-70, 2004
- 代田達夫, 宮崎芳和, 歌門美枝, 鈴木規子, 新谷 悟, 槇宏太郎, 中村 篤, 三次正春: 上下顎同時骨延長を行った両側性口唇口蓋裂の1例. *日口蓋誌*, **31**: 319-328, 2006

- 28) 代田達夫, 洪澤龍之, 石浦雄一, 樋口大輔, 松井義郎, 山下夕香里, 羽鳥仁志, 新谷 悟: 顎裂閉鎖および上顎前方移動に骨延長術を適用した両側性唇顎口蓋裂の1例. 日口蓋誌, **33**: 64-73, 2008
- 29) Matsui Y, Shirota T, Iwai T, Ozawa T, Watanuki K, Hirota M, Tohnai I, Maegawa J: Mandibular reconstruction using 2-step bone transport in an irradiated cancer patient with type-2 diabetes mellitus —Case Report—. *Int J Oral Maxillofac Surg*, **38**: 1223-1225, 2009
- 30) 管野貴浩, 三次正春, 古木良彦: 下顎辺縁切除後に垂直的歯槽骨延長とインプラントにより機能再建を行った1例. 頭頸部癌, **35**: 305-309, 2009
- 31) Takahashi T, Fukuda M, Aiba T, Funaki K, Ohnuki T, Kondoh T: Distraction osteogenesis for reconstruction after mandibular segmental resection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **93**: 21-26, 2002
- 32) Shirota T, Ohno K, Michi K, Tachikawa T: An experimental study of healing around hydroxylapatite implants installed with autogenous iliac bone grafts for jaw reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg*, **49**: 1310-1315, 1991
- 33) Shirota T, Schmelzeisen R, Neukam FW, Matsui Y, Ohno K, Michi K: Immediate insertion of two types of implants into vascularized bone grafts used for mandibular reconstruction in miniature pigs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **77**: 222-231, 1994
- 34) Shirota T, Ohno K, Motohashi M, Michi K: Histologic and microradiologic comparison of block and particulate cancellous bone and marrow grafts in reconstructed mandibles being considered for dental implant placement. *J Oral Maxillofac Surg*, **54**: 15-20, 1996
- 35) Deeb GR, Le BT, Ueek BA, Dierks EJ: Use of upper-lid blepharoplasty full-thickness skin for peri-implant keratinized tissue grafting: a report of 2 cases. *J Oral Maxillofac Surg*, **59**: 1232-1235, 2001
- 36) 小笠原利行, 佐野和生, 北川善政, 宮内和樹, 中村美喜子, 山田哲史: 顎口腔遊離骨皮弁再建症例におけるインプラント周囲軟組織への削皮術 (derabrasion) の応用. 日口腔インプラント誌, **17**: 351-356, 2004
- 37) 後藤昌昭: 顎顔面インプラントの臨床応用に関する研究. 口科誌, **51**: 1-14, 2002
- 38) 松井義郎: 顎顔面インプラントに関する基礎的研究. 日口科誌, **50**: 349-366, 2001