

自家腸骨海面骨細片による顎骨の機能再建

飯野光喜

山形大学医学部歯科口腔・形成外科学講座
(平成21年12月9日受理)

緒 言

食物をしっかりと咀嚼し味わって食事することは豊かな人生を送るうえで根幹をなす要件のひとつであり、歯の欠損による咀嚼障害はQOLを著しく低下させる。歯の欠損に対する従来からの治療法として可撤性義歯がある。しかし、本装置は着脱が煩雑なことに加え、特に高齢者の下顎総義歯では良好な維持安定が得られにくく、咬合力が小さいことや咀嚼に際し疼痛が生じやすいなど機能的な問題が多い。近年、歯の欠損に対する新しい治療法としてデンタルインプラントが定着しつつある。デンタルインプラントは不潔な口腔内において口腔粘膜を貫通して顎骨内に植立されるという極めて感染にさらされやすい環境にもかかわらず現在の成功率は95%を越えており¹⁾、眼内レンズに勝るとも劣らない最も完成度の高い人工臓器のひとつとすることができる(図1)。

顎骨内に埋入される部分のデンタルインプラントの大きさは直径3～6mm、長さ7～15mm程度である。よって、安全かつ確実に顎骨内にインプラントが埋入されるためには、少なくとも幅が5mm、高さが10mm程度の骨が必要となる²⁾(図2)。このことは、歯を喪失したすべての人に対し直ちにインプラント治療が可能ではないことを意味し、萎縮した顎骨に対してインプラント埋入を行うと、インプラント

の脱落はもとより、下歯槽神経損傷による下口唇の知覚鈍麻やインプラントの上顎洞迷入などの合併症発生の原因となる(図3)。

顎骨には様々な原因により吸収または欠損が生じる。最も一般的なものは慢性辺縁性歯周炎(歯周病)による歯槽骨の吸収であるが、先天異常・外傷・腫瘍などでも各疾患固有の骨欠損が生じる。多彩な骨欠損に対してインプラント治療を行うためには、インプラント埋入が可能となるような骨を再建する必要がある。顎骨再建で現在最も普及している方法は、腸骨ブロック移植と血管柄付き腓骨移植である³⁾。しかし、ブロック骨は血流のない組織のため感染に弱いこと、術後の骨吸収が起きやすいことなどから、大きな欠損や悪性腫瘍切除後の再建に用いることは困難である。また、下顎骨欠損に対する血管柄付き腓骨移植は術式が複雑なことに加え、本来の下顎骨に近似した形態が得られにくい⁴⁾⁻⁶⁾などの欠点を有している。そこで近年注目されているのが、腸骨海綿骨細片(particulate cancellous bone and marrow、以下腸骨PCBM)移植による顎骨再建^{7), 8)}である。本論文では、これまで著者が経験してきた症例を供覧しながら腸骨PCBM移植による顎骨再建の基礎と臨床について概説する。

1. 移植材料としての腸骨PCBM

腸骨PCBMは容易に採取できる。腸骨稜に沿った3～4cm程度の皮膚切開から腸骨に到

達し、骨膜を付けたまま皮質骨を「コの字」型に切離し蓋状に翻転させ鋭匙にて採取する⁹⁾ (図4)。

骨移植材料としての腸骨PCBMの歴史は



図1. 両側下顎大白歯部にデンタルインプラント治療を行った症例の術後オルソパントモグラフ。

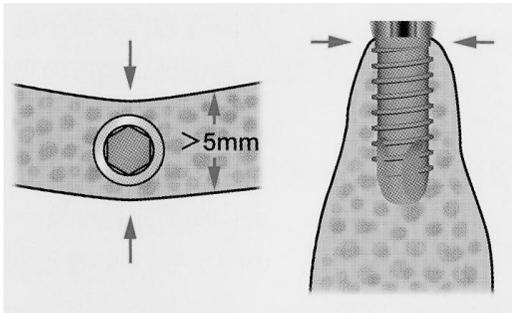


図2. 顎骨内に埋入されたインプラントのシェーマ (文献1より引用)。

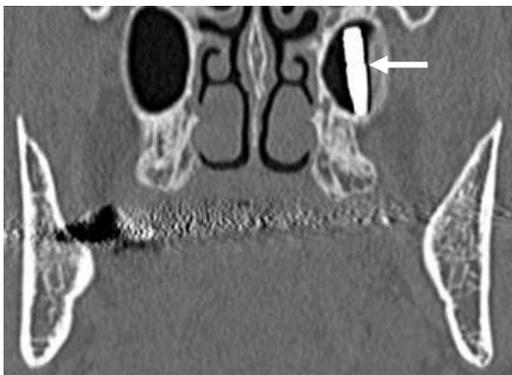


図3. 菲薄な歯槽骨に対しインプラント埋入手術を施行したため、上顎洞内にインプラントが迷入した症例。

古く、1944年にMowlenがLanctに“Cancellous chip bone-grafts, report on 75 cases”という論文で、前頭骨・下顎骨・脛骨欠損部に腸骨PCBMを移植し優れた成績を報告した¹⁰⁾。顎顔面領域においてPCBMが多用されるきっかけのひとつとなったのは、1972年にBoyneら¹¹⁾が発表した唇顎口蓋裂患者の顎裂に対する腸骨PCBM移植である。Boyneらは皮質骨ブロックの代わりにPCBMを移植すると良好な骨架橋形態が得られるとともに、腸骨PCBMの優れた骨改造現象により移植骨を通して犬歯が自然萌出するため良好な永久歯歯列形成が可能になることを報告した。PCBM移植に関する基礎的研究としては、1956年Axhausen¹²⁾は、PCBM移植後の骨形成は



図4.
上; 腸骨PCBM採取の術野。骨膜をつけたまま腸骨稜の皮質骨を上内方に翻転させ海面骨を露出させる。
下; 採取した腸骨PCBM。

二段階に分けることができ、最初にPCBMに含まれる骨形成能をもつ細胞より新生骨が形成され、次いでこの新生骨に骨改造が生じ移植部の母床骨と類似した骨に置換すると述べた。また、1964年Burwell¹³⁾は、PCBMに含まれる骨形成能を有する細胞は未分化間葉系細胞に由来すると述べている。その後の研究でも、PCBM中には*in vitro* および*in vivo* において骨芽細胞の表現型を発現する細胞が存在し¹⁴⁾、それらは*in vitro* で増殖させた後も骨芽細胞に分化誘導できることが確認されている¹⁵⁾。臨床的研究では、Iinoら¹⁶⁾は、唇顎口蓋裂患者の顎裂に移植した腸骨PCBMの経時的な組織学的変化を観察し、移植後3～5ヵ月では活発な新生骨形成があり術後6ヵ月程度で成熟した骨へ変化することを報告している(図5)。以上の基礎的・臨床的研究は、PCBM移植とは骨原性幹細胞の移植であり、この細胞から生じる新生骨形成と骨改造によるこの新生骨の母床骨への置換が目的であることを意味している。すなわちPCBM移植はself-remodeling cellular system¹²⁾による*in vivo* tissue engineering というべき骨再生法であり、移植骨そのものの生着を期待するブロック骨移植や血管柄付骨移植と本質的に異なることを示している^{7), 17)}。

2. 腸骨PCBMによる顎骨・顎提再建の実際

(1)唇顎口蓋裂患者に対する顎裂部腸骨移植術⁹⁾

唇顎口蓋裂患者の上顎骨には顎裂と呼ばれる先天性の骨欠損があり、この骨欠損を修復する手術が顎裂部腸骨移植術である。手術では顎裂部の粘膜骨膜を用いて鼻口腔瘻を閉鎖し、骨欠損部に腸骨PCBMを緊密に移植する(図6)。手術は顎裂に隣接する永久歯が萌出時期する5～10歳頃に行う。術後には歯の萌出に対応した優れた骨のリモデリングにより移植したPCBMを通して永久歯が自然萌出する現象がしばしば観察される(図7)。術後の矯正歯科治療が容易となり、良好な歯列・咬合形成が可能となる。

(2)上顎洞底挙上術

解剖学的に上顎洞が大きく上顎大白歯歯根尖と上顎洞底が近接している人は少なくない。このような場合、上顎大白歯が欠損すると同部にはわずか数mmの骨しか残らなくなるため同部位へインプラントを埋入することはできない。このような部位へのインプラント埋入を可能にする手術として上顎洞底挙上術がある。薄い上顎洞粘膜を損傷しないように上顎洞側壁を四角形に骨切りし、骨をつけたまま上顎洞粘膜を剥離挙上し上顎洞底の骨を露出させ、上顎洞底と上顎洞粘膜・上顎洞側壁に囲まれた部分にPCBMを移植する。術後半年程度でこの部分にインプラント埋入手術が可能となる(図8, 9)。

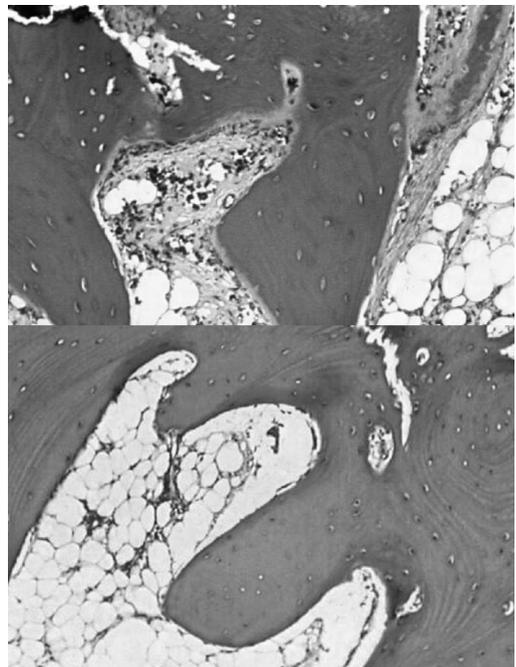


図5.

上；顎裂に移植した腸骨PCBMの術後3ヵ月の組織像。活発な新生骨形成が認められる。新生骨の層板構造は不規則で骨小腔も大きい。

下；術後10ヵ月の組織像。層板構造は明瞭で規則的であり成熟した骨となっている。

(3)チタンマイクロメッシュと併用した顎提形成術^{7), 8), 18)}

顔面外傷では上顎前歯が脱落する事が多い。この場合歯とともに歯槽骨も欠損することが多く、インプラント治療を行う場合多くの症例で顎提の再建手術が必要となる。PCBMには定まった形はないため、本移植材料で顎提を再建するためにはPCBMの形態を維持するフレーム

が必要となる。現在最も優れているフレームはチタンメッシュであり、その特徴として、生体適合性に優れる、咀嚼や軟組織の圧に対して十分な強度を有する、メッシュ穿孔を通して移植骨の生着に必要な十分な体液の交換ができる、ハサミで容易に切断でき適度な延展性を有するため形態付与性にきわめて優れるなどの利点を有する¹⁹⁾。手術ではややover correctionとなる

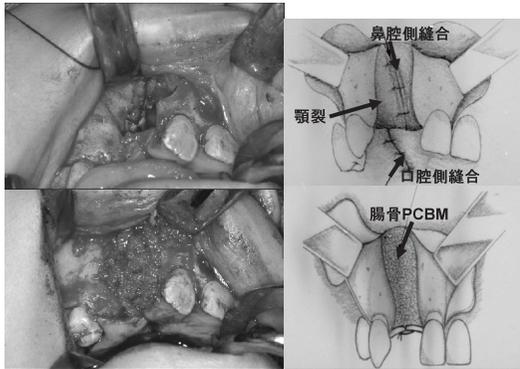


図6. 顎裂部腸骨移植術の術中写真(文献8より引用)。
左上; 鼻腔底を再建し顎裂(骨欠損部)を明示したところ。
左下; 顎裂に腸骨PCBMを移植したところ。
右上下: 左上下写真の模式図



図8. 上顎洞底挙上術の術中写真。上顎洞前壁の骨を上顎洞粘膜とともに上顎洞内へ翻転させている。



図7. 9歳、男児、右側口唇口蓋裂に対する顎裂部腸骨移植術の経過(文献6より引用)。
左; 術前。大きな骨欠損が認められる。
右; 術後1年。骨形成は良好で移植骨と既存骨の境界は判別できない。移植骨を通した犬歯の自然萌出が認められる。

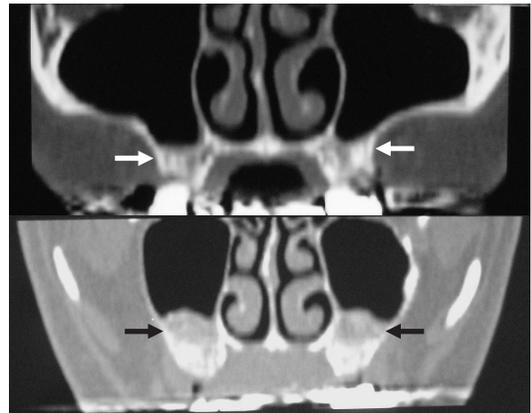


図9. 上顎洞底挙上術の術前後のCT。
上; 術前。両側上顎大白歯部の歯槽骨は菲薄化している(白矢印)。
下; 術後。手術により上顎洞底部に新生骨が形成されインプラント埋入が可能になっている(黒矢印)。

腸骨PCBMによる顎骨再建



図10. 腸骨PCBMとチタンマイクロメッシュト
レーによる上顎顎提形成術とデンタルインプラント
治療を行った、25歳女性、交通外傷による上顎6前
歯欠損症例の経過（文献7より引用）。
上；術前。6前歯欠損に加え顎提の萎縮も認められ
る。
中；術中写真。メッシュトレーを目的とする形態に
整形後、スクリューにて上顎骨に固定する。母
床骨とメッシュトレーの間に腸骨PCBMを緊密
に移植する。
下；上部構造装着時の口腔内写真。

ようメッシュトレーを整形し母床骨とメッシュ
トレーとの間に緊密にPCBMを移植すること、
剥離した粘膜骨膜弁に十分な骨膜の減張切開を
加えて緊張のない縫合を行うことなどに留意す
れば十分な高さ幅とを有する歯槽堤を再建する
ことができる（図10, 11）。術後半年前後でメッ
シュトレー除去とインプラント埋入手術を行な



図11. 写真9に示した症例のCT（文献7より引
用）。
上；術前。顎提の骨は広範囲に菲薄化している。
中；術後4ヵ月。メッシュトレーの形態に合わせて
良好な骨形成が認められる。
下；インプラント埋入後。

う。本術式はPCBMの感染・脱落などがほとんどなく、きわめて予知性の高い顎提再建法である。

(4)チタンメッシュトレーと併用した下顎骨再建^{20), 21)}

これまで下顎骨再建では骨の連続性の回復に主眼が置かれてきた。しかし近年のデンタルインプラント治療の進歩に伴い、インプラントが埋入可能となる下顎骨再建が要求されるようになってきている。現在下顎骨の再建材料としては、主として微小血管吻合による血管柄付腸骨・腓骨・肩甲骨などが用いられている。しかし血管柄付骨移植は術式が複雑なことに加え、腸骨は血管柄が短いという大きな欠点があり、静脈移植や前腕皮弁・前外側大腿皮弁との併用が必要になる症例が少なくない²²⁾。また、どの



図12. 血管柄付遊離腓骨で再建した下顎骨の術後3D-CT。下顎骨本来の彎曲の再現が不十分なことに加え、骨の高さが不十分でインプラント埋入ができない。

骨を用いても下顎の複雑な彎曲を再現することが難しい。さらに腓骨・肩甲骨は本来の下顎骨と比較して骨量が少ないという欠点も有しており^{4)–8), 17)}、特に肩甲骨に関して **Beckers**ら²³⁾は、女性の約半数はインプラントが埋入できるだけの十分な骨幅がなかったと報告している。したがって腓骨や肩甲骨ではたとえ顔貌形態の改善はできても、再建部での義歯装着やインプラント埋入が不可能な症例が多い(図12)。**Marx**ら⁴⁾は再建下顎骨が具備すべき6つの要件をあげ(表1)、単に骨の連続性を獲得するばかりでなく十分な骨量で歯槽部まで再建され、しかも再建部位での咬合が可能となることが大切であると述べている。腓骨や肩甲骨では**Marx**の6つの条件のうち、表1に掲げた2・3・4を満たすことが困難で症例によっては十分な顔貌形態の回復も得られないこともある。

腸骨PCBMとチタンメッシュトレーによる下顎骨再建は上述した血管柄付骨移植術の欠点を充分補い得る術式である。これまで著者が用いてきたトレーは**Striker Leibinger**社製**Dumbach Titan Mesh (DTM) System**で、7種類のready madeのトレーが準備されており、欠損状態に応じて最も適切なものを選び適宜整形して残存下顎骨に固定する²⁴⁾。下顎骨再建で問題となるのは移植する腸骨PCBMの量の確保で、通常行っている前腸骨稜からでは充分な量のPCBMを採取することは困難である^{20), 21)}。**Marx**¹⁷⁾はPCBM移植が成功する条件として、欠損部に緊密に移植することが重要と述べ、**Dumbach**ら²⁴⁾もPCBM移植の際には十分な圧をかけながら可及的多くの量を移植することが必

表1. 再建下顎が具備すべき6つの条件³⁾

1. Restoration of continuity
2. Restoraion of alveolar bone height
3. Elimination of soft tissue deficiencies in preparation for prosthetic rehabilitation
4. Restoration of osseous bulk
5. Maintenance of osseous quantity under function over minimum of 18 months
6. Restoration of acceptable facial form

腸骨PCBMによる顎骨再建

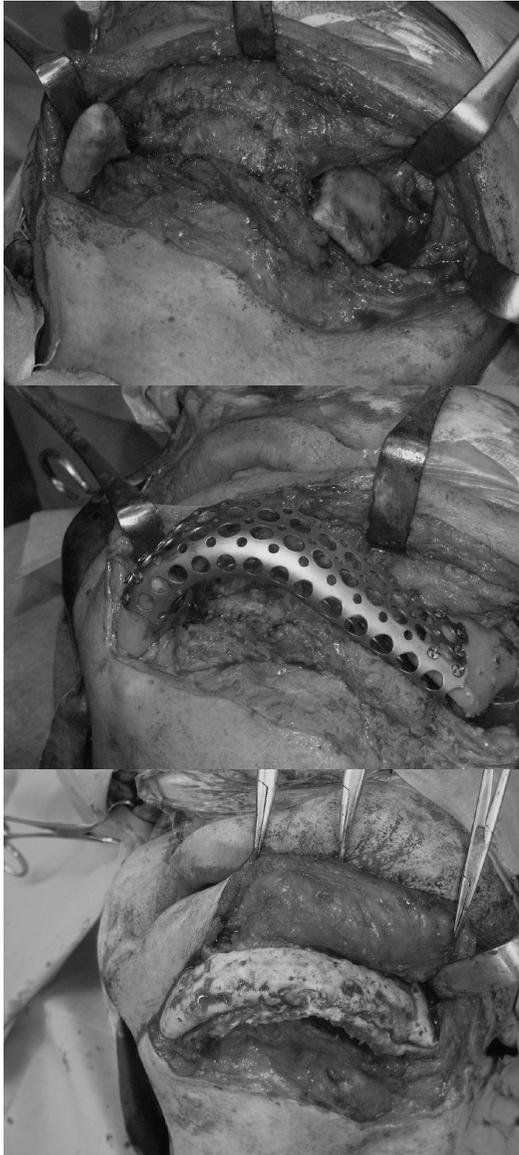


図13. 66歳女性、下顎骨骨髓炎治療により生じた下顎骨区域欠損に対するDTM systemと腸骨PCBMによる下顎骨再建手術。

上；オトガイ部から左側下顎角に及ぶ骨欠損。
 中；DTMを適宜整形して残存下顎骨に固定後トレー内に腸骨PCBMを移植。
 下；移植後10ヵ月、トレー除去とインプラント埋入施行時の写真。良好な形態の下顎骨が再建されている。

要であると報告している。そのため、著者はこの手術では両側の後腸骨稜からPCBMを採取する術式を採用している。PCBM採取法は前方から採取する方法と全く同じであり、腸骨稜に沿った皮膚切開を通して腸骨稜に到達する。腸骨後方は前方と比較すると2～2.5倍量のPCBMを採取できるため^{25), 26)}、両側の後腸骨稜からPCBM採取を行えばほとんどの下顎骨欠損に対応可能なPCBMを確保することができる。術後6ヵ月程度で本来の下顎骨に極めて近似した形態の骨が再建される^{6) - 8), 20), 21)}。インプラ

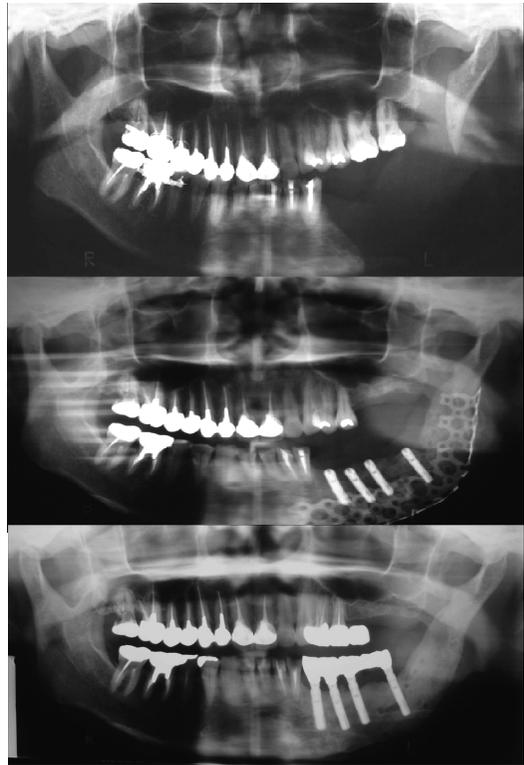


図14. 写真12の症例と同様の下顎骨再建とインプラント治療を行った、42歳女性、左側下顎歯肉癌治療後下顎骨欠損症例のオルソパントモグラフ（文献20より引用）。

上；再建術前。
 中；再建術後6ヵ月、インプラント埋入後。
 下；再建術後2年、インプラント上部構造装着後。

ント埋入も十分可能であり、術中の体位変換という欠点はあるものの、血管柄付骨移植による再建顎骨と比較して本術式がいかに優れているかは一目瞭然である(図13, 14)。下顎骨再建に腸骨PCBMを用いるもうひとつの大きな利点は、他の方法と比較して採骨部の手術侵襲が圧倒的に小さいことである。PCBM採取後は皮質骨を復位して骨膜を緊密に縫合するので腸骨稜に軽度の変形が生じるものの、他の骨採取法では避けられない骨組織の実質欠損がほとんど生じない。そのためある程度の期間が過ぎれば同じ部位より再度PCBMを採取することも可能となる。また、腸骨稜の部分で正確に皮質骨を蓋状に切離翻転し中殿筋および大殿筋への侵襲を最小限とすることにより、若干の疼痛が生じるものの術後1週間以内でほとんどの症例で普通歩行が可能となり運動障害などの後遺症が生じることはない。

著者はこれまで腸骨PCBMとチタンメッシュトレーによる下顎骨再建手術を15例経験した。結果、13例で良好な下顎骨を再建することができたものの、2例では術後感染により再建は失敗した。この2例は欠損が下顎骨体部から下顎枝の大部分に及ぶという複雑な形態をしていた症例であった²¹⁾。今後さらに改良を加えより精度の高い術式を確立する必要があると考えている。

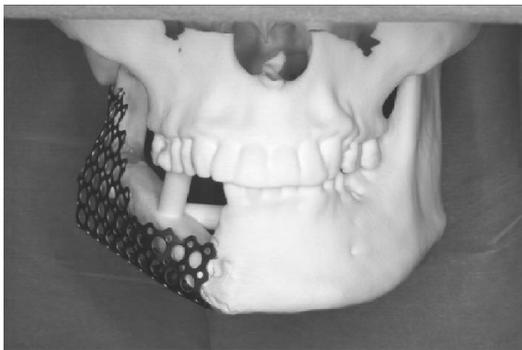


図15. 術前に撮影したCTデータから作成した顎骨3次元モデルを用いあらかじめメッシュトレーを目的とする形態に整形する。

3. 顎骨生成医療の今後の展望

最後に、顎骨再生医療の今後の展望について述べる。

(1)術前simulation surgeryの導入

手術中にメッシュトレーを目的とする形態に正確に整形して骨に固定するのはかなり難しい場合がある。特に欠損が下顎のオトガイや下顎角から下顎枝部に及んでいる症例ではこの傾向が強い。このような症例に対しては術前のCTデータから3Dモデルを作成しその模型上であらかじめ正確にメッシュトレーを整形しておけばより精度の高い結果を得ることが可能となり、創裂開や死腔形成による術後感染を防ぐことができるとともに手術時間の短縮にもつながる²⁷⁾。近年の3Dプリンターの普及にとともに顎顔面領域におけるこのような術前simulation surgeryはかなり普及しつつある²⁸⁾(図15)。

(2)メッシュトレーの改良

今回供覧した下顎骨再建に用いたメッシュトレーはStriker-Leibinger社製のready madeトレーで、本来日本人の下顎骨用に開発されたものではない。そのため症例によっては大きく形態を変更する必要があり、細かな修正ができずそれが死腔形成や術後の創裂開の原因と考えられる症例を経験した²¹⁾。そのため最近ではより薄くしなやかなメッシュトレーと下顎再建用プレートを組み合わせたシステムも考案されている(図16)。このシステムでは、2種類のプレートを使用するという煩雑さはあるものの、術前の3Dモデルと併用することにより、ほとんどの下顎骨欠損に対して正確に目的とする形態にメッシュプレートを整形することが可能で、しかも再建プレートにより強固に固定されるため、精度および予知性の高い顎骨再建が可能になると考えられる。

(3)PCBMに変わる移植材料の開発

自家組織移植は病変のない健全部に手術侵襲を加える手術でもある。腸骨海綿骨採取術の侵

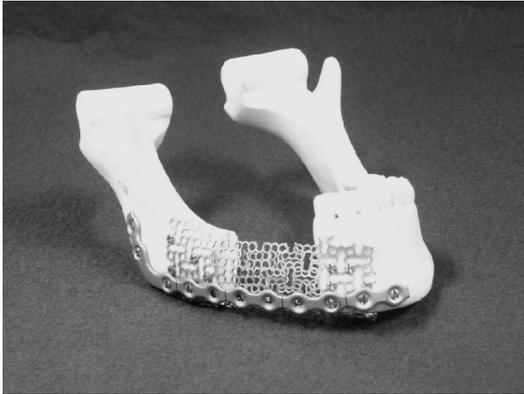


図16. 下顎骨再建プレート(Universal Mandible Recon Module, Striker-Leibinger®, Germany)とメッシュトレイ(Dynamic Mesh Titanium Plating System, Striker-Leibinger®, Germany)を組み合わせた下顎骨再建プレートシステム。薄くしなやかなメッシュトレイにより下顎骨の複雑な形態がより正確に再現できるとともに、再建プレートにより強固な固定ができる。

襲は小さく術後合併症もほとんど見られないが、時には術後感染が生じたり、手術痕が問題になったりする場合もないわけではない²⁹⁾。近年欧米では骨再生医療においてrhBMP-2の臨床応用が始まっており、今回提示した顎裂部腸骨移植術³⁰⁾、上顎洞底挙上術³¹⁾、下顎骨再建手術³²⁾にも用いられ良好な結果が報告されるようになってきた。本邦においてもこのようなdonor siteを必要としない顎骨再生医療が1日も早く実現することが望まれる。

文 献

1. Li W, Chow J, Hui E, Lee PK, Chow R: Retrospective study on immediate functional loading of edentulous maxillas and mandibles with 690 implants, up to 71 months follow-up. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 2653-2662
2. 高木幸人: 患者の選択－診査と治療計画－. 高木幸人, 菅井正則編, SPI® Systemインプラント

- ト臨床テクニク. 東京; 東京臨床出版, 2009: 18-37
3. Wells MD: Mandibular reconstruction using vascularized bone grafts. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 883-888
4. Marx RE, Ames JR: The Use of hyperbaric oxygen therapy in bony reconstruction of the irradiated and tissue-deficient patient. *J Oral Maxillofac Surg* 1982; 40: 412-420
5. Carlson ER, Marx RE: Mandibular reconstruction using cancellous cellular bone grafts. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 889-897
6. 飯野光喜, 森良之, 近津大地, 西條英人, 大久保和美, 市川直子, 他: *In vivo* tissue engineeringによる下顎骨再建. *治療* 2009; 91: 2311-2315
7. 飯野光喜, 森良之, 近津大地, 西條英人, 大久保和美, 高戸毅: *In Vivo* tissue engineeringによる骨再建の実際. *Clinical Calcium* 2008; 18: 1757-1766
8. 飯野光喜: チタンメッシュトレイと自家腸骨海面骨細片による顎骨・顎提再建. *日本口腔外科学会雑誌* 2009; 551: 268-275
9. 飯野光喜: 顎裂への新鮮自家腸骨海绵骨細片移植術の実際. 幸地省子編, 口唇裂口蓋裂治療. 東京; 西村書店, 2008: 33-186
10. Mowlem R: Cancellous chip bone grafts. *Lancet* 1994; 244: 746-748
11. Boyne PJ, Sands NR: Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts. *J Oral Maxillofac Surg* 1972; 30: 87-92
12. Axhausen W: The osteogenic phases of regeneration of bone, a historical and experimental study. *J Bone Joint Surg Am* 1956; 38: 593-600
13. Burwell RG: Studies in transplantation of bone VII. The fresh composite of homograft-autograft of cancellous bone. *J Bone Joint Surg Br* 1964; 46: 110-140
14. Beresfold JN: Osteogenic stem cells and the stromal system of bone and marrow. *Clin Orthop* 1989; 240: 270-280
15. Satomura K, Nagayama M: Ultrastructure

- of mineralized nodules formed in rat bone marrow stromal cell culture in vitro. *Acta Anat* 1991; 142: 97-104
16. Iino M, Ishii H, Sato J, Seto K: Histological evaluation of iliac particulate cancellous bone and marrow grafted to the alveolar cleft. A preliminary report of five young adult cases. *Cleft Palate-Craniofac J* 2000; 37: 55-60
 17. Marx RE: Mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 1993; 51: 466-479
 18. Iino M, Shimizu H, Kasahara H, Murakami K, Niitsu K, Horiuchi T, et al.: Alveolar ridge augmentation using autogenous iliac cancellous bone graft combined with Micro-Titanium Augmentation Mesh and subsequent dental implant insertion. *Asian J Oral Maxillofac Surg* 2000; 12: 187-194
 19. Von Arx T, Hardt N: Die TIME-Technik zur lokalen osteoplastischen Alveolarkamm-Rekonstruktion. *Dtsch Z Mund Fiefer Gesichts Chir* 1996; 20: 39-42
 20. 飯野光喜, 福田雅幸, 永井宏和, 大貫敬嘉, 山岡薫, 戸嶋慎一: チタンメッシュと両側後腸骨稜より採取した海綿骨細片による下顎骨再建. *日本口腔科学会雑誌* 2003; 52: 253-260
 21. Iino M, Fukuda M, Nagai H, Hamada Y, Yamada H, Nakaoka K, et al.: Evaluation of 15 mandibular reconstructions with Dumbach Titan Mesh-System and particulate cancellous bone and marrow harvested from bilateral posterior ilia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 107: e1-8
 22. Gaggl A, Bürger H, Müller E, Chiari FM: A combined anterolateral thigh flap and vascularized iliac crest flap in the reconstruction of extended composite defects of the anterior mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 36: 849-853
 23. Beckers A, Schenck C, Klesper B, Koebke J: Comparative densitometric study of iliac crest and scapula bone in relation to osseous integrated dental implants in microvascular mandibular reconstruction. *J Craniomaxillofac Surg* 1998; 26: 75-83
 24. Dumbach J, Rodemer H, Spitzer WJ, Steinhäuser EW: Mandibular reconstruction with cancellous bone, hydroxylapatite and titanium mesh. *J Craniomaxillofac Surg* 1994; 22: 151-155
 25. Marx RE, Morales MJ: Morbidity from bone harvest in major jaw reconstruction: A randomized trial comparing the lateral anterior and posterior approaches to the ilium. *J Oral Maxillofac Surg* 1988; 48: 196-203
 26. Hall MB, Vallerand WP, Thompson D, Hartley G: Comparative anatomic study of anterior and posterior iliac crest as donor site. *J Oral Maxillofac Surg* 1991; 49: 560-563
 27. Goto M, Katsuki T, Noguchi N, Hino N: Surgical simulation for reconstruction of mandibular bone defects using photocurable plastic skull models: Report of three cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1997; 55: 772-780
 28. Saijo H, Chung UI, Igawa K, Mori Y, Chikazu D, Iino M, et al.: Clinical application of artificial bone in maxillofacial region. *J Artif Organs* 2008; 11: 171-176
 29. Rawashdeh MA, Telfah H: Secondary alveolar bone grafting: the dilemma of donor site selection and morbidity. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008; 46: 665-670
 30. Herford AS, Boyne PJ, Rawson R, Williams RP: Bone morphogenetic protein-induced repair of the Premaxillary cleft. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 2136-2141
 31. Boyne PJ, Lilly LC, Marx RE, Moy PK, Nevins M, Spagnoli DB, et al.: De novo bone induction by recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2) in maxillary sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63: 1693-1707
 32. Herford AS, Boyne PJ: Reconstruction of mandibular continuity defects with bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2). *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 616-624

Functional jaw bone reconstruction with iliac particulate cancellous bone and marrow

Mitsuyoshi Iino

Department of Dentistry, Oral and Maxillofacial Surgery, Plastic and Reconstructive Surgery, Yamagata University, School of Medicine

ABSTRACT

Maintaining of stable occlusal function is one of the most important key to enjoy one's own life. Recently, dental rehabilitation using endosseous implants has been well established treatment modality in the field of prosthetic dentistry. However, there are some cases who can't undergo dental implant treatment because of an inadequate height and width of the alveolar ridge or total loss of bony tissue. For such cases, jaw bone reconstruction is indispensable surgical procedure to enable the implant insertion. Among many techniques, reconstruction with the use of particulate cancellous bone and marrow (PCBM) is characterized by its process of bone formation and remodeling. After PCBM grafting, active new bone formation occurs from osteogenic stem cells followed by bone remodeling that results in incorporation into the recipient bone. This process means that the aim of PCBM transfer is not the graft of osseous tissue but the graft of osteogenic stem cells. In other words, grafting of PCBM is the method of bone regeneration that is based on *in vivo* tissue engineering. This review introduces the basic and clinical research of the jaw bone reconstruction with iliac PCBM by showing the repair of alveolar bony defect of cleft lip and palate, maxillary sinus floor elevation, alveolar ridge augmentation and mandibular reconstruction.

Key words : jaw reconstruction, particulate cancellous bone and marrow, dental implant