インプラントを用いた包括的歯科治療の1症例 ——多様な骨造成術による補綴主導型インプラント——

A Case of Comprehensive Dental Treatmenty —Restorative-driven implant treatment using multiple bone augmentation Techniques

石橋知代子¹ 和田 義行² 神田 昌巳³ 上林 毅⁴ 新村 昌弘⁵ 吉村 治範⁶
Chiyoko Ishibashi Yoshiyuki Wada Masami Kanda Takeshi Kanbayashi Masahiro Niimura Harunori Yoshimura

Keyword : cortical bone block graft, socket lift, occlusal reconstruction, computer-guided surgery

キーワード: 皮質骨ブロック骨移植, ソケットリフト, 咬合再構成, コンピュータガイドドサージェリー

Several bone augmentation techniques have been developed to enlarge implant recipient sites in the cases that the bone mass was insufficient for implant placement. They enable ideal implant placement and bring good esthetic outcomes. In the case of upper molar site, sinus floor augmentation used to achieve vertical bone height. However, this technique often brings high crown/root ratio, unacceptable esthetics and insufficient hygiene. Cortical bone block graft using autologous bone enable to acquire vertical bone volume toward the alveolar crest, and was reported to be able to increase bone in the severely resorbed posterior maxillary region. In this case, the cortical bone block graft with sponge bone from the mandibular posterior regions as a donor site and sinus floor elevation using osteotome technique were applied for atrophic posterior maxillary region for implant treatment. In addition, we achieved acceptable outcome by using the latest simulation soft for detailed planning and computer-guided surgery to reduce surgical stress.

インプラント埋入に際して骨量が不足している場合には、様々な骨造成法を用いてインプラントを理想的な位置に埋入し、審美的にも良好な結果を得る試みが行われてきた。特に、高度に吸収した上顎臼歯部では上顎洞底挙上術による垂直的な骨造成が行われる。しかしこの方法だけでは、歯冠長の延長を招き、審美性、清掃性が損なわれることが多い。一方、皮質骨ブロック移植は、歯槽頂方向への骨量の増大が可能で、その臨床的な予後は良好であることが報告されている。本症例において、我々は上顎臼歯部の萎縮した顎堤に、自家骨移植とソケットリフトを併用しインプラントを埋入した。また術前にシミュレーションソフトを用いて骨採取部位、採取骨量のプランニングを行うと同時に、コンピューターガイドドサージェリーを用い、全体として手術侵襲の軽減に配慮した治療を行い、長期的に良好な予後を得た。【顎咬合誌 33(3): 202-212, 2013】

緒言

臼歯部の咬合支持が失われると、咬合高径の低下や歯列不正を引き起こし¹⁾、従来の方法では咀嚼機能の回復は難しく、義歯の破損や不適合、支台歯のトラブルにより、長期的な安定が困難であった²⁾。近年このような症

例にインプラントを用いることにより咬合支持を安定させることが可能となってきた³⁾。

しかし、インプラント埋入に際して、しばしば骨量が不足し、インプラント埋入が困難なことがある。そこで様々な骨造成法により骨量を増加させる試みが行われてきた⁴⁾。骨造成を行うことでインプラントを理想的な位置に埋入することができ、審美的にも良好な結果を得ることができる⁵⁾。各骨造成法は、造成量、技術的な困難さ、使用する移植材料、術後の吸収骨量を考慮し症例に適した方法を選択しなければならない^{4, 5)}。

特に上顎臼歯部では上顎洞の含気性が高い場合には、しばしば骨量の不足に悩まされる。そこでサイナスリフ

1. 石橋歯科医院 (北海道小樽市)
2. 和田歯科クリニック (北海道札幌市)
3. 神田歯科医院 (北海道札幌市)
4. エルムの杜デンタルクリニック (北海道札幌市)
5. にいむら歯科医院 (東京都立川市)
6. 吉村歯科医院 (北海道美瑛市)

受付日: 2012 年 1 月 18 日

受理: 2013 年 2 月 21 日

図1 初診時の口腔内写真（2009年2月）。臼歯部の咬合崩壊が見られる。

図2 初診時のパノラマエックス線写真。残根は保存不可能であった。

トを用いた垂直的な骨造成が使用されてきた⁶⁾。しかし同時に歯槽頂側からの骨吸収も伴っている場合には、単独の処置方法では歯冠長の問題など、審美性、清掃性には十分な効果が得られず、また技工操作も煩雑になり何らかの新しい複合的なアプローチが必要となる。

その手段のひとつである、皮質骨ブロック骨移植（cortical block graft）は広範囲で骨幅を増大することが可能で、良好な予後が期待できる⁵⁾。しかしドナーサイトの侵襲が大きく治療期間も長い場合、各症例の条件や患者の希望を十分に考慮して適用しなければならない。

しかし、また同時に大きな骨造成は患者に大きな侵襲を与える。よって侵襲を軽減させる手段が必要となる。近年低侵襲治療はインプラント治療においても大きなテーマとなっている⁷⁾。

そこで今回、臼歯部の崩壊が顕著な症例にコンピュータガイドドサージェリー、ブロック骨移植を応用してインプラント治療を行い、十分な骨量を得るとともに、

侵襲も軽減し大きな治療効果と患者の満足を得ることができた。またその際、コンピューターシミュレーションを用いて綿密なプランニングとドナーサイトの選択を行ったことで良好な結果を得られたので報告する。

症例の概要

初診：2009年2月

患者：62歳、女性

主訴：残根の鋭縁、歯の動揺

現症：臼歯部の崩壊は顕著で、⑥5④ブリッジの⑥と1は大きく動揺。他の上顎前歯も動揺、前突感があり、咬合高径の低下が認められる（図1）。パノラマエックス線像により保存不可能な歯（764156，854567）が多い（図2）。咬合三角分類では第Iエリア⁸⁾、Eichnerの分類ではB4であった⁹⁾。術前のクリニカルパラ

図3 初診時の臨床パラメーター。4本の上顎前歯の動揺は咬合性外傷と考えられる。

BHP (bone-healing potential)		—骨の治癒能力に関する分類—
BHP 1	通常の治癒能力を有するもの	
BHP 2	やや低い治癒能力を有するもの	1 日約 10 本の喫煙 コントロールされている糖尿病 貧血 骨粗鬆症 移植骨 再生骨 etc.
BHP 3	非常に低い治癒能力を有するもの	1 日約 20 本の喫煙 糖尿病 重度の貧血 重度の骨粗鬆症 放射線治療を受けた骨 甲状腺機能亢進症 etc.

Franck Renouard ら

図4 Frank Renouardの骨の治癒能力に関する分類本症例ではBHPは3であった¹⁰⁾。

メーターを示す (図3)。

既往歴：高血圧，甲状腺機能亢進症。現在は内服によりコントロールされ，全身状態は良好。非喫煙者。

診断：欠損歯 (5|4,7, 7|)，垂直的骨吸収 (6|)，歯根吸収 (1|)。

治療計画

上顎前歯部の動揺とフレアアウト改善のため6|と残根 (16, 854|567) を抜歯し，可撤性義歯の粘膜調整を行いながら咬合挙上を行った。ここでインプラント治療を提案し，患者の承諾を得て治療を行うこととした。

全身状態は，血液検査により貧血傾向と異化亢進が認められた。現在，症状が安定し休薬中で，甲状腺機能はコントロールされている。甲状腺機能亢進症は喫煙や糖尿病とならび非常に低い治癒能力を有し Renouard らの骨の治癒能力に関する分類 (BHP ; Bone-healing potential) は BHP 3 であった¹⁰⁾ (図4)。これらの情報を患者にインプラント手術に対するリスクを十分に説明した。

術直前の状態を示す (図5)。まずセットアップモデルを製作した (図6, 7)。その結果，第一大臼歯までの補綴で十分な機能が得られると判断した。また患者は矯正治療を望まず上顎前歯はブリッジで対応することにし，6|部は垂直的な骨吸収が顕著で，歯冠長の長い歯になり

図5 抜歯後の状態。6の吸収が顕著である。

図6 術前のスタディモデル。

図7 診断用ワックスアップ。
6は歯冠長が長くなる。

清掃が困難となることが予想された。

治療経過

ラジオグラフィックガイドを装着し CT 撮影を行い、シミュレーションソフト (NobelGuide™, ノーベル・

バイオケア社) を利用し、埋入計画を立てた (図 8)。6 部は上顎洞底までの距離が 4mm、骨幅が 6mm であり、加えて歯冠長の延長を伴っていたところから Chiapasco の上顎臼歯部の分類で class E と考えられた¹¹⁾。サイナスリフトによるインプラント埋入も可能と考えたが、何らかの歯冠長の改善のための方法が必要と考えられたた

図8 ラジオグラフィックガイドを用いたCT像。6J部の骨高径は約2mmである。

図9 SimPlantを用いた不足する骨量の計測。約0.63mlの骨が不足している（緑色）。

図10 ドナーサイトの検討。7J部から0.83mlの骨が得られると考えられた（黄色）。

めオンレーグラフトによる垂直的な骨増成を計画した。シミュレーションソフト（SimPlant®, マテリアライズデンタルジャパン社）から6J部の不足骨量は約0.6mlと診断された（図9, 10）。またドナーサイトとしては、器具の到達も容易な6部遠心から比較的侵襲が少なく、約0.8mlの2枚の厚い（4mm程度）皮質骨ブロッ

クと海綿骨が採取できると診断された。そこでまずインプラントを[46, [56 および54]に埋入し、同時に6]の遠心より皮質骨・海綿骨ブロックを採取し、65]部に移植し、その後、同部にオステオトームを用いた上顎洞底挙上術を行い、同時にインプラント埋入を行う予定とした。74]は免荷期間中プロビジョナルの支台とするため

図11 7|部より径5mmのトレフィンバーにて2枚の円盤状の皮質骨ブロックと海綿骨を採取し 6|部にミニスクリューにて固定した。周囲に海綿骨と β -TCPを満たし、吸収性メンブレンで被覆し減張切開の後縫合した。下顎はサージカルガイドを用いフラップレスでインプラント埋入を行った。

図12 皮質骨ブロック移植後のパノラマエックス線写真。

図13 74|を用いた術後のプロビジョナルレストレーション。

保存することとした。

2009年6月、静脈内鎮静法下に46 (4は直径4mm, 長さ8.5mm, 6は直径4mm, 長さ13mm ノーベルスピーディグルービー, ノーベルバイオケア社), 56, 54にガイドドサージェリーによりフラップレスでインプラント(直径4mm, 長さ13mm)を40Ncmの力で締め込み, 埋入した。同時に6の遠心より径5mmのトレフィンバーを用い皮質骨・海綿骨ブロックを2枚採取し, 鋭縁を除きラウンドバーで穿孔した移植床に適合

するように整形し, ミニスクリューで固定した。移植骨周囲は顆粒状の海綿骨と β -TCPで満たし吸収性膜で被覆し, 減張切開を加え伸展, 縫合した(図11, 12)。

埋入から6週後, プロビジョナルレストレーションを装着したが, 74|には術部を保護するためプロビジョナルブリッジを装着した(図13)。5カ月後, 上顎右側のCT撮影により再度シミュレーションを行った(図14)。移植部の唇側には皮質骨様の不透過像が認められ大きな骨吸収もなく移植骨は良好に生着していることが

図14 骨移植より5カ月後のCT像。6|部は骨高径が8mmに増大された。

図15 骨移植後の歯槽堤の形態の変化。

図16 骨移植より5カ月後、上顎右側にソケットリフトとGBRを用いてインプラントを埋入した。

図17 インプラント埋入後のプロビジョナルレストレーション。7|は抜歯した。さらに咬合を挙上している。

うかがえた。また歯槽堤の形態も良好で審美的な補綴物の作製が可能と考えられた(図15)。しかし垂直的な骨量は8mmと若干の不足があったため、骨移植手術より5カ月後、6|にオステオトームテクニックによるソケットリフトを用い直径4mm、長さ10mmのインプラントを、5|には直径4mm、長さ13mmのインプラントをGBR法(guided bone regeneration)を応用して埋入

した(図16)。

3カ月後、6.5|にプロビジョナルレストレーションを装着し、7|を抜歯した(図17)。その後上顎前歯の動揺が消失後(図18)、1|の修復と1|の形態修正を行い、2010年10月、最終補綴物を装着した(図19, 20)。審美的、機能的にも患者は満足している。またインプラントの成功基準に照らしても良好な状態を維持してい

図18 術後のクリニカルパラメーター

図19 最終補綴物完成。理想的な補綴が達成され、咀嚼機能は著しく改善され、インプラント周囲に問題となる所見はない。

図20 術後のパノラマエックス線写真。

る 12, 13)。

考察

本症例では、上顎臼歯部の委縮した顎堤に下顎枝部からの皮質骨ブロック骨移植とソケットリフトを用いて歯

槽堤を上下に拡大することにより、インプラントを適正に埋入することができた。またブロック骨移植という比較的侵襲の大きい治療を用いながら、コンピュータガイドドサージェリーを併用し、できるだけ侵襲の少ない方法で患者の満足を得ることができた。

上顎臼歯部にインプラントを埋入する骨高径が少ない

図21 術前から術後の流れ（口腔内写真）.

図22 Eichner の分類と咬合三角分類による術前，術後の評価.

場合，通常開窓法のサイナスリフトが行われる⁶⁾。しかし歯槽頂方向にも骨量が不足する場合はサイナスリフトのみでは歯冠長が長くなるため審美的，清掃性に問題が生じる。異なった方法を複合して効果的に用いることで，さらにすぐれた結果が得られないかと考えた¹⁴⁾。そこで本症例では皮質骨ブロック骨移植にオステオトームテクニックを併用することで，歯槽頂方向への骨造成を行った。

骨の造成法は報告⁴⁾されているが，本症例では皮質骨ブロック骨移植を選択した。その理由として，骨造成法としてしばしば用いられる GBR 法では，顆粒状の骨を用いるので，形態を維持し，スペースを確保することが難しく，増大する量に限界があり，しかも造成骨はしばしば吸収することが報告されているからである¹⁵⁾。

またチタンメッシュを用いた垂直的 GBR 法も報告¹⁶⁾されているが，技術的に難度が高く長期的な予後も明らかではない。その他，仮骨延長法という選択肢もあるが，治療期間の問題から現実的ではない¹⁷⁾と考えた。

一般的に骨高径が小さい場合にはインプラントの初期固定を得るため，開窓法による二回法のサイナスリフトが必要となる¹⁸⁾。しかし本症例においては，ブロック骨移植を行うことで，残存骨は 2mm から 8mm となり十分な初期固定が期待できると同時に，上顎洞内への骨造成を最小限にすることが可能となりソケットリフトで同時法のインプラント埋入を適用することができた。また長い歯冠長を避け，審美的，清掃性も優れた補綴物を装着することが可能となった。

皮質骨の採取部位には，口腔外では腸骨，脛骨，口腔

内ではオトガイ部、下顎枝部が考えられるが、いずれも比較的侵襲が大きい⁵⁾。

また移植骨の1年から5年以内の骨吸収は、腸骨で12～60%^{19, 20)}、頭蓋冠で0～15%という報告もあり^{21, 22)}、下顎骨骨体部は膜性骨で軟骨性骨よりも移植されたときの吸収が少なく、早期に血管新生が得られる⁵⁾。また下顎枝部と比較して、オトガイ部からでは移植骨を厚く、大きく、形態も比較的自由に採取でき同時に海綿骨も採取でき、造成後の骨は組織学的にも良好である²³⁾。しかしオトガイ部からの骨採取は下顎枝部よりも合併症が多いことが報告されている⁵⁾。本症例では術前のシミュレーションにより比較的造成に必要な骨量は少なかったこと、また補綴部位を第一大臼歯までとしたことから最後臼歯遠心部から最小限の侵襲で採取でき海綿骨も同時に採取できた。

骨を形成する細胞の供給において骨髄細胞を多量に含む海綿骨を併用する方が、皮質骨のみよりも生化学的にも有利と考えられる。また移植後の骨量の減少を見越して、初期吸収段階の後に十分な移植材料の量が維持されるように、大きめの移植材料を採取すべきである⁵⁾。

インプラントの埋入時期について、Kellerら²³⁾は骨移植後6カ月でインプラントを埋入することを提唱した。しかし、6カ月では移植骨の吸収が進行するので、早期に移植部位にインプラントを埋入し、機能的負荷を加え、インプラント周囲骨にリモデリングが起ることによって移植骨の吸収を抑制できるとの報告もある²⁴⁾。よって本症例では移植後早期にインプラントを埋入し、埋入時には造成骨吸収を見越して通常深度より1mm深く埋入を行った⁵⁾。以上から、本症例では臨床的に良好な予後が得られたと考えられる。しかし、骨吸収は再建後およびインプラント荷重後における最初の1年でよ

り大きい。翌年以降は吸収が少なくなるという報告もあり²⁵⁾、より長いプロビジョナルレストレーションでの経過観察が必要であったかもしれない。

また本症例では、インプラント埋入時に垂直的骨量と骨幅がまだ不足し、追加のオステオトームテクニックとGBR法を行わざるを得なかった。減張切開が甘く創が哆開したことと、皮質ブロック採取時に径8mmのトレフィンバーを用いるべきだったと思われる。上顎右側の治療経過を示す(図21)。

初診時と最終補綴前のクリニカルパラメーターを比較すると、上顎前歯の動揺は改善していた。これは臼歯部の咬合支持がインプラントにより回復され、咬合性外傷が改善したためと考えられる。咬合三角分類では第IIエリアから第Iエリアに、Eichnerの分類でB4からA3となった(図22)。

本症例では皮質骨ブロック移植という比較的侵襲の多い術式を選択したが、コンピュータガイドドサージェリーを用いることで外科的侵襲の軽減を図った²⁶⁾。これにより治療過程全体としては、患者に負担をかけずに治療を進めることができた。このような複合的なアプローチの選択は包括的治療に有効であると考えられた。

結論

咬合崩壊症例に複合的なアプローチによるインプラント治療を応用したことで、臼歯部の咬合の安定、残存歯の保護が達成され、患者のQOLを向上させることが可能となった。また術前の緻密なシミュレーションとコンピュータガイドドサージェリーによるフラップレス手術により、外科的侵襲の軽減と効果的な包括的治療が可能となった。

参考文献

- 1) Shearer BH, Treasure P : A review of the current approaches to the management of the severely reduced dentition. *Int Dent J*, 44(5): 485-488, 1994.
- 2) Wöstmann B, Budtz-Jørgensen E, Jepsen N, Mushimoto E, Palmqvist S, Sofou A, Owall B: Indications for removable partial dentures: a literature review. *Int J Prosthodont*, 18(2): 139-45, 2005.
- 3) Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A: Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 3(2): 81-100, 1969.
- 4) Mcallister BS and Haghighat K: Bone augmentation-techniques. *J Periodontol*, 78(3): 377-396, 2007.
- 5) Garg A : Bone biology, harvesting, grafting for dental implants: rationale and clinical applications. Quintessence Pub : Chicago Belin, 2004.
- 6) Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP: A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol*. 35(8) Suppl : 216-40, 2008.
- 7) Silverstein L, Shatz PC, Kurtzman G : Minimally invasive implant procedures. *Pract Proced Aesthet Dent*, 20(5): 310-2, 2008.
- 8) 宮地建夫 : 欠損歯列の臨床評価と処置方針 : 38-44, 医歯薬出版(東京), 1998.
- 9) Eichner K: Über eine Gruppeneinteilung der

- Luckengebisse für die Prothetik. Dtsch Zahnärztl Z 10 : 1831-1836, 1955.
- 10) Renouard F, Rangert B : Risk factor in implant dentistry: simplified clinical analysis for predictable treatment. carol Stream: 176 Quintessence, 1999.
 - 11) Chiapasco M: Technique ricostruttive con innesti e/ o osteotomie. In: Chiapasco M, Romeo E (eds). Riabilitazione implanto-protetica dei casi complessi : 225-303, UTET(Torino) 2003.
 - 12) Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP: Long-term evaluation of nonsubmerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. Clin Oral Implants Res, 8 : 161-172, 1997.
 - 13) Albrektsson T, Zarb G: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants 1 : 11-25, 1986.
 - 14) Yura S, Kato T, Ooi K, Izumiyama Y : A combination of three minimally invasive surgical procedures for implant placement in the posterior maxilla with insufficient bone quantity. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 106(2): 2008.
 - 15) Zitzmann NU, Schare P and Marinello CP: Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: a 5-year prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants, 16(3): 355-366, 2001 May.
 - 16) Rocuzzo M, Ramieri G, Spada MC, Bianchi SD, Berrone S: Vertical alveolar ridge augmentation by means of a titanium mesh and autogenous bone grafts. Clin Oral Implants Res 15(1): 73-81, 2004.
 - 17) Saulacic N, Iizuka T, Martin MS, Garcia AG: Alveolar distraction osteogenesis: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg. 37(1): 1-7, 2008.
 - 18) Winter AA, Pollack AS, Odrich RB: Placement of implants in the severely atrophic posterior maxilla using localized management of the sinus floor: a preliminary study. Int J Oral Maxillofac Implants, 17(5): 687-695, 2002.
 - 19) Nyström E, Ahlqvist J, Gunne J, Kahnberg KE: 10-year follow-up of onlay bone grafts and implants in severely resorbed maxillae. Int J Oral Maxillofac Surg, 33(3): 258-262, 2004.
 - 20) van der Meij EH, Blankestijn J, Berns RM, Bun RJ, Jovanovic A, Onland JM, Schoen J: The combined use of two endosteal implants and iliac crest onlay grafts in the severely atrophic mandible by a modified surgical approach. Int J Oral Maxillofac Surg, 34(2): 152-157, 2005.
 - 21) Donovan MG, Dickerson NC, Hanson LJ, Gustafson RB: Maxillary and mandibular reconstruction using calvarial bone grafts and Branemark implants: a preliminary report. J Oral Maxillofac Surg, 52(6): 588-594, 1994.
 - 22) Iizuka T, Smolka W, Hallermann W, Mericske-Stern R: Extensive augmentation of the alveolar ridge using autogenous calvarial split bone grafts for dental rehabilitation. Clin Oral Implants Res, 15(5): 607-615, 2004.
 - 23) Keller EE, Van Roekel NB, Desjardins RP and Tolman DE: Prosthetic-surgical reconstruction of the severely resorbed maxilla with iliac bone grafting and tissue-integrated prostheses. Int J Oral Maxillofac Implants, 2(3): 155-165, 1987.
 - 24) Listerörm RD and Symington JM: Osseointegrated dental implants in conjunction with bone grafts. Int J Oral Maxillofac Surg, 17(2): 116-118, 1988.
 - 25) Verhoeven JW, Ruijter J, Cune MS, Terlouw M, Zoon M: Onlay grafts in combination with endosseous implants in severe mandibular atrophy: one year results of a prospective, quantitative radiological study. Clin Oral Implants Res, 11(6): 583-594, 2000.
 - 26) Orentlicher G, Abboud M. Guided surgery for implant therapy. Dent Clin North Am, 55(4): 715-744, 2011.