

特別講演



咬合機能の回復
— インプラント治療と骨造成について —
Recovery of Occlusal Function :
Dental Implant and Bone Augmentation

近津大地
Daichi CHIKAZU

東京医科大学口腔外科学講座

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Tokyo Medical University

はじめに

口腔に何らかの問題が生ずると、摂食や構音といった様々な口腔機能が失われる。歯の欠損に対する咬合機能の回復を目的とした補綴治療（喪失した歯の機能を人工的に回復する治療）として、近年、デンタルインプラント（以下、インプラントとする）治療は確立された治療法となっている。しかし、唇顎口蓋裂患者における顎裂部などの先天的骨欠損や外傷、腫瘍切除後の後天的骨欠損といった症例では、インプラントを埋入できる十分な骨量が存在することは少数で、多くの症例において骨造成が必要となる。骨造成法にはこれまで種々の手術法が考案されている。本稿では、まず、どのような歯の欠損でも適応範囲が広く、比較的安全で確実な方法と考えられている自家骨移植術について、次に、顎骨延長術を応用した歯槽骨造成法について、そして、近年開発された骨移植を行わないサイナスリフト法による骨造成法について概説する。

インプラントとは

インプラントとは歯の欠損している部分の顎骨に

人工の歯根を埋入し、その上に人工の歯を装着する補綴治療の一方法である（図1）。インプラント体の材料は、生体親和性と強度を有し、チタン、チタン合金、あるいはその表面にハイドロキシアパタイトをコーティングしたものが主に使われている。顎骨に埋入されたインプラント体は天然歯と異なり直接周囲の骨と接触しているため（オッセオインテグレーション、osseointegration）、咬合力などはインプラント体を介して直接伝達される。したがって、骨量が不足していたり、骨質が十分でなかったりする場合には、インプラントを埋入できなかつたり、また早期に脱落したりすることもある。

自家骨移植

インプラント埋入のために骨造成が必要な場合には、何らかの骨移植を行うことが一般的である。骨移植に用いる骨移植材は以下に分類される。

- a. 自家骨 (autogenous bone)
- b. 他家骨、同種骨 (allogeneic bone)
- c. 異種骨 (xenogeneic bone)
- d. 代用骨 (synthetic bone)

自家骨移植に関しては整形外科領域において長い

2011年6月4日 第167回東京医科大学医学会総会における特別講演

キーワード：咬合、インプラント、骨造成

(別冊請求先：〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-7-1 近津 大地)

TEL：03-3342-6111 FAX：03-3342-1723



図1 インプラント治療；a. 治療前。上顎左側第一小白歯が欠損している。b. インプラント埋入。c. 治療後。ポーセレンクラウンを装着。

歴史があり、主として皮質骨を用いてきた。これは、整形外科領域で必要とされる対象が早期から過重負担に耐えるためだといえる。その一方、顎顔面領域では荷重への対応よりむしろ早期に血液供給を再開し、新生骨で置換されることを促進することが目的となることから海綿骨が多用されてきた。

自家骨は、骨形成能 (osteogenesis)、骨誘導能 (osteinduction)、骨伝導能 (osteoconduction) 全てを有しており、オッセオインテグレーションにおいても有利である。インプラント目的の骨造成に用いられる自家骨移植は主として皮質海綿骨ブロック骨移植、海綿骨移植、血管柄付き骨移植と分類されるが、これらの移植骨は移植する部位や大きさによって選択される。そのなかでも皮質海綿骨ブロック骨移植はインプラントの埋入のための骨造成に最もよく用いられている。皮質海綿骨ブロック骨の採取には量的な制限があるものの患者の負担が少ないオトガイ部 (図2a,b) や下顎枝外側 (図2c,d)、上顎結節部、下顎臼後三角部などから口腔内採取と大量に採取可能な腸骨 (図2e,f) や脛骨、肋骨、頭蓋骨などからの口腔外採取があり、移植部位や欠損の大きさ、範囲によって適宜選択される。皮質海綿骨ブロック骨の固定は、チタン製マイクロプレート用のスクリューを使用して4~6か月間行われ、スクリュー抜去と同時にインプラント埋入術が施行される。また、比較的骨欠損が大きい場合には、チタン製メッシュトレーと腸骨骨髓海綿骨を用いた再建手術も有用な術式のひとつである¹⁾²⁾。自家骨移植術における移植部位の問題点として、被覆粘膜の不足から減張切開を加えた創の閉鎖が行われるが、これ

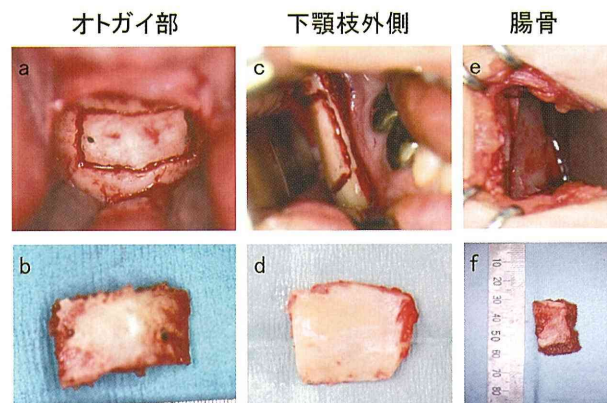


図2 皮質海綿骨ブロック骨の採取；a. オトガイ部骨切線。b. オトガイ骨片。c. 下顎枝外側骨切線。d. 下顎枝外側骨片。e. 腸骨骨切線。f. 腸骨骨片。

により口腔前庭が浅くなり、後に口腔前庭形成術が必要となる場合がある。

症例1 (図3)：36歳女性。外傷による右側上顎中切歯欠損。口腔内写真およびCT写真の所見から同部歯槽骨の唇舌的骨量の減少を認めた。採骨は右側下顎枝外側から15×15mm大の皮質骨を採取し、長さ8.0mmのマイクロプレート用スクリュー1本で骨片を固定、骨片周囲に碎片皮質骨を緊密に充填して閉創した。骨移植後4か月で、骨片固定スクリューを抜去と同時にインプラントを埋入した。移植骨の正着は良好で、歯槽骨の幅は増大していた。インプラント埋入後3か月で2次手術を施行し、補綴処置を行った。審美的にも良好な結果が得られている。

唇顎口蓋裂症例においても思春期の成長スパートが完了した後に、骨移植の行われた元来は顎裂部であった部位にインプラントを適用する症例が増えてきている³⁾。しかし、顎裂部の骨架橋部 (骨移植により顎裂部に骨が形成された部分) へのインプラントの埋入に際しては、いくつか考慮しなくてはならない問題がある。まず、顎裂部骨移植は本来、後継永久歯の萌出誘導や移動を目的としており、通常、8-10歳頃に行われる。よって、顎裂部骨移植が行われてからインプラント埋入までの時間の経過に伴って移植骨がある程度吸収される。このため、インプラント埋入時期には十分な骨量が存在するとは限らないため、再び骨造成を図る必要のある症例が少なくない。また、インプラントを適応する部位の

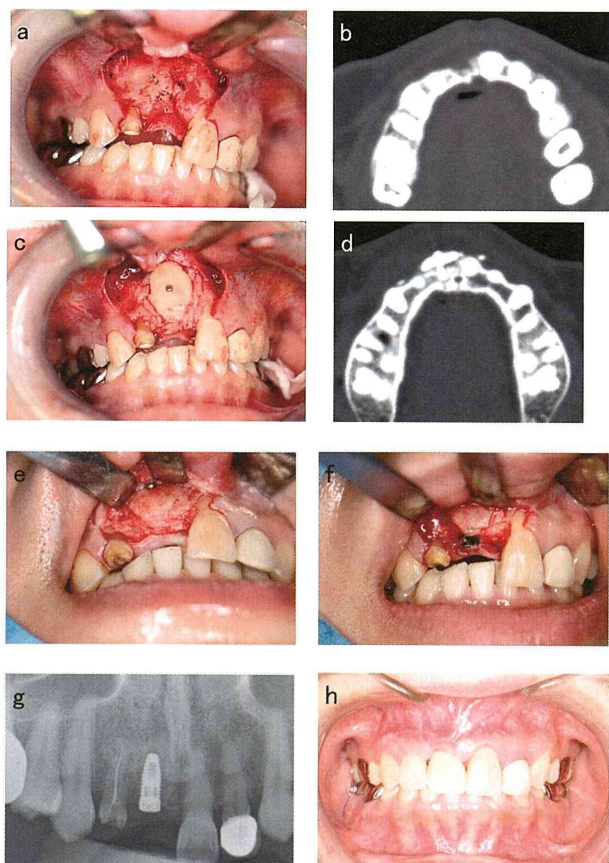


図3 症例1; a. 骨移植床の形成。上顎右側中切歯が欠損している。b. 術前CT写真。歯槽骨の唇舌的骨量が喪失している。c. 下顎枝外側骨を移植し、骨片周囲に碎片皮質骨を緊密に充填。d. 術後CT写真。e. 術後4か月。移植骨の正着は良好で、歯槽骨の幅は増大していた。f. スクリューを除去し、インプラントを埋入。g. 術後X線写真。h. 補綴処置。インプラント部と上顎右側側切歯にポーセレンクラウンを装着。

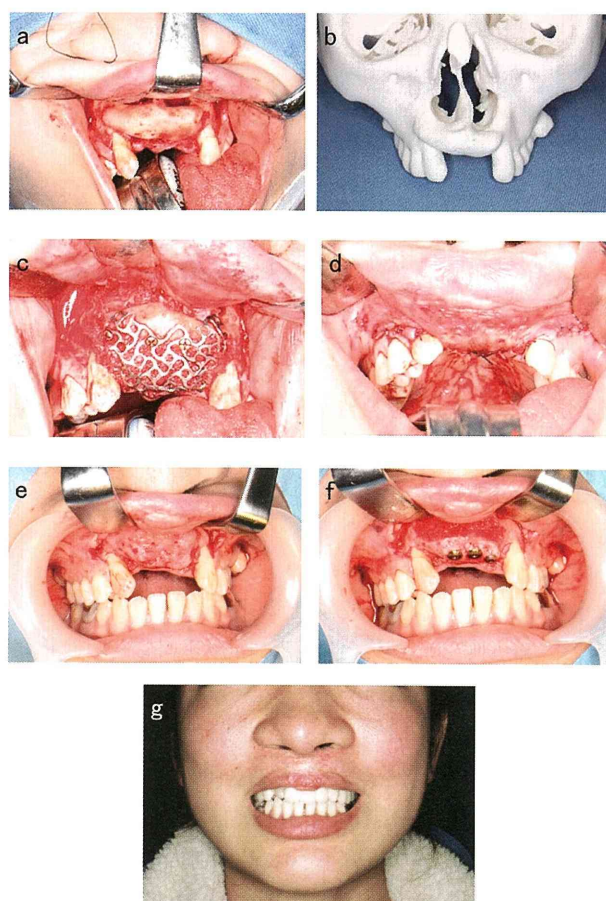


図4 症例2; a. 骨欠損部明示。b. 三次元立体モデル。骨欠損は、鼻腔側が窪んだ形状であり、インプラント埋入においても垂直的骨量も不足していた。c. チタンメッシュトレーで腸骨骨髄海綿骨を被覆固定。鼻腔側からも腸骨骨髄海綿骨を充填した。d. 閉創。e. 術後5か月。移植骨の正着は良好であった。f. インプラントを埋入。g. 補綴処置。ポーセレンクラウンを装着した。

口腔前庭が浅くなりやすく、その結果、審美性を障害したり、プラークコントロールを難しくしたりすることも多い。そのため、口腔前庭形成術が必要となる場合がある。

症例2 (図4): 25歳女性。両側唇顎口蓋裂による上顎の右側側切歯から左側側切歯まで計4前歯欠損。顎裂部骨移植により骨架橋は得られていたが、インプラントが埋入できるだけの骨量は不足していた。また、口腔粘膜も乏しいことから皮質海綿骨ブロック骨では圧迫吸収される可能性が高いため、本症例では、チタンメッシュトレーを用いた腸骨骨髄海綿骨移植を行った。まず、粘膜骨膜弁を挙上して骨欠損部を明示した。骨欠損は、鼻腔側が窪んだ形状であり、インプラント埋入においても垂直的骨量

も不足していた。腸骨から骨髄海綿骨を採取し、骨欠損部に移植した。そして、三次元立体モデル上で術前に形態調整したチタンメッシュトレーで移植骨を被覆固定し、閉創した。骨移植後5か月で、チタンメッシュトレーを抜去と同時に、インプラントを埋入し、その3か月後に口腔前庭形成術とインプラント2次手術を行った。そして、その4か月後に補綴処置を行った。審美的にも良好な結果が得られている。

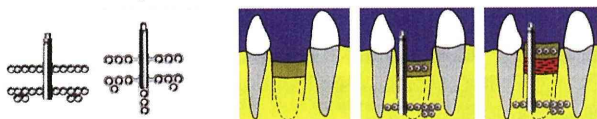
歯槽骨延長術を用いた歯槽骨造成

仮骨延長法とは、骨の治癒過程で形成される仮骨に外力を加え、断続的に引き延ばしていくことにより、骨片間に骨を形成する方法であるが、同時に皮膚、筋肉、血管、神経などの周囲軟部組織を拡張す

る効果がある。既に、軟骨無形成症を始めとする四肢短縮症の四肢の骨延長や偽関節の治療において、整形外科領域では広く普及している。一方、顎顔面領域においては、1973年のSnyderらによってイヌにおける下顎骨延長実験以後⁴⁾、本法がこの領域においても応用可能であることが示され、1992年McCarthyらにより初めて下顎骨延長の臨床は行われ⁵⁾、本邦では1993年に高戸らが同様の方法による下顎骨延長術の報告を行っている⁶⁾。その後、様々な手法を用いて顎骨の骨延長術が臨床応用されているが、歯槽骨の造成にも用いられるようになってきた⁷⁾。この方法は吸収あるいは欠損した歯槽骨を垂直方向または水平方向に骨造成することが可能である(図5)。本法は、骨移植術のように採骨のために身体の他の健全な部位に新たな創を形成する必要がないこと、また骨造成と同時に萎縮した歯肉や口腔粘膜を伸展することができることから、歯槽骨のRidge augmentationには有用と考えられる。

症例3(図6)：28歳男性。外傷による広範囲な上下顎前歯部歯槽骨欠損。初診時の口腔内所見およびパノラマX線写真の所見から、上下顎とも前歯部の歯槽骨は、大きく欠損していた。下顎前歯部の唇側歯肉は欠如しており、植皮されていた。垂直型歯槽骨延長器(TRACK system[®], KLS martin)を用いて1日1.0mmずつ(朝・夕に0.5mmずつ)の延長速度で歯槽骨延長を行ったところ、上下顎とも6mmの垂直的延長が得られ、同部には骨形成が認められた。垂直的歯槽骨延長後、数か月待機期間をおいた後に、下顎前歯部にインプラントを4本、上顎前歯部にインプラントを6本植立した。その結果、咀嚼および審美障害の改善が得られた。

TRACK system[®]による垂直的歯槽骨延長術



Alveo-Wider[®]による水平的歯槽骨延長術

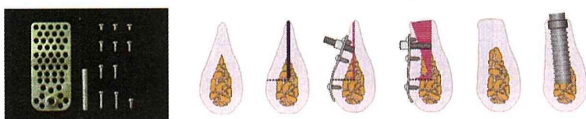


図5 歯槽骨延長装置。上段：垂直的歯槽骨延長装置(TRACK system[®]、KLS Martin)、下段：水平的歯槽骨延長装置(Alveo-Wider[®]、オカダ医材、東京)。

骨移植を行わないサイナスリフト法による骨造成

上顎臼歯部において歯槽骨吸収が著しい症例や上顎洞が下方に発達している場合には、歯槽骨頂から上顎洞底までの距離が少なく、骨量が不足している。このような場合、通常、さまざまなアプローチで上顎洞粘膜を剥離挙上し、その空間に骨や移植材を充填して上顎洞底部の骨量を増大させるサイナスリフト法(上顎洞底挙上術)が施行されている。1975~76年にかけてTatumは、上顎洞前壁の骨を開窓して上顎洞底挙上術を行った後に、その洞底粘膜下部

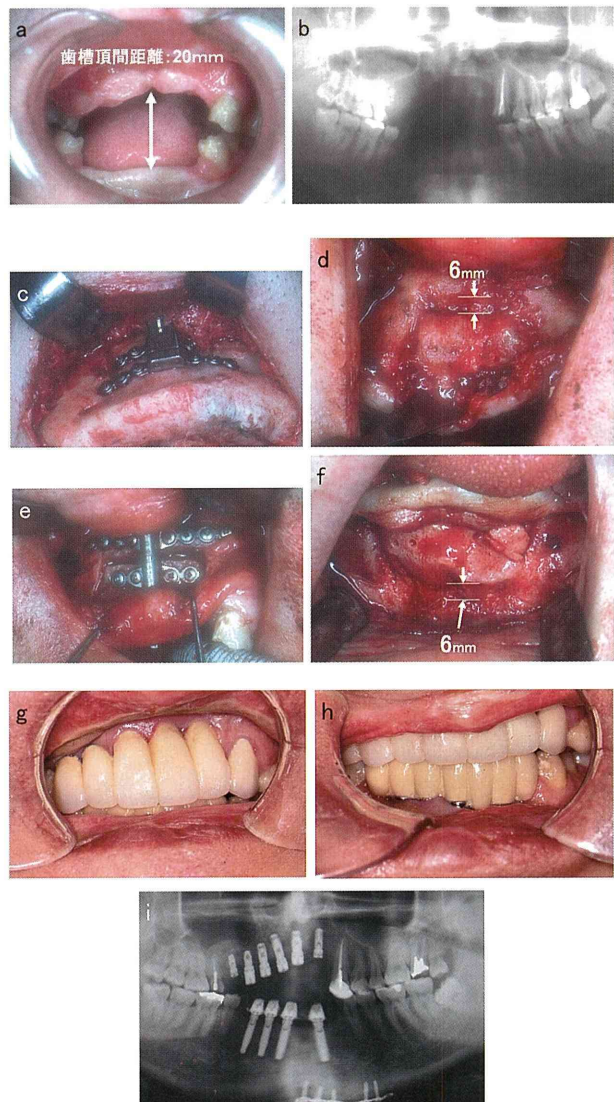


図6 症例3；a. 口腔内所見。上下歯槽頂間距離は20mmと垂直的に大きな骨欠損が認められた。b. 術前X線写真。c. 下顎延長器装着。d. 下顎前歯部歯槽骨を6mm 仮骨延長した。e. 上顎延長器装着。f. 上顎前歯部歯槽骨を6mm 仮骨延長した。g, h. 補綴処置。ポーセレンクラウンを装着。i. 術後X線写真。(参考文献8より引用、一部改変)

へ骨移植を行い、同時にインプラントの埋入を行った⁹⁾。これが、上顎洞側壁アプローチ (lateral window technique) による最初のサイナスリフト法である (図7)。また、挙上量が少ない場合には (通常3 mm 以下)、歯槽頂側からオステオトームを用いて槌打して上顎洞粘膜を挙上して骨移植を行うソケットリフト法 (osteotome technique) もしばしば用いられる。このようにサイナスリフト法には、大きく分けて2つの術式があるが、lateral window technique を行う症例では必然的に大量の移植骨が必要となるため、全身麻酔下での腸骨骨髓海綿骨などの採取が必要となる。また、人工骨などの移植材では安全性や感染の問題があり、その対応が課題となっている。これに対し、近年、骨移植や人工骨の移植を行わないサイナスリフト法による骨造成法が開発され、良好な結果が報告されている¹⁰⁾。その術式は、剥離挙上させた上顎洞粘膜をインプラントで挙上させ、インプラント体周囲にスペースを造り、保持させることで、その周囲に骨再生を促す方法である (図8)。その理論は歯周外科でしばしば行われている GTR

法 (guided tissue regeneration) に基づいており¹¹⁾¹²⁾、遮断膜 (この場合、骨膜と上顎洞粘膜) を用いてスペースを確保し、外部からの軟組織の侵入を遮断することにより、内部骨組織のみの成長を促して骨再生をはかる方法である。

症例4 (図9) : 60歳女性。歯周病による右側上顎第一・第二大臼歯欠損。術前のパノラマX線写真 (上段) およびCT写真 (下段) の所見から、右側上顎臼歯部の垂直的骨幅は最長2 mmであった。右側上顎洞内に不透過性はなく、上顎洞底線も明瞭に描出され、上顎洞内に病変は認めなかった。局所麻酔下にサイナスリフト法を行い、1ピースインプラントを2本埋入した。挙上した空間には骨移植や人工骨移植は行わなかった。埋入直後のCT写真では、インプラント体周囲に不透過像は見られない。4か月の待機期間中、インプラント支台部をスーパーボンドで固定した。埋入4か月後のパノラマX線写真およびCT写真では、インプラント体周囲に不透過像がみられ、新生骨の再生がうかがわれた。仮歯による咬合付負荷を開始し、その2か月後に最終補綴物を装着し、その結果、咀嚼障害の改善が得られた。

おわりに

本稿では、インプラント治療における代表的な骨造成法の幾つかを症例を供覧しながら概説した。近年、無歯顎で広範囲の骨欠損患者に対し、骨造成なしにインプラント治療を行う方法、All-on-4コン

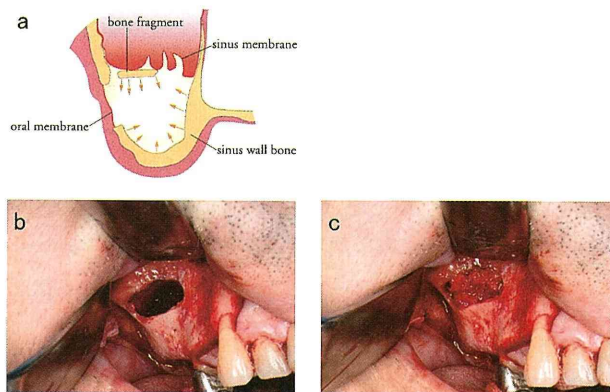


図7 サイナスリフト法 (lateral window technique) ; a. シュエーマ。b. 上顎洞前壁開窓し、上顎洞粘膜剥離挙上。c. 自家腸骨海綿骨充填。

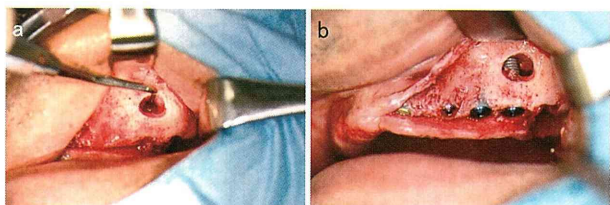


図8 骨移植を行わないサイナスリフト法 ; a. 上顎洞前壁開窓し、上顎洞粘膜剥離挙上。b. インプラント底部で上顎洞底粘膜を挙上。空間には骨移植や人工骨移植は行わない。

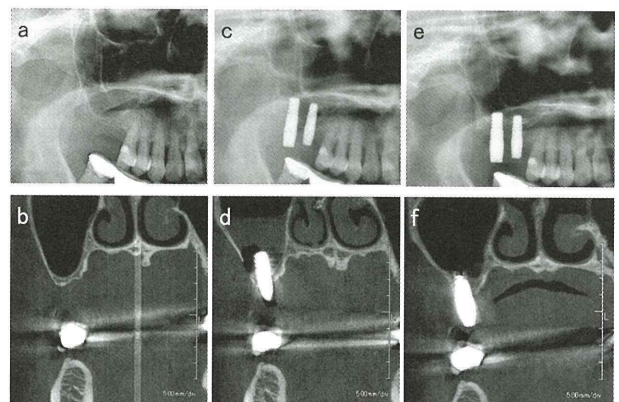


図9 症例4 ; a. 術前パノラマX線写真。b. 術前CT写真。c. インプラント埋入直後のパノラマX線写真。d. インプラント埋入直後のCT写真。e. 埋入4か月後のパノラマX線写真。f. 埋入4か月後のCT写真。

セプトも開発され¹³⁾、多くの患者に、より負担を軽減した治療を行えるようになってきた。しかし、多くの患者は、予知性の問題、手術侵襲の問題、経費の問題、治療期間の問題などインプラント治療に対する不安も未だもっており、それらの問題を解決しつつ、科学的エビデンスに基づいた治療を行うことが我々歯科口腔外科医の責務だと考えている。

文 献

- 1) Iino M, Fukuda M, Nagai H, Hamada Y, Yamada H, Nakaoka K, Mori Y, Chikazu D, Saijo H, Seto I, Ohkubo K, Takato T: 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* **107**: 1-8, 2009
- 2) 高橋英俊、松尾 朗、千葉博茂: Hydroxyapatite/poly-L-lactide メッシュトラーと海綿骨細片による下顎骨再建後の骨微細構造の検討。東医大誌 **51**: 205-216, 2010
- 3) 富塚 健: 口唇口蓋裂患者の補綴治療。口唇口蓋裂におけるチーム医療 (高戸毅編集)。169-176、金原出版株式会社 (東京) 2005
- 4) Snyder CC, Levin GA, Swanson HM, Brown Jr EZ: Mandibular lengthening by gradual distraction: Preliminary report. *Plast Reconstr Surg* **51**: 506-508, 1973
- 5) MvCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH: Lengthening mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* **89**: 1-8, 1992
- 6) Takato T, Harii K, Komuro Y, Yonehara Y, Susami T: Mandibular lengthening by gradual distraction: Analysis using accurate skull replicas. *Br J Plast Surg* **46**: 686-693, 1993
- 7) Rachmiel A, Srouji S, Peled M: Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* **30**: 510-517, 2001
- 8) 森 良之: 骨移植および歯槽骨延長による歯槽骨造成法。日口外誌 **55**: 219-225, 2009
- 9) Tatum H Jr: Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* **30**: 207-229, 1986
- 10) Jeong SM, Choi BH, Li J, Xuan F: A retrospective study of the effects of sinus membrane elevation on bone formation around implants places in the maxillary sinus cavity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **107**: 364-368, 2009
- 11) Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S: Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg* **81**: 672-676, 1988
- 12) Dahlin C, Gottlow J, Linde A, Nyman S: Healing of maxillary and mandibular bone defects using a membrane technique. An experimental study in monkey. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* **24**: 13-19, 1990
- 13) Malo P, Rangert B, Nobre M: "All-on-four" Immediate-function concept with Branemark System implants for completely edentulous mandibles: A retrospective clinical study. *Clin Implants Dent Relat Res* **5**: 2-9, 2003