

補綴主導型インプラント治療における骨造成の必要性和その検証

船登彰芳

Necessity and Verification of GBR for Restorative driven Implant therapy

Akiyoshi Funato, DDS

抄 録

補綴主導型インプラント治療が国内においても根付いて久しい。この概念が意味するものは天然歯と調和のとれた補綴装置をインプラントに装着するために、3 次元的に正しい位置にインプラントを埋入することが大前提となる。しかし多くの症例では埋入部位に水平的・垂直的骨量不足から骨造成が必要となる。骨造成を行う手法としては、臨床家にとって最も汎用性の高い手技は GBR であると言える。GBR の原理は、① 1 次創閉鎖の達成、② 骨組織再生の場の体積の確保、③ 骨組織再生の場の安定性の確保および④ 血管新生の担保に集約される。今回 GBR の原理・それに使用されるマテリアル・手技を再確認し、その実際の症例とその予後を検証する。

キーワード

Restorative driven implant therapy, GBR, Resorbable membrane titanium mesh

ブローネマルクタイプインプラントが国内で導入されてから 30 数年が経過し、現在では、インプラント治療が欠損補綴の有効な選択肢として位置づけられるようになった。その間に、インプラント治療は外科主導から補綴主導型インプラント治療へと変貌を遂げた。ターニングポイントは、1998 年にカナダ・トロントで行われた会議において、従来の機能的側面を中心としたインプラント治療の成功基準のなかに術者と患者がともに満足しうる審美的な上部構造を装着することが、新たに加えられたことであろう¹⁾。

まず、そのためには将来装着される、もしくは事前に診断用 Wax up から想定される上部構造から診て 3 次元的に正しい位置にインプラント埋入されることが必須となる。

3 次元的に補綴主導型インプラント治療を具現化できる埋入ポジションを下記に記す (図 1)²⁾。

1. 3 次元的なインプラントの埋入位置 (上顎前歯部)

1) 近遠心的埋入位置

インプラントの埋入ポジションにおける近遠心的位

置は、最終上部構造辺縁部の最下点とそのポジションを示し、サージカルステントを使用すれば位置を大きく狂わすことはない。

2) 深度及び長軸方向

一般的な Submerged Type のインプラントでは、上部構造唇側中央最下点から 2～4 mm 下にインプラントプラットフォームが位置し、かつインプラント体の長軸方向が上部構造の切端から唇側側に越えないような位置に埋入することが望ましい。しかし、既存骨にできるだけインプラントが収まるような埋入位置も視野にいて術前に造影性のあるサージカルステントを組み込み CT を撮影し、埋入ポジションを決定する。

3) 唇舌的位置、及び唇側部の考察

上部構造唇側部からすくなくとも 2 mm 内方にプラットフォーム唇側辺縁が位置することが望ましい。可及的に自家骨にインプラント埋入を心がけるべきであるから、上顎前歯部で例にとると、基底結節に沿った埋入位置すなわちできるだけ口蓋に位置するように埋

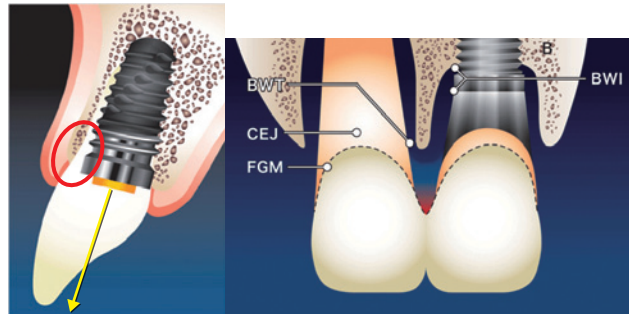


図1 3次元的に補綴主導型インプラント治療を具現化するためには、適切な埋入ポジションが必須となる。

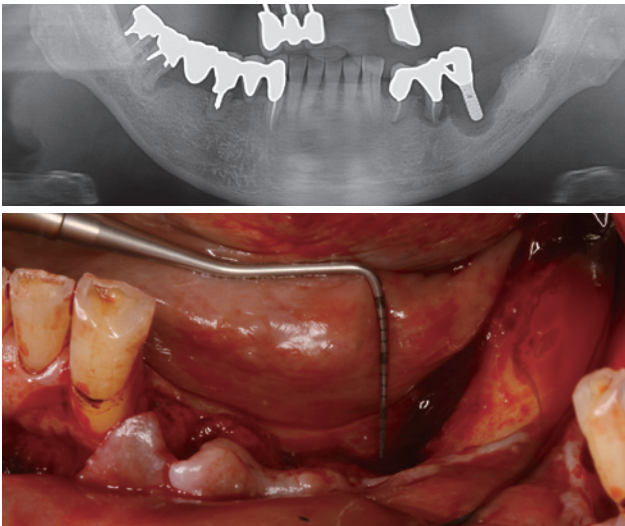


図2 下顎左側では、重度インプラント周囲炎によつての骨吸収を認めるため、再インプラント治療のためには、垂直骨造成が必要である。

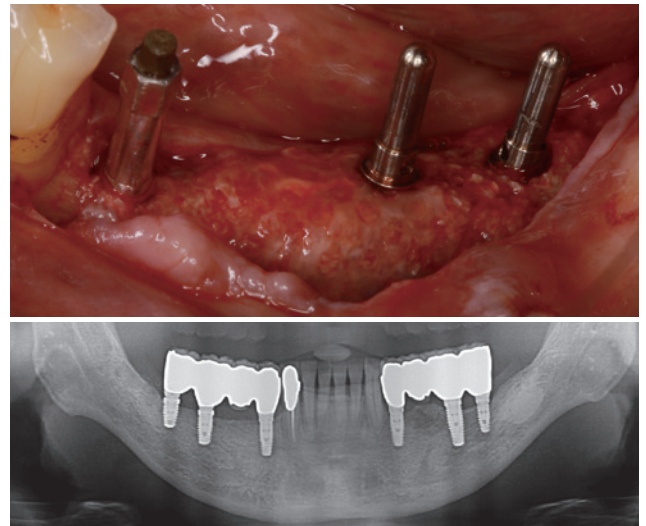


図3 垂直骨造成の結果、臼歯部にインプラント埋入をおこなうことができた。

入することになる。

2. 骨造成

1) 骨造成の必要性

しかし多くの症例では補綴主導型インプラント治療を達成しようとする、埋入部位に水平的・垂直的骨量不足から骨造成が必要となる。骨造成を行う手法としては、自家骨（ブロック骨・粉碎骨）移植、Guided Bone Regeneration（以降GBR）、仮骨延長法、矯正の挺出が挙げられるが、臨床家にとって最も汎用性の高い手技はGBRであると言え、予知性が高い方法であることが文献的に証明されている³⁻¹¹⁾。

ではどのような目的で骨造成が必要になるのでしょうか。一般的にいえば下記の3項目に分けることができる。

(1) 適応の拡大

重度な歯周疾患によって抜歯された部位、またインプラント周囲炎によって抜去された部位では、場合に

よつては既存骨のみでは、水平的・垂直的に絶対的骨量が喪失しているためインプラント埋入が困難な場合がある（図2, 3）。

(2) 清掃性の確保

上部構造と歯槽骨・歯肉に、過度な形態的差異が生じ、清掃困難が予想される場合がこれに該当する。通常、著しく萎縮した顎堤に単にインプラントを埋入しただけでは、健全な残存歯と比較して歯冠高径の長い補綴装置を与えざるを得ず、結果的に鼓形空隙は極端に空き、患者の違和感も少なくない。補綴装置によって無理にその空隙を閉じようとする、清掃効率が悪化し、インプラント周囲組織に問題を生じさせる可能性がある。

(3) 審美性の獲得

審美領域にインプラントを応用する場合、前述したが3次元的に適切に埋入することに加え、審美性の回復と維持のためにインプラント周囲に三次元的な硬組織が必要となる。まず唇側では2～4mm以上



図4 骨造成を成功させるための原則 (文献12より引用改変)



図5 レイマス部位より、自家骨採取専用ドリルで粉碎骨を採取する。

の骨幅が必要であるとされている⁷⁻⁹⁾。この主な理由は、補綴処置後の Biological width の変化に伴うインプラントプラットフォーム周囲の硬組織に生じる幅約 1.5 mm の皿状骨欠損、いわゆるソーサライゼーションであり、これに抵抗するための骨幅が必要となる²⁰⁾。また審美領域での多数歯欠損では、歯間乳頭様組織の構築のため、さらなる垂直的な骨造成も必要になることがある。インプラントーインプラント、インプラントーポンティック間に天然歯と同等の歯間乳頭様組織を獲得しようとするならば、プラットフォームより歯冠側に硬組織を増大しなければならず、その量は埋入ポジションが適切であることを前提で最低 2～3 mm が必要とされる¹¹⁾。

2) 骨造成の原則

骨造成を成功裏に収めるためには、4つの条件(PASS principle 図)すなわち、1次創閉鎖の達成(Primary wound coverage)、骨組織再生の場の体積の確保(Space creation)、骨組織再生の場の安定性の確保(Stability of wound and implants)および血管新生の担保(Angiogenesis)に集約される(図4)。

3) 骨造成の術式

筆者は日常臨床で骨造成を行う場合、おもに GBR を採用している。GBR の術式において、上記の 4つの条件を達成するためにどのように行っているかを述べる。GBR とは、骨欠損部に対しバリアメンブレンを用いて上皮の陥入を防ぎ、造骨できる空間を一定期間確保することにより、骨芽細胞を誘導する骨造成法である。臨床的には、健全な骨面とそれに接する血餅が保持できる空間を、上皮が陥入することなく安定して一定期間保つことである^{13,14)}。また GBR を行う目

的として側方 GBR と垂直 GBR に分けることができる。

(1) 移植材(自家骨と異種骨の併用)

移植材として自家骨はゴールドスタンダードである。自家骨を採取するにあたってブロック骨と粉碎骨を採取する方法があるが、GBR では粉碎骨を採取する。部位はインプラント埋入部位から、またインプラント形成時にでる自家骨、多くの自家骨を必要とする場合は、レイマス部位から採取する。手法としてはスクレイパー(カンナ式)や採取専用ドリルを用いる。そして粉碎骨と異種骨 Anorganic bovine bone を混合し、移植材として使用している。

理由としては、吸収置換速度が遅く骨組織再生の場の体積の担保となり、また治療終了後も長期に渡ってその形態を維持することが期待できるからである¹⁵⁾。また、その比率は、筆者の私見ではあるが、およそ 1対1になることを目安としている(図5)。

(2) バリアメンブレン

バリアメンブレンの使用目的は、造骨するスペースへの上皮の陥入を防ぎ、造骨できる空間を確保することである。バリアメンブレンには、吸収性と非吸収性の2種類がある。非吸収性膜は、非生体由来の材料であり遮断膜としての機能性とバリア期間に優れているが、メンブレンを必ず除去しなければならない。骨面への固定が可能で、強化フレーム入りのものはスペースメンテナンスに優れている。しかし吸収性膜と比較して、ハンドリングが悪く、また GBR 後に軟組織が裂開した場合、膜のエッジが露出すると感染のコントロールが困難となり、早期の除去が必要となる。

そのため筆者は、水平 GBR を行う場合、吸収性膜のみで対処している。機能性とバリア効果期間が非吸収性膜より劣るものが多いが、操作性に優れており、

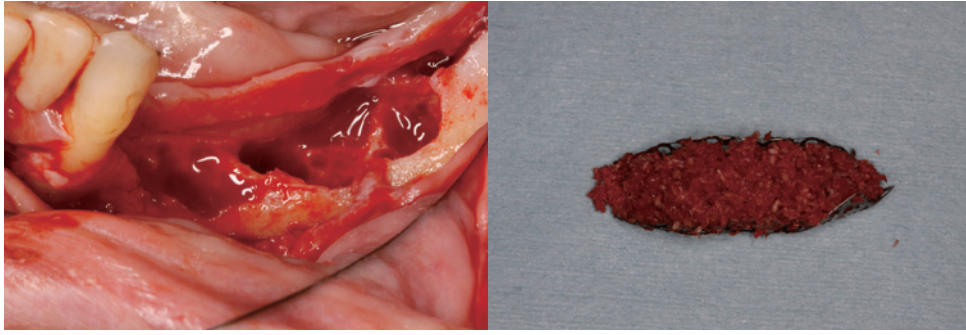


図6 臼歯部レイマスより自家骨を採取し、Anorganic bovine bone と混合し、血液と湿潤した移植材を成形したチタンメッシュ上に充填しておく。

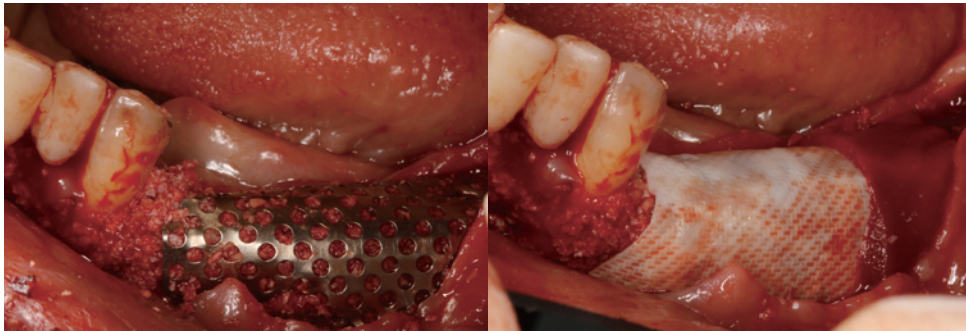


図7 欠損部位に、移植材とチタンメッシュを設置し、スクリューで固定をはかり、その後吸収性膜で被覆する。

膜の除去を必要としない。ただし、骨面への固定は一般的に困難で、吸収性膜単体での骨組織再生の場の体積の確保は非吸収性膜に劣る。しかし、裂開が生じた場合であっても、骨の再生度は非吸収性膜に比較して多いという報告もあるため好んで使用している¹⁶⁾。また吸収性膜の性質上吸収期間が早ければ、移植材への血管新生が早くなることになるが、筆者は吸収速度の遅い膜を骨組織再生の場の安定性の確保の観点から採用している¹⁷⁾。

垂直GBRを行う場合、すなわち既存骨のハウジングより外側に造骨する場合、吸収性膜のみでは三次元的な形態を付与・維持することが困難な場合が多く、三次元的な形態を付与し一定期間それを維持できるマテリアルが必要となる。そのような場合、チタン強化フレーム入りの非吸収性膜の応用もあるが、ここでも筆者は、吸収性膜とチタンメッシュとを併用することにより三次元的な骨組織再生の場の体積の確保に努めている。そして必要であれば、骨組織再生の場の安定性の確保を目的として、チタンメッシュをスクリューで固定している。

なお、移植材や吸収性膜の使用に際し、患者には十分なインフォームドコンセントを行い、その使用の許

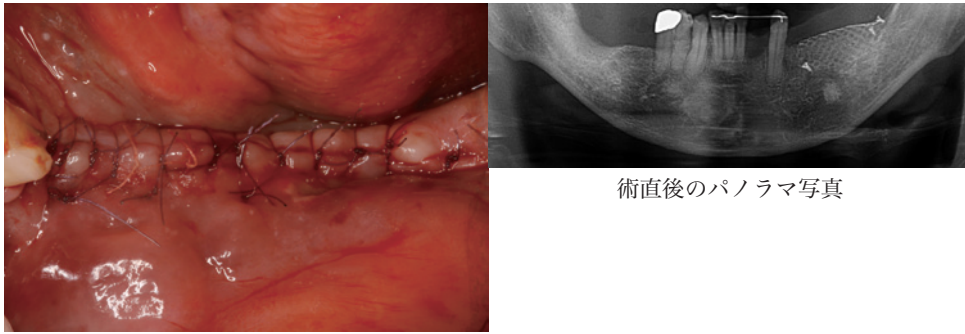
諾を得る必要があることに留意している（図6, 7）。

(3) 減張切開と縫合

1次創閉鎖の達成するためには、減張切開を行い十分に歯肉弁がテンションフリーで閉鎖できることが肝要である。具体的には縫合前に、頬舌側のフラップを戻し、互いのフラップが5 mmほど重なり合うか否かを確認する。そうでなければ再度減張切開をいれる。次に縫合であるが、基本は水平マットレス縫合で、歯肉弁のテンションを支え頬舌側の弁を合わせ、そのあと、単純縫合を用いて歯肉弁の創面をきれいに縫合する（図8, 9, 10, 11）。

4) 骨造成量

では、骨造成は一般的にどこまで可能であろうか。水平GBRでは、2014年のシステムティックレビューでは、平均3.4～5 mmの造成が可能であるとしている¹⁸⁾。また垂直骨造成では、2008年とやや古い報告であるが、2～8 mmの造成が可能としている¹⁹⁾。筆者らも、2013年に今回記述した術式での垂直造成量を報告しており、垂直骨造成量は、 8.6 ± 4.0 mm（治癒期間 8.0 ± 1.4 か月）であった²⁰⁾。



術直後のパノラマ写真

図 8 水平マットレスと単純縫合の併用で 1 次創閉鎖が達成された。

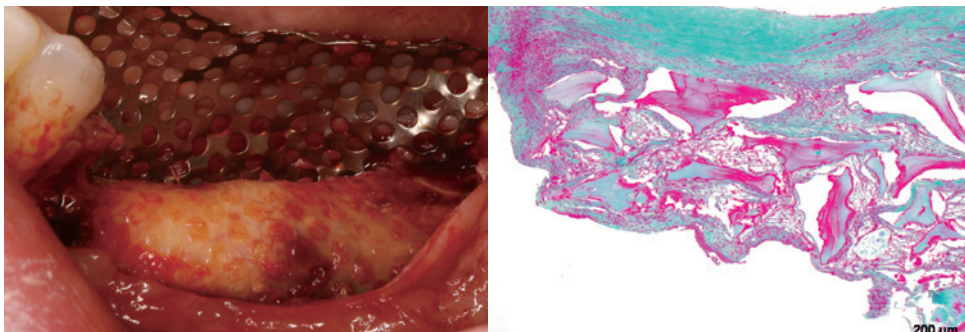


図 9 垂直 GBR 約 6 か月後、インプラント埋入をおこなう。十分な骨様組織が臨床的にも、組織学的にも再生されていることがわかる。

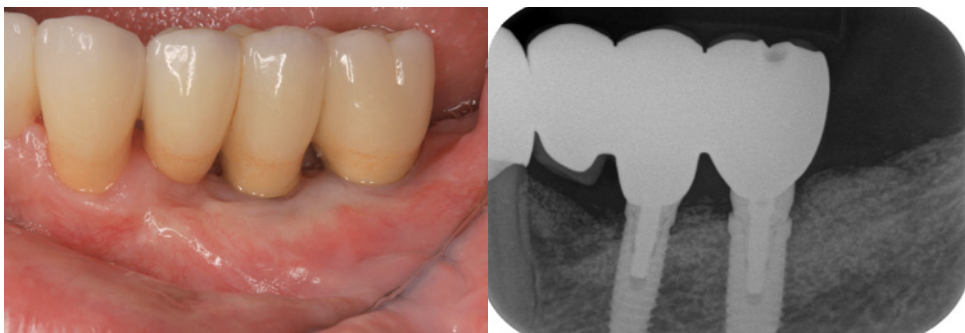
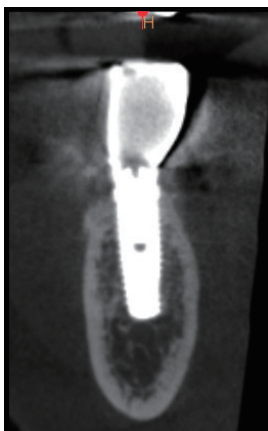


図 10 上部構造装着 2 年後の側方面観と Dental Xray

図 11 垂直 GBR 後 5 年後の後方の CT 像
移植財が良好にリモデリングしていることがわかる。

5) 合併症と骨造成量の予後

上記のシステマティックレビューにも報告されているが、合併症の多くは創の裂開であり、それに伴う造成量の減少である¹⁸⁻²⁰⁾。そしてその結果、術前に計画した上部構造が装着できない可能性がある(図 12)。したがって、骨造成を行うにあたり、そのリスクを十分に説明したうえで行わなければならない。また、垂直骨造成量を検討する際には、のちの辺縁骨の吸収量である 1.27~2 mm¹⁹⁾を含めて考えておくべきである。したがって骨造成を行うに際し、あらかじめ過補償するような骨造成も必要であるといえよう(図 13, 14)。



図 12 ステージドアプローチで造成をおこなったものの、チタンメッシュの裂開をみとめた。2本のインプラントを既存骨内に埋入し、妥協的に歯肉付き様の上部構造を装着した。



図 13 術後9年後の口腔内と Dental Xray

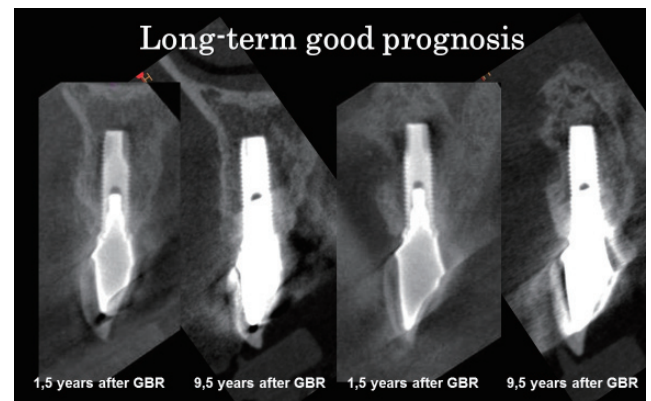


図 14 水平骨造成 CTでの術後1.5年後と9.5年後の比較
その量はほとんど変化なく保たれており、両インプラント周囲で良好にリモデリングが行われているようである。

まとめ

補綴主導型インプラント治療を実践するにあたり、多くの症例では、硬組織の増大が必要になる。またその骨造成が成功裏に行われれば、その組織は長期に安定性することが予測される。そして、インプラント治療をおこなった患者の QOL に多大な貢献することになる。

文 献

- 1) Zarb GA, Albrektsson T. Consensus report: towards optimized treatment outcomes for dental implants. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 641.
- 2) 船登彰芳, 石川知弘. 4-Dコンセプトインプラントセラピー 審美治療のためのティッシュマネジメントのテクニックとタイミング. 東京: クインテッセンス出版; 2008.
- 3) Buser D, Bragger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990; 1: 22-32.
- 4) Simion M, Trisi P, Piattelli A. Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994; 14: 496-511.
- 5) Buser D, Dula K, Hirt HP, Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: a clinical study with 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 420-432.
- 6) Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. Vertical ridge augmentation: what is the limit? *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996; 16: 220-229.
- 7) Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Ann Periodontol* 2000; 5: 119-128.
- 8) Grunder U. Achieving optimal esthetics in the atrophic, partially edentulous maxilla-single tooth and segmental restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18: 763.
- 9) Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005; 25: 113-119.
- 10) Esposito M, Ekstubb A, Gröndahl K. Radiological evaluation of marginal bone loss at tooth surfaces facing single Brånemark implants. *Clin Oral Implants Res* 1993; 4: 151-157.
- 11) Ishikawa T, Salama M, Funato A, Kitajima H, Moroi H, Salama H, Garber D. Three-dimensional bone and soft tissue requirements for optimizing esthetic results

- in compromised cases with multiple implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010 ; 30: 503-511.
- 12) Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent* 2006; 15: 8-17.
- 13) Dahlin C, Gottlow J, Linde A, Nyman S. Healing of maxillary and mandibular bone defects using a membrane technique. An experimental study in monkeys. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1990; 24: 13-19.
- 14) Dahlin C, Sennerby L, Lekholm U, Linde A, Nyman S. Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: an experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989; 4: 19-25.
- 15) Jensen SS1, Bosshardt DD, Gruber R, Buser D. Long-term stability of contour augmentation in the esthetic zone: histologic and histomorphometric evaluation of 12 human biopsies 14 to 80 months after augmentation. *J Periodontol* 2014; 85: 1549-1556.
- 16) Moses O, Pitaru S, Artzi Z, Nemcovsky CE. Healing of dehiscence-type defects in implants placed together with different barrier membrane: a comparative clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2005;16: 210-219.
- 17) Rothamel D, Schwarz F, Sager M, Herten M, Sculean A, Becker J. Biodegradation of differently cross-linked collagen membranes: an experimental study in the rat. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 369-378.
- 18) Kuchler U, von Arx T. Horizontal ridge augmentation in conjunction with or prior to implant placement in the anterior maxilla: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29(suppl): 14-24.
- 19) Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2008; 35(8 Suppl): 203-215.
- 20) Funato A, Ishikawa T, Kitajima H, Yamada M, Moroi H. A novel combined surgical approach to vertical alveolar ridge augmentation with titanium mesh, resorbable membrane, and rhPDGF-BB: a retrospective consecutive case series. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013; 33: 437-445.
-

著者連絡先：船登 彰芳

〒920-0031 石川県金沢市広岡 2-10-6

なぎさ歯科クリニック

Tel: 076-223-5555

Fax: 046-223-5758

E-mail: nagisadc@gaea.ocn.ne.jp