

Special Project

無歯顎に対する“オール・オン4” インプラントコンセプト

The “All-on-4” Implant concept for edentulous jaws

*¹Paulo Maló, DDS ; *²Bo Rangert, MechEng ; *³Miguel de Araujo Nobre, RDH

訳／立川敬子

(東京医科歯科大学歯学部附属病院回復系診療科インプラント外来・講師)

要約

背景：インプラントの即時荷重は、完全無歯顎における固定式修復として認知された治療様式となっており、高い成功率が報告されている。目的：本研究の目的は、上顎の完全無歯顎において、固定式補綴物を支持する4本のインプラント (All-on-4, Nobel Biocare AB, Göteborg, Sweden) に対する即時荷重のプロトコルを評価することにある。材料および方法：この後ろ向き臨床研究は、4つのグループ(2つは上顎、2つは下顎)からなる。上顎グループIおよび下顎のグループでは以前の研究をもとに経過観察期間を追加しており、上顎グループIIは2004年9月までの新しい症例の結果を示している。316名の患者で、上顎および下顎の全顎補綴物を支持するために1,020本の即時荷重インプラント (Brånemark System, TiUnite, MkIII and MkIV, Nobel Biocare AB) を用いている。経過観察のための診査には、臨床的評価および辺縁骨レベルの放射線学的評価が含まれる。オール・オン4テクニックの新しい外科プロトコル(フラップレス手術など)の適用方法も示した。結果：下顎における累積残存率は、4年の経過観察で98.2%(グループI)、3年の経過観察で99.7%(グループII)であり、上顎における累積残存率は、4年の経過観察で97.7%(グループI)、3年の経過観察で98.3%(グループII)であった。辺縁骨吸収は、上顎のグループIおよびIIで0.9mm、下顎のグループIおよびIIでそれぞれ0.6mmおよび0.7mmであった。結論：この高い累積残存率は、完全無歯顎に対する即時荷重コンセプトが有益なコンセプトであることを示している。

キーワード：即時埋入、即時荷重、同日治療、complete edentulism, resorbed jaw bone.

*¹Private practice, Department of Surgery and Prosthodontics Malo, CM- Clinica Malo, Lisbon, Portugal

*²Nobel Biocare AB, Gothenburg, Sweden.

*³Private practice, Clinical Research Department, CM- Clinica Maló, Lisbon, Portugal. Corresponding author: Paulo Malo, DDS, CM- Clinica Maló, Avenida dos Combatentes, 43, Ed. Green Park, 1600-042 Lisbon, Portugal; e-mail: cm@clinicamalo.pt; fax: +351 217 266 965; phone: +351 217 228 100.

緒言

歯科インプラント治療の有用性は十分に報告されているが、さらに術式を単純化するプロトコルが開発されている。即時荷重のプロトコルは単純化に有力な方法であり、これによって1回の施術で全治療を完了することができる^{1~29)}。全顎補綴に最適なインプラントの数は4本であるという事実は、単純化をすすめるうえで重要である。インプラントは、2本を臼歯部に2本を前歯部に「礎石」として配置し^{30,31)}、それらをしっかり連結することで成功の可能性を高くする^{32,33)}。インプラントを傾斜させることにより、補綴物の支持に最適な位置に、より長いインプラントをしっかりと皮質骨の固定を得て埋入することが可能となり、カンチレバーの長さを減らすことができる。

これらの原理に基づき、オール・オン4コンセプトは上顎および下顎無歯顎の安全かつ単純な治療法として開発され、有益なオプションであることが示されてきた。オール・オン4の下顎無歯顎における利点は、高度な吸収があっても骨移植や神経移動術を避けることができる点である。十分な残存骨量がない上顎無歯顎においては、犬歯／第一小臼歯部より遠心へのインプラント埋入が不可能なことがしばしばあるが、骨移植が必要とされるような状況でもオール・オン4コンセプトでこれを回避することができる。

本論文は、いくつかの臨床例を通じて、解剖学的限界やリスクを操作し、完全無歯顎のインプラント治療を短時間で正確に行うことができるオール・オン4システムによる治療法の適応症および禁忌症を説明することを目的としている。このコンセプトは、上下顎ともに98%の残存率を示す2つの研究^{32,33)}のなかで報告しているが、本論文ではさらに追加した経過観察のデータを示した。

材料および方法

オール・オン4コンセプトおよびその臨床研究は、ポルトガルのリスボンの個人病院 Clinica Maló (CM)において開発・施行された。上顎については61名の患者(244本のインプラント)、下顎については194名の患者(776本のインプラント)が、4本のインプラントで支持された

即時荷重全顎補綴物で治療を受けた。これらの治療は、2001年1月(下顎)および2001年2月(上顎)から2004年9月までの間に行われた。下顎無歯顎の14名の患者および上顎無歯顎の32名の患者については以前の研究^{32,33)}で報告されている。本研究では、これらの患者についてはさらに1~3年追跡し、追加した患者については最低1年の経過観察の結果を示した。

オール・オン4コンセプトは、無歯顎の全顎補綴物を支持するのに最適なインプラントの数は4本であるという理論に基づいている。このコンセプトは遠心のインプラントを遠心方向に傾斜させることで、即時に装着する補綴物に最大1歯の遠心カンチレバーで最少10歯をもたせることができるという利点を持つ。術式は他の論文^{32,33)}で述べるが、本論文では強調すべき重要な詳細を加えてプロトコルの概要を示す。

適応および除外基準

患者には既往歴の聴取、臨床検査、パノラマX線(骨高径)およびCTスキャン(骨質および骨量)という相補的な放射線学的検査を行う。上顎無歯顎での解剖学的適応基準は、犬歯から犬歯までの骨頂部の幅が最小4mmで高さが10mm以上である(図1)。下顎における解剖学的な適応基準としては、オトガイ孔の前方の領域での骨頂部の幅が最小4mmで高さが8mm以上である(図2)。それが得られなければ、可撤性義歯かゼイゴマインプラントあるいは骨移植が適応と考えられる。

上顎の解剖学的状態のさらなる分析には、オール・オン4トライアングルが大きな助けとなる。解剖学的状態は図形的に描かれ、これは上顎洞前壁、歯槽骨頂および正中線の3本の辺によって形作られる(図3)。

オール・オン4コンセプトが用いられる上顎の萎縮の程度はさまざまであるが、遠心のインプラントの位置がインプラント間距離を決める要素となる。遠心のインプラントは、最大45度傾け、上顎洞前壁に沿わせる。吸収の程度により、遠心のインプラントヘッドが骨頂部に出てくる位置は異なる。それは通常4番部位(高度の吸収)から6番部位(中等度の吸収)である。歯槽頂の距離が20mm以上ある場合、オール・オン4が適応となる。

図1 上顎のオール・オン4の適応基準。



図2 下顎のオール・オン4の適応基準。

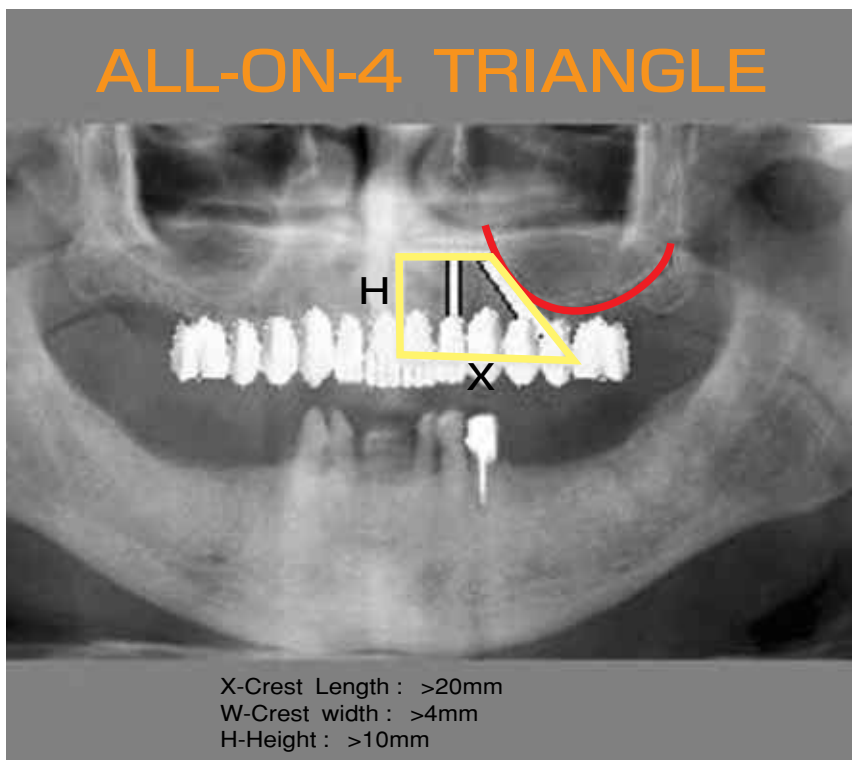


図3 オール・オン4トライアングル。

外科術式

投薬

上下顎に対する外科術式は、10万分の1エピネフリン添加塩酸メピバカイン(Scandinibsa 2%, Inibsa Laboratory, Barcelona, Spain)による局所麻酔下で行った。手術に先立ち、すべての患者にジアゼパム(Valium 10mg, Roche, Amadora, Portugal)による鎮静をかけた。抗生物質(amoxicillin 875mg + clavulanic acid 125mg, Labesfal, Campo de Besteiros, Portugal)を手術の1時間前に投与し、さらに6日間毎日服用させた。コーチゾ

ン投与は、手術当日から術後4日間毎日漸減(15mgから5mgへ)しながら行った。炎症剤(ibuprofen, 600mg, Ratiopharm, Lda, Carnaxide, Portugal)の投与は、術後4日目から開始し4日間行った。鎮痛剤(clonixine [Clonix, Janssen-Cilag Farmaceutica, Lda, Barcarena, Portugal], 300mg)は手術当日から必要に応じて術後最初の3日間投与した。制酸剤(omeprazole, 20mg, Lisboa, Portugal)は手術当日および術後6日間毎日投与した。



図4 術前パノラマX線写真。



図5 術前口腔内写真。



図6 上顎の全層弁。



図7 上顎洞開窓部。



図8 上顎洞前壁の触診。



図9 上顎に合わせられたサージカルガイド。



図10 カウンターシンク。



図11 ツイストドリル。



図12 傾斜角45度未満で埋入された遠心のインプラント。



図13 4 mmの30度角度付きマルチユニットアバットメント。

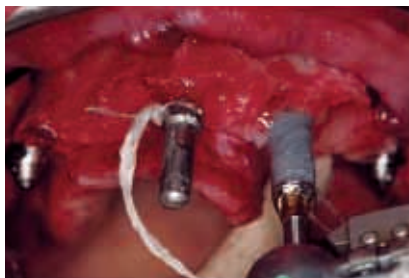


図14 左上顎前歯部のインプラント埋入。



図15 縫合およびティッシュパンチ後の口腔内の状態。

フラップを形成する術式

フラップ形成を伴った上顎および下顎のオール・オン4による治療の臨床症例を示す(図4～27)。遠心に位置する2本からスタートし、インプラント埋入とアバットメント装着を同時にする。インプラント埋入は筆者(P.M.)がデザインしたサージカルガイドを補助として行う。ガイドは顎骨の正中にあけた2 mmの穴に設置し、チタン製のバンドを対顎の咬合面の中央に沿うように曲

げた。これにより、インプラントを対合の補綴物の中央に向けることができ、同時にインプラントの固定と補綴物の支持に最適な位置および傾斜をみきわめることができる。インプラント(BräneMark System, Nobel Biocare AB; Göteborg, Sweden)埋入は標準的な術式に従って行うが、インプラントの埋入を終える前に40Ncm以上の最終トルクを得るためには小さめの形成をする必要がある。傾斜させたインプラントのヘッドのためにス

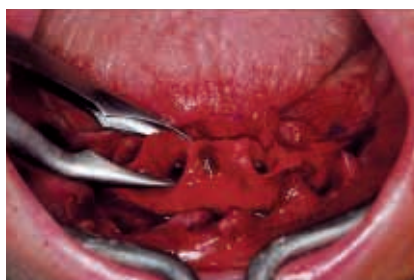


図16 全層弁剥離および骨整形。



図17 下顎に合わせられたサージカルガイド。

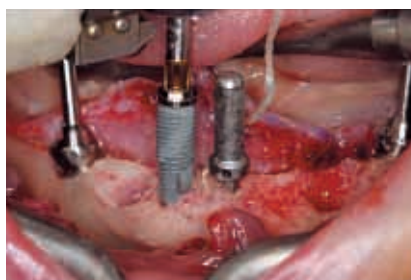


図18 右下顎前歯部のインプラント埋入。



図19 前歯部のマルチユニットアバットメントの装着。



図20 45度遠心傾斜させた遠心部のインプラント埋入。



図21 4 mmの30度角度付きマルチユニットアバットメントの連結。



図22 印象用オーブントレー。



図23 パテによる印象1。



図24 パテによる印象2。



図25 術後の口腔内写真。



図26 術後の口腔外写真。



図27 術後のパノラマX線写真。

ペースを設ける必要がある、あるいは骨頂部の幅が狭く頬側あるいは舌側の皮質骨にインプラントヘッドが当たってしまうのを避けるためにはカウンターシンクを用いる(図10)。形成は通法に従い2 mmあるいは2.5mmツイストドリル(骨密度に応じて)で十分な深さまで行い(図11)、続いて3 mmのツイストドリルを用いて皮質骨の入り口を広げ、必要があればカウンターシンクで調整する。インプラント顎部は骨レベルに合わせて位置を決め、

可能な限りバイコーティカルな固定を確立する(図12～14)。インプラントの長さは10mmから18mmまでである。拔牙直後の症例では、感染を避けるために拔牙窩の軟組織の遺残物は取り除いてきれいにする。下顎前歯の歯周病の症例では、拔牙、搔爬、骨整形が行われると実質的には拔牙窩がなくなる。フラップを戻し、4-0の非吸収糸で縫合したのち、パンチでアバットメントを貫通させ、印象用コーピングを装着する(図15)。

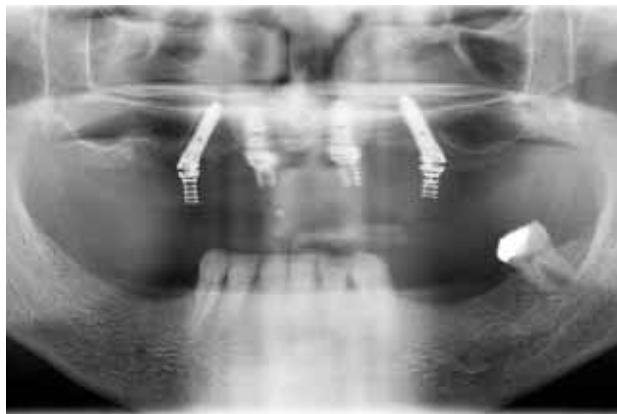


図28 補綴物のパッシブフィットが得られていないことを示すパノラマX線写真。

上顎へのインプラント埋入：上顎においては、歯槽頂に沿って粘膜骨膜弁をおこし、臼歯部の頰側に減張切開を加える(図6)。上顎洞前壁の正確な位置を同定するために、ラウンドバーを用いて上顎洞に小さな窓をあける(図7、8)。臼歯部のインプラントを正確に埋入するために、ドリルを骨頂に対して正しい位置と平面に導くガイドの使用を欠くことはできない。さらに、形成した窓から確認しながら上顎洞の壁に沿わせることに細心の注意を払うことが必要である(図8、11)。臼歯部のインプラントを傾斜させることにより、垂直的に埋入されたインプラントでは犬歯あるいは第一小臼歯部にくるインプラントヘッドの位置を、45度の角度で上顎洞前壁に沿わせて傾斜させたインプラントでは第二小臼歯あるいは第一大臼歯部へと移動させることができる(図12)。そして、インプラントを最大15度の傾斜に修正するため、30度の角度付きアバットメントを装着する(図13)。臼歯部のインプラント体は直径4mmであった。

前方部のインプラントは、独自のサージカルガイドをガイドピンに置き換えて垂直的な位置決めをする(図14)。前歯部のインプラントの位置決めには、傾斜させた臼歯部のインプラントの先端部と干渉しないように注意しなければならない。これは、通常犬歯部に到達している。前歯部のインプラントは直径4mmあるいは3.75mmとし、基本的には中切歯あるいは側切歯の位置になる。このインプラントのアレンジによって、臼歯部のインプラントは第二小臼歯あるいは第一大臼歯部に立ち上がるので、良好なインプラントの固定が得られ、インプラント間の距離を大きく、カンチレバーは短くすることができ



図29 補綴物を直した後のパノラマX線写真。パッシブフィットに注目。

る(図15)。

下顎へのインプラント埋入：下顎においては、オトガイ孔間の歯槽頂部に沿って粘膜骨膜弁をおこす(図16)。2本の最前方部のインプラントは顎骨の形態に合わせて方向を決める。吸収が顕著な症例では、後方に傾斜させることになる(図18、19)。さらに2本のインプラントをオトガイ孔の直前部に埋入し、咬合平面に対して45度遠心に傾斜させる(図20)。こうすることにより、インプラントの良好な固定が得られ、カンチレバーは短く、インプラント間の距離を大きくすることができる。臼歯部のインプラントは、基本的には第二小臼歯の位置に立ち上がる。臼歯部のインプラントは直径4mm、前歯部のインプラントは直径4mmあるいは3.75mmとする。角度付きアバットメント(Brånemark System, Nobel Biocare AB; Göteborg, Sweden)を用いるが、前歯部のインプラントでは17度あるいは30度のいずれかの角度であり、臼歯部のインプラントでは常に30度である(図21)。これらのアバットメントの角度は、補綴物を装着するスクリーが咬合面あるいは舌側になるように選択する。

即時装着補綴物のプロトコール

プロビジョナルの全顎アクリルレジン製補綴物は、手術当日に装着する。事前に製作しておいた印象用トレーを用いて、少量のシリコンをコーピングの周囲に置き、続いて軟性のパテで全体を満たす(図22~24)。コーピングを除去したのち、補綴物を製作する間インプラント周囲粘膜を保持するためにプロテクションキャップを装着



図30 上顎のオール・オン4のフラップレス手術。術前口腔内所見。



図31 上顎のオール・オン4のフラップレス手術。術前パノラマX線写真。



図32 コンピュータプランニング。



図33 サージカルテンプレート。



図34 サージカルテンプレートを使用しているドリリング方法。



図35 術後パノラマX線写真。



図36 フラップレス手術を用いたオール・オン4による上顎の機能回復。術後口腔内所見。



図37 フラップレス手術を用いたオール・オン4による上顎の機能回復。術後口腔外所見。

する。この印象をもとに、チタンシリンダーに加熱重合したアクリルレジンを技工室で製作し、ほとんどの場合2～3時間のうちに患者に装着する(図25、26)。プロビジョナルの補綴物は1歯以上のカンチレバーを持たせるべきではない。即時義歯の歯数は吸収の程度によるが、10歯までである(しかし、最終補綴物は2歯のカンチレバーを持たせる可能性がある)。パッシブフィットが得られない症例では、チタンシリンダーがアバットメントに完全に適合するように補綴物を切断する。そして、パッシブフィットを保証するためにアクリルレジンを補綴物を連結する。その後、補綴物を補修するために

技工室に送る(図28、29)。

フラップレスによる術式

インプラントの位置はフラップを形成する術式と同じであるが、コンピュータを用いて患者の顎骨の3D模型上で治療計画をたてる。手術に際し、インプラントはプランニングデータ²⁷⁾に基づいて作られた精密なガイド(Nobel Guide, Nobel Biocare; Göthenburg, Sweden)によって位置決めされる。そして、手術に先立って製作された補綴物が術直後に装着される(図30～37)。

表1 即時荷重インプラントを用いた機能回復のメンテナンスプロトコール—来院約束

処置経過	処置内容
第1日目(手術当日)	口腔清掃；患者に対する治療時期とメンテナンス方法の説明；クロルヘキシジンゲルおよびヒアルロン酸ゲルの術後塗布；咬合調整；上部構造に過重負荷をかけないよう指示。
術後10日目	パノラマX線写真；デンタルX線写真；感染除去および清掃のための補綴物撤去；抜糸(縫合した場合)；クロルヘキシジンゲルの塗布；手指による化膿の有無の確認；咬合調整；ヒアルロン酸ゲルの塗布。上部構造に過重負荷をかけないよう指示。補綴コンポーネントの破折・緩みを確認。
術後2ヵ月	口腔清掃；ジェット清掃；クロルヘキシジンゲルの塗布；手指による化膿の有無の確認；咬合調整；ヒアルロン酸ゲルの塗布。補綴コンポーネントの破折・緩みを確認。
術後4ヵ月	口腔清掃；デンタルX線写真；感染除去および清掃のための補綴物撤去；クロルヘキシジンゲルの塗布；咬合調整；炎症・感染の有無を確認。上部構造に過重負荷をかけないよう指示。補綴コンポーネントの破折・緩みを確認。
術後6ヵ月あるいは最終補綴物装着時	4ヵ月ごとに上部構造を撤去せずに口腔清掃；咬合調整；炎症・感染の有無を確認。
術後1年以降	6ヵ月ごとに上部構造を撤去せずに口腔清掃；咬合調整；炎症・感染の有無を確認。年1回のX線写真撮影。
問題が生じた場合	感染除去および清掃、ならびにインプラントの感染および安定性確認のために補綴物を撤去。

メンテナンスプロトコール

患者はインプラントメンテナンスプログラムに登録される(表1)。患者には2ヵ月間軟らかい食物を摂取するように指導する。縫合した場合、術後10日目に抜糸を行い、口腔衛生状態とインプラントの安定性をチェックする。これは術後2ヵ月目と4ヵ月目に再度行い、状態が安定したと考えられるまで行う。

最終補綴プロトコール

最終補綴物は6ヵ月の時点で装着する。スクリューのアクセスホールをより良い位置にするために角度付きアバットメントの調整が必要であれば、インプラントレベルで最終補綴のための印象をとる。そしてアバットメントの位置を技工室で決めて、患者の口腔内で調整する。

長期症例の予後

われわれがもっとも長く観察している1つの臨床症例を供覧する(図38~45)。患者(34歳女性)は、重度の歯周病の状態の下顎の機能回復を必要としていた。彼女は1998年、下顎にオール・オン4で即時のアクリルレジン製補綴物を装着し機能回復が図られた(図41)。図43は、最終補綴物として作られ術後6ヵ月で装着されたCM-

Bridgeセラミック(12歯)である。これにより、オール・オン4の術式にすばらしい機能と審美性が付け加えられた(図44、45)。今日で7年後であるが、インプラントに支持された補綴物は生物学的にも機能的にも審美的にも問題なく、またインプラントは臨床的にも放射線学的にも安定して機能し続けており、結果としてすばらしい長期予後が得られている。

脱落率およびインプラント残存基準

1名の患者が24ヵ月の経過観察で研究から取り消された。残存については、機能、個々のインプラントの安定性(マニュアルに従ってチェック)、疼痛および感染の有無および放射線学的分析に基づいて評価した。

辺縁骨レベル

インプラントのプラットフォームに対する辺縁骨レベルは、研究期間内の最後の経過観察時と本研究の追加観察時に撮影した根尖周囲のX線写真から読影した。従来のX線フィルムホルダーを用い、その位置はフィルムの決められた顎矯正学的位置に手動で調整した。何名かの患者はフィルムが届かないという問題があり、パノラマX線写真を利用した。



図38 術前口腔外所見。



図39 術前パノラマX線写真。



図40 術後パノラマX線写真。



図41 CM-Bridge セラミック口腔内咬合面観。



図42 CM-Bridge パノラマX線写真。



図43 術後口腔外側貌。



図44 CM-Bridge セラミック口腔内所見。



図45 口腔外正面観。

結果

インプラントの残存

表2は以前行った臨床研究で得られた上顎の結果³³⁾と、その後今日まで継続して経過観察した結果(上顎グループI)を合わせて示す。表3はその研究が終了した後に追加して治療した患者の結果を示す。経過観察期間は、最短1年である(上顎グループII)。

この研究中の1症例で6ヵ月以前にインプラントの喪失があったが、最初の研究の対象患者^{32,33)}の継続した経

過観察から、その後それ以上のインプラントの喪失はなかった。本研究後に治療された追加患者の結果は、同程度かそれ以上の残存率を示した。

インプラントの残存率は、表に示した。表4は以前行った下顎グループの臨床研究で得られた結果³³⁾と、その後今日まで継続して経過観察した結果(下顎グループI)を合わせて示す。表5はその研究が終了した後に追加して治療した患者の結果を示す。経過観察期間は、最短1年である(下顎グループII)。

表2 即時荷重インプラント残存表(上顎グループI)

期間	機能中	失敗	脱落	残存率(%)	累積残存率(%)
荷重6ヵ月未満	128	2	0	98.4	98.4
6ヵ月～1年	126	1	0	99.2	97.7
1年～2年	125	0	0	100	97.7
2年～3年	125	0	0	100	97.7
3年～4年	31	0	0	100	97.7

表3 即時荷重インプラント残存表(上顎グループII)

期間	機能中	失敗	脱落	残存率(%)	累積残存率(%)
荷重6ヵ月未満	116	2	0	98.3	98.3
6ヵ月～1年	114	0	0	100	98.3
1年～2年	32	0	0	100	98.3

表4 即時荷重インプラント残存表(下顎グループI)

期間	機能中	失敗	脱落	残存率(%)	累積残存率(%)
荷重6ヵ月未満	56	1	0	98.2	98.2
6ヵ月～1年	55	0	0	100	98.2
1年～2年	55	0	0	100	98.2
2年～3年	55	0	0	100	98.2
3年～4年	12	0	0	100	98.2

表5 即時荷重インプラント残存表(下顎グループII)

期間	機能中	失敗	脱落	残存率(%)	累積残存率(%)
荷重6ヵ月未満	720	2	0	99.7	99.7
6ヵ月～1年	718	0	0	100	99.7
1年～2年	718	0	0	100	99.7
2年～3年	426	0	0	100	99.7

失敗と解決法

上顎グループI³²⁾

1本のインプラントを失った2名の患者は、重度のブラキシズムのある患者であった。このうちの1本のインプラントは1ヵ月後に脱落し、もう1本は失敗の兆候は3ヵ月の時点で始まっていたが、9ヵ月後に脱落した。これらの症例では、骨の荷重負担能力が、高い荷重に耐

えるには十分ではなかったと考えられた。3本目のインプラントの失敗は、十分な初期固定が得られなかった軟らかい骨で生じた。インプラントは1ヵ月(失敗の時点)で荷重をはずし、プロビジョナルの補綴物を調整した。しかし、8ヵ月たってもインプラントはまだインテグレーションしていなかった。

1名の患者では、補綴物はインプラントの失敗後に調

整し、最終補綴物を新たに埋入したインプラントと連結するまで、残りの3本のインプラントで維持された。他の2名の患者では、補綴物は入れ直したインプラントを機能させることによって維持された。

上顎グループII(追加患者)

1本のインプラントを失った2名の患者は、重度のブラキシズムのある患者であった。インプラントは両方も6ヵ月後に脱落した。これらの症例では、骨の荷重負担能力が、高い荷重に耐えるには十分ではなかったと考えられた。両方の患者とも、補綴物はインプラントの失敗後に調整し、最終補綴物を新たに埋入したインプラントと連結するまで、残りの3本のインプラントで維持された。

下顎グループI³³⁾

対合歯が天然歯であった1名の患者で、3ヵ月後に1本のインプラントを喪失したが補綴物は残りの3本で維持された。失ったインプラントは2ヵ月後に再埋入し、荷重をかけなかった。4本(即時荷重をかけた3本および追加埋入したインプラント)のインプラントで支持されたチタン製の補綴物は、9ヵ月後に装着した。

下顎グループII(追加患者)

1名の患者で2本のインプラントを喪失した(左下臼歯部および右下臼歯部)。手術当日に、左下臼歯部のインプラントは裂開を生じ、右下臼歯部のインプラントは開窓を生じた。これら2本のインプラントは、2ヵ月後には脱落することになった。補綴物は残った2本のインプラントで維持され、脱落したインプラントは4ヵ月後に再埋入された。

辺縁骨レベル

上顎グループIおよびIIにおけるインプラントプラットフォームに対する平均骨レベルは、0.9mm(SD1.0mm)であった。下顎グループIおよびIIにおける平均骨レベルは、それぞれ0.6mm(SD0.6mm)および0.7mm(SD0.5mm)であった。

考察

本研究から得られたこれらの結果と成果は、インプラントが適切な位置に配置された上顎および下顎に対する即時荷重が、予知性の高い治療法(残存率が高く辺縁骨吸収が少ない)であるということを示している。傾斜させたインプラントを用いたオール・オン4コンセプトは、骨の荷重負担能力を最適な方法で利用したものであり、インプラントを前歯部から臼歯部に分散させて最適な補綴物の支持を得、また自由に傾斜させることで緻密な骨組織(前方部の骨は密度が高い)に固定される。インプラントの数を4本に減らすことにより、それぞれのインプラントが適切に配置され、隣りどうしのインプラントが問題になることがない。このデータは、インプラントの位置を生体力学的に最大限に活用することが、臨床的に有効であるということを示している。4本未満のインプラントでも補綴物が支持され、補綴物の残存率が100%に保たれているという事実は、インプラントの配置が効果的であることを示唆している。

利用するインプラントが4本だけであるということで、治療の多くの面が単純化される。より審美的な補綴物を製作することもでき、補綴物の製作を簡単にし、補綴的な合併症のリスクを減らし、患者の口腔清掃方法を単純化する。

結論

結論として、完全無歯顎に対するオール・オン4の即時荷重コンセプトは、臨床的に有用で患者に喜びを与え、より複雑な方法が適応となる多くの状態に対して有効であるということがわかった。これは多くの無歯顎患者に通常適用されている方法と比較し、短時間で行える標準化された術式であり、手術開始後数時間で補綴物を装着し機能させられる。この方法は、コンピュータプランニングに基づいたフラップレス手術のようなさらなる単純化に適合し、完全無歯顎の機能回復に選択される方法として推奨されるであろう。

参考文献

1. Abboud M, Koeck B, Stark H, Wahl G, Paillon R. Immediate loading of single-tooth implants in the posterior region. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005 ; 20 (1) : 61-68.
2. Villa R, Rangert B. Early loading of interforaminal implants immediately installed after extraction of teeth presenting endodontic and periodontal lesions. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005 ; 7 Suppl 1 : S28-35.
3. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. A prospective study of immediate functional loading, following the Teeth in a Day protocol: a case series of 55 consecutive edentulous maxillas. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005 ; 7 (1) : 24-31.
4. Engquist B, Astrand P, Anzen B, Dahlgren S, Engquist E, Feldmann H, Karlsson U, Nord PG, Sahlholm S, Svardstrom P. Simplified methods of implant treatment in the edentulous lower jaw : a 3-year follow-up report of a controlled prospective study of one-stage versus two-stage surgery and early loading. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005 ; 7 (2) : 95-104.
5. Covani U, Crespi R, Cornelini R, Barone A. Immediate implants supporting single crown restoration : a 4-year prospective study. *J Periodontol.* 2004 ; 75 (7) : 982-988.
6. Wolfinger GJ, Balshi TJ, Rangert B. Immediate functional loading of Brånemark system implants in edentulous mandibles : clinical report of the results of developmental and simplified protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003 ; 18 (2) : 250-257.
7. Engstrand P, Grondahl K, Ohnell LO, Nilsson P, Nannmark U, Brånemark PI. Prospective follow-up study of 95 patients with edentulous mandibles treated according to the Brånemark Novum concept. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003 ; 5 (1) : 3-10.
8. Calandriello R, Tomatis M, Rangert B. Immediate functional loading of Branemark System implants with enhanced initial stability : a prospective 1- to 2-year clinical and radiographic study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003 ; 5 Suppl 1 : 37-46.
9. Chee W, Jivraj S. Efficiency of immediately loaded mandibular full-arch implant restorations. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003 ; 5 (1) : 52-56.
10. Collaert B, De Bruyn H. Early loading of four or five Astra Tech fixtures with a fixed cross-arch restoration in the mandible. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2002 ; 4 (3) : 133-135.
11. Cooper LF, Rahman A, Moriarty J, Chaffee N, Sacco D. Immediate mandibular rehabilitation with endosseous implants : simultaneous extraction, implant placement, and loading. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002 ; 17 (4) : 517-525.
12. Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. Implant-retained mandibular overdentures with Brånemark System MKII implants : a prospective comparative study between delayed and immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001 Jul-Aug ; 16 (4) : 537-546.
13. Chow J, Hui E, Liu J, Li D, Wat P, Li W, Yau YK, Law H. The Hong Kong Bridge Protocol. Immediate loading of mandibular Brånemark fixtures using a fixed provisional prosthesis : preliminary results. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2001 ; 3 (3) : 166-174.
14. Ericsson I, Randow K, Nilner K, Peterson A. Early functional loading of Brånemark dental implants : 5-year clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2000 ; 2 (2) : 70-7.
15. Fischer K, Stenberg T. Early loading of ITI implants supporting a maxillary full-arch prosthesis : 1-year data of a prospective, randomized study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004 ; 19 (3) : 374-381.
16. Glauser R, Portmann M, Ruhstaller P, Lundgren AK, Hammerle CHF, Gottlow J. Stability measurements of immediately loaded machined and oxidized implants in the posterior maxilla. A comparative clinical study using resonance frequency analysis. *Appl Osseointegr Res.* 2001 ; 2 : 27-29.
17. Hatano N, Yamaguchi M, Suwa T, Watanabe K. A modified method of immediate loading using Brånemark implants in edentulous mandibles. *Odontology.* 2003 ; 91 (1) : 37-42.
18. Jaffin RA, Kumar A, Berman CL. Immediate loading of dental implants in the completely edentulous maxilla : a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004 ; 19 (5) : 721-730.
19. Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants : 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003 ; 18 (1) : 31-39.
20. Calandriello R, Tomatis M, Vallone R, Rangert B, Gottlow J. Immediate occlusal loading of single lower molars using Brånemark System Wide-Platform TiUnite implants : an interim report of a prospective open-ended clinical multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003 ; 5 Suppl 1 : 74-80.
21. Maló P, Friberg B, Polizzi G, Gualini F, Vighagen T, Rangert B. Immediate and early function of Brånemark System implants placed in the esthetic zone : a 1-year prospective clinical multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003 ; 5 Suppl 1 : 37-46.
22. Maló P, Rangert B, Dvarsater L. Immediate function of Brånemark implants in the esthetic zone : a retrospective clinical study with 6 months to 4 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2000 ; 2 (3) : 138-146.
23. Nikellis I, Levi A, Nicolopoulos C. Immediate loading of 190 endosseous dental implants : a prospective observational study of 40 patient treatments with up to 2-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004 ; 19 (1) : 116-123.
24. Olsson M, Urde G, Andersen JB, Sennerby L. Early loading of maxillary fixed cross-arch dental prostheses supported by six or eight oxidized titanium implants : results after 1 year of loading, case series. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003 ; 5 Suppl 1 : 81-87.
25. Ostman PO, Hellman M, Sennerby L. Direct implant loading in the edentulous maxilla using a bone density-adapted surgical protocol and primary implant stability criteria for inclusion. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005 ; 7 Suppl 1 : S60-69.
26. Payne AG, Tawse-Smith A, Thomson WM, Duncan WD, Kumara R. One-stage surgery and early loading of three implants for maxillary overdentures : a 1-year report. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004 ; 6 (2) : 61-74.
27. van Steenberghe D, Glauser R, Blomback U, Andersson M, Schutyser F, Pettersson A, Wendelhag I. A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae : a prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005 ; 7 Suppl 1 : S111-120.
28. van Steenberghe D, Molly L, Jacobs R, Vandekerckhove B, Quirynen M, Naert I. The immediate rehabilitation by means of a ready-made final fixed prosthesis in the edentulous mandible : a 1-year follow-up

- study on 50 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res.* 2004 ; 15(3) : 360-365.
29. Vanden Bogaerde L, Pedretti G, Dellacasa P, Mozzati M, Rangert B, Wendelhag I. Early function of splinted implants in maxillas and posterior mandibles, using Brånemark System TiUnite implants: an 18-month prospective clinical multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004; 6(3) : 121-129.
30. Brånemark PI, Svensson B, van Steenberghe D. Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Brånemark in full edentulism. *Clin Oral Implants Res.* 1995 ; 6(4) : 227-231.
31. Duyck J, Van Oosterwyck H, Vander Sloten J, De Cooman M, Puers R, Naert I. Magnitude and distribution of occlusal forces on oral implants supporting fixed prostheses: an in vivo study. *Clin Oral Implants Res.* 2000 ; 11(5) : 465-475.
32. Maló P, Rangert B, Nobre M. All-on-4 immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005 ; 7 Suppl 1 : S88-94.
33. Maló P, Rangert B, Nobre M. "All-on-Four" immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003 ; 5 Suppl 1 : 2-9.
34. Aparicio C, Perales P, Rangert B. Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and periotest study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2001 ; 3(1) : 39-49.
35. Fortin Y, Sullivan RM, Rangert BR. The Marius implant bridge: surgical and prosthetic rehabilitation for the completely edentulous upper jaw with moderate to severe resorption: a 5-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2002 ; 4(2) : 69-77.
36. Krekmanov L, Kahn M, Rangert B, Lindstrom H. Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000 ; 15(3) : 405-414.