

改訂補強版

上顎洞とサイナスリフト - 臨床実践編 -

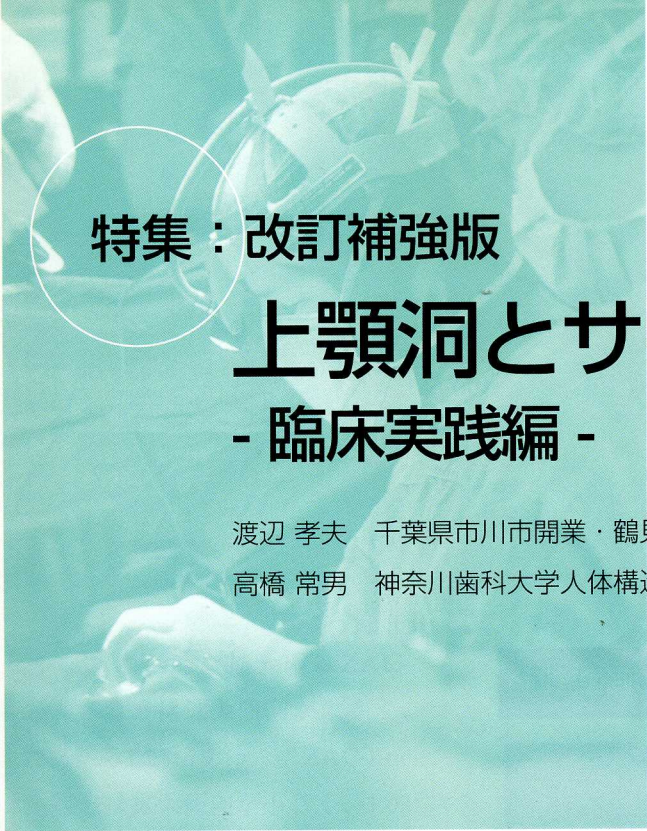
渡辺 孝夫+高橋 常男

インプラント ジャーナル

Oral
The Journal of
Implants

ゼニス出版

2003 16 冬号 別刷 2003年12月20日発行



特集：改訂補強版

上顎洞とサイナスリフト

- 臨床実践編 -

渡辺 孝夫 千葉県市川市開業・鶴見大学歯学部第1口腔外科学教室

高橋 常男 神奈川歯科大学人体構造学講座教授

はじめに

ここではサイナスリフトのための画像診断、サイナスリフト後の新生骨発生のメカニズム、そして超音波チップを使用したsimultaneous approachによるラテラルアプローチのサイナスリフトの手順を報告する。

特に画像診断とサイナスリフトの手術手順については、前章の「肉眼解剖・臨床解剖学編」で定義したZAC-lineを基準にした。

現在、サイナスリフトは上顎臼歯部へのインプラント応用に際して必要不可欠な技術であり、インプラント臨床ではごく一般的に行われるようになってきた。しかし、国内で利用できる骨補填材、骨移植材には限りがあり、サイナスリフトの挙上スペースにどのような骨補填材、骨移

植材を使用するのが良いのか日々頭を悩ませているのが現実である。

本章、サイナスリフト後の新生骨発生のメカニズムの項は、筆者らが実施した実験結果を基にして、洞粘膜を挙上したスペースにどのようにして新生骨が発生するのかを解説している。また、サイナスリフトに求められる移植材の要件や、各補填材、移植材の性質の比較も併記しているので、インプラント临床上、特にサイナスリフト術の一助になればと考えている。

1. サイナスリフトの画像診断

パノラマX線写真

サイナスリフトを前提とした画像診断を行う場合、パノラマX線写真では表1に示す項目のスクリーニングが可能である。

パノラマX線写真は基本的に歯列弓を診断するため、その焦点は歯列弓に設定されている。つまり上顎洞は投影されているものの、そこには歪みが生じている可能性が多分に存在している。そこで、診断用ステントなどを製作・装着してパノラマX線写真を撮影し、寸法の基準となるステンレス球やチューブを画像内に写し込んで正確な距離やサイズを逆算するわけである。しかし、ケースによってはステントの装着・固定が困難であったり、時間的な制約があり迅速な診断が求められる場合には通常のパノラマX線写真上でスクリーニングを行う必要が生じる場合もある。本項では、有歯顎、無歯顎に限らず、パノラマX線写真上に常に存在する普遍的な構造物である頬骨下稜を基に定義したZAC-lineを基

表1：パノラマX線写真によるスクリーニング

- ① 歯槽骨外形
- ② 洞底形態
- ③ 洞内隔壁（可能性）
- ④ 洞内病変（可能性）
- ⑤ 眼耳平面
- ⑥ ZACポイント
- ⑦ ZACバーティカルライン
- ⑧ インプラント埋入部位の設定
- ⑨ 洞底・歯槽頂間距離

準にして、パノラマX線写真の読影について述べる。

青島ら¹⁾は、実物頭蓋骨標本のZAC-lineに鉛粒を貼付し、それをパノラマX線撮影し、両者を比較することでパノラマX線写真の歪みの特徴を検索した。それによると、乾燥頭蓋骨における実際のZAC-lineの角度は眼耳平面に対して80.0度後方に傾いていた（P10,図3参照）。同乾燥頭蓋骨のパノラマX線写真では、その角度が82.2度であり、実質的な有意差はなかったとしている。

しかし、水平的な拡大率はZAC-lineより前方は拡大傾向が大きく、1.15倍から1.25倍あった。ZAC-lineより後方は拡大傾向が小さく、1.02倍であった。

これらの結果から、ZAC-lineを基準にすることでサイナスリフトにおける骨開窓部の範囲やインプラント埋入部位などの大まかな決定が可能となる。パノラマX線写真上での作図（スクリーニング）の手順は次の通りである。

まず、上顎洞ができるだけ投影されるように頭部を前傾させたパントモX線の撮影を行う。撮影したパノラマX線写真上で眼耳平面を印記する（図1-1の①）。次に頬骨弓基部はパノラマX線写真では上顎洞部にJ字状の不透過線として現れることから、それをトレースして最下点（最も谷の部分）を印記する。その点（ZAC point）から眼耳平面に対して垂直に交わる線を描き（図1-1の②：上顎第二大臼歯近心頬側咬頭付近を通過）、それをZAC-lineとする。2本の基準となる線が描けたらインプラント埋入位置のトレースを行う（図1-1の③）。そして洞底線の位置

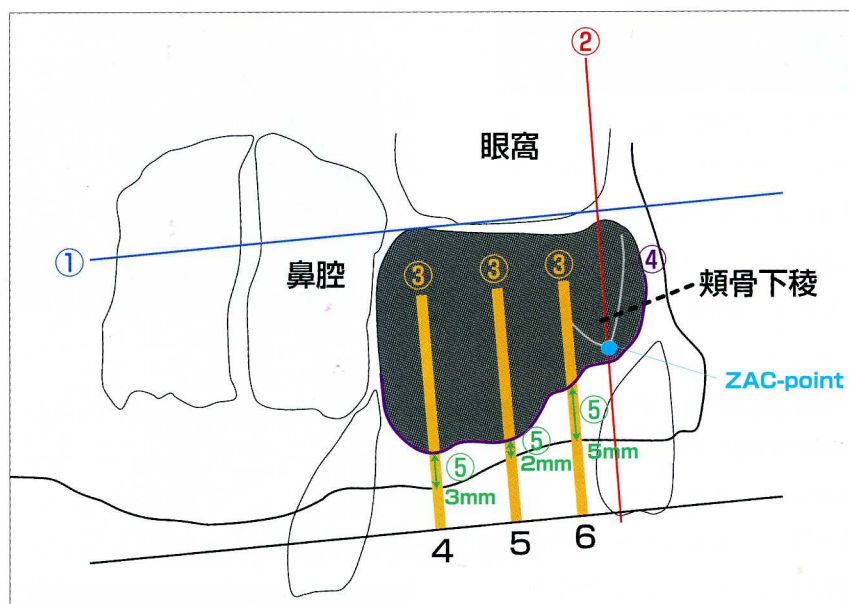


図1-1：パノラマX線写真上での作図（スクリーニング）の手順。

をトレースし（図1-1の④）、各インプラント埋入位置における高径骨量の測定をおこなう（図1-1の⑤）。

このようにしてサイナスリフトのスクリーニングはできるのだが、パノラマX線写真の情報だけでは判別できないものも多い。隔壁についてはその存在が不鮮明であり、過大診断・過小診断につながる。また、洞内の粘膜組織の病変についても判別できない。さらに三次元情報という点でも限界がある。つまりサイナス

リフトが必要か否かという診断はパノラマX線写真で可能だが、実際のサイナスリフトの処置に際しては、やはりCTスキャン画像の必要性が生じてくる。

CTスキャン画像

CTスキャン画像では、パノラマX線写真上のスクリーニングに加えて、表2に示す項目のスクリーニングが可能である。

CTスキャン画像上での作図（スクリーニング）の手順は次の通りである。まず咬合平面を垂直にしたCTスキャンの撮影を行う。このとき頬骨突起下縁全体が像に含まれるように依頼する。CTスキャン画像上頬骨弓の基部が現れている画像を出す。次いで頬骨弓基部の前後径の中心点を印記（ZAC point）する。次いで左右のZAC point（図1-3）を結んだ線を引く（図1-4）。これはZAC-lineに基づく前額断ラインに相当する。

表2：CTスキャン画像によるスクリーニング

- ① 洞粘膜肥厚
- ② 洞内病変（図1-2）
- ③ 洞底形態
- ④ 洞内隔壁
- ⑤ インプラント埋入部位設定
- ⑥ 洞底・歯槽頂間距離
- ⑦ 洞底・矢状形態
- ⑧ 洞底・頬舌形態

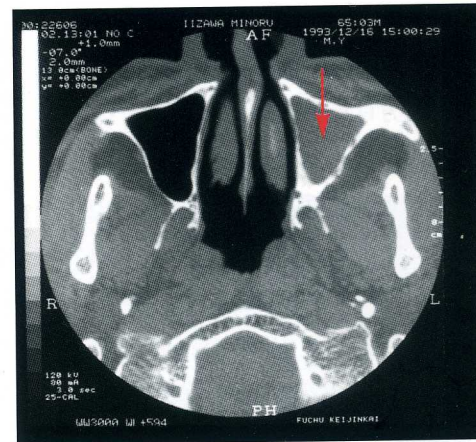


図1-2：CTスキャン画像にみる洞内病変（↓）。

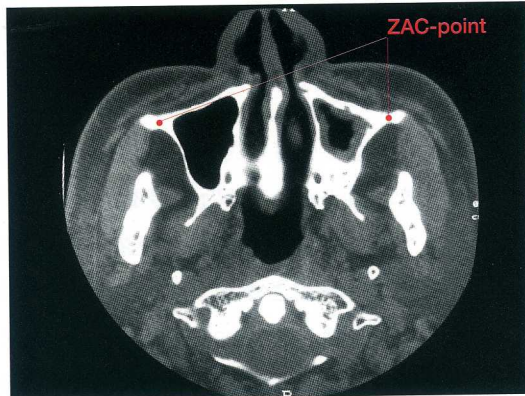


図1-3：左右のZAC-pointを決定する。

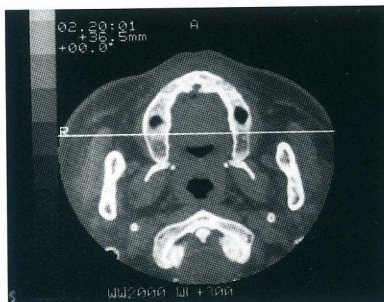


図1-4：左右のZAC pointを結んだ線をZAC-lineとする。前額断ラインに相当し、上顎第二大臼歯近心頬側咬頭付近を通過する。

続いてインプラント埋入位置のトレースであるが、CT画像上ではZAC-lineが上顎第二大臼歯近心頬側咬頭付近を通過するため、咬合面観画像上で、それを基準にインプラント埋入位置を設定する（図1-5）。設定したインプラント埋入位置に基づいて頬舌側断面像（2D像）から軟組織と骨組織の評価を（図1-6）、同じく矢状断面像（2D像）でも軟組織と骨組織の評価を行う（図1-7）。そして各植立位置における高径骨量の測定、隔壁の有無と走行を確認し、最後に洞底面立体像（3D像）によって洞底の形態および評価を行う（図1-8）。

また、最近はCTデータを利用したインプラントシミュレーションソフトも普及しており、それらのソフトを用いることで骨質や骨量の測定、サイナスリフトのシミュレーションなども正確に行えるようになっている。



図1-5：ZAC-lineを基準にインプラント埋入位置を設定した状態。

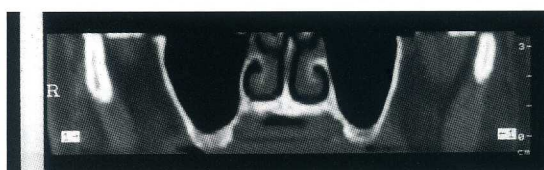


図1-6：インプラント埋入位置に基づいて頬舌側断面像から軟組織と骨組織を評価する。

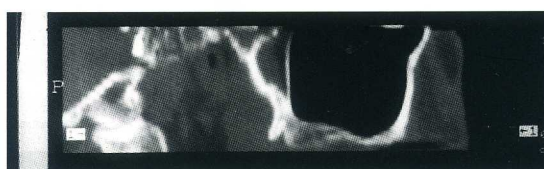


図1-7：同じく矢状断面像から軟組織と骨組織を評価する。

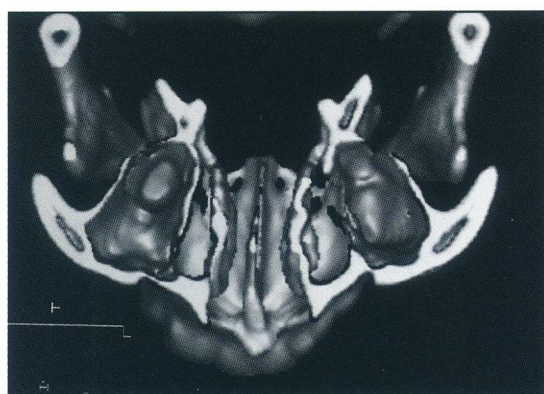


図1-8：最後に洞底面立体像（3D像）によって洞底の形態および評価を行う。

2. サイナスリフトにおける骨増生のメカニズム

サイナスリフトを行った場合、新生骨はどこからできるのか？この疑問はサイナスリフトの予知性を占う上で重要な要素である。ここでは、筆者らが行った実験によって得られた結果に基づき、それらの知見を報告する。

サイナスリフトにおける洞内の新生骨増生は、そのほとんどが上顎洞壁既存骨表面からできる。また、洞粘膜に付着した状態で洞内へ移動させた骨開窓部の骨片表面からも新生骨の増殖は認められている（図2-1）。膜性骨化の観点から挙上洞粘膜からの新生骨形成もあるのではという意見もあるが、挙上洞粘膜からの新生骨増生は期待できない。

補填材を填塞しないで行ったサイナスリフトの実験では、補填材に影響されない上顎洞そのものの骨増生能が観察できる。挙上スペースの新生骨発生から成熟までの時間的な変化と新生骨増生量の時間的な変化を表2-1に示す。ただし、補填材を填塞しないで行った場合は、術後急速

表2-1：挙上スペースの新生骨発生から成熟までの時間的な変化と新生骨増生量の時間的な変化

時系列	新生骨の変化	新生骨高径（増生量）
術直後	凝血期	0mm
術後1週間	肉芽期（新生骨発生）	0mm
術後1ヶ月	新生骨増生期	1～2mm
術後2～3ヶ月	新生骨量のピーク期	2～4mm
術後6～1年	成熟期	0.5mm

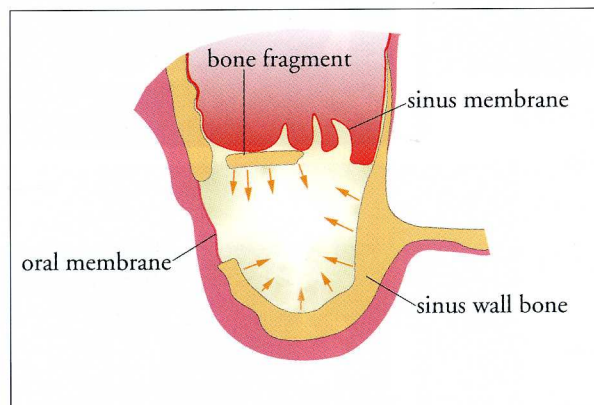


図2-1：上顎洞挙上部の新生骨増生は、ほとんどが上顎洞壁既存骨表面および洞粘膜に付着した状態で洞内へ移動させた骨開窓部の骨片表面から発生している。

に挙上スペースは減少し、最終的には痕跡程度の挙上スペースしか残存しない。

次に人工補填材（骨伝導性）を挙上スペースに填塞した場合のサイナスリフトにおける新生骨増生のメカニズムであるが、やはり新生骨は洞壁既存骨と洞粘膜に付着した骨窓部の骨片のみから増生している。新生

骨量については、補填材を填塞しなかった場合と比較しても量的には差はない。しかし、挙上スペースの減少量は補填材を填塞した方が少なく、スペース保持は80%に達することから形態保持には有効であった。

挙上洞粘膜に付着したまま洞内に移動させた骨片からは新生骨が増生するとしたが、一度、挙上洞粘膜よ

り遊離した骨窓部の骨片は壊死をおこし、小さい骨片は吸収され、大きい骨片は骨梁のみ残留し、その上に新生骨が添加される。つまり、壊死とはいっても腐骨化するのではなく、移植材としての自家骨と同様のメカニズムを示すと考えられる。

骨開窓部については、その骨断端部から骨が活発に増殖するが、10mmを超えるような大きな骨開窓部は骨性の閉鎖はせずに線維性結合組織によって閉鎖される。つまり、従来のような皮質骨による閉鎖は見込めない。

移植材として自家骨が補填された場合は新生骨が活発に増殖する。ただし、細かな自家骨粉の場合は挙上スペースが急激に縮小するので注意が必要である。また、遊離自家骨ブロックは、先述した挙上洞粘膜より遊離した骨窓部の骨片と同様に壊死を起こすが、残留骨梁に新生骨が添加する。洞壁既存骨に固定した自家骨ブロックは、洞壁既存骨とよく生着することが判っている。

他家骨、異種骨などの生体材料は、時として異物反応を惹起する場合もある。

それではサイナスリフトに用いる移植材の要件としては何が必要なのか？その必要条件を図2-2に、各種移植材の比較を図2-3に示す。

以上、ここまでの条件から考えられる理論上最も好ましい移植材としては、自家骨紛・顆粒（生細胞）＋骨・血管成長因子（PRP）＋骨構成材（TCP、Ca剤）＋スペース保持材（合成材）ということになる。しかし、現在国内で使用できる移植材・骨補填材については制限があり、理想的な条件の材料は思うように使用できない。図2-3を参考にし、使用可能な移植材・骨補填材の中からベストのものを選択し併用（混合）するのが現時点では最良の方法と考える。

最後に、計画したサイナスリフトの挙上スペースに必要な移植材の量を計算できる公式を図2-4に示す。

移植材に必要な条件

- ① 生細胞：骨芽細胞、骨原性未分化細胞
- ② 成長因子：PDGF、TGF- β 1、 β 2、FGFなど
- ③ 循環要素：毛細血管
- ④ 骨構成材料：Ca、P、コラーゲンタンパク
- ⑤ 空隙形成・空隙保持：固形、難吸収性
- ⑥ 大きさ：自然孔径以下（2-3mm）
- ⑦ 感染、異物反応：なし

図2-2

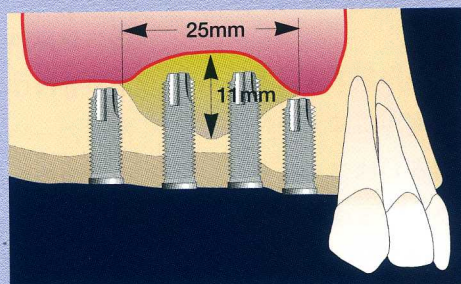
移植材および補填材の比較

単身の移植材	生細胞	成長因子	骨構成材料	毛細管再生	空隙保持	大きさ	感染性	異物反応
自家骨	◎	◎	○	○	△	○	○	◎
同種他家骨(DFDB)	—	○	△	—	△	△	×	×
異種骨(TBC)	—	—	◎	—	◎	○	△	△
合成骨(TCP)	—	—	◎	—	◎	○	◎	◎
コラーゲンスポンジ	—	—	○	—	×	○	△	—
成長因子(BMP,PRP)	—	◎	—	◎	×	○	○	△

図2-3

移植材容量の公式

$$2.0 \text{ cc} \times \text{挙上量 (cm)} \times \text{挙上範囲 (cm)}$$



$$\text{例：} 2.0\text{cc} \times 1.1 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm} = 5.5\text{cc}$$

図2-4：必要となる移植材量の算出式。
オルソパントモ像上の平面的な計算で算出が可能である。

3. ZAC-lineを基準とした サイナスリフト

骨内インプラントのための上顎骨側壁アプローチによるサイナスリフトは、TATUM³⁾によって行われた1975年から1976年にかけての15症例が最初であるといわれている。この方法では上顎洞側壁を露出、開削し、側面に穴を開けた後そこから洞粘膜を挙上し、洞底部の骨造成をはかった。洞内での操作がしやすく骨造成量が多い場合に有用である。その後、上顎骨側壁を開窓して洞粘膜にアプローチする方法は、BOYNE⁷⁾、SMILER¹⁰⁾、MISCH⁹⁾、WOOD⁴⁾、WHITTAKER⁵⁾、CHANA-VAZ⁸⁾およびJENSEN⁶⁾が報告し、本邦では著者ら¹¹⁾を含め、数件の報告がある。

一方、歯槽頂アプローチによるサイナスリフトは、LINKOW¹²⁾がプレートインプラントを骨内インプラント床に槌打埋入し注意深く突出させ洞粘膜を断裂させず持ち上げる方法を、また、BRÅNEMARKら¹³⁾は骨内インプラント床を洞粘膜直下まで形成、小さな剥離子で洞粘膜を挙上、その後に骨内インプラントを植立す

るという方法を報告した。

同じく、WAGNER²⁾は上顎の歯槽堤に洞底部の皮質骨を一層残して骨内インプラント床を形成、床の底部に補填材を填塞した状態で骨内インプラントを挿入・骨内インプラントの頭をマレットで槌打し、骨内インプラント先端で補填材と共に皮質骨に不全骨折(green stick fracture)を惹起、洞内に盛り上げた。当初はこれらの骨内インプラント床を通して洞内にアプローチする方法の骨造成量は1~2mm程度のごくわずかしき期待できないとされていたが、現在はインプラント床アプローチの専用器具であるオステオトームを使用したオステオトームテクニック¹⁴⁾として定着し、5~8mm程度の挙上は一般的となりつつある。

以上のようにサイナスリフトはアプローチの方法によりラテラルアプローチ法(上顎骨側壁に穴を開けてアプローチする方法)と、オステオトームテクニック(床を形成し、その骨内インプラント床を通して洞内

にアプローチする方法:歯槽頂アプローチ、インプラント床アプローチ)の2つに大別される。

また、さらにサイナスリフトと骨内インプラント埋入の併用については、同時に行う場合と、最初に骨造成術を行って骨量を増加させておいてから、時期をずらして骨内インプラント埋入術を行う場合の2通りがある。前者はsimultaneous approach(一期法)、後者はstaged approach(二期法)と呼ばれ、その選択基準は埋入するインプラントの長さで残存する骨量との関係で決められる。骨内インプラントの初期固定が十分得られる骨量が残存している場合はsimultaneous approachを、初期固定が不十分と思われる場合はstaged approachが選択される。

ここでは、ZAC-lineを基準にしたラテラルアプローチによるsimultaneous approachの手順を臨床例を用いて解説する(図3-1~39)。

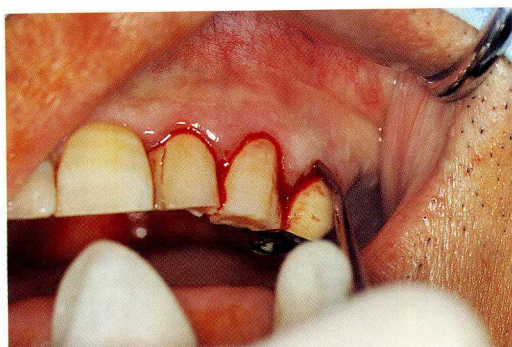


図3-1： 3 4 部の頬側歯頸部に切開を入れている状態。

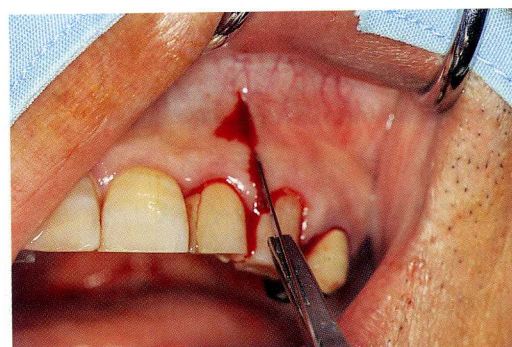


図3-2： 3 部近心寄りに縦切開をいれている状態。

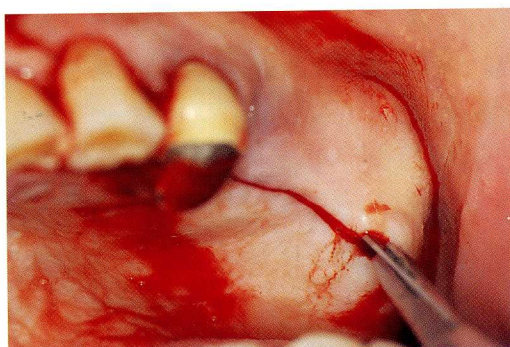


図3-3： 5 6 7 部に歯槽頂切開を入れている状態。

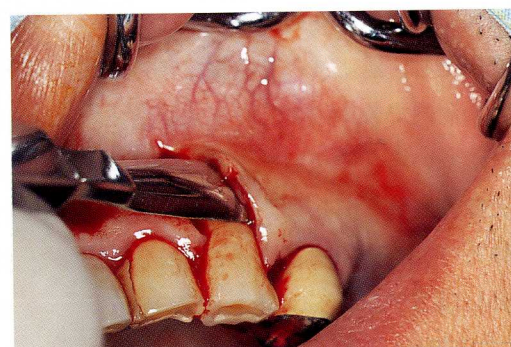


図3-4： 3 部近心寄りの縦切開部から全層弁で慎重に剥離を行う。

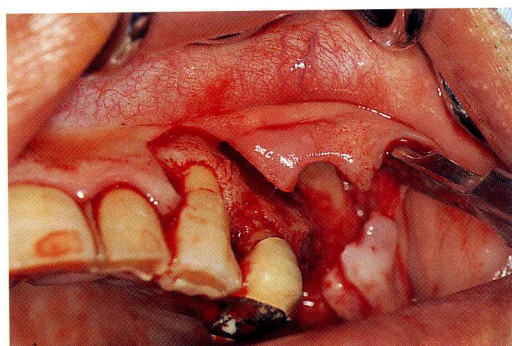


図3-5： 頬骨下稜が露出させたところで剥離を完了する。

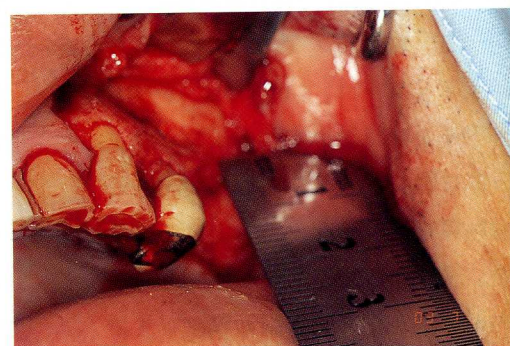


図3-6： 頬骨下稜を基準とし、洞底部の位置を計測して印記する。

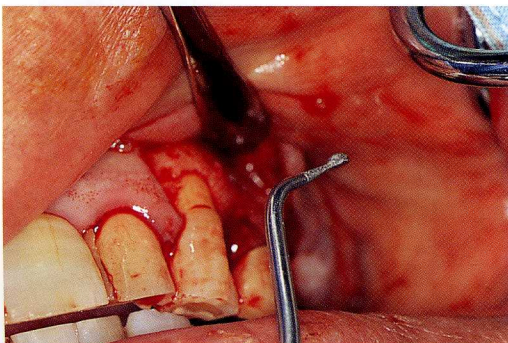


図3-7：本例で骨開窓部の骨溝形成に用いた超音波「PIEZON」の球状のダイヤモンドマイクロチップ。

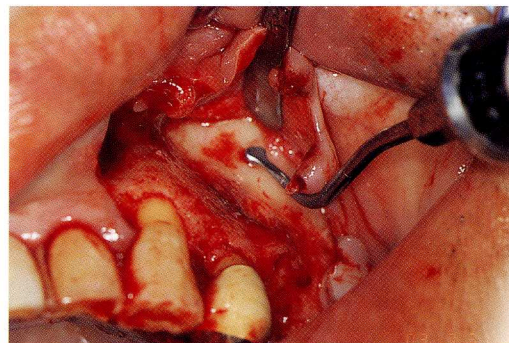


図3-8：滅菌精製水注水下で骨溝形成部にマイクロチップを軽くあてていく。

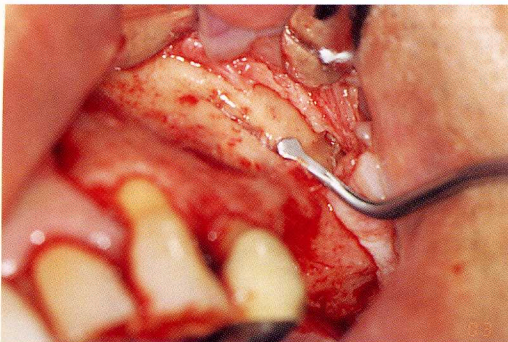


図3-9：

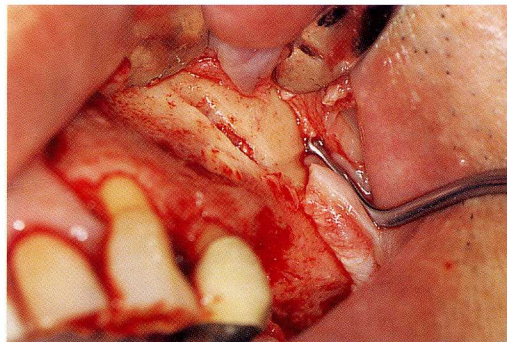


図3-10：

図3-9,10：マイクロチップを骨溝外形線に沿って軽くあてながらすらししていくことで、超音波の振動によって骨が切削されていく。このマイクロチップ使用するメリットは、骨を切削できるものの粘膜は傷つけないことである。ただし、切削スピードは遅いので、ケースによっては事前にラウンドバーなどである程度まで骨溝を形成した後、最終形成時に本マイクロチップを使用するとよい。

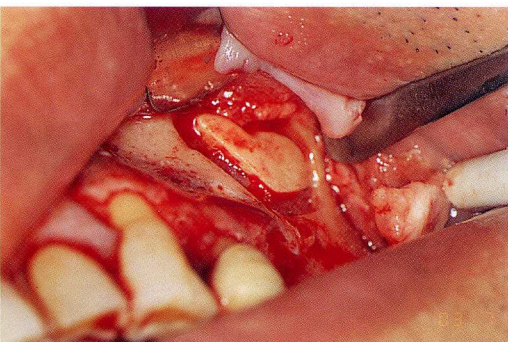


図3-11：骨溝形成が終了した状態。

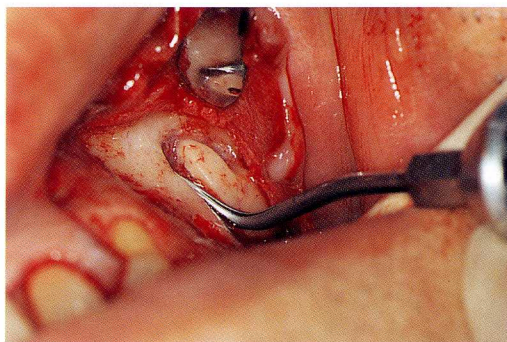


図3-12：次に、同じマイクロチップを用いて洞粘膜を剥離していく。マイクロチップを骨開窓部周囲の骨壁内側と洞粘膜の間に沿わせるように軽くあてながら進めていく。この操作によって洞粘膜は容易に剥離できる。

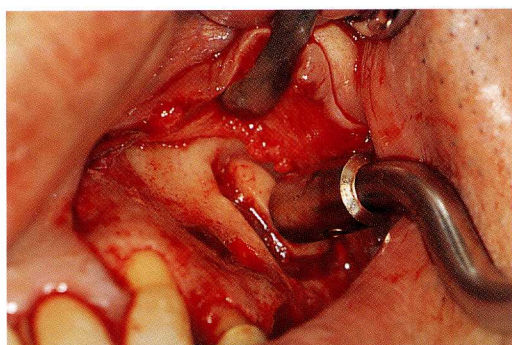


図3-13：洞粘膜の剥離が終了した後、開窓部の骨を槌打して洞粘膜を挙上する。

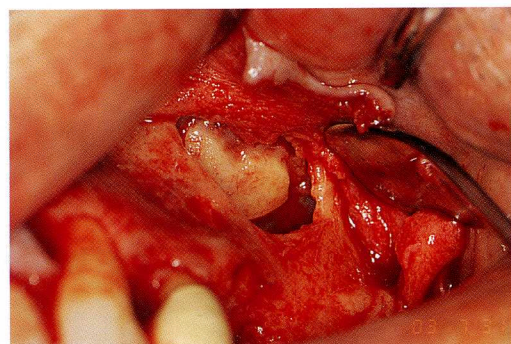


図3-14：この方法を用いると、洞粘膜に開窓部骨片を付着させたまま洞内へ挿入でき、洞粘膜挙上も容易にできる。

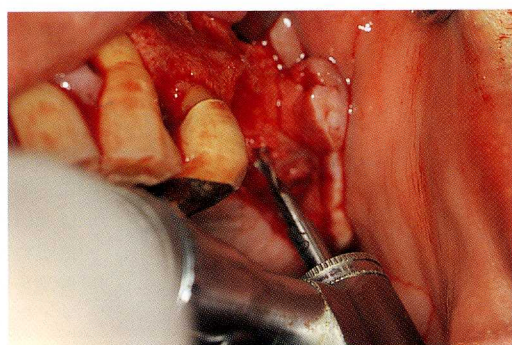


図3-15：通法に従いインプラント埋入床を形成する。パイロットドリルによる穿孔。

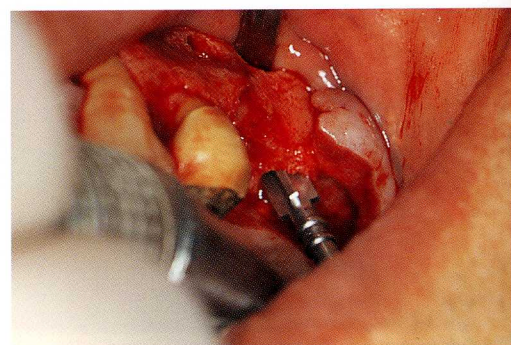


図3-16：ファイナルドリルによるインプラント床最終形成。

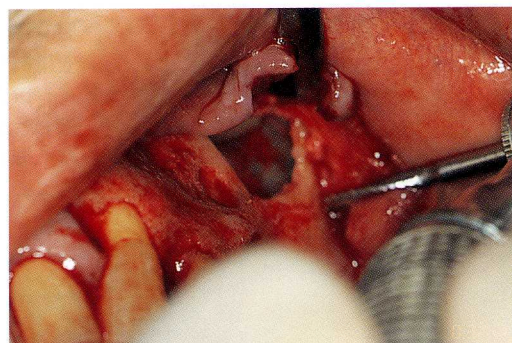


図3-17：インプラント埋入床を形成したら、埋入部骨面に活性化を促すためディコルティフィケーションを行う。

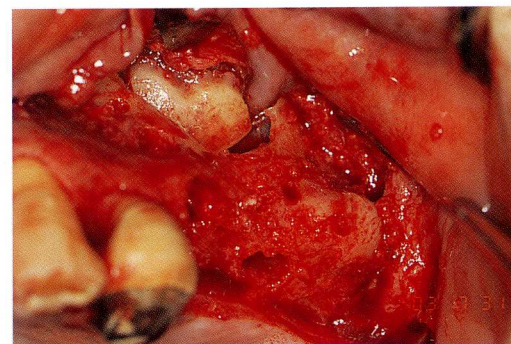


図3-18：ディコルティフィケーションが完了した状態。



図3-19：コラーゲンシート（コラテープ®、center-pulse社/USA）を折り畳んで、山の部分を上にしてピンセットで保持する。

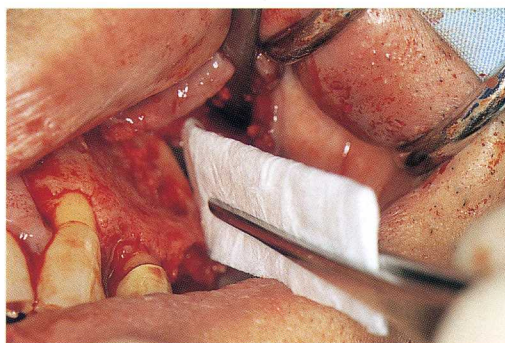


図3-20：コラーゲンシートの挿入に際しては、まず呼吸によって動く洞粘膜のリズムを把握する。

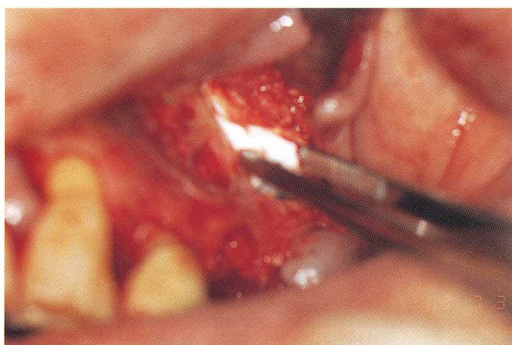


図3-21：呼吸によって洞粘膜が浮き上がった瞬間に、一気にコラーゲンシートを洞内に挿入する。

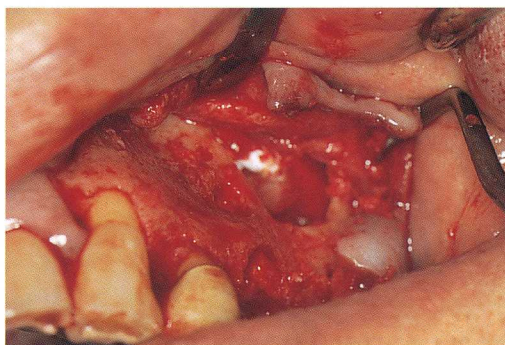


図3-22：折り畳んだコラーゲンシートを広げて挙上した洞粘膜下に添える。



図3-23：SmatPreP™ (Harvest社/USA) によって生成したPRP。



図3-24：骨補填材と床形成時に採集した切削骨片を混合した移植材にPRPを添加している状態。

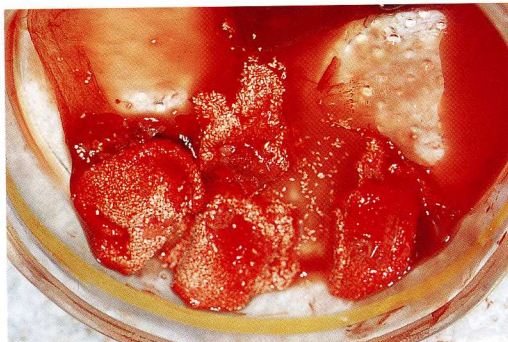


図3-25：移植材とPRPが混合された状態。



図3-27：インプラント体は事前にPRPに浸しておく。

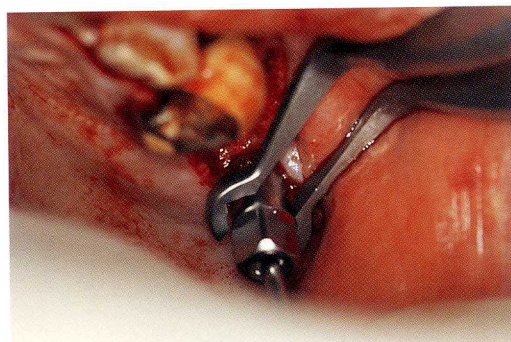


図3-29：インプラント挿入ジグを取り外している状態。

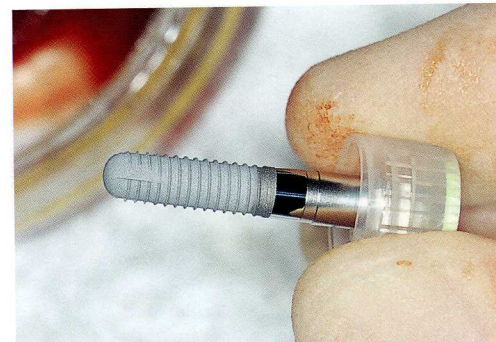


図3-26：使用したHAコーティングインプラント (P System®, FINATITE, 京セラ/日本)。

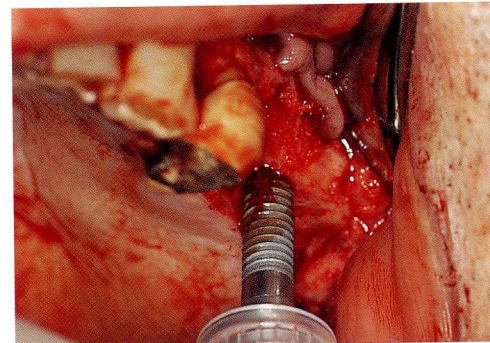


図3-28：通法に従いインプラントを埋入する。

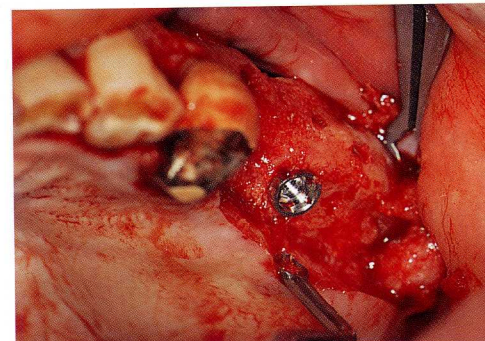


図3-30：埋入されたインプラント。

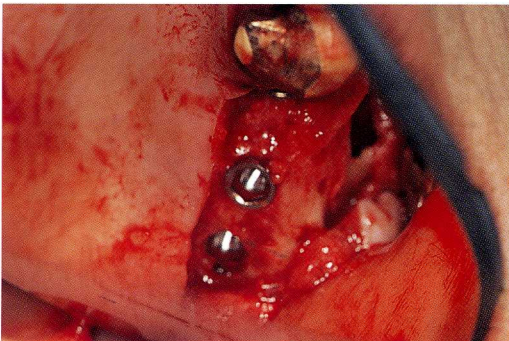


図3-31：同様に後2本のインプラントを埋入し、計3本のインプラントが埋入された状態。

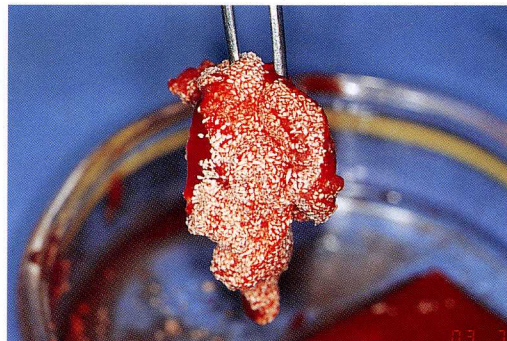


図3-32：PRPを添加したことでゲル化した移植材。

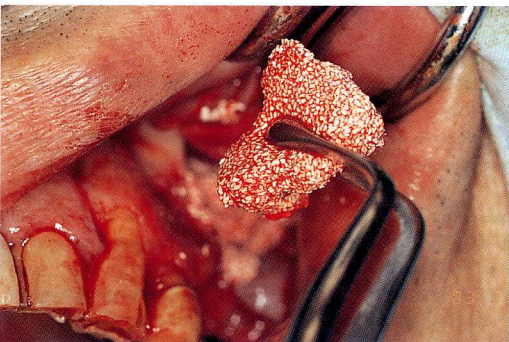


図3-33：ゲル化した移植材を洞内挙上部に填入する。ゲル化しているため操作は容易である。

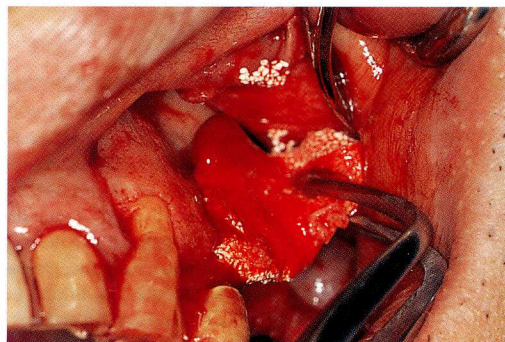


図3-34：予定した挙上量を計算して移植材を準備しているので、すべてが完全に填入されるように填入操作を行うことで、必要なだけの挙上量が確保できる。また、挙上スペースに空隙が残存しないように慎重に填塞する。

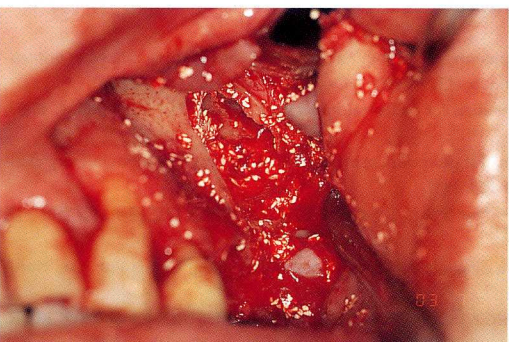


図3-35：移植材の填入が終了した状態。

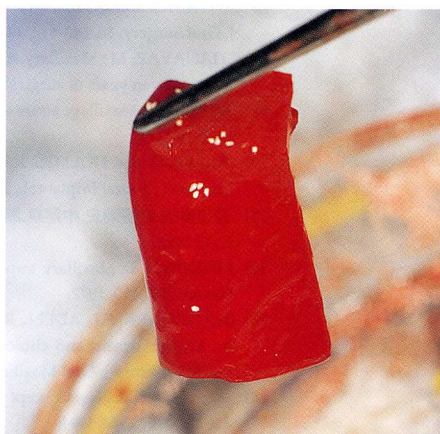


図3-36：PRPに浸しておいたコラーゲンシート（コラテープ®、centerpulse社/USA）。

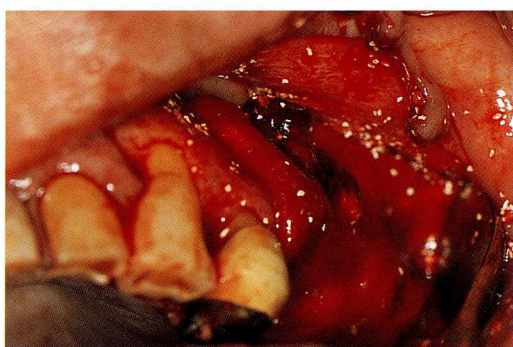


図3-37：骨開窓部およびインプラント埋入部を覆うようにコラーゲンシートで被覆する。

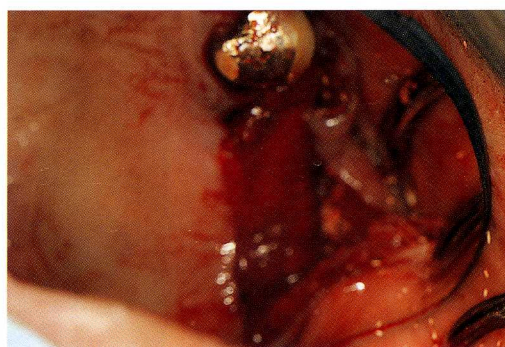


図3-38：同咬合面観。

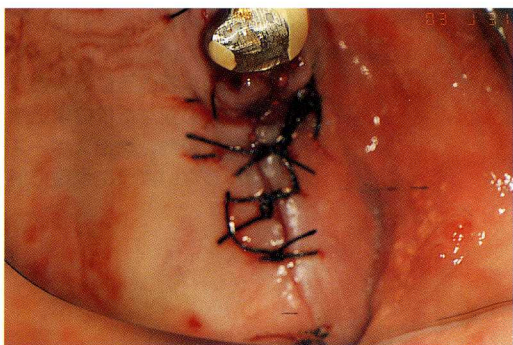


図3-39：弁を復位して縫合した状態。

おわりに

サイナスリフトはある意味でイメージの手術ではないかと感じるときがある。それだけに目安となる解剖学的構造物を基準として手術を進めていくことが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 青島公彦, 高橋常男, 渡辺孝夫, 水沼秀之, 川股亮太: 頬骨下稜とパノラミック無名線; 第33回日本口腔インプラント学会抄録, 7月18-20日, 名古屋, 2003.
- 2) WAGNER, J.R. A 3 1/2-year clinical evaluation of resorbable hydroxyapatite osteogen (HA resorb) used for sinus lift augmentations in conjunction with the Insertion of endosseous implants: J. Oral implantol. 17, 151-164, 1991.
- 3) TATUM, H.: Maxillary and sinus implant reconstructions: Dent. Clin. North Amer., 30, 207-229, 1986.
- 4) WOOD, R.M. and MOORE, D.L.: Grafting of the maxillary sinus with intraorally harvested autogenous bone prior to implant placement: Int. J. Oral Maxillofac. Implants, 3, 209-214, 1988.
- 5) WHITTAKER, J.M., JAMES, R.A., JOZADA, J., CORDOVA, C. and GAREY, D.J.: Histological response and clinical evaluation of heterograft and allograft materials in the elevation of the maxillary sinus for the preparation of endosteal dental implant sites. Simultaneous sinus elevation and root form implantation. An eight-month autopsy report; J. Oral Implantol, 15, 141-144, 1989.
- 6) JENSEN, O.T., PERKINS, S. and VAN DE WATER, F. W.: A Nasal fossa and maxillary sinus grafting of implants from a palatal approach: report of a case; J. Oral Maxillofacial Surg., 50, 415-418, 1992.
- 7) BOYNE, P.J. and JAMES, R.A.: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone; J. Oral Surgery, 38, 613-616, 1980.
- 8) CTIANAVAZ, M.: Maxillary sinus; anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology-eleven years of surgical experience (1979-1990): J. Oral Implantol., 16, 199-209, 1990.
- 9) MISCH, C.: Maxillary sinus augmentation for endosteal implants; Intern. J. Oral Implantol, 4, 49-57, 1987.
- 10) SMILER, D. and HOLMES, R.E.: Sinus lift procedure using porous hydroxyapatite a preliminary clinical report; J. Oral Implantol., 13, 239-253, 1987.
- 11) 渡辺孝夫, 岩野清史, 中尾泉, 瀬戸暁一: サイナスリフトのための洞開窓閉鎖法: 日口腔インプラント誌 5, 118, 1992.
- 12) LINKOW, L.I.: Maxillary implants, a dynamic approach to oral implantology; Glarus Pub. Co., North Haven, 108-110, 1977.
- 13) BRÄNEMARK, P.I., ADELL, R., ALBREKTSSON, T., LEDHOLM, U., LENDSTROM, J. and ROCKLER, B.: An experiment and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus; J. Oral Maxillofacial Surg., 42, 497-505, 1984.
- 14) Summers, R.B: A New Concept in maxillary Implant Surgery: The Osteotome Technique. Comp: ContinE-duc.Dent, 15:52-60, 1994.