

ボーンコンデンスとスーパーコンデンス

水口 稔之

水口インプラントセンター新宿（東京都）



通常の骨量と骨質を有する部位にインプラント治療を適用し、成功を得ることは難しいことではない。

しかし、骨の密度が低い場合は何らかの工夫が必要になる。特に上顎臼歯部においては骨質がポーラス（粗）なことが多いため、埋入時の初期固定も得られにくく、インプラントのオッセオインテグレーション獲得にも不利になる。

そこで、「ボーンコンデンス」という

テクニックが有効と思われる。ボーンコンデンスはインプラント手術時において、埋入窩を形成する際にドリルによる切削ではなく、器具によって骨を圧縮して骨密度をあげ、骨質の問題を解決する方法である。

さらに、本稿ではボーンコンデンスを発展させたオリジナルの方法である「スーパーコンデンス」も紹介する。

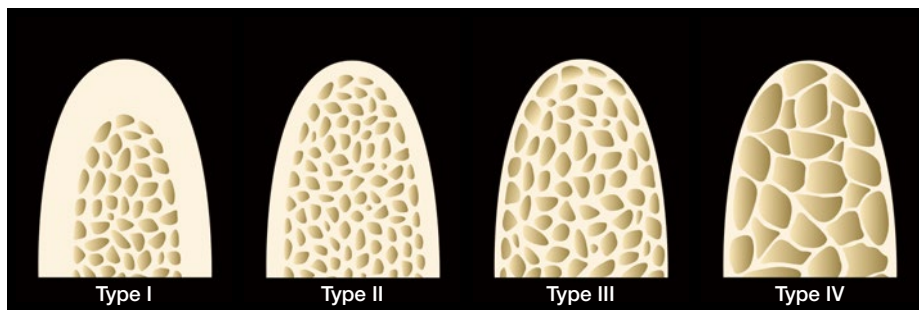
インプラント手術において、我々臨床家は骨質を考慮しながら手術を行う。

1985年 Lekholm&Zarb¹⁾は骨質を皮質骨が多い順に4つに分類した(図A)。また、1990年 Misch²⁾は、インプラント臨床を想定して骨質をD1～D4に分類し、1999年にはそれらの分類にハンスフィールド値(CT値)を追加してCTによる術前診断にも役立てている(図B)³⁾。

術者はこれらの分類を基にドリリング時の感触と埋入時のトルクなどで骨質を判断している。初期固定が得やすいように、アダプテーションテクニック(最終ドリルの径を通常よりも小さめにして埋入時にインプラント周囲骨を圧迫することで埋入トルクを得やすくする方法)を用いて埋入したり、ヒーリング期間を延長したりなどの対応をしている。

しかし、問題が多く生じるのは骨質がD4の場合である。このような骨質は、インプラントの初期固定も得られにくく、オッセオインテグレーションの獲得も不利になるためボーンコンデンスを行い対応することが効果的である。ボーンコンデンスはインプラント手術時において、埋入窩を形成する際にドリルによる切削ではなく、器具によって骨を圧縮して埋入窩を形成して骨密度をあげる方法である。

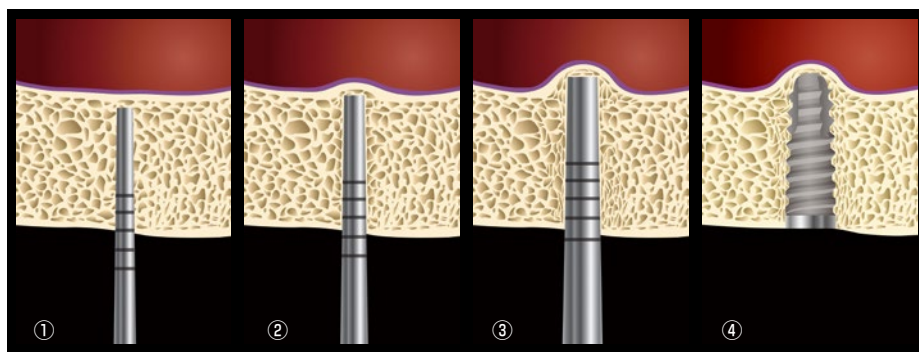
これらの方法は、1994年に Summers⁴⁾がオステオトームを使用して骨を圧縮し、ポーラスな骨の密度を改善する方法を発表したことにより、現在はポピュラーな術式となっている(図C)。



図A：Lekholm&Zarbは骨質を皮質骨が多い順にI～IVのタイプに分類した。

骨質	HU値	骨の状態	ドリル使用時の感触	骨強度の10段階評価	主な部位
D1	>1250HU	大部分が皮質骨	カシ材またはカエデ材	9～10	下顎前歯部
D2	850～1250 HU	皮質骨と骨梁の粗な海綿骨が歯槽頂に厚い層を形成している	ホワイtpain材またはスプリース材	7～8	下顎骨全体および上顎前歯部
D3	350～850 HU	歯槽頂部の皮質骨層が薄く、海綿骨骨梁が細い	バルサ材	3～4 (D2の50%)	下顎臼歯部または上顎
D4	150～350 HU	大部分が骨梁の細い海綿骨	発泡スチロール	1～2	上顎臼歯部

図B：Misch²⁾³⁾はハンスフィールド(HU)値を使い骨質をD1～D4に分類した。



図C：オステオトームによるインプラント埋入の術式。

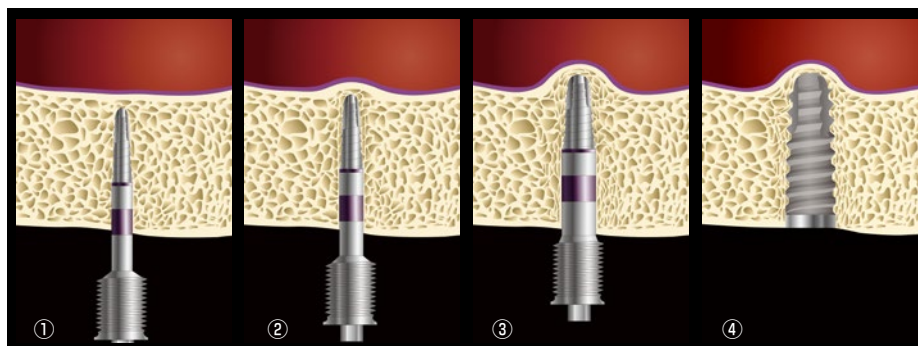
- ①：埋入深度までファーストドリルを行い、続いてオステオトームにて槌打をして周囲骨を圧縮する。
- ②、③：さらに、より太いオステオトームにて槌打する。
- ④：周囲骨が圧縮された状態にてインプラントを埋入する。

その後、ボーンプレッダー（プラトンジャパン）やオステオブッシャー（プラトンジャパン）などの回転式器具の回転力により埋入窩の骨壁を効率良く圧迫して骨を圧縮するテクニックも行われてきた（図D）。筆者は主にこの方法を行っている。

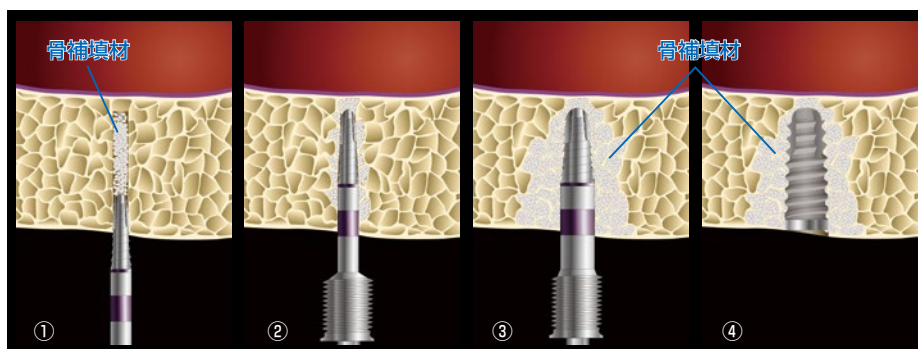
しかし、時には通常よりもかなりポーラスな骨質もある。そのような場合において筆者は「スーパーコンデンス」を行う。

スーパーコンデンスとは非常にポーラスな骨質の場合において、ボーンコンデンスを行うと同時にポーラスな骨内に骨補填材を圧縮力で填入して骨質を密にするテクニックである（図E）。

以降に症例を掲載するので参照していただきたい。



図D：オステオブッシャー（プラトンジャパン）にて回転させながら骨を圧縮させ（①～③）、コンデンスされた状態に対してインプラントを埋入する（④）。



図E：スーパーコンデンスによるインプラント埋入の術式。

- ①，②；非常にポーラスな骨質に対してオステオブッシャーなどの回転器具にて骨補填材を押し込み骨内に填入することによって密度をあげる。
- ③；さらに骨補填材を押し込みつつ骨を圧縮する。
- ④；圧縮と骨補填材の填入によりスーパーコンデンスされた埋入窩にインプラントを埋入する。

症例 1



図1-1：術前のパノラマX線像。図のような上顎臼歯部に骨の高さがある症例は骨質がポーラスであることが多い。

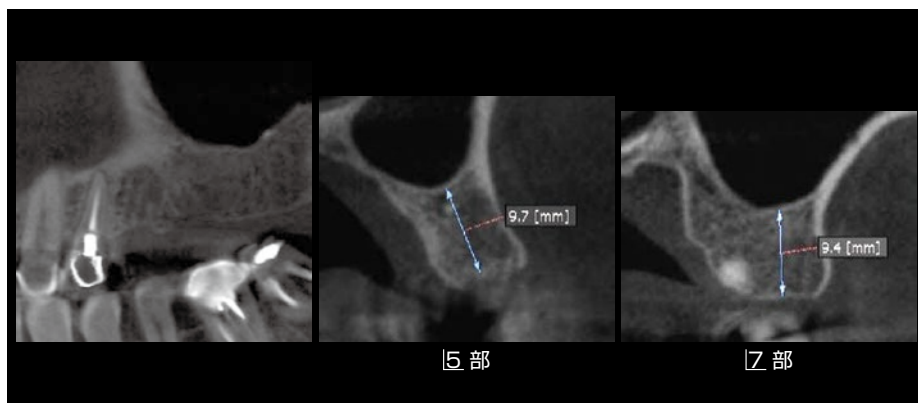


図1-2：術前のCT像。インプラント埋入部位は15部と17部だが、CTで見ると15部の骨質もポーラスであるが、17部はさらにポーラスであることが認められる。

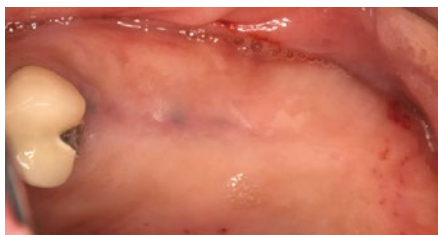


図1-3：術前の口腔内所見。

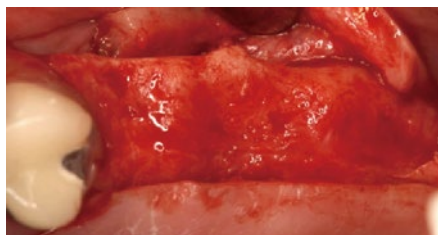


図1-4：フラップ後の口腔内所見。



図1-5：まず、パイロットドリルにて目標深度までドリリングを行う。

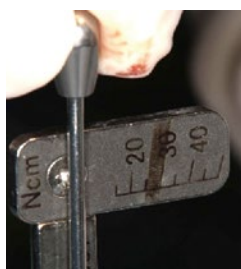


図1-6：Ⅴ部はオステオブッシャーにてポーラスな骨をボーンコンデンスする。まず、 $\phi 2.4\text{mm}$ のオステオブッシャー#0を使用してパイロットドリルにて形成したホールを広げる。この際、トルク値は測定不能なほど骨の硬度は低かった。その後#1、#2、#3、#4とより径の太いオステオブッシャーにてホールを圧縮・拡大していく。骨を削らずに圧縮しながら径を広げていくため、骨質の改善が期待できる。

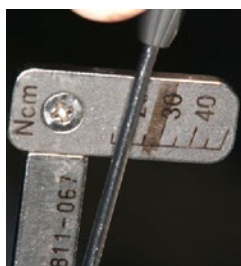


図1-7： $\phi 3.7\text{mm}$ のオステオブッシャー#4の使用時には10～15N程度へとトルク値が向上した。

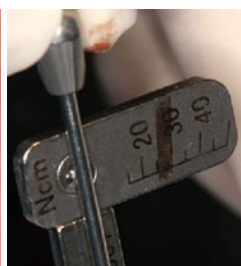
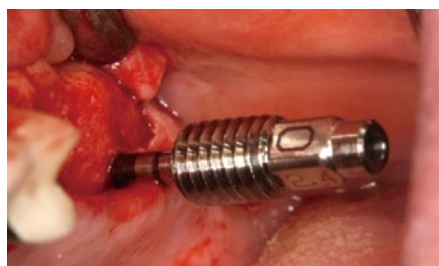


図1-8：Ⅶ部へのオステオブッシャー#0使用時のトルク値。Ⅴ部と同様にトルク値は測定不能であり、骨質はⅤ部よりもポーラスであった。

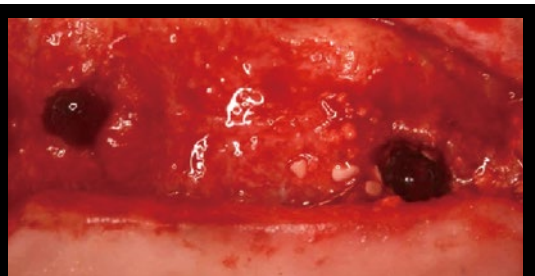


図1-9：Ⅶ部は骨補填材は β -TCPを使用してスーパーコンデンスを行った。

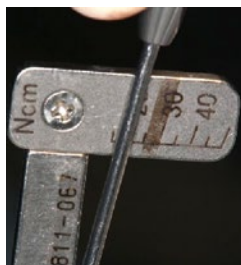
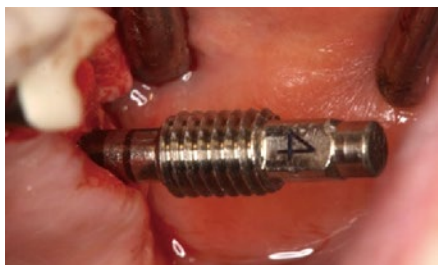


図1-10：スーパーコンデンスを行った結果、オステオブッシャー#0使用時には測定不能であったトルク値が、#4では20N程度まで向上した。



図1-11：術直後の下顎部デンタルX線像。スーパーコンデンスによりインプラント周囲骨内部に骨補填材（ β -TCP：オスフェリオン）が填入されているのが認められる。



図1-12：上部構造装着後のデンタルX線像。下顎部インプラント周囲には骨補填材が認められる。



図1-13：同CT像。

症例2

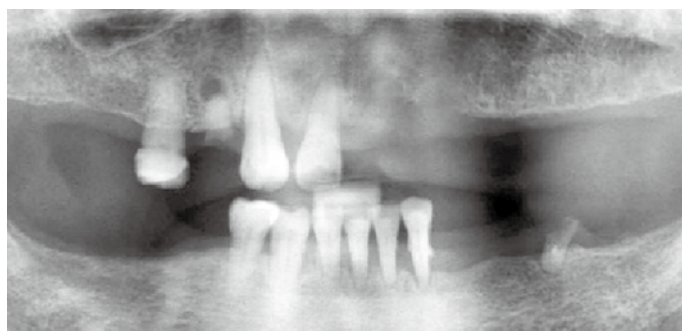


図2-1：術前のパノラマX線像。

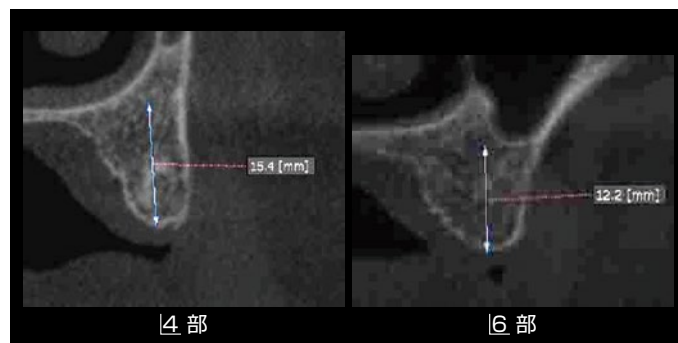


図2-2：術前のCT像。骨質については、下顎部もポーラスであるが、上顎部はさらにポーラスに見える。

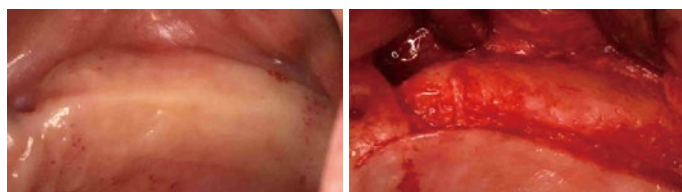


図2-3：術前の口腔内所見およびフラップ後の口腔内所見。

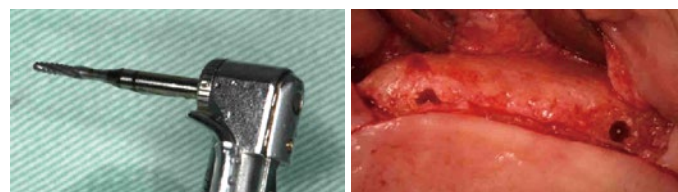


図2-4：まず、ガイドドリルにてパイロットホールを開ける。

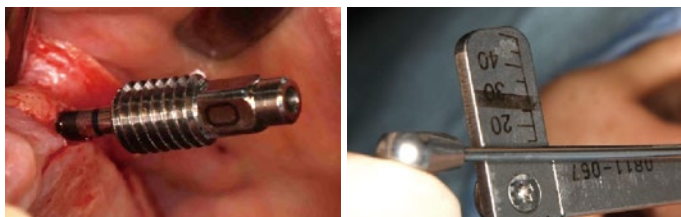


図2-5：|4 部にオステオブッシャー#0 (φ2.4mm)を使用した際には10N程度のトルク値しか示されなかった。

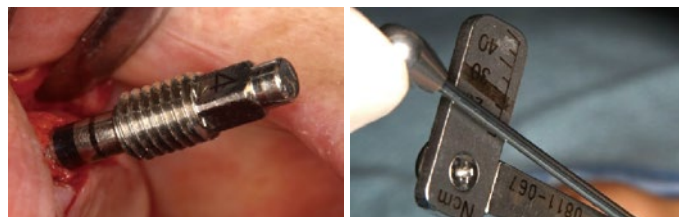


図2-6：しかし、オステオブッシャー#4 (φ3.7mm)までボーンコンデンシスすると15～20Nまでトルク値が向上した。骨が圧縮されてきたことがわかる。

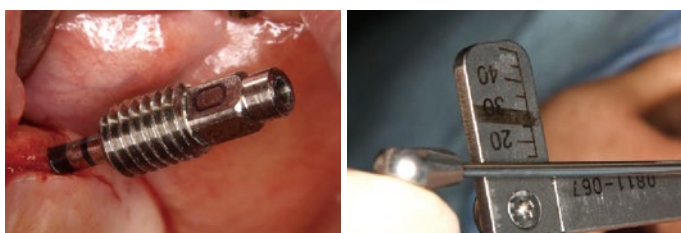


図2-7：|6 部も |4 部と同様にオステオブッシャー#0 (φ2.4mm)を使用した段階では10N程度のトルク値しか示されなかった。

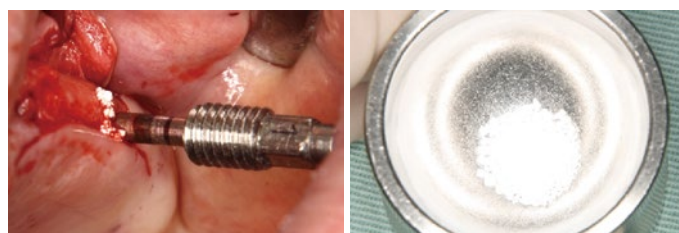


図2-8：オステオブッシャーによるボーンコンデンシスを行いながら骨補填材(β-TCP)を填入してスーパーコンデンシスを行う。

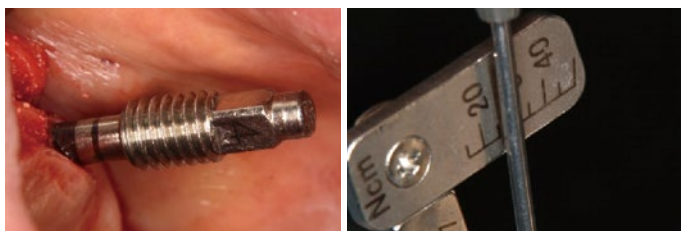


図2-9：|6 部はボーンコンデンシスと同時にスーパーコンデンシスを行った結果、25～30N程度のトルク値が得られた。

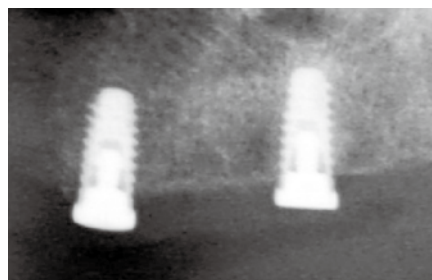


図2-10：術後のデンタルX線像。



図2-11：上部構造装着後のパノラマX線像。

症例3



図3-1：術前のパノラマX線像。64部にインプラントを埋入する治療計画をたてた。

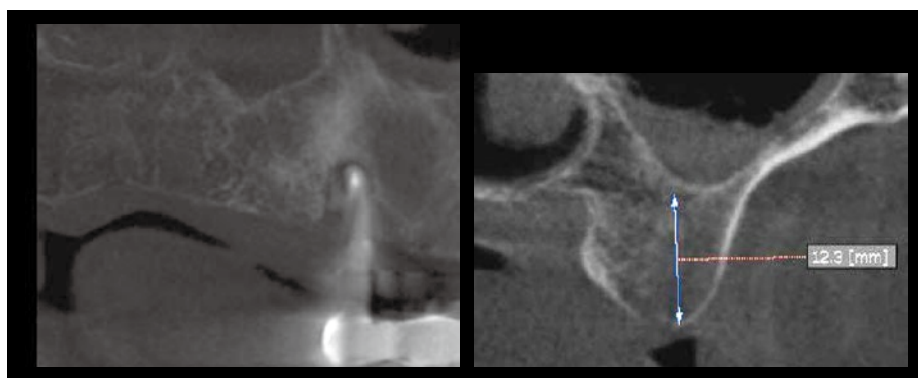


図3-2：術前のCT像。64部は骨質がポーラスであることが認められる。



図3-3：64部は β -TCPとHA顆粒を1：1で混合した骨補填材を使用してスーパーコンデンスを行った。



図3-4：64部へのスーパーコンデンス終了時の状態。

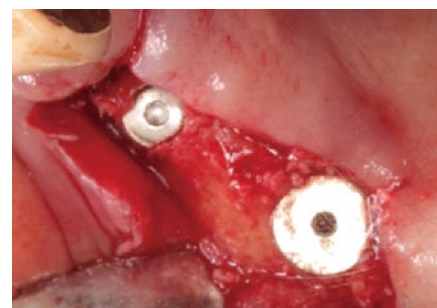


図3-5：インプラント埋入操作完了時の口腔内所見。64部インプラントには初期安定性の確保と骨内への沈み込みを防止する目的で、インプラント径よりも大きな径のキャップを装着した。

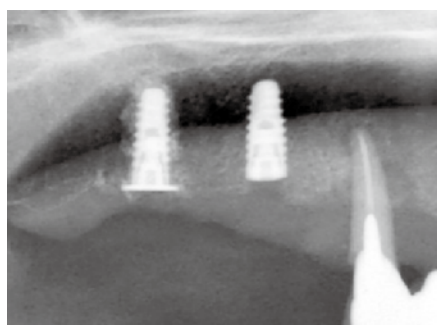


図3-6：術後のデンタルX線像。64部インプラント周囲骨がスーパーコンデンスされていることがわかる。

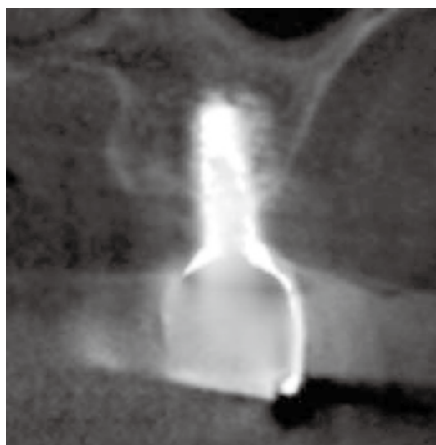


図3-7：上部構造装着後の64部CT像。

結論および考察

供覧した症例でも認められるように「ボーンコンデンス」は骨密度を改善し、初期固定が得られるだけの埋入トルクを確保することができる。これはポラス（粗）あるいは脆弱な骨質に対して従来のドリルによる切削の埋入窩形成よりも有効と考えられる。

さらに、「スーパーコンデンス」は、コンデンスするだけの骨梁にも乏しい骨質に対して有効と思われる。

しかしながら、スーパーコンデンスは新しい方法であり、その予後に対して慎重に観察が必要である。また、本

法を骨質D1～3に適用すると、骨に過度の圧力がかかってしまうため推奨できない。

また、スーパーコンデンスに使用する骨補填材は現在確立していない。筆者は、圧力により適度に潰れてくれる β -TCPを使用したり、 β -TCPとHA顆粒を1:1で混合して使用したりしているが、今のところいずれも良好な結果が得られている。スーパーコンデンス時において、どの骨補填材が有効であるか検討することも、今後の課題とも言える。

おわりに

これまで本誌において何度も述べてきたように、「患者の利益は術者の利益である」。我々臨床家はインプラントの手術が少しでも簡便に手術時間が短くなり、そしてより良い結果が得られるように努力をしなければならない。ゆえに、そのための創意工夫を怠ってはならないのである。

本稿に示したような、骨密度がポラスな症例に対しての創意工夫が、多くの患者と術者にとって利益となることを願う。

参考文献

- 1) Lekholm U, Zarb GA: Patient selection and preparation. Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editor. Chicago: Quintessence Publishing Company; 1985. pp. 199-209.
- 2) Misch CE: Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive boen loading. Int J Oral Implantol 1990;6(2):23-31
- 3) Misch CE: Bone density: A key determinant for clinical success. In: Misch CE. 2nd ed. Contemporary Implant Dentistry. St. Louis: Mosby; 1999:109-118.
- 4) Summers RB : A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. Compendium. 1994;15(2):152-162.



筆者紹介

水口 稔之（歯学博士）
 水口歯科クリニック 院長
 水口インプラントセンター理事長
 日本インプラント臨床研究会会員
 日本口腔インプラント学会専門医
 国際インプラント学会認定医
 グローバル・インプラント・アカデミー認定医
 アジア口腔インプラント学会認定医
 日本歯周病学会会員
 日本歯科審美学会会員
 日本歯科放射線学会優良医