

IMPLANT THERAPY

連載

これで自信をもって取り組める 前歯部インプラント治療

— 診断から埋入, 補綴まで
Step by Step でわかる成功のポイント

Step 2 外科のポイント①



いわ た みつ ひろ

岩田光弘¹

くぼ き たく お

窪木拓男²

1 さくらデンタルクリニック

〒700-0013 岡山市北区伊福町 3-31-10

2 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 インプラント再生補綴学分野 教授

〒700-8558 岡山市北区鹿田町 2-5-1

成功率の高い前歯部インプラント治療を行うには、前回のStep 1で解説した症例のリスク評価を行って、これをもとにインプラント埋入のタイミングと手術の術式を決定する。実際の手術方法についての解説の前に、Step 2では抜歯後のインプラント埋入のタイミングとその適応症について解説するとともに、インプラント補綴の予後に最も影響を与えるインプラントポジションについても述べる。

インプラント埋入のタイミング

インプラント埋入のタイミングは表7のように分類される^{19,20}。歯間（もしくはインプラント-歯間）乳頭を含めた軟組織の審美性を考慮すると切開、剝離を行わない抜歯即時埋入（Type 1）を可能な限り目指すべきである。しかしながら、リスク評価を行った後、Type 1の埋入にリスクがあると考えた場合は、早期埋入（Type 2, Type 3）や遅延埋入（Type 4）で対応する。

表7 インプラント埋入のタイミング^{19, 20}

Type 1	抜歯即時インプラント埋入
Type 2	軟組織治癒を伴う 早期インプラント埋入（抜歯後 4～6 週間）
Type 3	部分的な骨治癒を伴う 早期インプラント埋入（抜歯後12～16週間）
Type 4	完全に治癒した部位に対する 遅延インプラント埋入（抜歯後 6 カ月かそれ以上）

1. 抜歯即時インプラント埋入（Type 1）

審美的な結果を得るためには最も適した術式で、歯肉の切開、剝離を行わない場合、患者への侵襲も少なく治癒も早い。しかしながら、周囲組織にダメージを極力与えない抜歯を行うことや、インプラントを三次元的に適切なポジションに埋入するための外科的なスキルが要求される。Funatoらの分類（前回図11）¹²のClass I およびClass IIの症例が適応症で、歯槽骨内の炎症所見が少なく、Kanらの分類（前回

図12)¹⁸⁾でClass Iのように初期固定を得るための歯槽骨が十分認められる症例が適応症と考えられる。

2. 早期インプラント埋入 (Type 2 および Type 3)

拔牙即時インプラント埋入 (Type 1) が困難な場合は、拔牙後早期埋入が可能か検討する。その場合、4～6週後の軟組織の治癒を待って埋入するType 2と12～16週後の部分的な骨治癒を待ったうえで埋入するType 3が考えられる。インプラントの初期固定を考えると可能な限り骨治癒が得られたほうが望ましいが、治癒が進むに従い薄い唇側骨はすべて吸収し、埋入時の骨造成の難易度が上がってしまう。このため筆者らは、軟組織の治癒が完全に得られ、唇側骨が大きく吸収する前の8～10週のタイミングでインプラント埋入を行うことが多い²¹⁾。早期埋入を行う場合、骨造成を同時に行うが、筆者らは異種骨と吸収性メンブレンあるいはチタンメッシュなどを用いて、GBR法を行っている。

3. 遅延インプラント埋入 (Type 4)

拔牙から6カ月以上経過後に、インプラントの埋入を行う術式である。すでに歯が欠損している部位に対して、埋入する場合はType 4に該当する。バイオタイプの薄い患者では、大きく唇側骨を失い歯槽堤が狭小化し、大がかりな骨造成が必要な場合も多い。特にSeibertの分類 (前回図10)¹⁵⁾でClass IIIに該当する症例では、骨造成のみを先に行い、段階的にインプラント埋入を行うほうが望ましいこともある。

即時埋入も早期埋入も不可能と考えられる場合は、拔牙後の歯槽堤の吸収を抑えるために、拔牙時に骨移植を行う歯槽堤保存術も有効である。通常、歯槽堤保存術を行って、4～6カ月後にインプラント埋入を行うことが多い。

最も大切な埋入ポジション

インプラントの審美性や生物学的安定性を得るためにも、三次元的に正しい位置にインプラントを埋入することは最も重要である⁵⁾。誤ったポジションに埋入されたインプラントに対して、適切な骨造成や軟組織の移植を後から行っても望ましい結果を得ることは困難である。

現在、さまざまな接合様式のインプラント体が存在するが、インプラントの生物学的幅径と辺縁骨の維持を考えるとプラットフォーム・スイッチング型の接合様式のインプラントが望ましいとの報告が多く^{22,23)}、さらにテーパージョイントの接合様式のインプラントがマイクロムーブメントが少ないとの報告もある^{24,25)}ため、その接合様式のインプラント体を埋入することを想定して、理想的な埋入ポジションを示す (図13)。

1. 近遠心的位置

前回も述べたが、隣在歯とインプラントは1.5mm以上の距離を保つ必要がある^{5,27)}。そのため、直径4mmのインプラント体を埋入すると仮定すると、欠損部の近遠心的な距離は最低7mmは必要である。インプラントが隣在歯に近づきすぎると、隣接面の骨吸収、歯間乳頭の減少につながる。

2. 唇口蓋的位置

インプラントの辺縁骨が安定し、辺縁歯肉の退縮を生じないようにするには、唇側には2mm以上²⁸⁾、口蓋側には1mm以上の硬組織が存在することが望ましい。直径4mmのインプラント体を埋入すると仮定すると、少なくとも7mm以上の歯槽堤の唇口蓋的な骨幅が必要であり、多くの患者で骨造成や軟組織の増生が必要になる。また、補綴学的な観点からは、将来のインプラントクラウンが立ち上がる点

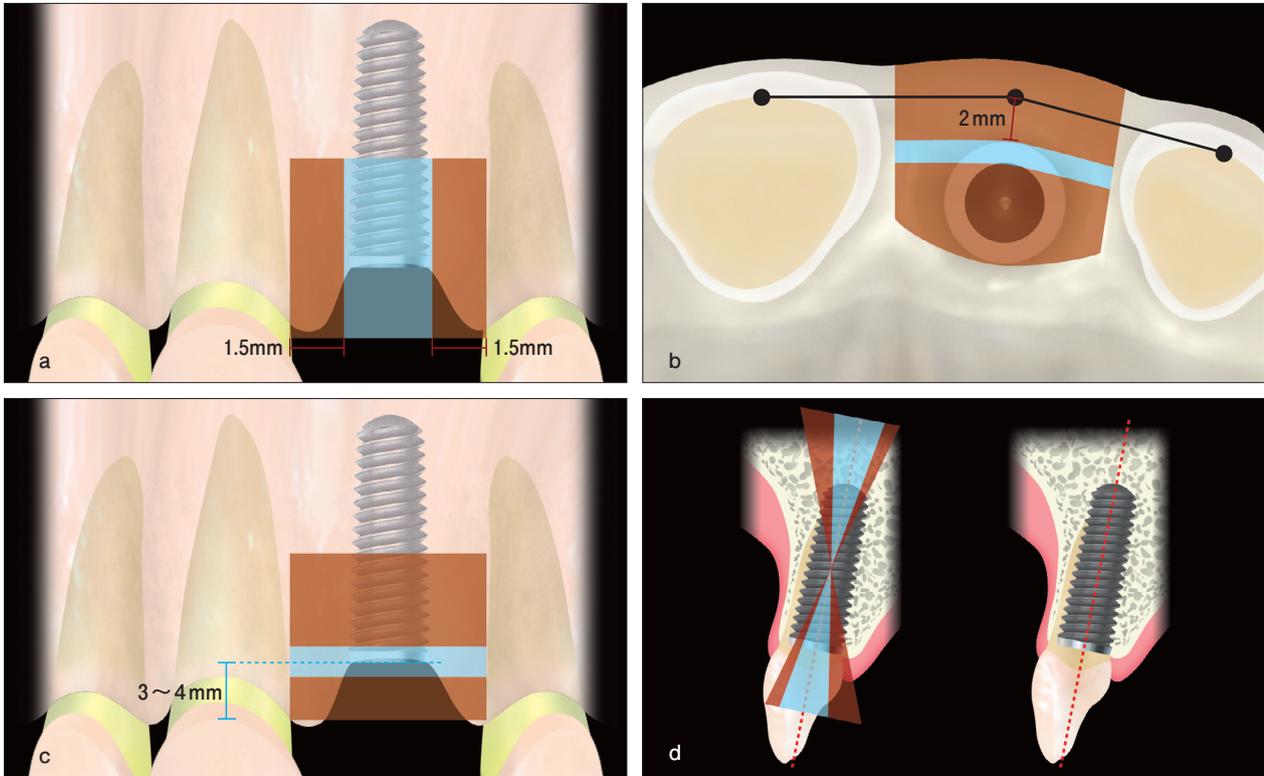


図13 前歯部インプラントの三次元的な埋入位置 (文献²⁷⁾より)。
a : 近遠心的, **b** : 唇口蓋的, **c** : 埋入深度, **d** : 埋入角度. 青色の範囲内での埋入であれば, 適切な結果が得られる. 赤色の範囲への埋入では, 望ましい結果が得られない.

から1.5～2 mm口蓋側に埋入すべき, といわれている⁵⁾. インプラントが唇側に寄りすぎると唇側歯頸部の退縮が発症し, 口蓋側に寄りすぎると将来の補綴装置のエマージェンス・プロファイルが理想的にならない可能性がある.

3. 埋入深度

インプラントの生物学的幅径が3 mm以上であること²⁹⁾, さらにインプラントのプラットフォームから適切なエマージェンス・プロファイルを与え, 望ましい歯冠形態を得るためのスペースを確保することなどから, 埋入深度は最終補綴装置の辺縁歯肉縁から3～4 mm縁下に位置づけることが望ましい. 浅すぎる埋入は, 適切な形態のエマージェンス・プロファイルが得られず, オーバーカントゥアとなり清掃性に問題を生じる. 深すぎる埋入も, インプラントによって骨縁下欠損が惹起され, 清掃性に問題

を生じる恐れがある.

4. 埋入角度

インプラントの埋入角度が唇側に傾斜しすぎると, 唇側の硬・軟組織を喪失させる原因となる³⁰⁾. インプラントの埋入角度は, 補綴装置の適切なエマージェンス・プロファイルを得るためにも, インプラントの長軸方向が, 予定される補綴装置の切端方向のやや口蓋側寄りであることが望ましい^{5, 12)}.

あらかじめ診断用ワックスアップを製作し, 反対同名歯と調和した形態の補綴装置が製作できるか確認する (図14). それをもとにラジオグラフィックガイドを製作し, 患者の口腔内に設置してCT撮影を行う. 後にラジオグラフィックガイドのみのCT撮影を行い, 両者のデータを診断用ソフトウェア上で重ね合わせることで補綴主導型のトップダウンでインプラント体の埋入ポジションが決定できる (図15).



図14 症例Eの診断用ワックスアップ。反対側中切歯と比較して、適切な形態の歯冠が再現可能かどうか確認する。予測される歯頸ラインを明確にして、不足している軟組織形態は赤色のワックスで再現する。

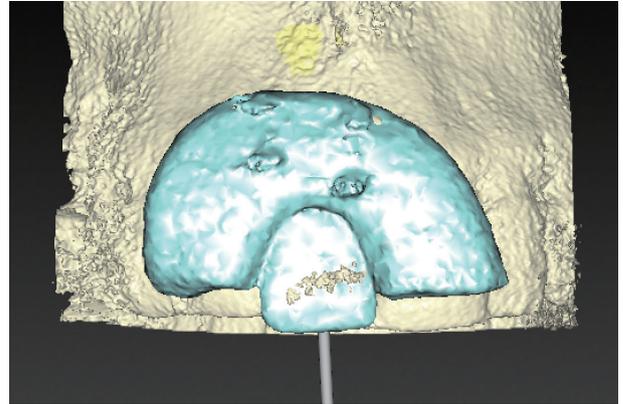


図15 症例Cのコンピュータソフトウェア上でマッチングされたラジオグラフィックガイド。



図16 症例Cの初診時の所見。

- a：1]は残根状態で著しく変色している。
- b：破折ラインが認められ、保存不可能と判断した。
- c：デンタルエックス線写真では、隣在歯を含め付着の喪失は認められず、根尖病変も認められない。

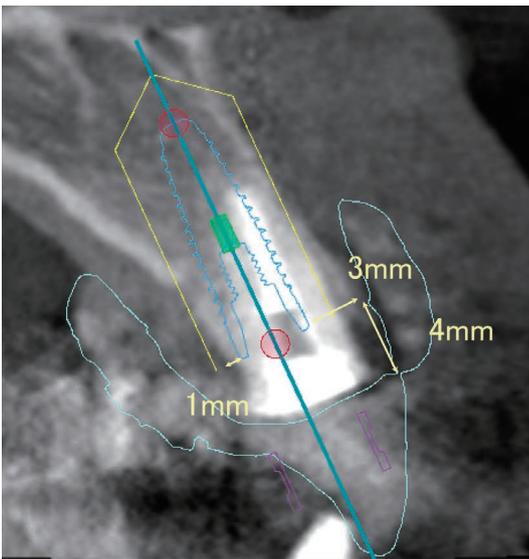


図17 症例Cの診断ソフトウェア上でのインプラント埋入ポジションのシミュレーション。

それによって、抜歯即時埋入の可否やGBRで骨造成する量、使用材料などを決めて埋入術式を確定する。診断用ソフトウェア上でインプラント埋入ポジションが決定したら、ソフトウェア上で手術ガイド

ドを発注し、ガイドドサージェリーを行うことができる。

治療計画の立案

Step 1で解説したリスク診断の結果から選択された、比較的风险の少ない2症例の詳細を示し、具体的な治療計画と実際の外科手技を示していく。

症例Cは、50歳代の女性で、1]の補綴装置脱離を主訴に来院した。歯根は黒変し、破折ラインが認められたため、保存不可能と判断した。

正中はやや右側に偏位しているものの大きな歯列不正は認められず、顔貌所見も特筆する問題はなかった。スマイル・ラインはAverage Smileで、歯間乳頭が露出し、歯頸ラインもわずかに露出していた。図16に示すとおり、欠損部位の近遠心幅径は、反対側中切歯と調和がとれていて問題はなかった。

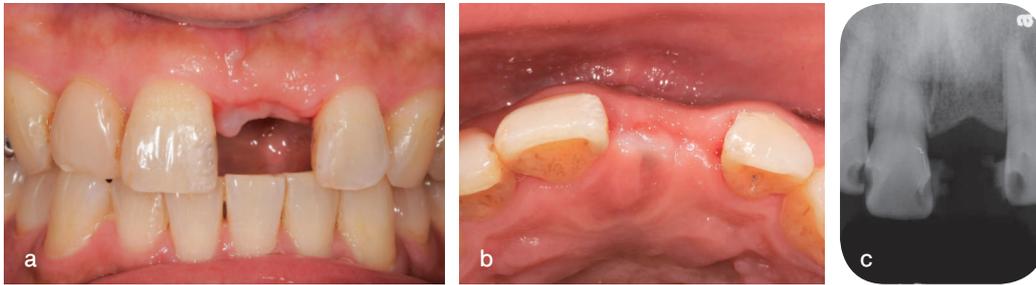


図18 症例Eの初診時の所見。
a：欠損部歯槽頂歯肉は陥没しており、┘近心の歯間乳頭もやや退縮している。
b：欠損部歯槽堤は水平的に吸収している。
c：デンタルエックス線写真。┘近心歯槽骨のレベルは若干低い。

歯の形態は、方形で両隣在歯は天然歯であった。歯肉のバイオタイプは中等度の厚みで、両隣在歯の付着に問題はなかった。CT所見では、唇側骨の厚みは1mm弱で、Funatoらの抜歯即時埋入の分類¹²⁾で「Class II」であった。矢状面での歯根の位置はKanらの分類¹⁸⁾において「Class I」で、初期固定に必要な骨は十分ある、と判断できた。歯根の周囲に炎症を示す所見もないため、抜歯即時埋入の適応症であると判断した。

まず、インプラント体の直径を決定する。図17に示すとおり、最終補綴装置の辺縁歯肉縁から4mm下にプラットフォームを設置したうえで、口蓋側に1mmの骨幅を残し、最終的に唇側に2mmの骨幅を得る必要がある。のちの唇側骨の吸収を予測して、筆者らは唇側骨から3mmの距離を確保できる直径のインプラント体を選択するようにしている。今回は、直径4.3mmのレギュラープラットフォームを選択することができた。

インプラントの長軸方向は、補綴装置の切端方向のやや口蓋側寄りに位置づけるため、長径13mm以上のインプラントを選択すると初期固定が得られることがわかる。

インプラント体と唇側骨とのギャップには異種骨を填入し、抜歯即時埋入の分類のClass IIであることから、唇側には上皮下結合組織移植(Subepithelial Connective Tissue Graft：SCTG)を行う計画を立てた。初期固定が強固に得られた場合(40～45N)は即時でプロビジョナルレストレー

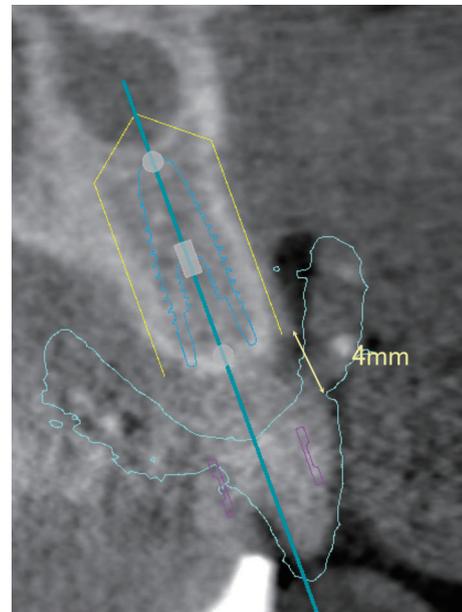


図19 症例Eの診断ソフトウェア上でのインプラントポジションのシミュレーション。

ションを締結するが、弱い場合は抜歯窩に適合したカスタム・ヒーリング・アバットメントを製作し、それを装着して歯間乳頭の高さの維持を図る治療計画とした。

症例Eは、50歳代の男性で、┘の欠損を主訴に来院した。他院にて根尖性歯周炎のため抜歯し、1年6カ月ほど経過していた。

歯列不正はほとんど認められず、顔貌所見も特筆する問題はなかった。スマイル・ラインはAverage～Low Smileで、歯間乳頭の露出は認められた。図18に示すとおり、欠損部位の近遠心幅径は反対側中切歯と調和がとれていて、問題はなかった。歯肉のバイオタイプはThick flat typeで、歯の形態は方形、



図20 Xツール (マイクロロック). 薄い先端刃部が確実に歯根膜腔隙を捉え、軟・硬組織に与える侵襲を最小限にすることが可能。



図21 Benex II (フォレスト・ワン). ヘーベルや鉗子等を使用せず、ワイヤーで歯を直接牽引して抜歯を行う。歯周組織への侵襲を最小限に抑えることが可能。

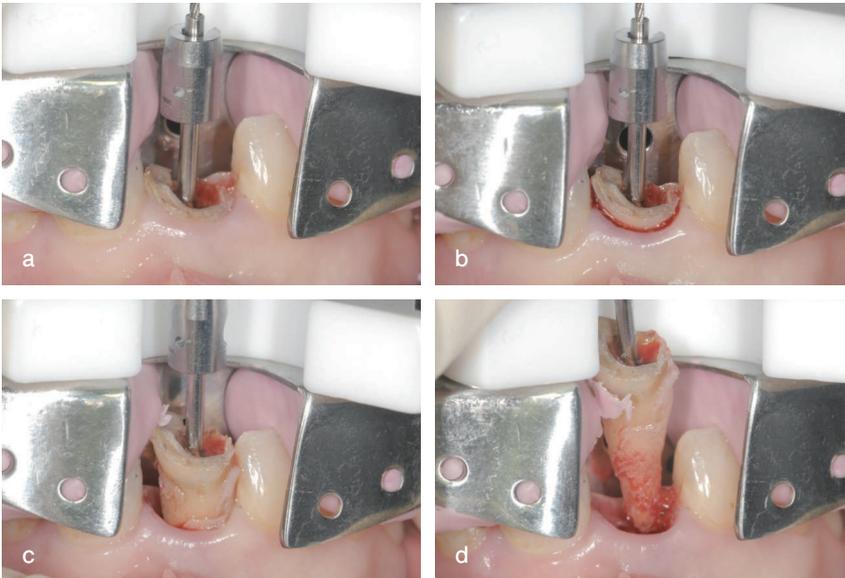


図22 参考症例. Benex IIによる上顎中切歯の抜歯. 周囲組織に侵襲を与えず、抜歯が可能である。

両隣在歯は天然歯であった。中切歯と隣接する付着は、骨レベルがCEJから2.5mm、コンタクトポイントから6mmの位置に存在しており、Salamaらの分類¹³⁾で「Class I～Class II」であった(前回図9)。また、正中の歯間乳頭はやや退縮していた。欠損部歯槽堤は水平的な吸収を認め、Seibertの分類¹⁵⁾の「Class I」であった(前回図10)。CT所見では、歯槽堤の唇口蓋的な幅径は6mmでやや不足しており、上方に切歯管が存在していた。図19に示すとおり、補綴装置の辺縁歯肉縁から4mm下にプラットフォームを設置したうえ、インプラントの長軸方向を補

綴装置の切端方向のやや口蓋側寄りに位置づけると、直径4.3mm、長径11.5mmのインプラント体を選択するとほぼすべて歯槽骨内に収まった。しかしながら、インプラントの唇側には1.5mm弱の骨幅しか存在していないため、唇側にGBRが必要であると判断した。

以上のことから、今回はインプラント体の埋入時に異種骨と吸収性メンブレンを用いた側方GBRを同時に行い、二次手術時に、やや退縮した歯間乳頭や唇側歯肉の厚みを回復させるためにSCTGを行う治療計画を立てた。

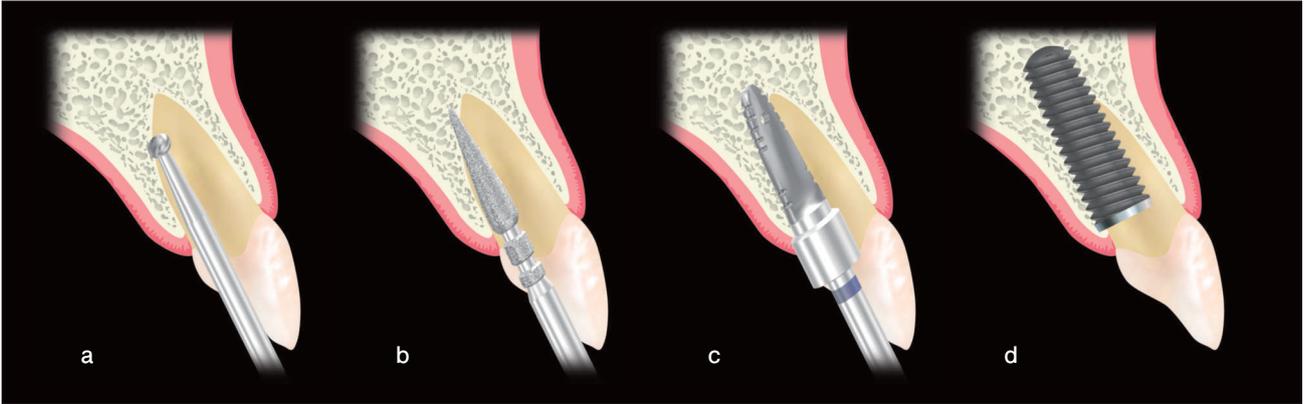


図23 抜歯即時埋入時のインプラント窩の形成とインプラント埋入 (文献³¹⁾より).



図24 方向指示棒によるインisialドリルの方向確認.

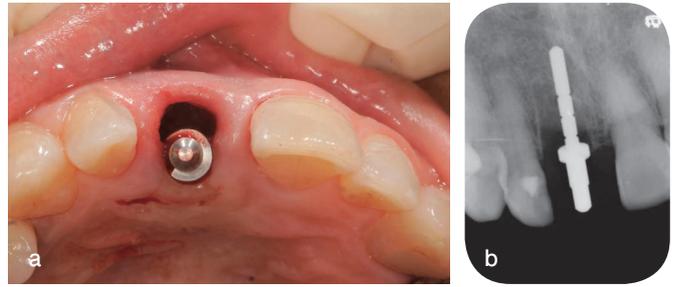


図25

a : 方向指示棒による唇口蓋側の位置と角度の確認.
b : デンタルエックス線写真による深度と近遠心的な方向の確認.

外科手技のポイント

〈抜歯即時埋入によるアプローチ (症例C)〉

1. 抜 歯

周囲組織の侵襲を最大限に避ける必要がある。ペリオトーム (ノーベル・バイオケア・ジャパン) や X ツール (マイクロテック, 図20) などの小さく、鋭利なヘーベルを用いることが推奨されるが、筆者は好んでBenex II (フォレスト・ワン, 図21) を用いている。

まず、残根にダイヤモンド・ドリルで形成を行い、アンカースクリューを設置する。牽引時に歯にダメージを与えないようにサポートトレーにシリコーン印象材を盛り、図22-aのようにエクストラクターを設置する。プルワイヤーでゆっくり牽引すること

で、周囲組織にダメージを与えず、抜歯を行うことができる (図22-b~d)。抜歯後、根尖病変などの炎症組織がある場合は、徹底的に搔爬を行う。

2. インプラント窩の形成

図23に抜歯即時埋入時のインプラント窩の形成とインプラント埋入を示す。抜歯窩の形状によって、インプラントの方向が影響を受けてはいけないため、筆者らはロングネックのダイヤモンドバーを用いて、起始点を設けている。近遠心的に中央で、口蓋側寄りの起始点から (図23-a)、長軸方向が歯の切縁よりやや口蓋側寄りになるように、十分に注意して、10mmの長さだけダイヤモンドバーでドリリングを行う (図23-b)。慣れていない場合は、簡易的なサージカルステントを用いたり、診断用ソフトウェアから発注したサージカルガイドを用いてガイド



図26 インプラント埋入時のデンタルエックス線写真。

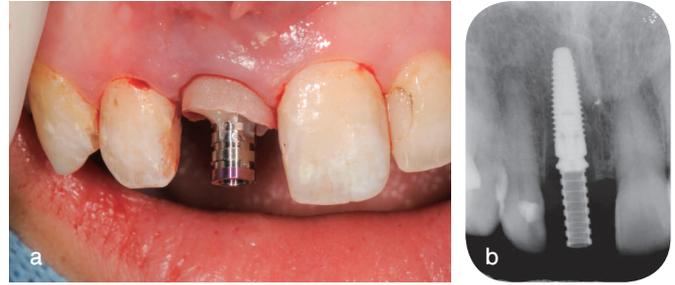


図27

- a : あらかじめ準備した歯頸部の形態を模倣したリング状の即時重合レジンをお口内に挿入して、テンポラリーシリンダーに即時重合レジンで連結する。
 b : テンポラリーシリンダーの連結をエックス線写真で確認する。

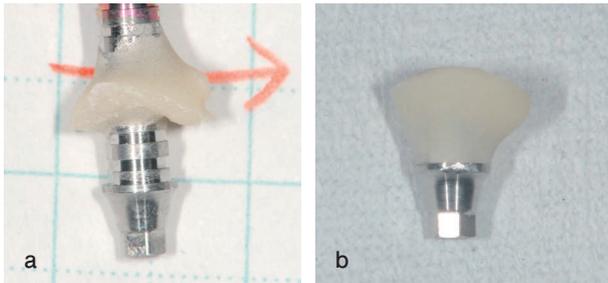


図28

- a : 口内から取り出したばかりのテンポラリーシリンダー。
 b : 技工室で形態修正、研磨が終了したカスタム・ヒーリング・アバットメント。

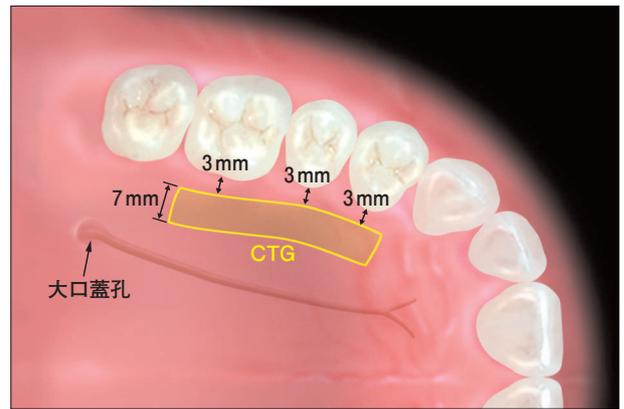


図29 口蓋部歯肉の結合組織の採取部位 (文献³²⁾より)。

ッド・サージェリーを行うほうがより安全に形成ができる。

そして、エックス線写真で方向を確認する (図24)。方向が若干遠心に傾斜していたので、修正を行い、2 mmのツイストドリルで所定の長さまでドリリングを行い、方向指示棒で確認する (図25)。問題がなければ、予定される補綴装置の歯肉辺縁から4 mm下にプラットフォームが位置するようにテーバードリルでインプラント窩の形成を行う (図23-c)。テーバードリルで形成している間も、常に正しい方向にドリリングが行われているかを確認しながら注意深く行う。

3. インプラント埋入およびカスタム・ヒーリング・アバットメントの製作

唇口蓋的位置、近遠心的位置、埋入角度や深度を十分確認しながら、最適なポジションにインプラン

トを埋入する (図23-d)。埋入時、抜歯窩の唇側に流されてしまう傾向があるので、手指でしっかり固定をして、誤った角度にならないよう慎重に埋入する。今回はテーパードタイプのインプラントを使用したため、初期固定は20N程度であった (図26)。

次に、カスタム・ヒーリング・アバットメントの製作を行う。テンポラリーシリンダーをインプラント体に締結し、あらかじめ歯頸部の形態と一致させたリング状の即時重合レジンをお口内に挿入して、テンポラリーシリンダーと即時重合レジンで連結する (図27)。硬化後、撤去し、技工室で形態修正を行う (図28)。研磨は、シリコンポイントで粗研磨を行った後、光重合型レジン表面滑沢材を塗布する。

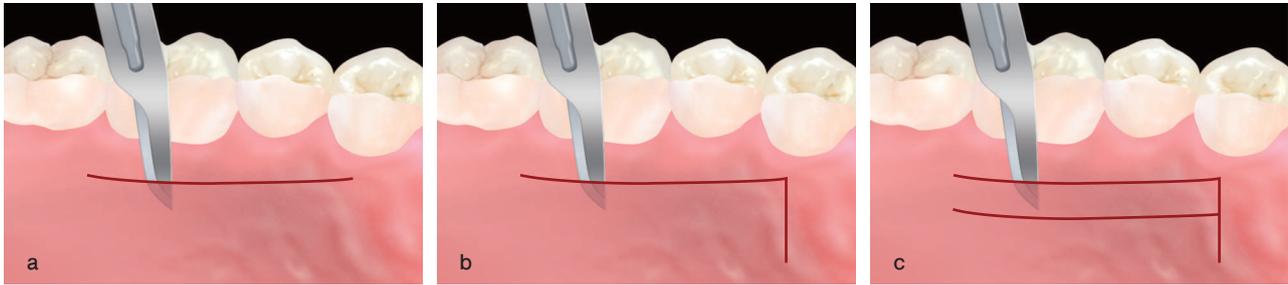


図30 結合組織片採取の際の切開線（文献³²⁾より）。

a：上皮を含まないSingle Incision， b：上皮を含まないL字型， c：上皮を含むL字型。



図31 採取された結合組織。

図32

a：パウチを形成した後にポジショニング・スーチャーを根尖部粘膜に刺入し，結合組織を歯頸部から滑り込ませる。

b：可動部位があれば，追加で縫合する。

4. SCTG

1]の唇側部分のみに移植するため，約10×7 mm大の結合組織を採取する。多くの場合，同側の口蓋側歯肉から採取する。10×7 mm大のものであれば，通常は小白歯部の歯肉縁から3 mm程度距離を確保して，横切開，あるいはL字切開を行い，1.5mm程度の厚みの結合組織を採取する（図29～図31）。大口蓋神経血管叢に十分注意するとともに採取後の口蓋の最下層の組織は骨膜を含めて軟組織が残存していることが重要で，表層の上皮も1 mm弱残存しているほうが，のちに良好な治癒が得られる。供給側にはコラコート（ジンマー・バイオメット・デンタル）などの吸収性コラーゲンを挿入し，上皮側を縫合する。

需要側は部分層弁で，結合組織が設置できるだけの十分な大きさのパウチを製作する。正しい位置に結合組織が設置できるよう，ポジショニング・スー

チャーを根尖部粘膜に刺入し，結合組織を歯頸部から滑り込ませる（図32）。

5. 唇側ギャップへの骨補填材の填入とカスタム・ヒーリング・アバットメントの装着

一時的に高さ5 mmのヒーリング・アバットメントを連結し，インプラント体と唇側骨との間にできたギャップに骨補填材（Bio-Oss / ガイストリッヒファーマジャパン）を填入する（図33）。可能な限り根尖部近くまで填入できるよう，プローブなどを用いて押し込んでいく。その後，技工室で製作したカスタム・ヒーリング・アバットメントを締結して手術を終了する（図34）。術後にデンタルエックス線写真ならびにCTによる検査を行い，計画どおりの位置にインプラントが埋入されているかを確認する（図35）。

*

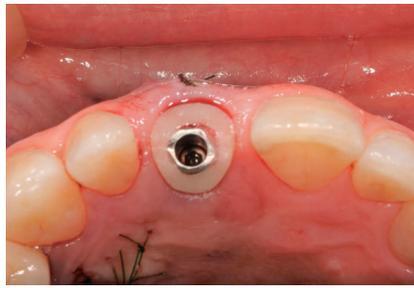
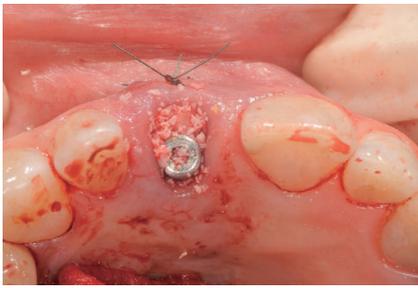


図33 一時的に既製のヒーリング・アバットメントを連結し、ギャップ部分に骨補填材を填入する。

図34 カスタム・ヒーリング・アバットメントを15Nで締結する。

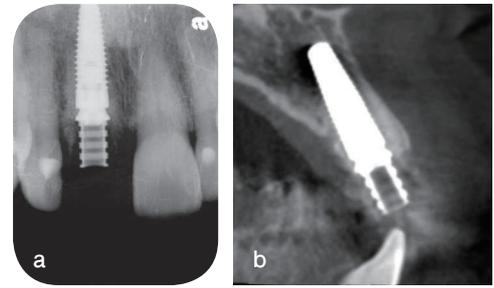


図35

a : 術直後のデンタルエックス線写真。
b : 術直後のCT所見。



抜歯即時埋入の外科術式のポイント

- ✓ 唇側骨の厚みや有無をチェック
- ✓ 隣在歯の付着 (IHB) をチェック
- ✓ 歯槽堤の骨幅や高さをチェック
- ✓ 抜歯窩に影響されないように正しくポジショニング

以上が抜歯即時埋入の一般的な術式である。抜歯即時埋入は適応症を正しく選択し、プロトコルに沿って行えば、侵襲も少なく、審美的な結果も得やすいので取り組みやすい術式といえる。最も大切なことは、インプラント埋入ポジションであり、抜歯窩の形状に影響を受けないように、三次元的に正しい位置に埋入することが何よりも重要である。また、IHB (隣在歯の付着の程度、前回図9) が「Class I」で、初期固定を得るための歯槽骨の幅や高さがあれば、これらの決まったプロトコルに沿って手術を行うことで、必ず成功する術式と考えている。

次回 (2月号) は、症例Eを用いて、待時埋入のときの一般的な外科術式を解説したい。

参考文献

- 19) Hämmerle CH, Chen ST, Wilson TG Jr. : Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 19 Suppl : 26-28, 2004.
- 20) Morton D, Chen ST, Martin WC, Levine RA, Buser D : Consensus statements and recommended clinical procedures regarding optimizing esthetic outcomes in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 29 Suppl : 216-220, 2014.
- 21) 佐藤憲治 : 歯が残る時代の安全・確実なインプラント治療を

めざして一抜歯後2カ月埋入の提案一。スペシャリストたちに学ぶインプラントのための骨増生 (三好敬三 監), 94-99, QDI別冊, クインテッセンス出版, 東京, 2018.

- 22) Lazzara RJ, Porter SS : Platform switching : a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 26 (1) : 9-17, 2006.
- 23) Atieh MA, Ibrahim HM, Atieh AH : Platform switching for marginal bone preservation around dental implants : a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol*, 81 (10) : 1350-1366, 2010.
- 24) da Silva-Neto JP, Nóbilo MA, Penatti MP, Simamoto PC Jr., das Neves FD : Influence of methodologic aspects on the results of implant-abutment interface microleakage tests : a critical review of *in vitro* studies. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 27 (4) : 793-800, 2012.
- 25) do Nascimento C, Miani PK, Pedrazzi V, Gonçalves RB, Ribeiro RF, Faria AC, Macedo AP, de Albuquerque RF Jr. : Leakage of saliva through the implant-abutment interface : *in vitro* evaluation of three different implant connections under unloaded and loaded conditions. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 27 (3) : 551-560, 2012.
- 26) Buser D, Chen S, Wismeijer D 編, 黒江敏史, 船越栄次 監訳 : ITI Treatment Guide Volume 10. 審美領域におけるインプラント治療. 111, クインテッセンス出版, 東京, 2018.
- 27) Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS : The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol*, 71 (4) : 546-549, 2000.
- 28) Miyamoto Y, Obama T : Dental cone beam computed tomography analyses of postoperative labial bone thickness in maxillary anterior implants : comparing immediate and delayed implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 31 (3) : 215-225, 2011.
- 29) Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Higginbottom FL, Cochran DL : Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. *Clin Oral Implants Res*, 11 (1) : 1-11, 2000.
- 30) Nisapakultorn K, Suphanantachai S, Silkosessak O, Rattanamongkolgul S : Factors affecting soft tissue level around anterior maxillary single-tooth implants. *Clin Oral Implants Res*, 21 (6) : 662-670, 2010.
- 31) 石川知弘, 船登彰芳 : 新版4Dコンセプト インプラントセラピー. 70, クインテッセンス出版, 東京, 2018.
- 32) 瀧野裕行 監 : こだわりベリオサポート. 57-58, クインテッセンス出版, 東京, 2018.