

審美修復におけるポンティックとそれに関連する歯槽堤の形態について

木林博之

Considerations for Esthetic Restorations and Pontic Design to Achieve Ideal Soft Tissue Morphology

Hiroyuki Kibayashi, RDT, DDS, PhD

抄 録

審美修復において、欠損部歯槽堤に対する処置は避けられないものである。個々の欠損部歯槽堤形態に対応するポンティック基底面形態にはいくつかの種類があり、それぞれの特徴を理解することは、治療結果そのものに大きな影響を与える。ほとんどの欠損部歯槽堤形態は、抜歯後の歯槽骨の吸収により異常な形態を呈しており、それに対する軟組織・硬組織のマネージメントなしには審美的な結果は得られない。また、抜歯後の歯槽堤の吸収を抑えるための術前診断および治療計画の検討は、その後の治療結果を大きく左右する。審美領域欠損部でのポンティック、および欠損部歯槽堤へのマネージメントに焦点をあて考察する。

キーワード

Pink aesthetic, Pontic, Ridge augmentation, Ridge preservation

はじめに

審美修復において、欠損部歯槽堤に対する処置は避けられないもののひとつである。審美領域欠損部での固定性補綴装置はポンティックとインプラント支持型クラウンの二つが考えられる。それらの形態は審美性、機能的、清掃性に影響を与え、治療結果の永続性に大きく関与する。ほとんどの欠損部歯槽堤形態は、抜歯後の歯槽骨の吸収により異常な形態を呈しており、それに対する軟組織・硬組織のマネージメントなしには審美的な結果は得られない。また、抜歯後の歯槽堤の吸収を抑えるための術前診断および治療計画の検討は、その後の治療結果を大きく左右する。

本稿では、審美領域欠損部でのポンティック、および欠損部歯槽堤へのマネージメントに焦点をあて、審美的で永続性のある審美領域欠損補綴について検証する。

1. Pink Aesthetic

前歯部欠損補綴に対する治療結果の評価方法はこれまでいくつか提案されてきた。

Furhauserらはインプラント単独歯修復の軟組織の術後評価として、7つの項目からなるPink Esthetic

Score (PES) を提唱した¹⁾。その後、Meijerらも軟組織と歯冠部の計9項目を評価する方法を提唱した²⁾が、それらの方法は煩雑であった。

Belserらは、FurhauserらのPESをより評価しやすいように5項目(近・遠心歯間乳頭、辺縁歯肉の位置、スキヤロップ、歯槽突起/軟組織の色と質感)に修正し、それに歯冠部の術後評価であるWhite Esthetic Score (WES) (同じく5項目、歯の形態、輪郭/ボリューム、彩度/明度、表面の質感、透光性/キャラクター)を加えて審美的な評価を行った。各項目2点満点、PES、WESのそれぞれ10点満点、合計20点満点で評価する³⁾。

PESはインプラント単独歯修復の軟組織に対する術後の評価方法であるが、この評価方法をポンティック周囲軟組織にも適用できる⁴⁾。PESを用いると、治療計画においても有益な情報となる。再補綴の場合、治療前の状態を評価することで問題点が明確となり、治療後の改善点も明確になる。

2. Pontic

審美領域における少数歯欠損部歯槽堤に対する補綴装置として、一般的に適用されるのがポンティックである。このポンティックについてこれまでの変遷をふまえて整

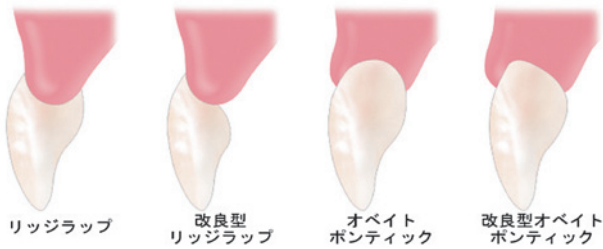


図1 審美領域で用いられるポンティックデザイン⁸⁾

理する。

a) ポンティックの分類⁵⁾

審美領域で用いられるポンティックデザインは、①リッジラップ型(鞍状型)②改良リッジラップ型⁶⁾③オベイト型⁷⁾④改良オベイト型⁸⁾の4つに限定される(図1)⁸⁾。

多くの古典的な研究において、ポンティック直下軟組織の健康を保つ条件は、滑沢な表面を持ち、欠損部歯槽堤の軟組織に対する接触圧は無圧⁵⁾、あるいは最小⁹⁾であること、また、接触面積が小さいこととされていた^{6,9)}。これらの条件より、審美領域では改良リッジラップ型が支持されていた。鞍状型のリッジラップ型と比較して、清掃性が改善されたとはいえ改良リッジラップ型は、凹面状の適合面で歯槽堤粘膜に接しているため、デンタルフロスがポンティック基底面に接触できない。これに対し凸形態で歯槽堤粘膜に接するオベイト型と改良型オベイト型はデンタルフロスによる清掃が容易であり清掃性に優れている⁸⁾。

改良リッジラップ型は歯槽堤の吸収度合いに依存し、審美的、機能的には、妥協なしに用いることは出来ない¹⁰⁾。また、歯頸部の陶材はフレームの支持がなく薄いため強度の面でも問題がある。これらの問題点から、現代の審美修復では、改良リッジラップ型に取って代わってオベイト型が用いられるようになった¹¹⁾。しかし、欠損部歯槽堤の幅や高さが不足しているが、外科的に改善出来ない場合は、改良リッジラップ型が適用される。

b) オベイト型と改良オベイト型

極めて優れた審美性と機能性をあわせもつポンティック形態が、オベイト型と改良オベイト型である。しかし、十分かつ適切なボリュームの軟組織をあわせもつ欠損部歯槽堤に適用しなければその利点は生かしきれない。そのためには、抜歯時に抜歯窩保存を行うべきであり、すでに抜歯されている歯槽堤では、歯槽堤再建手術が必要となる場合がほとんどである。その基底面は、凸状になっており歯槽堤に入り込んでいる。オベイト型の欠点は、経年的にポンティック歯頸部の辺縁歯肉が退縮した場合、歯頸部辺縁が舌側方向に深く入り込み、陰が生じる。この部分には食渣も停滞しやすく、審美性、機能性に問題がある。これに対し、改良オベイト型は歯槽堤粘

膜に入り込む凸部の唇側部分が歯根方向に延びている。この形態であれば退縮しても陰が生じず、長期的な審美性の維持が可能となる。

c) ポンティックと歯槽堤粘膜の接触と嵌入深さ

オベイト型ポンティック基底面と歯槽堤粘膜の接触は、緊密でかつ圧迫のない接触が推奨される¹²⁾。ポンティック基底面直下の歯槽粘膜の厚さは、骨頂から1ミリあるいはそれ以上の厚さが必要である^{13,14)}。臨床においては、粘膜の厚さが1ミリとなるよう歯肉厚さを計測後、ダイヤモンドバーを用いて歯肉形成を行う。また、オベイト部の歯槽堤嵌入深さが浅い場合は、直下の歯槽骨をポンティック基底面と相似形に削合する。オベイト部が歯槽粘膜に嵌入する深さは、補綴装置装着後のポンティック辺縁歯肉の経年的な退縮を考慮すると、できるだけ深く設定することが望ましい。また、最終補綴装置を仮着することにより、ポンティック基底面に接する歯槽粘膜および辺縁歯肉の炎症の有無やその形態の変化を観察する事が可能となる。

3. 欠損顎堤形態異常への対応 (Ridge Augmentation)

a) 欠損部歯槽堤の異常形態とその分類

前歯部歯槽堤において、ただ単に抜歯のみを行った場合、91%に様々な欠損部歯槽堤の形態異常を認め¹⁵⁾、それは主に水平的欠損および水平、垂直的欠損の混合型であることが報告されている¹⁵⁻¹⁸⁾。欠損部歯槽堤の形態異常の分類として代表的なものがSeibertの分類¹⁶⁾である。この吸収により欠損部歯槽堤唇側歯肉縁の根尖方向への移動と歯間乳頭の喪失が起り、審美的な妥協は避けられないものになる。またこの部分に食渣が停滞し、機能的な問題も生じる。

補綴処置に先立ち、抜歯後の硬組織および軟組織の吸収によって引き起こされた欠損部歯槽堤の形態異常に対して、外科的あるいは補綴的方法による欠損部歯槽堤造成の可能性を検討しなければならない¹⁹⁾。

b) 欠損部歯槽堤の形態異常に対する対処法

近年、限局的な欠損部歯槽堤の形態異常に対する組織増大を目的とした形成外科術式は、目覚ましく改善され、極めて優れた審美性の回復が可能となった^{17,18)}。欠損部歯槽堤の形態異常に対する対処方法^{16,19,20)}は図2のような各術式が存在し、大きく分けると外科的方法と補綴的方法に分けられる。

c) 外科的方法(主に軟組織移植)について

欠損部歯槽堤の形態異常に対する対処方法で一般的に用いられるのが、この軟組織移植である。軟組織移植による歯槽堤造成には、角化歯肉の幅の増大³¹⁾とボリュームの増大²³⁾の2つの意味合いがあるが、ここではボリュームの増大について詳説する。

①供給部位について 口蓋 VS 上顎結節

最も一般的に用いられる移植組織供給部位は口蓋であ

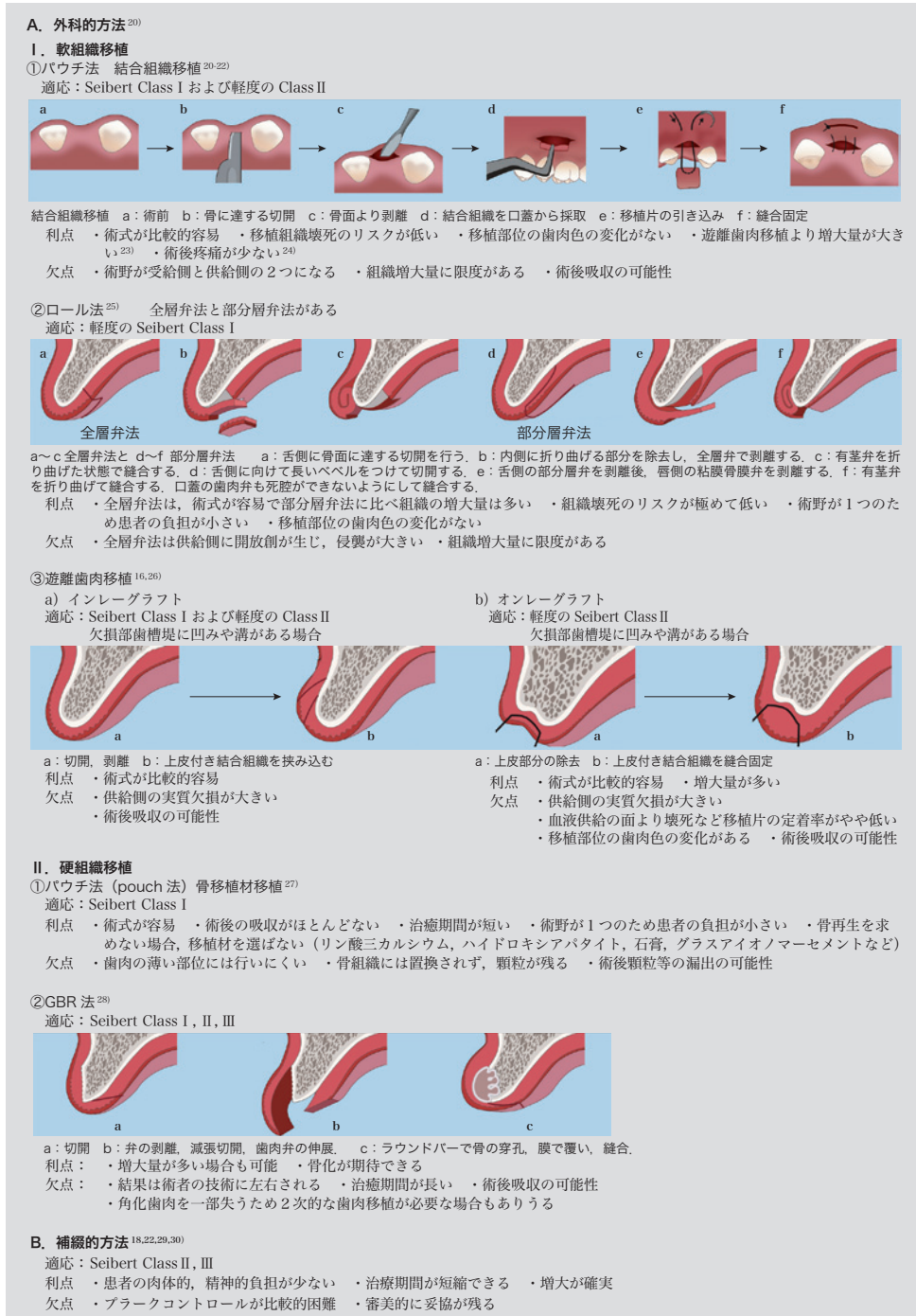


図2 欠損部歯槽堤の形態異常に対する対処方法 (文献20より改変引用)

る。口蓋の厚さを調べた研究では、若年者 (平均年齢 16.8 歳) は中年者 (平均年齢 38.7 歳) より有意に薄いと報告されている³²⁾。また、女性より男性の方が有意に厚いこと^{32,33)}、そして第1大臼歯の口蓋歯肉が最も薄く、犬歯から小臼歯の部位が厚く、供給部位として適していることが報告されている^{32,33)}。

口蓋以外の供給部位として、上顎結節と臼後結節³²⁾が考えられる。特に上顎結節からは上質な移植組織が採取

可能である。口蓋と上顎結節の2つの領域における歯肉の厚さと幅について比較した研究がある^{33,34)}。Studerらは、口蓋の犬歯、小臼歯領域からは幅が広く薄い移植組織が採取でき、それに対し、上顎結節からは口蓋に比べると厚い移植組織が採取できるが、角化組織に制限があるため幅が狭くなってしまうと報告している³⁴⁾。まとめると、口蓋からは幅が広いが薄い移植組織が、上顎結節からは、幅は狭いが厚い移植組織が採取できる。また、

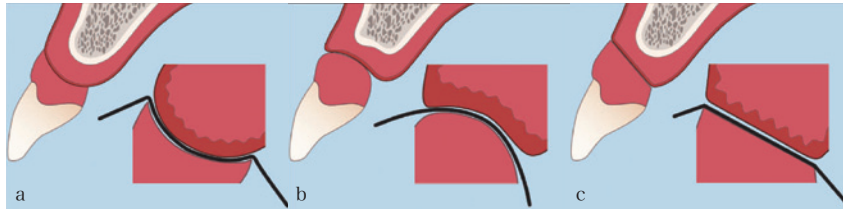


図3 a～c²⁹⁾ ポンティックの基底面形態

a: 非衛生的なりッジラップ型 b: 清掃性に優れるが、非審美的であるが凸型
 ポンティック. c: 清掃性と審美的の両面で優れる平面型ポンティック

上顎結節から採取した移植組織は口蓋からのそれよりも疎な弾性繊維である脂肪組織および腺組織が少なく、密なコラーゲン繊維に富んだ組織である。上顎結節からの移植組織を用いた歯槽堤造成では、受給側での術後吸収は口蓋からのそれに比べ、比較的少ない³⁵⁾。また、移植組織の採取方法は、口蓋からよりも上顎結節からのほうが容易であり、しかも術後の創面保護の面でも優位である。受給側の欠損状態とこれらの事項を考慮した上で、口蓋あるいは上顎結節のどちらから移植組織を採取するのが適当であるかを判断する必要がある。

②移植組織の収縮⁵⁾

軟組織移植の術後に起こる、1次的・2次的な移植組織の収縮は重要な問題となる。術後のボリュームの収縮は例えば厚さ1mmの移植組織では、約30%起こる³⁶⁾との報告がある。移植された組織の厚みにもよるが、およそ25(厚い場合)～45%(薄い場合)が収縮すると報告されている³⁷⁾。移植組織に脂肪組織が多く含まれていたり、移植組織が受給床に適合せず死腔のある場合は、術後収縮がさらに大きくなる。

Mörmannらは術後4週(28日)で収縮が完了すると報告しており、また、Siebertは術後6週で収縮はもっとも顕著に認められ^{16,36)}、組織が安定するのは6～12カ月以降であると報告している。この時点で歯槽堤増大が必要ならもう一度行う。

③歯槽堤造成時における臨床的ポイント

軟組織移植においては、移植組織を強固に固定することが重要である。骨膜に縫合固定するのか、あるいはフラップに固定するのか、状況に応じて選択する。また、欠損歯槽堤の歯根部根尖付近相当部位よりも歯頸部付近の“肩”の部分を増大するよう心がけることがポイントとなる。

④硬組織移植について

硬組織移植であるパウチ法骨移植材移植の合併症は、術後の移植材の漏洩が考えられる。しかし、術後の組織収縮がほとんど認められないため歯槽堤形態維持の予知性という面では、軟組織移植より優位である。また、供給側における軟組織の厚さ等の問題から軟組織移植が出来ない場合、あるいは軟組織移植単独では造成量が不十分な場合には、硬組織移植単独あるいは硬組織・軟組織

移植併用が適応となる。硬組織移植のなかでもGBR法は比較的難易度が高く、術者のスキルにより結果は大きく左右される。しかも、術後の感染や減張不足による裂開というリスクも常に付きまとう。

d) 補綴的方法について

外科的方法には欠損部歯槽堤の造成量に限界があり、歯槽堤の吸収が大きな場合、その予知性も低い。また、有病者や喫煙者など外科処置ができない場合もある。Seibert Class IIの歯槽堤吸収(垂直的な吸収)の場合に、ただ単に補綴的に歯根形態を修復装置に付与するだけでは歯冠が長いバランスの悪い形態となり、また、鼓形空隙の問題も生じる。それらを解決するために、あくまで妥協的な方法ではあるが、歯肉部分を付与した、あるいは歯肉部分単独²²⁾の補綴装置で対応する方法がある。歯肉部分の材質はポーセレン、レジン³⁰⁾、軟性シリコンが考えられる。ポンティックである歯肉部分の基底面は、清掃性を考慮した形態²⁹⁾(図3)が求められ、患者にはデンタルフロスによるプラークコントロールが求められる。

4. 顎堤形態の保存(Ridge Preservation)

a) 抜歯による歯槽堤の生理的吸収

抜歯による歯槽堤の生理的な骨吸収についての研究は1960年代から報告されている³⁸⁻⁴⁴⁾。

これまでの研究結果をまとめると、

- ①上下顎における抜歯後の歯槽堤の吸収は舌側・口蓋側よりも唇側・頬側で優位に大きい^{38,40)}
- ②束状骨の喪失により、舌側より唇側でより高さの吸収が大きく、この高さの吸収は、唇側と舌側の水平的な吸収に付随して生じる^{38,40)}
- ③歯槽堤の幅の減少は高さの減少より大きい⁴²⁾
- ④抜歯後歯槽堤の幅は平均3.87mm⁴³⁾(2.6～4.6mm⁴⁴⁾減少する
- ⑤歯槽頂の高さは、平均では1.67～2.03mm⁴³⁾(0.4～3.9mm⁴⁴⁾、エックス線写真では平均1.53mm⁴³⁾減少する
- ⑥歯槽堤の骨幅の大部分の喪失は抜歯後最初の1カ月の間に生じ、6カ月で平均3～5mm減少(80%が抜歯後3カ月で)、12カ月で50%が減少する³⁹⁾

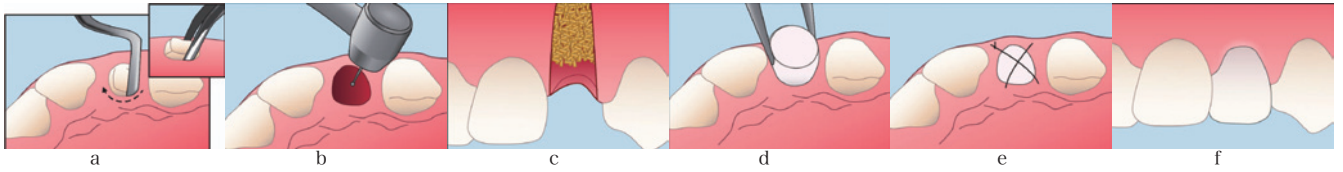


図4 the socket augmentation technique⁵¹⁾

a: 侵襲の少ない抜歯 b: 搔爬後、回転系の器具によるデコルチケーションで出血を促す c: 骨移植材 (FDBA) を骨縁の1~2 mm 下まで填入する d: 移植材の上にコラーゲンスポンジを填入する e: クロスマトレス縫合 f: オベイト型ポンティックを利用して軟組織の治癒を待つ (a~f すべて文献51より改変引用)

⑦粘膜骨膜弁の剥離翻転はそれをしない時と比べて、顕著な歯槽堤の吸収をもたらし⁴¹⁾、治癒の期間も長くなる⁴⁵⁾

⑧喫煙は抜歯後の治癒に優位に影響し、非喫煙者と比較して0.5 mm 歯槽頂の減少が予想される⁴⁶⁾

b) Ridge Preservation (RP) の研究

抜歯に伴い、歯牙を支えていた歯槽骨はその役割を失い、水平・垂直的に吸収する。これまで、その骨吸収を最小限に食い止めようとする種々の方法が報告されている。この方法には、硬組織に対するアプローチと軟組織に対するアプローチ、そして抜歯せずに歯根のみを顎骨内に保存する Root Submergence Technique がある。

・硬組織に対するアプローチ⁴⁷⁾

ポンティック直下の歯槽堤が吸収すると、審美性が損なわれ、清掃性に影響を及ぼす。歯槽堤の吸収を回避する方法を Socket Preservation, 又は RP とよんでいる。RP に関しては、これまで様々な研究がなされている。

RP に関する研究のまとめ

多くの文献では6カ月以内の短期間の観察にすぎないものが多い。その中で、Nemcovsky ら⁴⁸⁾ と、Yilmaz⁴⁹⁾ らは、RP により得られたポンティック下の顎堤の幅はそれぞれ12カ月、24カ月まで維持されたことを報告した。

最近の RP に関する Review 文献では、以下のよう結論づけている^{44,47,50)}。

① RP は抜歯後の水平・垂直的な歯槽堤の吸収に対し抑制効果がある^{44,47,50)} しかし、水平的に3.48 mm、垂直的に2.64 mm 以下の歯槽堤の吸収は起こりうる⁴⁴⁾

②骨形成の違いは使用する移植材料とその方法に依存する⁴⁷⁾

③種々の方法のなかから1つの優れた方法を支持するエビデンスはない⁴⁷⁾

④初期閉鎖は必ずしも必要ではない^{47,50)} しかし、膜の単独使用は抜歯窩の治癒を改善する、ということが最も有用なエビデンスである⁵⁰⁾

結論として抜歯窩の完全な再生あるいは保存についての文献は未だ存在しない。

c) RP の方法

RP の方法は、①抜歯 ②搔爬およびデコルチケーション ③骨移植材 (FDBA, DFDBA, Bio-Oss, HA, なし, その他) の填入 ④抜歯窩の閉鎖 (コラーゲンスポンジ, ポンティック, 遊離歯肉, 有茎弁, 非吸収性膜, 吸収性膜, その他) の順序で行う。RP で重要なことは、抜歯窩の完全な搔爬と血流の確保である。RP における臨床上の手技上の注意点を以下に列挙する。

i. 抜歯窩の搔爬は確実に行う ii. 抜歯窩の唇側以外の骨内壁にデコルチケーションを行う iii. 骨移植材を密に填入しない iv. 抜歯窩の歯冠側2~3 mm には骨移植材を填入しない

以下、代表的な RP の方法を挙げる。

① the socket augmentation technique^{51,52)}

この RP は、抜歯窩の4壁残存の場合に特に有効な方法である。この方法の利点は①フラップを翻転しないので外科的侵襲が少ない ②角化歯肉の量を可能な限り維持できる ③従来の歯肉が持っている豊隆形態を変えることがない ④歯肉粘膜境を歯冠側に移動させることがないため口腔前提が浅くなることがない ⑤隣在歯の歯間乳頭の変化に影響が及びにくい

② d-PTFE 膜による方法^{53,54)}

従来の e-PTFE 膜ではなく d-PTFE 膜を使用し、非吸収性膜で抜歯窩を覆う方法である。多孔性である e-PTFE 膜の露出は重篤な合併症を招くが、d-PTFE 膜の露出は感染のリスクが低い。軟組織による抜歯窩の閉鎖を必要とせず、抜歯窩を覆う d-PTFE 膜の露出を前提としている。利点は ①角化歯肉の量を可能な限り維持できる ③従来の歯肉の豊隆形態を変えることが少ない ④歯肉粘膜境を歯冠側に移動させることがないため口腔前提が浅くなることがない ⑤ e-PTFE 膜に比べ感染のリスクが低い

③ Socket Seal 法⁵⁵⁾

Socket Seal 法とは、移植組織として口蓋から採取した円柱形の上皮付き結合組織を抜歯窩にはめ込み、縫合する方法である。遊離歯肉で抜歯窩を閉鎖することにより、骨移植材の漏洩を防ぐとともに角化組織の幅を増やすことが可能になる。しかし移植組織への血流を確保するのが困難なため、移植組織の壊死と常に隣り合わせとなる。この方法の手技上の注意点は、①移植片の直径は

抜歯窩の直径よりおよそ1mm大きめにする ②移植片は円柱状形態を前提とする ③移植片の固定は縫合として/あるいはポンティックの基底面により行うことである⁵⁵⁾。

④有茎弁閉鎖法⁴⁸⁾

有茎弁で抜歯窩を閉鎖することにより、骨移植材の漏洩を防ぐとともに角化組織の幅を増やす事が可能である。Socket Seal法に比べ、歯肉弁の壊死の可能性が低く予知性が比較的高い。

⑤ Root Submergence Technique (RST)⁵⁶⁾

抜歯後の欠損歯槽堤の変化は、特に唇側歯槽骨板における歯周靭帯の切断と継続的な外傷に起因する。歯槽堤の吸収を確実に防ぐ唯一の方法は、抜歯をしないことである⁵⁷⁾。RSTとは、抜歯せずに歯根断面を歯肉で覆う方法であり、ポンティックサイトにおいて骨と軟組織を保存することを目的に行われる⁵⁸⁾。RSTの概念は新しいものではない。これまでの研究は可撤性義歯の支持のために、生活歯あるいは失活歯の状態、歯槽堤の保存を目的に意図的に根を温存する方法として報告されてきた⁵⁶⁻⁵⁹⁾。RSTにより顎堤形態だけでなく、その軟組織の厚さと形態もあわせて保存できる。合併症は、可撤性義歯の咬合による負荷が加わった場合に、軟組織の穿孔が報告されている⁵⁹⁾。しかし、インプラントや歯牙支持による固定性架橋義歯のポンティックでは、穿孔の報告はない⁵⁸⁾。歯肉に直接咬合力のかからない状況でのRSTの適応は、予後良好の可能性を示唆している。

この方法の利点は、顎堤形態の水平的・垂直的保存が可能であること、外科的侵襲が少ないことである。欠点は、適応症に限られること、失活歯の場合では歯内療法での失敗の可能性があること、埋入歯根の挺出による軟組織の穿孔の可能性が考えられる。

⑥軟組織保存に対するアプローチ

RPに関する研究の大半は硬組織に対するアプローチが主であるが、軟組織に対するアプローチとして臨床上非常に有用な文献がある。Spearは、抜歯直後にオーバーポンティックを利用することにより、顎堤水平的幅が減少を抑制し、それに加え歯間乳頭と下部鼓形空隙の形を保つのも役立つと報告している⁶⁰⁾。

この方法の手技上の注意点を以下に記す。

- i) 抜歯当日に辺縁歯肉から2.5mm根尖側にポンティックを挿入すること
- ii) 抜歯から1カ月後にポンティックの挿入深さを1.0~1.5mmに修正する
- iii) 補綴処置は抜歯から6~12カ月後に行う

しかし、この方法も硬組織に対する処置と同様に、歯槽堤の吸収をある程度抑制するだけで完全に阻止するものではない。

結 論

欠損部歯槽堤に対する審美修復では、軟組織および硬組織のマネージメントなしに補綴処置はなしえない。審美修復に携わる歯科医師は、White Esthetic Scoreの向上のみならず、Pink Esthetic Scoreの向上も考慮した治療計画の立案、およびそれを実践する知識・技術が必須となる。

本論文は、ザ・クインテッセンス2013年10~12月号で連載した「審美修復における欠損部歯槽堤への対応を検証する」⁶¹⁻⁶³⁾から引用している。

文 献

- 1) Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 639-644.
- 2) Meijer HJ, Stellingsma K, Meijndert L, Raghoobar GM. A new index for rating aesthetics of implant-supported single crowns and adjacent soft tissues-the implant Crown Aesthetic Index. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 645-649.
- 3) Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *J Periodontol* 2009; 80: 140-151.
- 4) Schlee M, Esposito M. Aesthetic and patient preference using a bone substitute to preserve extraction sockets under pontics. A cross-sectional survey. *Eur J Oral Implantol* 2009 Autumn; 2(3): 209-217.
- 5) Johnson GK, Leary JM. Pontic design and localized ridge augmentation in fixed partial denture design. *Dent Clin North Am* 1992; 36: 591-605.
- 6) Stein RS. Pontic-residual ridge relationship. A research report. *J Prosthet Dent* 1966; 16: 251-285.
- 7) Ferencz JL. Maintaining and enhancing gingival architecture in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 650-657.
- 8) Liu CL. Use of a modified ovate pontic in areas of ridge defects: a report of two cases. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16: 273-283.
- 9) Becker CM, Kaldahl WB. Current theories of crown contour, margin placement, and pontic design. *J Prosthet Dent* 1981; 45: 268-277.
- 10) Tripodakis AP, Constantinides A. Tissue response under hyperpressure from Convex pontics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1990; 10: 408-414.
- 11) Edelhoff D, Spiekermann H, Yildirim M. A review of esthetic pontic design options. *Quintessence Int* 2002; 33: 736-746.
- 12) Zitzmann NU, Marinello CP, Berglundh T. The ovate pontic design: A histologic observation in humans. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 375-380.
- 13) Dylina TJ. Contour determination for ovate pontics. *J Prosthet Dent* 1999; 82:136-142.
- 14) Orsini G, Murmura G, Artese L, Piattelli A, Piccirilli M, Caputi S. Tissue healing under provisional restorations

- with ovate pontics: A pilot human histological study. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 252-257.
- 15) Abrams H, KopcZyk RA, Kaplan AL. Incidence of anterior ridge deformities in partially edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1987; 57: 191-194.
 - 16) Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part I. Technique and wound healing. *Compend Contin Educ Dent* 1983; 4: 437-453.
 - 17) Hawkins CH, Sterrett JD, Murphy HJ, Thomas JC. Ridge contour related to esthetics and function. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 165-168.
 - 18) Edelhoff D, Spiekermann H, Yildirim M. A review of esthetic pontic design options. *Quintessence Int* 2002; 33: 736-746.
 - 19) Fradeani M, Barducci G. Esthetic rehabilitation in fixed prothodontics, Volume 1: Esthetic analysis: A systematic approach to prosthetic treatment. Chicago: Quintessence, 2004: 243-322.
 - 20) 小野善弘, 畠山善行, 宮本泰和, 松井徳雄. コンセプトをもった予知性の高い歯周外科処置. 第9章 欠損部歯槽堤の形態異常. クインテッセンス出版; 2001.
 - 21) Langer B, Calagna LJ. The subepithelial connective tissue graft. A new approach to the enhancement of anterior cosmetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1982; 2(2): 22-33.
 - 22) Blatz MB, Hürzeler MB, Strub JR. Reconstruction of the lost interproximal papilla--presentation of surgical and nonsurgical approaches. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999; 19: 395-406.
 - 23) Studer SP, Lehner C, Bucher A, Schärer P. Soft tissue correction of a single-tooth pontic space: a comparative quantitative volume assessment. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 402-411.
 - 24) Wessel JR, Tatakis DN. Patient outcomes following subepithelial connective tissue graft and free gingival graft procedures. *J Periodontol* 2008; 79: 425-430.
 - 25) Scharf DR, Tarnow DP. Modified roll technique for localized alveolar ridge augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992; 12: 415-425.
 - 26) Seibert JS, Louis JV. Soft tissue ridge augmentation utilizing a combination onlay-Interpositional graft procedure: A case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996; 16: 311-321.
 - 27) Allen EP, Gainza CS, Farthing GG, Newbold DA. Improved technique for localized ridge augmentation. A report of 21 cases. *J Periodontol* 1985; 56: 195-199.
 - 28) Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. I. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993; 13: 29-45.
 - 29) Coachman C, Salama M, Garber D, Calamita M, Salama H, Cabral G. Prosthetic gingival reconstruction in fixed partial restorations. Part 3: laboratory procedures and maintenance. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010; 30: 19-29.
 - 30) Coachman C, Dooren EV, Gurel G, Calamita MA, Calgario M, Neto JS. Minimally invasive reconstruction in implant therapy: The prosthetic gingival restoration. *Quintessence of dental technology* 2010: 1-15.
 - 31) Edel A. Clinical evaluation of free connective tissue grafts used to increase the width of keratinised gingiva. *J Clin Periodontol* 1974; 1: 185-196.
 - 32) Wara-aswapati N, Pitiphat W, Chandrapho N, Rattanayatikul C, Karimbux N. Thickness of palatal masticatory mucosa associated with age. *J Periodontol* 2001; 72: 1407-1412.
 - 33) Stipetić J, Hrala Z, Celebić A. Thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity dependent on gender and body mass index. *Coll. Antropol* 2005; 29: 243-247.
 - 34) Studer SP, Allen EP, Rees TC, Kouba A. The thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity as potential donor sites for ridge augmentation procedures. *J Periodontol* 1997; 68: 145-151.
 - 35) Zuhr O, Hürzeler MB. Plastic- Esthetic Periodontal and Implant Surgery. Chapter 7.1.3; Potential Donor Sites and Harvesting Techniques. Quintessence Publishing Co Ltd. UK 2012. 198-212.
 - 36) Mörmann W, Schaer F, Firestone AR. The relationship between success of free gingival grafts and transplant thickness. Revascularization and shrinkage--a one year clinical study. *J Periodontol* 1981; 52: 74-80.
 - 37) Corn H, Marks MH. Gingival grafting for deep-wide recession--a status report. Part II. Surgical procedures. *Compend Contin Educ Dent* 1983; 4: 167-180.
 - 38) Petrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *J Prosthet Dent* 1967; 17: 21-27.
 - 39) Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23: 313-323.
 - 40) Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 212-218.
 - 41) Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler M. Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: A volumetric study in the beagle dog. *J Clin Periodontol* 2008; 35: 356-363.
 - 42) Iasella JM, Greenwell H, Miller RL, Hill M, Drisko C, Bohra AA, Scheetz JP. Ridge preservation with freeze-dried bone allograft and a collagen membrane compared to extraction alone for implant site development: a clinical and histologic study in humans. *J Periodontol* 2003; 74: 990-999.
 - 43) Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2009; 36: 1048-1058.
 - 44) Ten Heggeler JM, Slot DE, Van der Weijden GA. Effect of socket preservation therapies following tooth extraction in non-molar regions in humans: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2011; 22: 779-788.
 - 45) Araújo MG, Lindhe J. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 545-549.
 - 46) Saldanha JB, Casati MZ, Neto FH, Sallum EA, Nociti FH Jr. Smoking may affect the alveolar process dimensions and radiographic bone density in maxillary extraction sites: a prospective study in humans. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64: 1359-1365.
 - 47) Darby I, Chen ST, Buser D. Ridge preservation techniques for implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24(Suppl): 260-271.

- 48) Nemcovsky CE, Serfaty V. Alveolar ridge preservation following extraction of maxillary teeth. Report on 23 consecutive cases. *J Periodontol* 1996; 67: 390-395.
- 49) Yilmaz S, Efeoglu E, Kiliç AR. Alveolar ridge reconstruction and/or preservation using root form bioglass cones. *J Clin Periodontol* 1998; 25: 832-839.
- 50) Vittorini Orgeas G, Clementini M, De Risi V, de Sanctis M. Surgical techniques for alveolar socket preservation: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28: 1049-1061.
- 51) Wang HL, Kiyonobu K, Nelva RF. Socket Augmentation : Rationale and Technique. *Implant Dent* 2004; 13: 286-296.
- 52) Wang HL, Tsao YP. Mineralized bone allograft-plug socket augmentation: rationale and technique. *Implant Dent* 2007; 16: 33-41.
- 53) Bartee BK. Extraction site reconstruction for alveolar ridge preservation. Part 2: membrane-assisted surgical technique. *J Oral Implantol* 2001; 27: 194-197.
- 54) Hoffmann O, Bartee BK, Beaumont C, Kasaj A, Deli G, Zafiroopoulos GG. Alveolar bone preservation in extraction sockets using nonresorbable dPTFE membranes: a retrospective non-randomized study. *J Periodontol* 2008; 79: 1355-1369.
- 55) Landsberg CJ. Implementing socket seal surgery as a socket preservation technique for pontic site development: surgical steps revisited--a report of two cases. *J Periodontol* 2008; 79: 945-954.
- 56) Wong KM, Chneh CM, Ang CW. Modified root submergence technique for multiple implant-supported maxillary anterior restorations in a patient with thin gingival biotype: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2012; 107: 349-352.
- 57) Casey DM, Lauciello FR. A review of the submerged-root concept. *J Prosthet Dent* 1980; 43: 128-132.
- 58) Salama M, Ishikawa T, Salama H, Funato A, Garber D. Advantages of the root submergence technique for pontic site development in esthetic implant therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27: 521-527.
- 59) von Wowern N, Winther S. Submergence of roots for alveolar ridge preservation. A failure (4-year follow-up study). *Int J Oral Surg* 1981; 10: 247-250.
- 60) Spear FM. Maintenance of the interdental papilla following anterior tooth removal. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999; 11: 21-30.
- 61) 木林博之.「審美修復における欠損部歯槽堤への対応を検証する 第1回:考慮すべき事項とポンティック」. *ザ・クインテッセンス* 2013; 32: 2158-2173.
- 62) 木林博之.「審美修復における欠損部歯槽堤への対応を検証する 第2回:形態異常に対する歯槽堤造成 (ridge augmentation)」. *ザ・クインテッセンス* 2013; 32: 2435-2448.
- 63) 木林博之.「審美修復における欠損部歯槽堤への対応を検証する 第3回:形態異常を回避するための歯槽堤保存 (ridge preservation)」. *ザ・クインテッセンス* 2013; 32: 2701-2716.

著者連絡先: 木林 博之

〒617-0826 京都府長岡京市開田1-21-21

きばやし歯科医院

Tel & Fax: 075-954-9600

E-mail: hiro@kibayashi-dental.com