

**キーワード:** mental nerve, mental foramen, flap advancement, fibrotic periosteum, the periosteal-elastic technique, debundling

## Periosteum Classification and Flap Advancement Techniques Around the Mental Foramen

Istvan A Urban, Celia Sommer, I-Ching Wang, Hom-Lay Wang. Int J Periodontics Restorative Dent. 2022;42(6):753-759.

### 序文

骨再生誘導法のための外科的歯肉弁伸展術について、様々なテクニックが文献で紹介されているが、特にオトガイ孔周辺における、瘢痕や異物を含む組織のマネージメントに関する臨床的課題については、未だ十分に説明されていない。線維性組織、瘢痕骨膜の肥厚やオトガイ孔の存在は、本来の組織と同じように扱うことを難しくしている。そのため、テンションフリーの歯肉弁の閉鎖を獲得するためには、さらなる配慮とアプローチが必要となってくる。

本稿では、骨膜と軟組織の質に基づいて3つの臨床的シナリオにおいて、それぞれの歯肉弁伸展術分類を提示し、特にオトガイ孔周囲での各分類における外科的アプローチにフォーカスを当てて紹介する。

軟組織の適切な管理は歯肉弁伸展術には不可欠であり、骨造成を成功させるための重要な要素である。合併症として、不十分な歯肉弁の伸展による歯肉の裂開やオトガイ神経のような周囲の重要な器官の損傷による術後の知覚障害などが挙げられる。軟組織の質と弾力性は、過去の外科的介入に大きく影響されるため、手術計画と予想される結果を確立する際に考慮する必要がある。特にオトガイ孔のフラップ操作を成功させるためには、主要な解剖学的構造と組織の質を理解することが不可欠である。そこで、本稿では、オトガイ孔周辺の解剖学的な考察を行い、外科的アプローチにおいて組織の質を考慮した新しい組織分類に基づく頬側歯肉弁伸展術のための外科的テクニックを提案する。

### 外科のマネージメント

#### 解剖

下顎臼歯部において、頬側歯肉弁を伸展させる際に最も保護すべき重要な領域はオトガイ神経である。下顎管を前方に走行する下歯槽神経は、臼歯部においてオトガイ神経と切歯神経に分岐する。オトガイ神経は、オトガイ孔 (以下: MF) から頬側に出現し、オトガイの皮膚、下唇の粘膜と皮膚、口腔前庭の歯肉を支配する3本の枝を有している。

### 切開デザイン

下顎臼歯部の切開デザインは、欠損形態の程度に関係なく、歯槽頂の角化歯肉中央の位置で、レトロモラーパッドから欠損顎堤に隣接する最遠心歯へ歯槽頂切開を行う。舌神経を

保護するため、臼後三角領域では頬側よりに遠心方向へ斜めの縦切開を行う。前方の縦切開の位置は、骨造成部位から前方へ2歯離れた近心頬側隅角に安全距離をとることが好ましい。舌側歯肉弁の伸展を容易にするため、最遠心歯の近心舌側隅角に3~4mmの縦切開を行うことが推奨される。

粘膜骨膜弁の基底部に近い部位に骨膜切開（以下：PSI）を行うことで、歯肉弁を容易に伸展させる事ができる。MFの位置をレントゲン、特にCBCTで確認することは、オトガイ神経束に対する外傷を避けるための第一歩である。MFの直径、外観、位置は、多くの調査で議論されている。7-10高度に吸収した下顎骨では、MFが歯槽骨頂近くに位置している場合がある。そのため、歯槽骨の垂直的な高さに関連してMFの上部を湿ったガーゼを用いて露出させ、MF周辺の歯肉弁の利用可能域を確認する必要がある。垂直的な欠損がわずかな歯槽骨の場合、歯槽頂切開からMFまでの距離は15mmになる場合もある。本論文の著者らは、MFから6~8mm離れた位置でドーム状の切開を行い、MFの周囲に湾曲したPSIを行うことを推奨している。またオトガイ神経枝を保護するために、PSIはMFから10~15mmの前方および後方で開始する必要がある。高度に吸収された顎堤では、MFの上に残された歯肉弁の高さは通常6-7mmであり、この場合のPSIはより近くに設定する必要があるが、MFから少なくとも3mmの距離を保つ必要がある。このような状況でも、現在のガイドラインに示されているように、骨膜切開は歯肉弁断端から3mm離すことが推奨されている。しかしながら、オトガイ神経枝の正確な位置は不明であるため、慎重な剥離と新しいメスを用いた優しい切開が重要である。

## 骨膜スコアリングの深さ

骨膜の組織学的な平均の厚みは、約0.38mmである。MFに近い部位において、セロファン状の骨膜を穿孔するのに十分な骨膜切開の深さは、0.5mmと浅いことが望ましい。顕微鏡的に、骨膜は、機械的安定性をもたらす緻密な外側の線維層と、前駆細胞や骨に固定するコラーゲン繊維を含む内側の骨形成層の2層からなる。切開した骨膜は粘膜下層の結合組織を露出させ、弾性繊維束の鈍的な分離と伸張を可能にする。この操作は、メスを90度回転させ、弾性繊維束を優しく搔き分け、その後、骨膜エレベーターのような鈍い骨膜器具を使って、歯冠側方向に引っ張る動作で行うことができる。MFから離れた歯肉弁の基底部分においては、PSIを粘膜下へ約1mm挿入することで、適切に歯冠側へ伸展させることができる。大幅な伸展が必要な場合は、筋層への骨膜剥離や複数回の搔き上げ操作を行い、望ましい歯肉弁の伸展を得ることも検討する。

Table 1 骨膜の分類とそれに対するフラップマネージメント

分類	状態	難易度	推奨される外科的アプローチ
Class I	瘢痕組織の無い、天然の骨膜	優しい	PSI + Periosteal-elastic technique (弾性線維の分離)
Class II	瘢痕組織を伴う軽度の線維化した骨膜	普通	線維化した骨膜に対してメスを45度に回転させた状態で行う広範囲の骨膜下束の切開 + periosteal-elastic technique  代替アプローチ：複数の骨膜スコアリング切開+Periosteal-elastic technique
Class III	顕著な瘢痕と異物が混入している厚い線維性の石のように硬い骨膜	難しい	異物が取り込まれている部位周囲の歯冠根尖側方向の骨膜切開 骨膜切開の間の部分的/完全なperiosteoplasty/骨膜切除+periosteal-elastic technique オトガイ神経周囲では注意する

## 骨膜の分類

天然の骨膜を持つ粘膜骨膜弁は、その基底部全体にPSIを行い、2つの垂直切開を入れることで、容易に骨欠損部から5mm伸展させることが出来る。しかし、厚くなった線維組織や瘢痕化した骨膜は、フラップの柔軟性を抑制してしまう。文献には、高度に吸収した下顎臼歯部において、歯肉弁の伸展の方法が提案されているが、そこに記載されている外科的アプローチは、組織に異物や瘢痕組織がある場合についての言及はない。組織内の歯肉の柔軟性（張力）は、弾性繊維の量、骨膜の厚さ、細胞外マトリックスの成分に起因している。骨膜とその下の粘膜下層は、瘢痕治癒後に異なるコラーゲン繊維網を形成している。創傷治癒初期の非組織化されたコラーゲン線維の沈着は、緻密で厚く、組織化されたコラーゲン線維に置き換えられ、これらは組織が受けたダメージと相関している。

骨膜および骨膜下組織の瘢痕化は、「帯状」の過剰なコラーゲン線維の蓄積を伴う線維増殖反応と定義される。創傷治癒が阻害された極端なケースでは、損傷した骨膜は、非吸収性の骨粒子やチタン顆粒を埋め込んだ結合組織様の瘢痕組織を形成し、完全に柔軟性が失われてしまう。

このような手術の問題を克服するために、骨膜と軟部組織の質を分類し、それぞれのシナリオに応じた術式を提案する必要がある。提案された歯肉弁の伸展の分類（表1）は、軟組織の質の具体的な特徴と、歯肉弁の伸展を成功させるための手術手技を明らかにすることを目的としている（付録図1参照、本論文のオンライン版で[quintpub.com/journals](http://quintpub.com/journals)で閲覧可能）。



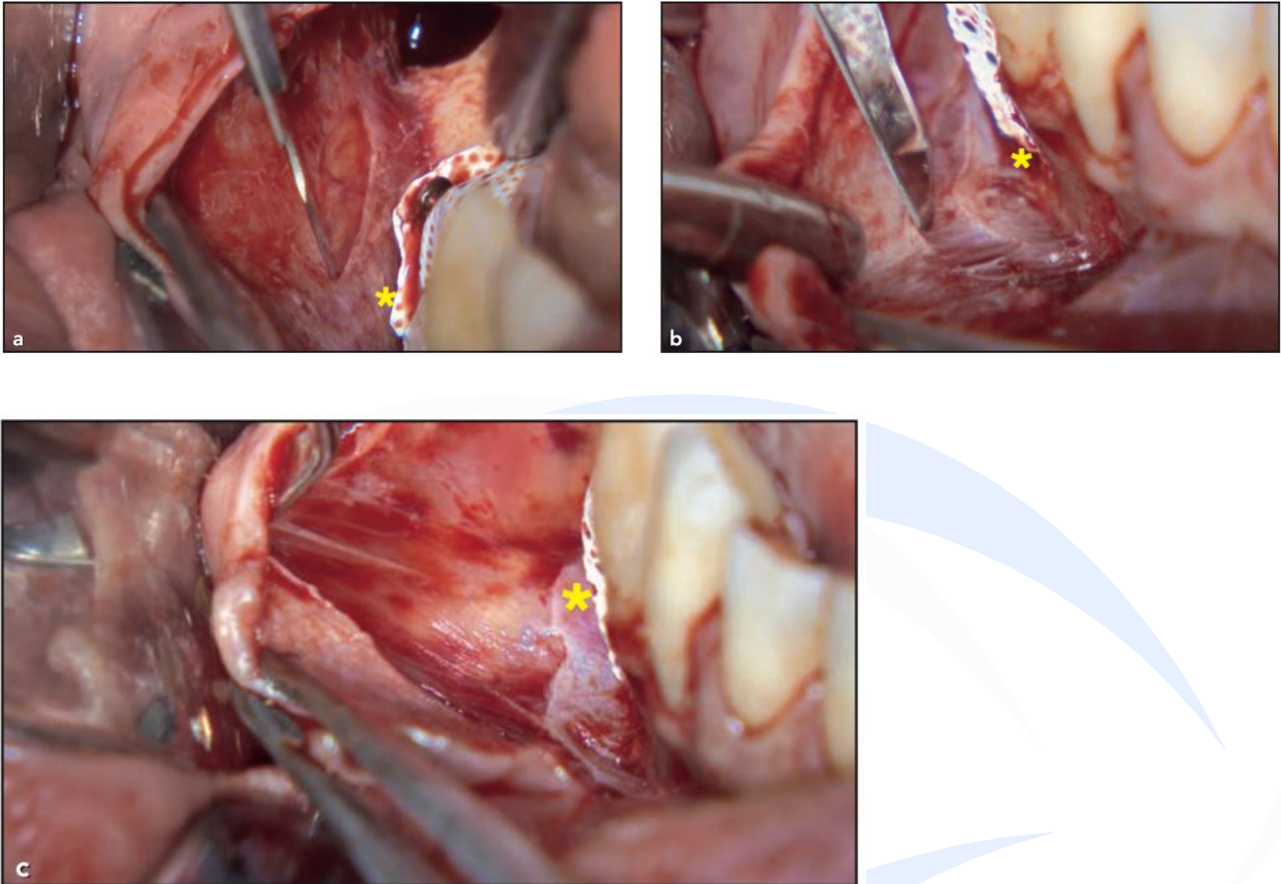


図1 Class Iの症例におけるフラップマネジメントの臨床例（瘢痕組織のない自然な骨膜を有する）。アスタリスクはMFの位置を示す。(a) 15番メスを用いた骨膜切開の咬合面観。薄い骨膜に注目。(b) 15番メスを45度回転させてデバンドリング（骨膜下束の切断）を行う。(c) 弾性繊維を分離し歯肉弁の伸展を完了させた状態。

## クラスI 天然の骨膜

クラスIは、軟組織内に瘢痕組織が形成されていない、本来の骨膜を指します。これらの部位は、以前に軟組織や硬組織の増強術を受けたことがなく、外傷歴や口腔内の病変もない。

天然骨膜を用いた歯肉弁の進展は、PSIと弾性線維の分離を含む2つのステップで行うことができる。PSIは、MGJの根尖側で、骨膜に対して垂直に行い、次のように伸展させる必要がある。

歯肉弁の遠心側から近心側へ連続した動きで切開する。クラスIの骨膜に対しては、結合組織に深く入り過ぎないように、1mm以下の深さでPSIによる優しい切開を行う。骨膜を切開した後、鈍的剥離と伸展により弾性繊維を分離させるperiosteal-elastic techniqueを用いる。45～90度回転させたメスで骨膜下束をスイープ運動で切断し、歯肉弁の可動性を促進する

(デバンドリング)。骨膜器具で歯冠側方向にブラッシング動作または引っ張ることにより、弾性繊維をさらに分離させることができる(図1)。また、止血鉗子や先端が鈍になっているハサミでスコアリングラインを伸ばすこともできるが、MFの周囲では推奨されない。より多くの伸展が必要な場合は、最初の切開と平行に(3mm離れて)、より歯冠側に2回目のPSIを行うことができるが、通常クラスIの骨膜ではその必要はない。最後に、頬側の歯肉弁断端を3~5mmほど歯槽頂から舌側に延長してフラップの可動性をテストし、緊張のない状態を確認する。

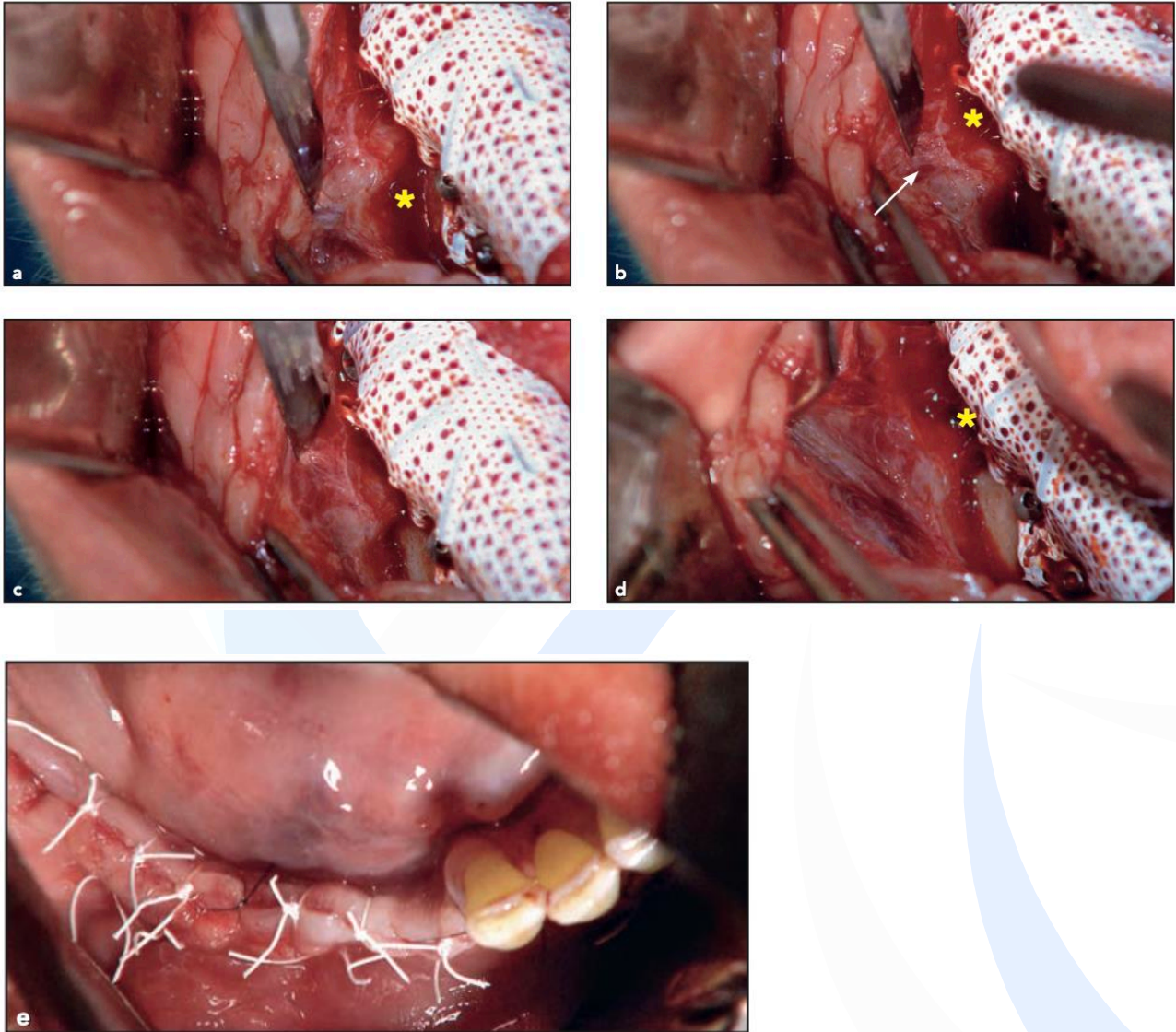


図2 Class II症例(癒痕組織を伴う軽度の線維性骨膜)のperiosteal-elastic(デバンドリング)テクニックの臨床例。アスタリスクはMFの位置を示す。

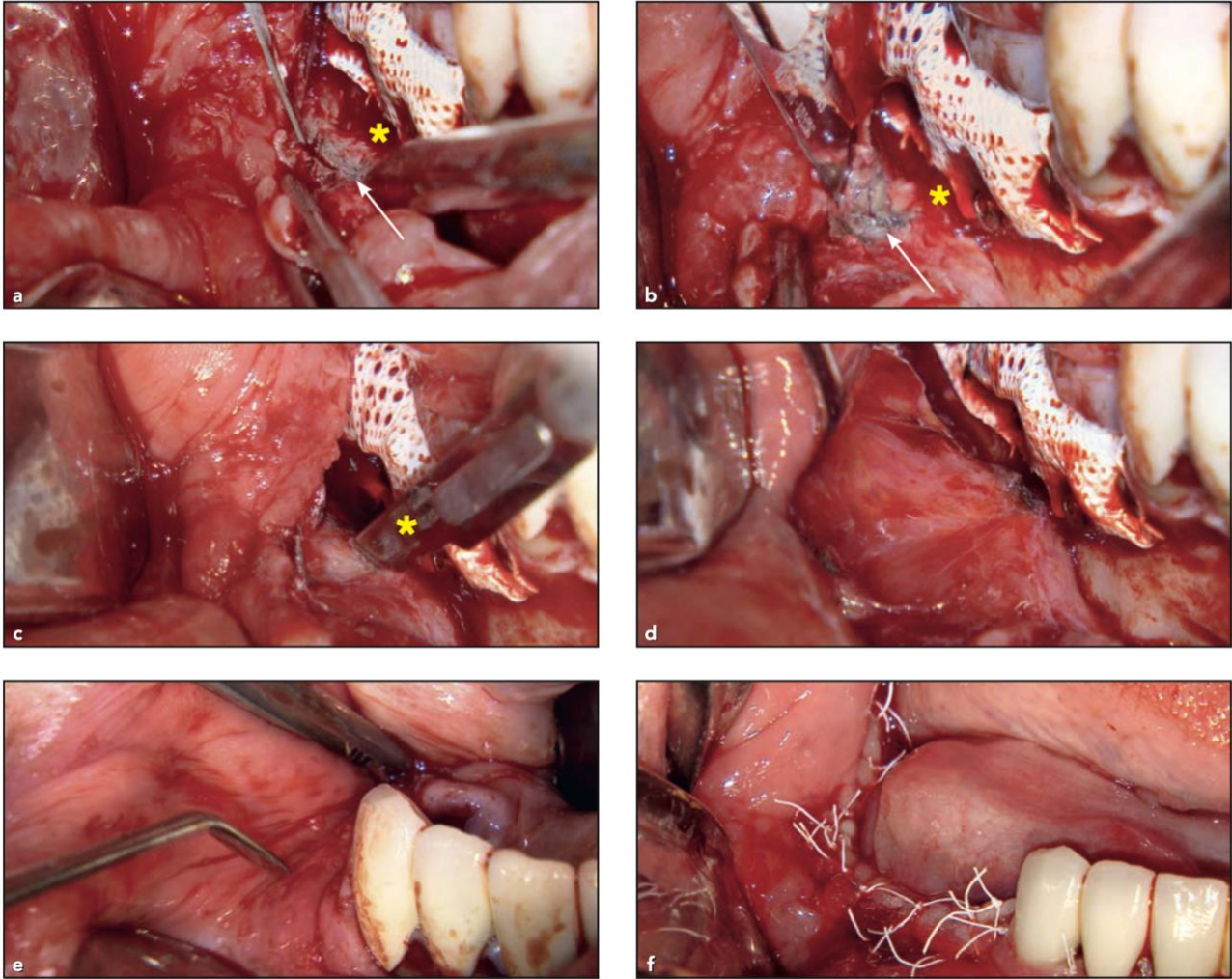
(a)切開の際、新しいメスを45度回転させる。束を切り裂く上で、この組織タイプには、非常に効果的である。(b)メスを90度にした時より45度に回転させることにより刃先が鋭くなく、ほうきのように使用することができる。歯冠根尖側には動かさず、近縁心方向にのみ動かす。矢印は厚くなった線維性/癒痕組織を示している。(c) デバンドリングの最終段階:



刃をほぼ90度回転させ、最初のステップで神経周囲組織に深い切開を入れずに、より柔軟な弾性組織に「ドアオープナー」になったことを示している。(d) 弾性分離は、ただ引っ張ることで完了する事ができる。「Mini-Me」鈍器骨膜器具をスプーンのように引っ掛け、組織を歯冠側に引っ張る。このステップは単純に引っ張るだけで、組織が簡単に反応する必要がある。それでも反応しない場合は、強く引っ張る前にもう少しデバンドリングを行う必要がある。(e) 最終的な歯肉弁伸展の臨床像。縫合を行い初期の創傷閉鎖を獲得した。

## クラスII：軽度の線維化した骨膜

クラスIIの骨膜は、軟組織内に癒痕形成や肥厚した線維組織が存在している。骨膜が癒痕化している場合、歯肉弁の弾力性を回復させるために、連続的な引っ掻き動作や癒痕化した骨膜の切除により、骨膜の厚さをアンダーマイニング（抑制効果、過正当化効果）する必要がある。癒痕化した骨膜に対しては、歯肉弁の弾力性を高めるために、内側性部分層弁を作成し、骨膜を深部の弾性線維から剥離する骨膜形成術を検討する。しかし、下顎臼歯部の頬側歯肉弁では、実現不可能な場合がありリスクが高い。厚い線維性組織のため、歯肉弁の可動性を回復させるために、継続的な骨膜のスコアリングや癒痕化した骨膜の部分切除が必要である。PSIの深さは、線維化した骨膜の厚さ、伸展の量、その部位の手術の既往によって変化する。骨膜を引っ掻く動作は、弾性線維に達するように行う。45～90度回転させた斜めメスで、MFの周囲にある弾性線維に対して水平方向へ連続的に切り込みを入れ、骨膜下繊維束を切り離す。この作業は、線維化した骨膜下束がすべてなくなるまで繰り返す必要があるため、術者の忍耐が必要となってくる。最後に、引っ張る動作を繰り返すか、鈍的器具や半鈍的器具で骨膜を梳くようにブラッシングすることで、弾性繊維を分断・分離し、歯肉弁の柔軟性を回復させる（図2）。MFから離れた部位で、線維性の骨膜が非常に厚い場合は、フラップを穿孔しないように注意しながら、余分な組織を部分的に切除する。



クラスIIIの症例（厚く線維化した石のような骨膜で、顕著な瘢痕と異物が混入している）における歯肉弁伸展の臨床例。アスタリスクはMFの位置を示す。(a)緩やかな骨膜切開（遠心から開始）の後、神経周囲組織に金属片が取り込まれた塊があった（矢印）。この組織をメスで切り開くことは困難であり、臨床医は次のステップで組織を再び柔軟にするため、非常に忍耐強くならなければならない。まず、石のような硬い骨膜を新しい15番のメスで完全に切り開く必要がある。異物が歯冠根尖側に少なくとも5mm以上に広がっている場合は、3mm以内に平行な切開を追加する必要がある。(b) 両方の切開が終わった後、回転した15番メスでデバンドリングを行う。しかし、これだけでは弾性組織を分離できない。金属顆粒を含む瘢痕組織（矢印）を完全に除去する必要がある、骨膜形成術の一種として行われる。(c) 次に、No.15ブレードを骨膜切開部位の最も根尖側に挿入し、優しく歯冠側に動かして瘢痕化した骨膜の巣全体を除去する。混入された金属のほとんどが除去された。歯肉弁の剥離を開始するために、ほうきのように使うブレードを使ってフラップを剥離する。(メスの下にはMFがある)。(d) 軽い骨膜形成術が終わったら、「Mini-Me」鈍器骨膜器具を使い、（遠心部から始めて）弾性線維の分離を完了。(e) 頬側歯肉弁が、舌側の歯肉弁にオーバーラップするくらいの柔軟性を獲得できている。(f) 二層歯肉弁閉鎖による最終縫合の臨床像。

### クラスIII：厚く、線維化し、石のような骨膜。

手術部位によっては、過去にインプラント周囲炎治療や異種骨や合成材料による造成術を受けたことがあり、瘢痕組織だけでなく、軟組織内に異物（チタン粒子や残留移植片など）が埋め込まれていることがある。クラスIIIの骨膜は、顕著な線維性瘢痕と歯肉弁の柔軟性を抑制する混入異物のために、歯冠側への歯肉弁の伸展を達成するのが最も困難である。弾性線維や筋肉を貫通する複数のPSIが必要なだけでなく、組織の厚みを1mm以上に保ちながら、骨膜形成術により異物を含む瘢痕組織の一部または全部を除去する必要がある。オトガイ神経の損傷を避けるため、組織内に異物が混在していても、MFから3mm以上距離を離す必要がある。メスを斜めまたは回転させることにより骨膜下束を切り離した後、鋸刃が付いた骨膜器具などの半鈍的器具で弾性繊維を分離し、柔軟性が得られるまで引っ張り/梳き動作を繰り返す（図3）。極端なClass III症例では、フラップの柔軟性を確保するために、Extended remote flap elevationとPapilla shifting の組み合わせで、近心部からの軟組織を持ってくる事も検討する。

### 結論

本論文では、瘢痕組織により線維化・肥厚した骨膜をマネジメントするための新しい分類を紹介し、骨膜の質の違いを判断することによって、各臨床シナリオに対する外科的アプローチを紹介している。この分類は、受動的で緊張のない歯肉弁の伸展を達成するために、瘢痕化組織における問題を解決するための外科的アプローチを紹介している。