

間接修復における歯肉縁下フィニッシュライン

木林博之

Subgingival finish line in indirect restorations

Hiroyuki Kibayashi, RDT, DDS, PhD

抄 録

間接修復における歯肉縁下フィニッシュラインは、審美修復および機能的安定のため重要な役割を果たす。本論文では、歯肉縁下フィニッシュラインにおける適応症、設定法を通じた問題点と解決策を検討する。特に、歯肉縁下の Convex カントウアが歯周組織に与える影響と、骨縁上組織付着に基づくフィニッシュライン設定の限界について文献的考察を行った。また、深いフィニッシュライン設定が必要な場合の適応症を提示し、具体的な技術的指針を示した。本論文は、審美性と歯周組織の健康を両立させる治療計画の立案に寄与する。

キーワード

歯肉縁下フィニッシュライン, Convex カントウア, 歯周組織, 支台歯形成, 骨縁上組織付着

ABSTRACT

The subgingival finish line in indirect restorations plays a critical role in achieving both esthetic integration and functional stability. This article reviews the clinical indications and placement techniques of subgingival finish lines, and examines the associated challenges and their potential solutions. Particular emphasis is placed on the influence of convex subgingival contours on periodontal tissues and the biological limitations of finish line placement in relation to supracrestal tissue attachment. Furthermore, the indications for deep subgingival margin placement are delineated, accompanied by specific technical recommendations. This paper aims to provide a framework for treatment planning that harmonizes esthetic excellence with the preservation of periodontal health.

Key words:

Subgingival finish line, Convex contour, Periodontal tissue, Tooth preparation, Supracrestal tissue attachment

I. 序 論

歯肉縁下フィニッシュラインは、審美修復および機能的安定性を達成するための重要な技術である。補綴歯科治療において、この位置の適切な設定は、歯周組織の健康や長期的治療結果に直接影響を及ぼす。本論文では、歯肉縁下フィニッシュラインの適応症、形成

法、関連する問題点を文献的に考察し、臨床的観点からその解決策を提示する。

II. 歯肉縁下フィニッシュラインの適応症

補綴装置のマージンの設定位置について歯肉縁を境にして、歯肉縁上あるいは歯肉縁¹⁻³⁾、歯肉縁下のどこに設定するかについては以前から論じられてきた。

きばやし歯科医院

大阪大学大学院歯学研究科再生歯科補綴学講座

Kibayashi Dental Clinic

Department of Regenerative Prosthodontics, Osaka University Graduate School of Dentistry

表 1 補綴装置マージンが CEJ より切縁側にある場合のカントゥアに応じて歯肉が示す反応 (文献 9,10 より引用・改変).

	Gingival Phenotype	初期の歯肉反応	続発性の反応
歯肉縁下が Convex (凸) カントゥアの場合	スキヤロップ状で薄い	歯肉の炎症	明らかな歯肉退縮
	フラットで厚い	歯肉の炎症	明らかな歯肉退縮 隣接面ではポケットに
歯肉縁下が Concave (凹) カントゥアの場合	スキヤロップ状で薄い	歯肉炎症わずか または なし	ロール状歯肉 わずかな炎症 辺縁歯肉のクリーピング
	フラットで厚い	歯肉の炎症	歯肉の発赤・出血 スポンジ状の歯肉 辺縁歯肉のクリーピング

歯周組織の健康維持には歯肉縁上マージンが望ましいとされている⁴⁾. Becker CMらは, 歯肉縁下にフィニッシュラインを設定する場合の適応症について以下のように述べている⁵⁾.

- ・ 審美的要求
- ・ 齶蝕除去時の状態
- ・ 歯肉縁下での歯牙破折
- ・ 既存修復物を覆う必要がある場合
- ・ 歯冠長を延長する必要がある場合
- ・ より好ましいカントゥアを与える場合

これらの適応症は, 補綴装置の審美性, 機能性, 長期的安定性を確保するための基本的要件である. この中で, 最も多いのは審美的要求がある場合と考えられる. 歯科審美修復において補綴装置のマージンの位置は, 一部のポーセレンラミネートベニアを除いてほとんどの場合, 歯肉縁下に設定される⁵⁾. 前歯部など審美的要求がある場合, 適合の良い補綴装置であれば⁶⁾, 歯肉縁下にマージンを設定することは容認される.

歯肉縁下にフィニッシュラインを設定した場合の炎症の起因要因は, 歯肉圧排, 歯肉縁下における形成, 印象の各操作が考えられる. また, 修復装置の材質, マージンとフィニッシュラインとのギャップ, そして, セメントの表面粗さが挙げられる. ここで, 歯肉の炎症を左右するのは, フィニッシュラインの位置ではなく修復物の適合が重要であり, 望ましい適合精度は 50 μm 以下とされている⁷⁾.

III. 補綴装置の歯肉縁下カントゥア

フィニッシュラインを歯肉縁下に設定した場合, 補綴装置の適合以外に歯肉縁下カントゥアの形態を考慮することが不可欠である. 理想的な歯肉縁下カントゥアの形態については, 以下のような事項が議論されて

いる.

まず, 歯肉縁下カントゥアは Flat カントゥアを基本とするべきだが, すべての症例でこの形態が適応するとは限らない. 特に辺縁歯肉に厚みがあり棚状になっている場合は, プラークの停滞が生じやすくなる. そのような症例で, Flat カントゥアを与えると辺縁歯肉の支持が不十分になり, 停滞したプラークが歯肉溝に侵入して炎症を引き起こす可能性が考えられる. そこで, Convex カントゥアを付与することで, 辺縁歯肉を支持することにより, 歯肉の安定を促進することが可能である⁸⁾. この形態は, 炎症を最小限に抑えるだけでなく, 審美性の改善にも寄与する.

また, 歯肉縁下カントゥアの形態の違いで辺縁歯肉の位置は変化する. Weisgold によると^{9,10)}, Gingival Phenotype が Scalloped Thin の場合, 歯肉縁下カントゥアがアンダーカントゥアすなわち Concave カントゥアの場合, 辺縁歯肉は歯冠側にクリーピングを起こす. その場合, 二次的な反応としてロール状の歯肉やわずかな炎症を起こすことがあるので注意が必要である. これに反して歯肉縁下カントゥアがオーバーカントゥア即ち Convex カントゥアの場合, 辺縁歯肉は退縮を起こす (表 1).

歯肉縁下カントゥアの役割については, 歯肉溝と遊離歯肉の形態を保護する⁸⁾, 遊離歯肉を支持する⁹⁾, 歯肉形態を維持する^{11,12)}と定義されている. 歯肉縁下カントゥアの形態は, Concave, Flat, Convex のどれが適切であるか, これまでの多くの研究は臨床的検証や経験に基づいており, 最適な形態は症例ごとに異なることが示唆されており, 絶対的な結論が出ていない¹³⁾. 適切な歯肉縁下カントゥアとは, Concave, Flat, Convex のどれがよいかは一概には決まらず, 原則として, 炎症がないこと, 深いポケットがないこと, 辺縁歯肉をサポートしていることが長期的な予後のための必須条件だと考えられる. そのためにはプロ

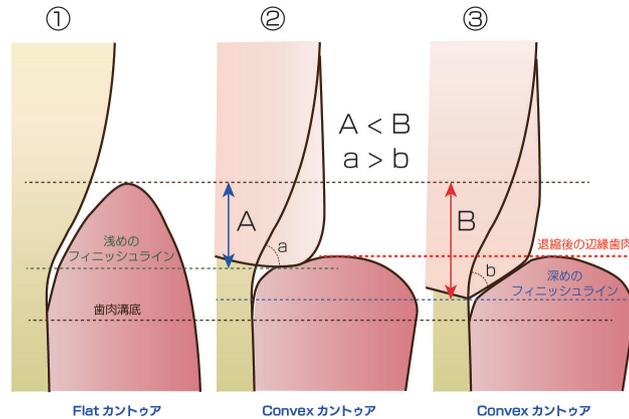


図1 Convex カントゥアにより歯肉退縮させる際の、フィニッシュラインの設定位置による根面となす角度の違いについて示す¹⁷⁾。

図中①：歯肉縁下カントゥアがFlatの場合、図中②：フィニッシュラインの設定が歯肉縁下浅い場合、図中③：フィニッシュラインの設定が歯肉縁下深い場合。②と③とで、Convex カントゥアにより辺縁歯肉を退縮させる距離は同じであるが、フィニッシュラインの深さ (A と B) により、Convex カントゥアと歯根面との角度 (a と b) が異なる。

ビジョナルレストレーションや補綴装置装着後の辺縁歯肉に対する注意深い観察が必要となる。

歯肉縁下の Convex カントゥア

補綴装置の歯肉縁下カントゥアに Convex カントゥアを与えることの利点を考える。天然歯における Convex 形態は、上顎中切歯の唇側歯頸部で観察される¹⁴⁾。歯肉縁下に Convex カントゥアを与えて辺縁歯肉を退縮させることは、審美性の改善に利用できるだけでなく、炎症や辺縁歯肉の安定にも有利にはたらくと考えられている⁸⁾。そして Convex カントゥアを与えて唇側辺縁歯肉を退縮させることで、そのボリュームは唇側根尖方向に移動する。その結果、辺縁歯肉は厚みを増すため、Phenotype Modification Therapy の一つのオプションとなりうる可能性が示唆される。

では、どの程度の Convex カントゥアなら、歯周組織は受け入れられるのか？補綴装置の歯肉縁下カントゥアと歯根面とのなす角度について、その限界を考える。Sorensen¹⁵⁾によれば、45度までなら正常とされ、また、坪田は¹⁶⁾、ほぼ90度のカントゥアを持つ補綴装置を装着してから、20年以上炎症もなく歯頸線の変化もないことを報告している。Convex カントゥアと歯根面のなす角度は、設定される辺縁歯肉の退縮幅と、歯肉縁下フィニッシュラインの設定位置に大きく影響される¹⁷⁾ (図1)。辺縁歯肉を退縮させる幅は同じでも、フィニッシュラインがBのように深くなると、その角度は小さくなる。しかし、その深さが左のA

のように浅くなると大きな角度を与えざるを得なくなる。このように歯肉縁下カントゥアに、Concave や Convex 形態を付与するには、フィニッシュラインの設定位置が深ければ深いほど、与える形態の自由度は増す。生体組織は角のない滑らかな曲線を有していること、歯肉縁下におけるセメント除去を考慮すると、筆者はこの角度をできれば60度程度までに抑えたいと考えている。

垂直的支台歯形成

近年、多くの応用が報告されている BOPT をはじめとする垂直的な支台歯形成は、ナイフエッジのような形成であり、明確なフィニッシュラインが存在しない。BOPT における歯肉縁下での Convex カントゥアの利用は、辺縁歯肉の位置の長期的な安定が期待できると報告されている¹⁸⁻²⁰⁾。この方法は、歯肉のプロファイルが歯冠のエマージェンスプロファイルに反映して適応するのであり、その逆ではないという報告に基づいた新しい概念を取り入れている。

しかし、補綴装置のマージンの露出が少なく安定している一方、周囲組織に炎症を生じやすいという報告もある²⁰⁻²³⁾。BOPT のプロトコル¹⁸⁾によれば、支台歯形成の際、歯肉圧排なしに、内縁上皮からの出血を前提に行う。この方法では、バーの先端が上皮性付着、さらに結合組織性付着の侵襲の可能性がある、テクニクセンシティブな術式と考えられる。よって、骨縁上組織付着を意識した形成限界と、慎重な歯肉縁下カントゥアの調整手技が要求される。

IV. 歯肉縁下深めのフィニッシュラインが必要な場合

歯肉縁下フィニッシュラインは歯肉圧排を行ったうえで、歯肉溝内に設定するのが一般的である。その深さは、歯肉縁下に浅ければ浅いほど上皮性付着を侵害する可能性を回避できる。しかし、臨床において歯肉縁下深めにフィニッシュラインを設定せざるを得ない場合に、しばしば遭遇する。では、どのような場合に必要なのか、その具体例を挙げる。

1. Convex カントゥアによる辺縁歯肉の歯肉退縮が必要な場合

補綴装置の歯肉縁下に Convex カントゥアを与えると、辺縁歯肉の位置は根尖側に移動する。(前述)しかし、移動させる距離によっては、Convex カントゥアの歯根面との角度が大きくなり、セメント除去が困難となる。(後述)セラミックと歯肉溝内縁上皮との上皮性付着(様接着)の方向は、根面から Convex カントゥアに沿って唇側方向に三次元的に変曲する²⁴⁾。その結果、三次元的には歯肉溝と上皮付着(様接着)の幅に変化はないが、唇側方向から二次元的に観察すると、それらの幅は減少する。Convex カントゥアの歯根面との角度が大きくなるのを回避するには、より深いフィニッシュラインの設定が必要となる。

2. Concave カントゥアによる辺縁歯肉のクリーピングが必要な場合

補綴装置の歯肉縁下に全周にわたり Concave カントゥアを与えると、辺縁歯肉は歯冠側方向にクリーピングを起こす。(前述)その後、補綴装置の歯肉縁下カントゥアによる遊離歯肉の支持が得られていれば、セラミックに対して上皮性付着(様接着)が生じ²⁵⁾、歯根面での上皮性付着が結合組織性付着に置換され、上皮の短小化が起こる²⁶⁻²⁸⁾ことが予想される。このような付着のリモデリングがoccurり、深い歯肉溝が消失し、健全な歯肉溝が維持できると推測される。Concave カントゥアにより辺縁歯肉がクリーピングを起こすには、浅いフィニッシュラインではその効果が現れず、より深いフィニッシュラインの設定が必要となる。

3. Gingival Phenotype が薄く、補綴装置装着後に辺縁歯肉の経年的な退縮が予想される場合

Gingival Phenotype が薄い場合(とくに犬歯や小臼歯で考えられる)は、結合組織移植による改善が望

ましい。しかし、現実的には外科処置を回避し、退縮による歯根露出を回避できるよう、できるだけ歯肉縁下深めのフィニッシュラインの設定が必要となる。

4. 辺縁歯肉付近で補綴装置と歯肉の自然感が必要な場合

歯肉縁下に浅いフィニッシュラインの設定では、補綴装置のセラミックと辺縁歯肉との接合が得られず、補綴装置辺縁が浮いたような不自然な様相を呈する。このような場合、より深いフィニッシュラインの再設定により改善が望める。

5. 補綴装置の維持力のための支台歯高径が足りない場合

補綴装置の脱離に対する維持力を得るための支台歯高径が足りない場合、場合によってはより深いフィニッシュラインの設定が必要となる。

V. 歯肉縁下フィニッシュラインの設定法

歯肉縁下フィニッシュラインの設定法を考える前に、フィニッシュラインの限界はどこにあるのかを考えなければならない。そのためには、骨縁上組織付着(Supracrestal Tissue Attachment)を含めて、歯肉縁下のどこまでがフィニッシュラインの設定位置として適切なのかを検討する必要がある。

骨縁上組織付着(Supracrestal Tissue attachment)

歯肉縁下フィニッシュラインを設定する際には、その限界と適切な位置を明確にする必要がある。このプロセスには、骨縁上組織付着の理解が重要である。骨縁上組織付着は、結合組織性付着の約 1 mm と上皮性付着の約 1 mm を合わせたもので、歯肉溝底部から歯槽骨頂までの約 2 mm とされる²⁹⁾。その場合、たとえ同一個体であっても、それぞれの歯牙の骨縁上組織付着の長さは部位とは関係なくそれぞれ異なることを考慮しなければならない^{29,30)}。たとえば、隣接面の骨縁上組織付着は唇側面よりも長い^{31,32)}。この組織学的長さの違いは、隣接面のカントゥアと歯間乳頭の高さを支持する能力によるものである³³⁾。

もし、骨縁上組織付着を侵襲してフィニッシュラインを設定してしまうと、その侵襲により炎症反応が惹起され³⁰⁾、付着の喪失が根尖方向に進行すると考えられている。歯周組織の Phenotype (辺縁歯槽骨の厚さ)により、thick phenotype ではポケットの形成が生じる可能性があり^{29,30,34)}、Thin phenotype では



図2 縁上組織付着 (Supracrestal Tissue attachment) と生物学的根拠 (Biological Rationale)^{17,37-39)}

歯肉退縮^{33,35)}、歯槽骨の吸収を引き起こす可能性が指摘されている^{36,37)}。

生物学的根拠 (Biological Rationale)³⁷⁻³⁹⁾

歯肉溝底の根尖側にフィニッシュラインを設置し骨縁上組織付着を侵害すると、骨吸収を招く^{30,35,40,41)}。骨縁上組織付着の二つの構成要素である上皮性付着と結合組織性付着のうち、前者への侵害は、歯槽骨の骨吸収を生じる以外に、歯根膜繊維部での炎症を惹起し⁴²⁾、プロービング深さや歯肉の炎症が有意に増大する³⁰⁾ことが考えられる。後者 (特に結合組織繊維が埋入している歯根セメント質) への侵害は、炎症性物質 (プロテアーゼ、サイトカイン、プロスタグランジン、宿主酵素) を産生し炎症性反応を惹起する^{43,44)}。これにより骨吸収を起こす破骨細胞が活性化される⁴⁵⁾。炎症層の幅に対する骨の厚さにより、水平性の骨吸収が起こるのか、垂直性の骨吸収が起こるのかが決まってくる。炎症性細胞浸潤はおおよそ 1.5 mm (範囲: 1 ~ 2 mm) であるため⁴⁶⁾、骨の厚さが 1.5 mm より薄ければ水平性骨吸収が起こると思われる。一方、骨の厚さが 1.5mm より厚ければ、垂直性骨吸収が起こる。骨縁上組織付着が侵害されたときの軟組織の変化は、歯肉溝上皮/接合上皮と口腔上皮間の結合組織の厚さと骨吸収のタイプに左右される。薄い結合組織 (< 1.5mm) では骨吸収と歯肉退縮が起こると推測され⁴⁷⁾、反対に、厚い結合組織と骨では垂直性骨欠損が形成されるであろう⁴⁸⁾。このような生物学的観点から、骨と軟組織が薄い部位 (すなわち骨の薄い頬側と口蓋/舌側 切歯と犬歯) での骨縁上組織付着の侵襲に対しては、歯冠長の延長が自然に起こってくる。反対に、厚い骨と軟組織の部位 (すなわち隣接面歯間部と舌側の骨が厚い部位 臼歯部) で骨縁上組織付着

が侵襲を受けた場合には、歯冠延長術が適応となる (図 2)。

しかし、一部の研究結果では、骨縁上組織付着の侵襲が必ずしも歯槽骨や歯肉退縮の破壊につながるとは限らないことを示唆する報告もある³⁰⁾。だが、補綴装置のマーヅンを上皮性付着内に設定することに対するコンセンサスは、いまだ得られていないのが現状ではないだろうか。

よって、骨縁上組織付着を考慮すると、補綴装置のマーヅンを歯肉溝内に設定すること^{30-32,42,49)}、が歯肉の炎症を起こさないためには必要と考えられている。すなわち、フィニッシュラインは遊離歯肉縁から 0.69 ~ 1 mm の範囲内に設定することになる⁵⁰⁾。骨縁上組織付着の違いから、唇側と隣接面では歯肉溝の深さが異なる。唇側では 1 ~ 2 mm、隣接面では 2 ~ 3 mm である。言い換えれば歯肉縁下の形成の深さは、唇側よりも隣接面のほうがある程度の自由度が存在する。

しかし、臨床において、歯肉溝底を明確に把握することは可能であろうか? また、術者がフィニッシュラインを歯肉溝内に設定していると思っけていても、実際には上皮性付着を侵害している場合はないのだろうか?

臨床で一般的なフィニッシュラインの設定法

現在、一般的に歯肉縁下フィニッシュラインの設定法の基準は、歯槽骨縁を基準とする方法 (後述) と遊離歯肉縁を基準とする方法が考えられる。歯槽骨縁を基準にする方法は、支台歯形成に先立って、浸潤麻酔下でのボーンサウンディングが必要になり、これを毎回行うことは非現実的である。臨床では、遊離歯肉縁を基準とする方法、すなわち、辺縁歯肉に炎症のな

い状態で圧排糸を歯肉溝に挿入し、安全域を考慮したうえで圧排糸上縁にフィニッシュラインを設定する方法が一般的である⁵⁰⁾。圧排糸の太さも Gingival Phenotype や歯肉溝の深さに応じて変えることが必要である。支台歯形成は、唇側面では深めに（圧排糸の上縁まで）、隣接面では浅めにフィニッシュラインを設定する。特に歯根間距離が狭い場合は、歯周組織の侵襲を避けるため浅めに設定する必要がある。また、切削器具は、回転系よりも振動系の方が歯周組織への侵襲がなく、より安全で正確なフィニッシュラインの付与が可能となる^{51,52)}。

プロービングと歯肉圧排

健全歯肉溝の深さは、組織学的には 0.69～1 mm の範囲にある。しかしプロービング (25 g のプロービング圧) によって計測される臨床的歯肉溝の深さは 1～4 mm⁴²⁾ の範囲に計測される。この違いはプロービングによる計測が、歯肉溝最下底までの距離を表しておらず、プローブの先端は上皮付着のほぼ中央まで達しているため⁵³⁻⁵⁶⁾ である。

また、補綴修復処置において、フィニッシュラインの設定、印象採得時における歯肉の損傷の防止、歯肉溝滲出液や血液の抑制、を目的として歯肉圧排の有効性を報告している文献は多い。圧排糸による歯肉圧排は、歯周組織の損傷程度を最小限に抑えたとの報告⁵⁰⁾ があるように、支台歯形成においては、歯肉圧排を行ったうえでフィニッシュラインを形成することが一般的である。

Van der Velden⁵⁷⁾ によると結合組織性の付着を維持するためには 0.75 N の力によるプロービング圧が最適であるとされ、0.63 mm のプローブを使用すると 2,400 kPa の力が生じると考えられている。圧排糸による歯肉圧排では 5,000 kPa にも及ぶ過剰な力が発生して上皮付着の破壊を生じる可能性があり、それによる組織侵襲が問題とされている⁵⁸⁾。

歯肉圧排を行う際には、以下の三つの要素について考慮しなければならない⁵⁹⁾。

1) 圧排糸挿入時間

5 分以内が推奨され、10 分以上になると非可逆的歯肉退縮は避けられない⁶⁰⁾

2) 圧排糸挿入時に圧排用インストルメントに加える力

シャープな繊維を守る必要があり、過度な力は出血、炎症、歯肉退縮を導く⁶¹⁻⁶⁴⁾

3) 薬剤の種類

塩化亜鉛はイヌで組織崩壊を認め、塩化アルミニウ

ム製剤・ヘモデント (Premier Dental, 白水貿易)、100% 硫酸アルミニウムカリウム (Alum [カリウムミョウバン])、8% と 1 mg/inch ラセミ体エピネフリンが臨床上有効である⁶⁵⁾。特に、ヘモデントは他の薬剤より有効と評価されている^{66,67)}。

これらを考慮すると、補綴処置における歯肉圧排の回数と時間は最小限に抑えるべきであり、歯肉圧排を必要とする支台歯形成と印象採得は、同時に行うことが推奨される。

ここで、圧排糸は、歯肉溝内に留置されていると考えがちであるが、実際は骨縁上組織付着を侵襲しているのではないのか、という疑問が生じる。

組織学的歯肉溝と臨床的 (補綴的) 歯肉溝

最適なプロービング圧である 25 g とくらべて、圧排糸挿入時にはこれ以上の力が加わっていると推測される。仮にこの推測が正しければ、圧排操作により上皮性付着は剥がされ、圧排糸は付着上皮に接しているのではないだろうか? Van der Valden らは、上皮付着は 1 N/mm² の力では持続的な傷害を受け、歯肉圧排で必要とされる 2.5 N/mm² の力では上皮付着の断裂が起きると報告している^{68,69)}。圧排糸による歯肉圧排での組織像を調べた研究では、断裂された歯肉溝上皮と付着上皮はところどころ失われており、付着上皮は細胞内水腫性変性と上皮剥離を示していた⁶⁹⁻⁷²⁾。これらの報告より、歯肉圧排での圧排糸は、上皮性付着を剥離し、接合上皮と接している可能性が考えられる。この剥離の及ぶ範囲は、結合組織性付着の手前にまで達しているかもしれない。支台歯形成において圧排糸の上縁にフィニッシュラインを設定し、印象採得によって得られたダイ模型の根面は、上皮性付着が剥離された根面である可能性は否定できない。

臨床において歯肉溝と歯肉溝底は、明確に規定することができない。印象限界、すなわち圧排糸を挿入できる範囲を、臨床的 (補綴的) 歯肉溝と定義し、組織学的歯肉溝と区別する必要がある。臨床的 (補綴的) 歯肉溝は、圧排操作時の麻酔の有無 (無麻酔、表面麻酔、浸潤麻酔) により、その深さは左右される。浸潤麻酔下での圧排操作は、強い圧力での圧排操作が可能となり、過度に上皮性付着を侵害する可能性が高いため、注意が必要である。そのため、ある程度の圧力で、痛みを感じることでできる表面麻酔下での圧排操作が推奨される。

歯周外科後のフィニッシュラインの設定法^{39,73)}

前歯部での審美的な理由から行われる歯冠長延長

術⁷⁴⁾などに代表される、歯周外科後のフィニッシュラインの設定については、十分な配慮が必要である。骨縁上組織付着の再建に要する期間は、唇側、口蓋側では全層弁で6か月前後⁷⁵⁻⁷⁸⁾、部分層弁で6か月以上^{79,80)}、隣接面エリアでは1.5～3年といわれている³¹⁾。もっとも骨縁上組織付着を侵されやすいのが、隣接面エリアである。もし、この部分において骨縁上組織付着が侵されると、その影響は唇側の辺縁歯肉にまで及ぶ⁸¹⁻⁸³⁾。以下では、歯周外科後のフィニッシュライン設定における留意点について考察する。

< 歯槽骨縁を基準にしたフィニッシュライン設定法 >

フィニッシュラインの設定方法には、歯槽骨頂を基準に行う方法と、遊離歯肉縁を基準に行う方法の二つが考えられる(前述)。修復後も健全な歯肉を維持するためには、フィニッシュラインの設定は歯槽骨頂を基準に行う方法を選択すべきである³³⁾。すなわち、厳密にフィニッシュラインの設定位置を決定するには、歯槽骨頂の位置を把握するためのボーンサウンディングが必須となる。ボーンサウンディングの結果に基づいて、骨縁上組織付着を侵襲しないように歯肉溝内にフィニッシュラインを設定しなければならない。そのために必要な歯槽骨縁上の根面の長さに関してはさまざまな報告^{29,84-86)}があり、そのなかでもKois³¹⁾は歯槽骨縁から唇側で3 mm、隣接面で3～4.5 mmと報告している。また、唇側面と隣接面とでは骨縁上組織付着が異なることも述べている。組織学的に健全な歯肉溝の深さは、隣接面では約2.0～3.0 mmと考えられる。

・唇側面フィニッシュラインの設定位置

Kois⁸¹⁾の報告より、補綴装置唇側面のフィニッシュラインの位置は歯槽骨頂から歯冠側方向へ2.0～2.5 mm(遊離歯肉縁から根尖側方向へ0.5～1.0 mmの位置)に設定する。

・隣接面フィニッシュラインの設定位置

隣接面における歯肉溝の深さを考慮すると、補綴装置のフィニッシュラインは歯槽骨頂から歯冠側方向へ2.0～2.5 mmの位置(歯間乳頭頂から根尖側方向へ2.0 mmまでの位置)に設定が可能となる。すなわち、隣接面では唇側面と比較してフィニッシュラインの深さにある程度の自由度が存在する。しかし、この隣接面のフィニッシュラインの設定位置をすべての症例に適用することは危険である⁸⁷⁾。隣接面におけるフィニッシュラインの安全な設定位置は、歯根間距離やGingival Phenotypeに応じて、審美性と清掃性を考慮して、できるだけ浅めの設定が望ましいと考えら

れる。

VI. 歯肉縁下フィニッシュラインの問題点

①プロビジョナルレストレーションのマージントリミング

プロビジョナルレストレーションを直接法と言われ口腔内でWashしてトリミングする方法では、その適合精度を明視下では確認できない。印象後に製作された石膏ダイ模型を利用して、間接的に確認することでこの問題は解決される。

②セメントの取り残し

歯科用セメントの取り残しが歯周組織に及ぼす影響については、これまで多くの報告がなされている⁸⁸⁻⁹⁰⁾。残留セメントは歯周炎の原因となり、炎症や骨吸収を引き起こす可能性がある。セメント除去の容易さに関与する因子は、歯肉縁下におけるフィニッシュラインの設定位置と補綴装置に与えられた歯肉縁下カントウアの形態が考えられる。セメント除去を容易にするためには、以下の対策が有効である：

- ・歯肉圧排の実施 セメントの歯肉溝深部への流入を防ぐため、セメンティング前に歯肉圧排を行う。
- ・水溶性の分離剤の使用 補綴装置のマージン付近に分離剤を塗布し、セメントの付着を軽減する。
- ・マイクロスコープによる確認 セメンティング後、マイクロスコープを使用して拡大視野下で残留セメントを確認し、確実に除去する。

隣接面においては、レントゲン造影性のあるセメントを使用することで、デンタルエックス線写真から残留セメントを確認することが可能である。しかし、隣接面での深いフィニッシュライン設定は、セメント除去を困難にするため、拡大視野下でさえも目視は不可能であり極力避けるべきである。口蓋側面では、原則として歯肉縁上にフィニッシュラインを設定するのが望ましいが、解剖学的理由により補綴装置の維持が得られない場合は、セメント除去が可能な範囲で歯肉縁下に設定するのが適切である。

VII. まとめ

歯肉縁下フィニッシュラインについて、以下の項目に基づき要点を整理した。

- ・フィニッシュラインは原則、歯肉溝の範囲に設定する
- ・唇側面と隣接面の歯肉溝の深さの違いを考慮する

- 組織学的歯肉溝と臨床的 (補綴的) 歯肉溝は異なる
- フィニッシュラインの設定範囲が上皮性付着に及ぶ可能性が考えられる
- 支台歯形成の前には, 必要に応じてボーンサウンディングを行う
- フィニッシュラインの設定位置と補綴装置の歯肉縁下カントウアは, セメント除去が可能な深さと形態に

特に, 組織学的歯肉溝と臨床的 (補綴的) 歯肉溝は異なるのではないかと、という問題提起を通じて、現在の臨床手法と生物学的基盤に基づく再検討の必要性を強調した。本論文が、歯肉縁下フィニッシュライン設定の適切な指針となり、臨床現場での長期的な成功に寄与することを期待する。

文 献

- 1) Orban B. Biological considerations in restorative dentistry. *J Am Dent Assoc* 1941; 28: 1069-79.
- 2) Silness J. Periodontal conditions in patients treated with dental bridges. 2. The influence of full and partial crowns on plaque accumulation, development of gingivitis and pocket formation. *J Periodont Res* 1970; 5: 219-24.
- 3) Ferencz JL. Maintaining and enhancing gingival architecture in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 650-7.
- 4) Reitemeier B, Hänsel K, Walter MH, Kastner C, Toutenburg H. Effect of posterior crown margin placement on gingival health. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 167-72.
- 5) Becker CM, Kaldahl WB. Current theories of crown contour, margin placement, and pontic design. *J Prosthet Dent* 1981; 45: 268-77.
- 6) Richter WA, Ueno H. Relationship of crown margin placement to gingival inflammation. *J Prosthet Dent* 1973; 30: 156-61.
- 7) Sorensen SE, Larsen IB, Jörgensen KD. Gingival and alveolar bone reaction to marginal fit of subgingival crown margins. *Scand J Dent Res* 1986; 94: 109-14.
- 8) Wagman S. The role of coronal contour in gingival health. *J Prosthet Dent* 1977; 37: 280-7.
- 9) Weisgold A. Coronal forms of the full crown restoration-Their clinical applications. *Continuing Dental Education*. Chicago: Quintessence; 1981, 39-47.
- 10) Weisgold A. Contours of the full crown restoration. *Alpha Omegan* 1977; 70: 77-89.
- 11) Ross IF. The relation between periodontal therapy and fixed restorative care. *J Periodontol* 1971; 42: 13-20.
- 12) Stein RS, Kuwata M. A dentist and dental technologist analyze current ceramo-metal procedures. *Dent Clin North Am* 1977; 21: 729-49.
- 13) Tjan AH, Freed H, Miller GD. Current controversies in axial contour design. *J Prosthet Dent* 1980; 44: 536-40.
- 14) S Kataoka, Y Nishimura. *Nature's Morphology*. Quintessence Publishing Co, Inc, 2002 chapter2 P.25-43.
- 15) Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990; 64: 18-24.
- 16) Tsubota K. Ten-year clinical observation of a porcelain laminate veneer seated with biological tissue adaptation (BTA) technique. *J Oral Sci* 2017; 59: 311-4.
- 17) 木村博之, 森田 誠. 補綴装置と歯周組織の接点 第2回:エビデンスに裏付けられた天然歯歯科審美修復. *QDT Vol.47*. 2022(2); 24-55.
- 18) Loi I, Di Felice A. Biologically oriented preparation technique (BOPT): a new approach for prosthetic restoration of periodontically healthy teeth. *Eur J Esthet Dent* 2013; 8: 10-23.
- 19) Agustín-Panadero R, Martín-de Llano JJ, Fons-Font A, Carda C. Histological study of human periodontal tissue following biologically oriented preparation technique (BOPT). *J Clin Exp Dent* 2020; 12: e597-e602.
- 20) Serra-Pastor B, Loi I, Fons-Font A, Solá-Ruiz MF, Agustín-Panadero R. Periodontal and prosthetic outcomes on teeth prepared with biologically oriented preparation technique: a 4-year follow-up prospective clinical study. *J Prosthodont Res* 2019; 63: 415-20.
- 21) Paniz G, Nart J, Gobbato L, Chierico A, Lops D, Michalakakis K. Periodontal response to two different subgingival restorative margin designs: a 12-month randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 1243-52.
- 22) Paniz G, Nart J, Gobbato L, Mazzocco F, Stellini E, De Simone G et al. Clinical periodontal response to anterior all-ceramic crowns with either chamfer or feather-edge subgingival tooth preparations: six-month results and patient perception. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2017; 37: 61-8.
- 23) Agustín-Panadero R, Serra-Pastor B, Fons-Font A, Solá-Ruiz MF. Prospective clinical study of zirconia full-coverage restorations on teeth prepared with biologically oriented preparation technique on gingival health: Results after two-year follow-up. *Oper Dent* 2018; 43: 482-7.
- 24) 坪田健嗣. 歯肉ラインを整える審美補綴法 (BTA テクニック) の開発. *日補綴会誌* 2010 ; 2 (1) : 26-35.
- 25) Niederauer GG, McGee TD, Keller JC, Zaharias RS. Attachment of epithelial cells and fibroblasts to ceramic materials. *Biomaterials* 1994; 15: 342-52.
- 26) Shimono M, Ishikawa T, Enokiya Y, Muramatsu T, Matsuzaka K, Inoue T et al. Biological characteristics of the junctional epithelium. *J Electron Microsc (Tokyo)* 2003; 52: 627-39.
- 27) Usuda J, Hashimoto S, Enokiya Y, Inoue T, Shimono M. Proliferative activities of epithelial and connective tissue cells in the rat periodontal regeneration using argyrophilic nucleolar organizer regions staining. *J Periodont Res* 2004; 39: 175-87.
- 28) 下野正基. 新編 治癒の病理 臨床の疑問に基礎が答える. 東京: 医歯薬出版; 2011, 144-52.

- 29) Ingber JS, Rose LF, Coslet JG. The "biologic width" --a concept in periodontics and restorative dentistry. *Alpha Omegan* 1977; 70: 62-5.
- 30) Günay H, Seeger A, Tschernitschek H, Geurtsen W. Placement of the preparation line and periodontal health -a prospective 2-year clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000; 20: 171-81.
- 31) Kois JC. Altering gingival levels: The restorative connection. Part 1, Biologic variables. *J Esthet Restor Dent* 1994; 6: 3-9.
- 32) Phillips K, Kois JC. Aesthetic peri-implant site development. The restorative connection. *Dent Clin North Am* 1998; 42: 57-70.
- 33) Kois JC. The restorative-periodontal interface: biological parameters. *Periodontol* 2000 1996; 11: 29-38.
- 34) Silness J. Periodontal conditions in patients treated with dental bridges. 3. The relationship between the location of the crown margin and the periodontal condition. *J Periodontol Res* 1970; 5: 225-9.
- 35) Tarnow D, Stahl SS, Magner A, Zamzok J. Human gingival attachment responses to subgingival crown placement. Marginal remodelling. *J Clin Periodontol* 1986; 13: 563-9.
- 36) Drago MR, Williams GB. Periodontal tissue reactions to restorative procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1981; 1: 8-23.
- 37) Zucchelli G, Mazzotti C, Monaco C. A standardized approach for the early restorative phase after esthetic crown-lengthening surgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2015; 35: 601-11.
- 38) Zucchelli G, Mazzotti C, Monaco C (著), 仲谷 寛, 大澤銀子, 清信浩一 (訳). 審美的歯冠長延長術後の早期に修復処置を行う標準化した方法. *Int J Periodontics Restorative Dent (Jpn. ed.)* 2015; 23 : 10-9.
- 39) 木林博之. 歯冠長延長術後の補綴歯科治療の困難さとその対応. *QDT* 2018 ; 43 : 22-41.
- 40) Parma-Benfenali S, Fugazzoto PA, Ruben MP. The effect of restorative margins on the postsurgical development and nature of the periodontium. Part I. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1985; 5: 30-51.
- 41) Pama-Benfenati S, Fugazzotto PA, Ferreira PM, Ruben MP, Kramer GM. The effect of restorative margins on the postsurgical development and nature of the periodontium. Part II. Anatomical considerations. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1986; 6: 64-75.
- 42) Maynard JG Jr, Wilson RD. Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist. *J Periodontol* 1979; 50: 170-4.
- 43) Kornman KS, Page RC, Tonetti MS. The host response to the microbial challenge in periodontitis: assembling the players. *Periodontol* 2000 1997 Jun; 14: 33-53.
- 44) Kinane DF. Causation and pathogenesis of periodontal disease. *Periodontol* 2000 2001; 25: 8-20.
- 45) Schwartz Z, Goultschin J, Dean DD, Boyan BD. Mechanisms of alveolar bone destruction in periodontitis. *Periodontol* 2000 1997; 14: 158-72.
- 46) Waerhaug J. Subgingival plaque and loss of attachment in periodontosis as observed in autopsy material. *J Periodontol* 1976; 47: 636-42.
- 47) Olsson M, Lindhe J. Periodontal characteristics in individuals with varying form of the upper central incisors. *J Clin Periodontol* 1991; 18: 78-82.
- 48) Seibert A, Lindhe J. Esthetics and periodontal therapy. In: Lindhe J (ed). *Textbook of Clinical Periodontology*. Copenhagen: Munksgaard, 1989.
- 49) Newcomb GM. The relationship between the location of subgingival crown margins and gingival inflammation. *J Periodontol* 1974; 45: 151-4.
- 50) Spear F. Using margin placement to achieve the best anterior restorative esthetics. *J Am Dent Assoc* 2009; 140: 920-6.
- 51) Laufer BZ, Pilo R, Cardash HS. Surface roughness of tooth shoulder preparations created by rotary instrumentation, hand planing, and ultrasonic oscillation. *J Prosthet Dent* 1996; 75: 4-8.
- 52) Ellis R, Bennani V, Purton D, Chandler N, Lowe B. The effect of ultrasonic instruments on the quality of preparation margins and bonding to dentin. *J Esthet Restor Den* 2012; 24: 278-85.
- 53) Listgarten MA, Mao R, Robinson PJ. Periodontal probing and the relationship of the probe tip to periodontal tissues. *J Periodontol* 1976; 47: 511-3.
- 54) Listgarten MA. Periodontal probing: what does it mean? *J Clin Periodontol* 1980; 7: 165-76.
- 55) Armitage GC, Svanberg GK, Løe H. Microscopic evaluation of clinical measurements of connective tissue attachment levels. *J Clin Periodontol* 1977; 4: 173-90.
- 56) Robinson PJ, Vitek RM. The relationship between gingival inflammation and resistance to probe penetration. *J Periodont Res* 1979; 14: 239-43.
- 57) van der Velden U. Probing force and the relationship of the probe tip to the periodontal tissues. *J Clin Periodontol* 1979; 6: 106-14.
- 58) Bennani V, Inger M, Aarts JM. Comparison of pressure generated by cordless gingival displacement materials. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 163-7.
- 59) Labban N. A simple technique to reduce the risk of irreversible gingival recession after the final impression. *J Prosthodont* 2011; 20: 649-51.
- 60) Harrison JD. Effect of retraction materials on the gingival sulcus epithelium. *J Prosthet Dent* 1961; 11: 514-21.
- 61) Bennani V, Schwass D, Chandler N. Gingival retraction techniques for implants versus teeth: current status. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 1354-63.
- 62) Loe H, Silness J. Tissue reactions to string packs used in fixed restorations. *J Prosthet Dent* 1963; 13: 318-23.
- 63) de Gennaro GG, Landesman HM, Calhoun JE, Martinoff JT. A comparison of gingival inflammation related to retraction cords. *J Prosthet Dent* 1982; 47: 384-6.
- 64) Parker S. The use of lasers in fixed prosthodontics. *Dent Clin North Am* 2004; 48: 971-98.
- 65) Woychesin FF. An evaluation of drugs used for gingival retraction procedures. *J Prosthet Dent* 1964; 14: 769-76.

- 66) Ramadan FA, el-Sadeek M, Hassanein el-S. Histopathologic response of gingival tissues to hemodent and aluminum chloride solutions as tissue displacement materials. *Egypt Dent J* 1972; 18: 337-52.
- 67) Ramadan FA. *The Linear Effectiveness of Dental Tissue Displacement Materials* (Thesis). Saint Louis: St. Louis University Dental School, 1968.
- 68) van der Velden U, de Vries JH. The influence of probing force on the reproducibility of pocket depth measurements. *J Clin Periodontol* 1980; 7: 414-20.
- 69) Huang C, Somar M, Li K, Mohadeb JVN. Efficiency of cordless versus cord techniques of gingival retraction: A systematic review. *J Prosthodont* 2017; 26: 177-85.
- 70) Ruel J, Schuessler PJ, Malament K, Mori D. Effect of retraction procedures on the periodontium in humans. *J Prosthet Dent* 1980; 44: 508-15.
- 71) Azzi R, Tsao TF, Carranza FA Jr, Kenney EB. Comparative study of gingival retraction methods. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 561-5.
- 72) Phatale S, Marawar PP, Byakod G, Lagdive SB, Kalburge JV. Effect of retraction materials on gingival health: A histopathological study. *J Indian Soc Periodontol* 2010; 14: 35-9.
- 73) 木林博之. 補綴装置と歯周組織の接点 (前編): Tissue Stability を獲得できるカントウアを検証する. *the Quintessence* 2012 ; 31 : 116-37.
- 74) Marzadori M, Stefanini M, Sangiorgi M, Mounssif I, Monaco C, Zucchelli G. Crown lengthening and restorative procedures in the esthetic zone. *Periodontol* 2000 2018; 77: 84-92.
- 75) Lanning SK, Waldrop TC, Gunsolley JC, Maynard JG. Surgical crown lengthening: evaluation of the biological width. *J Periodontol* 2003; 74: 468-74.
- 76) Brägger U, Pasquali L, Kornman KS. Remodelling of interdental alveolar bone after periodontal flap procedures assessed by means of computer-assisted densitometric image analysis (CADIA) . *J Clin Periodontol* 1988; 15: 558-64.
- 77) Deas DE, Moritz AJ, McDonnell HT, Powell CA, Mealey BL. Osseous surgery for crown lengthening: a 6-month clinical study. *J Periodontol* 2004; 75: 1288-94.
- 78) Smukler H, Chaibi M. Periodontal and dental considerations in clinical crown extension: a rational basis for treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997; 17: 464-77.
- 79) Pontoriero R, Carnevale G. Surgical crown lengthening: a 12-month clinical wound healing study. *J Periodontol* 2001; 72: 841-8.
- 80) Perez JR, Smukler H, Nunn ME. Clinical evaluation of the supraosseous gingivae before and after crown lengthening. *J Periodontol* 2007; 78: 1023-30.
- 81) Kois JC. The restorative-periodontal interface: biological parameters. *Periodontol* 2000 1996; 11: 29-38.
- 82) Kois JC, Spear FM. Periodontal prosthesis: creating successful restorations. *J Am Dent Assoc* 1992; 123: 108-15.
- 83) Obschenbein C, Ross S. A concept of osseous surgery and its clinical application. (In.) Ward HL, Chas C (eds.) *A periodontal point of view*. Springfield: Charles L, Thomas, 1973.
- 84) Assif D, Pilo R, Marshak B. Restoring teeth following crown lengthening procedures. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 62-4.
- 85) Nevins M, Skurow HM. The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1984; 4: 30-49.
- 86) Padbury A Jr, Eber R, Wang HL. Interactions between the gingiva and the margin of restorations. *J Clin Periodontol* 2003; 30: 379-85.
- 87) Azzi R, Tsao TF, Carranza FA Jr, Kenney EB. Comparative study of gingival retraction methods. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 561-5.
- 88) Fradeani M, Barducci G. Chapter5 Producing and finalizing the prosthetic rehabilitation, luting. (In.) Fradeani M, Barducci G. *Esthetic rehabilitation in fixed prosthodontics Vol.2: Prosthetic treatment: a systematic approach to esthetic, biologic, and functional integration*. Chicago: Quintessence publishing; 2008, 504-5.
- 89) Quaranta A, Lim ZW, Tang J, Perrotti V, Leichter J. The impact of residual subgingival cement on biological complications around dental implants: A systematic review. *Implant Dent* 2017; 26: 465-74.
- 90) Wadhvani C, Piñeyro A, Hess T, Zhang H, Chung KH. Effect of implant abutment modification on the extrusion of excess cement at the crown-abutment margin for cement-retained implant restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011; 26: 1241-6.

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