

# Treatment Standards

## 治療スタンダード

### 序論

歯内療法は歯科の中の一部門であり、ヒトの歯髄および歯根周囲組織の形態学、生理学、病理学にかかわる部門である。歯内療法学の研究と臨床は、正常な歯髄の生物学を含む基本的な臨床科学を包括し、American Dental Association および American Association of Endodontists において定義されているように、歯髄の病変および外傷歯の病因学、診断学、予防、治療、また関連する歯根周囲組織の状態の研究も行う分野である。

米国歯内療法学会は、歯髄および根尖周囲の病変の診断、治療計画、緊急・緊急治療・、バイタルパルプセラピー、非外科的歯内治療、外科的歯内治療、歯髄再生療法、および結果評価に関する情報の信頼できる情報源として機能している。

一般歯科医による治療は、AAE が「臨床のスタンダード」として作成し発表したガイドラインに定められている最低限の基準を満たすことが期待されている。これらのガイドラインは、教育機関や歯科を支援し、歯内治療における最低限の教育要件と臨床の基準を策定するために開発された。

歯内治療の第一の目的は歯髄・歯根周囲の病変を食い止め、予防し、病的状態によって影響を受けた天然の歯を保存することである。米国の臨床モデルは、歯内治療に関する基本的な知識と経験を有する一般歯科医が、大半の非外科的根管治療を複雑でない永久歯に行うことを前提としている。

同様の博士教育カリキュラムにもかかわらず、一般歯科医の知識、能力とスキル、および臨床経験のレベルには格差が存在する。過去 20 年間にわたり、技術、材料、歯内治療手順が大幅に進歩してきた。これらには、歯科用顕微鏡、Ni-Ti ロータリーファイル、超音波、改良されたイリゲーション用薬液と技術、デジタルエックス線撮影、CBCT 三次元イメージング、バイオセラミックスなどが含まれるが、これらに限定されない。これらの変化は、複雑な解剖学的形態を持つ歯の治療を行うにあたり専門家と一般歯科医によって提供される治療の質の格差を生んだ。

これらの発展が治療の水準に及ぼす影響は不明のままである。現在、一般歯科医は、すべての非外科的歯内治療の約 75%を行う。歯内療法専門医は全根管治療の 25%しか行わないが、

彼らは臼歯の62%を治療する。

一般歯科医師がほとんどの、複雑な形態を持たない前歯と小臼歯の治療を行っていることを鑑みると、一般的な臨床における博士課程の教育プロセスと手順は、複雑ではない永久歯に集中し、専門家はより複雑な形態を持つ臼歯を治療するというようにするべきである。

治療は、患者の病歴、臨床および放射線検査を含むすべての診断情報の深い理解と解釈に基づいている。診断に続き、治療計画立案時は以下の患者修飾因子を考慮すべきである：治療される歯の戦略的重要性；歯周状態、構造的完全性および歯の修復可能性；成功に結び付く長期的予後；患者の医学的状态、患者態度および要望、モチベーション、不安の度合い、顎の開口度、催吐反射の有無、疾病の状態、および経済状態等の患者側の因子。

一般歯科における歯内治療の範囲は次のとおり：

- ・ 歯髄または歯根周囲に由来する疼痛または腫脹の鑑別診断および治療
- ・ 抗菌薬、抗炎症薬、鎮痛薬等の薬物を使用した治療および局部膿瘍の排膿のための切開を含む、痛み・腫脹等に対する応急的な対応
- ・ 歯槽部への外傷の応急的処置及び管理
- ・ 暫間的間接覆髄法、間接および直接覆髄、および生活歯髄切断法を含む生活歯髄処置
- ・ 永久歯のための非外科的根管治療
- ・ 変色した象牙質およびエナメル質の漂白
- ・ 根管内のスペースに対し行うポスト・コアなどの治療手順

#### 臨床のスタンダード

一般歯科医師は、現代の歯内療法スタンダードに則り、その知識と臨床経験、および技術的なスキルとともに歯内治療を提供する必要がある。

臨床におけるスタンダードは、新しいエビデンスと技術に基づいて常に変化している。現代の歯科のスタンダードを満たすために、一生涯学習を続けることは、すべての歯科医師の責任である。

自己評価を行うということは生涯学習を行う上で重要な要素である。一般歯科医師は、診断医や臨床医としての自らの能力を批判的に評価し、追加の学習を必要とする分野を特定できなければならない。この評価に基づき、各歯科医師は患者が相談・治療のため、いつ、どのような専門家に紹介されるべきかを見極めるために、自身のスキルと知識を判断する必要がある。

伝統的な教育の方法と重点の置かれる事項は変化している。ITの進歩は歯科という職業に変革をもたらし、エビデンスに基づいた臨床モデルに重点を置いている。現代の教育は、問

題解決と批判的思考スキルに重きを置き、他分野のプロフェッショナルと連携を行うことが有益であることを強調している。

#### AAE 症例難易度評価フォーム

診査とテストの後、診断が立てられ、治療計画がまとめられ、予後の予測が立てられる。一般歯科医師は、難易度と関連するリスクの程度を決定する必要がある。AAE 症例難易度評価フォームは、この評価を行うための国のプロトコルとなる。

難易度や歯内治療のリスクに影響を与える多くの要因がある。治療の開始前にこれらの要因を認識することは、臨床医が個々の症例で関連する可能性のある複雑さを理解するのに役立ち、回避可能なエラーによる有害な結果を防ぐ。

難易度を決定する際に、一般歯科医は、治療中に生じる可能性のある合併症もマネジメントできる準備ができていない限り、その治療を引き受けるべきではない。

#### AAE 歯内治療の難易度評価フォームを使用するためのガイドライン

AAE は、歯内療法カリキュラムで使用するための歯内治療難易度評価フォームを作成した。評価フォームによりケース選択がより効率的になり、より一貫性をもち、文書化も容易になる。歯科医はまた、紹介するための意思決定と記録を残すために評価フォームを使用することができる。当フォームに記載されている条件は、治療を複雑にし、結果に悪影響を及ぼす可能性のある潜在的なリスク要因と考えるべきである。難易度のレベルは、歯科医師にはコントロールすることができないかもしれない条件の組み合わせである。リスクファクターは、歯科医師が一貫して予測可能なレベルで治療を提供する能力に影響を与え、適切な手当と品質の提供に影響を与える可能性がある。評価フォームにより、歯科医師は特定のケースに対し難易度を割り当てることができる。

#### 難易度レベル

##### 最小の難易度

術前の状態は、ルーティンの複雑さ：(複雑でない)を示す。これらのタイプの症例は、最小難易度カテゴリーに記載されている要因のみを示す。歯科医師のもつ経験が限られている場合でも、予測可能な治療結果が達成できるはずである。

##### 中程度の難易度

術前の状態が複雑であり、中程度の難易度カテゴリーに記載されている 1 つ以上の患者または治療因子を示している。

予測可能な治療結果を達成することは、有能で経験豊富な治療者にとっても困難である。

## 高難易度

術前の状態は非常に複雑で、中程度の難易度カテゴリの中からいくつか、または高難易度のカテゴリの中の少なくとも1つの要因を含む。予測可能な治療結果を達成することは、多くの良好な結果を残してきた症例経験が豊富にある治療者にとっても困難となる。各ケースの評価を見返し、難易度を決定する必要がある。難易度が治療者の技量を超え、余裕をもって治療することが難しい場合、歯内療法専門医への紹介を検討することが推奨される。

難易度 基準	困難レベル 軽度	困難レベル 中等度	困難レベル 高度
A. 患者に関する考慮事項			
既往歴	病歴なし (ASA class 1)	ひとつ以上の医学的問題 (ASA class 2)	複雑な医学的問題・深刻な疾病・障害 (ASA class 3-5)
麻酔	過去に麻酔関連の問題なし	血管収縮薬不耐	麻酔が効きにくい
患者の気質	協力的	心配性であるが協力的	非協力的
開口の度合い	限度無し	やや限度あり	著しく開口量の限度あり
催吐反射	なし	エックス線撮影・治療時に時々起こる	強い反射により過去に治療に影響をおよぼしたことがある
緊急性のある状態	最小限の痛み・腫脹	中等度の痛み・腫脹	重い痛み・腫脹
B. 診断および治療の考慮事項			
診断	認識されている歯髄および根尖周囲の状態に一致する症状	鑑別診断が必要	症状が複雑かつわかりにくい：診断が困難 既往として慢性的な口腔内・顔面部疼痛がある
エックス線関連の困難	エックス線像を得る解釈を行うのに最小限の困難を伴う	エックス線像を得る解釈を行うのに中等度の困難を伴う (例 舌下部が盛り上がっているもの、狭い・低い口蓋、骨隆起の	エックス線像を得る解釈を行うのに非常に困難 (例 像の重なりによって)

		存在)	
歯列弓の中の位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前歯・小白歯</li> <li>・やや傾斜を認める (&lt;10° )</li> <li>・やや回転を認める (&lt;10° )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第一大臼歯</li> <li>・中等度の傾斜を認める(10~30° )</li> <li>・中等度の回転を認める(10~30° )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第二大臼歯・第三大臼歯</li> <li>・極度の傾斜を認める(&gt;30° )</li> <li>・極度の回転を認める(&gt;30° )</li> </ul>
歯の隔離	ラバーダム装着がルーティンとなっている	ラバーダムを行うためにシンプルな準備が必要	ラバーダムを行うために高度な準備が必要
歯冠形態	異常のない歯冠形態(原形態)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全部被覆冠</li> <li>・ポーセレン</li> <li>・ブリッジアバットメント</li> <li>・歯および根の中等度の形態異常あり(例 タウロドント歯)</li> <li>・歯冠部に大幅な崩壊を認める</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・元の形態・歯列の並びを反映していない補綴</li> <li>・元の歯および根の形態から大幅に変化している(例 癒合歯)</li> </ul>
根管および根の形態	<ul style="list-style-type: none"> <li>・やや彎曲あり・彎曲無し(&lt;10° )</li> <li>・閉鎖した根尖(&lt; 1mm(直径))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中等度の彎曲(10~30° )</li> <li>・歯冠軸と根の軸に差がある(中等度)</li> <li>・根尖部開大( 1 ~ 1.5mm(直径))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・極度の彎曲(&gt;30° )または S 字の彎曲</li> <li>・根尖開大(&gt;1.5mm(直径))</li> <li>・下顎小白歯または 2 根を有する前歯</li> <li>・3 根を有する上顎小白歯</li> <li>・根管が根中央部もしくは根尖部 1/3 の場所で根管が分岐する</li> <li>・歯の長さが非常に長い(&gt;25mm)</li> </ul>
エックス線上の根管	根管は確認でき、縮	・根管および髓腔は	・不明瞭な根管

	小していない	確認できるが、縮小が認められる ・ 歯髄結石	・ 根管を確認することができない
吸収	吸収は認められない	最小限の根尖の吸収	・ 極度の根尖部の吸収 ・ 内部吸収 ・ 外部吸収
C. その他の考慮事項			
外傷歴	根完成歯・根未完成歯の歯冠破折（複雑ではない）	・ 根完成歯の複雑歯冠破折 ・ 亜脱臼	・ 根未完成歯の複雑歯冠破折 ・ 水平根破折 ・ 歯槽骨骨折 ・ 陥入歯、挺出歯、または側方脱臼 ・ 歯槽骨骨折
歯内療法歴	治療歴なし	過去に歯内治療歴あり（合併症なし）	・ 以前歯内治療時に合併症あり（例 穿孔、開いていない根管、レッジ、器具の破折） ・ 以前の歯内治療が完了している（外科的または非外科的歯内治療）
歯内歯周病変の状態	無し・マイルドな歯周病	同時発生の中程度の歯周病	・ 同時発生中の重度な歯周病 ・ 歯周病の合併のある破折歯 ・ 歯内歯周病変を有する歯 ・ 歯内治療前に行われたルートアンプレーション

#### 治療手順

様々な歯内治療の技術、材料、治療哲学は歯内治療の適切性および ・ または質に関する決

断を行うにあたり歯科医師、患者、運営団体、およびその他の利害関係者に対し課題を提示する。

歯内療法の手順というのは、生物学的システムでは適切な手順を踏んだからといって必ずしも治療結果が毎回成功に終わるとは限らないということを理解した上で、予見でき、かつ良好な結果が導き出されるというような（質の）手順であるべきである。

成功の可否は様々な、成功をさまたげうる因子によって左右される。

これらの要因には、患者の医学的および歯の状態、患者のコンプライアンス、解剖学および形態学的の特異性、および処置中に起こる合併症が含まれるが、これらに限定されない。

術者が治療中に手技的なエラーや失敗につながりそうなリスクをはらむような困難に見舞われた場合には、相談や専門医への紹介というのは常に有効な選択肢となる。

#### 考慮事項

一般歯科医は、歯髄および歯根周囲の病変は主に微生物疾患であることを認識しなければならない。ラバーダムを含む無菌的処置の厳格な遵守が必要である。

非外科的根管治療は、生体適合性があることが証明された材料を採用する必要がある。例えば、シーラーおよびペーストを含むパラホルムアルデヒド製剤の使用は、歯内治療の治療基準を下回っている。

#### 非外科的歯内治療

##### 単純な成熟永久歯

非外科的根管治療は、主に不可逆性歯髄炎、また、根尖病巣の有無に関わらず歯髄壊死が起こっている場合に提示される。しかし、選択的根管治療は、修復治療計画やオーバーデンチャー、または頭頸部放射線治療、ビスホスホネート、化学療法、および・または副腎皮質ステロイドを含む全身治療を受けている患者において歯を保存する必要がある場合に考慮される可能性がある。

歯内治療には、有機質、無機質および細菌の生成物を除去するため化学的・機械的に根管内を清掃し生体適合性をもつ材料で充填し封鎖するという手順が含まれる。根管シーラーは、三次元的封鎖を確立し、治癒過程において硬組織形成を誘導するために、充填材料と組み合わせて使用される。

#### 根管消毒

・要旨：歯科医は、根管のイリゲーションおよび貼薬において、標準的な消毒プロトコルを

安全かつ効果的に利用する必要がある。

根尖性歯周炎の主な病因は、根管系や歯髓腔に侵入し、多種バイオフィームコミュニティを確立した微生物とその副産物である。バイオフィームは根管感染のすべての段階に関与し、根管壁、象牙細管、および歯根外表面に見つけることができる。

非外科的根管治療中の、感染根管の臨床的管理は、機械的操作および消毒を伴う。機械的操作は、感染した軟組織と硬組織にコロニーを作ったバイオフィームを破壊し、根管系の消毒のための、イリゲーション用のアクセスおよび抗菌溶液が到達するためのアクセスを提供する。

消毒は、抗菌剤とイリゲーションによる機械的洗浄作用の両方を使用することによって達成され、その目的は、歯髓内の残骸物、微生物、代謝副産物、削片およびスメア一層の破壊、排除および除去である。治療が複数回の来院にわたって行われる場合、根管貼薬を行うことで追加の消毒の機会となる。

現在運用されているイリゲーションおよび消毒に関する臨床プロトコルは、主に生存可能な微生物の好気および嫌気培養の方法を使用した古典的な研究で報告された知見に基づいている。さらに、分子および高度なイメージング技術を用いた最近の研究では、歯内微生物叢は培養法で示すよりもはるかに複雑であり、バイオフィームや削片は根管系のアクセス不能な領域に留まり、臨床技術に関係なく、根管内に留まったままであると示されている。まとめると、これらの研究は、感染した根管の滅菌ではなく、消毒が合理的かつ達成可能な目標であることを示している。総合的な目標は、治療を可能にする環境を提供することである。

#### 洗浄剤および貼薬剤

理想的な洗浄剤は、効果的な抗菌作用、有機組織溶解作用を持ち、非刺激性であり、安定していて保存が容易であることである。それらは、血液および血清の存在下で活性を持ち、非染色性、非抗原性、非毒性の性質を持ち、低い表面張力を有し、象牙質、根尖組織および歯内治療器具を破壊しないものである必要がある。理想的には、それはスメア一層を除去し、象牙細管を消毒する。根管充填の邪魔をする可能性のある残留物が残っていない限り、望ましい持続性（効果の持続性）をもつ。洗浄剤は、入手が容易で安価なのが理想的である。前述のようなすべての望ましい性質を持つ単一の溶液は現在存在しない。

現在歯内治療で使用されている洗浄剤は、次のように分類できる：

1. 抗菌剤 [例えば次亜塩素酸ナトリウム(NaOCl), クロルヘキシジン(CHX)]



最も一般的に使用される抗菌作用を持つ根管洗浄剤は、NaOCl、であり、これは HOCl の形で塩素を放出する酸化剤である。NaOCl は、多種微生物バイオフィームに対してより高い濃度でより効果を示す、用量依存的な効果を有する薬液である。NaOCl は優れた有機組織溶解剤であり、スメアー層の有機成分を除去するために使用することができる。絶えず新鮮な薬液を流し込み攪拌することで NaOCl の組織溶解能力を高める。NaOCl の主な欠点は、その毒性、特に根尖周囲組織への押し出しが起こった場合である。クロルヘキシジンは、濃度依存性抗菌性および持続性を有する陽イオン性ビスビグアニドである。それは液体およびゲルの形態で存在する。CHX は抗菌活性の広いスペクトルを有するが、組織溶解能を欠いており、NaOCl よりもバイオフィームに対し効果がない。

## 2. 脱灰剤 [e.g.エチレンジアミン四酢酸 (EDTA)]

機械的操作中、象牙質脱灰は、ヒドロキシアパタイト結晶に見られるカルシウムなどの金属イオンで可溶性非イオン性キレートを形成することができる EDTA などのキレート剤の作用によって促進され得る。キレート剤は、重度に狭窄した・閉塞した根管の穿通および拡大、ならびに根管充填直前のスメアー層の無機成分の除去の手助けとなる。EDTA は、通常、界面活性剤または防腐剤の有無にかかわらず、緩衝溶液として使用される。

## 3. 薬剤の組合せ：洗浄剤、抗生物質、防腐剤の有無にかかわらずそして将来の方向性

貼薬剤の流れは、表面張力を低下させる界面活性剤を添加することによって高めることができるので、根管系のより狭い部分へのより良い浸透およびアクセスを可能にする可能性がある。抗菌性の低い溶液は、その有用性を高めるために防腐剤と組み合わせてもよい。近い将来、ナノ粒子および溶液のエネルギー活性の先進的な研究は、将来の臨床医がバイオフィームの粘り強さと根管系の複雑さの課題に対応するのに役立つ。治療が複数回の来院で行われる場合、貼薬剤は、来院と来院の間の根管内被覆として置かれる必要がある。貼薬剤は、根管系に残留している微生物数を減らし、再増殖を防ぎ、内毒素を解毒することができる。複数の来院にわたって非外科的な根管治療を行っている有髄歯であっても、根管内の貼薬は、偶発的な汚染または暫間修復の漏洩の影響を軽減するのに役立つ。使用する場合、薬剤の効果を最大限発揮するためには根管全体を貼薬剤で埋める必要がある。

現在、水酸化カルシウム[Ca(OH)<sub>2</sub>]は、根管貼薬剤の第一選択である。その抗菌作用に加えて、Ca(OH)<sub>2</sub>のアルカリ性 pH は、有機質および内毒素などの細菌産物の溶解を促進する。Ca(OH)<sub>2</sub> は、スラリー(生理食塩水や滅菌水などの液体と粉末を混合したもの)として、またはシリンジ、レンツロ、またはペーパーポイントを介して独自のペーストとして貼薬することができる。Ca(OH)<sub>2</sub> は神経血管系組織に溢出すれば非常に毒性が高いため、貼薬方法は各症例の臨床パラメータに基づくべきである。

留意すべきなのは、ある特定の抗菌洗浄剤や貼薬剤が突出して優れた治癒結果をもたらすわけではないということである。そのため、どの洗浄剤を選択するかは、臨床医のスキル、治療の効率、ケースの選択、発生したコストなどの要因に基づいて決められる。

### イリゲーション輸送

イリゲーションの目的は、根管に物理的刺激を与えデブライドすることである。根管洗浄は、抗菌活性、脱灰、組織溶解、潤滑、漂白および出血コントロールを促す化学物質の流れをもたらす。洗浄によって作られた流れまたは力は根管口に向かってデブリスを運ぶ;このプロセスの効果は表面積、溶液の容積および溶液の交換のような要因によって影響される。イリゲーションは、根管の大きさ、形状、根管数に応じて洗浄溶液の体積を変え、器具を変えるたびに行われるべきである。洗浄剤は、根管内に留めておくべきである。

現在のイリゲーションテクニックは、次のように分類される：

#### 1. 針とシリンジ(「従来型」「陽圧」)

最も一般的なイリゲーションテクニックは、針およびシリンジによる輸送である。有効性は針を挿入する深さに依存し、根管の拡大の大きさおよびテーパーの増加によって改善される。ニードルゲージは、症例の選択と根管の大きさに基づく必要がある。針が目的の深さまで根管に緩く挿入されるためには、根管を十分に拡大する必要がある。これは、根の長さ、彎曲度、根尖の解剖学的形態などの要因に依存する。臨床医は、洗浄中にシリンジに過度の圧力をかけることを避け、針が根管ときつく接触せず、根尖の広く開いた根管にあまりにも深く挿入されないようにする必要がある。サイドベント針を使用したゆっくりとした注入と、小刻みで一定な垂直方向への振幅は、水圧の蓄積を防ぐのに役立つ。

#### 2. 陰圧

陰圧洗浄の背後にある理論的根拠は、根尖から離す方向に洗浄の流れを逆転させることであり、それによって他のアプローチと比較して洗浄剤の根尖押し出しの危険性を最小限に抑える。

#### 3. 単独で、または補助的な方法として使用されるエネルギー活性化デバイス

活性化システム(音波と超音波)は、バイオフィームや削片を破壊し、その除去を容易にするために、根管内で洗浄溶液の動きを促進することを目指す。

特定のイリゲーションテクニックが、必ずしも優れた治癒を導くとは言えない。どの方法を採用するかは、臨床医のスキル、治療の効率、症例の選択、発生したコストなどの要因に基づいて決定される。

## 洗浄剤としての NaOCl の使用に関する重要な考慮事項

1. NaOCl が根尖周囲組織に押し出された場合、患者は即時的に激しい痛み、出血、出血斑、および長期的な知覚異常が起こる可能性がある。開いた根尖、根管穿孔、垂直性歯根破折など、根尖周囲組織への洗浄剤の押し出しの危険性が考えられる場合、臨床医は注意深く行うか、より毒性の低い洗浄剤の使用を検討する必要がある。
2. NaOCl の濃度が高いほど、その抗菌活性は大きいですが、象牙質に対する毒性と生体力学的特性に対する潜在的な悪影響も大きくなる。臨床医が低濃度を使用することを好む場合は、より多い量を使用し、洗浄の頻度を増やすことによって抗菌活性を促進することができる。
3. NaOCl の臨床での使用に関する情報の大部分は、0.5%~6%の濃度であり、それ以上の濃度に関連する有効性および毒性は知られていない。

## 根管消毒における最終的な考慮事項

1. ラバーダムの使用は、治療中の根管内の細菌感染を避け、組織を圧排して患者を保護し、器具の誤嚥または誤飲を防止し、エアロゾルを制限するために必須である
2. 今日の根管洗浄と洗浄剤に関する多くの概念は従来から存在するものであるが、消毒、組織のデブライドメント、洗浄および潤滑化に関する基本的な目標は変わらない。
3. 臨床研究の大半は、超音波などのエネルギーを併用せずに根管を洗浄する従来の洗浄テクニックで NaOCl を使用している。これらの研究は、治療結果を推測するための礎を形成している。
4. 歯内治療中に細菌を制御するための最良のアプローチは、無菌操作、効果的なデブライドメント、貼薬、必要な場合にのみ抗菌薬の全身投与、および適切な根尖封鎖および仮封の使用である。

## 根管へのアクセスと機械的操作

### アクセス窩洞形成

- ・要旨：歯科医師は、根管治療を行うために、すべての主要な根管口を見つけることで、髓室にアクセスできる必要がある。
- ・要旨：歯科医師は、髓室にアクセスする際に、穿孔の防止を含む、歯質の過剰切削と治療された歯への構造的損傷を最小限に抑える必要がある。

### 冠部髓室へのアクセスの目的

すべての根管処置において、所定の場所で歯冠側から形成し、歯髓腔を開拓する処置が必要となる。このステップの究極の目標は、その後の機械的操作、洗浄、デブライドメントおよび貼薬のために髓室と歯根の内部のスペースを露出させることである。したがって、すべて

の根管口が明示され、アクセス可能になっていることが不可欠である。

治療の後、すべての根管処置歯は、残存歯質を保護し、長期生存と機能回復のために最終的な修復をする必要がある。この目的を達成するためには、歯冠部のアクセス窩洞形成において歯質の切削を最小限に留めることが不可欠である。

#### アクセス前の情報収集

正しい向きと場所にアクセス窩洞形成を行うために、どのような歯であっても、根管口の数と位置、および根管の形態異常の発生率と構成に関する歯の解剖と形態に関する術前の知識は臨床医によってよく検討されなければならない。この目標を達成するために必要なのは適切な角度から撮影された術前のエックス線画像であり、そのような画像は、安全で効率的なアクセスを容易にし、根尖の穿通を容易にし、予期しない解剖学的な複雑さや向きによって生じる手技上のエラーを生じさせるリスクを最小限に抑える。根尖部のレントゲン写真や咬翼法で撮影したレントゲン写真（白歯の場合）はまず根管の位置、方向、そしてどのように根管が並んでいるかをガイドしてくれる。異なる角度で撮影した2つのエックス線写真は、治療する歯の3次元的なイメージを得るために十分であることがよくあるが、歯科用コーンビームCT(CBCT)画像は、過剰な根管、複雑な形態、彎曲および・または形態異常の存在を評価するために必要な場合がある。

画像は慎重に研究されるべきであり、複雑な症例の場合、アクセス窩洞形成は拡大と照明の強化が大きな助けとなり、推奨される。現在、歯科用顕微鏡の使用は照明と拡大の最高レベルのものを実現しており、根管の複雑性とミネラルの堆積物が予後と治療結果にマイナスの影響をもたらすため、その使用に対する正当性が示される。解剖学的および形態学的複雑さを有し、治療者のスキルレベルを超える難度を有する症例は、歯内療法の特長技術を持つ、他の治療者に紹介されるべきである。

#### アクセス窩洞形成

可能な限り最大限無菌環境を実現するには、アクセス窩洞形成を開始する前にラバーダムを行う必要がある。しかし、歯軸や捻転が特殊なケースで、特に経験の浅い歯科医師が治療を行う場合は、洗浄および消毒の際にラバーダム防湿前にアクセス窩洞を形成することにはメリットもある。しかし、ラバーダムは、ファイルなどの器具操作や根管形成をする前に適用される必要がある。各歯の標準化されたアクセス窩洞のアウトラインは、起こりうるリスクを軽減させるのに役立つ。これらのリスクは、穿孔だけでなく、不適切で過剰な組織の損失も含まれる。

髓床底の根管口の位置を正確に示すことで最小限にすることが可能となる便宜形態が、適

切なアクセスによって作られる。根管口から根管の一次彎曲までのいわゆるストレートラインアクセスの概念は、その後の治療手技上のエラーを最小限に抑えることに関連している。大きく拡大されたアクセス窩洞は、現代の柔軟で疲労に強い根管用器具を用いる場合には不必要である。

アクセス窩洞形成は視野の拡大、高い照明および適切な器具によりさらに容易に達成される。多くの歯は、歯内治療介入の前にかかなりの歯質欠損を被っており、それ以上の不要な歯質の損失や構造の弱体化を避けるためにアクセスの際に思慮深く、慎重で保守的なアプローチを行うことは重要である。

ほとんどの一般開業医は、できるだけ保存の概念に基づいて診療することが奨励されている。臨床ステップは、注水下で高速ハンドピースを使用し適切な歯冠外形を確立し、最大の髓角に向かって冠部髓室に穿孔することを含む。その後、外形は、髓床底や根管壁を損傷する可能性が低い低速ハンドピースとノンカッティングバーで行う髓室の天蓋除去を含む、修正が施されていく。歯科用マイクロスコープが利用可能な場合、従来の高速および低速バーは望ましくない場合があり、歯科医師は視覚的なアクセスを改善するために特別に設計された超音波チップで選択的に天蓋除去を行うことを選択するかもしれない。特別な超音波チップは高い切削効率、安全性と制御性を持ち合わせる。特別に設計された歯内治療用バーおよびマイクロ用器具は顕微鏡の拡大下および照明下でそのような手順をやりやすくするために利用することができる。

#### アクセス中の有害な結果

複根歯の分岐部に向びかって、または他部位の歯周靭帯に向びかって起こったアクセス時の穿孔は、全体的な治療の成功率を大幅に減少させる。しかしながら、微妙な構造損失もまた、根管処置された歯の長期保存の予後の減少と関連している。歯内治療された歯は、持続的な根尖病変のためよりも破折のためにより頻繁に抜歯され、歯の構造を維持するための努力は有益である。

アクセス窩洞設計におけるこれらの現代的な概念は、歯の構造よりもう蝕および修復材料の除去を優先した、歯の大きな窩洞形成から象牙質の選択的保存に視点が移ってきている。しかし、象牙質の保存に焦点を当てすぎることによって、治療目標に妥協があってはならず、アクセス窩洞形成は、安全で効率的な洗浄および形成のために、すべての根管口への器具の侵入を妨げるほど制限があってはならない。コンポジットやアマルガムなどの修復材料部内で形成された窩洞は、多くの場合、窩洞がわずかに大きくなる可能性がある。既存の修復材料の完全な除去は、より良い歯冠封鎖をもたらすし、残りの歯の構造をわかりやすくし、また治療後の歯がどの程度修復可能かどうかがわかりやすくなる。

能力を測る

根管へのアクセスの能力は、次のスキルによって示される：

- ・口腔解剖と形態の適切な術前評価とすべての根管口の場所を予測し探し当てるために必要なスキルレベルを分析する能力
- ・補綴境界面での象牙質の高さと幅に関連する、十分なフェルールがあるときの構造パラメータと予後を理解していること
- ・治療歯が患者の口腔内のどの位置にあるかを踏まえ、また該当歯の内部解剖を踏まえた上でアクセス窩洞を設計し、形成できること
- ・歯の構造を維持したまま、歯冠の中央に位置する歯冠部アクセス窩洞形成を行う。長さや軸面を理解した上、すべての根管の位置の把握ができており、インスツルメンテーションが可能かつ穿孔の発生も防止できる(側方および分岐部において)ようなアクセス窩洞形成ができること

根管形成

- ・要旨：根管形成を行う歯科医は、適切な作業長を決定し、維持することができる必要がある。
- ・要旨：根管形成を行う歯科医は、デブライドメント、その後の貼薬、および根管充填の際に操作がしやすい太さに根管を形成することができる必要がある。
- ・要旨：根管形成を行う歯科医は、主要な血管および・または神経構造への損傷、根管のトランスポートーション、レッジ形成、根管閉塞、ファイル破折、および穿孔を含む手技上の事故を避けることができる必要がある。

根管形成の目的

根管のインスツルメンテーションの臨床処置には、2つの基本的な目標がある：一つは患者の生涯にわたって自然な歯列を維持すること(保持)、もう一つは根尖病巣を治療または予防する(治癒に導く)という目標である。これらは相互に排他的な目標ではなく、どちらも重要である。すべての根管を作業長までデブライドすることにより根尖病変を治癒に導くということには確かなエビデンスがあり、一方で過剰形成や根尖をオーバーした根管充填などにより、根尖病巣の治療の成功率が著しく低下するという確かな証拠もあり、その場合著しく予後が悪化する。

形成の目的は、デブライドメントと消毒を容易にし、根管充填材料のためのスペースを作ることである。形成の主な技術的目的は、根尖孔を元の状態に維持したまま、可能な限り小さく保ち、アピカルストップを作るための根管口から根尖にかけて連続的に先細りした、テーパー形状を作ることである。

根管形成の指標：

根尖の幅と長さ

根尖解剖学の研究に基づいて、作業長とも呼ばれる理想的な根尖終末は、エックス線写真より 0.5～1.0mm であることが経験的に確立されている。現代の臨床エビデンスは、レッジや穿孔、術前の根尖病変、根管形成の不適切な長さ、およびエックス線写真上の根尖から 2.0 mm を超えるアンダー、または根尖孔外への充填材料の押し出しなど、成功に影響を与える重要な有害因子をリストしている。

従来、作業長は根尖部エックス線写真で決定されてきたが、電氣的根管長測定器とともに、そして確認の意味でエックス線写真と組み合わせて使用し、根尖の位置を近似して割り出し、根管の形成をどこまで行うかを決定することが推奨される。

特定の症例でどこまで形成するのかは、根尖解剖学の知識、手指の感覚、エックス線写真の読影、電氣的根管長測定器からの情報、根尖からの出血の存在、および時には患者の反応に基づいて決定される。

根尖拡大の度合い

歯の解剖学と形態学に関して一般化されている部分はあるにせよ、歯はそれぞれ個体差がある。形態はそれぞれであるため、規格化された根尖のサイズは存在しない。むしろ、拡大の程度は、初期の根管サイズ、洗浄方法および使用される根管充填テクニックによって決定される。現在、機械的なデブライドメントと根管貼薬のために十分な根管拡大が必要である。

しかし、象牙質が根管壁から削られるにつれて、根は破折抵抗が低下し、形成ミスリスクが高まる。例えば、下顎切歯部のような狭く細い根は、上顎中切歯や犬歯などの太い根と同じように拡大されない場合がある。同様に、下顎大白歯の近心根管や上顎白歯の頬側根管などの複根歯の多くの根管は、繊細で彎曲しておりあまり拡大ができない。大白歯では、分岐部に向かう根管壁の厚さは 1.0mm 以下となっていることがある。根尖部の拡大のために、歯冠部象牙質を犠牲にしてはならない。

病因の排除

生活歯髓を有する歯の根管治療(不可逆性歯髓炎および選択的処置手順)の場合、組織の完全な除去および根管充填材料のための十分なスペースの確保が目的である。歯髓壊死では、根管壁は通常、フィン、イスマス、側枝などの場所は多くの細菌バイオフィームで覆われている。様々な細菌種は象牙細管にも深く浸透している。

ニッケルチタン器具の開発は、洗浄と形成の技術を劇的に変化させた。これらの器具は世界中の臨床医によって急速に採用されてきた。これらの柔軟な器具を使用する主な利点は形成ミスの発生率の著しい減少である。

手用切削器具もロータリーファイルも、根管を完全に清掃することが示されていない。根管の機械的拡大は、根管内に存在する細菌の存在を劇的に減少させるが、根管を無菌化することはできない。従って、機械的清掃に加えて根管洗浄剤の使用が不可欠である。これらの洗浄剤はニードルおよびシリンジによって用いられ、主要な根管内で効果的に拡散される。しかし、側枝に象牙質の削片が存在し、ほとんどの根管の複雑さは、効果的な洗浄の障害となる。

#### 根管形成の有害事象

根管長のコントロールがなされていない場合、ファイルが根尖を突き抜け、直接歯根膜、オトガイ神経、下歯槽神経、上顎洞などの構造に影響を与える可能性がある。同様に、根中央部または根尖 1/3 に根管穿孔をもたらすような根管形成時のミスは、洗浄溶液または削片の押し出しによる組織の二次的損傷につながる可能性がある。器具の破折、根管のトランスポートーション、レッジおよび目詰まりその他の形成ミスは、完全なデブライドメントを妨げる。機械的操作は、根管の複雑さを適切に理解した上で、また、それとともに使用される特定の器具を考慮した上でのみ実行される必要がある。

#### 技能を測る

根管形成の技能は、次のスキルによって示される：

- ・ 歯髄または壊死組織および細菌を機械的に除去するために予想通りに歯根を拡大する能力；洗浄溶液および根管内貼薬、充填材料の挿入および加圧のためのスペースを確保する能力
- ・ アピカルエンドポイントを意識的に決定し、正確に維持することができ、根管形成は根管内にとどめられること
- ・ 根部歯質のダメージを最小限に抑える器具および処置の順序の選択
- ・ 手技上のエラーの発生についてとこれらを回避する方法を深く理解している
- ・ 手技上のエラーが起こった際、患者中心の意思決定を行うこと

#### 歯内療法での根管充填

根管形成をすることは、どのような場合でも消毒および充填を促進し、非外科的歯内療法の基礎である。すべての治癒の結果は、長期的であれ短期的であれ、技術的な質とこれらの手順に払われた細部への注意に左右される。



最も重要なことは、臨床医は常にどのような段階であっても治療の評価、また全体の結果に影響をおよぼすどのような科学的小よび臨床的エビデンスが治療を支持しているか、ということと、臨床的治癒、ならびに患者の生涯における歯の長期的保存に関する結果への評価を行う必要がある。

すべての根管を作業長までデブライドすることは根尖性歯周炎を治療するにあたって効果的であるということ、そして形成時のエラーや根尖孔を飛び出てファイル操作を行うことは、治癒のプロセスに害を与えることが確実なエビデンスとしてあがっている。

・要旨：歯科医師は、患者を不良な結果から守り、最大限治癒の可能性と全身の健康のポテンシャルを高めるために充填技術と材料を利用できる必要がある。

・要旨：歯科医師は、死腔がなく、作業長まで満たされ、均等なエックス線不透過性を有する十分に形成され、充填された根管を整える必要がある。

・要旨：歯科医師は、脆弱な組織または神経血管の存在する領域へのオーバーな根管充填を避けることによって患者を保護する必要がある。

大白歯の歯内治療は、いくつかの理由、特に、より複雑な解剖学的形態および患者の口腔内での歯の位置、麻酔などの他の要因で上顎中切歯の根管治療よりも本質的に困難である。どんな解剖学的複雑さも、歯列弓の中での位置や歯の中での位置に関係なく、成功する臨床医が患者の特定のニーズを考慮し、都合の悪いことが発生したとしてもそれを管理できる能力を有することが必要である。

#### 効果的な充填における重要な考慮事項

適切に形成された根管だけが適切な充填のための理想的な条件を提供できる。適切に形成され、適切にデブライドメントされた根管は、根尖周囲組織が治癒するための条件を整える。根管は体の免疫系にアクセスできないため、栄養素や口腔内細菌の侵入を防ぐために、根管を可能な限り全方向から完全に充填する必要があると成功例は示す。根管充填のために確立された技術のいずれも、完全な歯冠側、側面、および根尖部の封鎖はできない。このため、最終的な歯冠修復は、歯内治療後、可及的に早く行われるべきである。

理想的には、根管充填は、歯周組織につづくすべての孔を封鎖し、死腔を無くし、機械的拡大された根管壁に適応し、根尖で終わるべきである。以下の考慮事項は、細菌の再感染から歯根周囲組織を保護するために、洗浄され、形成された根管の緊密な封鎖を提供するのに役立つ。

臨床的に許容される根管充填用材料や技術は多く存在する。根管充填のスペクトラムには

以下が含まれる:

1. シーラー(セメント・ペースト・レジン)のみ
2. シーラーと硬いまたは柔軟な材料の単一根管充填
3. コア材料の3次元的側方加圧と組み合わせたシーラーコーティング
4. コア材料のウォームコーンと組み合わせたシーラーコーティング
5. キャリアベースのコア材料と組み合わせたシーラーコーティング

米国の多くの州が「認められた少数派ルール」を遵守していることを認識することが重要である。治療者である歯科医師が異なる材料を使用したり、異なる手技で治療を行っているからといって、歯科医師の治療が治療水準を下回るわけではない。しかし、歯内治療された歯の抜歯を提唱したりパラホルムアルデヒドペーストを使用した歯科医療、または全体的な害を主張しすべての金属充填物の除去をすすめる歯科医師は、容認されず、それらは認められない少数派の見解である。

研究からは、ペーストのみの術式では、その硬化中に体積が収縮することを示している。そのため、材料は硬化する過程で壁から引き離され、その結果、界面接着が失われ、根管壁とシーラーの間のギャップを残したりチャンネルを形成したりする。

長さや密度のコントロールは困難であり、押し出しは大きなリスクを伴う。押し出しのリスクが高まるにつれて、パラホルムアルデヒド含有ペーストなどの特定のシーラーの毒性が大きな懸念事項となる。

これらの技術のいくつかは、根尖部の骨の造成や根尖部病変の治療に関する比較可能な成功率を示し、よって臨床医は様々なテクニックやアプローチからそれぞれの症例に対し最適なものを選択することができる。これらの推奨されるテクニックではすべてにおいて密で硬いコア材料とシーラーが使用される。以下にリストされているのが、根管充填における主な手順である:

1. 根管充填のテクニックの選択
2. マスターポイントおよび・またはシーラー戦略の選択
3. 根管の乾燥およびシーラーの塗布
4. ポイントを根管に適応させ、位置とフィットを確認する
5. 根尖部分の充填(側方および垂直加圧)
6. 根管充填の完了
7. 全体的な根管充填の質の評価

優れた治癒を導く特定の治療手技はない。どの手技を採用するかは、臨床医のスキル、治療の効率性、ケースの選択、関連する手順の簡素化、発生したコストなどの要因に基づいて決められる。

充填されるすべての根管は、手技を選択する前に評価する必要がある。開大している根尖や元の位置からの根尖のトランスポートーションなどによる手技上のエラーが存在する場合、また下顎管や上顎洞に近接する根尖孔を有する歯の場合に、過剰充填や重大な損傷のリスクがある。一般的に、根管は、患者が症状を訴えず、病変の徴候または症状がなく、根管の乾燥が十分に行える場合にのみ充填されるべきである。固体コア材料またはガッタパーチャポイントの試適前に、NaOCl 溶液に浸け、消毒する必要がある。

ほとんどのシーラーは、練和直後は毒性があるが、この毒性は、充填後に減少する。酸化亜鉛ユージノール系シーラーは組織や組織液と接触すると吸収可能だが、レジン系材料は通常吸収が遅いか、容易に吸収されない。シーラーの一部の副産物は、悪影響を及ぼし、治癒を遅らせる可能性がある。したがって、シーラーは慣例として、根尖周囲組織に押し込まれないようにするべきである。近年開発されたバイオセラミック系シーラーは、根管内の残留水分への耐性と生体適合性がある。

ガッタパーチャポイントは、タグバック感（または引き抜く際の抵抗感）によって示されるように、作業長に至るまで根管壁に沿って最もフィットした状態でコーンフィットさせる目的で様々なテーパーで利用可能である。根管形成のテーパーがきつすぎる場合、ガッタパーチャポイントは歯冠部の根管壁と接触し、作業長まで到達しない。テーパーが足りない場合は、ガッタパーチャポイントは緩く、先端では波打つ形になる。マスターポイントのタグバックを備えた良好なプライマリフィットは、アピカルサイズとテーパーの両方に合わせて調整されたものである。これは、良好な充填を促進するために重要である。

形成され、充填された根管は、死腔がなく作業長まで緊密に充填され、均一なエックス線不透過像を示す必要がある。充填は、根管壁に沿い、イスマス、扁平根や槌状根の根管など根管の凹凸に可能な限り行き渡る必要がある。根管側枝の充填は予測不可能であり、成功のための前提条件ではない。根管充填材料が下顎管や上顎洞や根尖周囲組織へ溢出するのを避けるために、また根尖孔の破壊を防ぐために作業長を正確に決定することが推奨される。

感染根管の場合、作業長をエックス線写真表示上の根尖から 0.5~1.0mm の間で設定することで最良の治癒結果が得られる。臼歯部の歯内治療では、解剖学的根尖の決定はしばしば困難である。オーバーな根管充填を避けるために、下顎管に近接している下顎第 2 大臼歯は、根尖孔の位置をあまり明確にせず、さらには根尖孔をブロックするのが適切かもしれない。

オーバーな根管充填は治癒の妨げとなり、最悪の場合は神経損傷および永久的な患者傷害(知覚障害および感覚異常)に関連してしまう可能性がある。

#### その他の重要な充填に関する考慮事項

熱軟化ガッタパーチャを使用した熱可塑性充填は、側枝などを充填し、軟化したガッタパーチャの側枝およびイスマスへの移動を促進する。これは、コア材料のより多くの容積を根管に充填することを可能にする。一方、特に根尖孔が偶発的に過拡大された場合には、フローがよくなっているため、根尖領域への材料の押し出しが生じる可能性がある。根管充填材を根管内にとどめることは、予想されるように、より高い成功率を示している。脆弱な組織または神経血管の存在下で過剰充填を避けることは、臨床医の責任である。患者の健康と幸福が臨床医の怠慢によって害されるとき、術者は言い逃れできず、それは許されることではない。

#### 安全に充填するにあたっての注意事項

「シリンジのみ」のテクニックは、オーバーフィルの危険性があるため、貼薬や根管充填には推奨されない。術者がこの手技を選択した場合、根尖部分の 3-4 mm の充填の位置と緊密さは、残りの充填に進む前に常にエックス線で確認する必要がある。

キャリアをベースとしたシステムでは根管への適用の際に根尖方向へ向けられた水圧が起きる。これらのシステムは、高密度充填となるが、これらの注意が必要である：

1. シーラーを大量に使用しない
2. キャリアをゆっくりと挿入する
3. オーバーフィルを避けるために作業長を確認する

オーバーフィルを避ける: 充填材料のグロスオーバーエクステンションは、通常、テクニックの欠如を示す。

1. 充填のテクニックを選択する際には、隣接する解剖学的構造と根管の穿通性(根管のレベル)を考慮することが重要である。側方加圧とウォームフィリングテクニックの間には充填材料の粘度にかなりの違いがあり、治療者は自身の手法に自信を持った上でアプローチする必要がある。
2. 穿通された根尖孔を維持することは、多くの臨床医によって提唱されているが、根尖部までの器具の通過が径の小さな器具(#10 または#15)に限定されない場合、術者は根尖孔を破壊(広げる)してしまう。
3. 熱可塑性ガッタパーチャ充填技術は、異常な根管形態を充填するのに非常に効果的であるため、それらは歯内療法医の選択するテクニックとなっている。
4. サーモプラスチック法は、そのフローを高めるためにガッタパーチャを加熱するが、

そのフローが制御されていないと、多量の充填材を根尖外組織に押し出す傾向がある。この過剰充填の可能性は、下顎神経、上顎洞、または開大した根尖孔部でのリスクがあり特に危険である。

#### 充填時の最終的な考慮事項

治療の前に、術者は歯・根の内部解剖だけでなく、上顎および下顎の構造と根尖の関係を綿密に検査し、評価する必要がある。

1. この歯の根尖は開大(根未完成歯および歯根吸収)しているか?その他の要因としては、歯根長、根幅、根管サイズ、石灰化、内部吸収などがある。根は上顎洞に抜けているか、それとも下顎管に近似するのか。根管の彎曲の度合いは30度を超えているか?根は「S字」形の形態を示しているか?これらの質問は、通常の歯内治療では十分に対応できない可能性のあるケースを特定することができ、その場合紹介が適切となる。
2. 材料は生体親和性があるか?特定のシーラーは神経毒性がある。パラホルムアルデヒドまたは他の変異原性または発癌性物質を含むシーラーは避けなければならない。
3. シーラーの少量の押し出しは、時間の経過とともに、根尖部組織によって十分に許容され、吸収されるかもしれないが、予防するのが適切である。根尖周囲組織、上顎洞または下顎管に入り込むと、毒性は破壊的になる。
4. 作業長は、電気的およびエックス線的に確認し、機械的操作中常に維持する必要がある。根尖部の狭窄(セメント象牙境またはCDJ)は、複数の狭窄を伴う場合もあり、数ミリメートルにわたって根尖に向かって狭窄するものもあれば、存在しない場合もある。
5. 手指の感覚だけでは不十分である。ネゴシエーションファイルは、根管の長さに沿ってどの場所でも拘束される可能性はあり、根尖孔と誤って解釈される場合がある。
6. 機械的操作の目的はガッタパーチャの挿入と加圧のためのグライドパスおよびアピカルストップの形成である。作業長のコントロールが悪いと、オーバーインスツルメンテーションや過剰充填につながる。

#### 根管充填時の不具合防止

1. 過剰根管充填のリスクと三次元的に理解をするためには、根や周囲の顎の構造をイメージしエックス線画像からの確に識別することが不可欠である。
2. 治療後の生体に十分に許容される材料で根管充填材を行うことは重要であり、歯内治療の良質で安全な臨床においてパラホルムアルデヒドペーストなどの製剤は使用されるべきではない。
3. 臨床医は、オーバーインスツルメンテーションに対する予防措置を取るために、作業長の(電気的、エックス線的、手指の感覚およびペーパーポイントを使用した)複数の確認法を使用する慎重な形成を実践する必要がある。

4. オーバー根管充填を制御するには、「抵抗形態」を使用することが重要である。この「抵抗形態」は、漏斗状に形成することや、テーパ形成によって根管形成中に付与することができ、根管形状に一致したガッタパーチャポイントを選択することによって、押し出しをする充填力に抵抗する。
5. サーマプラスチックテクニックを使用する場合は、材料のフロー特性と使用される熱エネルギーを重んずる必要がある。
6. 根管内シーラーを適用するためのペーストとシリンジの使用は、神経に近接し、制御が損なわれた場合には使用すべきではない
7. 神経や血管に極端に近接している場合、明白な根尖終末できれいなデンティンプラグまたはバイオセラミックバリアを作ることは、押し出しのリスクが大きい場合に慎重に計画する必要がある

#### 歯内療法の再治療

根尖病変および・または以前歯内治療がなされた歯における持続的な症状または以前存在しなかった部分での歯根周囲の病変は、持続性の疾患を示す。初回の根管治療後の持続的な疾患は、歯の抜歯を必ずしも必要とせず、義務でもない。臨床評価あるいは進化した画像技術は、しばしば失敗の病因を明らかにする。病変の原因が特定されたら、改善措置を講じることができる。

不完全な治療、根管の見落とし、充填不良、歯冠漏洩は、再根管治療で修正できる一般的な原因である。穿孔、アピカルトランスポートーション、レッジ、長さの喪失、器具破折などの手技上の誤りは、非外科的根管治療では修正できず、歯内療法専門医による外科手術で治療するのが最も適切である。再治療となるケースは多岐に渡り、壊死組織や微生物に加えて、ポストやコア、充填材料などの歯冠修復材料を除去するための、高度な知識と技術的なスキルを必要とする。これらのタスクを達成するためには、様々な特殊な器具と道具が必要である。手順は緻密であり、マイクロスコープがしばしば必要である。さらに、それらは時間がかかり、初回の根管治療と比較してわずかに予後が悪い。しかし、一般的に、歯内療法専門医への紹介は、抜歯よりも好ましく、患者のための最良の長期予後をもたらす。

一般歯科医は、歯内治療手順の成功と失敗を確認し、適切な再治療のオプションをすすめるか、専門家に相談する必要がある。

#### 歯内治療歯の回復

歯内治療された歯は、象牙質の水分喪失のためにより脆いというのが一般的な概念である。しかし、研究では、水分喪失は象牙質のコラーゲンにわずかな影響を与える可能性があり、歯内治療された歯の破折は水分の喪失ではなく、主にう蝕、以前の修復処置、破折した咬頭

およびアクセス窩洞形成が原因で歯の構造が失われることによって引き起こされることを示している。また、象牙質の老化は、ハイドロキシアパタイトによるコラーゲンの置換を促進し、歯の弾力性を低下させることによって、破折しやすくする。したがって、最も強く、良い修復予後を有する歯は、最小限の形成と「保護」修復がなされ、象牙質およびエナメル質の構造を最も多く保持する歯である。

・要旨：臨床歯科医は、歯内治療歯の最終修復は、歯内療法 of 不可欠な一部分であり、歯を速やかにかつ適切な方法で修復するまで終了したとは言えないことを認識しなければならない。

・要旨：臨床歯科医は、歯種、歯質欠損の程度と分布、ならびに最終修復の種類と材料を評価することによって、歯内治療歯のための適切な修復戦略を決定する必要がある。

予後を決定する際には、歯の長寿と同様に、処置の長期的な成功に大きな役割を果たすので、歯内治療歯の修復は、歯内治療の不可欠な部分として考慮されなければならない。成功の可能性を最大限に高めるためには、歯内治療された歯の特徴を慎重に検討するとともに、最新の接着、デジタル技術、バイオマテリアルの進歩を考慮する必要がある。専門の創設から 1980 年代半ばまで、成功は根尖封鎖に依存すると考えられていた。漏洩が起こった場合、水分が根尖部根管に入り、停滞し、分解され、根尖の炎症や病変を引き起こすと考えられていた。現在では、治療の失敗は「アピカルパーコレーション」ではなく、コロナルリーケージによるものであることが知られている。確実な歯冠修復は、再感染を排除するために、根管充填プロセスの一部と考える必要がある。

根管治療は、問題の歯が速やかにかつ適切な方法で修復されるまで、完了したとみなしてはいけない。文献から明らかになっているのは、歯内治療された歯が修復処置を終えるまでの間は短ければ短いほどよく、なぜなら数々の研究が、暫間的な修復がなされた歯内療法処置歯は、永久的な修復を受けた歯と比べ明らかに寿命が短いということを示しているためである。

緊密な封鎖をし、細菌の漏洩を防止し、残存歯質を保護することは根管処置後、長期安定性をもたらす。保存修復歯科医が満たすべき多くの要因の 1 つとはいえ、歯を適切に修復させることができなかったことは受け入れられることではない。一般的な歯科診療では、患者の期待は、咀嚼機能の回復、審美、修復の寿命、およびチェアタイムや修復の費用などのより実用的な要因に関連している。

咬頭被覆は、通常、根管治療後の白歯部で推奨されるが、残存歯質量に依存するため、場合によっては必要ないかもしれない。最小限の歯質切削、無傷の辺縁隆線、保存的なアクセス

窩洞形成、および既存の亀裂のない歯では、臨床医は、有効な選択肢として直接接着修復を検討し得る。それは患者にとってより安価であり、歯質を保存し、より速く、効率的であり、患者は一回の来院で永久修復処置を受けることができる。

歯科材料と技術は、過去数十年にわたって大きく進化してきた。特に、硬組織にマイクロメカニックス的かつ化学的に結合できる樹脂系複合材料は、ますます信頼性が高くなっている。慣例により、一部の歯科医はボンドされたコンポジット修復物を保持するために金属ポストをいまだ使用しているが、残存歯質をより保護するレジンベースのファイバーポストに置き換える必要がある。または、ポストがまったくない場合もある。これは、歯内治療されたすべての歯にフェルールが付与されるべきであるという事実によって支持されている。歯冠修復のために2 mm フェルールを得ることができる場合、接着築造を保持するためにポストは必要ない。フェルールは、一般に、歯冠漏洩につながるような脱離に向かう力を防ぐために非常に重要であると考えられている。歯質欠損が辺縁隆線を損傷したり、歯冠部歯質を損なったりした場合は、咬頭を被覆する必要がある。

根管治療自体は、歯質を著しく弱めるものではないようである。破折に対する感受性の増加は、大部分で、歯冠および硬組織除去に起因しているように見える。3つの主要な技術開発は、従来の歯内療法歯の補綴のされ方に変化をもたらそうとしている。

1. 接着修復とますます信頼性の高い歯科用接着剤の開発
2. デジタル技術の台頭により、迅速かつ信頼性の高い咬頭被覆修復の設計と作製を実際に可能にする
3. 置換組織に適合する特性を持つ生体材料の開発

修復の概念は、それぞれが機能時に異なる課題があるため、各歯種に固有である必要がある。大白歯は、主に高強度の歯軸方向の力が試される。根管治療は歯質の喪失によって歯を脆弱にするため、歯の破折から、歯内治療された白歯を適切に保護する必要がある。歯内治療された歯の破折に対する感受性の増加の主な原因は、硬組織の喪失であるようである。歯内治療された歯は、ポストスペースを作成する際にさらに象牙質削除を受けることが多く、またフルクラウン形成の際には咬合面象牙質の薄い削去を伴う。この点で、さらなる組織損傷の主な原因は歯科治療によるものであることを伝えている。この矛盾に照らして、追加の歯質削除の必要性または根拠を比較検討することが重要である。

一般に、歯内治療後の修復処置の目標は、大きく3つにわけることができる：機能の回復、緊密封鎖による根管の感染または再感染の防止、さらなる歯質の損失に対する残存歯質の保護の3つである。



## 前歯部の修復

歯内療法後の前歯に推奨される最終的な修復の種類は、残存歯質量によって決定される。通常のアクセス窩洞形成による歯質喪失の場合は、レジン修復で十分である。大きなまたは方向を誤ったアクセス窩洞形成または隣接面う蝕・または修復によって歯質が脆弱な場合は、クラウンを最終修復として考慮する必要がある。ポストは、残存歯質(クラウンの形成後)がコアを保持できない場合に必要である。根の破折の可能性を減らすために、可能な限りポストを避ける必要がある。

## 臼歯部の修復

一般的に人は、臼歯部に大きな力を発揮したり、咬合時に前歯に加えられる力の約 9 倍の力を発揮することがある。この力は、臼歯部修復に平方インチあたり 200 パウンド以上をもたらすことになる。したがって、臼歯の咬頭は、垂直破折から保護されなければならない。臼歯部の適切な修復には、コアとクラウン適用の 2 つのフェーズが含まれる。

## 現代のポストの考え方

ポストの機能は、コアを保持することである。コアの機能は、クラウンを保持することである。コアの保持が必要ない場合、ポストは必要ない。垂直性歯根破折の可能性を減らすために、ポストはコアの保持に必要な場合にのみ形成する必要がある。ポストが必要かどうかに影響を与える最も重要な要因は、クラウンの形成とフェルールの獲得後の残存歯質量である。象牙質の 3 壁が残っている場合、ポストは必要である。使用されるセメントや種類に関係なく、すべてのメタルポストは、咀嚼中に発達した力を歯根に伝達するため、根が構造的に損なわれていた場合に、時間の経過とともに破折を促進してしまうことがある。非金属性ポストは、メタルポストに関連する破折の問題を防ぐために象牙質に隣接して、より許容性のある材料を用いる。これらのポストは根管に接着され、ある程度の柔軟性を有する(象牙質の弾性率に類似)。

## バイオミメティック修復

学際的物質科学の研究は「バイオミメティクス」と呼ばれている。歯科におけるバイオミメティクスは修復材料による元の歯の生体力学的回復または模倣である。従来の修復技術は、象牙質と比較して、その性状がより多様であった支台築造材料を組み込んできた。多くの歯内治療歯は多数の材料成分(例えば、金、ステンレス鋼、セラミック、コンポジット、合金)で修復されるため、これらの材料が動的機能または熱膨張下で象牙質とは異なる反応を示す可能性があり、結果として歯や残存構造の弾性率、引っ張り強さ、圧縮強度に影響を与える。象牙質に近似した特性を持つ修復材料を選択することは、歯科および歯内治療歯のリハビリテーションに関してトレンドとなっている。

要約すると、根管治療後にフルクラウンは普遍的に必要となるわけではない。非外科的根管治療後のクラウンの設置は、主に咬頭保護をすることによって修復予後を高めることをエビデンスは示す。歯種、歯質喪失の程度および分布、ならびに最終的な修復の種類および材料などの要因は、歯内治療された歯が一生続く適切な修復戦略を決定するために考慮される必要がある。根管治療後にクラウンを常にセットすることは、おそらくオーバートリートメントとなるであろう。