

第2章

歯髓腔の解剖学

Anatomy of Pulp Cavity

一般目標

歯内療法を適切に行うために、その基礎となる歯髓腔の形態についての知識を習得する。

到達目標

- ① 歯髓腔の基本形態を説明できる。
- ② 歯種別の根管形態と特徴を説明できる。

1. 歯髓腔の基本形態 (図 2-1-1)

歯髓腔 (pulp cavity) は、髓室 (pulp chamber) と根管 (root canal) からなり、形は歯の外形に近似した縮小形を示すことが多く、歯根の圧平度の強い歯では、根管が分岐する傾向がある。

髓室は、歯頸部を越えて広がり、その形は、切歯ではノミ形またはクサビ形、犬歯ではランセット形、臼歯では立方形に近い。

髓室には各咬頭にほぼ一致した髓角がある。

エックス線写真では、根管の数、走向、形態、石灰化の違いを観察できる (図 2-1-2)。

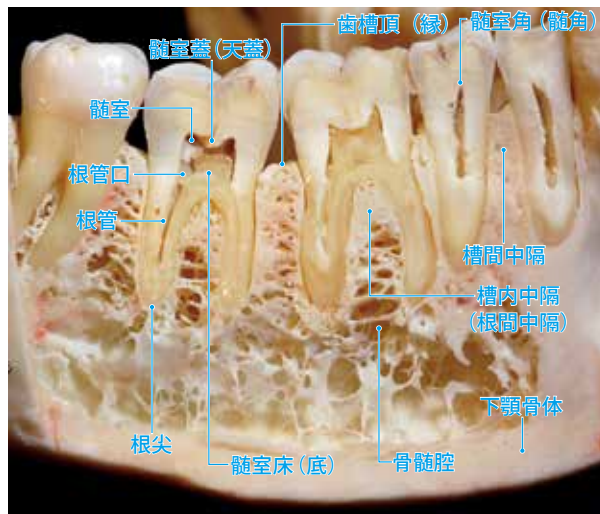


図 2-1-1 歯と歯髓腔の断面所見 (ヒトの頭蓋骨標本)

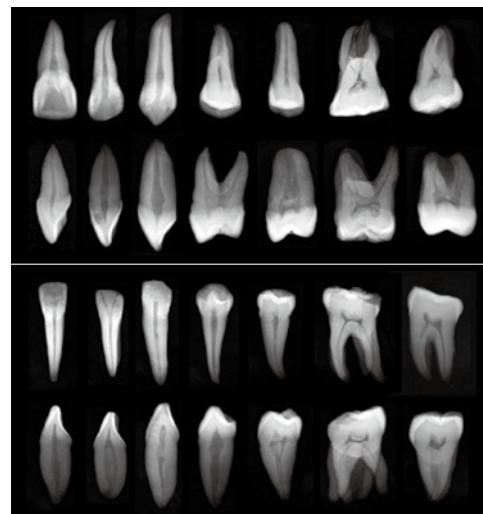


図 2-1-2 歯髓腔のエックス線写真観察 (上下顎永久歯の各歯種における唇頬舌ならびに近遠心投影)

1) 髓室床部の黒い線状構造

上下顎大白歯の髓室床の中央部には、しばしば黒い線状構造 (dark linear form) がみられることがある。線状構造を指標にすると根管口の探索や発見に役立つことが知られている。この黒い線状構造は、そ

の走向によりH型、Y字状の溝と表現される (図 2-1-3)。大石ら (1992) のヒト上下顎大白歯抜去歯 110 歯の成績では、黒い線状構造が明らかなものは、上・下顎の第二大臼歯で各々 67%、上・下顎の第一大臼歯で 46%、50%であった。

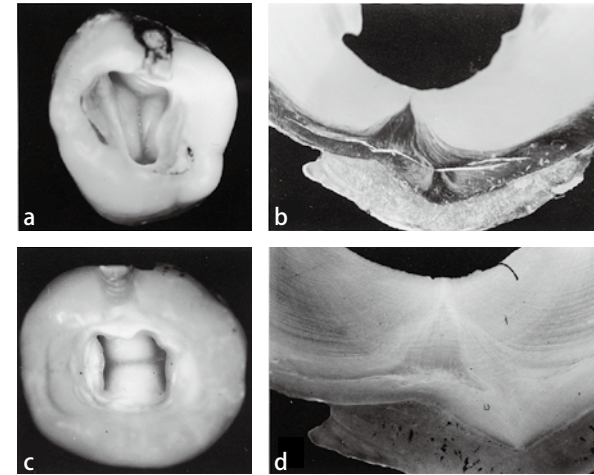


図 2-1-3 髓室床の線状構造
a: 上顎大白歯のY字状の黒い線状構造
b: 下顎大白歯の近遠心的に走るH型の黒い線状構造
c: bの下顎大白歯の頬舌断研磨切片で、髓室床部にはクサビ状の暗帯がみられる。
d: cの軟エックス線撮影所見で、クサビ状区域の周囲には高い石灰化層がみられる。

2) 歯根の彎・屈曲

歯根の形に合わせて根管も彎・屈曲を示す。表 2-1-1 の Ingle ら (1994) の成績をみると、歯種によって走向に特徴がある。一般に歯根は遠心彎曲を示すが、近心、唇頬側、舌側、銃剣状 (二重) の彎曲もあり、十分な注意が肝要である。

表 2-1-1 歯根の彎・屈曲の発現状況 (curvature of root)

	straight	distal curve	mesial curve	buccal curve	lingual curve	bayonet curve
1	75	8	4	9	4	
2	30	53	3	4	4	6
3	39	32		13	7	7
4						
Double roots	B 28	14		14	36	8
	L 45	14		28	9	
Single root	38	37		15	3	
5	9.5	27	1.6	12.7	4	20.6
6	MB 21	78				1
	DB 54	17	19			10
	L 40	1	4	55		
7	MB 22	54				
	DB 54		17			
	L 63			37		
12	60	23		13		
3	68	20	1	7		2
4	48	35		2	7	7
5	39	40		10	3	7
6	M 16	84				
	D 74	21	5			
7	M 27	61		4		7
Double roots	D 58	18	10	4		6
Single root	53	26			2	19

%で示す。B: 頬側根、L: 舌側根、MB: 近心頬側根、DB: 遠心頬側根、M: 近心根、D: 遠心根を示す。(文献 21 より引用)

表 12-1 根管形成器具およびガッタパーチャの標準規格
標準規格 (ADA/ANSI No28、58、78)

ファイル番号	D0	D16	カラー表示
6	0.06	0.38	規定なし
8	0.08	0.4	規定なし
10	0.1	0.42	紫
15	0.15	0.47	白
20	0.2	0.52	黄
25	0.25	0.57	赤
30	0.3	0.62	青
35	0.35	0.67	緑
40	0.4	0.72	黒
45	0.45	0.77	白
50	0.5	0.82	黄
55	0.55	0.87	赤
60	0.6	0.92	青
70	0.7	1.02	緑
80	0.8	1.12	黒
90	0.9	1.22	白
100	1	1.32	黄
110	1.1	1.42	赤
120	1.2	1.52	青
130	1.3	1.62	緑
140	1.4	1.72	黒

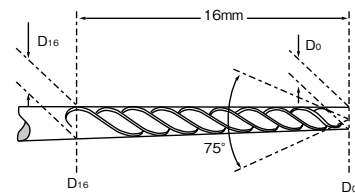


図 12-12 ファイルの国際規格
ファイル刃部の長さを 16mm、刃部直径を先端部 D0 と先端から 16mm の直径 D16 を規定しテーパを 0.02 (2%) に規格。#10 ~ #140 ファイルにはカラーコードを表示 (表 12-1) し、ファイルの長さは、21、25、31mm を規格した。



図 12-13 手用ファイルの断面形態と刃部形態
a) Kファイル、b) Hファイル、c) リーマー

ワンポイント

スタンダード根管形成の使用器具 (図 12-13)

Kファイル：断面形態が四角形で 2% テーパーのステンレススチールワイヤーにねじり (1mm あたり 1 1/2 から 2 1/4 個) を与えて作製したファイル。時計方向へ 180 から 270 度回転のリーミング操作と根管を牽引するファイリング操作 (pull stroke) によって根管形成を行う。

Hファイル：ステンレススチールワイヤーの切削加工によって製作されたファイルで刃部形態は円形に近い円錐を重ねた断面形態である。Hファイルは根管を牽引するファイリング操作のみで使用し、回転させるリーミング操作は根管壁に食い込み破折するためできない。

リーマー：断面が正三角形で K ファイル同様に 2% テーパーのステンレススチールワイヤーにねじり (1mm あたり 1/2 から 1 個) を与えて作製したファイル。時計方向へ 90 から 180 度回転させるリーミング操作を行うが、最近ではほとんど使用されない。

④ステップバック法：step back technique (Mullaney^{5, 6)}) : step back technique は彎曲根管の変移を補うために、根管口部のフレアー形成後に根尖部根管の拡大号数上昇にしたがって作業長を 0.5 ~ 1mm 短縮させる根管形成方法である (図 12-14)。リーマーやファイルの回転操作が根管形成において不都合な根管形態を引き起こしやすいため、ファイルによる牽引操作がよりクローズアップされることになった。

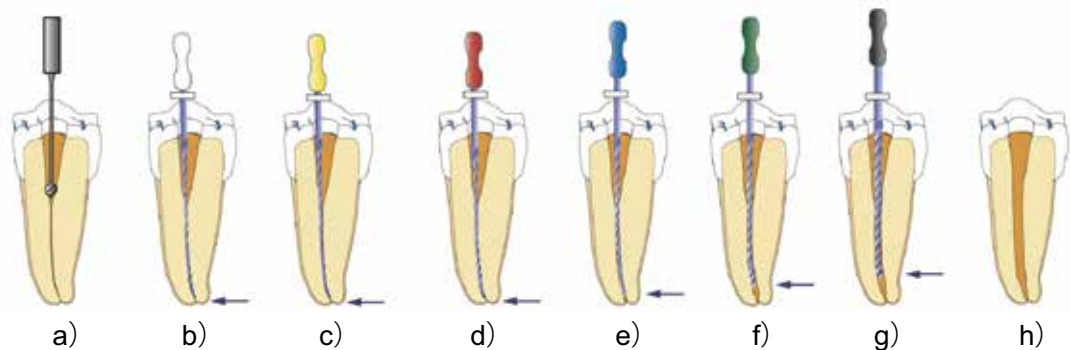


図 12-14 ステップバック法の術式

⑤バランストフォース法：balanced force technique (Roane⁷⁾) : ファイルの回転操作をできるだけ小さな動きにとどめる方法で、ファイルを時計まわりに 90 度回転させて作業長まで挿入後、反時計回りに 120 度回転させ歯質を切削する。そして、再度時計回りに回転させて切削片を除去する。この 3 つの操作を基本操作としてファイルに過剰な力を加えずに本来の根管に近い形態で根管形成を行うことを最大の特徴としている。

⑥ダブルフレアー法：double-flared technique (Fava⁹⁾) : コロナルフレアーの概念に基づくものでスタンダード法とは異なり、太い # 80 のファイルによって根管口から根中央部の形成を開始し、作業長が根尖孔に到達するにしたがってファイルを細くし # 30 ファイルで根尖孔に到達後、再度根尖側 1/3 に対してステップバック法を利用しながらアピカルフレアーを形成する方法である。

⑦クラウンダウン法：根管中央部から根管口部まで回転切削器具でフレアー形成後、根尖部 1/3 の形成を行う方法で、さまざまな変法がある。かつては手用切削器具が使用されたが、現在ではニッケルチタン (Ni-Ti) ロータリーファイルに対する標準的術式となっている (図 12-15)。

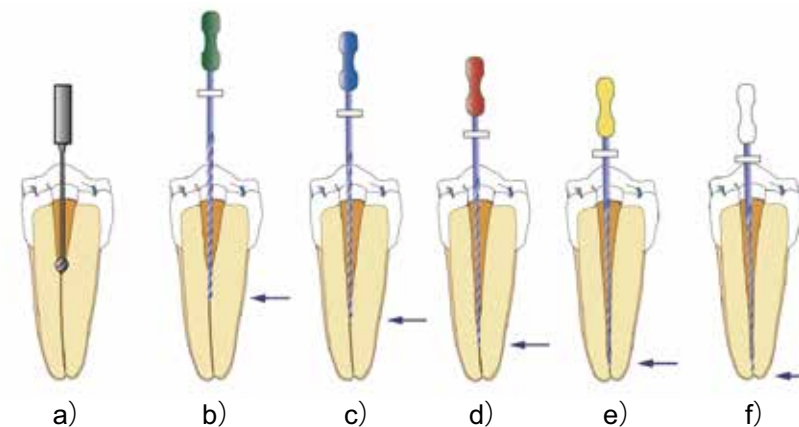


図 12-15 クラウンダウン法の術式

ワンポイント

- ・ステップバック法は根管口部のコロナルフレアー形成後に根尖部根管の拡大号数上昇にしたがって作業長を 0.5 ~ 1mm 短縮させる根管形成方法。
- ・クラウンダウン法は、根管中央部から根管口部までのフレアー形成とその後に行う根尖部 1/3 の的確な根管形成。

(2) ニッケルチタン (Ni-Ti) ロータリーファイル

①変化した根管形成概念

超弾性と形状記憶性を特徴とする Ni-Ti ファイルは、根管形成方法をスタンダード根管形成法 (根尖側から歯冠側方向に行う形成法) やステップバック法からクラウンダウン法に変化させた。スタンダード法では根管形成開始前に正確な根管長測定を必要としたが、クラウンダウン法では根管長測定を先送りし、コロナルフレアー (根管口付近のフレアー形成) 終了後に正確な根管長測定を行った後に根尖側 1/3 付近の最終根管形成を行う。Ni-Ti ファイルは Ni-Ti 合金のもつ超弾性を発揮することにより、本来の根管形態を破壊することなく根管形成を行うことが可能になったが、超弾性ゆえに切削効率はステンレススチール製より劣っていた。しかしながら、テーパを増加させエンジン駆動とすることにより切削効率の向上を図ることに成功した。Ni-Ti ファイルにはグレートテーパ (ISO 規格 02

1. 穿孔

髓室開拓や根管上部のフレアー形成（根管口の漏斗状拡大）、根管の拡大・形成の際、根管の解剖学的形態を考慮せず、バー、ファイル、ピーソリーマー、ゲーツグリデンドリルなどを不用意に使用すると、歯の人工的な穿孔を起こすことがある。

このような器具の不適切な使用や術式の誤りによる人工的な穿孔は、その発生位置の違いによって、1) 歯肉縁下の穿孔（**歯肉穿孔**）、2) 歯根中央部の穿孔（**根管壁穿孔**）、3) 根尖部の穿孔（**根管壁穿孔**）、4) 根分岐部の穿孔（**髓床底穿孔**）、5) **ストリップパーフォレーション (strip perforation)** に分類される。

1) 歯肉縁下の穿孔（歯肉穿孔）

(1) 原因・発生要因

歯肉穿孔は、髓室開拓時や根管口の探索の際に、患歯の解剖学的形態を十分に考慮せず、不用意な歯質の過剰切削により起こる（**図 15-2**）。

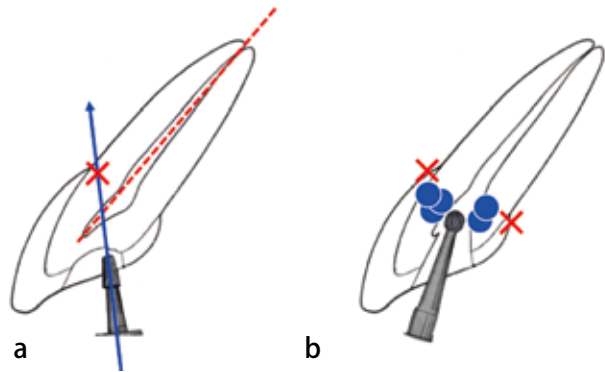


図 15-2 歯肉縁下の穿孔（歯肉穿孔）：上顎前歯の場合
a：口蓋側からのアプローチのため、歯軸方向に常に注意しながらバーの角度を変更する。
b：髓室開拓の外形が小さすぎる状態で、十分な確認ができないまま切削を続けると、唇側や口蓋側への穿孔を引き起こす。

(2) 処置・対処

穿孔時には出血を認めることが多いため、まず適切な洗浄と消毒を行った後、止血する。生理食塩水や滅菌蒸留水を用いて、髓室内の穿孔部を洗浄し、オキシドール綿球で出血部位を5～10分圧迫止血する。止血を確認したら、光硬化型グラスアイオノマーセメントや光重合型接着性レジン穿孔部に過不足なく充填する。

(3) 予防

術前のエックス線写真を参考にしながら、う蝕の広がり、歯髓腔の大きさや形態、根管の太さや位置と数、歯冠と歯根の方向（歯軸の方向）などの患歯の解剖学的形態を詳しく診査する。ラバーダム防湿下の髓室開拓では、患歯の解剖学的形態を見失わないようにバーの進む方向と歯軸とが適合するように器具操作し、特に**傾斜歯**や**捻転歯**には注意が必要である。また、う蝕による修復象牙質／第三象牙質の形成や加齢ともなう第二象牙質の添加がみられると**歯髓腔の狭小化**が著しくなり、髓室開拓時にバーで歯髓腔内へ穿通する際の抜けるような感覚が得られないため、過剰切削になりやすいので特に注意を要する。

2) 歯根中央部の穿孔（根管壁穿孔）

(1) 原因・発生要因

歯根中央部の**根管壁穿孔**は、根管上部のフレアー形成（根管口の漏斗状拡大）や根管の拡大・形成の際に、患歯の解剖学的形態、特に歯根の形態と位置関係や根管の走行状態、ならびにファイルなどの使用器具の特性（機械的性質）を十分に考慮せず、無理な器具操作を行ったために起こる。**彎曲根管**や**狭窄根管**の場合に発生しやすい。

(2) 処置・対処

歯根中央部の根管壁穿孔で直視できない場合には、電氣的根管長測定器でメーターの指針が歯根膜を示すところまでファイル、またはガッタパーチャポイントを挿入して、エックス線撮影を行い、穿孔位置や状態を確認する。**歯科用実体顕微鏡 (マイクロスコープ)**を用いることができる環境であれば、拡大した明視野下でよく観察する。洗浄、消毒と止血を行った後、根管充填用シーラーとガッタパーチャポイント、あるいは**MTAセメント**（適応外使用）を用いて穿孔部まで充填する。その後、本来の根管を再度確認して根管処置を行う。

(3) 予防

根管の拡大・形成の際、手用根管切削器具（ファイルやリーマー）を用いる場合には、1回転以上の過度なリーミング（1/4～1/3回転が適正）を行わない。また、彎曲根管では、あらかじめその彎曲度に合わせて使用するファイルを適切に曲げておき（**プレカーブ**の付与、**図 15-3**）、上下運動のファイリング（牽引操作）で根管形成を行う。

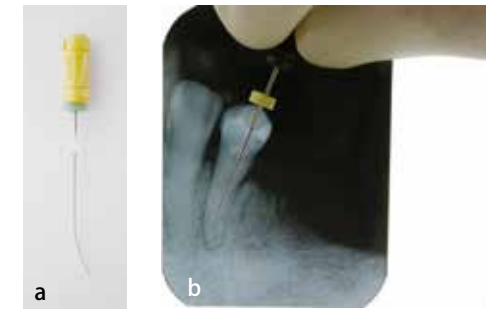


図 15-3
a：プレカーブを付与したKファイル
b：術前エックス線写真上で彎曲根管への適合状態を確認しているところ

3) 根尖部の穿孔（根管壁穿孔）

(1) 原因・発生要因

根尖部の**根管壁穿孔**は、前述の歯根中央部の根管壁穿孔の場合と同様に、根管の拡大・形成時に、歯根の解剖学的形態や根管の走行状態を十分に考慮せず、使用するファイルなどの特性（機械的性質）に反する無理な器具操作を行ったことにより、彎曲根管の**外彎部**に発生する（**図 15-4**）。

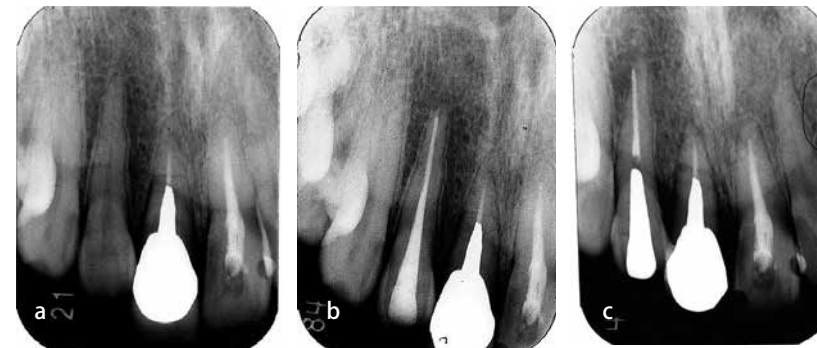


図 15-4 根尖部の穿孔（根管壁穿孔）：上顎右側側切歯の症例
a：術前エックス線写真
b：根管充填直後のエックス線写真では根尖部の根管壁穿孔は認められなかった。
c：両側中切歯の術前エックス線写真側切歯は、bに比べて偏近心投影のため、根尖部の根管壁穿孔が確認された（外彎部）。

る。根尖部に生じた**外部吸収**は、組織学的には根尖病変が認められた歯根の約 80%に生じるとされている。通常の根管治療で治癒しない場合には、歯根尖切除法が適用となる。

歯根表面の外部吸収が根管系に達した場合は、CBCT 撮影を行い正確な位置と程度を確認し、根管治療後の補綴治療の可否を考慮して、可能と判断された場合に吸収部位の清掃と閉鎖を行う。

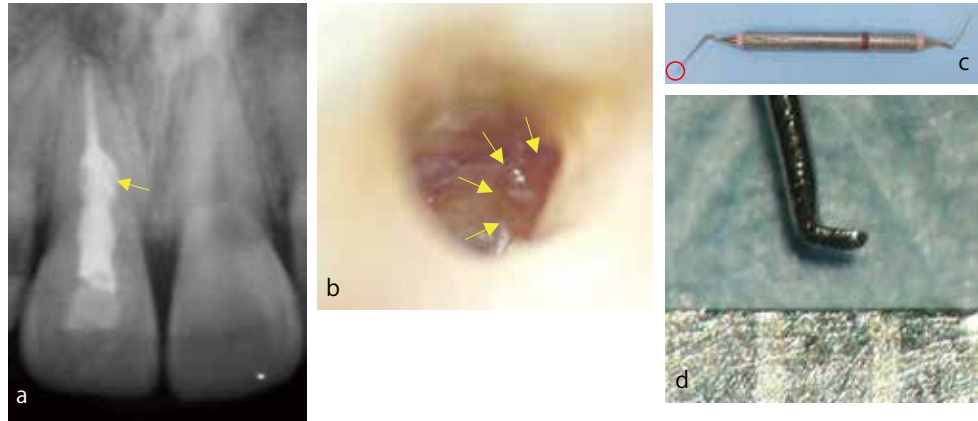


図 16-15
a: 上顎右側中切歯の内部吸収部位に充填された根管充填材 (矢印)
b: 歯科用顕微鏡で観察した吸収部位 (矢印)。歯科用顕微鏡を通してアンダーカットがあった吸収部位をすべて観察することはできないため、吸収部位の根管充填材や感染象牙質の除去を、通常の拡大操作で行うことは困難である。
c: 根管の清掃・拡大形成の補助器具として有用な顕微鏡用エキスカベータ
d: 先端の拡大像。目盛は 1mm

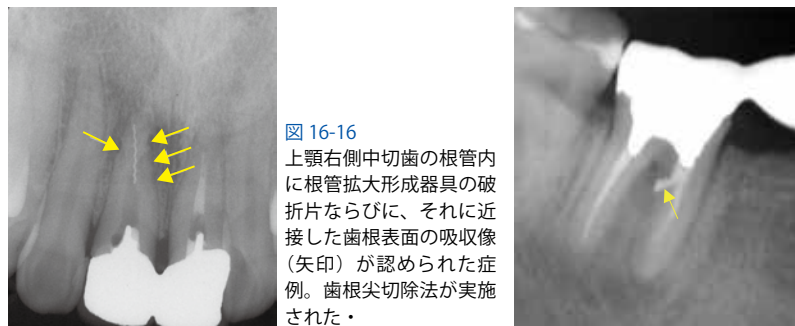


図 16-16
上顎右側中切歯の根管内に根管拡大形成器具の破折片ならびに、それに近接した歯根表面の吸収像 (矢印) が認められた症例。歯根尖切除法が実施された。

図 16-17
下顎右側第二大臼歯の近心舌側根に穿孔を認めた症例 (矢印)。穿孔部周囲に骨吸収も認められた。

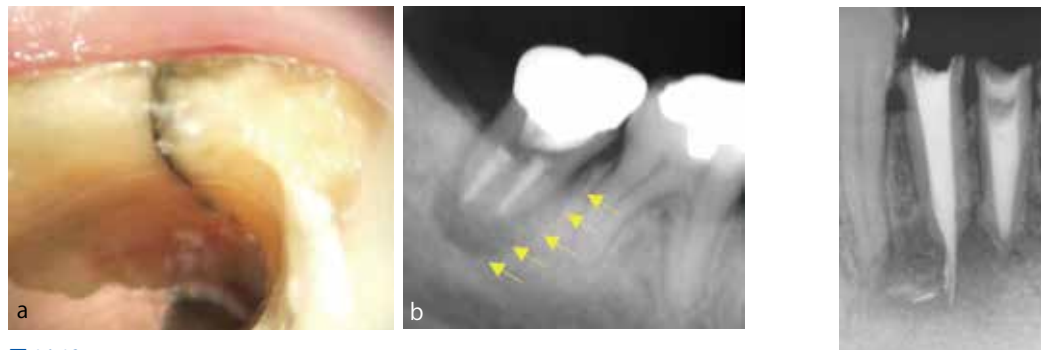


図 16-18
a: 下顎右側第二大臼歯の髓室近心壁に汚染された破折線を認めた症例
b: 口内法エックス線写真では歯根の近心側から根尖周囲にかけて暈状の透過像 (矢印) を認めた。

図 16-19
下顎右側中切歯の根尖孔外へ根管充填材が溢出した症例。根管充填材の一部は分離し病変内に位置するため、根管内からの除去は困難である。

(4) 根管系に穿孔がある症例 (図 16-17)

穿孔部を通して、唾液とともに細菌が侵入、あるいは根管消毒剤が根管外へ漏洩し根管内の汚染状態が持続する。そのため接着性レジンセメントなどを用いて根管内から封鎖する。

(5) 根管に亀裂または破折のある症例 (図 16-18)

根管内の亀裂が歯根表面まで達していない場合は、根管内から亀裂線を切削し、根管充填の際に歯質接着性のあるレジン系シーラーを用いて封鎖する。また歯冠歯根破折が生じた場合、残存した歯根長が補綴治療に耐えられるものであれば、隔壁を形成して根管治療を行い保存を試みる。その後、歯冠延長術または意図的再植術や牽引などを行う必要がある。また歯根長が十分でない場合や垂直歯根破折の場合は、抜歯が適応となる。

(6) 根管内への多量の滲出液を制御できない症例

未拡大の根管やイスマス・フィンなど根管の解剖学的要因、歯根破折、通常の治療に非感受性の菌による感染などが原因として挙げられる。このため、歯根尖切除法または原因根の抜去を検討する。ただし持続性の細菌感染に対しては、薬剤の感受性試験を行い、原因菌に対する適正な抗菌薬を投薬して治癒を図る方法がある。また根尖が上顎洞と交通し菌性上顎洞炎を併発した場合には抜歯を検討する。

(7) 根尖病変内へ溢出した根管貼薬剤、根管充填剤あるいは破折器具などの異物がみられる症例 (図 16-19)

通常根管治療では、これら異物を完全に除去することは困難であり、歯根尖切除法または原因根の抜去あるいは抜歯が適用となる場合がある。

(8) 歯内一歯周病変を起こした症例 (第 20 章参照)

Class II および Class III の症例では、再根管治療が奏功しにくい場合がある。この場合、原因根の抜去あるいは抜歯を検討する。

(9) 歯根の一部がう蝕に罹患し根管治療が困難な症例 (図 16-20)

原因根の抜去あるいは抜歯を検討する。

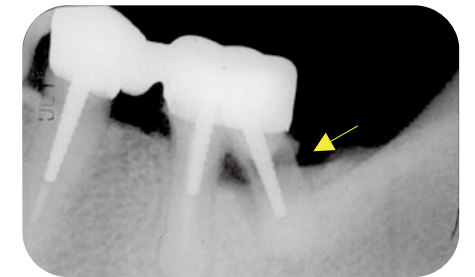


図 16-20
下顎左側第一大臼歯の遠心根にう蝕によるエックス線透過像 (矢印) を認めた症例。さらにその周囲に水平性の骨吸収も認められた。

6. 再根管治療の予後

冒頭で述べたように、根管治療を行った歯に対しては、経過観察、再根管治療、外科的歯内療法、または抜歯のいずれかが適応される。再根管治療が奏功しない場合には、外科的歯内療法が必要となり、さらにこれが奏功しない場合には、残念ながら抜歯を選択せざるをえない場合がある。

再根管治療の成功率は約 80%といわれている。根尖病変の有無や拡大形成の際の根管の解剖学的形態の維持の是非などに依りて成功率は変化する。再根管治療は、さまざまな原因が想定され複雑であるため、時間や技術、とりわけ術者の能力や経験が多分に求められるものである。

今後、歯科用顕微鏡の普及やラバーダムの使用率の向上、根管洗浄方法の改良、新規の根管拡大形成用機器の開発などによって、治療成績はさらに伸びていくことが期待される。

(前田 英史、友清 淳)

第23章

高齢者の歯内療法

Geriatric Endodontics

一般目標

高齢者の心身状態を理解し、高齢者の特徴をふまえた歯内療法を学ぶ。

到達目標

- ① 高齢者の心身状態の一般的特徴を概説できる。
- ② 高齢者の歯、歯髄および根尖歯周組織の特徴を説明できる。
- ③ 高齢者の歯内療法における留意点を列挙し、説明できる。
- ④ 高齢者の歯内療法の予後成績を説明できる。

1. 高齢者の歯と歯髄

1) 高齢者の定義

わが国では65歳以上を高齢者と定義し、65～74歳を前期高齢者、75歳以上を後期高齢者と区分するが、後期高齢者の割合は年々増加しており、現在、高齢者の定義と区分について議論されている。近年、介護現場では高齢者の全身状態と口腔環境との間に密接な関係があることが証明され、寝たきり高齢者での**口腔健康管理**の重要性が認知されている。一方、75歳までの高齢者では良好な心身状態を維持していることが多い。世界的にも active aging (活動的な高齢化) という概念が提唱される中、高齢者は寝たきりにならないよう日常的な体調管理を積極的に行うようになってきている。

歯科においても健全な歯を有する高齢者が増加している。歯内療法の手技に年齢間の違いはないが、高齢者では老化に伴う組織変化や全身疾患の増加という特徴がある。これらを認識したうえで高齢者の歯内療法を実施する必要がある。

2) 加齢と老化

加齢 (aging) は死に至るまでの時間経過であり、**老化** (senescence) は生体内外のさまざまな要因による退行的機能変化である。老化を生理的・病的に分類すると、生理的老化は肉体的・精神的に疾患せず、ヒトの一生の過程で現れる外観的变化、**予備力** (生理機能の最大能力と日常生活における通常使用時の能力の差) の減少、恒常性維持機能低下、感染防御力低下を指す。一方、病的老化はリスクファクターがストレスとして生理的老化に加わり、寿命が短縮することをいう。

3) 老化による全身状態の変化

老化による全身状態の変化を知ることは重要である。高齢者では心臓の予備力が減少し、不整脈も発生しやすくなる。循環器疾患を有する高齢者では予備力は一段と減少する。血管は硬くなり、大動脈の伸展性も低下し、収縮期血圧上昇と拡張期血圧低下がみられる。圧受容体感受性低下により血圧は変動しやすく、水平位で長く歯科治療を行った後の転倒の原因となる起立性低血圧が起こりやすい。運動機能、自

律神経機能は老化により低下し、環境変化が大きいと高齢者は十分に適応できない。また老化によりドーパミン含有量は減少し、パーキンソン病やパーキンソン症候群が出現しやすくなる。視覚、聴覚等も老化に伴い低下する。気管支・肺胞系では咳をする力も弱くなり、誤嚥時の咳反射による自然排出は期待できない。

4) 高齢者の歯・歯髄・根尖歯周組織

(1) 歯

エナメル質表面は微細構造が失われ、平坦な形態を呈し、**亀裂**や**咬耗**がみられる(図23-1)。残存歯数の多い高齢者で、加齢変化はみられるものの咬耗も強くなく歯周疾患に伴う歯の動揺などもない場合、**生活歯の破折**が生じていることもあるので(図23-2)、注意深い観察が必要である。



図23-1 75歳・男性。下顎前歯部切端にある象牙質露出を伴う咬耗。

(2) 象牙質・歯髄

加齢により第二象牙質形成と象牙細管の狭窄・閉塞が進行する。その結果、象牙質の知覚が鈍麻していることが多い。歯髄腔側では持続的な第二象牙質形成、および長年の咬合や治療等の刺激による第三象牙質形成が進む。天蓋、髓床底、髓壁に象牙質が顕著に形成され、**歯髄腔は狭窄する**(図23-3)。

歯髄は、加齢とともに象牙芽細胞や歯髄細胞を含む細胞が減少する。血管や神経も減少し、歯髄の生活力は低下していることが多い。**象牙質粒(歯髄結石)**等の石灰化変性も多くみられる(図23-4)。



図23-2 a: 67歳・男性の下顎前歯列。上下顎とも欠損歯がなく、白歯咬合面は平坦で丸みを帯びている。b: 下顎左側第二大臼歯咬合面の近遠心方向に亀裂が認められる(反転画像)。c: 根管口明示の際に確認された近遠心方向の破折。



図23-3 74歳・男性。下顎第一大臼歯慢性根尖性歯周炎。髓腔には象牙質が形成され髓室は狭窄している。白歯部ではその形状から flattened (disklike) chamber と呼ばれる。

図23-4 70歳・男性。下顎右側第一大臼歯麻酔抜髄時。a: 髓床底部に認められた歯髄結石。b: 歯髄結石除去後。

(3) 根尖歯周組織

セメント質は生涯を通じて沈着しつづける石灰化性組織で、加齢とともに増加する。根尖付近の根管