

歯と周囲組織の構造と 痛みの原因について

ほとんどの歯痛は歯周組織の痛み?!

はじめに	1
●歯と歯周組織の構造と痛みの原因	2
●一般的な根管治療および根管充填	10
●新しい概念による根管治療	14
●次世代の歯槽骨の再生と回復	20
おわりに	25

はじめに

Guide Book - 1、2 では骨の再生を主題として、その概念および治療法について述べました。本報では、歯そのものを主題として、病気の原因や治療法について述べていきます。

歯の痛みはなぜ起こるのでしょうか。その痛みの原因は虫歯（齲蝕）だけではありません。歯の痛みは、神経とされている歯髄の痛みに起因するのですが、一般的には歯周組織の痛みも歯の痛みと勘違いされていることが多々あります。実は歯痛とされる痛みのほとんどは、歯周組織を原因とした痛みに起因しています。歯痛と思いきや長期に亘り放置したため、歯周組織に急性の激しい炎症を引き起こしてしまい、抜歯のみならず歯肉や骨の手術にまで至る場合もあります。また、治療により虫歯が一見治癒したように見えても、その治療内容や材料・薬剤などの問題により完治には到らず、反対に自覚症状のないまま骨の病気にまで進行してしまう症例も多々あるのが実状です。

以上のことより本報では、歯および歯周組織に生ずる痛みの原因について述べ、各々の病状に対する治療法について問題点を提起しながら説明していきます。

I . 歯の痛みについて

患者さんの訴えてくる痛みの原因は様々です。歯の痛みは、主に神経と言われる歯髄の炎症および象牙質の露出による知覚過敏^{※1}（虫歯、ブラッシング、歯軋り等によるエナメル質の磨耗・崩壊によって生ずる）によって起こります。その他の歯痛と称される痛みは、歯を取り囲む歯周組織（歯槽骨、歯根膜、歯肉など）の痛みであることはあまり知られていません。まず、歯の痛みの原因を語る前に、歯の構造について述べましょう。

成人の歯と周囲組織の構造と機能について、概ね Fig. 1-a,b に示します。この Fig. で解説されているように、歯は種々の組織が複合的に結合した器官であり、加齢的に成長して行きます。また、歯の構成部位の違いによって原器となる胚（外胚葉、中胚葉、間葉 etc.）も異なる為、現在でも歯を直接形成する幹細胞は見つかっておらず、それゆえに再生することも難しい器官なのです。

※1 象牙質知覚過敏症 - P.9 参照

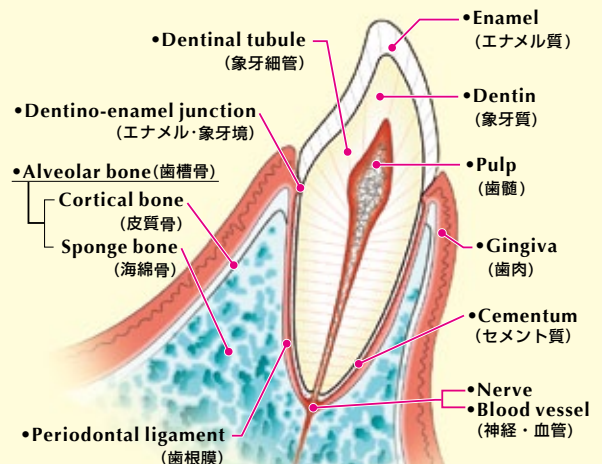


Fig. 1a

(次ページに説明)

● Enamel (エナメル質)

エナメル・象牙境より上部の歯の外側を構成する、人体で最も硬い組織である。咀嚼に直接関与する部分だが、年齢に伴い磨耗して行く。20才位迄は、内部に30～40%の空隙を有しており、ここに象牙細管を通して歯髄より体液が還流してくる。体液には Ca^{2+} 、 P^{3-} がイオンとして溶けているため、この空隙はリン酸カルシウムの結晶の析出による石灰化により加齢的に減少し、これに伴い齲蝕の抵抗性が増強されてくる。以上の理論よりも明らかなように、歯の破折の際には歯髄が健全であれば、再石灰化による自然治癒が可能である。

● Dentin (象牙質)

エナメル質の内側を構成する歯の主要な硬組織である。成長期には加齢的に歯根部分が成長し、徐々に石灰化の度合いを増して行く。

● Dentinal tubule (象牙細管)

歯髄腔より発生し象牙質を通過してエナメル質にまで達する直径5 μm 以下の細管である。歯髄側より組織液がこの管を通ることにより歯の表面に向かって流れ出している。

● Dentino-enamel junction (エナメル・象牙境)

象牙質とエナメル質の接合部分であり、健全な歯肉・骨・セメント質はこのラインを起点として形成されている。この境(ライン)より下へ歯肉が退縮すると知覚過敏症に陥る可能性が高くなる。

● Pulp (歯髄)

神経線維や血管の複合体であり、俗に神経といわれている。石灰化に伴い年齢と共に収縮して行く。

● Cementum (セメント質)

エナメル・象牙境より下部を構成する歯根部分の象牙質を薄く取り囲む硬組織であり、この周囲を歯根膜が取り囲むことによって歯と骨が接合する。

● Periodontal ligament (歯根膜)

歯と骨を結合させている膜である。無数の線維がセメント質の内部に迄、膜を通して入り込んでいる。基本的に以下のような2つの特徴を有する。

- 1) 歯に対する噛み合わせなどの荷重ショックの緩和。
- 2) 膜内に還流する血液・組織液による歯への栄養や免疫の供給。

● Alveolar bone (歯槽骨)

歯を取り囲む支持骨であり、皮質骨と骨綿骨より構成される。皮質骨は外側を薄く被覆するのみで、硬い。一方、内部を構成する海面骨は字のごとくスポンジ状であり、骨密度は低く比較的柔らかい。歯を支える歯槽骨は一定期間(半年～1年程)咬み合わせ等の外力に対抗して歯を支持した後、破骨細胞によって溶かされて吸収して行く。一方で骨芽細胞が新たに骨を産生することにより、骨は再生されて行く。しかし、咬合等の外圧が強すぎたりすると、骨は正常なリモデリングによる再生が出来なくなるので、適正な咬合が求められる。

Fig.1-b

歯の構造と機能をご理解いただいたところで、萌出直後と成熟後の歯の模式図を示します(Fig.2)。歯は $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$: ハイドロオキシアパタイト(Hydroxyapatite: 以下HApと称す)と言われるリン酸カルシウムの結晶を主要構成成分として出来ています。Fig.2-aに示すように、象牙質はその内部に歯髄から生ずる無数の細管(象牙細管: $\phi 1 \sim 5 \mu\text{m}$)が通り、歯髄から体液が歯の表面に向かって流れ出しています。この体液は象牙質を被覆するエナメル質内部に存在する極く微少な30～40%程のHApのすきま(間隙)を通り歯の表面に間断なく徐々に浸み出して行きます。この体液の還流により、歯は内部からの栄養の供給を受けると共に、その中に含まれるカルシウム(Ca^{2+})とリン(P^{3-})の歯質HApへの沈着と補強により、歯は年齢と共に密度を増し成熟して行きます(Fig.2-b)。また、歯は内部の間隙を還流する体液の存在により比熱が大きくなり、温度差の大きな飲食物と接しても、歯髄はほとんど痛みを感じることなく過すことができます。さらに、何らかの衝撃によって歯に亀裂が生じたり、歯の表面が溶かされても、体液中に過飽和となって溶け込んでいる Ca^{2+} と P^{3-} がHAp結晶として析出し成長することによって、歯を修復させます。

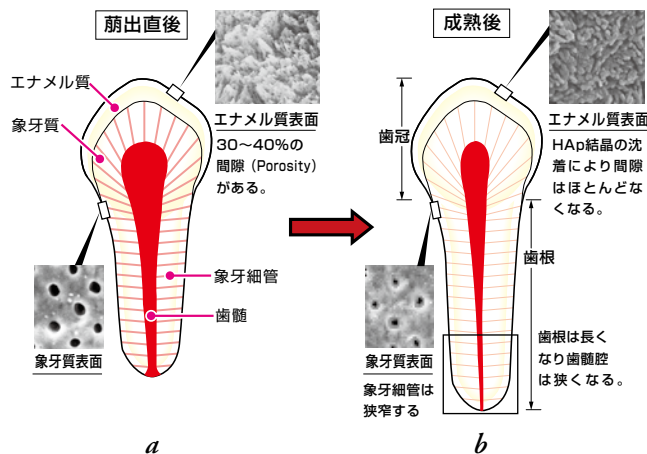


Fig.2

この他に、歯根は加齢にともない長くなり歯髓腔は狭窄し、HAp 結晶のさらなる沈着と成長により歯は密度を増して成熟して行きます (Fig.2-b)。

では、歯の痛みはどのようなメカニズムにより起こるのでしょうか。歯の内部を体液が還流していることは既に述べた通りですが、Fig.3 に示すように、象牙質の露出部には歯髓と直結する象牙細管が開口しているのです。この部分に冷たいものや甘いものが触ると、温度差や浸透圧の影響で体液の流れに変化が生じます。実は、この体液の流れの変化によって痛みが生ずるのです。この程度の状態であれば、歯髓は正常なので、充填などの治療で痛みは収まります。

次に虫歯や象牙質の崩壊が著しく進み、歯髓炎を起こした場合について述べます。Fig.4 に図説するように、歯髓はその周りを象牙質と言われる硬組織で囲まれており腫れる事が出来ないため、一旦炎症を起こすと内圧

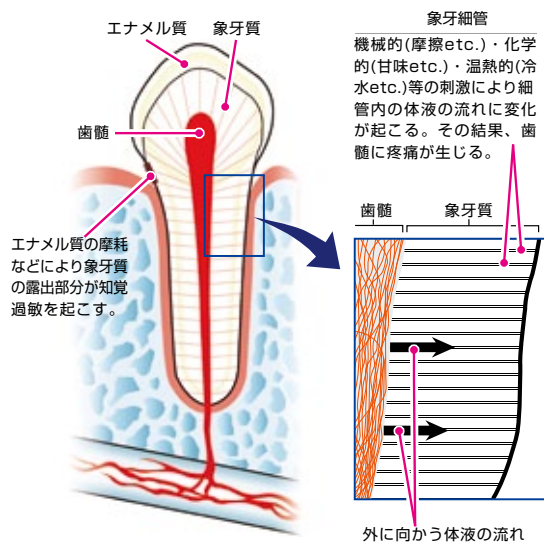


Fig.3

が高くなり時として激烈な痛みが生じます。それゆえに、炎症を起こした歯髓は、一般的には取り除く処置を行なう事になります。

さて、炎症や感染によって再生の難しくなった歯髓を取り除く処置を抜髄と言います。また、取り除いた後の歯髓腔(歯髓の入っていた管腔)を洗浄してきれいにする処置を根管治療、その後の根管を塞ぐ処置を根管充填と言います。以上の処置が充分になされず歯髓の取り残しがあったり、塞いだ充填材が歯の外に出てしまったりすると、今度は歯周組織に炎症が生じてきます。

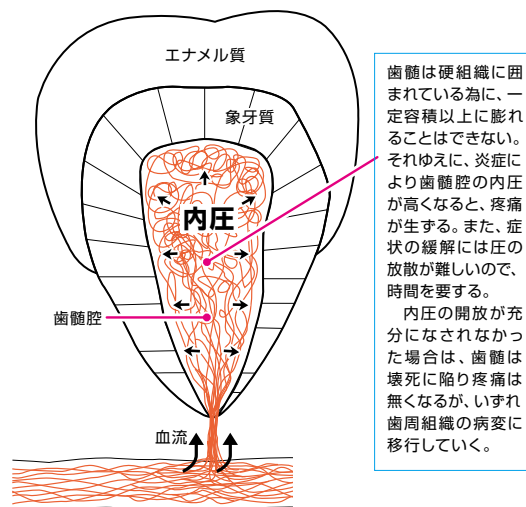


Fig.4

II . 歯周組織の痛みについて

この項では歯周組織の痛みと原因について述べます。感染した根管(感染根管)が原因となる歯周炎は、歯根の先端付近に生じて来るので根尖性歯周炎と言います。症状としては Fig.5-a に示されるように、根尖付近に感染物質が滞留することによって炎症が起こり、膿瘍の形成と骨の吸収が起こります。膿瘍部分ではマクロファージと

※ 主に白血球や異物を貪食・吸収するマクロファージなどの壊死組織より形成されています。

言われる大型の巨細胞により膿瘍内の壊死物質などが貪喰・吸収されて行き、徐々に脂肪状の細胞に置き換えられて行きます。膿瘍の周辺では骨の吸収が起こって来ます。その後膿瘍は、肉芽腫に転化するか、線維性の組織で囲まれる嚢胞に移行して行きます。これらは将来的に、さらに周囲の骨を侵蝕し、多くの場合歯肉直下まで排膿路を延長して行き、ついには瘻孔と言われる排膿路

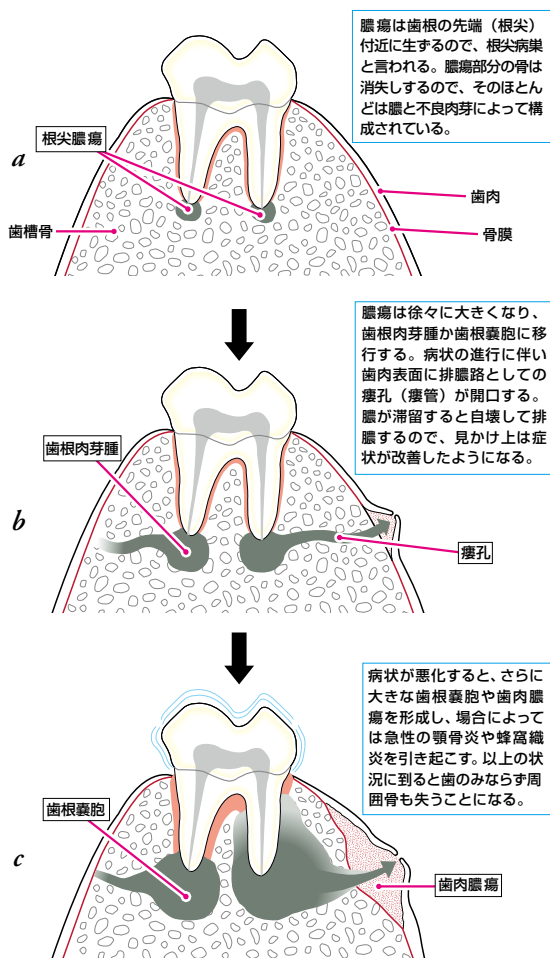


Fig.5

が歯肉表面に開口する事になります (Fig.5-b)。このような状態になると、炎症や腐敗ガスの膨張により内圧が高くなり持続性の痛みが生じて来ます。また、歯は周囲組織の内圧が高くなり押し上げられて浮き上がります。加えて、周囲の骨の吸収も起こっているため、満足に噛む事が出来なくなります (Fig.5-c)。特に、体調が悪く歯周組織が鬱血状態になったり、カゼや疲労で体温が上がったり、風呂やふとんに入って温まったりすると、当然の事ながら炎症が激しくなるので、腫れや痛みは一層ひどくなります。このような痛みは、歯ではなくその周囲組織に起こる痛みなので、相対する歯との咬合や温熱的な刺激によって特に大きくなります。膿瘍を形成する根尖性歯周炎（歯根肉芽腫・歯根嚢胞も含む）は、自然治癒することはほとんどありません。

歯周炎には、根尖性の他に長期に亘る歯周炎などによって生ずる辺縁性歯周炎もあります。さらに過剰な咬合圧によって垂直方向に骨が吸収する外傷性咬合^{※2}に起因する歯周炎もあります (Fig.6)。

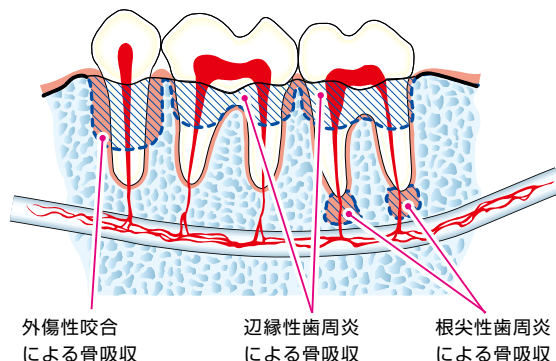


Fig.6

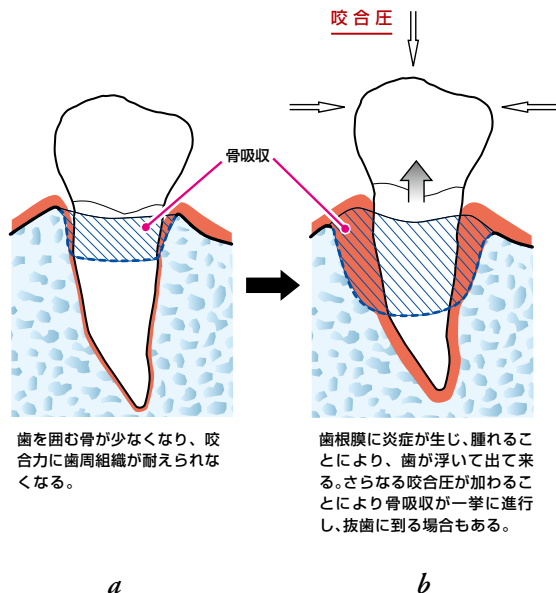
一般的に言われる歯槽膿漏とは、辺縁性歯周炎の事を言いますが、この状態になると歯を取り囲む骨が極端に減少するため、さらなる過剰な咬合圧が限定された骨に

※2 骨の吸収と再生について— P.9 参照

一般的な根管治療および 根管充填について

一般歯科で行なわれている根管治療で歯周炎?!

加わり、一挙に骨の吸収が起こります。以上の結果として、多数の歯を同時に失う事になる場合があります (Fig.7)。この項で述べた痛みとは、歯周組織に起因する痛みであり、歯の痛みではありません。



歯を囲む骨が少なくなり、咬合力に歯周組織が耐えられなくなる。

歯根膜に炎症が生じ、腫れることにより、歯が浮いて出て来る。さらなる咬合圧が加わることで骨吸収が一挙に進行し、抜歯に到る場合もある。

Fig.7

※1 象牙質知覚過敏症

象牙質が露出すると象牙細管が表面に露出することになります。この管を通して歯髄より体液が滲み出していますが、歯軋りやブラッシングで深く象牙質が削られると、擦過・冷水・酸・甘味などで体液の流れに強い変化が生じます。この流れの変化が歯髄を刺激して疼痛を生じさせることになり、知覚過敏が発症します。

※2 骨の吸収と再生について

成人の骨は、おおそ半年から1年程の周期で改造され新しくなって行きます。すなわち、古くなった骨には骨を吸収する**破骨細胞 (Osteoclast)**が生じて比較的短期間(2~3週間位)で一定の範囲の骨を溶かします。一方、それまで骨の存在していない部分や吸収された所には骨を造る**骨芽細胞 (Osteoblast)**が生じて、新しい骨の形成を行ない始めます。このようにして、骨の吸収と形成は一定の周期で繰り返されています。但し、一度骨が失われると、破骨細胞や骨芽細胞が出現する骨という基盤がなくなるので、骨の再生は不可能となってしまいます。また、骨の生理的負担の限界を超えた過剰な圧が加わると、破骨細胞のみならず炎症性細胞による骨吸収が急激に進み、結果として、骨は再生不能となります。

これまで、歯と歯周組織の構造と痛みの原因について述べて来ましたが、以下は齲蝕が進行し充填(詰め物)による治療では治癒が難しい場合の治療法について述べて行きます。

齲蝕(虫歯)が進行して歯髄炎を生じた場合、前述したように麻酔下にて電氣的根管長の測定を行なった上で (Fig.8-a)、歯髄を取り除く処置を行ないます(抜髄)。その後、根管内の感染物質を取り除き洗浄・消毒をして(根管治療)、歯髄腔に感染源が侵入しないように充填材によって封鎖します。この処置操作を根管充填と言います (Fig.8-b)。

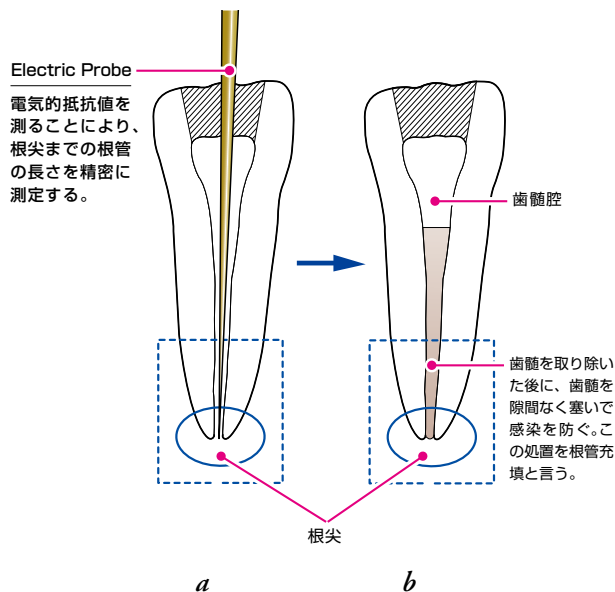


Fig.8

I . 根管治療の問題点

以上に述べた処置が、一般的に確実にこなされているかという疑問があります。根管の長さを正確に測定した後、根管内に感染源が残らないようにすることが根管治療の目的ですが、測定が不十分のまま処置が行なわれてしまったケースも多く見られます。このような場合、汚染された感染物質が根管内に残ります。抜髄や根管処置あるいは根管充填が不十分だったために、Fig.5に示すような膿瘍（膿と不良肉芽等の集合体）が根管外の歯周組織に形成されるケースが数多く見受けられます。このような状況に到った根管の処置を感染根管治療と言い、汚染物質を取り除き消毒を繰り返します。この治療により感染源が取り除かれ炎症性反応の消退が確認された後に、抜髄を行なった場合と同様に感染を防ぐための根管充填を行ないます。実はこの治療を再度必要とする症例が、近年極めて多くなって来ています。

II . 根管充填の問題点

治療上の問題 次に、現在一般的に行われている根管充填の問題点について述べます。まず、歯髄を無痛にする目的で使用される亜砒酸（三酸化砒素）やパラホルム製剤などの毒性を有する組織失活剤が、麻酔の代替として現在でも一般的に使用されていることです。これらの製剤は保険適用もされているのですが、薬剤が歯髄のみならず歯の内部にも侵入して残存し、さらに根尖孔から歯周組織へも漏出する場合があります。その結果、歯周組織に膿瘍形成などの病態を生ずる危険性が極めて高いという問題も有しています。また、根管の長さ・太さをISO（国際規格）に準じて測定した上で、治療を行なうのが通常の方法なのですが、これも一般には充分に行なわれていないのが実状のようです。

充填材料の問題 根管を封鎖し感染を防止する充填材としては、ガッタパーチャ（Gutta - percha: GP）という

天然ゴムを主成分とする材料で緊密に隙間なく充填する方法が一般的ですが、根管充填をする状態に整えるまでに、多くの器具・器材を使用し装作が煩雑であるという問題を有します。その他の充填材料としては、ペースト状（糊剤）の酸化亜鉛ユージノールセメント（Grossman's Cement: GC）や水酸化カルシウム・ヨードホルム製剤（Calcium Hydroxide-Iodine Paste: CHI）などがあり、シリンジで注入するような比較的簡単な手順で充填が行なえます。しかしながら、これらの材料は各々の特性からすべての症例に応用し得るものではなく、様々な問題を有しています。

Fig.9にはGP充填の問題点を示しました。GPは乳歯のように永久歯の成長と時期を同一にして歯根が吸収する症例や、成長途中にある永久歯の根尖未完成や根尖開拡（Open Apex）、分岐や側枝を有する歯などには不向きです。なぜなら、GP自体はゴムであり、歯の吸収に連動して変化する事は無理であり、また、根尖の開拡している所や根管の分岐している所へ緊密に充填するのは物理的に不可能だからです（Fig.9）。

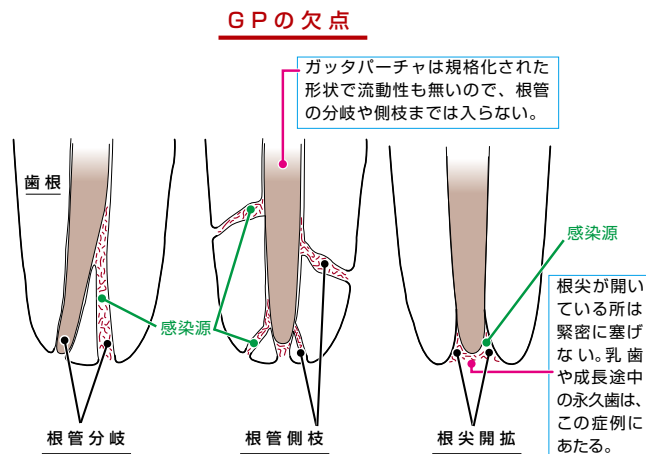


Fig.9

新しい概念による根管治療について

歯と同じ組成になる安全な材料とは？

パンフレット - I および II で述べたカルシウムフォスフェイトセメント(Calcium Phosphate Cements:以下

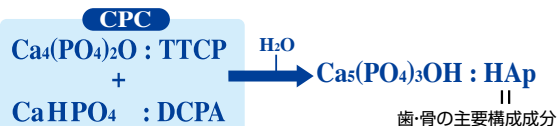


Fig.12

CPC)は、良好な生体親和性を有するのみではなく、体液の介在下で歯や骨の硬組織の主成分であるHApに短時間で転化し硬化します。このような特徴を有するリン酸カルシウムを自己硬化性リン酸カルシウム(Self-hardening

Calcium Phosphates:SHCP) と言い、CPCはSHCPのオリジナルであり代表的なものです(Fig.12)。さらに、CPCは他の材料に見られるような硬化に伴う収縮や変形もなく、生体内環境下で、その硬化物は溶解しないという特性も有しています。

その硬化における反応式は、以下に示す通りです。



DCPA: Dicalcium Phosphate Anhydrous
TTCP: Tetra calcium Phosphate
HAp : Hydroxyapatite

CPCは歯の構成成分であるHApの結晶を析出しながら硬化するので、根管充填に用いた場合、歯のHAp結晶と結合した状態で硬化し、前述のように収縮する事なく結晶の成長に伴い根管を緊密に封鎖します。良好な

また、ペーストタイプの根管充填材では、以上に述べたような問題は少ないものの、一方では材料自体の溶解性が大きいため、緊密で隙間のない充填は難しく感染源が入り込むという欠点も有しています (Fig.10)。

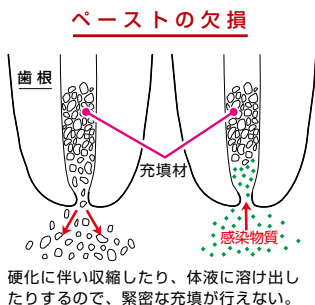
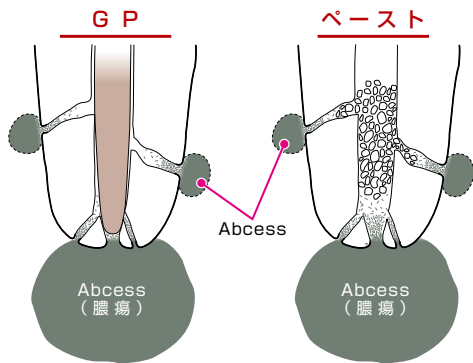


Fig.10

すなわち、いずれも根管充填には不適な性質を有しており、さらに根管の測定の不備や歯髄失活のための不適切な薬剤使用の問題もあり、高い確率で根管充填後の障害が膿瘍形成のような病状として現れてくることとなります (Fig.11)。加えてGPとペースト型材料による充填の両者に共通する問題点は、緊密な封鎖が不可能で二次感染の危険性が高いというだけではなく、生体組織に対する親和性が低いという事が挙げられます。では、どのような材料が適切な根管充填材料としてあるのでしょうか？



しっかりと根尖まで塞ぐことが出来なかった結果として、根管内の隙間に種々の残渣物や体液が滞留して細菌感染が起こり、歯周組織に膿瘍が形成されることになる。文中にも述べているように、膿瘍は徐々に骨を侵蝕して大きくなって行き、いずれ歯周疾患となって顕著化する。

Fig.11

生体親和性と優れた封鎖性により、根管充填材として使用するには最適の材料と言えます。CPC を根管充填に応用するには、細い根管を隙間なくスムーズに充填するために、CPC と分散媒としての液(Glycerol, Polyethylene glycol など)とを練和してペースト状(粉液比P / L ≒ 2.5)にしておきます。その場合の硬化メカニズムを Fig.13 に示します。

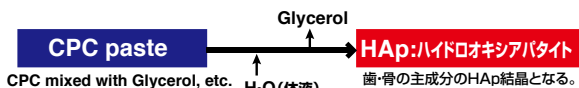


Fig.13

根管充填を行なうにあたっては、Fig.14-a,b に示すようにシリンジより CPC ペーストを根管内に充填します。充填装着は簡単であり、短時間で確実にこなえるため処置時間が短いという利点を有します。Fig.14-c には充填後の X-線写真を示しました。X-線に対する造影性を有するので術後のチェックも容易です。体液(水: H₂O)の浸入に伴い分散媒は歯の外へ出て行き、自然に吸収されます。生体に対する偽害性は全くありません。

この CPC ペーストと GP・GC あるいは CHI との根管充填を行った結果について説明します。

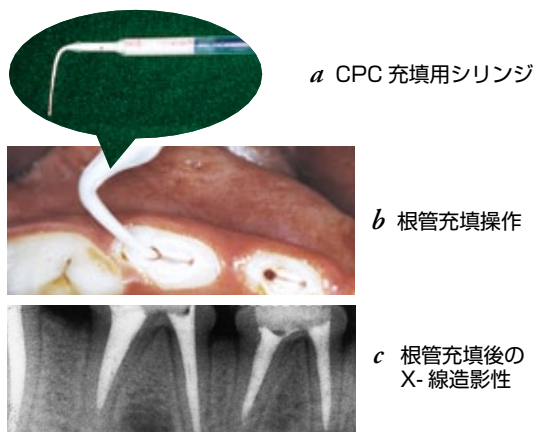
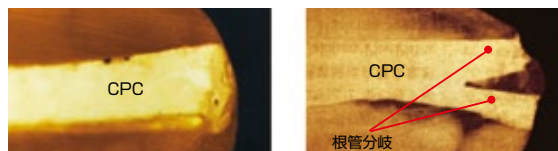


Fig.14

まず、Fig.15 に CPC による充填結果を示しました。根管は歯と同じ結晶の HAp により緊密に塞がれており、Poly-R という粒径 2nm 程の微少な色素を用いた封鎖性の実験でも、CPC で充填した場合は a に示すように根管と CPC の介面(接合部分) および CPC 内部に対して、色素の浸入は全く見られません。また、b には一般的処置では充填が不可能とされる根尖分岐のある根管を CPC で充填した結果を示しました。CPC はどのような根管形態のものでも、また、根尖開拡のような、いかなる充填材でも緊密な封鎖が行なえなかった症例でも、十分に緊密な封鎖が行なえることが確認されました。



CPCによる隙間のない封鎖

根管が分岐していても問題なく充填が行なえる。

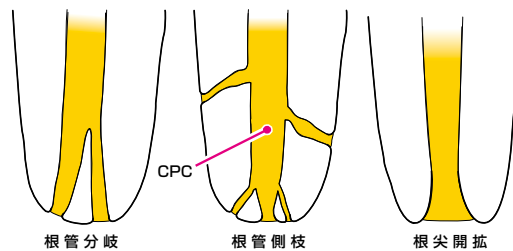
a

b

Fig.15

Fig.16 には CPC による根管充填の模式図を示しました。図に示すように、従来の材料では充填が不可能であった部分にも、CPC では緊密に充填が行なえます。また、CPC は生体内で短時間で歯と同じ結晶の HAp に転化して歯と結合して硬化するので、歯質再生型の根管充填が可能となり、この治療による安全性は極めて高いと言えます。

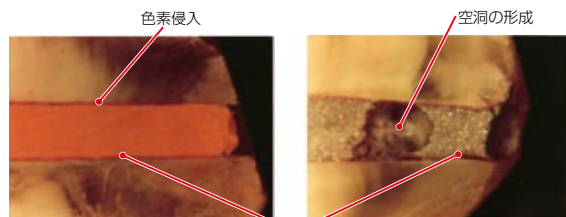
CPC による 根管 充填



どのような形状の根管にも隙間なく充填が行える。

Fig.16

Fig.17-aにはGPで充填し、さらにGCで根管内壁との介面にできる隙間を塞いだ場合の結果を示しています。根管治療では、この方法が最も確実な充填方法として一般的に行われています。一見良好な根管壁への適合性を示しているようですが、実際には介面に沿って色素が根管内部へ侵入しているのがわかります。緊密充填と言われている方法でもやはり、細菌が入り込むだけの隙間が存在しています。次にbに示すように、GCのみで充填した場合は、色素が介面に沿って完全に侵入しているのみでなく、充填物内部へも色素が入り込んでいるのが認められます。また、根尖付近には材料の溶解に伴う陥没と、内部には材料の硬化収縮と溶解に起因する空隙の形成が観察されました。硬化するペースト型材料でこれ程の隙間が出来るのですから、硬化しないタイプのCHIなどでは溶出による大きな空隙が出現し、さらなる色素侵入が起こることは想像に難くありません。現実にはこのようなペーストは固まらないので色素侵入があらゆる部分に起こるため試験をすることができませんでした。すなわち、一般で行なわれている根管充填では、いかなる手段を講じても、細菌等による汚染の可能性が非常に高いことを物語っています。しかし、これが現実に行なわれている根管充填の実態なのです。



一見、しっかり塞がれているようでも、歯質との境界に沿って色素の侵入が見られる。

材料内部まで色素侵入が見られ、また、溶解による空洞の形成も認められる。すなわち、a,b共に感染物質が入り込むことを示している。

a

b

Fig.17

Fig.18は根管充填後の歯周組織の病理組織反応、すなわち、充填材料に対する生体親和性について示しました。aにはGCで根管充填した症例を示しています。術後2か月経過しても激しい炎症性の反応（IR）が根尖周囲の組織に認められます。bのCHIの症例でもやはり炎症性の反応が起こっています。すなわち、根管を防いで感染を予防するための材料が、発赤、腫脹、発熱、機能障害、疼痛を伴う炎症を引き起こす原因となっていることが示されています。cにはCPCで根管充填を行なった症例を示しています。根管の内部が隙間なく充填されており、意図的に歯の外へ若干押し出されたCPCのペースト部分までセメント質によって歯の一部として（NC）取り囲まれていることがわかります。黒く見えるのはX線造影剤として添加したZrO₂（酸化ジルコニウム）で全く体に影響はありません。2ヶ月経過時の根尖付近の炎症性の反応も全く見られません。

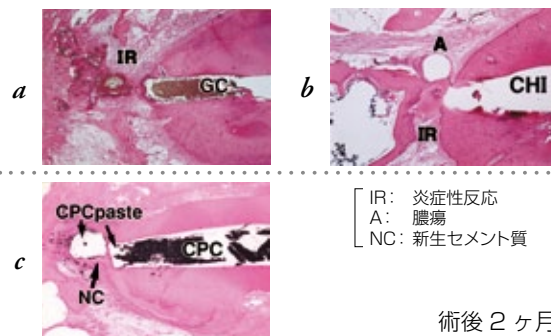


Fig.18

CPCを用いた根管充填は、処置も簡便で、どのような根管にも応用可能であり、充填の確認を行なうためX線造影性も充分にあることがわかっています。加えて根管充填後のCPCは、前述のように歯と同じHApの結晶へと転化するので、歯の一部として取り込まれ、それゆえに生体親和性は非常に優れているのです。また、析出した結晶は歯の根管壁と結合し根管内を緊密に封鎖する

歯槽骨の再生と回復について

骨の再生を確実にこなう治療法とは？

これまで CPC の根管充填への応用について述べてきましたが、この項では P.8 の Fig.6 に示すような歯槽骨欠損部への CPC の応用について簡単に述べます。

歯を取り囲む歯槽骨の欠損はこれまで述べてきたような理由で罹患率が極めて高く、骨を再生させる治療法も確立していないために、さらなる骨の吸収・欠損へと病状が進行して行くケースがほとんどでした。

CPC は Fig.20 に示すようなメカニズムにより、骨欠損部に一定の条件下で応用すると、骨へと転化して行き骨再生が図られます。Fig.21 に示す CPC-paste は前述の根管充填に応用するのに適しており、歯質再生を行いません。premixed-CPC (プリミックス CPC) はペーストよりも固くパテ状にしてあり、この性状の CPC を骨欠損部へ応用すると充填時の形に近い状態で骨の再生が行なわれます。まず、premixed-CPC を応用した臨床例について次に述べて行きます。

< 吸収性骨補填材による骨再生の基本的概念 >

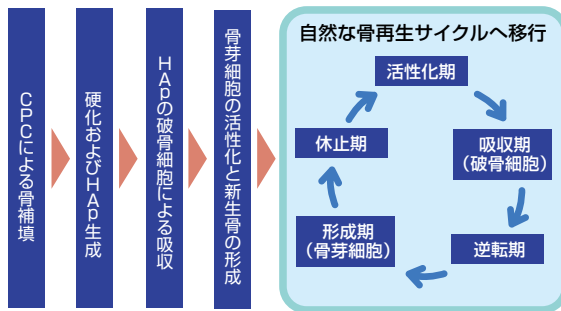


Fig.20

< CPC の形状による分類 >

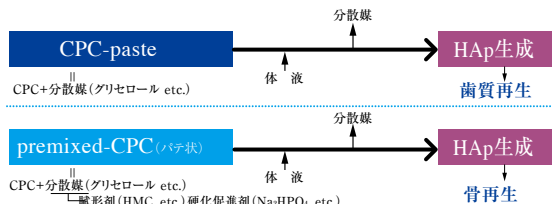


Fig.21

ので、術後の感染も防ぐことが出来るわけです。この材料は充填後1~2日までは、硬化がゆっくりと進むので、処置上問題が生じた場合には容易に取り除くことも可能なので、その安全性は高く評価されています。Fig.19には CPC による根管充填の方法と結果のまとめを示し

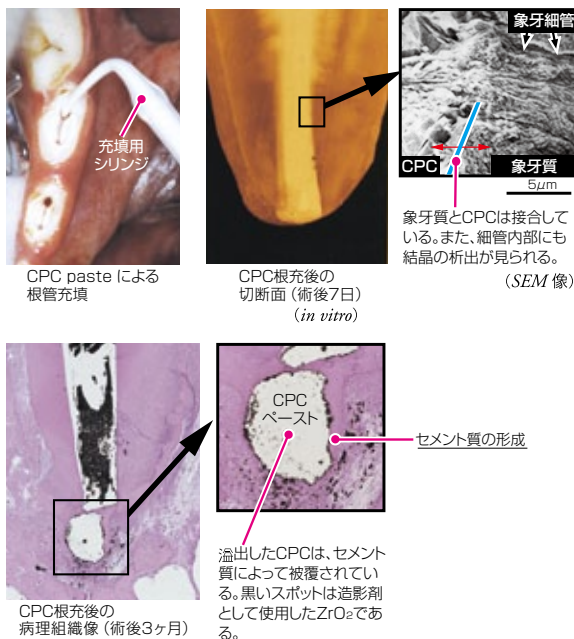


Fig.19

ました。

以上、CPC を用いた根管充填について述べてきましたが、他の対照となった材料(GP、GC、CHIなど)は既に市販され臨床で汎用されています。この点より勘案しても、CPC はこれらの材料と比較して、その生体親和性や封鎖性の点より、より良好な臨床結果がもたらされるであろうことが、ご理解頂けたかと思ます。

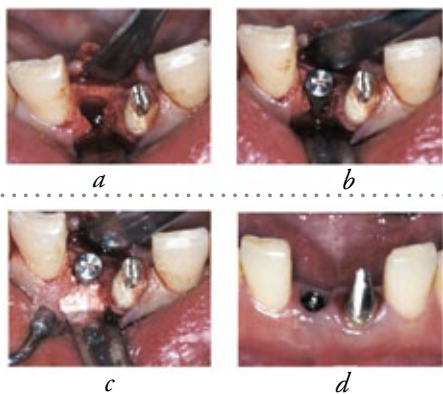
歯槽骨の幅が狭くインプラントが露出した部位への応用

インプラントの埋入に際して、骨に十分な厚みが残されていない症例は比較的少ないのが現状です。骨が十分に存在していない場合には、インプラントを埋入することは不可能です。ここでは、骨の厚みが少なく偶発的に骨欠損が生じた部位に対して、CPCを応用してインプラントを埋入したケースについて述べます。

【患者 27 才、男性】— Fig.22

患者は11（右側下顎中切歯）の頬側歯槽骨が吸収し、インプラント埋入に際して骨に十分な厚みがなかったため、結果として頬側歯槽骨に欠損が生じた（a）。そこでインプラントを埋入した後にCPCによる骨補填を行ない、必要と思われる骨の形状に整えた（b,c）。術後4ヶ月で2次手術を行ないインプラントヘッドを露出させ、歯肉を圧排した状態がdである。歯槽堤は厚くなり、頬側部の陥凹部分は骨の再生により、ほぼ正常な形態にまで回復した。

このようにCPCは偶発的に起こり得る骨欠損の修復にも極めて有効であった。小さな骨欠損部への応用には、3～4ヶ月ほどの期間でインプラントを被覆し支えるに十分な骨形成が可能である。



骨補填への応用（インプラント埋入時の骨補填に対して）

臨床で偶発的に生ずる可能性のある骨欠損であり、それゆえに簡便な処置による骨形成が必要とされるケースである。

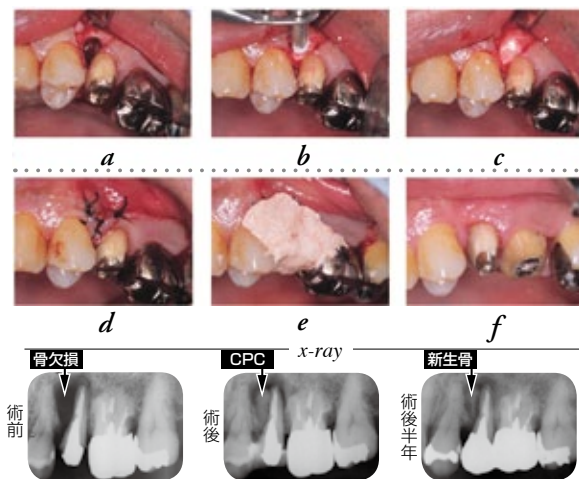
Fig.22

強い咬合力による垂直性の骨吸収を起こした部位への応用

臨床では外傷性の強い咬合圧により、骨吸収が高い頻度で発症する。このような症例は治療法も難しく予後も不良となるケースが多いので、CPCによる骨再生処置を行なった。

【患者 53 才、男性】— Fig.23

15（左側上顎第二小臼歯）の近心側を中心とする根尖付近までの骨吸収が見られ、また、強度の歯牙の動揺が認められた。aは術前の状態を示している。処置にあたっては、頬側歯槽骨をなるべく残し、不良肉芽組織などの感染組織を除去し、新鮮骨面と歯根面を露出させた。洗浄後、CPCを根尖付近まで到達するように慎重に填入し、必要な骨の形状にまで整えた後、縫合してサージカルパックにて創面を被覆した（b～e）。術後7日のX-線写真にみられるようにCPC填入後の造影性は、周囲の歯槽骨とほとんど変わりはない。術後10日で抜糸をし、隣在歯との暫間固定を行ない、骨の再生による歯槽骨の回復および歯の固定を待った。fは術後6カ月の状態であり、歯の充分な骨植およびX-線写真による骨の再生が確認された。その後、さらなる骨の回復が認められ良好な予後を示している。



歯槽骨補填への応用

このような症例では、感染や歯牙動揺への対策が治療の成否に大きく影響する。現在では、歯牙動揺に対応可能な弾性のあるCPCも開発されている。

Fig.23

他領域の外科処置への応用

口腔領域へのCPCの応用には、唾液やプラークなどによる感染の他、咀嚼や咬合さらには顎に付帯する筋や舌の運動などにより、処置部位の安静が極めて難しいという問題が存在します。しかし、このような厳しい条件下でも骨の再生が可能となっていることより、現在では他領域の外科処置にもCPCは応用されて来ています。その一例を以下に紹介致します。

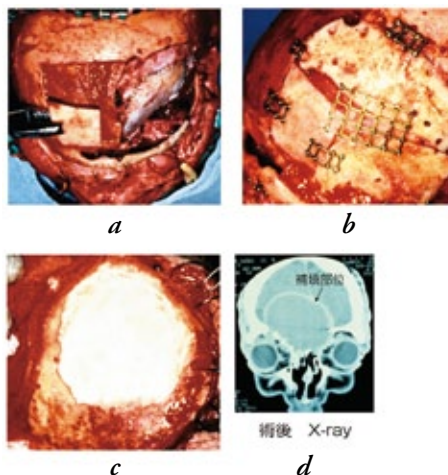
〔患者 52才、男性〕— Fig.24

患者は外傷による頭蓋骨損傷後、外科手術による整復処置が施され創面は一次的に治癒した。しかし、処置後も骨の欠損などにより著しい形態不良が認められる上、現在の一般的処置法ではこれ以上の整復の見込みが立たないため、CPCを応用して骨形態の回復を図った。

骨欠損部と損傷部は広範囲に及ぶため、開頭に際して、頭蓋骨の損傷を受けていない他の頭頂骨部からも骨を採取し、必要な形状のブロックにしてチタンフレームで繋ぎ止め、形態を考慮して頭蓋に戻した (a,b)。当然のことながらブロック間には広く不定形なギャップが存在し、また、骨片自体にも形状の不良部分が存在するため、CPCをによる骨補填を行ない、本来のあるべき形状に整復した (c)。dには術後の頭部 X-線写真を示した。

術前の写真に示すように、前頭部から側頭部付近に及ぶ陥凹による極端な形態不全が見られた。患者は術後順調に回復し、半年程で術後写真のに示すような左右対称性の正常な顔貌にまで整復された。

口腔領域での骨再生は唾液、プラークなどによる感染の他、咀嚼等による外的刺激により処置部位の安静が極めて難しい。これに対して、他領域(形成外科、耳鼻咽喉科など)の外科処置では感染に対する遮断が比較的簡単に行なえ、処置部位を安静可能な環境に整え易いので、大きな欠損部への応用も充分に可能となっている。



形成外科への応用

十分な感染対策下では、大きな骨欠損への応用が可能である。このような症例への応用を可能にしているのは、CPCが硬化して形状が保持されるからである。(Fig. は Paffenbarger 研究所 Dr.L.C.Chow と Dr.S.Takagi のご厚意による。)

Fig.24

おわりに

今回は歯を主題として、歯周組織も含めた構造と疼痛の原因について述べました。次いで根管治療と根管充填の問題点を挙げ、新しい概念に基づく根管治療について解説しました。また、歯を取り囲む歯槽骨が喪失した場合の、骨の再生と回復についても症例を挙げて説明致しました。

歯という硬組織の治療を行なう場合、現在まで歯とは異質の素材（例えば、ゴム、酸化亜鉛ユージノール、金属、レジンあるいは薬品等々）を用いることが当然であり、また、これら以外の材料も見あたらないのが実状でした。基本的に歯や骨はハイドロオキシアパタイト（HAp）と言われる結晶を主成分として出来ています。このことより歯に用いる材料には、HApに転化して歯質などの硬組織としっかりと結合して硬化するものであり、さらに隙間なく塞ぐだけではなく、なによりも生体に対する親和性の良いものが望まれます。CPCに代表される自己硬化性リン酸カルシウム（SHCP）は、これらの条件を満たすのみではなく、現在までの治療では解決出来なかった種々の問題をも、この材料を応用することによって解決可能な状況になって来ています。

特に、根管治療や知覚過敏症などの治療は臨床的に扱うことの多い処置であり、近頃では日本でも米国並みに根管治療の専門医の資格を持つDr.も増えて来ました。一般的に、この資格を持つDr.は根管治療（抜髄や根管充填も含む）を専門に行なっており、歯内療法専門医（Endodontist）と称されています。費用も米国では、ひとつの根管の充填処置までで1,000～1,500ドル程するので、3～4本根管のある臼歯では治療費が数十万円以上することになります。それ程にこの治療は基本中の基本の治療であり、根管治療を手抜きで行なえないうで初めてクラウンやブリッジの装着が行なえます。

日本では、この治療の重要性に対する認識が医療側も患者側も非常に低いのが実状です。結果として、治療の不備が術式のみではなく、材料の不適合などからも起こって来ます。以上のような問題の結果が、根尖病巣の形成という病状として現れて来るのです。このような治療の歯に対してクラウンなどの装着が日常的に行なわれており、患者さんは病状の進行を認識していないのが一般的現状のようです。

患者さんが不良な治療を現実として実感するのは、歯ではなく歯周組織に病巣（根尖病巣）が形成され、不快症状（腫脹、排膿、打診痛、温熱痛、等々）が自覚出来るようになってからです。しかし、自覚した時には保存的処置では手後れで、抜歯のような外科的処置をしなければならぬ症例がほとんどです。根管治療は日常的に普通に行なわれている治療です。この治療の不備によって起こってくる二次的病状に対して、医療側がもう少し真剣に認識をすれば、かなりの症例で外科的処置をせずに治癒するものと思われれます。また、不幸にして歯の病状が周囲組織にまで進行して骨の喪失を伴ってしまった場合には、多くの症例でCPCのような自己硬化性リン酸カルシウム（SHCP）を応用することにより骨の再生を行なうことも可能な状況になってきました。

歯や骨が本来あるべき状況にまで回復をさせ、さらに、体に害のない処置を行なうことが望ましいことは申すまでもありません。CPCに代表されるSHCPを応用した治療は、これらの条件を十分に満たすものであり、歯や骨の本来の形と機能を可能な限り取り戻す治療法であると私共は考えています。

————— CPCによる根管充填や歯槽骨再生は —————
当院独自の安全で確実な治療法です。

文献

- Brown, W. E. and Chow, L.C.:
A new calcium phosphate setting cement, 1983
- Sugawara, A., Kusama, K., Chow, L. C. and Takagi, S. :
Biocompatibility and osteoconductivity of calcium phosphate cement,
1990
- Sugawara, A., Chow, L. C. and Takagi, S. :
in vitro Evaluation of the sealing ability of a calcium phosphate cement
when used as a root canal sealer-filler, 1990
- 菅原明喜, 西山實, Chow, L. C. , 高木章三 :
新しい生体親和材料「Calcium Phosphate Cement」の応用について, 1991
- Chow, L. C. and Takagi, S. :
Self setting calcium phosphate cements, 1991
- Sugawara, A. and Kusama, K. :
Histopathological reactions of calcium phosphate cement, 1992
- 菅原明喜, 草間薫, 高木章三, Chow, L. C. :
Calcium Phosphate Cement (CPC) の骨補填への応用に関する基礎的研究,
1993
- Fujikawa, K., Sugawara, A., Takagi, S. and Chow, L. C. :
Histopathological reaction of a calcium phosphate cement in
periodontal bone defect, 1995
- Sugawara, A., Fujikawa, K., Takagi, S., and Chow, L. C. :
Histopathological reaction of a calcium phosphate cement for root canal
filler-sealer, 1995
- Sugawara, A., Fujikawa, K., Takagi, S. and Chow, L.C. :
Histopathological reaction to new calcium phosphate cements for bone
filling, 1997
- Takagi, S. and Chow, L. C. :
Formation of hydroxyapatite in new calcium phosphate cements, 1998
- Sugawara, A., Fujikawa, K., Takagi, S., and Chow, L. C. :
Histopathological reaction of calcium phosphate cement for alveolar
ridge augmentation, 2002
- Fujikawa, K., Sugawara, A., Takagi, S., and Chow, L. C. :
Fluorescent labelling analysis and electron probe microanalysis for
alveolar ridge augmentation using calcium phosphate cement, 2002
- Takagi, S., Hirayama, S., Sugawara, A., and Chow, L. C. :
Premixed calcium phosphate cement paste, 2000
- Sugawara, A., Fujikawa, K., Kusama, K., Takagi, S., and Chow, L. C. :
Histopathological reactions of premixed calcium phosphate cement
pastes, 2002
- Takagi, S., Sugawara, A., Hirayama, S., and Chow, L. C. :
Properties of premixed calcium phosphate cement, 2003
- Sugawara, A., Fujikawa, K., Hirayama, S., Takagi, S., and Chow, L. C. :
Histopathological reactions of macropore premixed calcium
phosphate cement, 2004
- Sugawara, A., Fujikawa, K., Takagi, S., and Chow, L. C. :
Histopathological and cell enzyme studies of calcium phosphate
cement, 2004
- Sugawara, A., Fujikawa, K., Hirayama, S., Takagi, S., and Chow, L. C. :
Premixed calcium phosphate cement for alveolar ridge augmentation,
2005

DENTAL GUIDE BOOK-3

硬組織本来の形態と
機能を取り戻すために

再生医療を取り入れた治療法について

- 歯と歯周組織の構造と痛みの原因
- 一般的な根管治療および根管充填
- 新しい概念による根管治療
- 次世代の歯槽骨再生と回復



〒151-0073 東京都渋谷区笹塚 1-57-5
Phone: 03-3378-3929 Fax: 03-3378-3309