

講演抄録

特別講演	2
シンポジウム1	3
シンポジウム2	5
シンポジウム3	7
学会主導型シンポジウム	10
認定研修会	13
歯科衛生士教育講演	14
ランチョンセミナー	15

一般研究発表

□演発表

第1日目A会場：A 1～9 …… 20～28

第1日目B会場：B 1～8 …… 29～36

ポスター発表

P1～112 …… 37～148

台湾：TP1～3 …… 149～151

XR 技術, 3D プリンティング, メタバースの進化は, 歯科教育にどのような革命をもたらすのか?

ニューヨーク大学歯学部/東京歯科大学歯内療法学講座

岡崎勝至

XR 技術, 3D プリンティング, メタバースの急速な進化により, 歯学教育は新しい時代を迎えている。XR テクノロジーは, 仮想現実 (VR), 拡張現実 (AR), 複合現実 (MR) 技術の総称である。3D プリント技術は, 歯の解剖学的モデル作成を可能にし, 治療技術の習得を可能にする。XR テクノロジー (VR・AR) と 3D プリント技術の組合せは, 今まで不可能であった没入型・体験型の学びと治療技術の習得を可能にした。メタバースは, 仮想世界で交流できる環境を実現し, 全く新しい学習環境を構築した。これら 3 つの技術の組合せは, 歯学教育を革新的なものとし, 効果的で魅力的な学習環境を学生・歯科医師に提供できる。本講演では, XR 技術の歯学教育に関する先行研究の一部を報告するとともに, 歯内療法分野における, XR テクノロジー (VR・AR) と 3D プリント技術を組み合わせた臨床トレーニングの活用例を紹介する。

東京歯科大学歯内療法学講座で行った研究:「XR (AR) を活用し, CBCT データから作製した患者固有の精密な 3D バーチャルモデルを用いた教育モダリティによる学習効果の評価」は, AR 環境の 3D バーチャルモデルを用いたモダリティについて, すべての参加者において, CBCT 画像よりも有意に効果が示された。1 つ目の教育モダリティは, CBCT 画像から体軸断面, 矢状断面, 冠状断面の 3 つの基準面における根管解剖の観察であった。2 つ目は, AR 環境の 3D バーチャルモデルをあらゆる方向から立体的に観察を行うことを求めた。AR 環境の 3D バーチャルモデルは, 三次元構造の直感的な把握を可能にし, 詳細な三次元的関連性をより深く理解できたことを示唆している。一方, 2022 年に総務省のサウジアラビアにおける情報通信技術 (ICT)・デジタル技術を活用した診療支援・医学教育システムの展開可能性に関する研究:「仮想現実メタバースを活用した歯科教育効果の現状報告」では, 日本とサウジアラビアを VR メタバースで繋ぐ, 遠隔歯学教育支援の実証実験を実施した。参加した学生は, 仮想現実メタバースを活用したバーチャルカンファレンスでの教育効果を肯定的に評価した。しかしながら, 国際間の通信環境の違いにより, 大容量 3D イメージデータの転送遅延による 3D バーチャルモデルの動きの鈍さが認められた。大容量 3D イメージデータの転送品質に関する日本国内で行った 3 つの実証実験は, 東京・大阪の 2 拠点を結ぶ 5G を利用した第一次医療機関との国内遠隔治療支援, 東京・シンガポールの 2 拠点を結ぶ 5G を利用した国際間の 5G ステーションとの遠隔医療教育支援, 東京・沖縄・仙台の 3 都市 4 拠点を結ぶ 5G を利用した国内多拠点の第一次医療機関も含む 5G ステーションとの遠隔医療教育支援であった。これら 5G を利用した実証実験では, 大容量 3D イメージデータに対応できる通信環境が整い, 転送の遅延は認められなかった。

ところで, CBCT の歯内療法への応用は, 三次元的解剖構造を二次元平面で観察できることを可能にし, 1 枚のエックス線画像 (根尖部投影法) および複数枚の根尖部投影法 (正放線投影と偏心位投影法) に比べて, 解剖構造を理解する情報は飛躍的に増えた。しかしながら, CBCT の二次元平面での観察は, 頭の中で三次元的解剖構造を再構築 (想像) する必要がある。この再構築した三次元的構造は, 術者によって違い, 共有することができない。一方, CBCT データから作製した患者固有の精密な 3D バーチャルモデルを AR・VR で共有することは, メタバース世界で互いが, 同じ 3D バーチャルモデルを介して交流できる環境を実現し, 効果的な学習環境を構築できる。加えて, 同じデータから作製した 3D プリントモデルを用いた治療手技のシミュレーションを組み合わせることで, より効果的なトレーニング環境を提供できる。歯内療法における 3D バーチャルモデルと 3D プリントモデルを用いた臨床トレーニングの活用例として, 根管形態の詳細な観察と把握, 特に大白歯における髓床底解剖の理解と髓室開拓のシミュレーション, 歯根尖切除術における三次元的解剖構造の詳細な理解, 3D ガイドプレートと内視鏡を用いた術式の理解, 術式のシミュレーション, 高度に石灰化が進展した根管の三次元的構造の詳細な理解, 3D ガイドプレートを用いる根管アクセス手技の理解などの術式シミュレーションについて解説する。

講演1：Soft tissue stability から考える歯周組織再生療法 —再生療法における結合組織移植の有用性—

医療法人社団明佳会有楽町デンタルオフィス

片山明彦

歯周組織再生療法とは、組織学的なセメント質、歯根膜、歯槽骨を含む歯の支持組織の再生と定義される。この歯周組織再生療法は1982年にNymanらがGTR法の臨床報告を、1997年にHeijiがエナメルマトリックスデリバティブ(EMD)の臨床報告を行ったのを嚆矢とし、多くの研究と臨床報告がなされてきた。そして2016年に国内から歯周組織再生医薬品として塩基性線維芽細胞増殖因子(FGF-2)を主体とするリグロスが発売され、国内からも多くの研究・臨床報告が発表され注目されている。

このFGF-2製剤のみで再生療法が完結できるかという点、骨欠損の骨壁数や根分岐部病変の程度によっては単独使用のみでは効果が得られず、自家骨や骨補填材の併用が有効となる場合もある。組織再生において、細胞(cell)、成長因子(growth factor)、足場(scaffold)が必要とされ、再生の主体となる細胞に対して成長因子としてはFGF-2製剤などが担うが、骨補填材などは足場の代用としての位置付けである。この足場があることにより、血餅を安定させ組織を再生に導く。しかし、足場があったとしても、それらを取り巻く最外層にある軟組織が治癒しないと再生療法は失敗となりうる。

そのため、軟組織治癒が再生療法の成功の鍵の一つではないかと推測される。このことについては、軟組織治癒に対する外科的手技、技術面と再生療法における結合組織移植の併用の2つが重要であると推考する。手技、技術面については創面の一次閉鎖(治癒)の獲得のため、さまざまなフラップデザインが考案され、Cortellinらが発表した歯間乳頭保存術(papilla preservation technique: MIST, M-MIST)が代表的である。その後、可及的に乳頭を保存するために、乳頭に切開を加えない術式(EPPT, NIPSA)が考案された。また、骨欠損形態によってはそれぞれのフラップデザインの組合せもある。

次に、再生療法における結合組織移植の併用について演者らは、再生療法の失敗から歯肉の角化歯肉幅(KTW)と歯肉の厚み(GT)に着目し「再生療法における軟組織の難易度分類」について発表し、再生療法における結合組織移植の必要性を提唱した。再生療法時にKTWが少なく、歯肉が薄いPheno-typeの場合に術後、歯肉の裂開を認め失敗に陥るケースを経験し、可能であればそのようなケースも成功に導けないかと考えた。そのような場合に、Pheno-typeの改善のため結合組織移植を併用すると成功率が上がることを経験した。このことは、根面被覆の概念からヒントを得た。この事象を明らかにするために、ビーグル犬を用いた*in vivo*実験で、Ⅲ度の根分岐部病変において結合組織移植を用いた再生療法が有効であることを確認した。さらに、臨床において骨欠損と歯肉退縮を併発している場合、その部位に再生療法を行うときに歯肉(軟組織)と骨(硬組織)とを同時に再生する、True Regenerative Therapy(支持組織の再生に加えて失われた軟組織: 歯肉退縮・歯間乳頭などの再生)が可能となってきた。これらのことは、結合組織が大きな役割を担っていると考えられる。

本シンポジウムでは、これらのことを踏まえて発表させていただき、皆様とともにディスカッションできればと思う。

講演 2 : Mesenchymal Stem/Stromal Cells and Connective Tissue Graft —再生療法における結合組織移植の可能性—

慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室

森川 暁

間葉系幹細胞 (Mesenchymal Stem/Stromal cell : MSC) は骨髄や脂肪組織、口腔領域では歯髄に分布し、培養ディッシュ上で分化能力を維持したまま増殖させることが可能であり、線維芽細胞状の形態を示す。未分化性を維持したまま増幅された細胞は、骨細胞・軟骨細胞・脂肪細胞に分化できる能力を有する。このように MSC は細胞培養による分離が比較的容易で、多分化能を有する細胞集団であることや、骨や軟骨損傷に対する細胞移植治療、あるいは抗炎症作用と免疫抑制作用を保持していることから、造血系幹細胞 (Hematopoietic stem cell : HSC) 移植時の移植片対宿主病に対する予防や緩和を期待した治療への研究が進められている。その一方で、MSC を臨床に応用していくには以下の問題点も指摘されている。(1) 骨髄や脂肪組織、あるいは歯髄組織を MSC 培地にて培養することによって MSC 分離が可能とされているが、実際は本来の幹細胞の定義を満たす MSC は少数であると考えられている。すなわち、一般的に定義されている MSC は、組織を構成するさまざまな成熟細胞や前駆細胞で構成される雑多な細胞集団であること。(2) 移植した培養 MSC による治療効果の分子メカニズムが解明されていない。(1) とも関連するが、“どの細胞が効果を発揮しているのか” が不明である。(3) 患者から MSC を培養分離する場合、同じプロトコールでも増幅させることが難しい場合がある。(4) 患者の骨髄や脂肪組織、あるいは歯髄から分離する場合は、期待する機能の面から個人差 (ロット差) があり、さらに安全性を担保するためのコストも高額になる。現在これらの課題を克服するために、基礎研究および臨床研究が精力的に行われている。また、試験管内増幅と多分化能を根拠とする培養分離型 MSC の歯周組織再生療法への応用は、現在のエナメルマトリックスデリバティブや、塩基性線維芽細胞増殖因子 (Fibroblastic growth factor-2 : FGF-2) による歯周組織再生療法の次世代治療として精力的に研究が行われており、その効果も非常に期待できそうである。

演者はこれまで、生体内における MSC の生理学的特性や難治性疾患における役割を解明するため、また純度の高い MSC 治療を可能にするために、MSC 特異的細胞表面抗原の同定と機能解析に関する研究を行ってきた。ヒト骨髄では CD271 と CD90、マウスでは Platelet derived growth factor receptor α (PDGFR α) の抗体を用いることで、きわめて効率よく MSC を選別することができることを明らかにし、MSC を直接分離する技術を開発した。同定したマーカーを指標にした組織解析において、PDGFR α を発現している細胞が HSC のニッチ細胞として機能していることも明らかにした。このように MSC の生体内における特異的マーカーを同定することは、MSC の局在や機能を解析するときに非常に有用であり、培養分離型の MSC では不可能な解析方法である。

私たちはこれまでの「生体内に存在する MSC に関する知見」から、「歯周治療のネクストステージ」として、Connective tissue graft (CTG) に注目している。近年、歯周形成外科手術あるいは口腔インプラント周囲の軟組織形成手術において、その重要性が再認識されつつある CTG に注目し、CTG に MSC からの視点を加えることで、さらなる臨床的価値を確立させるための基礎研究を進めている。このたびのシンポジウムでは「培養分離型 MSC」「生体内 MSC」「CTG」「歯周組織再生療法」をキーワードに、エビデンスに立脚した新規治療法の可能性について、皆様とともにディスカッションをする時間としたい。

講演 1：非歯原性歯痛への対応 ―病態の概要と診断のポイント―

東京歯科大学口腔健康科学講座障害者歯科・口腔顔面痛研究室

福田謙一

歯の痛みを訴える患者が歯科に来院したとき歯科医師は、訴えている歯の部位を肉眼で確認する。う蝕による歯の崩壊、歯周組織の炎症、歯の破折などの器質的疾患を視覚的に、さらに X 線的にも確認し、痛みの訴えとの関連性があれば、診断は比較的容易である。また、その原因を除去することによって、ほとんどが容易に除痛できると思われる。しかしながら、視覚的にも X 線的にも、歯髄炎や外傷などの痛みの原因を認識できず、診断に困惑してしまう歯痛が存在する。また、抜髄後や根管治療後、患者が執拗に痛みを訴えるが原因がよくわからないとか、抜歯後の抜歯窩の治癒は良好なのに患者が痛みを訴えるとか、補綴物を入れたらよくわからない痛みを訴え始めたといった歯痛に遭遇することがある。このような痛みの多くが、歯そのものに原因が存在しない非歯原性歯痛と呼ばれる病態である。「非歯原性歯痛」の診療に関するガイドラインが、2011 年に日本口腔顔面痛学会から、2013 年に日本歯科麻酔学会から発表されている。歯科医師国家試験出題基準にも「非歯原性歯痛」が記載されるなど、歯科医師が行うべき医療水準は急速に変化している。近年、非歯原性歯痛に対する誤診を原因とした係争事例も散見されている現状からも、歯痛を診断していくうえで、非歯原性歯痛の病態概念を念頭においておくことは重要だと思われる。

一般的な歯痛は、末梢の侵害受容器から三叉神経節を核とした一次ニューロン、三叉神経脊髄核を核とした二次ニューロン、視床後内側腹側核を核とした三次ニューロンを経由して大脳皮質の体性感覚野に接続され、痛みとして認知される。歯に器質的な異常が存在しない非歯原性歯痛の場合、末梢の侵害受容器への発痛物質による刺激が伝達されないにもかかわらず、その痛み伝達の経路のなかで発生する。痛みの原因が三叉神経領域の筋肉や脈管に存在し、それが歯痛に投射された関連歯痛は非歯原性歯痛のなかで最も多い。特に咬筋のトリガーポイント（慢性的に生じたこり）を起因とした筋膜性歯痛は圧倒的に頻度が高いので、まずはこれから診断していくのも非歯原性歯痛診断のポイントの一つである。

感覚神経は末梢のどこかで損傷されると多くの場合、神経系伝達における神経間の痛みの修飾において、興奮系の増大（痛みのアクセラの暴走）と抑制系の失調（痛みのブレーキ不能）によって生じる中枢性感作が起きて、痛みが過敏化する。たとえば、歯の痛みを伝える神経経路のどこかでヘルペスウイルスによるダメージが生じると、その末梢の歯には全く器質的異常がみられなくても、痛みが発現する。これが神経障害性歯痛である。抜髄や抜歯といった治療は、日常の歯科臨床で年間約 250 万件も行われる神経切断行為であるが、不思議なことに歯髄神経では痛みが残存することはきわめて少ない。しかしながら、非常にまれではあるが、抜髄や抜歯後に痛みが残存する患者が存在する。これも神経障害性歯痛である (Fukuda K : J Dent Anesth Pain Med, 2016)。古典的には幻歯痛と呼ばれる。この痛みの発現には遺伝子的要因があることが、私たちの研究で最近判明してきている (Soeda M, Fukuda K et al. : Mol Pain, 2022)。

末梢への直接的なダメージがない場合でも、痛みが長期に及んだり、心理的疲弊によって歯の痛みを連絡する神経経路のどこかで神経伝達に変調が生じること、すなわち痛覚変調性疼痛が歯に出現することも最近わかってきている。これまで「侵害受容性疼痛」にも「神経障害性疼痛」にも当てはまらず、診断がつかないケースも多かったが、2021 年に日本国内の痛みを専門とする 8 学会が「痛覚変調性疼痛」という名称の使用を決定し、従来の痛みとの区別が明確となった。

前述の非歯原性歯痛を端的に分類すると、関連痛、神経障害性疼痛、痛覚変調性疼痛である。非歯原性歯痛の診断を複雑にするのは、これらの痛みを合併している場合である。さらに抜髄後など処置後の侵害受容性疼痛まで合併している場合や、心理社会的背景がある患者、著しいブラキシズムを有している患者などでは、さらに複雑になる。本シンポジウムでは、非歯原性歯痛の病態の概要と複雑化した非歯原性歯痛の病態を可能なかぎり把握するための診断のポイントについてお話しする。

講演 2：非歯原性歯痛への対応

—口腔顔面痛的視点からの難治性歯痛へのアプローチ—

九州大学病院顎顔面口腔外科

坂本英治

痛みは病理組織的な変化による生体反応の一つで、組織損傷の警告信号として生体防御を目的に機能している。歯痛の多くは歯髄炎や歯周炎などの歯と歯槽部の組織損傷に起因し、抜髄・抜歯で消失する。一方で根管治療歯の5%は、適切な治療にもかかわらず痛みが遷延すると報告される。このような場合は治療技術の問題なのか、原因の見落としではないか、患者も医療者も解決の糸口を困惑しながら模索する。

・痛みとは

では痛みとは何であろうか。痛み研究の学際的集団である国際疼痛学会（IASP）では、痛みを「組織損傷が実際に起こった時あるいは起こりそうな時に付随する不快な感覚および情動体験、あるいはそれに似た不快な感覚および情動体験」と定義している。歯科を含む身体科では、生物医学モデル（Bio-medical model）で疾患を捉える。痛みの不快感覚を Bio-medical model 的な異常な神経疾患と捉えることはできても、不快な情動体験までを捉えられるには限界がある。痛みは Bio-medical model であると同時に、全人的に捉える生物心理社会モデル（Bio-psycho-social model）だからである。したがって医療者も患者も、痛みの本質を理解することから始まるといえる。

・非歯原性疼痛/口腔顔面痛

遷延する痛みに対して、非歯原性疼痛/口腔顔面痛の疾患概念は解決の一助になりうるだろう。口腔顔面痛は国際口腔顔面痛分類（ICOP）により整理され、歯髄炎や歯周炎などの歯と歯槽部に起因する口腔顔面痛に始まり、筋、顎関節、脳神経病変、一次性頭痛に由来する口腔顔面痛、そして特発性口腔顔面痛と Bio-medical model で分類される。

ここで重要なことは、歯痛を呈する疾患は必ずしも歯と歯槽部組織に限らないということである。臨床現場では口腔顔面痛の知識を駆使して、神経、筋、頭痛も含めあらゆる原因に目を向ける必要がある。

・口腔顔面痛/難治性口腔顔面痛へのアプローチ

口腔顔面痛は原因が必ずしも歯と歯槽部組織に限局しないだけの Bio-medical model であるため、生命予後にも影響する Red flag を念頭に、多臓器に由来する器質的疾患の検索を行う。構造化問診票を用いて患者の訴えを整理しながら、ICOPに基づいて複数の診断から可能性の高い疾患を選択する。典型的三叉神経痛、片頭痛に関連する歯痛のような、歯と歯槽部組織に原因を求めない Bio-medical model な疾患も少なくない。この場合は診断は比較的容易で、関連する診断治療ガイドラインを参考に神経ブロック療法や薬物療法を行う。「診断的治療」の結果から診断が得られる場合もある。

ただし先述したように、慢性化した口腔顔面痛を Bio-medical model のみで捉えるには現実的に限界がある。痛みの本態を、Bio-medical model と Bio-psycho-social model との複眼で注意深く観察する。

ある程度標準的な治療に対して反応に乏しい症例では、改めて診断を見直すと同時に患者の心理社会的背景に目を向けてみる。心理社会的な質問票を用いることもある。これらの評価や医療面接から、訴えは痛みであるがそれは許される弱音・苦しみの吐露のように思えてならない症例もある。患者本人の特性の問題なのか、取り巻く環境の問題なのか、それは変えられるものなのか、サポート資源はあるのか、時には家族も交え、医療面接を通じてさまざまな角度から患者の苦しみに寄り添う努力を重ねている。神経ブロック療法や薬物療法に加えて、第3世代の認知行動療法である Mindfulness, Acceptant Commitment Therapy (ACT) の手法を用いる。痛みを基準に行動選択しているとらわれに気づき、痛みから距離をおくように認知行動療法的な面接を重ねていく。集学的な医療連携を必要とする症例もある。その結果気づきを得た患者自身が見違えるように変わり、本来の自分を取り戻すドラマティックな場面にも遭遇する。これこそが口腔顔面痛診療の醍醐味である。学ばせてもらっていると実感すると同時に、われわれこそ痛みにとらわれすぎではないかと省察する。

非歯原性疼痛/口腔顔面痛診療では、Bio-medical model 的な視点で疾患を、Bio-psycho-social model 的な視点で患者の苦しみを捉え、痛みにとらわれない Well-Being を目標に取り組んでいる。本シンポジウムが、困っている患者と先生方の Well-Being につながるきっかけになれば幸甚である。

講演1：エビデンスに基づく歯科保存治療 —根面う蝕・歯髄保護に関する最新の診療ガイドライン—

福岡歯科大学口腔治療学講座歯科保存学分野/口腔医学研究センター/医科歯科総合病院健診センター

松崎英津子

人生100年時代ともいわれる超高齢社会のわが国では、65歳以上の高齢者の総人口に占める割合が、2021年には29.1%と過去最高となった。日本歯科医師会と厚生省（当時）が1989年に開始した8020運動の達成者は、2016年に50%を超え、高齢になっても多くの歯を維持することは、健康寿命の延伸に寄与している。一方、根面う蝕の疫学データ¹⁾では、60～78歳の高齢者287人における根面う蝕の発生率は53.3%であったとされており、根面う蝕への対応は、超高齢社会の歯科医療において喫緊の課題となっている。

日本歯科保存学会では、Minimal Intervention Dentistry (MID) の理念を礎に、歯科医療従事者を対象とした「う蝕治療ガイドライン」²⁻⁴⁾を発信している。根面う蝕については、う蝕治療ガイドライン第2版（2015年）³⁾において、非切削および切削での対応についての治療指針が、初版（2009年）²⁾に新たなエビデンスを加えた形で示されている。一方、近年のMIDに関する声明では、う蝕病変の早期発見、う蝕リスク・活動性の評価・診断に基づく治療とそれに継続して実施する維持管理を含む「マネジメント」が重要とされている。そこで、フッ化物の応用により根面う蝕を非活動性にして、その進行を抑制・停止させる「根面う蝕に対する非切削でのマネジメント」に焦点をあてた「根面う蝕の診療ガイドライン」を2022年11月に第3版として発信した。本シンポジウム演題では、演者らが取り組んできた「根面う蝕の診療ガイドライン」からエビデンスの概要を提示して、今後の課題と展望について考えていきたい。

一方、本学会う蝕治療ガイドライン作成小委員会では、現在、深在性う蝕にかかわる歯髄保護について、日本歯内療法学会と協働して「歯髄保護の診療ガイドライン」の作成に取り組んでいる。前回の本学会2022年度秋季学術大会（第157回）シンポジウムにおいて、「究極の歯髄保存」について議論されたことをご記憶の方も多いのではないだろうか。近年、歯髄の高い創傷治癒能力とそのメカニズムの解明に加えて、ケイ酸カルシウム系セメントに代表される封鎖性と生体親和性に優れた材料の有用性が明らかにされている。そのため、臨床症状からは不可逆性歯髄炎と診断される根完成永久歯の症例に対して、部分断髄あるいは全部断髄を施す歯髄保存のアプローチ法が再考されている。しかしながら、除去すべき組織と保存する歯髄組織との境界の精確な診断法の確立に加え、処置後のリスクやフォローアップ等、チェアサイドでの意思決定における課題が残されている。また、処置に際してはマイクロスコープを用いた拡大視野環境が必須となるが、わが国における歯科用マイクロスコープの普及率を鑑みると、すべての臨床医がすぐに実行可能な状況には到達していないと思われる。作成中の「歯髄保護の診療ガイドライン」では、深在性う蝕にかかわる歯髄保存療法における臨床上の疑問を解決する支援策の一つとして、暫間的間接覆髄、直接覆髄、断髄等に関する術式・材料の選択についてエビデンスの集約をしており、本シンポジウム演題の後半で、最新のエビデンスと進捗をお示ししたい。

- 1) Imazato S et al. Prevalence of root caries in a selected population of older adults in Japan. J Oral Rehabil 33 : 137-143, 2006.
- 2) 日本歯科保存学会. う蝕治療ガイドライン. 永末書店, 京都, 2009.
- 3) 日本歯科保存学会. う蝕治療ガイドライン. 第2版. 永末書店, 京都, 2015.
- 4) 日本歯科保存学会. 根面う蝕の診療ガイドライン—非切削でのマネジメント—, 第3版. 永末書店, 京都, 2022.

講演2：不可逆性歯髄炎の克服を目指して —歯髄炎モデルの構築から診断，治療まで—

大阪大学大学院歯学研究科 歯科保存学講座

高橋雄介

う蝕が進行し、不可逆性歯髄炎に罹患した歯は、抜髄以外の治療方法がないというのがこれまでの歯科医療の常識であった。しかしここ数年、断髄という選択肢が不可逆性歯髄炎に対する歯髄保存療法として提言され、国内外で徐々に普及しつつある。とはいっても、患歯を抜髄すべきなのか、それとも断髄なのかという治療方針を術前に決定するのは現在でも困難であることに変わりはない。臨床現場で露髄した歯髄組織の炎症状態を拡大視野下で視診したうえで最終的な治療方針を決定するという手法がとられているが、歯内療法のエキスパートにとっても難易度が高い。

歯髄炎の治療方針決定が現在でも困難な理由として、歯髄診断の難しさが大きな要因として挙げられる。問診で患者が経験した疼痛の既往を聴取し、冷温刺激・電気歯髄診などを用いた診査、エックス線診査等、さまざまな術前検査が実施されるが、疼痛に関する検査は主観的な情報が主体となることや、現在行われている画像診断では軟組織の診断が困難であることなどから、現在でも歯髄炎の客観的な術前臨床診断基準は確立されていない。

われわれは、歯髄保存療法に用いるための覆髄材の研究・開発をこれまで継続して行ってきたが、前述の歯髄診断の難しさにかかる背景より、治療だけではなく、診断から治療までを包含した一貫通貫の研究の実施が必須であると考へ、う蝕により誘発された歯髄炎を再現した実験モデルの構築に取り組んだ。ラットに高スクロース含有飼料を摂取させることでう蝕を誘発し、そのう蝕の進行をマイクロ Computed Tomography で経時的にモニターするとともに、病理組織学的な評価も併せて実施した。さらに、実際にさまざまな深さのう蝕罹患歯に対して直接覆髄実験を行うことで、可逆性・不可逆性歯髄炎のラット動物実験モデルの確立に成功した¹⁾。

続いて、確立した歯髄炎モデルに対して、術前の歯髄診断への応用を目的に、核磁気共鳴画像診断装置 (MRI) を用いた非侵襲画像診断法の開発に取り組んだ。その結果、う蝕の進行や歯髄の炎症状態の変化に応じて歯髄組織における特異的な信号強度が変化することが明らかとなり、可逆性・不可逆性歯髄炎の術前診断への応用の可能性が示された。現在、不可逆性歯髄炎を特徴づけるマーカー分子の検索を行っており、MRI による画像検査の結果とリンクさせることで、将来的には可逆性・不可逆性歯髄炎の術前診断への応用へと進めていきたいと考えている。

上記に加えて、実際の歯髄保存療法についても臨床応用を目指した研究を進めている。われわれはこれまでに歯髄の創傷治癒促進作用をもつタンパク質を見いだしており^{2,3)}、バイオインフォマティクスの技術を用いて、そのタンパク質由来の機能的なペプチドを抽出し、その機能について検証を行った。その結果、本ペプチドは直接覆髄後の歯髄において硬組織形成を誘導するのに加え、抗炎症作用を有していることも明らかとなり⁴⁾、これを臨床応用することで、不可逆性歯髄炎を治癒に導く歯髄保存療法が適用できるのではないかとこの夢をもって、現在もさまざまな研究を展開している。

歯髄保存の重要性は、最近では歯科医師・患者双方に受け入れられるようになり、結果的にわが国における抜髄件数は徐々に減少傾向を呈している。しかし、歯髄保存療法と歯髄除去療法のどちらを選択するかを逡巡する症例は現在でも多く、まだ検証すべきことが多く残っていることを痛感している。本シンポジウムでは、「う蝕治療のネクストステージ」への扉を開けることを目指し、これまで歯科医師が発想すらしなかった、不可逆性歯髄炎への歯髄保存療法の開発を念頭においた、われわれの研究の取り組みを概説するとともに、将来的には根管治療フリーの歯科臨床を実現可能にできるような予知性の高い次世代の歯髄保存療法について議論したい。

- 1) Huang H et al. Development of rat caries-induced pulpitis model for vital pulp therapy. *J. Dent. Res.*, online (2023).
- 2) Okamoto M et al. Dentinogenic effects of extracted dentin matrix components digested with matrix metalloproteinases. *Sci. Rep.*, 8 : 10690 (2018).
- 3) Komichi S et al. Protein S100-A7 derived from digested dentin is a critical molecule for dentin pulp regeneration. *Cells*, 8 : E1002 (2019).
- 4) Watanabe M et al. Novel functional peptide for next-generation vital pulp therapy. *J. Dent. Res.*, 102 : 322-330 (2023).

講演3：歯髄を視る！診る！観る！ —歯髄保存のために—

東京歯科大学保存修復学講座

村松 敬

う蝕への対応は大きく変化し、特に21世紀に入ってから、FDIから最小限の侵襲による治療（minimal intervention, MI）が提唱され、2016年にはMID（minimal intervention dentistry）として6項目の行動目標が出てきた。その一方で、深在性う蝕に対する歯髄保存療法については依然として問題となっていた。

深在性う蝕の症例では、症状の有無、現病歴などの病歴聴取、画像検査や歯髄の生死を確認し、歯髄が正常なのか可逆性歯髄炎なのか、あるいは不可逆性なのかを診断してきた。不可逆性歯髄炎と診断すれば抜髄という考えは基本的にあり、多くの歯科医師が抜髄を実践してきた。可逆性ですべての感染歯質を除去すると露髄する可能性があることと診断した場合には、まずは歯髄温存療法（暫間の間接覆髄法、IPC）を選択する、という考えは基本的にはあるが、多くの歯科医師がIPCではなく、抜髄を選択してきた可能性は高いと推測される。

露髄の可能性の高い深在性う蝕への対応については、本学会から発刊されているう蝕治療ガイドライン第2版にも詳細に記載されており、ガイドライン的にも歯髄温存療法が推奨されている（ただし「歯髄が臨床的に健康または可逆性の歯髄炎の症状を呈するう蝕」という条件はついている）。しかしどの程度まで感染歯質を残しておけばよいのかなどは、明確なものはない。画像的にも抜髄が適切と思われるような症例でも意外と歯髄を保存することができる一方で、う蝕症2度で歯髄保存は大丈夫だろうと思われた症例でも、最終的にう蝕除去が終わり、修復しようとした際にわずかに露髄しており、直接覆髄に準じて処置を行うことがある。直接覆髄の成功率は文献によってもばらばらなことから、患者への説明が難しいことや長期的にみた症例でも破折することもあり、釈然としない思いを抱く歯科医師も多いと推測される。

実際に歯髄症状があり、う蝕症3度 不可逆性歯髄炎と診断された第三大臼歯を抜去して病理組織標本を作製し、観察すると髄角付近で膿瘍を形成していることはあっても歯髄全体が不可逆的な変化を起こしているわけではなく、膿瘍周囲組織は意外と健常に近い状態であることは多い。標本を観ていると、この病変部だけを適切に除去して、MTAなどの生体親和性が高く硬組織形成能を有する材料を適用し、再感染が起こらないような接着性修復をすれば歯髄を保存できたかもしれないと感じるときがある。

上記のような背景からも近年、世界的に不可逆性歯髄炎という従来の術前診断は必ずしも抜髄の適応にはならず、歯髄を部分的に除去したあとの出血の制御やマイクロスコープ下での歯髄の術中視診で歯髄保存を図る vital pulp therapy (VPT) の考えが主体となってきており、昨年の本学会でもVPTについてのシンポジウムが組まれたことは学会員の記憶に新しい。

この点からわかるように、従来の不可逆性歯髄炎という術前の診断については疑問点があることはいままでもないが、その一方で正確に診断するのに参考となるものがない。術前の診断が可能となれば、治療の一助となることは間違いない。特に画像検査で歯髄膿瘍などの検出が可能となれば、術中での歯髄の視診とも併せて強力なツールになると考えられる。さらにVPT後の歯髄の変化については、水酸化カルシウム製剤やMTAを用いた後のデンティンブリッジの形成は広く知られているものの、膿瘍病変除去後の部分がどのようになっていくのかは、ひとくくりに「治癒」や「健常」となっていることが多いが、血管や幹細胞の動態はわかっていないことが多い。

本講演ではこれまでの深在性う蝕の経験症例や実験での成果を通して、術前の診断、術中の歯髄の所見と診断、さらには標本で観察することで得られたことをまとめてご紹介できればと考えている。

講演 1：安確法下の再生医療を支援するプラットフォーム構築事業

順天堂大学革新的医療技術開発研究センター

飛田護邦

再生医療とは、機能障害や機能不全に陥った生体組織・臓器に対して、細胞や人工的な材料を積極的に利用して、損なわれた機能の再生を図る技術であり、脂肪、皮膚、軟骨、血液等の原料から製造された細胞加工物や、iPS細胞（induced Pluripotent Stem Cells）細胞やES細胞（Embryonic Stem Cells）から製造された細胞加工物を用いた細胞治療など数多くの医療技術を用いた研究開発が進められている。また、治療法が確立されていない難病・希少疾患の治療開発への研究開発が進められているだけでなく、罹患者数の多い外傷性疾患や病気で失われた組織または機能の回復を目的とした医療への期待も大きい。

再生医療は、これまで有効な治療法がなかった疾患の治療ができるようになるなど、国民の期待が高い一方、新しい医療であることから、安全性を確保しつつ迅速に提供する必要があり、日本では、これら再生医療の一層の推進を目指し、2013年5月に再生医療を国民が迅速かつ安全に受けられるようにするための施策の総合的な推進に関する法律（平成25年法律第13号）が公布・施行され、2014年11月には、再生医療等の安全性の確保等に関する法律（平成25年法律第85号、以下「安確法」という）と、薬事法等の一部を改正する法律（平成25年法律第84号、以下「改正薬事法」という）が施行された。改正薬事法では、薬事法（昭和35年法律第145号）の名称が、医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（以下「薬機法」という）へと変更になるとともに、医薬品・医療機器の分類に加え、再生医療等製品が新設された。このような推進策により、再生医療等製品の開発状況は飛躍的に発展している。

安確法は、医療機関が再生医療等を臨床研究や自由診療として提供しようとするときに遵守しなければならない事項を定めたものであり、安確法の対象となる再生医療等は、医療のリスクに応じて第1種、第2種、第3種再生医療等技術に分類される。また、これまで制限されていた細胞培養加工の委受託が緩和され、再生医療等を提供しようとする医療機関は、国内外の企業等に細胞培養加工を委託できるようになったことから、今後、細胞培養加工の委受託はますます活用されてくると考えられる。安確法が施行され約8年が経過し、徐々に国内で提供されている再生医療の実態が明らかになるとともに、安確法下で治療として提供される再生医療のあり方など課題が散見されるようになってきた。すなわち、いかに大学・研究機関等で安全性および妥当性を検証された再生医療を、治療として多くの診療所等で実施できるようにし、かつ、治療後のデータを適切に収集するには、どのような仕組みづくりが必要なのかについて議論されるようになってきた。

一方で、薬機法（再生医療等製品）における課題として、年々増加傾向にあるわが国の国民医療費の状況を踏まえ、高額な開発製造費を必要とする再生医療をどのように普及させていくかについては、一層の議論が必要である。

すなわち、対象患者数の多い再生医療の実用化のあり方について、安確法と薬機法の両法を適切に活用した出口戦略を模索することも必要かもしれない。そこで今回、国内における再生医療の現状と課題を整理するとともに、われわれが立ち上げたアカデミア発ベンチャー企業で取り組む「安確法下の再生医療提供プラットフォーム構想」について紹介する。

講演2：AMEDにおける医療機器等の研究開発に係る支援について

国立研究開発法人日本医療研究開発機構医療機器・ヘルスケア事業部医療機器研究開発課

友安弓子

日本医療研究開発機構（AMED）が設立されて、9年目を迎えました。

AMEDは、医療分野の研究開発における基礎的な研究開発から実用化のための研究開発まで、一貫した研究開発の推進およびその成果の円滑な実用化、ならびに医療分野の研究開発が円滑かつ効果的に行われるための環境の整備を総合的かつ効果的に行うため、健康・医療戦略推進本部が決定する医療分野研究開発推進計画に基づき、大学、研究開発法人その他の研究機関の能力を活用して行う医療分野の研究開発、およびその環境の整備等の業務を行うことを目的としています。

令和2年の第2期からは、疾患を限定しないモダリティ等の統合プロジェクトに集約・再編され、「医療機器・ヘルスケアプロジェクト」においては、AI・IoT技術や計測技術、ロボティクス技術等を融合的に活用し、診断・治療の高度化のための医療機器・システム、医療現場のニーズが大きい医療機器や、予防・高齢者のQOL向上に資する医療機器・ヘルスケアに関する研究開発を行い、また、医療分野以外の研究者や企業も含め適切に研究開発を行うことができるよう、必要な支援に取り組んでいます。

また、わが国の医療の質の向上に向けて、平成26年に成立した「国民が受ける医療の質の向上のための医療機器の研究開発及び普及の促進に関する法律」に基づき、平成28年5月31日に「国民が受ける医療の質の向上のための医療機器の研究開発及び普及の促進に関する基本計画」（以下「医療機器基本計画」という）を閣議決定し、プログラム医療機器（Software as a Medical Device、以下「SaMD」という）の研究開発の促進や医療機器の安定供給といった新たな論点を取り入れ、見直しが行われました。

医療機器基本計画においては、①日常生活における健康無関心層の疾病予防、重症化予防に資する医療機器、②予後改善につながる診断の一層の早期化に資する医療機器、③臨床的なアウトカムの最大化に資する個別化医療に向けた診断と治療が一体化した医療機器、④高齢者等の身体機能の補完・向上に関する医療機器、⑤医療従事者の業務の効率化・負担軽減に資する医療機器の5分野を重点分野として設定し、アウトカムの改善度、費用対効果や実現可能性を踏まえつつ、社会変革をもたらす医療機器の研究開発の活性化をより一層図ることとしています。

SaMDについては、令和2年11月24日に厚生労働省が「プログラム医療機器実用化促進パッケージ戦略（DASH for SaMD：DX（Digital Transformation）Action Strategies in Healthcare for SaMD（Software as a Medical Device）」を公表し、これに基づき、プログラム医療機器の特性を踏まえた承認審査制度および承認審査体制等が強化されました。

これらの国の方針や動きを踏まえ、「医療機器・ヘルスケアプロジェクト」ではさまざまな研究開発の推進や環境整備の取り組みを行っています。

歯科における研究開発は、医療機器等に非常に親和性が高く、異分野との共同研究も多く行われている分野の一つです。歯科医師としての視点も含め、政策動向、方向性、医療機器・ヘルスケアプロジェクトにおける事業および一部の成果について、ご紹介させていただきたいと思っております。

講演 3：歯科医療機器・材料の開発支援に望むこと

大阪歯科大学医療イノベーション研究推進機構事業化研究推進センター開発支援部門

谷城博幸

2022年1月より、大阪歯科大学医療イノベーション研究推進機構（TRIMI）事業化研究推進センター開発支援部門に赴任しております。所属する部門では、これまでの各大学・研究機関等で実施している産学連携・開発支援部門とは異なり、学内の研究シーズや臨床的ニーズの製品化・事業化だけではなく、学外の大学・研究機関の産学連携テーマ、企業独自の製品開発にも門戸を開いて、歯科医療機器・材料に限定されない医療機器、医療機器プログラム（SaMD）の薬事開発支援等を学術指導として実施しています。

わが国の医療機器産業は輸入過多の状況にあります。海外からの医療機器によって、わが国の医療水準が維持されることも重要ですが、国内の医療機器産業の活性化によって、新たな革新的な医療機器を国内で生み出し、患者に医療上のメリットを十分に享受してもらうことも重要です。コロナ禍では、国内にはない緊急性の高い海外開発の医薬品の先行的な市場導入が日本国内で出遅れてしまう（審査が遅いという審査ラグではなく、開発ラグに起因する）という現実が、目の当たりになりました。

日本医療研究開発機構（AMED）や各省庁による研究開発費の予算が整備され、各大学・研究機関に必要な研究費が補助されるなど、研究から実用化に向けた仕組みは十分なようにみえます。大学・研究機関における新たな研究成果や新たなシーズを、実用化（製品化・事業化）するために、企業による製品化に係る技術移転、新技術の創出等が必要になります。国立大学等では、国の予算補助等によりこれらを担う部門が組織化され、国内で開発される製品の実用化も進んでいるようにはみえます。ただし、世界市場で流通する製品の実用化という視点では、10年以上前には日本製品が世界を席巻した電子機器等においてもその座は奪われており、医療機器では海外製品のその座を日本が奪うという状況はほとんどみられません。一方で、国内でそのような製品を開発する土壌が完全に失われてしまったのか、たとえば、海外製品の製造技術にはわが国の企業の基礎技術が利用されているなど、今のところそういうわけでもありません。市場で流通する最終製品の大きな付加価値が海外の開発主体には十分還元されますが、開発主体ではないわが国の企業はその恩恵を十分に享受できていない気がします。

医療機器に目を向けた場合、なぜ、わが国の企業がその開発主体となりにくいのでしょうか。これは、どうしてもネックとなるのが、薬事規制プロセスの存在とその理解です。過去には、薬事規制プロセスがハードとされ、俗に「死の谷」といわれていた部分です。最近では、審査機関である（独）医薬品医療機器総合機構（PMDA）への相談を企業側が積極的に利用することなどにより、その谷の深さも徐々に埋められていますが、まだ完全ではありません。これは、研究開発当初から規制側が求める評価や考え方を意識しないまま、研究開発者・企業側（申請側）の視点で薬事開発を進めてしまうことに起因します。PMDAへの相談や申請時点で、薬事開発に必要な評価ができておらず、もう一度その評価をやり直さざるをえない、ということは避けたいものです。特に新しい開発製品では、PMDAにどのような評価が必要なのか定まっているというわけではありません。当然のことながら開発主体である研究開発者や企業のほうが開発製品をよく知っているわけですが、求める視点の違いから両者の認識が食い違ってしまい、ということもある気がしています。規制側が求める評価をPMDAが最初に提案してくれればいいのか、と考えがちですが、そうするとPMDAの考えを自認して審査するというマッチポンプの状態となります。PMDAはそのような業務を行う組織ではありません。

そこで、演者の所属する部門では、現在の「死の谷」を越えるための支援として、薬事規制プロセスを解決に導く、研究開発者・企業側と規制側をつなぐパイプライン的役割を担います。この役割を担うには、長きにわたって幅広く薬事規制を経験し精通した知識を持ったポストが必要です。これまでの産学連携・開発支援では、このポストは経験的にも人材的にも十分ではないため、他大学や企業にも門戸を開く形をとっています。歯科をはじめとして、医療機器産業を活性化し、新たな製品の研究開発を進めるため一步一步共に進めたら、と考えます。

歯科保存治療認定医・専門医取得のための歯周治療の基本的な流れ

日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座

佐藤 聡

歯周治療は、歯周病の主な原因であるデンタルプラークやプラーク中の起炎物質を取り除くことで、口腔の衛生環境の改善・維持を継続的に行いながら進める。このような口腔内環境を確立するためには、患者自身の疾患に対する理解と治療に対する協力関係の確立が必要となる。すなわち歯周病に罹患した当事者みずからが歯周病に対する知識をもち、みずからよくなるために歯科医師、または歯科衛生士と相談をしながら積極的に治療に参加をすることにより、持続した口腔内の良好な衛生環境を患者自身で確立・維持することが可能となる。

このような歯周治療のスタートの段階となるモチベーションでは、患者に疾患と患者の歯周病の進行程度を説明するための正常または病態模型、比較写真、さらに模式図等に加え、患者個人の口腔内写真、エックス線写真、口腔清掃状態や歯周病の進行状況を把握できる歯周組織検査結果等の記録が必要となる。さらに歯周基本治療では、病原因子を取り除く目的からスケーリング・ルートプレーニングによりプラーク、歯石、さらに汚染根面を除去し、滑沢な歯根表面を作り上げることが重要な基本処置となる。また歯周治療では、歯肉縁上の起因物質であるプラークを一定量にコントロールするとともに、歯肉縁下のプラークまたは歯石を取り除く必要がある。このような治療効果に対する評価は、初診時と比較した口腔内写真、場合によってはエックス線写真、さらに歯肉縁上では歯肉表層の炎症所見、さらに歯肉縁下ではプロービング時の出血の有無等が一般的に指標とされる。これらの記録は、初診時と同様に治療の節目ごとに再評価、またはメンテナンス時の記録とされ、治療の記録のみではなく、患者指導へも応用されている。

このように日本歯科保存学会の定める歯科保存治療認定医・専門医制度、なかでも歯周治療に関連する症例に必要な情報は、すべて歯周治療を行う流れのなかで記録すべき内容であることが理解できる。近年、歯周病と全身疾患の関係をはじめ多くのリスク因子についての研究が報告され、これらの関連性についても解明されつつある。歯周治療では、歯周病の起因物質であるプラーク、歯肉縁下歯石を確実に取り除く必要がある一方で、歯周病の病態によっては喫煙や糖尿病等のリスクファクターの存在についての関連も見極める必要がある。

歯科保存領域における臨床技能の獲得には、少なからず一定の臨床経験を伴う必要がある。現在、日本歯科保存学会の認定医取得では、歯科保存学の専門的知識（筆記試験）と基本的な臨床症例（1症例）をもつ会員歴2年以上の者と、より早い時点で、申請を可能としている。さらに専門医取得では、認定医取得後に歯科保存学の専門的知識を蓄積させ、また臨床経験を重ねることで、より広い範囲における深い知識を有する専門医の養成を図ることを目指している。本講演では、基本的な歯周治療の流れと歯周治療におけるデータの取得とその意義、さらに歯周治療後のメンテナンス治療について紹介したい。

近年の歯科衛生士養成教育について

埼玉県立大学保健医療福祉学部健康開発学科口腔保健科学専攻

吉田 隆

私が歯科衛生士養成機関の専任教員として、歯科衛生士養成に携わって23年が経過しました。これまでの23年間で、歯科衛生士養成教育は大きな変革を遂げました。

現在、歯科衛生士養成機関は全国に170校以上ありますが、そのほとんどは専修学校です。私に関わりはじめた23年前も専修学校がほとんどでしたが、短期大学が十数校あり、専修学校と同じく2年間の修業年限でした。しかし平成17年4月1日、歯科衛生士学校養成所指定規則の改正があり、修業年限が2年から3年以上に延長されました。さらにカリキュラムも大綱化し、単位制も導入されています。また4年制の歯科衛生士養成大学も誕生し、現在では、専修学校、短期大学、4年制大学と歯科衛生士養成機関の形態は多様化しています。これらのことは、看護師や理学療法士などに代表される他の医療職種と、やっとならぶ養成教育になってきたことを示しています。

ご存じのごとく、日本に歯科衛生士という職種が誕生したのは昭和23年です。理学療法士や作業療法士といった他の医療職種と比較し、70年以上の歴史を有する職種です。しかしながらその一方で、社会の歯科衛生士の認知度は、他の医療職と比較して低い傾向にあるように思います。また歯科衛生士の業務内容に関しても、社会一般ではあまり正確に認識されていないというのが現状です。

歯科衛生士の養成教育においても、他の医療職同様、それまでに習得した知識や技能の総仕上げの要素として臨床・臨床実習が行われます。特に歯科衛生士養成教育における臨床実習は、実際の臨床の現場における診療参加型実習として実施される場面が多々あります。このことは換言すれば、その対象となる患者様の協力が必要不可欠になります。そのためにも、患者様に歯科衛生士という医療職種とその養成教育の現状について理解していただくことは、大変重要な要素となります。

ところで、まだ免許を所有していない学生が、臨床実習で患者様に対して診療参加型実習、特に患者様に直接対面行為を行うということは、法律上の違法性の阻却が必要になります。このことから医学科や歯学科の学生に対しては、コアカリキュラムや2つの共用試験 CBT (Computer Based Testing)、OSCE (Objective Structured Clinical Examination: 客観的臨床能力試験) といった項目を課すことで、一定の教育のレベル保証を行い、患者様に対して臨床実習協力の理解を求めています。しかしながら歯科衛生士養成教育では、前述のごとく専修学校、短期大学、4年制大学と多様な形態の養成機関が存在するため、医学科や歯学科の学生と同様な措置をとることが困難で、医学科や歯学科の学生とは異なり患者様の理解が得にくいという課題が残っています。

本講演に参加される歯科衛生士会員の皆様の中には、それぞれの職場で歯科衛生士学生の指導にあられる方も多いかと思います。本講演では、歯科衛生士教育の現状と課題について、特に歯科保存学領域を中心にお話ししようと思っています。

ご参加の歯科衛生士会員の皆様方におかれましては、近年の歯科衛生士養成教育の現状と課題についてご理解をいただき、後輩となる歯科衛生士学生の養成にご協力をいただければと存じます。

根管の状態に応じた歯内治療 —根尖周囲組織への刺激や侵襲を臨床的にいかに防ぐか—

九州大学大学院歯学研究院 総合診療歯科学分野

和田尚久

歯内治療は、一般歯科において日常的に行われているが、抜髄処置・感染根管処置ともにその成功率は約75%という報告がなされていることから、決して予知性の高い治療とはいえないのが現状である。これは、根管の解剖学的形態、治療器具の形状やサイズ、薬剤の効果などの制約があるため、多くの歯科治療の基本である「視る（観察）」「触る（器具操作）」「填ぐ（充填操作）」が困難な条件下で、制限を受けながら治療を進めていかなければならないことに理由がある。近年は、これらを可能なかぎり克服する歯科用マイクロスコープ、CBCTやこれらに付随する新たな歯内治療器具・材料および治療法が臨床の場に普及しており、私もこれらの有用性を享受しながら歯内治療を行っている。

根管はご存じのとおり複雑な形態を呈するため、根管清掃と根管形態付与を目的とした根管形成を行い、根管充填に繋げていく。根管形成後は、ある程度規格化された根管形態となるわけではあるが、限界があり、根尖部の開大や破壊、根管壁のアンダーカットやイスマス・フィン形態等の残存を避けることは困難であるといえる。歯内治療における「填ぐ（充填操作）」ステップである根管充填に関して、従来より広く使用されている酸化亜鉛ユージノール系根管用シーラーを用いた側方加圧根管充填法に加えて、いくつかの方法や根管充填材料が提案されている。

垂直加圧根管充填法の一つである Continuous wave of condensation technique (CWCT) は、アンダーカットの多い根管形態など、ほとんどの根管形態に適応可能とされている。また、近年、登場したバイオセラミックスを配合した根管用シーラーは、その優れた生体親和性および封鎖性から、有効性が期待されている。加えて、根管充填用材料には属さないが、Mineral trioxide aggregate (MTA) も同様の特徴を有することから、根尖部が開大した根管の根尖部封鎖や歯根切除時の逆根管充填において良好な成績をおさめている。

本セミナーでは、私が日常行っている歯内治療症例を提示しながら、歯内治療に関する研究報告をご紹介します。現在行っている歯内治療法、特に根管充填法にフォーカスし、使用治療器具・材料の可能性および課題を整理させていただくとともに、皆さんと、根管の状態に応じたより良い歯内治療について考えてみたい。

口腔ケアのモチベーションと質を高める —電動歯ブラシ「オーラル B iO」の勧め—

株式会社松風
首藤 悠

人生 100 年時代を迎えようとしている昨今、「健康寿命の延伸」「QOL の向上」といったワードを目や耳にする機会が増えました。口腔においては、全身疾患との関係性が注目されるようになり、広く一般の方々にも「口腔の健康」への関心が高まってきています。それに伴い、予防歯科の考え方が少しずつ認知されるようになってきました。

しかし、現状をみてみると、成人においては進行した歯周病を有する人の割合に改善がみられないこと、高齢者においてはう蝕・歯周病に加えて口腔機能低下症や口腔カンジダ症が増加傾向にあることなど、問題は残されているようです。このような状況のなか、口腔ケアの重要性は以前にも増して高まってきていると考えられます。

患者さんの口腔ケアへのモチベーションや質の向上を図るべく、ブラッシング指導に取り組んではいるものの、なかなか結果が出ない、というご経験がある方は多いかと思えます。その背景には、高齢化による要介護者の増加、共働きの子育て世帯の増加など、自宅でのブラッシングにかけられる人手や時間が少なくなっていることも、原因の一つにあるのではないのでしょうか。

ブラッシングには、一般的に手用歯ブラシが使用されていますが、近年数多くの電動歯ブラシが市販されており、電動歯ブラシの普及率は上昇しています。

2020 年 11 月に BRAUN 「オーラル B iO」が上市されました。BRAUN 従来シリーズのロータリー駆動から、リニアモーターカーと同じ磁気駆動を電動歯ブラシに応用した「リニアマグネティックシステム」を採用し、静かで安定した振動により、快適性が大幅に向上しました。また磁気によるエネルギーと遠心力によりブラシ 1 本 1 本に微振動を引き起こすことで、プラーク除去力も大きく向上しています。これら新機能により、オーラル B 独自の丸型ブラシの特徴が最大限に活かされ、スピーディーかつ快適、効果の高いブラッシングを提供できるようになりました。加えて適正なブラッシング圧を視覚で教えてくれる機能や、AI を活用したブラッシングガイドなどユーザーフレンドリーな機能も搭載されており、電動歯ブラシ未経験者にも扱いやすい製品になっています。

本セミナーでは、「オーラル B iO」の機能や特徴に加えて、電動歯ブラシを導入することの利点をご紹介させていただきます。また、当社の口腔ケア製品群「メルサーージュ」ブランドについても併せてご紹介させていただきます。

水酸化カルシウム製剤を用いた根管貼薬を再考する

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 歯髄生物学分野

興地隆史

歯内療法の主要な目標は根管内細菌の排除であり、一連の根管処置のすべてのステップが抗感染ストラテジーとしての意義を有している。近年では、CBCT、顕微鏡、NiTi製ロータリーファイルなどの普及、あるいは根管洗浄の重要性に対する認識の向上とともに、機械的・化学的根管形成の意義がますます強調される傾向にある。その一方で、一連の抗感染ストラテジーにおける根管貼薬の役割は看過されてはいないであろうか。

機械的・化学的根管形成が根管内細菌の完全排除を必ずしも導かないことは、多くの臨床研究で示されている。したがって、根管の無菌化を図るうえでの根管貼薬剤の第一義的役割として、機械的・化学的根管形成の限界の補完が挙げられる。仮封材の微小漏洩により新たに侵入した細菌に対する、バリアとしての意義も見逃せない。すなわち、根管形成後に残存もしくは侵入した細菌に必要な殺菌作用を根管貼薬剤に期待するとの考えが、現在では主流となっている。水酸化カルシウムは、このような概念に最も合致した薬剤として、グローバルスタンダードの地位を獲得している。その殺菌作用は強アルカリ性を主要な機序としており、生体刺激性が少なく作用が長期間持続することが、他の根管消毒剤にみられない特徴である。有機質溶解、細菌内毒素不活化などの性質も備えている。

一方、水酸化カルシウムの効果に限界があることも念頭におくべきである。*Enterococcus faecalis*などのアルカリ耐性菌の存在、側枝・根尖分岐などの薬効が及びにくい構造の存在、象牙質の緩衝能による殺菌作用の減弱など、本剤による無菌化獲得に負の影響を及ぼすさまざまな因子が根管内に存在している。このような水酸化カルシウムの限界を踏まえつつ、その利点を最大限に活用することが求められる。

臨床現場における水酸化カルシウム根管貼薬の問題点として、貼薬時の操作性が挙げられる。すなわち、作業長まで均一に水酸化カルシウム製剤を充填することがしばしば推奨されるが、貼薬時に緊密度や到達度をコントロールすることは容易とはいえない。また水酸化カルシウム製剤の除去性も十分といえず、入念な根管洗浄後も根管壁に貼薬剤の付着・残存がみられることが経験される。さまざまなプレミックスタイプの製品が市販されているが、これらをその特徴に合わせて使いこなすことが、水酸化カルシウム根管貼薬のメリットを存分に活かすための要点の一つといっても過言でない。

本セミナーでは以上を踏まえ、水酸化カルシウム根管貼薬についてのエビデンスや最新の情報を提示しながら、日々の臨床における有効な応用について再考したい。

手用ニッケルチタンファイル「HandFlex」 —ステンレススチールファイルとエンジン用ニッケルチタンファイルの 間に位置する新しい根管形成オプション—

北海道大学大学院歯学研究院 口腔健康科学分野 歯科保存学教室

友清 淳

根管治療の目的は、歯髄ならびに象牙質へと感染した口腔内細菌を可能なかぎり除去し、それらに起因する歯髄組織および根尖周囲組織の炎症を抑えることで、患者の不快症状を取り除くことである。根管治療においては、主に根管拡大ならびに根管洗浄を行うことで感染細菌数の減少が図られるが、根管の複雑な形態、象牙質添加による根管の狭窄化、歯髄の石灰化変性等により、感染細菌の除去が妨げられることがある。そうしたなか、ニッケルチタンファイル、CBCT、そしてマイクロスコプの登場は根管治療に大きな変革をもたらした。

ニッケルチタンファイルは、1988年に根管形成への応用が報告され、その優れた超弾性特性から、ステンレススチールファイルと比較して、本来の根管に沿った形で根管を拡大できることや、zip等の偶発症が生じる可能性を低くできるなどの特徴を示す。その一方で、ステンレススチールファイルよりも切削効率が低いこと、破断する前に応力の変化がほとんどないため破断の予測が困難である等の欠点を有する。こうした背景から、ニッケルチタンファイルの利点を生かしながら欠点を補う目的で、多種多様なニッケルチタンファイルが開発されるとともに、さまざまな形成法が提唱されることとなった。

ニッケルチタンファイルの切削効率の向上を目的として、ロータリーモーションやレシプロケーション等のさまざまな駆動方式を示す機械切削装置（エンジン）が使用されている。しかしながら、エンジンを使用した場合には術者がニッケルチタンファイルの根管壁への食い込みを感知することが困難となるほか、意図しないファイルの根尖方向への引き込みであるスクリーニングが生じることがある。これらが原因となり、ねじれ疲労によるニッケルチタンファイル破折の危険性が高まると考えられている。もちろん、経験値の上昇とともに根管壁へのファイル食い込みやスクリーニングの頻度は減少することが予想されるが、経験値が少ない状態でのエンジンおよびニッケルチタンファイルを用いた根管拡大は、いささかハードルが高いと感じるのも事実である。

2021年9月に発売されたHandFlexは、MicroMega社とColtene Japan社の開発チームによって作り出された、日本発の手用のニッケルチタンファイルである。手用であることから、ステンレススチールファイルと同様にファイルの根管壁への食い込みを感知することができるほか、回転運動を手指にて制御できるためスクリーニングが生じることもない。また、HandFlexのニッケルチタン合金には、高い破折抵抗値と柔軟性を示すことが報告されている熱処理ニッケルチタン合金のC.Wireが用いられているほか、断面はトリプルヘリックス形態となっており、ファイルに加わる応力がバランスよくなるよう設計されている。さらに先端部はnon-active形態となっており、レジンやトランスポーター等々の偶発症が生じにくくなるよう工夫されている。このような利点を有するHandFlexは、これからニッケルチタンファイルの使用を検討している先生方や、ニッケルチタンファイルを使用して間もない先生方に適したファイルではないかと考えている。こうした背景から、本ランチョンセミナーにおいてはHandFlexの特徴を示し、その使用法や臨床例に加え、教育への応用について解説させていただく。

またColtene社より発売されているGuttaFlow 2は、シリコン系の根管充填シーラーであり、直径30 μ m以下のガッタパーチャ粒子とシリコンの一種であるジメチルポリシロキサンを主成分とする。このGuttaFlow 2が根尖周囲組織の治癒に及ぼす影響について考察するため、われわれがヒト歯根膜幹細胞株を使用し研究を行った結果についても解説させていただく。

歯周外科における炭酸アパタイト製人工骨サイトランス[®] グラニューールの使用

東京歯科大学歯周病学講座

齋藤 淳

医療法人社団明佳会有楽町デンタルオフィス

片山明彦

病気や事故により失われた骨の再建術においては、安全面・治療効果の面から自家骨移植が優先選択されてきた。一方で、自家骨移植は、自家骨を採取する部位に侵襲が加わるなど課題も多く、近年ではこれに替わる機能性の高い人工骨の開発が望まれていた。人工骨には、他家骨・異種骨・合成骨の3種類がある。他家骨・異種骨は生物由来原料であるため安全性への懸念が課題とされ、合成骨は安全性を確保しやすい反面、治療効果の面で課題があるとされてきた。

ヒトの歯や骨の無機成分は、ハイドロキシアパタイトのリン酸基の一部が炭酸基に置換された炭酸アパタイトである¹⁾。九州大学の石川らはこれまで確立されていなかった顆粒状の炭酸アパタイトの合成方法について、溶解析出反応による組成変換を行うことで完全人工合成する方法を世界で初めて見いだした²⁾。

株式会社ジーシーは前述の成果を基に実用化研究に着手し、独立行政法人医薬品医療機器総合機構（PMDA）の公的相談制度を用いて得た助言の下に実施した非臨床試験、および国立大学法人徳島大学病院、国立大学法人東京医科歯科大学歯学部附属病院、国立大学法人九州大学病院で行われた多施設共同臨床試験（治験）において、炭酸アパタイト顆粒の医療機器としての有効性および安全性を実証するにいたった^{3,4)}。これら実用化研究の結果、2018年に歯科領域では国内初となる歯科用インプラントの周囲を含む歯周外科・口腔外科領域で使用が可能な人工骨として、炭酸アパタイト顆粒製品（サイトランス[®] グラニューール）が薬事承認された。

本セミナーでは骨補填材としての炭酸アパタイトの特性や既存の骨補填材との違いを総括するとともに、歯周外科領域での炭酸アパタイト製人工骨の使用事例^{5,6)}を基に臨床使用上のポイントなどを解説する。

文献

- 1) LeGeros RZ. Calcium phosphates in oral biology and medicine. Monographs in Oral Sciences. Vol15, Karger : Basel, 1991.
- 2) Ishikawa K, Matsuya S, Lin X, Lei Z, Yuasa T, Miyamoto Y. Fabrication of low crystalline B-type carbonate apatite block from low crystalline calcite block. J Ceram Soc Jpn 2010 ; 118 : 341-344.
- 3) Kudoh K, Fukuda N, Kasugai S, Tachikawa N, Koyano K, Matsushita Y, Ogino Y, Ishikawa K, Miyamoto Y. Maxillary sinus floor augmentation using low-crystalline carbonate apatite granules with simultaneous implant installation : First-in-human clinical trial. J Oral Maxillofac Surg 2019 ; 77 : 985.e1-985.e11.
- 4) Nakagawa T, Kudoh K, Fukuda N, Kasugai S, Tachikawa N, Koyano K, Matsushita Y, Sasaki M, Ishikawa K, Miyamoto Y. Application of low-crystalline carbonate apatite granules in 2-stage sinus floor augmentation : a prospective clinical trial and histomorphometric evaluation. J Periodontal Implant Sci 2019 ; 49 : 382-396.
- 5) Kitamura M, Yamashita M, Miki K, Ikegami K, Takedachi M, Kashiwagi Y, Nozaki T, Yamanaka K, Masuda H, Ishihara Y, Murakami S. An exploratory clinical trial to evaluate the safety and efficacy of combination therapy of REGROTH[®] and Cytrans[®] granules for severe periodontitis with intrabony defects. Regen Ther 2022 ; 21 : 104-113.
- 6) Murakami T, Imamura K, Watanabe-Egawa N, Tomita S, Saito A. Surgical periodontal therapy using recombinant human fibroblast growth factor-2 in combination with carbonate apatite granules for stage III grade B periodontitis : A case report with 1-year follow-up. Bull Tokyo Dent Coll 2022 ; 63 : 145-153.