

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会
2023年度春季学術大会（第158回）
プログラムおよび講演抄録集

Program and Abstracts
The 158th Meeting of the Japanese Society of Conservative Dentistry
June 22-23, 2023, Matsue

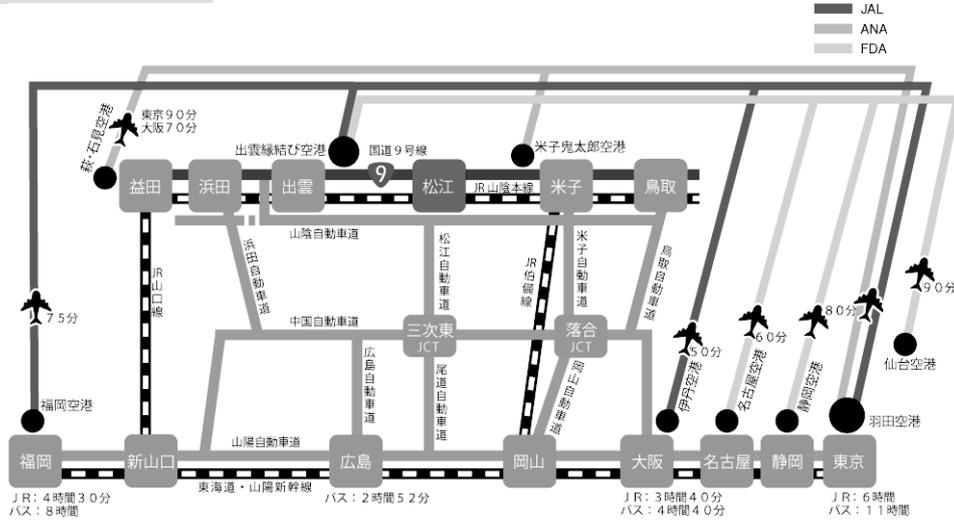
会期：2023年6月22日（木），23日（金）
松江市 くにびきメッセ（島根県立産業交流会館）
大会テーマ：歯科保存のネクストステージ



■会場へのご案内■

交通のご案内

飛行機・JRをご利用の方



出雲縁結び空港から



空港連絡バス
約30分



路線バス 約3分
徒歩 約7分



米子鬼太郎空港から



空港連絡バス
約45分



路線バス 約3分
徒歩 約7分



会場周辺 MAP



特定非営利活動法人 日本歯科保存学会
2023 年度 春季学術大会 (第 158 回)
プログラムおよび講演抄録集
Program and Abstracts, The 158th Meeting
of the Japanese Society of Conservative Dentistry
June 22-23, 2023, Matsue

会 期： 2023 年 6 月 22 日 (木) 9:00~18:00
6 月 23 日 (金) 9:00~15:30

会 場： くにびきメッセ (島根県立産業交流会館)
〒690-0826 島根県松江市学園南 1 丁目 2 番 1 号
TEL: 0852-24-1111

大会長： 古澤成博 教授
(東京歯科大学歯内療法学講座)

日本歯科保存学会 HP: <http://www.hozon.or.jp>

学術大会 HP: <https://shikahozon.jp/158>

A 会場： 1F 大展示場 1/3

B 会場： 1F 多目的ホール

C 会場： 1F 小ホール

D 会場： 3F 国際会議場

ポスター・企業展示会場： 1F 大展示場 2/3

学術大会に参加される方へ、お知らせとお願い

1. 参加登録

受付は6月22日、23日ともに8:30から1Fロビーの学術大会総合受付にて行います。事前登録がお済みの方は、事前に送付した参加証をご持参のうえ、コンgresバッグ引換コーナーまでお立ち寄りください。資料等をお渡しいたします。当日登録の方は、受付に用意されている当日参加登録用紙に必要事項をご記入のうえ、当日受付にて登録を行ってください（当日登録料：12,000円）。

2023年5月10日（水）までに参加費入金の確認ができなかった皆様は、当日登録扱いとさせていただきます。開催当日に「当日参加登録受付」にて当日登録料（12,000円）をお支払いのうえ、学会にご参加いただきますよう何卒よろしくお願いいたします。

2. 抄録集・プログラムについて

抄録集はPDF形式での公開となりますので配布はございません。

プログラムは、当日参加者には会場にて配布、Web参加者には郵送します。

3. ランチョンセミナー

ランチョンセミナーの参加申込につきましては、ランチョンセミナー協賛企業が1F大展示場2/3にて企業展示を行っていますので、各ブースで参加チケットをお受け取りのうえ、ご参加ください。

4. 企業展示会場（1F大展示場2/3）にて各メーカーによる企業展示を行います。

5. クローク

クロークは1F大展示場2/3にご用意いたします。

開設時間は、下記のとおりです。

6月22日（木）8:30～18:30

6月23日（金）8:30～16:00

なお、貴重品・傘はお預かりできませんので、各自で管理をお願いいたします。

また、日にちをまたいでのお荷物のお預かりはできません。

6. 撮影について

発表者の許可なく写真撮影、ビデオ撮影（録画）、録音はできません。雑誌や広報などを目的とした取材に関しては、事前に運営事務局の承諾を得たものに限り許可されます。

詳しくは運営事務局までお問い合わせください。

7. 呼び出しについて

会場内での呼び出しは行いません。緊急の場合は、総合受付へお申し出ください。

8. 携帯電話について

会場内では、必ずマナーモードにしてください。また、その他の電子機器（PC、DVDなど）についても、会場内では音声オフ、ディスプレイの明るさを落としてご使用ください。

9. 駐車場

お車でご来場の方は、会場の有料駐車場をご利用ください。参加者割引等の対応はございませんので、ご了承ください。

10. 感染防止対策について

- ・発熱・味覚障害・体調不良などの症状がある方の現地参加はご遠慮ください。
- ・マスクの着用：個人の判断に委ねることとします。
- ・3密を避けるため、講演会場内での立ち見は禁止です。
- ・消毒薬による手洗い：会場の出入口および会場内に設置した消毒薬を使用してこまめに消毒をお願いします。
- ・会場内で気分が悪くなった場合は直ちにスタッフに申し出てください。

※当日会場内における対策

感染防止対策として以下を実施いたします。

- ・会場内の主要ポイントにて、消毒液の設置を行う。
- ・換気のため講演会場のドアはできるだけ開けておく。
- ・人が列を作ると思われる場所においては、前後のスペースを広くとるよう、誘導する。

11. Web 参加について

本会は現地開催とオンデマンド配信のハイブリッド開催となります。オンデマンド配信は、7月6日(木)より、本大会ホームページ (<http://shikahozon.jp/158>) から Web 視聴サイトにログインのうえ、ご参加ください。詳細につきましては、本大会ホームページをご確認ください。

なお、ログインの際、参加証ならびにメールにてお知らせする参加 ID 等のご入力が必要となります。

発表者へのご案内

1. 口演発表

現地発表と併せて、オンデマンド配信用の動画ファイルの作成をお願いいたします。オンデマンド配信期間中は、Web サイトにおいて参加者限定で公開いたします（全演題）。

1) 現地における口演発表について

- ・発表時間は8分、質疑応答が2分です。円滑な会の進行と討論を実現させるため、発表時間は厳守してください。
- ・ご発表には、液晶プロジェクターを1台のみ使用します。当日使用するパソコンは大会主催者側が用意したものとさせていただきます。
- ・大会主催者側が準備するパソコンのOSはWindows 10、プレゼンテーションソフトはPower Pointです。また、動画や音声の利用については対応できませんのでご注意ください。なお、Macintoshには対応いたしませんのでご注意ください。
- ・Macintoshで発表データを作成した場合は、あらかじめWindowsにて動作確認および文字化け、フォントのズレ等をチェックしたうえでPC受付に提出してください。
- ・提出データのファイル名様式は、【演題番号-発表者の氏名.ppt (pptx)】で統一いたします。
- ・不測の事態に備えて、必ずバックアップデータをお持ちください。
- ・COI（利益相反）のスライドを発表スライドの2枚目に入れてください。
- ・発表に使用するスライド中の図表およびその説明・注釈は英文で表記してください。

当日の流れ

- ・現地発表に使用するファイルは、学会当日にUSBメモリ（またはCD-R）にてご持参ください。当日は、「PC受付」にて、口演開始1時間前（A1～3, B1, 2の方は30分前）までに必ずファイルの確認と修正を終えてください。
PC受付 6月22日（木）8:30～9:50 くにびきメッセ1Fロビー内
- ・オペレーターが1枚目のスライドをスライドショーで表示いたしますので、発表時のスライドの操作はご自身で行ってください。
- ・発表データは、学会終了後に運営事務局が責任をもって消去いたします。

2) オンデマンド配信における口演発表について

- ・発表時間8分以内のMP4ファイルをあらかじめ作成してご提出ください。Web サイトにおいて公開いたします（全演題）。MP4ファイルは会場で口頭発表の際に使用されるパワーポイントを元に作成願います。
- ・発表者顔写真を1枚目のスライドに掲載してください。
- ・COI（利益相反）のスライドを2枚目に入れてください。
- ・発表に使用するスライド中の図表およびその説明・注釈は英文で表記してください。
- ・Web参加された方からの質問をWeb上にて受け付け、発表者に転送いたしますので、質問者への回答をお願いいたします。

2. ポスター発表

- ・ポスターは現地発表用（印刷版）とオンデマンド配信用（PDFファイル）の2種類を作成いただきます。
- ・オンデマンド配信期間中は、Web サイトにおいて参加者限定でオンデマンド配信用データ（PDF版）がポスター発表として公開されます（全演題）。

1) 現地におけるポスター発表について

ポスター発表掲示形式

- ・ポスターパネル（現地発表用）は、掲示可能なスペースが横 120 cm、縦 210 cm で、そのうち最上段の縦 20 cm は演題名等用のスペースとし、本文の示説用スペースは横 120 cm、縦 190 cm とします。
- ・最上段左側の横 20 cm、縦 20 cm は演題番号用スペースで、演題番号は大会主管校が用意します。
- ・最上段右側の横 100 cm、縦 20 cm のスペースに、演題名、所属、発表者名を表示してください。なお演題名の文字は、1文字 4 cm 平方以上の大きさとし、また共同発表の場合、発表代表者の前に○印を付けてください。演題名の英文併記をお願いいたします。
- ・ポスター余白の見やすい位置に、発表代表者が容易にわかるように手札判（縦 105 mm、横 80 mm）程度の大きさの顔写真を掲示してください。
- ・COI（利益相反）の記載をお願いします。
- ・ポスターには図や表を多用し、見やすいように作成してください。3 m の距離からでも明瞭に読めるようにしてください。図表およびその説明・注釈は英文で表記してください。研究目的、材料および方法、成績、考察、結論などを簡潔に記載してください（※症例報告の場合は、緒言、症例、経過、予後、考察、結論）。
- ・ポスター掲示用の押しピンは発表者ご自身で用意してください。
- ・ポスターを見やすくするために、バックに色紙を貼ることは発表者の自由です。

日程

すべてのポスター演題を 2 日間掲示していただきます。

ポスター準備 6月 22 日（木）8：30～9：30

ポスター発表 6月 23 日（金）①12：45～13：15 ②13：20～13：50

①「専門医優秀症例発表賞選考対象演題」「認定医優秀症例発表賞選考対象演題」「奇数番号演題」

②「優秀発表賞選考対象演題」「偶数番号演題」「台湾演題」

ポスター撤去 6月 23 日（金）14：00～14：30

時間内に撤収されない場合は、学術大会事務局にて処分いたします。

2) オンデマンド配信におけるポスター発表について

- ・ご作成いただいたポスターデータ（PDF データ）を事前にお送りいただきます。
- ・COI（利益相反）の記載をお願いします。
- ・お送りいただいた PDF は、オンデマンド配信の Web サイトにおいて、期間中に公開させていただきます。
- ・Web 参加された方からの質問を Web 上にて受け付け、発表者に転送いたしますので、質問者への回答をお願いいたします。

学術大会スケジュール 前日 6月21日(水)

| 時間 | く に び き メ ッ セ | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | 3F 国際会議場 | 4F 401会議室 | 4F 402会議室 | 4F 403会議室 |
| 11:00 | | | | |
| 12:00 | | 11:30~12:30 認定委員会 | 11:30~12:30 医療合理化委員会 | 11:30~12:30 認定歯科衛生士審査委員会 |
| 13:00 | | 12:30~13:30 渉外委員会 | 12:30~13:30 表彰委員会 | 12:30~13:30 学会のあり方委員会 |
| 14:00 | | 13:30~14:30 教育問題委員会 | 13:30~14:30 倫理委員会 | 13:30~14:30 学術委員会 |
| 15:00 | 15:00~17:30 理事会 ※ハイブリッド形式 | | | |
| 16:00 | | | | |
| 17:00 | | | | |
| | 17:30~18:00 日本歯科医学会会長との懇談会 ※ハイブリッド形式 | | | |
| 19:00~21:00 理事懇親会 松江エクセルホテル東急 | | | | |

※理事会・日本歯科医学会会長との懇談会のみハイブリッド形式で開催します。委員会は会場開催のみです。

学術大会スケジュール 第1日目 6月22日(木)

| 時間 | 総合受付 (1F ロビー) | A会場 (1F 大展示場1/3) | B会場 (1F 多目的ホール) | C会場 (1F 小ホール) | D会場 (3F 国際会議場) | ポスター会場 (1F 大展示場2/3) | 企業展示会場 (1F 大展示場2/3) |
|-------|------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| 8:30 | 受付開始 | | | | | 8:30~9:30 ポスター準備 | |
| 9:00 | | 開会式 A1 A2 A3 | B1 B2 | | | | |
| 10:00 | | A4 A5 A6 | B3 B4 B5 | | | 9:30~17:00 ポスター掲示 | 9:00~17:00 企業展示 |
| | | A7 A8 A9 | B6 B7 B8 | | | | |
| 11:00 | | 11:15~12:15 特別講演 | | | | | |
| 12:00 | | | | | | | |
| | | | 12:30~13:20 ランチョン セミナー1 | 12:30~13:20 ランチョン セミナー2 | 12:30~13:20 ランチョン セミナー3 | | |
| 13:00 | | | | | | | |
| | | 13:30~14:45 評議員会・総会 表彰式 | | | | | |
| 14:00 | | | | | | | |
| 15:00 | | 14:50~16:20 学会主導型 シンポジウム | 14:50~15:50 認定歯科衛生士 教育講演 | | | | |
| 16:00 | | | | | | | |
| | | 16:30~16:50 歯科保存専門医説明会 | | | | | |
| | 受付終了 | 次期学術大会告知 | | | | | |
| 17:00 | | 17:00~18:00 認定研修会 5単位 ※退室時にバーコード カードをスキャンして ください | | | | | |

学術大会スケジュール 第2日目 6月23日(金)

| 時間 | 総合受付 (1F ロビー) | A会場 (1F 大展示場1/3) | B会場 (1F 多目的ホール) | C会場 (1F 小ホール) | D会場 (3F 国際会議場) | ポスター会場 (1F 大展示場2/3) | 企業展示会場 (1F 大展示場2/3) |
|-------|------------------|--|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| 8:30 | 受付開始 | | | | | | |
| 9:00 | | 9:00~10:20 シンポジウム1 | | | | 9:00~12:45 ポスター掲示 | 9:00~15:00 企業展示 |
| 10:00 | | 認定プログラム2単位 ※入室時にバーコード カードをスキャンして ください | | | | | |
| 11:00 | | 10:30~11:30 シンポジウム2 | | | | | |
| 12:00 | | | 11:40~12:40 編集連絡委員会 | 11:40~12:30 ランチョン セミナー4 | 11:40~12:30 ランチョン セミナー5 | | |
| 13:00 | | | | | | 12:45~13:15 ポスター発表① | |
| | | | | | | 13:20~13:50 ポスター発表② | |
| 14:00 | | 14:00~15:20 シンポジウム3 | | | | 14:00~14:30 ポスター撤去 | |
| 15:00 | | 認定プログラム2単位 ※入室時にバーコード カードをスキャンして ください | | | | | |
| | | 閉会式 | | | | | |

特別講演

研修コード【3101】

日時：2023年6月22日（木）11時15分～12時15分

会場：A会場（1F 大展示場1/3）

座長：古澤成博 先生
（日本歯科保存学会 2023 年度春季学術大会大会長，
東京歯科大学歯内療法学講座 教授）

講演名：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？

演者：岡崎勝至 先生
（ニューヨーク大学歯学部 臨床准教授 / 東京歯科大学歯内療法学講座
臨床准教授）

演者略歴

- 1987年 歯学修士 愛知学院大学歯学部
- 1997年 愛知医科大学大学院解剖学科専攻
- 1998年 愛知医科大学大学院解剖学科リサーチフェロー
愛知医科大学大学院解剖学科ティーチングフェロー
- 2002年 医学博士 愛知医科大学大学院解剖学科解剖学
- 2007年 ミネソタ大学（米国）発生・再生科学研究センター歯周病学科免疫・分子生物学
専攻ポスト・ドクトラル・リサーチフェロー
- 2012年 米国歯内療法専門医 ニューヨーク大学（米国）歯学部大学院歯内療法専門医
プログラム
ニューヨーク大学（米国）歯学部臨床准教授
- 2014年 ニューヨーク大学（米国）医学部ランゴーン医療センターデンタルファカルティプラクティス
専門医チーム医療
- 2015年 ニューヨーク大学（米国）アカデミー優秀教育者賞受賞
ニューヨーク大学（米国）歯学部 歯内療法学に関する数々のコース主任・プログラム主任を歴任
（～2021年）
- 2018年 ニューヨーク大学（米国）歯学部研究奨励賞受賞
- 2019年 ニューヨーク大学（米国）歯学部ファカルティー業績優秀表彰
フランシスコマロキン大学（グアテマラ）海外客員教授
- 2021年 東京歯科大学臨床准教授
- 2022年 東北大学歯学研究科非常勤講師



シンポジウム 1

歯周治療のネクストステージー再生療法の最前線ー

認定委員会による認定プログラム（研修単位：2単位）

日時：2023年6月23日（金）9時00分～10時20分

会場：A会場（1F 大展示場 1/3）

座長：中川種昭 先生
（慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室 教授）

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

演者：片山明彦 先生
（医療法人社団明佳会有楽町デンタルオフィス）

演者略歴

- 1999年 東京歯科大学歯学部卒業
慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室入局
- 2001年 東京歯科大学大学院歯学研究科歯周病学専攻
- 2005年 東京歯科大学歯周病学講座助手
- 2007年 慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室講師（非常勤）
神田デンタルクリニック開設
稲毛デンタルクリニック開設
- 2008年 医療法人社団明佳会理事長
- 2012年 東京歯科大学歯周病学講座講師（非常勤）
有楽町デンタルオフィス開設（神田デンタルクリニック移転）
- 2015年 東京歯科大学水道橋病院臨床講師
- 2021年 東京歯科大学水道橋病院臨床准教授



学会等活動

日本歯周病学会（専門医・指導医，評議員），日本臨床歯周病学会（認定医），日本口腔インプラント学会（専門医），European Academy of Esthetic Dentistry（Affiliate），American Academy of Periodontology 会員，5-D JAPAN/5-D FST

第2日目 A会場

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—

演者：森川 暁 先生
(慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室 専任講師)

演者略歴

2003年 明海大学歯学部歯学科卒業
2005年 慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室研修医修了
2009年 慶應義塾大学大学院医学研究科博士課程修了 博士(医学)
独立行政法人国立病院機構栃木病院(栃木医療センター) 歯科口腔外科
2010年 慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室助教
2017年 慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室専任講師
2019年 Stanford University School of Medicine, Institute for Stem Cell Biology and Regenerative Medicine 客員研究員
2023年 東京歯科大学微生物学講座非常勤講師



学会等活動

日本歯周病学会(専門医, 評議員), 日本口腔科学会(認定医), 日本再生医療学会(認定医, 代議員), 日本口腔外科学会, 日本口腔インプラント学会, 日本顎顔面インプラント学会, 日本炎症・再生医学会

会場参加の方へ

認定医・専門医の申請または更新のための研修参加記録(単位)を希望される方は, 講演開始前(入室時)に, ご持参いただいたバーコードカード(研修単位管理システム)をスキャンして参加を記録してください。

オンライン参加の方へ

動画を最後まで視聴いただくと, 画面上に修了証を発行するアイコンが表示されます。受講者ご自身でプリントアウトしていただき, 認定医・専門医の新規申請・更新の手続きにご利用ください。

シンポジウム 2 非歯原性疼痛治療の最前線

日時：2023年6月23日（金）10時30分～11時30分

会場：A会場（1F 大展示場 1/3）

座長：前田英史 先生

（九州大学大学院歯学研究院 口腔機能修復学講座 歯科保存学研究分野 教授）

講演 1：非歯原性歯痛への対応

ー病態の概要と診断のポイントー

演者：福田謙一 先生

（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 教授）

演者略歴

- 1990年 東京歯科大学卒業
東京歯科大学歯科麻酔学講座助手
- 1994年 東京大学医学部麻酔科医員（国内留学～1995年）
- 1997年 アメリカ合衆国 UCLA Harbor Medical Center 麻酔科客員研究員
（海外留学～1998年）
- 2004年 東京歯科大学水道橋病院歯科麻酔科/口腔顔面痛みセンター科長
- 2006年 東京歯科大学口腔健康臨床科学講座歯科麻酔学分野准教授
- 2015年 東京歯科大学口腔健康科学講座/障害者歯科・口腔顔面痛研究室教授
（東京歯科大学水道橋病院スペシャルニーズ歯科・ペインクリニック科科長）



学会等活動

日本口腔顔面痛学会（理事，専門医・指導医），日本障害者歯科学会（代議員，指導医），日本歯科麻酔学会（代議員，専門医），日本神経精神薬理学会（評議員）

第2日目 A会場

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—

演者：坂本英治 先生
(九州大学病院顎顔面口腔外科 講師)

演者略歴

1995年 九州歯科大学歯学部歯学科卒業
歯科医師免許取得 九州歯科大学附属病院研修歯科医師（～1996年4月）
1996年 米国カリフォルニア大学サンディエゴ校医学部研究員（麻酔科学～1997年6月）
1997年 九州歯科大学助手（歯学部）
2007年 防衛大学校助教（医学部）
2011年 九州大学病院講師（歯科麻酔科）
2021年 九州大学病院講師（顎顔面口腔外科）



学会等活動

日本口腔顔面痛学会（理事，専門医・指導医），日本頭痛学会（専門医），日本運動器疼痛学会（代議員），日本歯科麻酔学会（代議員，専門医・認定医）

シンポジウム 3

研修コード【2501】

う蝕治療のネクストステージーう蝕治療の最前線ー

認定委員会による認定プログラム（研修単位：2単位）

日時：2023年6月23日（金）14時00分～15時20分

会場：A会場（1F 大展示場 1/3）

座長：武市 収 先生
（日本大学歯学部保存学教室歯内療法学講座 主任教授）

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

演者：松崎英津子 先生
（福岡歯科大学口腔治療学講座歯科保存学分野 教授/口腔医学研究センター/医科歯科総合病院健診センター）

演者略歴

2000年 長崎大学歯学部卒業
2006年 九州大学大学院歯学府博士課程修了
九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座助手
2007年 九州大学病院口腔機能修復科助教
2014年 福岡歯科大学口腔治療学講座講師
2020年 福岡歯科大学口腔治療学講座准教授
2022年 福岡歯科大学口腔治療学講座教授



学会等活動

日本歯科保存学会（理事，医療合理化委員会内設置う蝕治療ガイドライン作成小委員会委員長），日本歯内療学会（ガイドライン委員会委員），日本歯周病学会（専門医），日本薬理学会（評議員，薬理学エディター），日本歯科医学教育学会，他

第2日目 A会場

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—

演者：高橋雄介 先生（大阪大学大学院歯学研究科 歯科保存学講座 講師）

演者略歴

- 1998年 大阪大学歯学部卒業
- 2002年 大阪大学大学院歯学研究科歯学臨床系専攻博士課程修了
大阪大学歯学部附属病院医員（保存科）
- 2005年 大阪大学大学院歯学研究科特任研究員（歯科保存学教室）
- 2006年 大阪大学大学院歯学研究科助手（歯科保存学教室）
- 2009年 英国・バーミンガム大学歯学部研究員（Anthony Smith 教授, Paul Cooper 教授）
- 2010年 大阪大学大学院歯学研究科助教（歯科保存学教室）
- 2015年 大阪大学歯学部附属病院講師（保存科）



学会等活動

日本歯科保存学会（評議員，専門医・指導医），日本歯内療法学会，日本レーザー歯学会，International Association for Dental Research（Pulp Biology and Regeneration Group），Scientific Reports Editorial Board Member，Frontiers Dental Medicine Associate Editor（Endodontics Section）

講演3：歯髄を視る！診る！観る！ —歯髄保存のために—

演者：村松 敬 先生（東京歯科大学保存修復学講座 教授）

演者略歴

- 1991年 東京歯科大学卒業
- 1995年 東京歯科大学大学院歯学研究科修了 博士（歯学）
東京歯科大学病理学講座助手
- 1998年 東京歯科大学病理学講座講師
- 1999年 Harvard School of Dental Medicine, Department of Oral Medicine & Diagnostic Sciences, Research fellow
- 2011年 鶴見大学歯学部病理学講座准教授
- 2013年 東京歯科大学歯科保存学講座教授
- 2017年 東京歯科大学保存修復学講座主任教授



学会等活動

日本歯科保存学会（常任理事，専門医・指導医），日本臨床口腔病理学会（評議員，専門医・指導医），国際歯科研究学会（IADR），日本歯内療法学会，歯科基礎医学会

会場参加の方へ

認定医・専門医の申請または更新のための研修参加記録（単位）を希望される方は，講演開始前（入室時）に，ご持参いただいたバーコードカード（研修単位管理システム）をスキャンして参加を記録してください。

オンライン参加の方へ

動画を最後まで視聴いただくと，画面上に修了証を発行するアイコンが表示されます。受講者ご自身でプリントアウトしていただき，認定医・専門医の新規申請・更新の手続きにご利用ください。

学会主導型シンポジウム 革新的歯科医療技術開発戦略と実用化支援

日時：2023年6月22日（木）14時50分～16時20分

会場：A会場（1F 大展示場 1/3）

座長：齋藤隆史 先生
（北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系う蝕制御治療学分野 教授）

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

演者：飛田護邦 先生
（順天堂大学革新的医療技術開発研究センター 先任准教授）

演者略歴

- 1999年 日本大学松戸歯学部卒業
海上自衛隊幹部候補生学校/自衛隊横須賀病院歯科診療部研修医
- 2000年 防衛医科大学校病院歯科口腔外科・麻酔科研修医
- 2001年 自衛隊舞鶴病院歯科診療部
- 2003年 海上自衛隊横須賀衛生隊第2衛生科歯科係長
- 2006年 日本医科大学形成外科（国内留学）
- 2008年 防衛省海上幕僚監部衛生企画室総括
- 2010年 自衛隊横須賀病院歯科診療部第3歯科長
- 2012年 順天堂大学医学部形成外科学講座助教
- 2014年 厚生労働省医政局研究開発振興課再生医療等研究推進室再生医療等対策専門官
- 2016年 独立行政法人医薬品医療機器総合機構再生医療製品等審査部審査専門員（臨床医学担当）
- 2017年 順天堂大学革新的医療技術開発研究センター准教授
- 2018年 順天堂大学革新的医療技術開発研究センターレギュラトリーサイエンス・研究倫理研究室室長（～現在）
- 2020年 順天堂大学革新的医療技術開発研究センター先任准教授（～現在）
- 2021年 順天堂大学医学部附属順天堂医院臨床研究・治験センター副センター長（～現在）



学会等活動

日本再生医療学会（幹事，代議員，認定医），日本再生歯科医学会（評議員，指導医・認定医），
レギュラトリーサイエンス学会，日本歯周病学会，日本口腔外科学会，ISSCR，DIA

第1日目 A会場

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

演者：友安弓子 先生

(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 課長)

演者略歴

2010年 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科修了
2012年 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科助教
2015年 国立研究開発法人日本医療研究開発機構臨床研究・治験基盤事業部臨床研究課主幹
2018年 国立研究開発法人日本医療研究開発機構事業統括室主幹
2020年 国立研究開発法人日本医療研究開発機構研究開発統括推進室事業運営調整課課長代理
2022年 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長



学会等活動

日本歯科麻酔学会（認定医）、日本障害者歯科学会（認定医）、平成26年度（前期）心身障害児（者）全身麻酔下歯科治療事業へ派遣

講演3：歯科医療機器・材料の開発支援に望むこと

演者：谷城博幸 先生

(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 教授)

演者略歴

1995年 東京電機大学理工学部応用電子工学科卒業
1997年 東京電機大学大学院理工学研究科修士課程応用電子工学専攻修了
2000年 東京電機大学大学院理工学研究科博士後期課程応用システム工学専攻単位取得満期退学
東京電機大学理工学部電子情報工学科助手
2005年 (独)医薬品医療機器総合機構安全部主査
博士(工学)(東京電機大学)
2011年 (独)医薬品医療機器総合機構医療機器審査第二部審査役代理(整形分野)
2012年 厚生労働省医薬食品局審査管理課医療機器審査管理室医療機器審査調整官
2016年 (独)医薬品医療機器総合機構医療機器審査第二部審査役(眼科・耳鼻咽喉科, 歯科・整形分野)
2021年 (独)医薬品医療機器総合機構国際業務調整役
2022年 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教授



学会等活動

日本口腔インプラント学会(医療安全管理委員会副委員長)、日本生体医工学会、ライフサポート学会、厚生労働省・プログラム医療機器の特性を踏まえた薬事承認制度の運用改善検討事業に基づく「SaMDの承認審査運用改善検討班」委員、厚生労働省・セラミック製の歯科用インプラント材に係る評価指標作成事業委員会委員、等

認定研修会

研修コード【2504】

認定委員会による認定研修会（研修単位：5単位）

日時：2023年6月22日（木）17時00分～18時00分

会場：A会場（1F 大展示場 1/3）

座長：北村知昭 先生
（九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野 教授）

講演名：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

演者：佐藤 聡 先生
（日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座 教授）

演者略歴

- 1987年 日本歯科大学新潟歯学部卒業
- 1991年 日本歯科大学大学院歯学研究科博士課程修了
日本歯科大学歯学部歯周病学教室助手
- 1993年 日本歯科大学歯学部歯周病学教室講師
- 2003年 日本歯科大学歯学部歯周病学講座助教授
- 2005年 日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座教授



会場参加の方へ

認定医・専門医の申請または更新のための研修参加記録（単位）を希望される方は、講演開始から終了まで受講する必要があります。研修会終了後に、ご持参いただいたバーコードカード（研修単位管理システム）をスキャンして参加を記録してください。

オンライン参加の方へ

動画を最後まで視聴いただくと、画面上に修了証を発行するアイコンが表示されます。受講者ご自身でプリントアウトしていただき、認定医・専門医の新規申請・更新の手続きにご利用ください。

認定歯科衛生士教育講演

研修コード【2199】

認定歯科衛生士審査委員会による認定研修プログラム（研修単位：4単位）
※日本歯科衛生士会 認定更新生涯研修指定プログラム

日 時：2023年6月22日（木）14時50分～15時50分

会 場：B会場（1F 多目的ホール）

座 長：湯本浩通 先生
（徳島大学大学院医歯薬学研究部 歯周歯内治療学分野 教授）

講演名：近年の歯科衛生士養成教育について

演 者：吉田 隆 先生
（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 教授）

演者略歴

1990年 東京歯科大学大学院歯学研究科歯科保存学専攻修了 歯学博士
東京歯科大学助手（歯科保存学第一講座）
2000年 東京歯科大学講師（歯科保存学第一講座）
埼玉県立大学短期大学部講師（歯科衛生学科）
2005年 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助教授（准教授）
2011年 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教授



学会等活動

日本歯科保存学会（評議員，学術用語委員会（幹事）），日本歯科医学教育学会（代議員），日本歯科衛生教育学会（評議員），全国大学歯科衛生士教育協議会（元会長，理事，編集委員会委員長）

会場参加の方へ

講演終了後に受講票をお配りしますので，認定歯科衛生士の新規申請・更新の手続きにご利用ください。

オンライン参加の方へ

動画を最後まで視聴いただくと，画面上に修了証を発行するアイコンが表示されます。受講者ご自身でプリントアウトしていただき，認定歯科衛生士の新規申請・更新の手続きにご利用ください。

ランチオンセミナー 1

日時：2023年6月22日（木）12時30分～13時20分

会場：B会場（1F 多目的ホール）

講演名：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 —

演者：和田尚久 先生
（九州大学大学院歯学研究院 総合診療歯科学分野 教授）

演者略歴

1997年 九州大学歯学部卒業
九州大学歯学部附属病院第二保存科入局
2001年 日本学術振興会特別研究員（DC2）
2002年 九州大学歯学研究科博士課程修了（歯学博士）
2005年 九州大学病院口腔総合診療科助教
2007年 豪州アデレード大学歯学部 Postdoctoral Research Officer（～2010年3月）
2010年 九州大学病院歯内治療科助教
2012年 九州大学病院歯内治療科講師
2015年 九州大学病院口腔総合診療科教授
2021年 九州大学大学院歯学研究院総合診療歯科学分野教授



学会等活動

日本歯科保存学会（指導医・専門医，理事），日本顕微鏡歯科学会（認定指導医，副会長），日本総合歯科学会（指導医・認定医，理事），日本歯科医学教育学会（評議員），日本口腔ケア学会（評議員），日本歯内療法学会，日本老年歯科医学会，日本再生医療学会

（協賛：日本歯科薬品株式会社）

第1日目 C会場

ランチオンセミナー 2

日時：2023年6月22日（木）12時30分～13時20分

会場：C会場（1F 小ホール）

講演名：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 BiO」の勧め—

演者：首藤 悠 先生
（株式会社松風）

演者略歴

2019年 立命館大学経営学部卒業
株式会社松風入社 営業部学術課所属



（協賛：株式会社松風）

ランチオンセミナー 3

日時：2023年6月22日（木）12時30分～13時20分

会場：D会場（3F 国際会議場）

講演名：水酸化カルシウム製剤を用いた根管貼薬を再考する

演者：興地隆史 先生

（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
歯髓生物学分野 教授）

演者略歴

1984年 東京医科歯科大学歯学部卒業
1988年 東京医科歯科大学大学院修了
1994年 イエテポリ大学歯学部客員研究員（～1995年）
2001年 新潟大学歯学部附属病院総合診療部教授
2003年 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野教授
2015年 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髓生物学分野教授



学会等活動

日本歯科保存学会（元理事長，理事，専門医・指導医），日本歯内療法学会（専門医・指導医），
日本外傷歯学会（理事，認定医・指導医），日本顕微鏡歯科学会（理事，認定医・指導医）

（協賛：株式会社ジーシー）

第2日目 C会場

ランチョンセミナー 4

日時：2023年6月23日（金）11時40分～12時30分

会場：C会場（1F 小ホール）

講演名：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—

演者：友清 淳 先生
（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 教授）

演者略歴

2004年 九州大学歯学部卒業
2008年 九州大学大学院口腔機能修復学講座歯内疾患制御学研究分野修了
九州大学病院ダイオキシン診療研究センター助教
2009年 九州大学病院歯内治療科助教
2012年 Colgate Australian Dental Research Centre, Adelaide University, Postdoctoral
Researcher（～2014年8月）
2014年 九州大学病院歯内治療科助教
2016年 九州大学病院歯内治療科講師
2022年 九州大学大学院歯学研究院 Dent-craniofacial Development and Regeneration（DDR）センター兼務
九州大学病院歯内治療科診療准教授
2023年 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教授



学会等活動

日本歯科保存学会，日本歯内療法学会，日本接着歯学会，日本歯科理工学会，International Association for Dental Research，国際歯科研究学会日本部会，日本老年歯科医学会，日本再生医療学会，日本スポーツ歯科医学会，日本歯科医学教育学会，象牙質歯髄治療学会

（協賛：コルテンジャパン合同会社）

ランチョンセミナー5

日時：2023年6月23日（金）11時40分～12時30分

会場：D会場（3F 国際会議場）

講演名：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

演者1：齋藤 淳 先生
（東京歯科大学歯周病学講座 教授）

演者略歴

1993年 東京歯科大学大学院歯学研究科修了 博士（歯学）
1994年 米国 State University of New York at Buffalo, Department of Oral Biology 客員研究員
1998年 東京歯科大学歯科保存学第二講座（現 歯周病学講座）講師
1999年 齋藤歯科（仙台市青葉区）副院長
東京歯科大学歯科保存学第二講座講師（非常勤）
2003年 宮城県歯科医師会立宮城高等歯科衛生士学院教務部長
2007年 東京歯科大学口腔健康臨床科学講座講師（水道橋病院総合歯科）
2011年 東京歯科大学歯周病学講座教授，講座主任
2021年 東京歯科大学大学院歯学研究科長



学会等活動

日本歯周病学会（常任理事，専門医・指導医），日本歯科保存学会（理事，専門医・指導医），米国歯周病学会（AAP, International Member），国際歯科研究学会（IADR），国際歯科研究学会日本部会（JADR, 評議員），日本摂食嚥下リハビリテーション学会（評議員，認定士），日本歯科医学会（評議員，歯科医療協議会委員），日本歯科医学教育学会（代議員），Osteology Foundation (Expert Council), Periodontology 2000 (Editorial Board Member), BMC Oral Health (Associate Editor), 日本歯科医師会雑誌（編集委員）

演者2：片山明彦 先生
（医療法人社団明佳会有楽町デンタルオフィス）

演者略歴

1999年 東京歯科大学歯学部卒業
慶應義塾大学医学部歯科・口腔外科学教室入局
2001年 東京歯科大学大学院歯学研究科歯周病学専攻
2005年 東京歯科大学歯周病学講座助手
2007年 慶應義塾大学医学部歯科口腔外科学教室講師（非常勤）
神田デンタルクリニック開設
稲毛デンタルクリニック開設
2008年 医療法人社団明佳会理事長



第2日目 D会場

- 2012年 東京歯科大学歯周病学講座講師（非常勤）
有楽町デンタルオフィス開設（神田デンタルクリニック移転）
2015年 東京歯科大学水道橋病院臨床講師
2021年 東京歯科大学水道橋病院臨床准教授

学会等活動

日本歯周病学会（専門医・指導医，評議員），日本臨床歯周病学会（認定医），日本口腔インプラント学会（専門医），
European Academy of Esthetic Dentistry（Affiliate），American Academy of Periodontology 会員，5-D JAPAN/5-D FST

（協賛：株式会社ジーシー）

特定非営利活動法人

日本歯科保存学会 2023 年度春季学術大会（第 158 回）一般発表プログラム

演題の読み方：A は A 会場（1F 大展示場 1/3），B は B 会場（1F 多目的ホール），P はポスター発表を示し，次の 1～3 桁は演題番号，下 4 桁は講演開始時刻，（ ）内は分野を示します。

（例）A1-0910.（修復）→ A 会場，演題番号 1 番，午前 9 時 10 分，修復分野

第 1 日目 6 月 22 日（木）A 会場（1F 大展示場 1/3）

9：00～ 9：10 開会の辞……………日本歯科保存学会 2023 年度春季学術大会 大会長 古澤成博
理事長挨拶……………日本歯科保存学会 理事長 林 美加子

9：10～11：00 研究発表

座長：野田 守（岩医大歯）

A1-0910. 新規化学重合型ボンディング材の接着強さと窩洞適合性の評価
（修復）……………○木部航太，畑山貴志，島田康史（医科歯科大院・う蝕制御）

A2-0920. ユニバーサルアドヒーズへの化学重合触媒の添加がレジンセメントおよびコア用レジンの
（修復） 歯質接着性に及ぼす影響

……………○青木良太¹，高見澤俊樹^{1,2}，林 佳奈¹，庄司元音¹，横山宗典¹，
田村友彦¹，宮崎真至^{1,2}，岩崎圭祐^{1,3}，吉田武史^{1,4}

（¹日大歯・保存修復，²日大歯総合歯学研究所・生体工学，³岩崎歯科医院，⁴後藤歯科医院）

A3-0930. リン酸エステル系モノマー含有シランカップリング剤による処理面への光化学的追加処理による接着効果
（修復）……………○河本 芽，奈良陽一郎（日歯大・接着）

座長：二階堂 徹（朝日大歯）

A4-0950. リン酸エステル系モノマー含有処理材がレジンセメントの接着性に及ぼす影響

（修復）……………○石井 亮^{1,2}，青木良太¹，横山宗典¹，田村友彦¹，高見澤俊樹^{1,2}，宮崎真至^{1,2}，若松英輝³，岩崎圭祐⁴

（¹日大歯・保存修復，²日大歯総合歯学研究所・生体工学，³若松歯科医院，⁴岩崎歯科医院）

A5-1000. 各種レジンセメントによる，歯冠象牙質ディスクおよび CAD/CAM コンポジットレジンディスクに
（修復） 対する象牙質微小引張り接着強さ

……………○石原洋樹¹，米倉和秀²，池田正臣³，中島正俊¹，大槻昌幸¹，島田康史¹，保坂啓一²
（¹医科歯科大院・う蝕制御，²徳大院・再生歯科，³医科歯科大院・口腔機能再建工学）

A6-1010. 歯髄圧有無条件下における 4 種接着システムを用いたコンポジットレジン

（修復） 1 級直接修復窩底部象牙質接着に対する質的評価

……………○前野雅彦，森 のり子，奈良陽一郎（日歯大・接着）

座長：奈良陽一郎（日歯大）

A7-1030. S-PRG フィラー溶出液と超音波振動を用いた歯根象牙質脱灰抑制能の検討

（修復）……………○片岡あい子¹，椎谷 亨²，小倉真奈²，向井義晴²

（¹神歯大短大・歯科衛生学科，²神歯大・保存修復）

A8-1040. 探針による触診は白斑エナメル質を破壊するか？

（修復）……………○清水明彦（兵庫医大・歯科口腔外科）

第1日目 A会場

A9-1050. 象牙質に浸透したイオンの局在と MMP 阻害作用との関係性の可視化

(修復)○内藤克昭, 島岡 毅, 神田ひかる, 林 美加子 (阪大院歯・保存)

- 11:15~12:15 特別講演
- 12:30~13:20 ランチョンセミナー1 (B会場にて)
- 12:30~13:20 ランチョンセミナー2 (C会場にて)
- 12:30~13:20 ランチョンセミナー3 (D会場にて)
- 13:30~14:45 評議員会・総会・表彰式
- 14:50~16:20 学会主導型シンポジウム
- 14:50~15:50 認定歯科衛生士教育講演 (B会場にて)
- 16:30~16:50 歯科保存専門医説明会
- 16:50~17:00 次期学術大会告知
- 17:00~18:00 認定研修会

第1日目 6月22日(木) B会場(1F 多目的ホール)

9:20~11:00 研究発表

座長:小方頼昌(日大松戸歯)

- B1-0920. ヒト歯髄幹細胞における HEMA 誘導性細胞応答への TRPA1 の関与
(歯内)○折本 愛, 北村知昭(九歯大・保存)
- B2-0930. マウス歯髄におけるリンパ管の存在および細胞外液排出経路の組織学的観察
(歯内)○田澤建人^{1,2}, 藤村 朗³, 興地隆史¹, 佐々木 元²
(¹医科歯科大院・歯髄生物, ²University of Michigan School of Dentistry, Department of Cariology, Restorative Sciences, and Endodontics, ³岩医大歯・歯科医学教育)

座長:多部田康一(新大院医歯)

- B3-0950. 歯髄再生療法モデルラットを用いた歯根成長段階による治癒形態の比較解析
(歯内)○高原信太郎¹, 大倉直人¹, 吉羽邦彦², 吉羽永子¹, 竹中彰治¹, 枝並直樹¹, 庭野和明¹, 野村由一郎¹
(¹新大院医歯・う蝕, ²新大院医歯・口腔保健)
- B4-1000. miR-582-5p, that targets *Skp1* and suppresses NF- κ B signaling-mediated inflammation, is down-regulated in periodontitis and obesity
(歯周)○Li Rongzhi¹, Tomomi Sano^{1,2}, Takao Fukuda¹, Takanori Shinjo¹, Misaki Iwashita¹, Akiko Yamashita¹, Terukazu Sanui¹, Fusanori Nishimura¹
(¹Department of Periodontology, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University, ²Department of Cell Biology, Aging Science, and Pharmacology, Division of Oral Biological Sciences, Faculty of Dental Science, Kyushu University)
- B5-1010. 機械感受性イオンチャネル Piezo1 はマクロファージの *Porphyromonas gingivalis* に対する自然免疫応答を制御する
(歯周)○熊谷友樹^{1,2,3}, 進藤 智^{3,4}, 中村 心³, 武田克浩¹, 柴 秀樹¹, 河井敬久³
(¹広大院医系科学・歯髄生物, ²日本学術振興会特別研究員 DC2, ³ノバサウスイースタン大歯, ⁴日本学術振興会海外特別研究員)

座長:興地隆史(医科歯科大院)

- B6-1030. プロトンポンプ阻害剤服用時に歯周病原細菌が腸内細菌叢へ及ぼす影響
(歯周)○釜田英幸¹, 平井公人², 池田淳史³, 伊東有希², 井手口英隆², 大森一弘², 高柴正悟²
(¹岡大院医歯薬・歯周病態, ²岡学術研究院医歯薬・歯周病態, ³岡大病院・歯周科)
- B7-1040. iPS 細胞由来歯根膜幹細胞様細胞の分化誘導における Fibrillin-2 の役割
(歯周)○濱野さゆり^{1,2}, 山下大輝¹, 糸山知宏³, 友清 淳^{3,4}, 長谷川大学³, 杉井英樹¹, 兼子大志³, Bara Mardini¹, 前田英史^{1,3}
(¹九大院歯・口腔機能(歯科保存), ²九大院歯・OBT 研究センター, ³九大病院・歯内治療科, ⁴九大院歯・DDR 研究センター)
- B8-1050. 抗 IL-17 抗体が実験的歯周炎に与える影響
(歯周)○佐藤武則, 半田慶介(神歯大・口腔生化)

第1日目 B会場

- 11：15～12：15 特別講演（A会場にて）
- 12：30～13：20 ランチョンセミナー1
- 12：30～13：20 ランチョンセミナー2（C会場にて）
- 12：30～13：20 ランチョンセミナー3（D会場にて）
- 13：30～14：45 評議員会・総会・表彰式（A会場にて）
- 14：50～16：20 学会主導型シンポジウム（A会場にて）
- 14：50～15：50 認定歯科衛生士教育講演
- 16：30～16：50 歯科保存専門医説明会（A会場にて）
- 16：50～17：00 次期学術大会告知（A会場にて）
- 17：00～18：00 認定研修会（A会場にて）

第1・2日目 ポスター発表

ポスター会場 (1F 大展示場 2/3)

6月22日 (木)

8:30~9:30 ポスター準備

9:30~17:00 ポスター掲示

6月23日 (金)

9:00~12:45 ポスター掲示

12:45~13:15 ポスター発表① (専門医/認定医優秀症例発表賞選考対象演題および奇数演題)

13:20~13:50 ポスター発表② (優秀発表賞 (優秀ポスター賞) 選考対象演題および偶数演題, 台湾演題)

14:00~14:30 ポスター撤去

各賞選考対象演題

○優秀発表賞 (7題)

P34, 36 (研究領域A: バイオマテリアル), P108~110 (研究領域B: バイオロジー),

P40, 106 (研究領域C: 診断・教育・疫学・その他)

★認定医優秀症例発表賞 (7題) P84~88, 104, 105

☆専門医優秀症例発表賞 (2題) P102, 103

- P1. ユニバーサルタイプCRの光拡散性が色調適合性に及ぼす影響
(修復)○宮田俊介, 信野和也, 吉本龍一 ((株) 松風・研究開発部)
- P2. 松本歯科大学病院臨床研修における修復領域必修ならびに実施症例
(修復)○音琴淳^{1,2,3}, 森 啓^{1,2}, 安西正明^{1,2}, 山本昭夫^{1,2,3}, 亀山敦史^{1,3}
(¹松歯大病院・研修管理委員会, ²松歯大病院・初診室 (総合診断科, 総合診療科), ³松歯大院・健康増進)
- P3. 新規アドヒーズを用いたレジン材料に対する接着性評価
(修復)○山本健蔵, 原 大輔, 信野和也, 吉本龍一 ((株) 松風・研究開発部)
- P4. ファイバーポストの表面処理が引き抜き強さへ及ぼす影響
(修復)○入江正郎¹, 岡田正弘¹, 矢部 淳², 武田宏明², 山本直史², 松本卓也¹
(¹岡歯大院医歯薬・生体材料, ²岡歯大院医歯薬・総合歯科)
- P5. シランカップリング層の接着耐水性に関する研究
(修復) ー長鎖アルキル基を有するシランカップリング剤の効果ー
.....○二瓶智太郎^{1,2}, 片山裕太¹, 緑野智康¹, 三宅 香¹, 大橋 桂¹, 半田慶介³
(¹神歯大・クリニカル・バイオマテリアル, ²関東学院大材料・表面工学研究所, ³神歯大・口腔生化)
- P6. テオブロミンおよびS-PRG フィラー含有歯面コーティング材の細菌付着抑制効果
(修復)○清水翔二郎¹, 日下部修介¹, 鶴田はねみ¹, 高垣智博¹, 池田正臣², 二階堂 徹¹
(¹朝日大歯・修復, ²医科歯科大院・口腔機能再建工学)
- P7. アローマインジェクションにおける流動性の評価
(修復)○小田琴佳, 立野敦史, 篠崎 裕 ((株) ジーシー)
- P8. γ -D-グルタミル-メソ-ジアミノピメリン酸 (iE-DAP) は, ヒト歯髄線維芽細胞様細胞における
(修復) マトリックスメタロプロテイナーゼ-1産生を調節する
.....○柯 正建, 井上 博, 合田征司 (大歯大・生理)

第1・2日目 ポスター会場

- P9. ムラミルジペプチド (MDP) は、ヒト歯髄線維芽細胞様細胞における
(修復) マトリックスメタロプロテイナーゼ-3の産生を調節する
.....○閻 楊¹, 井上 博¹, 諸頭秀俊², 山本一世², 合田征司¹ (¹大歯大・生理, ²大歯大・保存)
- P10. 新規アクリルアミド系モノマー含有充填用レジン添加型ガラスアイオノマーセメントにおける
(修復) 光照射の有無が経時的な表面硬化性に及ぼす影響
.....○塚本雅広, 内田 潤, 吉本龍一 ((株) 松風・研究開発部)
- P11. 新規レジン添加型ガラスアイオノマーセメント (RMGIC) 用歯面処理材の接着強さ及び
(修復) 術式の異なる RMGIC 用歯面処理材との比較評価
.....○内田 潤, 塚本雅広, 吉本龍一 ((株) 松風・研究開発部)
- P12. アドヒーズの塗布がポリエーテルエーテルケトン (PEEK) へのレジンセメントの接着性に及ぼす影響
(修復)○崔 慶一, 黒川弘康, 高橋奈央, 須田駿一, 柴崎 翔, 岩間弘明, 小池 慶, 宮崎真至
(日大歯・保存修復)
- P13. 構造色を応用した試作バルクフィルフロアブルレジンの色調適合性評価
(修復)○黒川弘康, 三枝 真, 林 佳奈, 庄司元音, 若松賢吾, 宮崎真至, 日野浦 光, 佐藤幹武
(日大歯・保存修復)
- P14. 研磨法の違いがバルクフィルユニバーサルシェードコンポジットレジンの表面性状に及ぼす影響
(修復)○岩瀬 慶¹, 石井 亮^{1,2}, 嘉月 駿¹, 廣兼榮造¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 林 康二¹, 渡邊 論¹, 宮崎真至^{1,2}
(¹日大歯・保存修復, ²日大歯総合歯学研究所・生体工学)
- P15. 大白歯用ハイブリッドレジンブロックにおける水中浸漬1年間後の吸水量
(修復)○棚澤公貴, 苅谷周司, 篠崎 裕 ((株) ジーシー)
- P16. 高純度 hidroキシアパタイト含有知覚過敏抑制材料 APASHIELD の臨床的有効性
(修復)○宮崎千絵 (Sangi Dental Clinic)
- P17. 新規自己接着性コンポジットレジンの象牙質微小引張接着強さの評価
(修復)○横山章人, 大原直子, 高橋 圭, 松崎久美子, 神農泰生, 山路公造, 吉山昌宏
(岡大院医歯薬・保存修復)
- P18. 血液汚染が自己接着性コンポジットレジンの象牙質せん断接着強さにおよぼす影響
(修復)○三浦滉毅, 星加知宏, 西谷佳浩 (鹿大院医歯・修復歯内)
- P19. BioUnion ガラス含有水硬性仮封材の脱灰抑制能の評価
(修復)○勝又淳友, 篠崎 裕 ((株) ジーシー)
- P20. *Streptococcus sobrinus* 感染象牙質に対する抗菌的光線力学療法の殺菌効果
(修復)○山口耀平¹, 新海航^{1,2}, 葛城啓彰³
(¹日歯大院新潟・硬組織機能治療, ²日歯大新潟・保存II, ³日歯大新潟・微生物)
- P21. アドヒーズに対する照射の有無が自己接着性レジンセメントの象牙質接着性に及ぼす影響
(修復)○白玉康司¹, 林 佳奈¹, 庄司元音¹, 高見澤俊樹¹, 宮崎真至¹, 福本敬一², 金丸壽良³
(¹日大歯・保存修復, ²福本歯科医院, ³かなまる歯科クリニック)
- P22. 保管条件による接着材料の劣化
(修復)○藤田 (中島) 光¹, 小嶋康世², 庫川幸利¹, 成田興治¹, 神谷直孝¹, 布施 恵³, 内山敏一¹, 平山聡司¹
(¹日大松戸歯・保存修復, ²日大院松戸歯・歯学, ³日大松戸歯・教養学 (化学))
- P23. う蝕影響象牙質が1ステップセルフエッチングボンディング材の性能に与える影響
(修復)○佐藤憂菜, 平野恭佑, 篠崎 裕 ((株) ジーシー)
- P24. イオン徐放性歯科用セメントの *Streptococcus mutans* に対する抑制効果
(修復)○東 兼司, 中村友宣, 清水峻介, 志賀華絵, 浅野明子, 野田 守 (岩医大歯・う蝕)

- P25. S-PRG フィラー配合ガムベース材によるエナメル質表層下脱灰の再石灰化 *in vitro* 評価
 (修復)○Soe Kay Thwe Than Naing, 平石典子, 陳 雪霏, 島田康史 (医科歯科大院・う蝕制御)
- P26. 試作セルフアドヒーズコンポジットレジン of 歯質接着強さと弾性率
 (修復)○英 將生, 大川一佳, 黒澤祥世, 今井 潤, 相澤大地, 山本雄嗣 (鶴大歯・保存修復)
- P27. ラット培養骨髄細胞の分化における半導体レーザー照射の影響
 (修復)○磯 英介, 加藤邑佳, 横瀬敏志 (明海大歯・保存治療)
- P28. 支台築造用コンポジットレジンに対するコンポジット系レジメンセメントの接着耐久性に及ぼす
 (修復) シラン処理の有効性
○吳 佳瑩^{1,2}, 中村圭吾¹, 宮下 彩^{1,2}, 高坂怜子^{1,2}, 吉成伸夫^{1,2}, 亀山敦史^{1,2}
 (1松歯大・保存, 2松歯大院・健康増進)
- P29. 新規接着性フロアブルコンポジットレジン材料の接着性
 (修復)○矢部 淳^{1,2}, 入江正郎², 岡田正弘², 武田宏明¹, 山本直史¹, 松本卓也²
 (1岡大病院・歯科・総合歯科, 2岡大院医歯薬・生体材料)
- P30. 半導体レーザーの照射条件がヒト歯髄幹細胞の増殖活性に与える影響
 (修復)○鎗田将史¹, 北島佳代子^{1,2}, 新海航一^{1,3}
 (1日歯大院新潟・硬組織機能治療, 2日歯大新潟・保存 I, 3日歯大新潟・保存 II)
- P31. 市販洗口剤の歯科疾患に対する臨床効果
 (歯周)○大原直子, 小野瀬里奈, 浅野依理子, 佐藤奈月, 横山章人, 高橋 圭,
 松崎久美子, 山路公造, 吉山昌宏 (岡大院医歯薬・保存修復)
- P32. 色調適合性を有するシングルシェードコンポジットレジンの着色性
 (修復)○塚原 弾¹, 永田俊介², 谷本安浩², 平山聡司³
 (1日大院松戸歯・歯学, 2日大松戸歯・歯科生体材料, 3日大松戸歯・保存修復)
- P33. エナメル質結合性ペプチド WGNAYK の塗布による *in vitro* でのエナメル質表層下脱灰の再石灰化促進
 (修復)○宮吉美仁, 半場秀典, 石塚久子, 中村圭喜, 村松 敬 (東歯大・修復)
- P34. ④ ラット脛骨を用いた注水機能を備えた炭酸ガスレーザー照射による骨形成に及ぼす作用
 (修復)○加藤邑佳, 石田 結, 横瀬敏志 (明海大歯・保存治療)
- P35. フロアブルコンポジットレジンの研磨性評価
 (修復)○大宮圭司, 荻谷周司, 篠崎 裕 ((株)ジーシー)
- P36. ④ バルクフィルレジンの重合収縮挙動
 (修復)○武村幸彦¹, 向井義晴¹, 尹 榮浩^{1,2}, 八尾有紀³, 川股亮太⁴, 花岡孝治⁵
 (1神歯大・保存修復, 2ウリドルユンデンタルクリニック, 3やお歯科クリニック,
 4神歯大・国際歯科医療, 5神歯大・歯学教育)
- P37. 異なるエッチングモードがユニバーサルアドヒーズ应用型自己接着性レジメンセメントの
 (修復) 歯質接着性に及ぼす影響
 ..○廣兼築造¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 林 佳奈¹, 新井友依子¹, 嘉月 駿¹, 岩瀬 慶¹, 渡邊 諭¹, 小池 慶¹,
 宮崎真至^{1,2}, 川本 諒^{1,3} (1日大歯・保存修復, 2日大歯総合歯学研究所・生体工学, 3川本歯科医院)
- P38. Bioactive Adhesive Monomer, CMET, Promotes Odontoblast Differentiation in 3D Cell Culture System
 (修復)○Yaxin RAO, Bayarchimeg ALTANGHISHIG, Masanobu IZUMIKAWA, Yasuhiro MATSUDA, Takashi SAITO
 (Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation,
 School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido)

第1・2日目 ポスター会場

- P39. 脱灰象牙質に対する試作非晶質リン酸カルシウム製剤の効果
(修復)○佐々木里那¹, 千葉敏江², 浅田由佳³, 下田信治³, 山本雄嗣¹
(¹鶴大歯・保存修復, ²鶴大歯・電顕室センター, ³鶴大歯・解剖)
- P40. © 2価金属イオンによる象牙質再石灰化の検討
(修復)○櫻井雅彦¹, 松田康裕¹, 奥山克史², 山本洋子³, 泉川昌宣¹, 油井知雄¹, 林 美加子³, 斎藤隆史¹
(¹北医大歯・う蝕制御, ²朝日大歯・理工, ³阪大院歯・保存)
- P41. S-PRG フィラー含有矯正用レジンによるエナメル質脱灰抑制能の検討—脱灰溶液攪拌による影響—
(修復)○平岩昂樹, 椎谷 亨, 向井義晴 (神歯大・保存修復)
- P42. P38 α はヒト歯肉細胞における TNF- α 誘導性 IL-8 産生に寄与する
(修復)○毛 丹, 井上 博, 合田征司 (大歯大・生理)
- P43. 構造発色するコンポジットレジンの重合収縮応力
(修復)○神谷直孝, 内山敏一, 藤田 (中島) 光, 庫川幸利, 成田興治, 平山聡司 (日大松戸歯・保存修復)
- P44. ヒト歯髓由来線維芽細胞様細胞の tissue inhibitor of metalloproteinase-1 産生における
(修復) ムラミルジペプチド (MDP) の影響
.....○張 皓男¹, 井上 博², 諸頭秀俊¹, 毛 丹², 伍 光幸¹, 吉川一志¹, 合田征司², 山本一世¹
(¹大歯大・保存, ²大歯大・生理)
- P45. CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティング法がセメント層に及ぼす影響
(修復)○半場秀典, 中野岳志, 田代憲太郎, 増山絢子, 宮吉美仁, 春山亜貴子, 村松 敬 (東歯大・修復)
- P46. 東京歯科大学歯内療法学講座における歯根端切除術の術後経過と病理組織診断についての調査
(歯内)○岩澤弘樹, 佐古 亮, 倉持 仁, 番場桃子, 中島克真, 中島 龍, 関矢日向子,
谷 洗希, 壺内かれん, 山田雅司, 古澤成博 (東歯大・歯内)
- P47. 象牙質接着材のセメント芽細胞に対する細胞障害性に関する研究
(歯内)○王 琰萱¹, 渡邊清子², 浜田信城³, 石井信之¹
(¹神歯大・歯内, ²神歯大・教養教育, ³神歯大・口腔細菌)
- P48. ラット骨窩洞内に埋植した水酸化カルシウム系根管充填剤に対する組織反応
(歯内)○田中佐織^{1,2}, 宮治裕史², 加藤昭人², 金本佑生実², 菅谷 勉²
(¹北大病院・口腔総合治療部, ²北大院歯・歯周・歯内)
- P49. (取り下げ)
- P50. 歯内療法後の補綴治療 (クラウン) の生存時間—多機関共同研究
(歯内)○久保至誠¹, 丸山和久², 大井孝友³, 難波秀樹⁴, 堀坂寧介⁵, 山本修平⁶, 桃井保子⁷, 江越貴文¹,
介田 圭¹, 平 曜輔¹ (¹長大院医歯薬・齲蝕, ²丸山歯科医院, ³おおい歯科, ⁴難波歯科医院,
⁵堀坂歯科医院, ⁶やまもと歯科クリニック, ⁷鶴大)
- P51. 髓室開拡において致命的な偶発症をもたらす2次元ユークリッド空間の検証
(歯内)○井出 葵, 渡邊大悟, 塩田恭子, 大西小雪, 小柳圭史, 長谷川達也, 北村和夫 (日歯大・総合診療)
- P52. Caffeic acid phenethyl ester (CAPE) がマウス骨芽細胞様細胞の組織修復関連因子発現に与える影響
(歯内)○蔵本 瞳, 中西 正, 武川大輔, 三枝克啓, 保坂啓一 (徳大院・再生歯科)
- P53. 再活性化 Epstein-Barr ウイルスは RANKL の産生を誘導する
(歯内)○宮田泰伎¹, 田村隆仁¹, 大原絹代^{1,2}, 安川拓也^{1,2}, 林 誠^{1,2}, 武市 取^{1,2}
(¹日大歯・歯内療法, ²日大歯総合歯学研究所・高度先端医療)
- P54. 感染根管モデルにおけるプラス帯電性オゾンナノバブル水の根管清掃薬としての殺菌効果
(歯内)○藤田将典¹, 大平 猛², 樋口直也¹, 堀場直樹¹, 諸富孝彦¹ (¹愛院大歯・歯内治療, ²東大物性研究所)

- P55. Bioactive Glass- β TCP 複合粒子の物理化学的特性と象牙芽細胞様細胞への影響
 (歯内)○村田一将¹, 鷺尾絢子¹, 池田 弘², 北村知昭¹ (1九歯大・保存, 2九歯大・生体材料)
- P56. 歯内治療における裸眼3D立体表示の有用性—根管長測定機能の評価—
 (歯内)○附田孝仁¹, 中野亜希人², 板宮朋基², 武藤徳子¹, 石井信之¹ (1神歯大・歯内, 2神歯大・教養教育)
- P57. ラット上顎臼歯に低濃度ユージノールシーラーを根管充填した際の根尖歯周組織への影響
 (歯内)○西田太郎¹, 前田宗宏¹, 倉治竜太郎², 橋本修一³, 沼部幸博², 五十嵐 勝¹
 (1日歯大・保存, 2日歯大・歯周病, 3日歯大)
- P58. 改良型シアノアクリレート系接着材の象牙質接着性
 (歯内)○鈴木 穂¹, 半場秀典², 原田(中里)晴香¹, 古澤成博¹ (1東歯大・歯内, 2東歯大・修復)
- P59. 抗菌的光線力学療法 (aPDT) がラット歯髄へ及ぼす影響
 (歯内)○高橋天佑¹, 佐藤史明², 新海航一^{1,2} (1日歯大院新潟・硬組織機能治療, 2日歯大新潟・保存II)
- P60. 下顎大白歯遠心根に水平性歯根破折を認めた感染根管治療症例
 (歯内)○糸永和広, 村野浩気, 室町幸一郎, 石井信之 (神歯大・歯内)
- P61. 口腔内病原性細菌に対する過酢酸系除菌剤の有効性評価
 (歯内)○高見梨華子^{1,2}, 鷺尾絢子¹, 山崎亮太², 有吉 渉², 北村知昭¹
 (1九歯大・保存, 2九歯大・感染分子生物)
- P62. ケイ酸カルシウムを基盤とした新規覆髄材の開発 1) 各種ケイ酸カルシウムの合成
 (歯内)○伊藤友見¹, 新谷耕平², 奥山克史², 玉置幸道², 川木晴美³, 河野 哲¹
 (1朝日大歯・歯内, 2朝日大歯・理工, 3朝日大歯・口腔生化学)
- P63. Chemerin receptor23 と CD44 は象牙芽細胞層に局在している
 (歯内)○横川大輔¹, 梅村直己², 近藤信夫², 河野 哲¹ (1朝日大歯・歯内, 2朝日大歯・口腔生化学)
- P64. 加熱によるケイ酸カルシウム系シーラーの理工学的性質への影響
 (歯内)○伊藤遼太, 渡辺 聡, 高野 晃, 山内慎也, 興地隆史 (医科歯科大院・歯髄生物)
- P65. 内視鏡を用いた歯根端切除術にVRデバイスを応用した一症例
 (歯内)○田宮資己, 岡崎勝至, 井瀬智之, 倉持 仁, 谷 洗希, 山田雅司, 古澤成博 (東歯大・歯内)
- P66. 炭酸ガスレーザー照射がヒト歯髄培養細胞における硬組織形成能に及ぼす影響
 (歯内)○深井譲滋^{1,3}, 渡邊昂洋^{1,3}, 葉山朋美^{1,3}, 倉持光成¹, 五明-古谷夏子¹,
 中西建人¹, 小峯千明^{2,3}, 神尾直人^{1,3}, 岡部 達^{1,3}, 松島 潔¹
 (1日大松戸歯・歯内, 2日大松戸歯・有病者歯科検査医学, 3日大口腔科学研究所)
- P67. Sudachitin がヒト歯髄細胞の炎症性メディエーター発現に与える影響
 (歯内)○三枝克啓, 中西 正, 蔵本 瞳, 細川義隆, 細川育子, 武川大輔, 保坂啓一
 (徳大院・再生歯科)
- P68. Ni-Ti ファイルの周期疲労耐性に対するエンドモーター回転様式の影響
 (歯内)○藤巻龍治, 鈴木二郎, 石井信之 (神歯大・歯内)
- P69. レジン系根管充填用シーラーを用いて単独根管充填を行った1症例
 (歯内)○森山輝一¹, 岡本基岐¹, 松本紗也子¹, 渡邊昌克¹, 中谷公貴¹, 岩崎幸司², 齋多遼太郎²,
 西村有起², 高橋雄介¹, 林 美加子¹ (1阪大院歯・保存, 2阪大医病院・未来医療開発部)
- P70. 高周波通電による抜髄後の疼痛減少効果に関する後向き観察研究
 (歯内)○富永敏彦^{1,2}, 東條 愛¹, 木村祐介¹, 菅谷 勉²
 (1(医)とみなが歯科医院, 2北大院歯・歯周・歯内)

第1・2日目 ポスター会場

- P71. リポ多糖刺激に対するヒト歯髄細胞の小胞体ストレス反応
(歯内)○成瀬友哉, 武田克浩, 白輪地聡美, 吉田和真, 平田-土屋志津, 柴 秀樹
(広大院医系科学・歯髄生物)
- P72. Lipopolysaccharide 存在環境下で高 pH 環境誘導剤 (材) 品がヒト骨芽細胞に与える影響
(歯内)○倉持 仁, 関矢日向子, 岩澤弘樹, 鈴木 穂, 中里晴香, 佐古 亮, 古澤成博 (東歯大・歯内)
- P73. 5G (4G) Network による XR (AR) を用いた歯牙解剖学における教育効果の評価
(歯内)○井瀬智之, 岡崎勝至, 山田雅司, 田宮資己, 倉持 仁, 谷 洗希, 古澤成博 (東歯大・歯内)
- P74. 術者の経験がニッケルチタン製ロータリーファイルおよびステンレススチール製手用 K ファイルの
(歯内) 根管形成に及ぼす影響
.....○平野恵子, 牧 圭一郎, 木村俊介, 雲野 颯, 大森智史, 春日柚香, 海老原 新, 興地隆史
(医科歯科大院・歯髄生物)
- P75. NaOCl および EDTA が根管象牙質に与える影響の形態学的評価
(歯内) ー根管系実験モデルを用いた検討ー
.....○川西雄三, 前齒葉月, 島岡 毅, 北谷 匠, 内藤克昭, 高橋雄介, 林 美加子 (阪大院歯・保存)
- P76. シングルポイント根管充填での根管シーラーの違いが根管封鎖性に及ぼす影響
(歯内) ...○相上雄亮¹, 清水峻介¹, 浅野明子¹, 武本真治², 野田 守¹ (¹岩医大歯・う蝕, ²岩医大歯・医療工学)
- P77. 歯髄幹細胞分化過程におけるクロマチンアクセシビリティ解析
(歯内)○鈴木茂樹, 佐藤瞭子, 大道寺美乃, 長崎果林, 長谷川 龍, 根本英二, 山田 聡
(東北大院歯・歯内歯周)
- P78. Nd : YAG レーザーとレスベラトロールを用いた *Enterococcus faecalis* に対する
(歯内) 光線力学療法の抗菌効果についてー第2報ー
.....○森川雅己¹, 三好弥恵¹, 岩崎拓也¹, 水谷莉紗¹, 吉田明弘², 増田宜子¹
(¹松歯大・保存, ²松歯大・口腔細菌)
- P79. 水酸化カルシウム製剤の違いによる支台築造用レジンの接着強さへの影響
(歯内)○三谷将弘, 野村文子, 塚本雅子, 篠崎 裕 ((株)ジーシー・研究所)
- P80. ナノハイドロキシアパタイト含有 4-META/MMA-TBB レジンが血管内皮細胞に及ぼす影響
(歯内)○金丸慎吾¹, 廣瀬陽菜¹, 藤政清志朗¹, 松本和磨¹, 水上正彦¹, 松本典祥¹, 松崎英津子^{1,2}
(¹福歯大・保存, ²福歯大・口腔医学研究センター)
- P81. 側枝検出機能を有する根管長測定器の機能解析
(歯内)○山根雅仁, 山崎詩織, 附田孝仁, 武藤徳子, 石井信之 (神歯大・歯内)
- P82. インドシアニングリーン封入ナノ粒子と半導体レーザーを用いた抗菌光線力学療法の
(歯内) *Candida albicans* に対する殺菌効果
.....○樋口直也¹, 藤田将典¹, 小野皓大², 林 潤一郎², 三谷章雄², 福田光男², 諸富孝彦¹
(¹愛院大歯・歯内治療, ²愛院大歯・歯周病)
- P83. 歯髄血管再生療法後の組織学的変化: 長期例での形態学的検討
(歯内)○五十嵐章智, 駒田朋昭, 三友啓介, 村松 敬 (東歯大・修復)
- P84. ★ 陥入歯 (Oehlers の分類 IIIa 型) である上顎中切歯に感染根管治療を行なった一症例
(歯内)○井上愛弓, 川西雄三, 林 美加子 (阪大院歯・保存)
- P85. ★ 中心結節の破折を生じた根未完成歯に対するアペキシフィケーションの応用
(歯内)○須藤瑞樹^{1,2}, 石幡浩志¹, 高橋慶壮² (¹東北大院歯・歯内歯周, ²奥羽大歯・歯周)

- P86. ★ 外部性歯根吸収した下顎大白歯の意図的再植に、フロー型 MTA セメントを応用した症例
 (歯内)○丸山起一¹, 荒木孝二² (¹(医社) DBH デンタル文京白山,
²医科歯科大病院・歯科総合診療科)
- P87. ★ S 字状根管に対して CBCT および Ni-Ti Single-file System を用いて根管治療を行った 1 症例
 (歯内)○中島 龍¹, 浅井知宏², 関矢日向子¹, 田宮資己¹, 佐古 亮¹, 山田雅司¹, 古澤成博¹
 (¹東歯大・歯内, ²丸紅健康保険組合東京診療所歯科)
- P88. ★ 歯内-歯周疾患および外部吸収を併発した湾曲根管歯に対して感染根管治療と歯周外科との
 (歯内) 併用で治療に導いた一症例
○古澤誉彰¹, 壺内かれん¹, 山田雅司¹, 佐古 亮¹, 田宮資己¹, 浅井知宏², 古澤成博¹
 (¹東歯大・歯内, ²東歯大水道橋病院・保存科)
- P89. コレステロール結晶は LPS 存在下では IL-1 β を介して非存在下では IL-18 を介して破骨細胞形成を促進する
 (歯内)○ Mohammad Ibtehadz ALAM, 一瀬早紀, 大平真之, 山下恭徳, 尾崎幸生, 柳口嘉次郎, 吉村篤利
 (長大院医歯薬・歯周歯内)
- P90. BMP-1 は GCase を介して MCM2 の発現を調節しヒト歯髄培養細胞の増殖に関与する
 (歯内)○室町幸一郎¹, 中野 令², 吉垣純子³, 杉谷博士⁴, 石井信之¹
 (¹神歯大・歯内, ²理化学研究所・生命医科学研究センター,
³日大松戸歯・生理, ⁴日本どうぶつ先進医療研究所)
- P91. 生体活性ガラス含有根管セメントが蛍光発色ブタ不死化歯髄細胞に与える影響
 (歯内)○中道 匠, 細矢哲康 (鶴歯大・歯内療法)
- P92. 塩基性線維芽細胞増殖因子と炭酸アパタイトの併用が歯周組織治療に及ぼす影響
 (歯周)○宮田直樹¹, 森 心汰¹, 村上 侑¹, 今村健太郎^{1,2}, 勢島 典¹, 齋藤 淳¹
 (¹東歯大・歯周, ²東歯大・口腔科学研究センター)
- P93. ヒト歯肉上皮細胞におけるニコチン刺激除去後の形態学的観察
 (歯周)○五十嵐 (武内) 寛子^{1,2}, 沼部幸博¹ (¹日歯大・歯周病, ²東京慈恵会医大・分子細胞生物)
- P94. 30 年ぶりに皮膚症状が改善した掌蹠膿疱症患者に対する歯周治療の効果
 (歯周)○村井 治, 佐々木大輔, 八重柏 隆 (岩医歯大・歯周)
- P95. 歯周組織検査と併用した歯肉溝滲出液におけるヘモグロビン検査の有用性
 (歯周)○伊藤 弘, 沼部幸博 (日歯大・歯周病)
- P96. 歯周炎モデルにおける歯肉線維芽細胞に対するヘスペリジンの抗炎症作用の *In vitro* 解析
 (歯周)○鈴木亮太郎¹, 丸山昂介², 八板直道¹, 佐藤遥香¹, 川上 惇¹, 鈴木優矢¹, 両角祐子^{2,3}, 佐藤 聡^{1,2,3}
 (¹日歯大院新潟・歯周機能治療, ²日歯大新潟・歯周病, ³日歯大新潟・総合診療)
- P97. スーパー MTA ペーストはヒト前骨芽細胞の石灰化誘導能を促進する
 (歯周)○御手洗裕美¹, Fakatava Naati², 王 恕心², 冉 子晴², 祐田明香¹, 原口 晃¹, 孫 偉浩², 和田尚久²
 (¹九大病院・口腔総合診療科, ²九大歯・総合診療歯科学)
- P98. AhR シグナルの活性化はヒト歯根膜細胞の MMP12 発現を亢進する
 (歯周)○門脇正敬¹, 友清 淳^{2,3}, 糸山知宏², 長谷川大学², 濱野さゆり^{1,4}, 杉井英樹¹, 前田英史^{1,2}
 (¹九大歯・口腔機能 (歯科保存), ²九大病院・歯内治療科, ³九大歯・DDR 研究センター,
⁴九大歯・OBT 研究センター)
- P99. TNF- α で刺激されたヒト口腔上皮細胞の炎症性メディエーターならびに
 (歯周) 抗酸化タンパク質発現に対する Erucin の影響
○下山真弘, 細川義隆, 細川育子, 保坂啓一 (徳大院・再生歯科)

第1・2日目 ポスター会場

P100. 洗口液の歯周病原細菌に対する有効性の検討

(歯周)○佐藤遙香¹, 丸山昂介², 鈴木亮太郎¹, 八板直道¹, 川上 惇¹, 鈴木優矢¹, 両角祐子^{2,3}, 佐藤 聡^{1,2,3}
(¹日歯大院新潟・歯周機能治療, ²日歯大新潟・歯周病, ³日歯大新潟・総合診療)

P101. 結合組織移植により歯肉退縮を改善した一症例

(歯周)○鹿山武海 (和泉二島予防歯科クリニック)

P102. ☆ 包括的歯周治療によって掌蹠膿疱症の皮膚症状の改善を認めた慢性歯周炎患者の一症例

(歯周)○嘉藤弘仁, 田口洋一郎, 山脇 勲, 中田貴也, 東 仁, 梅田 誠 (大歯大・歯周病)

P103. ☆ 難治性根尖性歯周炎を有する歯周炎患者を保存治療と MTM で対応した初診から 21 年経過症例

(歯周)○小出容子¹, 三河雅敏², 山本松男¹ (¹昭大歯・歯周病, ²みかわ矯正歯科クリニック)

P104. ★ セメント質剥離を伴う骨内欠損に歯周組織再生療法を行った症例

(歯周)○中村太志¹, 村岡宏祐², 中島啓介¹ (¹九歯大・歯周病・²九歯大・クリニカルクラークシップ開発学)

P105. ★ 歯間部の付着喪失を伴う複数歯の歯肉退縮に対する VISTA テクニックの応用

(歯周)○高山忠裕^{1,2}, 佐藤秀一^{1,2} (¹日大歯・歯周病, ²日大歯総合歯学研究所・高度先進医療)

P106. © PCR を用いた *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia* 迅速検出システムの有用性

(歯周)○二宮雅美, 生田貴久, 秋月皆人, 植村勇太, 湯本浩通 (徳大院・歯周歯内)

P107. *Treponema denticola* の病原性発現および増殖における HxLR family transcriptional regulator の役割の解明

(歯周)○久永理央^{1,2}, 山下慶子¹, 今村健太郎^{1,2}, 齋藤 淳^{1,2}
(¹東歯大・歯周, ²東歯大・口腔科学研究センター)

P108. ⑥ 血管内皮細胞におけるインスリン抵抗性は糖尿病関連歯周炎を増悪させる

(歯周)○瀬々起朗, 新城尊徳, 西村優輝, 佐藤晃平, 今川 滯, 陳 爽, 梁 尚陽, 岩下未咲,
山下明子, 西村英紀 (九大歯内・口腔機能 (歯周))

P109. ⑥ 三叉神経中脳路核神経細胞の老化と歯の喪失がアミロイドβの拡散に影響を与える

(歯周)○園田怜美, 野口和行 (鹿大院医歯・歯周病)

P110. ⑥ 歯周炎における破骨細胞分化を制御するメカノセンサー Piezo1 の役割

(歯周)○進藤 智^{1,2}, 中村 心¹, 熊谷友樹^{1,3,4}, 柴 秀樹³, 河井敬久¹
(¹Nova Southeastern University College of Dental Medicine, ²日本学術振興会海外特別研究員,
³広大院医系科学・歯髄生物, ⁴日本学術振興会特別研究員 DC2)

P111. Er : YAG レーザー照射によるハイドロキシアパタイトの分子構造変化に対するラマン分光解析

(その他)○宮本奈生¹, 今村隼大^{1,2}, 足立哲也¹, 平石典子³, 山本俊郎¹, Giuseppe Pezzotti^{1,2}, 金村成智¹
(¹京府医大院・歯科口腔科学, ²京都工芸繊維大院・セラミック物理学, ³医科歯科大院・う蝕制御)

P112. 在宅高齢者のリスクアセスメントを容易にする感染症迅速診断キットの開発

(その他) —(第一報) C-reactive protein (CRP) イムノクロマト試薬の開発と性能評価—
.....○竹中彰治, 枝並直樹, 齋藤瑠郁, 大倉直人, 野村由一郎 (新大院医歯・う蝕)

台湾ポスター発表

TP1. Effect of Periodontitis and Scaling and Root Planing on Risk of Pharyngeal Cancer :

(歯周) A Nested Case-Control Study
.....○ Ping-Ju Chen (Institute of Medicine, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan ;
Department of Dentistry, Changhua Christian Hospital, Changhua, Taiwan)

- TP2. Adhesion and chemical analysis of zirconia-resin interfaces bonded by tribochemical silica coating
(修復) and universal adhesives
.....○ Shu-Fen Chuang^{1,2}, Chia-Ling Li¹, Bang-Yan Liu¹
(¹School of Dentistry and Institute of Oral Medicine, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan,
²Department of Stomatology, National Cheng Kung University Hospital, Tainan, Taiwan)
- TP3. Seven-year follow-up of a cast-metal resin-bonded bridge on mandibular incisors with low bone levels
(修復) (case report)
.....○ Yung-Show Chiang (Department of Dentistry, Tainan Municipal Hospital
(Managed by Show Chwan Medical Care Corporation), Tainan, Taiwan)

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（痛みのアクセルの暴走）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的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、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ついていることから、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います。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 μm 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.

新規化学重合型ボンディング材の接着強さと窩洞適合性の評価

東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 口腔制御学分野
○木部 航太、畑山 貴志、島田 康史

Evaluation of bonding performance about new chemical-cured bonding agents
Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University(TMDU)
○Kota Kibe, Takashi Hatayama, Yasushi Shimada

【緒言】 近年、1 ステップ接着システムの接着性や操作性は大きく向上してきている。その多くは光重合型であり、化学重合型のボンディング材は主流ではないが、その接着性能の向上と操作の簡便化の観点から再評価を受けている。またコンポジットレジン修復において、重合収縮応力に伴う界面剥離は術後疼痛や二次カリエスの原因となることから、波長掃引型光干渉断層計(Swept-source optical coherence tomography, SS-OCT)を用いた窩洞適合性の評価が行われている。本研究において、新規化学重合型ユニバーサルボンディング材(Bondmer Lightless 2, トクヤマデンタル)の象牙質に対する接着性能と窩洞適合性を評価し、従来の光重合型ボンディング材と比較、検討することを目的として、微小剪断接着試験と充填窩洞の接着界面の観察を行った。

【材料と方法】 本研究は東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会の承認(D2013-022号)を得て行った。微小剪断接着試験では、25本のヒト抜去大臼歯歯冠部を歯軸に垂直に切断し、抜去歯1本につき象牙質ディスクを2枚切り出した後、流水下にて耐水研磨紙#600まで研削して平坦面を形成、厚さ2mmの象牙質ディスクを作製した。その後各メーカーのボンディングシステムとコンポジットレジンを組み合わせ、試料を作製した。化学重合型ボンディング材として、Bondmer Lightless 2とEstelite Bulk Fill Flow(トクヤマデンタル)(BE群)および、Bondmer Lightless 2と試作コンポジットレジンOCFB-001(トクヤマデンタル)(BO群)の組み合わせを2群、また光重合型ボンディング材としてPrime& Bond UniversalとSDR flow+(デンツプライシロナ)(PS群)および、Scotchbond UniversalとFiltek Bulk Fill(3M ESPE)(SF群)および、G-Premio BondとGracefil BulkFlo(GC)(GG群)の3群、合計5群を作製した。これらをメーカー指示通りに使用して象牙質への接着操作を行った後、各コンポジットレジンを直径0.8mm、高さ1.0mmのタイゴンチューブ(R-3603, Norton Performance Plastic Co.)を用いて円柱状に築盛、20秒間光照射した。得られた試料は37°Cの蒸留水中に24時間保管した後、ユニバーサル試験機(EZ-Test-500N, Shimadzu)を用いてクロスヘッドスピード1.0mm/minにて微小剪断接着強さを測定した。得られたデータはone-way ANOVAを用いて有意水準5%にて統計処理を行った。その後、SEM(JSM-5310LV, 日本電子)を用いて破断面の観察を行った。窩洞適合性の評価では40本の牛切歯歯冠を用い、#1000耐水研磨紙にて研削して平坦面を形成し、深さ1mmの皿状窩洞を形成。上記の5群をメーカー指示通りに使用して接着操作を行い、各コンポジットレジンを充填、20秒間光照射を行った。充填操作を行った直後に各試料をSS-OCTにて観察し、37°Cの蒸留水中に24時間保管後、再度SS-OCTにて撮影した。その後平坦面に対し垂直に切断し、耐水研磨紙#1200とダイヤモンドペーストを用いて研削したものをMulti-file Analysis ソフトウェア(Ver.1.3.1 VK-HIM)内蔵共焦点レーザー走査型顕微鏡(CLSM:VK-X 150, Keyence)を用いて観察した。

【結果】 微小剪断接着試験の結果、化学重合型の2群の象牙質に対する接着強さはBE 10.75(MPa)、BO 13.76(MPa)であり、光重合型の3群はPS 14.07(MPa)、SF 13.20(MPa)、GG 13.71(MPa)であった。各群で統計学的有意差は認められなかった($P>0.05$)。破断面形態は5群ともに接着界面での破壊が最も多く、象牙質の凝集破壊と混合破壊との割合で差は認められなかった。またSS-OCTとレーザー走査型顕微鏡で得られた画像から、BE、BO群はPS、SF、GG群と比較し、窩底部の象牙質とコンポジットレジンとの窩洞適合性及び、辺縁封鎖性には大きな差は認められなかった。

【考察】 新規化学重合型ボンディング材は光重合型1ステップボンディング材と比較し、接着強さおよび、窩洞適合性、辺縁封鎖性の点で遜色ない結果が示され、臨床において安定的な成績が得られる可能性が示唆された。

ユニバーサルアドヒージブへの化学重合触媒の添加が レジンセメントおよびコア用レジンの歯質接着性に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾,
岩崎歯科医院³⁾, 後藤歯科医院⁴⁾

○青木良太¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 林 佳奈¹⁾, 庄司元音¹⁾, 横山宗典¹⁾,
田村友彦¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}, 岩崎圭祐^{1,3)}, 吉田武史^{1,4)}

Influence of chemical polymerization initiator in a universal adhesive on dentin bond effectiveness of resin luting cement and core build-up resin composite

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry, Iwasaki Dental Clinic³⁾, Goto Dental Clinic⁴⁾

○AOKI Ryota¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, HAYASHI Kana¹⁾, SHOJI Mone¹⁾, YOKOYAMA Munenori¹⁾,
TAMURA Tomohiko¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, IWASAKI Keisuke^{1,3)}, YOSHIDA Takeshi^{1,4)}

【目的】

近年,ユニバーサルアドヒージブにレジンセメントあるいはコア用レジンとの接触によって重合が開始する化学重合触媒を添加した製品が開発,臨床使用されている。しかし,レジンセメントあるいはコア用レジンを使用する際に,この化学重合触媒の添加がユニバーサルアドヒージブの象牙質接着性に及ぼす影響についての知見は少ない。

そこで演者らは,レジンセメントあるいはコア用レジンの重合を促進するユニバーサルアドヒージブへの化学重合触媒の有無が象牙質接着性に及ぼす影響について,剪断試験,試験終了後の破壊形式および接着界面の走査電子顕微鏡観察から検討した。

【材料および方法】

供試した接着システムは,2ボトル1ステップユニバーサルアドヒージブのボンドマーライトレス II (BL2, トクヤマデンタル)を用いた。対照として同製品から重合触媒を除いた試作品 (N-BL2, トクヤマデンタル)を用いた。コア用レジンとして ESTECORE (トクヤマデンタル)を,レジンセメントとして ESTECEM II (トクヤマデンタル)を用いた。

接着試験用試験片の製作に際しては,ウシ下顎前歯の歯冠部象牙質を耐水性 SiC ペーパーの# 320 を用いて研削し,被着歯面とした。歯面処理に際しては,製造者指示条件に従って BL2 あるいは N-BL2 塗布を行った。

1. コア用レジン接着試験用試片の製作

歯面処理を行った後,内径 2.4 mm,高さ 2 mm の円柱状ステンレス金型にコア用レジンペーストを充填,透明ストリップスを用いて圧接し,接着試験用試片とした。また,コア用レジンに対して光線照射行う群 (照射群)およびこれを行わない群 (照射なし群)の 2 群を設定した。なお,照射群では垂直方向から 20 秒間照射した。

2. レジンセメント接着試験用試片の製作

被着面にレジンセメントを用いてステンレスロッド (直径 4 mm,高さ 2 mm)を接着した。すなわち,ステンレスロッドの表面はアルミナブラスト (アルミナ粒子, 50 μm)を 0.4 気圧の条件で 10 秒間行った。次いで,セメントペーストをステンレスロッド表面に塗布,被着歯面にステンレスロッドを静置し,定荷重加圧器を用いて 196.8 N の条件で圧接した。荷重負荷下で,溢出したセメントペーストをマイクロブラシにて除去した。また,セメントに対して光線照射行う群 (照射群)およびこれを行わない群 (照射なし群)の 2 群を設定し,照射群では異なる方向の 4ヶ所から 10 秒間ずつ,合計 40 秒間照射した。照射なし群では,接着操作後,荷重下で 5 分間静置した。これらの試片は,37℃ 精製水中に 24 時間保管後,万能試験機を用いて接着強さを測定した。試片の数は,各条件についてそれぞれ 15 個とした。象牙質接着界面の微細構造については,通法に従って SEM 観察した。

【結果および考察】

得られた接着試験の結果から,コア用レジンおよびレジンセメントのいずれの条件においても,化学重合触媒を含有したユニバーサルアドヒージブは,光線照射の有無にかかわらずその象牙質接着強さが向上した。このことは,接着界面でのコア用レジンおよびレジンセメントの機械的性質が向上したことに起因した可能性が考えられた。

【結論】

本実験の結果から,コア用レジンおよびレジンセメントの重合を促進する化学重合触媒が添加されたユニバーサルアドヒージブは,その象牙質接着性が向上することが判明した。

リン酸エステル系モノマー含有シランカップリング剤による処理面への 光化学的追加処理による接着効果

日本歯科大学 生命歯学部 接着歯科学講座

○河本 芽 奈良陽一郎

Bonding efficacy of additional photochemical treatments on the silanized surfaces with a silane coupling agent containing methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate

Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University

○KOMOTO Mei and NARA Yoichiro

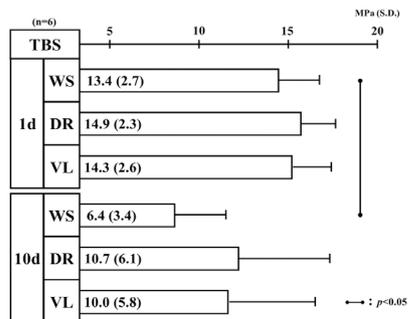
【目的】 シリカ系セラミック修復の良好な接着獲得に際し、シラン処理は重要な臨床的操作であるが、長期水中浸漬によって脆弱化することが知られている。本研究では、リン酸エステル系モノマー含有シランカップリング剤(以後、MDP カップリング剤)を用いた処理面への光化学的追加処理を行い、CAD/CAM セラミック修復物に対する接着効果について、水中浸漬を経た試料の引張接着強さ(TBS)を測定し、評価検討した。

【材料および方法】 長石系セラミックブロック：VITABLOCS Mark II (VITA)から得た板状試料を、注水下におけるSiCペーパー600番までの順次研磨を行った厚さ1.0 mmの試料に対し、MDP カップリング剤：CLEARFIL CERAMIC PRIMER PLUS (Kuraray Noritake Dental)を塗布した。その後、シラン処理面に対し3種処理条件：シラン処理後ただちに37°C水中保管する条件(WS)、シラン処理面に対し15 cmの距離からブロードライヤーによる20秒間の温風乾燥を行う条件(DR)、歯科用LED照射器：G-Light Prima-II (GC)の可視光領域を含む20秒間の光照射を行う条件(VL)を設定し、実施した。さらに、それら3条件試料について、24時間37°C水中浸漬する群(1d)、10日間37°C水中浸漬する群(10d)に類別し、設定期間の水中保管を行った。その後、直径2.4 mmの円形開孔部を有する厚さ70 μmのアルミ箔テープによって規定した被着面に対し、接着性レジンセメントPANAVIA V5 (Kuraray Noritake Dental)を直接塗布し、透明モールドガイドの設置、手指圧による規格化レジン硬化体の圧接を経て、3方向から20秒間ずつ、計60秒間の光照射を行い、接着試験試料とした。ついで、全試験試料は37°C水中24時間の保管を経て、クロスヘッドスピード毎分1.0 mmの条件下でTBS値を測定(n=6)した。得られた値に対して、二元・一元配置分散分析、Tukeyのq検定、t検定による分析を行った。

【成績と考察】 下図に、1d / 10d群における3種処理条件のTBS平均値を示す。分析の結果、水中保管期間はTBS値に対し有意な影響を与えているものの、処理条件は与えていなかった。また、水中保管期間にかかわらず、3条件間には有意差を認めなかった。さらに、WSでは1d値>10d値間に有意差を認めたが、DRとVLでは両水中保管期間の値間に有意差を認めなかった。さらに、TBS測定前に試料離断(ptf)を生じた試料は、処理条件にかかわらず、10d条件においてのみ1試料ずつ認めた。MDP非含有シランカップリング剤を用いた同様の研究によって、シラン処理面への光学的追加処理は、水中保管による接着強度の低下抑制に寄与する1)ことが確認されている。本実験で使用したCLEARFIL CERAMIC PRIMER PLUSは、成分中にγ-Methacryloxypropyltrimethoxysilaneとアルコール溶媒に加えてMDPが含有されている。したがって、シラン処理面へのDR・VL追加処理は、多様な被着体に対し優れた接着性を発揮するMDPの有無にかかわらず、水中保管後の接着強さの維持を可能としている。また、本研究によってその有効性が確認できた光化学的追加処理VLは、頻用されている歯科用LED照射器のみで実行でき、特別な高額装置や特殊なスキルを要せず、CAD/CAM用ブロックを含めたセラミック修復物に安定した接着効果を生む手技と考える。

【結論】 リン酸エステル系モノマー含有シランカップリング剤を用いた処理面への光学的追加処理は、簡便な操作によって、水中浸漬による脆弱化を抑制する接着効果を発揮することが明らかとなった。

1) 河本 芽, 柵木寿男, 奈良陽一郎, シラン処理したCAD/CAMセラミックブロックへの接着強さを向上させる光化学的処理. 接着歯学 2020 ; 38 : 44-52.



TBS of silanized restorative surfaces
with/without additional treatment

リン酸エステル系モノマー含有処理材がレジンセメントの接着性に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾,
若松歯科医院³⁾, 岩崎歯科医院⁴⁾

○石井 亮^{1,2)}, 青木良太¹⁾, 横山宗典¹⁾, 田村友彦¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)},
若松英輝³⁾, 岩崎圭祐⁴⁾

Influence of a surface conditioner containing phosphoric acid ester monomer on bond performance of a resin cement

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry, Wakamatsu Dental Clinic³⁾, Iwasaki Dental Clinic⁴⁾
○ISHII Ryo^{1,2)}, AOKI Ryota¹⁾, YOKOYAMA Munenori¹⁾, TAMURA Tomohiko¹⁾, TAKAMIZAWA
Toshiki^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, WAKAMATSU Hideki³⁾, IWASAKI Keisuke⁴⁾

【研究目的】

間接法によって歯冠修復を行う際に、歯冠部の実質欠損が著しい場合には金属あるいはコンポジットレジンを用いた支台築造が行われる。このうち、築造を直接法によって行うレジン支台築造は、可及的な歯質の保存、優れた審美性および弾性率が象牙質と近似していることなどの理由から、これを行う頻度が増加している。一方、レジン築造体に審美修復材料を間接法にて用いる際には、レジンセメントの使用頻度が高い。しかし、修復物装着時に生じる修復物内面あるいは支台築造表面への唾液汚染は、レジンセメントの接着阻害因子となり、接着性が低下することが指摘されている。近年、唾液汚染が生じた際にリン酸エステル系モノマーの有する界面活性作用を応用することで化学的に汚染を除去する製品が開発、臨床応用されている。しかし、この化学的除去法の有する汚染除去効果およびレジンセメントの接着性に及ぼす影響については、不明な点が多いのが現状である。

そこで演者らは、レジンセメントの接着性に関する研究の一環として、被着面に唾液汚染が生じた際のリン酸エステル系モノマー含有処理材の除去効果およびレジンセメントの接着性に及ぼす影響について表面自由エネルギーおよびレジンセメントとの接着強さを測定するとともに、汚染除去後の表面性状の走査電子顕微鏡 (以後、SEM) から検討した。

【材料および方法】

供試した支台築造用レジンには、エステコア (トクヤマデンタル) を使用した。また、支台築造用レジン表面処理材としてボンドマーライトレス II (トクヤマデンタル) を、レジンセメントとしてエステセム II (トクヤマデンタル) を用いた。唾液汚染後の表面処理材としてカタナクリーナー (KC, クラレノリタケデンタル) を使用した。

1. 接着強さの測定

接着試験用試片の製作に際して、支台築造用レジンに常温重合レジンに包埋し、耐水性 SiC ペーパー# 320 を用いて研削し、被着面とした。ヒト唾液を 10 μ l 滴下してこれを汚染面とした。汚染面の表面処理法は、未処理面あるいは KC 処理とした。また、唾液汚染を行わず同様の処理を行ったものを対称群とした。

各被着面に対し処理を行った後、内径 2.4 mm、高さ 2 mm の円柱状ステンレスリングにセメントペーストを填塞、照射を行い、接着試験用試片とした。これらの試片を 37 $^{\circ}$ C 精製水中に 24 時間保管後、あるいは 24 時間保管後に温熱負荷を 10,000 回負荷した後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて剪断接着強さを測定した。なお、ヒト唾液の使用に関しては、本学倫理委員会の審査を経て承認を得ている (倫許 EP19D12)。

2. 表面自由エネルギーの測定

接着試験用試片と同様に調整した試片を全自動接触角計 (DM500, 協和界面科学) に静置し、測定によって得られた接触角から拡張 Fowkes の理論式を用いて、表面自由エネルギーを算出した。

3. SEM 観察

各条件における支台築造用レジン表面における形態的な検討を行うため、通法に従って試片を製作し、SEM を用いて加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績および考察】

得られた接着強さ試験の結果から、唾液汚染の除去を行った条件は、これを行わない条件に比較して有意に高い接着強さを示した。また、表面処理後の表面自由エネルギーは、汚染面と比較していずれの条件においても有意に高い値を示した。

【結論】

唾液汚染された支台築造用レジンに対するレジンセメントの接着強さは、汚染除去により向上した。また、唾液汚染された支台築造用レジン表面の表面自由エネルギーは、汚染面に対する表面処理によって上昇することが判明した。

各種レジンセメントによる、歯冠象牙質ディスクおよび CAD/CAM コンポジットレジンディスクに対する象牙質微小引張り接着強さ

1. 東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 歯蝕制御学分野
2. 徳島大学大学院 医歯薬学研究部 再生歯科治療学分野
3. 東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 口腔機能再建工学

○石原洋樹¹、米倉和秀²、池田正臣³、中島正俊¹、大槻昌幸¹、島田康史¹、保坂啓一²

Dentin microtensile bond strengths of adhesively bonded coronal dentin or CAD/CAM resin composite disk.

1. Cariology and Operative Dentistry, Department of Restorative Science, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
2. Department of Regenerative Dental Medicine, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences
3. Department of Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

○Hiroki Ishihara, Kazuhide Yonekura, Masaomi Ikeda, Masatoshi Nakajima, Masayuki Otsuki, Yasushi Shimada, Keiichi Hosaka

【目的】

近年、レジンセメントの接着性能の向上、およびメタルフリーの観点から、間接法修復において歯冠色修復材料が用いられる機会が増えている。一方、抜去智歯などの歯冠を利用して修復治療を行うことで、機能的および審美的に生体を模倣した Biological Restoration が報告されている。しかし、接着性能を検討した基礎研究は行われていない。そこで本研究では、各種レジンセメントを用いて平坦象牙質に対する、歯冠象牙質ディスクおよび CAD/CAM コンポジットレジンディスクの接着性能を比較検討した。

【方法】

ヒト抜去健全大白歯の歯冠中央を、歯軸に対して垂直に切断し平坦面を作製後、#600 の耐水研磨紙を用いて仕上げ被着面とした。切断された歯冠側象牙質は厚さ 2mm になるよう削合し、切断面は耐水研磨紙を用いて仕上げ歯冠象牙質ディスクを作製した。一方、CAD/CAM ブロック (Katana Avencia P Block) を厚さ 2mm のディスクとして切断し耐水研磨紙を用いて平坦に仕上げ、50 μm 酸化アルミナ 0.2MPa にてサンドブラスト処理を行い、2 分間超音波洗浄し被着面とした。レジンセメントは、SA Luting Multi (SA)、Panavia V5 (PV5)、Super Bond C&B (SB) の 3 種を用いた。SA は、象牙質に対しセルフアドヒーズモードにて接着を行う群 (SA-S)、Universal Bond Quick ER を併用して処理を行った後、光照射の有無によって非光照射群 (SA-UBQ)、光照射群 (SA-UBQ-L) に分類した。PV5 は、象牙質に対しては Tooth Primer を、CAD/CAM ディスクに対しては Clearfil Ceramic Primer Plus を用いて、それぞれ処理を行った。SB は、歯面処理材によって Teeth Primer (SB-T) 群および Green Activator (SB-G) 群に分類し、CAD/CAM ディスクに対しては M&C Primer を用いて処理を行った。歯冠象牙質ディスクおよび CAD/CAM ディスクにレジンセメントを塗布して平坦象牙質に圧接し、SA と PV5 は 5 方向からそれぞれ 10 秒間光照射を行い、SB は圧接後 30 分間放置した。それぞれの試料は、37°C の水中に 24 時間保管した後、クロスヘッドスピード 1mm/min にて微小引張り接着試験を行った。

【結果】

結果を Table に示す。全ての接着方法において、象牙質に対する歯冠象牙質ディスクと CAD/CAM ディスクの微小引張り接着強さ (μ TBS) の間に統計学的有意差は認められなかった。接着方法による比較では、歯冠象牙質ディスクは SB-G \geq SB-T > PV5 \geq SA-UBQ-L > SA-UBQ \geq SA-S、CAD/CAM ディスクは SB-G \geq SB-T > PV5 \geq SA-UBQ-L \geq SA-UBQ \geq SA-S の順に高い μ TBS を示した。

【結論】

本実験系では各種レジンセメントにおいて、Biological Restoration を想定した歯冠象牙質ディスクの象牙質に対する接着強さと、CAD/CAM ディスクの象牙質に対する接着強さの間に有意差を認めなかった。一方、両群ともに材料選択により接着強さは影響を受けることがわかった。

東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会承認番号 D2013-022 号

Table. Microtensile bond strengths (n=30, MPa \pm SD)

| Mean value(MPa) | SA-S | SA-UBQ | SA-UBQ-L | PV5 | SB-T | SB-G |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Coronal dentin disk | 12.6 \pm 3.2 ^{Aa} | 14.6 \pm 4.8 ^{ABa} | 20.8 \pm 5.7 ^{Ca} | 21.2 \pm 4.5 ^{Ca} | 30.9 \pm 5.4 ^{Da} | 39.5 \pm 6.6 ^{Da} |
| CAD/CAM resin composite disk | 13.9 \pm 3.5 ^{Aa} | 15.1 \pm 3.4 ^{ABa} | 20.4 \pm 6.0 ^{BCa} | 22.3 \pm 5.0 ^{Ca} | 32.9 \pm 7.5 ^{Da} | 40.5 \pm 7.4 ^{Da} |

Different superscript letters indicate significant difference between groups ($p < 0.05$); uppercase letters in rows, lowercase letters between coronal dentin and CAD/CAM resin composite disks with each adhesive group.

歯髄圧有無条件下における 4種接着システムを用いたコンポジットレジン1級直接修復窩底部象牙質接着に対する質的評価

日本歯科大学 生命歯学部 接着歯科学講座

○前野雅彦, 森 のり子, 奈良陽一郎

Qualitative evaluation for cavity-floor dentin bonding of class 1 resin composite direct restoration using four adhesive systems with and without pulpal-pressure conditions

Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University

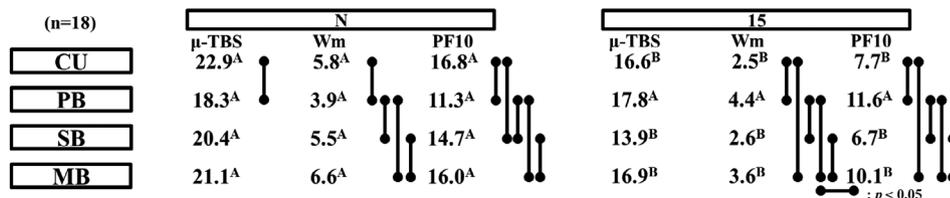
○MAENO Masahiko, MORI Noriko and NARA Yoichiro

【目的】 口腔内に存在する歯の修復に際しては、歯髄圧の有無による影響を理解した対応が望まれる。一方、臨床では、多種成分の最適配合バランスによって、多用途に応用できる接着システムが活用されている。そこで、修復頻度が高いコンポジットレジン1級直接修復を想定し、歯髄圧有無条件下における4種接着システムを用いた窩底部象牙質に対する微小引張接着強さ(μ -TBS)を測定し、その実態について質的評価を行った。

【材料および方法】 被験歯には、本学部倫理審査委員会の承認(NDU-T2022-31)を経て、0.1%チモール水溶液中に保存したヒト抜去健全上顎大白歯16本を用いた。まず、被験歯歯根の根尖側1/4の切断を経て、中隔部の切削によって歯髄腔を開放した。ついで、歯髄残存組織の除去後に綿球を挿入し、シリコンゴム印象材によって歯髄腔開放部を含め被覆した。その後、被験歯の規格化植立を経て、複製窩洞形成器と基準窩洞試料を用いて、中心窩から深さ2.0mm、頬舌・近遠心幅それぞれ5.0mmの規格化1級窩洞を形成した。ついで、被験歯植立モールド底面から印象材と綿球を除去し、歯髄腔に交通するスペースを小孔付き透明アクリル板によって封鎖した試料を、歯髄圧非負荷条件(N; 対照)とした。他方、水中にて歯髄腔交通スペースへの蒸留水注入後に、小孔に接着させたポリエチレン細管を介して蒸留水を充たしたシリコンチューブを連結させ、窩底部象牙質面から貯水面までの垂直距離を15cmに設定した試料を歯髄圧負荷条件(15)とした。その後、代表的なオールインワンアドヒーズシステム3種(CU: CLEARFIL Universal Bond Quick ER, Kuraray Noritake Dental, PB: Prime&Bond universal, Dentsply sirona, SB: Scotchbond Universal Plus, 3M)、および安定した接着性能を有するとの国内外評価を得ている2ステップセルフエッチングブライマーシステム(MB: CLEARFIL Mega Bond 2, Kuraray Noritake Dental; 対照)による歯面処理後に、汎用性コンポジットレジン(CLEARFIL MAJESTY ES-2, Kuraray Noritake Dental)を用いて2.0mm/残余部の2回分割積層充填による臨床的修復を行った。なお、Nへの歯面処理は、窩洞形成を経た直後に、15では湿潤効果が現れる歯髄圧負荷開始から2時間後に実施した。ついで、Nは37°C水中24時間保管後に、15は歯髄圧負荷条件下の24時間経過後に、頬舌的・近遠心的それぞれ4回の切断によって、1試料から断面積1.0mm²のビーム状試料9片を得て、C.H.S. 1.0mm/min下の μ -TBS値(n=18)を測定した。得られたデータは、 μ -TBSに基づくメジアンランク法によるワイブル分析によって統計学的解析を図った。

【成績と考察】 得られた平均 μ -TBS値とワイブルパラメーター値の違いを下表に示す。CU・SB・MB群の平均 μ -TBS値とWm値・PF10値は、15条件がN条件より有意に小さい値を示した。一方、PB群では両歯髄圧条件間の値に有意差を認めなかった。また、N条件においては、PB群のWm・PF10値は、対照を含む3群値と比較して有意差ある最小値を示したものの、15条件では有意差ある最大値を示した。したがって、近年の接着システムによる窩底部象牙質の接着信頼性・接着耐久性は、歯髄圧による負の影響を受ける傾向にあるものの、歯髄圧の有無にかかわらず一定の質的性能を発揮するシステムが存在することが判明した。また杉山ら(日本歯科保存学会2022年度春季学術大会(第156回), 03, 2022)は、本実験と同様の手法によって、中心窩から2.0mm下方の平面象牙質に対する同一条件下のWm値/PF10値による質的評価を行い、CU(N:2.6/14.7, 15:2.9/10.8)、PB(N:2.6/14.3, 15:2.4/13.4)、SB(N:3.0/16.4, 15:3.1/12.1)、MB(N:4.4/18.8, 15:2.0/7.9)を報告している。本実験によるWm値/PF10値との質的差違の一因として、分割積層充填の第1層目におけるC値の差違(本実験値:3.10、杉山らの同値:0.23)が考えられる。

【結論】 コンポジットレジン1級直接修復窩底部象牙質における質的評価としての接着信頼性と接着耐久性は、歯髄圧負荷によって減弱する傾向を示すものの、同条件下においても優れた質的接着を獲得するシステムを確認した。



Differences in the values of μ -TBS and Weibull parameters among four adhesive systems with and without pulpal pressure condition

Different uppercase letters between two pulpal pressure conditions indicate statistically significant differences at $p < 0.05$.

S-PRG フィラー溶出液と超音波振動を用いた歯根象牙質脱灰抑制能の検討

¹ 神奈川歯科大学短期大学部歯科衛生学科, ² 神奈川歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野
○片岡 あい子¹, 椎谷 亨², 小倉 真奈², 向井 義晴²

Anti-demineralization effect of S-PRG filler eluate with ultrasonic vibration on root dentin

¹Department of Dental Hygiene, Kanagawa Dental University Junior College,

²Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

○KATAOKA Aiko¹, SHIYA Toru², OGURA Mana², MUKAI Yoshiharu²

【目的】

S-PRG 溶出液を用いた超音波デブライメントを想定し, S-PRG フィラー溶出液 (ナノ S-PRG フィラーを 0.5wt% 含有) を超音波振動を加えた動的な状態において歯根象牙質面に作用させた場合の脱灰抑制能を検討した。

【材料および方法】

1. 象牙質試料の作製: ウシ下顎中切歯歯根部を歯頸部直下およびそれより 5 mm 根尖側で切断し円筒状象牙質歯片を切り出した。その後, 歯軸方向に 2 分割し, 表面を 2000 番の耐水研磨紙により研磨後, 象牙質試料とした。耐酸性バーニッシュを用いて 2 × 3 mm 被験歯面を作製した。歯髄側および側面もバーニッシュを塗布した。
2. 処理群 (n=3) 3 群: 1) S-PRG フィラー溶出液 (超音波振動なし): PRG 群, 2) S-PRG フィラー溶出液+超音波振動: PRG+US 群, 3) 脱イオン水: DW 群
3. 処理方法: PRG 群および DW 群はそれぞれ 3 個の 50ml ビーカーに S-PRG フィラー溶出液もしくは脱イオン水 (40ml) と象牙質試料 1 つを入れ, 10 分間静置した。PRG+US 群は, 3 個の 50ml ビーカーにそれぞれ S-PRG フィラー溶出液 (40ml) と象牙質試料 1 つを入れ, 超音波洗浄機 (US-2R) にて超音波振動 (40kHz) を 10 分間与えた。これらの処理は 1 日 1 回とし, その他の時間は以下に記載するような脱灰液に浸漬した。
4. 脱灰試験: 処理以外の時間は各試料を脱灰溶液 (1.5 mM CaCl₂, 0.9 mM KH₂PO₄, 50 mM acetic acid, 0.1ppm F, pH 5.0) 10ml に浸漬し, 37°C で 4 日間脱灰を行った。
5. 評価方法: ダイヤモンドワイヤー式精密切断機 (Well3242) にて厚さ 300 μm の薄切片を作製し, Transverse Microradiography (TMR) 撮影 (管電圧 35kV, 管電流 15mA, 焦点-試片間距離 570mm, 照射時間 15 分, PW3830) を行った。現像後, 分析用ソフト (TMR2006, 2012) を用いてミネラルプロファイルを作成し, ミネラル喪失量 (IML) および病巣深度 (Ld) を測定した。3 群間の比較には Games-Howell の多重比較検定 (有意水準 5%) を用いた。

【結果】

各群の平均ミネラルプロファイルは, PRG 群は DW 群と比較して表層のエックス線不透過性が高く, ミネラル密度は DW 群が 9.5 μm 付近で 14 vol% に対し, PRG 群では 12.5 μm 付近で 41 vol% と高い値を示した。PRG+US 群では 17 μm 付近で 38 vol%, 41 μm 付近で 44 vol% の二層性のピークが認められた。IML (vol% × μm) は DW 群で 4421, PRG 群で 2456, PRG+US 群で 2782 であり, PRG 群と PRG+US 群は DW 群と比較して有意に低い値となった (p < 0.05)。Ld (μm) は DW 群で 165, PRG 群で 135, PRG+US 群で 161 であり, 3 群間に有意差は認められなかった (p > 0.05)。

【考察】

今回の実験では, S-PRG 溶出液の脱灰抑制効果は認められたものの, 超音波を併用した群と非併用群との間で有意な脱灰抑制効果の差は認められなかった。一方, ミネラルプロファイルには違いが認められた。超音波併用群は 2 層性のピークを有する特徴的なミネラルプロファイルを示しており, これは S-PRG フィラー溶出液と超音波振動の併用により歯根象牙質面のスミヤー層が超音波キャビテーションにより象牙質面から除去されるとともに, キャビテーションによる衝撃波により溶出液中の微細なフィラーやイオンが深部にまで浸透し脱灰液中のフッ化物イオンをリチャージ・リリースすることで形成されたものと考えられた。

探針による触診は白斑エナメル質を破壊するか？

兵庫医科大学歯科口腔外科学講座

○清水明彦

Does probing with an explorer produce traumatic damage in white spot lesions?

Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo College of Medicine

○Akihiko Shimizu

【研究目的】

萌出まもない永久歯の小窩裂溝を探針で触診すると、エナメル質が崩壊する危険性が報告され(Ekstrand ら 1987 年)、また探針による触診は、小窩裂溝のう蝕歯質のみならず健全歯質も崩壊させる危険性が報告された(小澤ら 1990 年)。しかし、前者の報告では探針の触診圧や先端形状が不明であり、後者の報告では触診圧が約 800 gf と過大であるなど問題点も多く、探針の有害性の実態については、見直しておく必要がある。

本研究の目的は、探針を用いて抜去歯のエナメル質う蝕病変を触診したとき、如何なる深さのクボミができるかを調べ、探針による触診が白斑エナメル質表層を崩壊するかどうかを再検討することである。

【材料および方法】

先端曲率半径 $R=57\mu\text{m}$ 、円錐角 27 度の探針 (#23, Lot:CB1, YDM 社) の探針部分を柄から取り外し、触診圧が設定可能な機器のハンドピースに取り付けた。10%中性ホルマリンに保存された抜去歯の中から ICDAS code 2 の白斑を有する歯を選んだ(兵庫医科大学倫理審査委員会承認番号 2260)。白斑のう蝕断面を、耐水研磨紙で #2500 まで研磨し、得られたう蝕病変部を被験対象とした。

触診圧を 100 gf に設定した探針を、う蝕面に垂直に押し当て、形成されたクボミの直径を顕微鏡(200 倍)で計測し、その半径 $Z\mu\text{m}$ からクボミの深さを「計算式： $R \times [1 - \cos(90 - \cos^{-1} Z/R)]\mu\text{m}$ 」で算出したのち、硬度計(MVK-E, 明石社)を用いてクボミの可及的近傍のエナメル質のヌーブ硬さ(KHN)を測定した。次いで、触診圧を 150、200、300 gf に設定し、同様にクボミの深さ(μm)とクボミ近傍のエナメル質の硬さ(KHN)を調べた。

【成績】

設定された 4 通りの「触診圧」でエナメル質にできた「クボミの深さ(μm)」と「エナメル質の硬さ(KHN)」を調べ、全部で 48 のペアデータを得たのち、触診圧ごとに累乗近似曲線を求めた。

触診圧が同じならう蝕病変が硬ければクボミは浅くなり、また触診圧が大きくなるとクボミも深くなることが分かった。例えば、探針の触診圧を 100→150→200→300 gf と大きくすると、「硬さ 30 KHN のう蝕」にできるクボミの深さは 11→15→20→23 μm となり、「硬さが 75 KHN のう蝕」ならクボミの深さは 2.7→4.3→6.1→6.9 μm となった。

【考察】

一般に白斑は、表層下ではかなり脱灰が進んでいても、表層エナメル質(厚さは約 20~80 μm)はある程度の厚みと硬さを維持している。ここでは ICDAS code 2 の白斑として、白斑の表面硬さ 75 KHN(う蝕病変が象牙質に到達している白斑の表面硬さは 93±18 KHN と報告されている)、表層エナメル質の厚さ 20 μm と見積もって検討する。このような厳しい状況下にある白斑であっても、探針を触診圧 150 gf で使用した場合、クボミの深さは 4.3 μm (サランラップの厚さの 1/2 以下)なので、探針が厚さ 20 μm の表層エナメル質を破壊して表層下脱灰層まで貫通するとは考えられない。白斑は、小窩裂溝だけでなく、矯正治療や有床義歯の不適切な使用に関連して発現するが、これらの白斑に対し、探針を適切な触診圧(100~150 gf)で使用すれば、白斑エナメル質が崩壊することはない。

一方 ICDAS code 3 の白斑において表層の一部が崩壊している部位の硬さは 32±18 KHN と報告されている。よって、エナメル質表層が崩壊している部位(う窩)では、表層下の脱灰層が露出していると想定されるので、探針で調べる際には触診圧 100gf 以下で慎重に行うべきであろう。

【結論】

臨床医が先端曲率半径 $R=57\mu\text{m}$ の探針を常識的な触診圧(100~150 gf)で使用するなら、探針によって ICDAS code 2 の白斑のエナメル質表層が崩壊することはないであろう。

象牙質に浸透したイオンの局在と MMP 阻害作用との関係性の可視化

大阪大学大学院歯学研究科歯科保存学講座
○内藤 克昭, 島岡 毅, 神田 ひかる, 林 美加子

Visualization of the relationship between the localization of ions diffusing dentin and inhibition of matrix metalloproteinase activity

Osaka University Graduate School of Dentistry, Department of Restorative Dentistry and Endodontology
○NAITO Katsuaki, SHIMAOKA Tsuyoshi, KANDA Hikaru, HAYASHI Mikako

[研究目的]

う蝕の進行過程において、有機成分であるマトリックスメタロプロテアーゼ (MMP) やコラーゲン線維と F, Zn, Mg などのイオンがそれぞれ脱灰・再石灰化に寄与することは知られているが、それらの相互作用は不明である。そこで我々は、象牙質内におけるイオンの局在とコラーゲン線維の崩壊に関与する MMP の抑制についての相互作用に着目した。本研究の目的は、ナノレベルでの元素検出力を有する飛行時間型二次イオン質量分析法 (TOF-SIMS) および組織学的に定量評価が可能な *in situ* zymography を用いて、イオンの局在と MMP 阻害作用への関係性を可視化し、う蝕の進行過程における両者の相互作用を理解することをめざした。

[材料および方法]

<試料作成> 21 歳から 28 歳のヒト健全第三大臼歯を使用した (n=6)。歯根をエナメル-象牙質から 0.5 mm 上方の位置を基準に厚さ 2 mm の歯冠部円盤状試料を取得した。象牙質以外をスティッキーワックスで被覆し、Caredyne® restore (GC, Tokyo) を象牙質に塗布した。湿度 100%, 37 °C 下にて 1 時間保管後、生理食塩水 10 ml 中に浸漬した。生理食塩水は 1 週間ごとに交換した。12 時間後 (n=2) および 1 週間後 (n=4)、材料を機械的に除去し、測定試料とした。

なお、本研究は大阪大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認下で実施した。(承認番号: H30-E36)

<TOF-SIMS> 上述した 12 時間浸漬試料を常温重合レジンに包埋し、試料の固定を行った。材料塗布面を #600-#2000 の耐水ペーパーで表面を研磨後、酸化アルミナで鏡面研磨を行った。この試料を 15×15×10 mm のブロック状に加工し M6 (IONTOF, Munster, Germany) の測定ステージに固定して、Static TOF-SIMS による元素分析に供した。スペクトルは、陽イオンおよび陰イオンフラグメントを 500 × 500 μm の領域で取得した。またイメージング画像は、20 × 20 μm の領域で取得した。

<*in situ* zymography> 上述した試料を厚さ 150 μm に切断し、スライドガラスに貼付け、#600-#1500 の耐水ペーパーを用いて厚さ約 50 μm になるまで研磨した。フルオレセイン標識ゼラチン溶液 (E-12055) を緩衝液 (NaCl 150 mM, CaCl₂ 5 mM, Tris-HCl 50 mM, pH 8.0) で希釈し、各象牙質切片に 50 μm 滴下した。ポジティブコントロールは材料を塗布しなかった試料とし、ネガティブコントロールは材料塗布後に MMP 阻害剤である 1.0 mol/L tetracycline を含む緩衝液に浸漬した試料を用いた。アルミホイルで遮光し、37°C の恒温槽で 24 時間静置した後、共焦点レーザー顕微鏡 (LSM700, Carl Zeiss, Oberkochen, Germany) を用いた *in situ* zymography により、MMP 活性の抑制効果を評価した。

取得した画像は、Imaris 9.2.1 (Bitplane, Zurich, Switzerland) と image J (NIH) を使用して解析した。

[結果および考察]

材料を塗布した試料において、管周象牙質 (PTD) に F, Zn などの外来性イオンの集積を認めた。イオンの集積は、表層から約 10 μm で確認でき、深部ほど減少する傾向を認めた。管間象牙質 (ITD) においては外来性イオンの集積はわずかしか確認できなかった。コントロールと比較して、Ca²⁺, P, CN⁻; その他アミノ酸の分布に明らかな違いは認めなかった。*In situ* zymography では、Caredyne® restore を塗布した試料において、表層の蛍光強度が減少し、MMP の活性が阻害されたことがわかった。その深さは約 10 μm で、外来性イオンの集積を認めた範囲と一致した。以上の結果より、TOF-SIMS と *in situ* zymography の併用はイオンと有機質との相互作用を明らかにする上で有用であることが示唆された。本研究の一部は科学研究費補助金 (JP21K21009, JP20H00552) の補助のもとに行われた。

ヒト歯髄幹細胞における HEMA 誘導性細胞応答への TRPA1 の関与

九州歯科大学 口腔機能学講座 口腔保存治療学分野
○折本 愛、北村知昭

**The Role of TRPA1 Channels
in HEMA-Induced Cell Response of Human Dental Pulp Stem Cells**
Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Department of Oral Functions,
Kyushu Dental University
○ORIMOTO Ai, KITAMURA Chiaki

【目的】

歯の痛みは、う蝕、冷・機械刺激、化学刺激などの様々な外部刺激によって惹起される。一過性受容体電位アンキリン 1 (TRPA1) は一次求心性感覚神経に発現する非選択イオンチャンネルで、冷・機械刺激や様々な刺激性化学物質に応答する。歯髄において TRPA1 が発現していることから、歯髄の痛み刺激受容に TRPA1 が関与することが示唆されているが、その機序の詳細については不明な点が多い。これまでに、ヒト歯髄幹細胞に変異型サイクリン依存性キナーゼ 4 (CDK4^{R24C})、サイクリン D1 (CyclinD1)、テロメア逆転写酵素 (TERT) の 3 種類の遺伝子発現により、分化能力および元の染色体パターンを維持したまま細胞分裂が劇的に加速される効率の良い無限分裂ヒト歯髄由来幹細胞 hDPSC-K4DT の樹立に成功している (第 155 回 日本歯科保存学会にて発表)。本研究では、セルフエッチングシステムで頻用される 2-ヒドロキシエチルメタクリレート (HEMA) に対する細胞応答への TRPA1 関与を無限分裂ヒト歯髄幹細胞 hDPSC-K4DT を用いて検証した。

【材料と方法】

1. 細胞および培養法: 無限分裂ヒト歯髄幹細胞 hDPSC-K4DT を骨分化誘導培地で 1-2 週間培養した。
2. 定量性 RT-PCR: hDPSC-K4DT を骨分化誘導培地で培養し、TRPV1, TRPA1 および TRPV4 の培養日数依存的な遺伝子発現量の変化を解析した。
3. HEMA による細胞応答の評価: 予備実験として、hDPSC-K4DT を用いて細胞毒性試験を行い、以後の解析に供する HEMA 濃度を決定した。骨分化誘導培地で培養した hDPSC-K4DT を HEMA 暴露し、酸化ストレス応答関連マーカーである HO-1 の遺伝子発現量、活性酸素 (ROS) 量、細胞外に分泌された ATP 量を解析した。

【結果】

定量性 RT-PCR の結果、無限分裂ヒト歯髄幹細胞 hDPSC-K4DT において、TRPA1、TRPV1、TRPV4 の遺伝子発現が認められ、TRPA1 が最も高い発現を示した。TRPA1 の遺伝子発現量は骨分化誘導を開始して日数依存的に 10 倍 (分化誘導 8 日後)、40 倍 (分化誘導 15 日後) と増加した。HEMA に暴露した hDPSC-K4DT では、HEMA 濃度依存的に HO-1 遺伝子発現量が上昇した。骨分化誘導培地で 14 日間培養を行った後に 30 mM HEMA に暴露した hDPSC-K4DT では ROS 産生と細胞外に分泌された ATP 量の増加が認められた。また、30 mM HEMA 暴露により産生された ROS と細胞外に分泌された ATP 量は、ROS 抑制剤と TRPA1 選択的アンタゴニストにより減少した。

【考察】

無限分裂ヒト歯髄幹細胞 hDPSC-K4DT でみられる骨分化誘導下での TRPA1 の経時的な発現上昇は TRP チャンネルが hDPSC-K4DT の硬組織形成細胞分化に関与することを示唆している。また、HEMA 濃度依存的な HO-1 遺伝子発現の上昇、高濃度 (30 mM) HEMA 暴露による ROS 産生と細胞外 ATP 量の増加、および ROS 抑制剤と TRPA1 選択的アンタゴニストによる ROS 産生と細胞外 ATP 量の減少は、HEMA が高濃度になると hDPSC-K4DT の解毒代謝機能が追い付かなくなる結果として ROS が蓄積すること、ROS が TRPA1 の活性化に関与していることを示唆している。

【結論】

無限分裂ヒト歯髄幹細胞 hDPSC-K4DT の硬組織形成細胞への分化および HEMA 誘導性細胞応答に TRP チャンネルである TRPA1 は関与する。また、hDPSC-K4DT を用いた評価系による TRPA1 を介した歯髄における痛み受容メカニズムの解明は、歯の疼痛発症メカニズムの解明と疼痛制御治療法の開発に有用である。

【謝辞】

本研究の実施にあたり御指導賜りました九州歯科大学、生理学分野 小野 堅太郎教授に深く感謝申し上げます。

マウス歯髄におけるリンパ管の存在および細胞外液排出経路の組織学的観察

¹東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 歯髄生物学分野

²University of Michigan School of Dentistry, Department of Cariology, Restorative Sciences, and Endodontics

³岩手医科大学 歯学部口腔医学講座 歯科医学教育学分野

○田澤 建人^{1,2}, 藤村 朗³, 興地 隆史¹, 佐々木 元²

Histological observation of the presence of lymphatic vessels and extracellular fluid drainage pathways in mouse dental pulp

¹Department of Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

²University of Michigan School of Dentistry, Department of Cariology, Restorative Sciences, and Endodontics

³Division of Dental Education, Department of Oral Medicine, School of Dentistry, Iwate Medical University
○TAZAWA Kento^{1,2}, FUJIMURA Akira³, OKIJI Takashi¹, SASAKI Hajime²

【緒言】

リンパ管は細胞外液の恒常性維持に重要な役割を担うが、歯髄リンパ管の有無については統一見解が無い。また歯髄は硬組織に囲まれ組織圧に対するコンプライアンスが低いとされるが、細胞外液排出機構については不明の点が多い。そこで本研究では、リンパ管上皮マーカーProx1 (prospero homeobox 1) の発現を緑色蛍光タンパクのシグナルで解析可能なProx1-eGFP トランスジェニックマウスを用い、歯髄リンパ管の存在および細胞外液排出経路を評価した。

【材料および方法】

歯髄リンパ管の評価にはProx1-eGFP マウス (生後1, 3, 5, 7, 14日, 6週齢, 各N = 3) を用いた。Dylight 594-lectin を心臓内に注入し血管内皮細胞を蛍光標識したのち、下顎骨を摘出、固定・脱灰を行い、抗-eGFP 抗体を用いて GFP シグナルを増強した。組織標本は凍結切片 (厚さ 10 μm) もしくは組織透明化操作により透明標本とした後、共焦点レーザー顕微鏡にて eGFP シグナル陽性管腔を観察した。また、マウス第一臼歯近心咬頭に窩洞形成し、3, 5, 7 日後に下顎骨を摘出し上記の観察を行い、歯髄リンパ管の可逆性歯髄炎に伴う動態変化を評価した。さらに細胞外液排出経路の評価のため、マウス第一臼歯を露髄させ同部に墨汁を滴下し、歯髄に吸収された墨汁の分布を組織学的に観察した。(本実験はミシガン大学動物実験委員会の承認を受けて行った。実験番号:PR000009610)

【結果】

生後1-7日の歯髄では、prox1 陽性管腔の密なネットワーク構造を認め、Dylight 594 で標識された血管系とは完全に独立していた。一方、生後14日の歯髄組織切片ではProx1 陽性管腔は観察されなかった。6週齢の成熟正常歯髄におけるProx1 陽性管腔は、組織切片では観察できない場合があったが、透明組織標本ではいずれの試料においても少数かつ不連続ながら歯髄内にProx1 陽性管腔を認めた。可逆性歯髄炎誘発3-5日目では、歯髄内のProx1 陽性管腔は増生し歯冠部から根尖部まで連続性を示すようになり、根尖口外のProx1 陽性管腔と交通していた。一方、7日目では歯髄内Prox1 陽性管腔は正常歯髄と同レベルまで発現が低下し不連続性を呈していた。歯髄に吸収された墨汁は主に細胞希薄層を中心とした細胞間隙を通じて根尖口外へ排出されていたが、一部はProx1 陽性管腔内にも認められた。

【考察】

本実験ではリンパ管特異マーカーであるProx1 を指標とすることにより血管系とは独立した管腔を観察することができ、歯髄におけるリンパ管の存在を示唆した。成熟歯髄における組織切片でProx1 陽性管腔の発現に再現性が乏しかった理由は、成熟歯髄におけるリンパ管は数が少なく管腔壁も薄いために、凍結切片の厚みでは検出が困難であったためと考えられる。歯髄の成熟に伴いProx1 陽性管腔の発現は減少するが、歯髄炎誘発後一過性に増生することから、炎症時には細胞外液の排出経路の一端としてリンパ管も機能していると考えられた。しかしながら、成熟正常歯髄においては細胞間隙が主な歯髄組織液の排出経路であることが示唆された。

【結論】

マウス歯髄において血管系とは独立したProx1 陽性管腔ネットワークを認めた。Prox1 陽性管腔は成熟歯髄では不連続性であったが、歯髄炎誘発後に一過性に増生し連続性を認めた。歯髄細胞外液の排出経路として、細胞間隙と歯髄リンパ管を介した経路が存在することが示唆された。

*本研究はNIH/NIDCR grants R01DE024796, R21DE030213の助成を受けたものである。

歯髄再生療法モデルラットを用いた歯根成長段階による治癒形態の比較解析

¹新潟大学 医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野

²新潟大学 医歯学総合研究科 口腔生命福祉学講座 口腔保健学分野

○高原信太郎¹, 大倉直人¹, 吉羽邦彦², 吉羽永子¹, 竹中彰治¹, 枝並直樹¹, 庭野和明¹, 野村由一郎¹

The comparison analyses of wound-healing mechanism according to the root development stage using the regeneration model rats

¹Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

²Division of Oral Science for Health Promotion, Department of Oral Health and Welfare, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○Shintaro TAKAHARA¹, Naoto OHKURA¹, Kunihiro YOSHIBA², Nagako YOSHIBA¹, Shoji TAKENAKA¹, Naoki EDANAMI¹, Kazuaki NIWANO¹ and Yuichiro NOIRI¹

【目的】 根管治療歯は生活歯に比べて脆弱であり、喪失のリスクが高くなるため (Caplan DC *et al.* 2005)、歯の構造を強化させることが可能な再生歯内療法(regenerative endodontic procedure: REP)が注目されつつある。我々はこれまで、根未完成歯の REP における歯髄残存量の違いに応じた治癒形態のパターンについて調査したところ、残存量の減少に伴い、根管内の新生硬組織(dentin-associated mineralized tissue: DAMT)・新生軟組織の組み合わせは、象牙質様 DAMT・歯髄様組織、セメント質様 DAMT・歯根膜様組織、および骨・歯根膜様組織の3パターンを示すことを報告している (Edanami *et al.* 2020)。しかし、治癒に向かう際の詳細な分子細胞メカニズムや歯根成長段階による治癒形態に差があるか否かについては不明なままである。根未完成歯の根尖部には特異的な間葉系幹細胞(Mesenchymal Stem Cell: MSC)の存在が確認されており、MSCの有無を左右する根尖部の発達状況の違いが REP 後の治癒期間と治癒形態に大きく影響すると仮説を立てた。よって、本研究では、3つの歯根成長期(中期、後期、完成期)に着目し、REP 後の治癒形態のパターンおよび DAMT 量の比較を行った。また、治癒に重要な役割を演じる MSC と M2 マクロファージ(M ϕ)に着目し、REP 前の根尖部と REP 後の根尖部および根管新生軟組織における免疫組織学的局在の比較を行った。

【材料および方法】 本研究は新潟大学動物実験倫理委員会の承認後実施した (承認番号 SA01156)。歯根成長中期、後期、完成期に該当する5週齢、8週齢および11週齢の Wistar 系ラットの下顎左側第一臼歯に対して、以前の研究 (Edanami *et al.* 2020) に従って REP 処置を施した。すなわち、近心部を露髄し、近心根の根尖孔から 0.8mm 上部までの歯髄を除去後、根管内を血餅で満たし、MTA を塗布し、フロアブルコンポジットレジンで充填した。28 日後に下顎骨ごと摘出し、4 週間脱灰後、パラフィン切片を作成し、H-E 染色、dentin sialoprotein、Nestin および Periostin の免疫組織学的解析による根管内の治癒形態および DAMT 量の評価、MSC マーカーである α -smooth muscle actin (α -SMA)、CD73、CD90 および CD146 を免疫組織学的に解析し、MSC の局在解析、さらに CD68 と CD206 とを免疫蛍光二重染色して M2M ϕ の局在解析を行った。本研究は科研費(21H03117B)の助成を受け、遂行された。

【結果】 未処置歯の近心根根尖部において、 α -SMA および CD73 は歯根の発達とともに陽性反応が著明に減少した一方で、CD90 および CD146 では変化は認められなかった。

REP 処置後 28 日目において、週齢の増加に伴い DAMT・歯髄様組織の治癒形態を示す頻度が減少し、DAMT 形成量の減少を認めた。 α -SMA の免疫組織学的解析では、週齢の増加に伴い根尖部の陽性領域が減少する一方で、根管内の新生軟組織において MSC の細胞形態を有する α -SMA 陽性細胞が増加した。また、根尖部および根管新生軟組織において MSC の細胞形態を有する CD73、CD90 および CD146 の陽性細胞が著明に増加した。さらに、週齢の増加に伴い CD68 と CD206 の二重陽性細胞が根尖部および根管新生軟組織でも著明に増加した。

【考察】 未処置歯に関して、週齢の増加に伴い根尖部での MSC の細胞形態を有する一部の MSC マーカー陽性細胞が減少していることから、歯根の完成とともに特定の MSC 数が徐々に減少していく可能性がある。このような変化は REP 後の治癒形態に影響を与える可能性を示した。すなわち、歯根の完成に伴い残存歯髄に存在する MSC 数が減少し、その結果、治癒遅延と DAMT 形成の減少が生じたと考えられる。

【結論】 ①未処置歯の近心根根尖部では α -SMA および CD73 の陽性細胞が歯根の発達に伴い減少した。②REP 後の近心根でも歯根の発達に伴い、治癒形態および DAMT 量に著明な差を認め、さらに③各 MSC マーカーおよび M2 マクロファージでも根尖部と根管新生軟組織で様々な局在形態が観察された。

miR-582-5p, that targets *Skp1* and suppresses NF- κ B signaling-mediated inflammation, is down-regulated in periodontitis and obesity

1 Department of Periodontology, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University

2 Department of Cell Biology, Aging Science, and Pharmacology, Division of Oral Biological Sciences, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○Li Rongzhi¹, Tomomi Sano^{1,2}, Takao Fukuda¹, Takanori Shinjo¹,
Misaki Iwashita¹, Akiko Yamashita¹, Terukazu Sanui¹, Fusanori Nishimura¹

【Background, objective】

Nuclear factor-kappa B (NF- κ B) is a key transcription factor that associates with chronic inflammation states such as periodontitis and obesity. During the progress of inflammation, macrophages play an important role. MicroRNAs (miRNAs) are pivotal inflammation modulators. However, miRNA-regulated mechanisms that implicate NF- κ B activity are not fully understood. This study aimed to identify a potential miRNA that could modulate the dysregulated NF- κ B signaling during inflammation.

【Materials and methods】

Eight-week-old male C57BL/6J mice were fed with either a normal diet (ND) or a high-fat diet for eight weeks to develop diet-induced obesity. miRNA expressions of adipose tissues in each group were detected by microarray analysis, and were further verified by quantitative PCR (qPCR). Experimental periodontitis was created in 12-week-old ND-fed male C57BL/6J mice by 5-0 silk ligation around left maxillary molar for two weeks. Gingival tissues were isolated and subjected to qPCR for miRNA quantification. Production of the pro-inflammatory cytokines in miRNA-transfected macrophages was measured by qPCR, western blot, and ELISA. Target candidate gene of the fluctuated miRNA was selected via target prediction tool, TargetScan. Confirmation of the candidate gene was performed using dual-luciferase reporter assay and western blot. Signaling modulation by the miRNA was detected by western blot and immunofluorescence.

【Results】

We identified that miR-582-5p was significantly downregulated in inflamed murine adipose tissues, gingival tissues and RAW264.7 cells, a macrophage-like cell line. Moreover, exogenous miR-582-5p attenuated the production of pro-inflammatory cytokines such as tumor necrosis factor-alpha, interleukin-1 beta, and interleukin-6. S-phase kinase-associated protein 1 (SKP1), a core component of an E3 ubiquitin ligase that promotes the degradation of NF- κ B inhibitor alpha (I κ B α), thus regulating the NF- κ B pathway, was proposed as a biological target of miR-582-5p. The binding of miR-582-5p to a 3'-untranslated region site on *Skp1* was confirmed using a dual-luciferase reporter assay; in addition, transfection with a miR-582-5p mimic suppressed SKP1 expression in RAW264.7 cells. Importantly, exogenous miR-582-5p attenuated the production of pro-inflammatory cytokines in macrophages by suppressing the degradation of the I κ B α , which subsequently inhibited the phosphorylation of p65 and its nuclear translocation.

【Conclusion】

miR-582-5p, which decreases during inflammation, could inhibit LPS-induced inflammatory response via suppressing NF- κ B signaling by targeting *Skp1*. Therefore, regulation of miR-582-5p could be a therapeutic strategy for inflammation-related pathologies such as obesity and periodontitis.

機械感受性イオンチャネル Piezo1 はマクロファージの *Porphyromonas gingivalis* に対する自然免疫応答を制御する

1) 広島大学大学院医系科学研究科 歯髄生物学研究室

2) 日本学術振興会特別研究員 DC2

3) ノバサウスイースタン大学歯学部

4) 日本学術振興会海外特別研究員

○熊谷 友樹^{1),2),3)}, 進藤 智^{3),4)}, 中村 心³⁾, 武田 克浩¹⁾, 柴 秀樹¹⁾, 河井 敬久³⁾

Mechanosensitive Piezo1 dysregulates macrophage's innate immune responses to *Porphyromonas gingivalis*

1) Department of Biological Endodontics, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

2) JSPS Research Fellowship for Young Scientists DC2

3) Nova Southeastern University College of Dental Medicine

4) JSPS overseas research fellowships

○Tomoki Kumagai^{1),2),3)}, Satoru Shindo^{3),4)}, Shin Nakamura³⁾, Katsuhiro Takeda¹⁾, Hideki Shiba¹⁾, Toshihisa Kawai³⁾

【緒言】*Porphyromonas gingivalis* (Pg)は、歯周炎の主たる原因菌であり、LPS、ジンジパイン、外膜小胞 (OMVs) など多くの病原性因子を産生する(Weizhe et al., 2020)。これらの Pg 由来因子のうち、OMVs は、病原性因子の運搬手段として機能していると考えられる (Amano, et al., 2014)。近年、全ての宿主細胞は、細胞膜に発現する様々なチャネルを介して機械的刺激に応答する能力を持っていることが明らかになっている。特に、機械的ストレスを生体信号に変換する機械感受性 Ca²⁺イオンチャネルである Piezo1 と Piezo2 が発見され (Coste et al., 2010)、2021 年に Dr. Ardem Patapoutian のノーベル賞受賞へとつながった。興味深いことに、マクロファージに発現された Piezo1 は、大腸菌の LPS によって誘導される toll-like receptor-4 (TLR4) のシグナルを増幅することが報告されており (Geng et al., 2021)、自然免疫による炎症反応に Piezo1 が関与する可能性が示唆されている。歯周炎患者では歯槽骨の吸収と歯周靭帯の損傷による歯牙動揺が病的に増大し、歯周組織に存在する細胞に機械的ストレスが発生していると考えられる。しかしながら、歯周炎においてマクロファージに発現された Piezo1 による機械的ストレスに対する応答がその病態に与える影響についてはほとんど不明である。本研究ではマクロファージに発現する機械感受性 Piezo1 Ca²⁺チャネルの活性化と Pg 感染の相互作用が炎症反応に与える影響を検討した。

【材料および方法】Piezo1 ショートヘアピン RNA (shRNA) または対照のスクランブル shRNA を発現するレンチウイルスベクターを RAW264.7 細胞にトランスフェクションした。その後、RAW 細胞に Pg (W83 株) から分離した OMVs を添加、若しくは無添加した後、Piezo1 特異的 activator である Yoda1、あるいは振とう攪拌機による培養液流動で起こす“ざり応力” (30 rpm, 15 degree) を加えた。上記の条件で刺激した RAW 細胞を対象に、TLR-2、TLR-4 の mRNA 発現を定量的 RT-PCR により解析し、TNF- α の産生を ELISA で、また Piezo1 の発現をフローサイトメトリーにて調べた。LPS 等による TLR の刺激は細胞内シグナルである MAPK カスケードを活性化することで、炎症性の細胞反応が誘導される (Chen D et al.2002) という報告から、MAPK リン酸化に与える影響をウェスタンブロット法にて評価し、Image J ソフトウェアによって定量化した。Ca²⁺流入量の変化は Fluo-8 AM Calcium Assay Kit (AAT Bioquest) を用いて蛍光強度を継続的に測定した。MAPK 活性化によるシグナル伝達経路は細胞障害性も併せ持つシグナル物質である活性酸素 (ROS) の発生も誘導することから (Long C. et al., 2009)、Piezo1 活性化および OMVs 刺激が RAW264.7 細胞の ROS 産生に与える影響を Dichlorodihydrofluorescein diacetate 溶液を用いて検討した。

【結果】OMVs と Piezo1 活性の共刺激は RAW264.7 細胞の TLR-4 遺伝子発現を有意に増強した。また OMVs と Piezo1 活性の共刺激によって、それぞれの単独刺激と比較して TNF- α の産生が有意に亢進した。Piezo1 は、細胞膜の機械的伸展を Ca²⁺の流入とそれに続く細胞シグナルに変換することが知られている (Fan J. et al.2021) が、予想に反して OMV の刺激は Yoda1 によって誘導される Ca²⁺流入に影響を与えなかった。一方、Yoda1 は OMVs によって誘導された ROS の産生だけでなく MAPK (p38MAPK, ERK および JNK) のリン酸化も促進させた。さらに、shRNA による Piezo1 のノックダウンは OMVs によって誘導された ROS 産生を抑制した。

【考察】機械的刺激による Piezo1 の活性化は Pg 由来 OMVs で刺激したマクロファージに対して、TLR-4 /ROS/MAPK のシグナル経路を増幅させることで、炎症性サイトカインである TNF- α 産生を促進し、炎症の増悪に関与している可能性が示唆された。本研究から、歯周炎における病的な歯牙動揺等の機械的刺激が、Pg 感染と Piezo1 Ca²⁺チャネルの相互作用を介してマクロファージによる炎症反応を悪化させる新たなメカニズムとして考察された。

プロトンポンプ阻害剤服用時に歯周病原細菌が腸内細菌叢へ及ぼす影響

¹ 岡山大学 大学院医歯薬学総合研究科 歯周病態学分野

² 岡山大学 学術研究院 医歯薬学域 歯周病態学分野

³ 岡山大学病院 歯科・歯周科部門

○釜田 英幸¹, 平井 公人², 池田 淳史³, 伊東 有希², 井手口 英隆², 大森 一弘², 高柴 正悟²

Effect of periodontopathogenic bacteria on the gut microbiota when taking proton pump inhibitors

1. Department of Pathophysiology - Periodontal Science, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science

2. Department of Pathophysiology - Periodontal Science, Faculty of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science, Okayama University

3. Department of Periodontics and Endodontics, Division of Dentistry, Okayama University Hospital

○KAMATA Hideyuki¹, HIRAI Kimito², IKEDA Atsushi³, ITO-SHINODA Yuki², IDEGUCHI Hidetaka², OMORI Kazuhiro², TAKASHIBA Shogo²

【目的】

胃酸分泌抑制剤であるプロトンポンプ阻害薬 (PPI) は、逆流性食道炎や消化管潰瘍の治療薬としてだけでなく、高齢者の診療では多剤服用の胃粘膜保護のために長期に処方頻度が高い。近年、歯周病などによる口腔内の細菌叢の乱れが腸内の細菌叢にも悪影響を及ぼす可能性が示唆され、歯周病が炎症性腸疾患の悪化に影響することが報告されている。さらに、消化性潰瘍や逆流性食道炎など胃の諸症状を治療するために PPI を使用した場合は胃酸の量が減少し pH が上昇することで、胃のバリアとしての機能が低下し消化管感染症のリスクを高めていることや、PPI を使用している患者の糞便から口腔内細菌の有意な増加が報告されている。本研究では、PPI の服用により胃 (胃酸) の殺菌作用が低下した状態で、歯周病原細菌である *Porphyromonas. gingivalis* (Pg) もしくはその代謝産物が腸内細菌叢へ与える影響を検討することを目的とした。そこでまず、PPI 服用時に大量の Pg を飲み込むことが腸内細菌叢に及ぼす影響を、マウスモデルにおいて組織学的及び免疫学的に検討した。

【材料と方法】

マウス (C57BL/6J, 雄性, 7 週齢) に PPI (15 mg/Kg) を毎日 5 週間経口投与した (陰性対照はリン酸緩衝液: PBS)。投与開始 1 週間後から Pg W83 株 (1×10^7 CFU あるいは 1×10^8 CFU) を週 3 回経口投与した (岡山大学動物実験委員会: OKU-2021888)。5 週間後に屠殺し、胃、大腸、盲腸を摘出した。そして、胃の内容物の pH 測定を、大腸組織のヘマトキシリン・エオジン染色を、腸管組織中の炎症性細胞数のフローサイトメトリー解析を行った。さらに、盲腸内容物中の細菌叢解析を 16S rRNA メタゲノム解析で、総細菌数に占める Pg 数の定量を real-time PCR 法で行った。統計分析は、one-way ANOVA および多重比較 Tukey 法を用いた。

【結果】

PPI 投与群では胃内の pH は上昇していた。腸管上皮細胞の配列の乱れと浸潤した炎症性細胞 (好中球とマクロファージ) の数は、有意差はなかったが、PPI+Pg 群で増加傾向にあった。しかし、PPI+Pg 群の盲腸内では PPI 非投与群よりも Pg の割合が上昇しており (1×10^7 CFU 群で 7.5 倍, 1×10^8 CFU 群で 13 倍), Pg 1×10^8 CFU 群では有意に上昇していた。また細菌叢解析結果から、PBS+Pg (1×10^8 CFU) 群と PPI±Pg 群で細菌叢の β 多様性が有意に変化していた。

【考察】

本研究で Pg をマウスに経口投与したところ、腸管粘膜の軽微な炎症を惹起させた。さらに、盲腸内の細菌叢に変化が生じた。以上から、PPI の長期服用時には、歯周病原細菌が腸内細菌叢に影響を与えることが示めされた。今後は、慢性腸疾患モデルで、この事象がどのように影響するかを検討する。

iPS 細胞由来歯根膜幹細胞様細胞の分化誘導における Fibrillin-2 の役割

¹九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学研究分野

²九州大学大学院歯学研究院・OBT 研究センター

³九州大学病院歯内治療科

⁴九州大学大学院歯学研究院・DDR 研究センター

○濱野さゆり^{1,2}, 山下大輝¹, 糸山知宏³, 友清淳^{3,4}, 長谷川大学³,

杉井英樹¹, 兼子大志³, Bara Mardini¹, 前田英史^{1,3}

The role of fibrillin-2 in differentiation of iPS cell-derived periodontal ligament stem cell-like cells

¹Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University, ²OBT Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University,

³Department of Endodontology, Kyushu University Hospital, ⁴DDR Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○Sayuri Hamano^{1, 2}, Daiki Yamashita¹, Tomohiro Itoyama³, Atsushi Tomokiyo³, Daigaku Hasegawa³, Hideki Sugii¹, Hiroshi Kaneko³, Bara Mardini¹, Hidefumi Maeda^{1, 3}

【研究目的】歯根膜組織中に存在する幹細胞は、歯周組織再生において中心的な役割を果たすことが知られているが、歯根膜幹細胞を獲得するためには、侵襲性の高い抜歯が必要であり、臨床へ応用することは困難である。当研究室では、iPS 細胞が持つ高い自己増殖能と多分化能に着目し、初代ヒト歯根膜細胞 (HPDLC) の細胞外マトリックス (ECM) を用いることで、iPS 細胞を歯根膜幹細胞様細胞へ分化誘導することに成功した。一方で、HPDLC における ECM の構成成分はそのドナー間で異なることから、歯根膜幹細胞様細胞を安定して得るためには、ECM の中から歯根膜幹細胞誘導因子を同定・精製する必要がある。そこで当研究室では、HPDLC に由来する ECM について網羅的な解析を行い、歯根膜幹細胞誘導因子の候補として Fibrillin-2 (FBN2) を見出した。本研究では、FBN2 が iPS 細胞の歯根膜幹細胞様細胞への分化誘導に及ぼす影響について検討することとした。

【材料および方法】理化学研究所より購入したヒト皮膚線維芽細胞由来の iPS 細胞 (HPS No. 0063) を用いて実験を行った。当研究室では、iPS 細胞を歯周組織発生の起源である神経堤細胞様細胞 (iNC) へと分化させ、HPDLC の ECM 上にて iNC を培養することで歯根膜幹細胞様細胞 (iPDLC) を得ることに成功している。そこで、FBN2 が iPDLC の分化誘導に及ぼす影響について検討するため、FBN2 siRNA または control siRNA を導入した HPDLC の ECM 上にて iNC を培養することで得られた細胞 (iNC-siFBN2 または iNC-siCont) における歯根膜幹細胞特性について、(1) 歯根膜関連因子の遺伝子発現解析、(2) 間葉系幹細胞マーカーの発現解析、(3) 増殖能解析、ならびに (4) 多分化能解析について、RT-PCR 法、フローサイトメトリー解析、WST-1 assay、Alizarin red S (ARS) 染色および Oil red O (ORO) 染色を用いて検討した。なお本研究は九州大学大学院歯学研究院倫理委員会の許可を得て、患者様の同意の上で行った (承認番号: 2-115、4-99)。

【結果】(1) iNC-siFBN2 における歯根膜関連因子の遺伝子発現を RT-PCR 法を用いて解析した結果、iNC-siCont と比較して歯根膜関連因子である *α-smooth muscle actin*, *Collagen I*, *Osteoprotegerin*, *Periodontal ligament-associated protein-1* および *Periostin* の遺伝子発現が有意に低下した。(2) iNC-siFBN2 における間葉系幹細胞マーカーについてフローサイトメトリーを用いて解析した結果、iNC-siCont と比較して、間葉系幹細胞マーカーである CD90 を発現している細胞の割合はやや減少し、CD105 ではその陽性細胞の割合が顕著に減少した。(3) iNC-siFBN2 における増殖能について WST-1 assay を用いて解析した結果、iNC-siCont と比較して増殖能は有意に低下した。(4) iNC-siFBN2 を骨芽細胞誘導培地にて 3 週間培養した結果、iNC-siCont と比較して ARS 陽性面積が有意に低下した。また同様に、iNC-siFBN2 を脂肪細胞誘導培地にて 4 週間培養し、ORO 染色を行った結果、iNC-siCont と比較して脂肪滴の形成量が有意に低下した。

【考察】FBN2 をノックダウンした HPDLC の ECM は、iNC から iPDLC への分化誘導能が低下したことから、FBN2 は歯根膜幹細胞誘導因子の 1 つであることが示唆された。

【結論】iNC-siFBN2 は iNC-siCont と比較して、歯根膜関連因子の遺伝子発現、間葉系幹細胞マーカーの発現、増殖能、さらに骨芽細胞様細胞および脂肪細胞様細胞への分化能が低下することが明らかとなった。

抗 IL-17 抗体が実験的歯周炎に与える影響

神奈川歯科大学歯学部分子生物学講座 口腔生化学分野
○佐藤武則, 半田慶介

Influence of anti-IL-17 antibody on experimental periodontitis
Department of Oral Biochemistry, Kanagawa Dental University
○Takenori Sato, Keisuke Handa

【目的】

インターロイキン(IL)-17 はヘルパーT 細胞から産生される炎症性サイトカインである。IL-17 は皮膚の自己免疫疾患である乾癬の発症に関わるため、治療には抗 IL-17 抗体が適用され一定の成果が得られている。一方、歯周炎においても IL-17 は破骨細胞を活性化し歯槽骨吸収を誘導することが報告されているが、抗 IL-17 抗体投与が歯周炎に与える影響についての研究報告は非常に少ない。そこで本研究は現在乾癬の治療に用いられている抗 IL-17 抗体の歯周治療への有効性を検討する目的で、マウス実験的歯周炎モデルを用いて歯槽骨吸収抑制効果を評価し、さらに歯周病原細菌 *Porphyromonas gingivalis* (Pg) の増殖抑制効果とヒト歯肉線維芽細胞を用いた炎症性サイトカインの発現抑制効果について *in vitro* で検討した。

【材料および方法】

1. 実験的歯周炎モデルを用いた骨吸収抑制効果

3 週齢 BALB/c 系雄性マウス口腔内に Pg を感染させて実験的歯周炎を誘導後、抗 IL-17 抗体 (プロダルマブ : BRD) を 2 日おきに腹腔内投与した (神奈川歯科大学実験動物・組み換え DNA 委員会承認番号 : No. 2021-007)。BRD の骨吸収抑制効果を評価するため、投与後に上顎骨を摘出し、マイクロ CT 画像上で上顎臼歯部の歯槽骨頂からセメント・エナメル境までの距離を骨吸収量として計測し、形態学的に骨吸収抑制効果を評価した。また歯肉の好中球数と歯槽骨の破骨細胞数を評価するため、上顎骨の病理組織標本を通常法に従い作製し、単位面積当たりの細胞数をそれぞれ計測した。

2. Pg に対する増殖抑制効果

BRD が Pg の生菌状態に与える影響を評価するため、Pg 含有培地に BRD を添加後、経時的に細菌のアデノシン三リン酸 (ATP) 活性量をルシフェラーゼ法により測定し細菌の発育を判定した。

3. 炎症性サイトカインの遺伝子発現抑制効果

BRD の抗炎症作用を評価するため、神奈川歯科大学倫理委員会で承認を得たヒト歯肉線維芽細胞 (承認番号 No. 455) を大腸菌の内毒素 (LPS) で処理後に BRD を添加した。添加 30 分後の炎症性サイトカインの遺伝子発現は、real-time PCR 法により解析した。

【結果】

マイクロ CT 画像を用いた骨の形態学的計測により BRD の骨吸収抑制効果を検討した結果、BRD 投与群では歯槽骨吸収量が濃度依存的に減少し、高濃度投与群では未処置群と同程度まで骨量の回復が認められた。また第一臼歯と第二臼歯の歯間部では BRD の投与により好中球や破骨細胞の減少が観察され、高濃度投与群では未処置群と同程度まで骨破壊が抑制された。さらに BRD 添加 Pg 菌液では時間経過により ATP 活性量の増加が遅延し細菌の発育阻害が見られた。LPS で刺激したヒト歯肉線維芽細胞が産生する炎症性サイトカインに対して BRD は、標的となる IL-17 だけでなく IL-1 β や IL-6 の遺伝子発現量を抑制した。

【考察および結論】

本研究の結果、BRD は歯周組織中の炎症を軽減し骨破壊の抑制に関与していると考えられた。したがって本歯周炎モデルに BRD を投与することは歯周組織の骨量回復に貢献すると示唆された。

ユニバーサルタイプ CR の光拡散性が色調適合性に及ぼす影響

株式会社松風 研究開発部
○宮田 俊介、信野 和也、吉本 龍一

Effect of light diffusion of universal type CR on color matching

Shofu Inc. Research and Development Dept.
○Shunsuke Miyata, Kazuya Shinno, Ryuichi Yoshimoto

【目的】

近年、単一または少ないシェードで幅広い歯質に対して高い色調適合性を発現するユニバーサルタイプ CR が普及してきている。一方、ユニバーサルタイプ CR における光拡散性が色調適合性に及ぼす影響について明らかにした報告は少ない。そこで本研究では、光拡散性の異なる試作 CR を用いて、人工歯模擬窩洞に対する色調適合性評価を行い、光拡散性が色調適合性に及ぼす影響を評価した。

【材料および方法】

本研究では、S-PRG フィラーに起因した光拡散性を有するユニバーサルタイプ CR として、「ビューティフィル ユニシェードフロー (松風)」をベース組成とし、ユニシェードフローにおける光の拡散度を 100% としたときに、拡散度が 60% および 10% となるように光拡散性の強さを調整した試作 CR を作製し、評価に用いた。

1. 色調の評価

各種 CR の硬化体 (直径 15mm、厚み 1.0mm) を用いて、カラーガイド測色計 (BYK Gardner) にて色調を測定した。

2. 光拡散性の評価

各種 CR の硬化体 (直径 15mm、厚み 0.8mm) を用いて、ゴニオフォトメーター GP-200 (株式会社村上色彩技術研究所) にて光拡散性を測定し、拡散度を算出した。

3. 色調適合性の評価

人工歯のバラシア (松風、形態: ST5、部位: 1-1、A1~A4 シェード) に 5 級規格窩洞 (2mm×4mm、深さ 2mm) を形成した後、ブロック HC セム HC プライマー (松風) により接着処理を行い、シリコーンインデックスを用いて各種 CR を充填、照射を行い、元の形態を回復させた。コンボマスター (松風) にて研磨後、DCCM-1 (松風) にて修復部位の色調を測色し、窩洞形成前の測色値との色差を、より人の目の識別と近似しているとされる CIEDE2000 (ΔE_{00}) として算出した。

【結果】

CR の光拡散性の増加に伴い、硬化後の不透明性が増加した。また、窩洞における色調適合性も向上する傾向を示した (Fig 参照)。

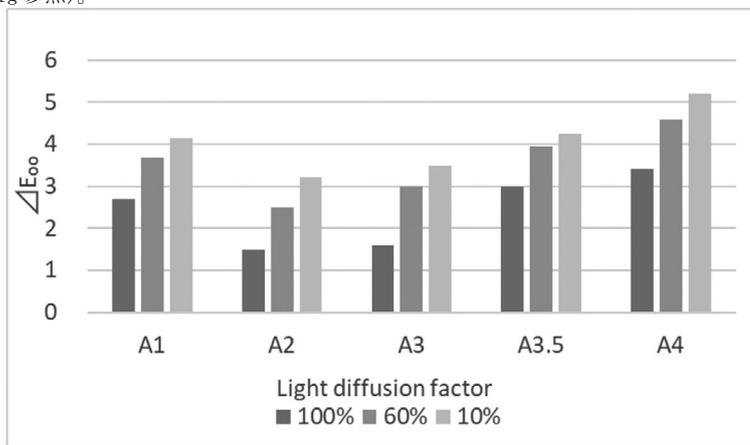


Fig. Results of color matching to artificial teeth

【結論】

S-PRG フィラーによる光拡散性が、ビューティフィル ユニシェードフローの幅広いシェードに対する色調適合性に寄与していることが示唆された。

松本歯科大学病院臨床研修における修復領域必修ならびに実施症例

¹松本歯科大学病院研修管理委員会, ²初診室(総合診断科, 総合診療科), ³大学院健康増進口腔科学講座
○音琴淳一^{1,2,3}, 森 啓^{1,2}, 安西正明^{1,2}, 山本昭夫^{1,2,3}, 亀山敦史^{1,3}

Compulsory restorative cases in clinical training at Matsumoto Dental University Hospital

¹Department of Graduate Dental Training Management Committee and ²Department of General Dentistry, Matsumoto Dental University Hospital and ³Department of Oral Health Science, Matsumoto Dental University Graduate School of Dentistry
○Junichi OTOGOTO^{1,2,3}, Hiroshi MORI^{1,2}, Masaaki ANZAI^{1,2}, Akio YAMAMOTO^{1,2,3}, Atsushi KAMEYANMA^{1,3}

【緒言】

歯科医師臨床研修は大きな制度変更¹⁾が行われたが、従来の目標設定と一口腔単位治療の取り組みの省察が必要である。C領域の診療内容では、1. 基本的診療能力等の(2)基本的診療技能等として②一般的な歯科疾患に対応するために必要となる基本的な治療及び管理を実践する。(必修)があり、a 歯の硬組織疾患が示されており、上記の適切な必須症例数の提示が求められている。

松本歯科大学病院における、本研修プログラムが課した修復領域の必修症例目標数と実際に研修歯科医が行った症例数を、指導歯科医や診療システムなどを参考に比較し、必修症例関係を検証したので報告する。

【対象および方法】

1) 対象人数と対象研修システム

- (1) 2003～2019年度に松本歯科大学病院単独型プログラムで研修を行った研修歯科医延べ426名である。
- (2) 研修システムは3種類、①総合診療科のみ、②総合診療科+専門診療科、③専門診療科のみ、である。

2) 分析方法

- (1) 保存修復の研修システム毎による必修症例数を算出した。
- (2) 必修症例全体数における修復症例の割合を年度毎に算出した。
- (3) 保存修復の実施症例数を研修システム毎・年度毎に算出した。
- (4) 1口腔単位症例数に占める保存修復症例の実施症例数を研修システム毎・年度毎に算出した。
- (5) 全修復必修症例数と実施修復症例数の相関、実施修復症例数と1口腔単位症例数の相関を算出した。
- (6) 指導歯科医が保存修復専門医あるいは認定医であった場合とそうでない場合の症例数の比較を行った。

【結果】

- 1) 保存修復の必修症例数は約20年で数症例の増減はあったが、大きな変化はなかった。
- 2) 必修症例全体に占める修復症例の割合は、増減があったが、20数%前後であったが1/3は越えなかった。
- 3) 1口腔単位実施症例に占める保存修復実施症例の割合は、増減があったが、30%以上を推移していた。
- 4) 実施全体の症例数と保存修復実施症例数には明確な相関は認められなかった。
- 5) 指導歯科医が保存修復専門医あるいは認定医であった場合は、実施全体の症例数と保存修復症例実施数に相関を認めた。また実施症例数は他の指導歯科医と比較して有意に多い傾向を認めた。

【考察】

保存修復の必修症例数は、病院全体の患者数と各年度の実施状況を鑑みて、増減を行わなかった。そのため、保存修復実施症例数や全体に占める割合は大きな変化を認めなかったと推察される。しかしながら、指導歯科医の専門性は実施症例数に有意な相関を認めたため、研修歯科医の実施症例数に影響を与えることが示された。

【結論】

修復症例の1口腔単位症例を研修期間中に適切かつ均等に管理するには目標(必修)症例を考慮し、指導歯科医の専門分野のバランスも考慮することが望ましいことが示された。

参考文献

- 1) 厚生労働省医政局歯科保健課(2020) 歯科医師臨床研修の制度改正の概要について。
<https://www.mhlw.go.jp/content/000677772.pdf>. (2022年10月21日最終確認)

新規アドヒーズブを用いたレジン材料に対する接着性評価

株式会社松風 研究開発部

○山本健蔵、原大輔、信野和也、吉本龍一

Evaluation of bond testing to resin materials using novel adhesives

○KENZO Yamamoto, DAISUKE Hara, KAZUYA Shinno, RYUICHI Yoshimoto

【研究目的】

歯科切削加工用 CAD/CAM レジン材料は従来、主流であった金属補綴材料の代替として普及が進んでいる。近年、従来のハイブリッドレジンブロックとは異なる種類の材料であるスーパーエンジニアリングプラスチックに分類されるポリエーテルエーテルケトン (PEEK) 樹脂からなる歯科切削加工用 CAD/CAM レジン材料 (松風 PEEK) が上市されている。PEEK 樹脂は強靱性、衝撃吸収性、生体親和性など補綴装置として優れた特性を有するものの、表面が不活性であることから接着方法について改善の余地があった。そこで、弊社ではPEEK樹脂材料を含むレジン材料に使用することが可能である新規アドヒーズブ (CAD/CAM レジン用アドヒーズブ) を開発した。新規アドヒーズブはレジンセメントを用いてPEEK樹脂を接着する際の前処理材として用いることで、良好な接着性を発現させることができる。また、レジンセメントを用いてPEEK樹脂以外のハイブリッドレジンブロックや歯冠用硬質レジン接着する際の前処理材としても使用することができる。本研究では新規アドヒーズブを用いたPEEK樹脂への接着強さを評価した。

【材料および方法】

本試験は新規アドヒーズブである CAD/CAM レジン用アドヒーズブ、セラレジンボンドおよび松風ポーセレンプライマー (いずれも松風) を用いて評価を行なった。試験体には厚み 3mmの板状に切断した松風 PEEK (松風) に対してアルミナサンドブラスト (松風ハイアルミナ, 0.2MPa 圧) を行なったもの PEEK 試験体とした。PEEK 試験体に対して添付文書に従い CAD/CAM レジン用アドヒーズブまたはセラレジンボンド、松風ポーセレンプライマーを用いて処理した後、ビューティボンド Xtreme (松風) を添付文書に従って処理したジルコニア棒 (Φ4.0mm) に練和したレジセム EX (松風) を塗布し、PEEK 試験体の被着面に設置した。ジルコニア棒に対して垂直に 200N の荷重をかけて余剰セメントを除去した後に、セメントマージン部にペンブライト (High モード) を用いて 5 秒×2 回の照射を行なった。その後、作製した試験体を 37°C 水中に 24 時間浸漬を行い、さらにサーマルサイクルを 5000 回 (4°C と 60°C 水槽に各 30 秒間浸漬で 1 回) 実施した。作製した試験体は万能試験機 (INSTORN) を用いて、剪断接着強さを測定し、統計処理した (ANOVA, Turkey's, $\alpha=0.05$)。

【結果】

CAD/CAM レジン用アドヒーズブは松風 PEEK に対する接着強さがセラレジンボンドおよび松風ポーセレンプライマーを用いた場合と比較して有意に高い接着強さを示すことが確認された。

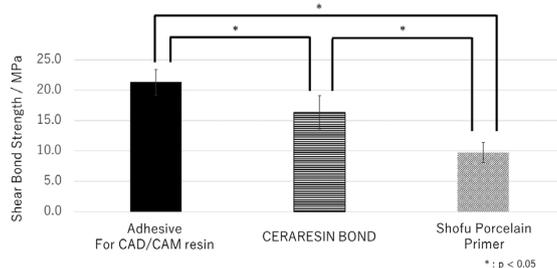


Fig1. Shear bond testing results for SHOFU PEEK

ファイバーポスの表面処理が引き抜き強さへ及ぼす影響

¹⁾ 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野

²⁾ 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 総合歯科学分野

○入江正郎¹⁾, 岡田正弘¹⁾, 矢部 淳²⁾, 武田宏明²⁾, 山本直史²⁾, 松本卓也¹⁾

Effect of surface pretreating of fiber-post on the pull-out strength

¹⁾ Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences. ²⁾ Department of General Dentistry,

○Masao IRIE¹⁾, Masahiro OKADA¹⁾, Atsushi YABE²⁾, Hiroaki TAKETA²⁾, Tadashi YAMAMOTO²⁾, Takuya MATSUMOTO¹⁾

【 緒言 】

近年、審美歯科への関心度がより高まり、ファイバーポスが普及、その適応に際して種々の検討が行われてきた¹⁾。レジン修復同様、ポストとコア材による修復処置の維持力、接着性は危惧する点である。そこで、今回はファイバーポスト表面処理材の影響を引き抜き強さから検討した。

【 材料と方法 】

下記の Table に使用したコア材と処理材、およびポスト (極力 $\phi 1.6$ mm) を示す。テフロンモールド (厚さ 5 mm, 維持装置の部分は内径 8 mm, 植立部分は内径 3.6 mm) にコア材を充填、植立装置を用いて中心部にポストを植立、ファイバーポスト表面処理材有無の影響を試み、光照射 (20×4 sec.) し、硬化後テフロンモールドから撤去し、サーマルサイクル 20,000 回負荷後コア材とポストを試作装置で固定して、万能試験機 (Shimadzu, AG-X, 20kN) で引き抜き強さを測定、結果を kgf で表示した¹⁾。

【 結果と考察 】

下記の Table に、ファイバーポスト表面処理材有無について、サーマルサイクル 20,000 回負荷後の引き抜き強さを示す。各システムそれぞれファイバーポスト表面処理材有では 20 - 44 kgf, ファイバーポスト表面処理材無では 20 - 35 kgf を示し、どちらも幅広い値を示した。トクヤマのシステムがどちらも優れた値を示した。両者有意差のあるシステムもあれば、ないシステムもあった。引き抜き後のポストの表面は、コア材が付着した凝集破壊像がほとんどの試料で観察され、コア材の機械的強さの影響が考えられる¹⁾。本結果から、メーカー指示に沿って確実なポストとコア材の維持力が継続されるよう努めるべきである。

本研究に関連し開示すべき COI 関係にある企業などはありません。

Table Pull out force (kgf) between fiber post and core materials

| Core or cement material / Fiber post (Pretreating agent, Manufacturer) | Mean (S.D.) | | t-Test ^a |
|---|-------------|----------------|---------------------|
| | with primer | without primer | |
| RelyX Universal Resin Cement / RelyX Fiber Post: 1.6 mm (Scotchbond Universal Plus Adhesive, 3M) | 25.6 (3.1) | 23.0 (2.5) | NS |
| MultiCore Flow / FRC Postec Plus: 1.6 mm (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent) | 20.8 (3.5) | 19.5 (2.6) | NS |
| NX3 (Kerr) / BeautiCore Fiber: 1.6 mm (Shofu) (Porcelain Primer, Shofu + OptiBond XTR, Kerr) | 27.9 (4.6) | 25.7 (3.8) | NS |
| UniFil Core EM / GC Fiber Post: 1.6 mm (GC Ceramic Primer II, GC) | 34.1 (5.0) | 27.6 (3.0) | S |
| BeautiCore Flow Paste / BeautiCore Fiber Post: 1.6 mm (Shofu Porcelain Primer, Shofu) | 31.9 (7.7) | 31.2 (4.6) | NS |
| ESTECORE Hand Type / Tokuyama FR Post: 1.6 mm (BONDMER Lightless II, Tokuyama Dental) | 44.4 (3.3) | 34.5 (5.0) | S |
| i-TFC system: Luminous Post resin / Luminous Fiber Post: 1.6 mm (Fiber Post Primer, Sun Medical) | 37.5 (5.7) | 34.8 (5.8) | NS |
| Clearfil DC Core Automix ONE / Clearfil AD Fiber Post: 1.6 mm (Clearfil Universal Bond <i>Quick</i> + Clearfil Porcelain Activator, Kuraray Noritake Dental) | 29.2 (2.2) | 27.9 (1.9) | NS |

^{a)}: Significantly different by t-Test between the two results. S: Significant difference ($p < 0.05$),

NS: Not significantly difference ($p > 0.05$), N=10

【 文献 】

1) Irie M *et al.*, *Polymers* **2020**, 12, 2947; doi:10.3390/polym12122947

シランカップリング層の接着耐水性に関する研究 -長鎖アルキル基を有するシランカップリング剤の効果-

¹ 神奈川歯科大学 臨床科学系 歯科診療支援学講座 クリニカル・バイオマテリアル学分野

² 関東学院大学 材料・表面工学研究所

³ 神奈川歯科大学 基礎歯科学系 分子生物学講座 口腔生化学分野

○二瓶智太郎^{1,2}, 片山裕太¹, 緑野智康¹, 三宅 香¹, 大橋 桂¹, 半田慶介³

Study on adhesive water resistant of silane coupling layer - Effect of silane coupling agent having long-chain alkyl groups -

¹Dept. of Clinical Biomaterials, Kanagawa Dental Univ., ²Dept. of Materials & Surface Engineering Research Institute, Kanto Gakuin Univ., ³Dent. of Oral Biochemistry, Kanagawa Dental Univ.

○Tomotaro NIHEI^{1,2}, Yuta KATAYAMA¹, Tomoyasu NIDONO¹, Kaori MIYAKE¹, Katsura OHASHI¹, Keisuke HANDA³

【研究目的】

シランカップリング層は、吸水によりシロキサン結合が加水分解し、マトリックスレジンとシリカ界面の劣化により、接着強度やコンポジットレジンの機械的性質の低下を招く。研究者らは、シランカップリング層の耐水性を向上させるために、シランカップリング剤にフルオロカーボン鎖を導入したり、重合性基を有した芳香族系の分子構造のシランカップリング剤を合成し、その効果を報告してきた¹⁻⁶⁾。しかしながら、シランカップリング剤を合成する原料が高価であること、合成法や精製法が煩雑であることから、さらに新たなシランカップリング剤の開発が必要と考えられる。

今回、アルキル鎖長が長い分子構造を導入したシランカップリング剤 (8-MOS ; γ -メタクリロイルオキシオクチルトリメトキシシラン) のガラス面処理に対する接着性と耐水性の効果を検討した。

【材料および方法】

供したシランカップリング剤は、 γ -メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシラン (3-MPS, KBM-503, 信越シリコーン) ならびに 8-MOS (KBM-5803, 信越シリコーン) とした。各シランカップリング剤をエタノールにて 50mmol/L に調製後、ガラス面に塗布し、乾燥後に 120°C で 15 分間加熱処理を施した (heat 群)。その後、コンポジットレジンの Clearfil II (クラレノリタケ) を用いてステンレス接着子を 1kg 荷重で 5 分間接着し、室温 1 日保管、37°C 脱イオン水に 360 日まで保管、あるいは 5°C と 55°C の各水槽に各 40 秒間浸漬したサーマルサイクルを 10,000 回負荷した。各保管後にオートグラフを用いて 1mm/min で引張接着試験を行った。また、シランカップリング剤をガラス面に塗布後、室温大気中に 15 分間保管した後にコンポジットレジンを接着した群 (room 群) の試料も作製した。さらに処理面に対して、水およびジヨードメタンを滴下した時の接触角を測定した。試料数は各群 10 個とし、得られた値は平均値と標準偏差を求め、一元配置分散分析を行い、有意差を認められた場合は、さらに多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。

【結果および考察】

3-MPS の heat 群の接着強さは、保管期間に関わらず room 群と比較して有意に高い値であった ($p < 0.05$)。また、3-MPS の room 群および heat 群の 360 日水中保管ならびにサーマルストレス後の接着強さは、室温保管 1 日後と比較して有意に低い強さであった ($p < 0.05$)。

8-MOS の heat 群の接着強さは、保管期間に関わらず room 群と比べて有意に高い強さであった ($p < 0.05$)。また、8-MOS の room 群の 360 日水中保管ならびにサーマルストレス後の接着強さは、室温保管 1 日後と比較して有意に低い強さであった ($p < 0.05$)。一方、8-MOS の heat 群の 360 日水中保管ならびにサーマルストレス後の接着強さは、室温保管 1 日後と比較して有意な強さの低下は認められなかった ($p > 0.05$)。さらに、8-MOS の接着強さは、room 群および heat 群ともに 3-MPS と比べて有意に高い傾向を維持した ($p < 0.05$)。

各処理ガラス面に対する接触角は、3-MPS と 8-MOS では未処理のガラス面と比較して、水の接触角は有意に高く ($p < 0.05$)、ジヨードメタンでは有意に低い値であった ($p < 0.05$)。また、8-MOS は 3-MPS と比べてジヨードメタンの接触角は有意に低い値であったことから、レジンとのぬれが向上すると示唆された。

以上の結果より、分子鎖を長くしたシランカップリング剤 (8-MOS) で処理した層は、ベースレジンとの優れた相溶性と高い疎水層を構築できたため、水中保管およびサーマルストレス後においても接着性も維持し、耐水性も向上したと示唆された。

【文献】

- 1) Nihei et. al, J Dent Res 81: 482-486, 2002.
- 2) 二瓶智太郎ら, 歯材器 24: 1-8, 2005.
- 3) Nihei T et. al, Dent Mater 24: 760-764, 2008.
- 4) Nihei et. al, Dent Mater J 32: 83-87, 2013.
- 5) Nihei, J Oral Sci 58: 151-155, 2016.
- 6) 片山裕太ら, 接着歯学 39: 97-105, 2022.

なお、開示すべき COI 関係にある企業などありません。

テオブロミンおよびS-PRG フィラー含有歯面コーティング材の細菌付着抑制効果

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学¹⁾,

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再建工学²⁾

○清水翔二郎¹⁾, 日下部修介¹⁾, 鶴田はねみ¹⁾, 高垣智博¹⁾, 池田正臣²⁾, 二階堂 徹¹⁾

Effect of bacterial adhesion inhibitory to tooth surface coating materials containing theobromine and S-PRG filler

Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, School of Dentistry, Asahi University¹⁾,

Oral Biomedical Engineering, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University²⁾

○Shojiro Shimizu¹⁾, Shusuke Kusakabe¹⁾, Hanemi Tsuruta¹⁾, Tomohiro Takagaki¹⁾, Masaomi Ikeda²⁾, Toru Nikaido¹⁾

【目的】

歯面コーティング材は、歯の表面に塗布することによって歯面への細菌付着と脱灰を防ぐことが期待できる。テオブロミン (TB) はチョコレート等の食品に含まれるカカオの成分で、抗菌作用が報告されている。一方、S-PRG フィラーはマルチイオンの徐放によって歯質の耐酸性強化や脱灰抑制効果が報告されている。また、テオブロミン添加の S-PRG 含有歯面コーティング材は、初期の細菌付着抑制効果に影響を認めないことが報告されている。

本研究の目的は、S-PRG 含有歯面コーティング材にテオブロミンを添加し、24 時間後における細菌付着性、テオブロミン溶出量とイオン徐放性への影響について検討することである。

【材料および方法】

1. 試作コーティング材料

試作コーティング材は、ベース (4 種類) と PRG バリアコートアクティブ (松風) を等量混和して調整した。ベースには、添加材料としてシリカ (SC), シリカ+5.0 wt%テオブロミン (SC/TB), S-PRG (PR), または S-PRG+5.0 wt% テオブロミン (PR/TB) を用い、その他の組成は同じとした。

2. 実験方法

各試作コーティング材をステンレス製型枠に填入し、光硬化させて試料とした。さらに試料の裏面にネイルバーニッシュを施した後、#2000 耐水研磨紙で研削し、生理食塩水を用いて 1 分間超音波洗浄した。細菌付着性試験は、ラベルした細菌 (*S. mutans*) を集菌して菌液として調製し、人工唾液に 24 時間浸漬した各試料を菌液中に 24 時間浸漬後、全自動試料燃焼装置 (ASC-113B, 日立) を用いて、試料片に付着した菌体を完全燃焼させて ³H₂O として回収し、液体シンチレーションカウンター (AccuFLEX LSC-8000, 日立) で放射能を測定した。イオン徐放量およびテオブロミン溶出量の測定は、試料を純水に 24 時間浸漬後、希釈溶出液を用い、F を除く各種イオン (Na, B, Al, Si, Sr) は ICP 発光分析法 (ICPS-8000, SHIMADZU) を用いて各イオン徐放量を換算した。F はフッ素電極法 (Fluoride ion electrode: Model 9609BN, pH/ion meter: Model Orion 2115010 Dual Star, Orion Research) を用いて測定した。テオブロミンの溶出量は、高速液体クロマトグラフィー (Alliance, Waters) で測定した。実験データは正規性、等分散性の検定後、細菌付着は 2-way ANOVA and *t*-test, イオン徐放量は Dunn's test にて検定した。危険率は Bonferroni の方法にて 5 % に調整した。テオブロミン溶出量は Student's *t*-test にて検定し、危険率 5 % にて統計処理を行った。

【結果および考察】

細菌付着性試験では、テオブロミン添加の有無による細菌付着量に有意な差は認められなかった。一方、S-PRG 配合試料においては、シリカ配合と比べて細菌付着量の有意な減少が認められた。イオン徐放量では、SC および SC/TB の B, Sr, F については検出限界以下であり、PR および PR/TB では S-PRG 由来のイオンが確認された。また、SC および PR では SC の Na の有意な増加が認められた。SC/TB および PR/TB では B, Si, Sr, F の有意な増加が認められた。テオブロミンの溶出量は SC/TB および PR/TB において、フィラーの種類による有意な差は認められなかった。試作コーティング材からの S-PRG 由来の各種イオン徐放とテオブロミン溶出が 24 時間後においても確認された。またテオブロミンの添加は、コーティング材からのイオン徐放量に変化が認められず、コーティング材に対する細菌付着性に影響を与えなかった。

【結論】

テオブロミンの歯面コーティング材添加は、細菌付着に影響を及ぼさないため、う蝕抑制を備えた新規歯科材料の開発に応用可能であることが示唆された。

アローマインジェクションにおける流動性の評価

株式会社ジーシー

○小田 琴佳, 立野 敦史, 篠崎 裕

Evaluation of the flowability of Aroma Injection

GC Corporation

○Kotoka Oda, Atsushi Tachino, Yutaka Shinozaki

【研究目的】

日本の歯科診療においては精密印象採得時に寒天アルジネート連合印象がよく用いられている。しかし、寒天印象材は操作時間の短さや患者への熱刺激があることに加えて、ボイリング操作が必要で使用準備が煩雑といったデメリットがある。そこで寒天印象材と同様に精密印象採得が可能なペーストタイプの連合印象用アルジネート印象材として「アローマインジェクション」(ARI, GC)が2020年11月に発売された。ARIはミキシングチップにより、簡便な練和が可能なオートミックスタイプの連合印象用アルジネート印象材であり、寒天印象材とは異なり常温で使用できるため歯肉・歯髄への熱刺激がなく、ボイリングが不要ですぐに使用でき、ボディマテリアルの圧接のタイミングが合わせやすいというメリットがある。本発表では、フロー試験と稠度試験を行うことでARIの無圧時と圧接時の流動性を評価し、寒天印象材と比較した結果を報告する。

【材料および方法】

材料には、ARIに加えて寒天印象材であるアローマロイド (ARL, GC) を使用した。

(1) フロー試験

内径 10 mm のガラス管にペーストを 0.5 mL 充填し、練和紙に押し出した。練和開始から 15 秒後にその練和紙を 60° に傾け、流れたペーストの長さを測定した。(n=5)

(2) 稠度試験

ISO4823:2021 を参考にして試験を実施した。内径 10 mm のガラス管にペーストを 0.5 mL 充填し、アクリル板に押し出し OHP シートを乗せた。練和開始から 25 秒後に 14.7 N の荷重を 5 秒間かけた後、広がったペーストの最大部と最小部の寸法の平均値を稠度とした。(n=5)

【結果および考察】

フロー試験において、ARI のフローは 14.6 mm, ARL のフローは 21.0 mm となり、ARI の方が無圧時に歯面上で流れにくいことが示唆された (Fig. 1)。また、稠度試験において、ARI の稠度は 40.8 mm, ARL の稠度は 39.1 mm となり、ARI の方が圧接時により広がることが示唆された (Fig. 2)。

【結論】

連合印象用アルジネート印象材である ARI は無圧時は流れにくく歯面上に留まるため、狙った部位に印象材を盛ることができ、またボディマテリアルを圧接することで寒天印象材よりも広がる性質があることが分かった。

今回の結果から、特に印象材の無圧時の流動性の高さが問題となる部分床義歯のような症例の場合、ARI は寒天印象材よりも優れていることが示唆された。

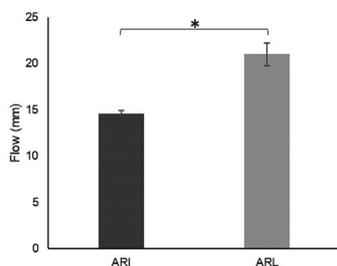


Fig. 1 Flow test (t-test, *p<0.01)

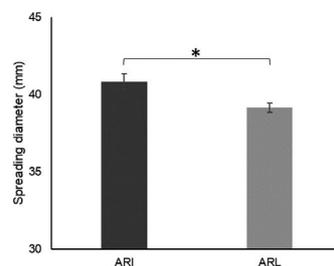


Fig. 2 Consistency test (t-test, *p<0.01)

**γ -D-グルタミン-メソ-ジアミノピメリン酸 (iE-DAP) は、ヒト歯髄線維芽細胞様細胞
におけるマトリックスメタロプロテイナーゼ-1 産生を調節する**

大阪歯科大学 生理学講座

○柯正建、井上博、合田征司

**γ -D-glutamyl-meso-diaminopimelic acid (iE-DAP) regulates the production of matrix
metalloproteinase-1 by human dental pulp fibroblast-like cells**

Department of Physiology, Osaka Dental University

○Zhengjian Ke, Hiroshi Inoue, Seiji Goda

【目的】

自然免疫系は体の防御の最前線であり、多くの炎症性疾患の病因において重要な役割を果たしている。パターン認識受容体 (PRR) が病原体関連分子パターン (PAMPs) を認識することで防御反応が惹起される。ヒト歯髄線維芽細胞様細胞 (hDPF) で構成的に発現されるヌクレオチド結合オリゴマー化ドメイン 1 (NOD1) は PRR の 1 種で、PAMPs の 1 種である γ -D-グルタミン-メソ-ジアミノピメリン酸 (iE-DAP) を感知することにより、バクテリアからの歯髄免疫応答を引き起こす。

マトリックスメタロプロテイナーゼ 1 (MMP-1) は、細胞外マトリックス成分である I 型コラーゲンを分解する重要な酵素であり、歯髄組織の破壊に関与している。

本研究では、hDPF の MMP-1 産生における iE-DAP の影響について検討した。

【方法】

(1) hDPF に 10 μ g/mL iE-DAP 刺激を加えて 24 時間刺激した。刺激後、フローサイトメーターによる死細胞の測定を行うことで細胞毒性の検討をおこなった。また、同様の刺激を加えた後に細胞増殖試薬 WST-8 と反応させ細胞増殖能力の検討もおこなった。

(2) hDPF を 12 well plate に 1.0×10^5 cells / well で播種し、各種濃度の iE-DAP で 24 時間刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、MMP-1 をウエスタンブロッティングにて確認した。

(3) (2) 同様に hDPF を播種し、10 μ g/mL iE-DAP にて 10 分間刺激した。ERK1/2 のリン酸化をウエスタンブロッティングにより検討した。

本研究は、大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号 111112)。

【結果】

(1) iE-DAP は、hDPF に対して細胞毒性がなく、増殖にも影響を与えなかった。

(2) iE-DAP 刺激により、hDPF の MMP-1 産生は濃度依存的に増強し、そのピークは 10 μ g/mL であった。

(3) iE-DAP 刺激は、無刺激のコントロールと比較して ERK1/2 のリン酸化レベルを増強した。

【考察】

以上の結果から、iE-DAP 刺激が hDPF からの MMP-1 産生を増強する可能性が示唆された。また、その作用のメカニズムには ERK1/2 のリン酸化が関与している可能性が示唆された。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

ムラミルジペプチド (MDP) は、ヒト歯髄線維芽細胞様細胞における マトリックスメタロプロテイナーゼ-3 の産生を調節する

大阪歯科大学 生理学講座¹、歯科保存学講座²

○閻楊¹、井上博¹、諸頭秀俊²、山本一世²、合田征司¹

Muramyl dipeptide (MDP) regulates the production of matrix metalloproteinase-3 by human dental pulp fibroblast-like cells

¹Department of Physiology, ²Department of Operative Dentistry, School of Dentistry,
Osaka Dental University

○Yang Yan¹, Hiroshi Inoue¹, Hidetoshi Moroto², Kazuyo Yamamoto², Seiji Goda¹

【目的】

自然免疫応答は、体の防御の最前線であり、齶蝕による歯髄の炎症調節において重要な役割を果たす。歯髄組織の主な構成要素である歯髄細胞は、パターン認識受容体 (PRR) を発現している。PRR は病原体関連分子パターン (PAMP) と呼ばれる微生物特異的分子を認識して自然免疫応答を惹起する。ヒト歯髄線維芽細胞様細胞 (hDPF) で構成的に発現されるヌクレオチド結合オリゴマー化ドメイン 2 (NOD2) は PRR の 1 種で、PAMPs の 1 種であるムラミルジペプチド (MDP) を感知する。マトリックスメタロプロテイナーゼ-3 (MMP-3) は、急性歯髄炎で豊富に発現し、抗炎症および再生因子として歯髄の治癒におけるメディエーターとして機能する。

本研究では、hDPF の MMP-3 産生における MDP の影響について検討した。

【方法】

(1) hDPF に 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ MDP 刺激を加えて 24 時間刺激した。刺激後、フローサイトメーターによる死細胞の測定を行うことで細胞毒性の検討をおこなった。また、同様の刺激を加えた後に細胞増殖試薬 WST-8 と反応させ細胞増殖能の検討もおこなった。

(2) hDPF を 12 well plate に 1.0×10^5 cells / well で播種し、各種濃度の MDP で 24 時間刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、MMP-3 をウエスタンブロッティングにて確認した。

(3) (2) 同様に hDPF を播種し、10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ MDP にて 10 分間刺激した。ERK1/2 のリン酸化をウエスタンブロッティングにより検討した。

本研究は、大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号 111112)。

【結果】

- (1) MDP は、hDPF に対して細胞毒性がなく、増殖にも影響を与えなかった。
- (2) MDP 刺激により、hDPF の MMP-3 産生は濃度依存的に増強し、そのピークは 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ であった。
- (3) MDP 刺激は、無刺激のコントロールと比較して ERK1/2 のリン酸化レベルを増強した。

【考察】

以上の結果から、MDP 刺激が hDPF からの MMP-3 産生を増強する可能性が示唆された。また、その作用のメカニズムには ERK1/2 のリン酸化が関与している可能性が示唆された。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

新規アクリルアミド系モノマー含有充填用レジン添加型ガラスアイオノマーセメント における光照射の有無が経時的な表面硬化性に及ぼす影響

株式会社 松風 研究開発部
○塚本 雅広, 内田 潤, 吉本 龍一

Effect of the presence/absence of light-irradiation on change of surface hardness over time in a new acrylamide monomer-containing resin-modified glass ionomer cement for filling

Shofu Inc. Research and Development Dept.
○Masahiro Tsukamoto, Jun Uchida, Ryuichi Yoshimoto

【緒言】

充填用レジン添加型ガラスアイオノマーセメント(以下、充填用 RMGIC)は、光照射直後から形態修正・研磨工程を行えることが特長であるが、照射光が届きにくい部位では、十分に硬化が進行するまで前記工程を行えない場合がある。そのため、化学重合反応やガラスアイオノマー反応により早期に高い表面硬化性を発現することが望ましい。演者らは、水の存在下においても重合性に優れる新規水溶性アクリルアミド系モノマーを応用することで、重合硬化性を向上させた充填用 RMGIC「ガラスアイオノマー FX-LC」(以下、FX-LC)を開発した。そこで本研究では、FX-LC について光照射の有無における硬化直後からの表面硬化性の推移を評価した。

【材料及び方法】

評価材料として FX-LC に加え、市販の充填用 RMGIC である製品 A、製品 B、製品 C を用いた。各充填用 RMGIC を製造業社指定の方法で練和した後、練和物を内径 12.0±0.1mm、厚さ 1.0±0.1mm の金型に充填した。光照射群では充填物に対して指定の光照射時間(FX-LC:10 秒, 製品 A, B:20 秒, 製品 C:40 秒)にて光照射を行った後、硬化物を練和開始から 10 分、1 時間、24 時間又は 1 週間、37℃湿度 90%以上の恒温槽中で静置し、それらを試験体とした。光未照射群では光照射を行わなかった以外は前記と同様の方法にて試験体を作製した。各試験体を耐水研磨紙#2000 を用いて研磨後、微小硬さ試験機(HM-102, Mitutoyo 社製)にて試験体表面のビッカース硬さ(HV)を測定した。なお、測定は荷重 1.961N、荷重保持時間 10 秒の条件にて行った(n=3:各 5 点測定)。統計処理は、一元配置分散分析及び Tukey の検定にて行った (p<0.05)。

【結果及び考察】

各充填用 RMGIC についてビッカース硬さの推移を評価した結果(Fig 1, 2), FX-LC の光未照射群は、硬化直後(10 分後)から光照射群と同等のビッカース硬さを示した。一方、他の充填用 RMGIC では硬化直後(10 分後)において、光未照射群は光照射群よりも有意に低いビッカース硬さを示した。更に FX-LC は光照射の有無に関わらず、硬化直後(10 分後)から他の充填用 RMGIC よりも有意に高いビッカース硬さを示した。これは FX-LC に含まれる新規水溶性アクリルアミド系モノマーの優れた重合硬化性によるものと考えられる。

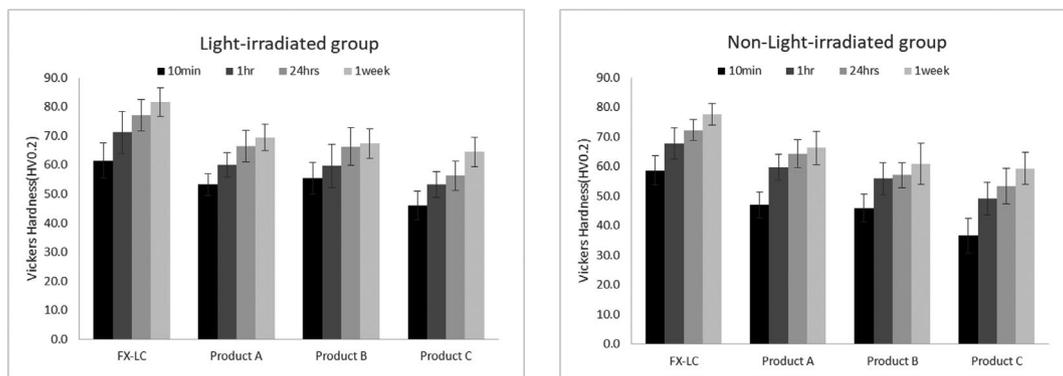


Fig 1. Vickers Hardness (Light-irradiated group) Fig 2. Vickers Hardness (Non-Light-irradiated group)

【結論】

FX-LC は光照射の有無に関わらず、硬化直後から高い表面硬化性を発現したことから、照射光が届きにくい部位においても窩洞に填入後、早期に形態修正・研磨を行えるものと想定される。

新規レジン添加型ガラスイオノマーセメント (RMGIC) 用歯面処理材の 接着強さ及び術式の異なる RMGIC 用歯面処理材との比較評価

株式会社 松風 研究開発部
○内田 潤, 塚本 雅広, 吉本 龍一

Bond Strength of a Novel Tooth Conditioner for Resin-modified Glass Ionomer Cement (RMGIC) Compared to That of Conventional Tooth Conditioners for RMGIC with More Operational Steps

SHOFU INC. Research and Development Dept.
○Jun Uchida, Masahiro Tsukamoto, Ryuichi Yoshimoto

【緒言】

充填用レジン添加型ガラスイオノマーセメント (充填用 RMGIC) は歯質に対して自己接着性を有するものの、より確実な接着を発現させるために RMGIC 用歯面処理材の併用が推奨されている。その RMGIC 用歯面処理材は製品によって処理工程 (術式) が異なるが、その術式の違いが接着強さに及ぼす影響については明らかにされていない。そこで本研究では、術式の異なる RMGIC 用歯面処理材を併用した際の各種充填用 RMGIC の歯質に対する接着性を評価した。

【材料及び方法】

RMGIC 用歯面処理材として FX-LC コンディショナー (FX-C) (術式: 塗布→放置・水洗・照射無し→乾燥) (松風), 製品 A (塗布→放置 30 秒→水洗無し→照射 20 秒→乾燥), 製品 B (塗布→放置 10 秒→水洗・照射無し→乾燥) を、充填用 RMGIC としてガラスイオノマー-FX-LC (松風), 製品 C, 製品 D 及び製品 E をそれぞれ用いた。また、ウシ下顎前歯をエポキシ樹脂に包埋後、耐水研磨紙#600 を用いて流水下で研磨を行い、エナメル質又は象牙質を露出させたものを被着体とした。被着面を各 RMGIC 用歯面処理材を用いて製造業社指定の方法で歯面処理を行った後、そこに内径 φ4mm, 高さ 2mm のシリコンモールドを設置した。モールド内に各 RMGIC 用表面処理材と同一メーカーの充填用 RMGIC の練和物を充填した後、指定の照射時間にて照射を行い、接着試験体を得た。接着試験体を 37℃湿度 90%以上の恒温水槽中に 1 時間静置し、次いで 37℃の水中に 24 時間浸漬 (初期) 後又はサーマルサイクル 5000 回 (5℃、55℃水中に各 30 秒間) 後、せん断接着強さ (万能試験機 type5967: Instron, CHS 1mm/min) を測定した (n=6)。統計処理は、一元配置分散分析及び Tukey の検定にて行った (p<0.05)。

【結果及び考察】

Fig 1, 2 より、FX-C はエナメル質、象牙質に対して、初期及びサーマルサイクル 5000 回後共に製品 A 及び製品 B よりも有意に高い接着強さを示した。一方、製品 A と製品 B 間には統計学的有意差は認められなかった。このことから、歯質に対する接着性は RMGIC 用歯面処理材を塗布後の放置時間や、照射の有無等の術式の違いによる影響は少なく、RMGIC 用歯面処理材の組成による影響が大きいものと考えられる。

【結論】

新規 RMGIC 用歯面処理材 FX-LC コンディショナーは、従来の歯面処理材と比較して術式が簡便にも関わらず歯質に対して優れた接着性を発現すると共に、長期間に渡り安定してその接着性を維持することが示唆された。

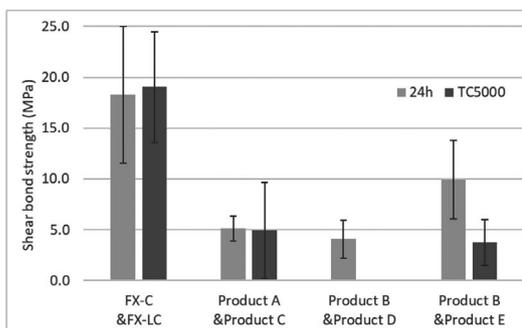


Fig 1. Shear bond strength to enamel

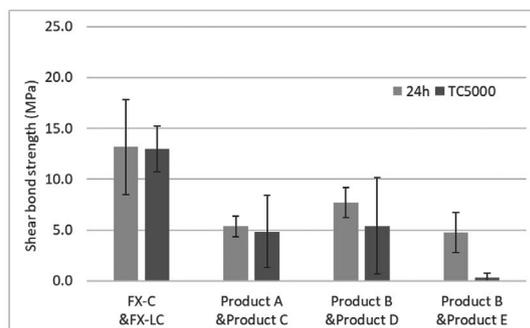


Fig 2. Shear bond strength to dentin

アドヒーズの塗布がポリエーテルエーテルケトン (PEEK) への レジンセメントの接着性に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○崔 慶一, 黒川弘康, 高橋奈央, 須田駿一, 柴崎 翔, 岩間弘明, 小池 慶, 宮崎真至

Effect of adhesive application on resin cement bonding to polyetheretherketone (PEEK)

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○SAI Keiichi, KUROKAWA Hiroyasu, TAKAHASHI Nao, SUDA Shunichi, SHIBASAKI Sho,
IWAMA Hiroaki, KOIKE Kei, MIYAZAKI Masashi

【研究目的】

スーパーエンジニアリングプラスチックは、高い耐熱性と機械的強度を有する高機能性樹脂であり、金属代替が可能なことから、先端分野を支える材料として注目されている。なかでも、ポリエーテルエーテルケトン (以後、PEEK) は、切削加工性や寸法安定性に優れているところから、歯科医療の分野では歯冠補綴装置用材料として応用されている。PEEK は透明性が低いため、審美性が要求される部位での使用には歯冠色材料による前装が必要であり、前装用コンポジットレジンと PEEK との接着性の獲得には、レーザー処理やプラズマ処理が有効とされている。一方、チェアサイドでは、PEEK で製作された補綴装置をレジンセメントを用いて口腔内に装着するが、レジンセメントと PEEK との接着性については不明な点が多く、とくに、簡便な方法での接着性の獲得が望まれている。そこで、各種アドヒーズの塗布が PEEK 樹脂へのレジンセメントの接着性に及ぼす影響について、剪断接着強さを測定するとともに、アドヒーズ処理面の表面自由エネルギーを算出することで検討した。

【材料および方法】

PEEK を含む CAD/CAM レジンブロック用アドヒーズとして、CAD/CAM レジン用アドヒーズ (松風) を用いた。対照として、ユニバーサルアドヒーズである BeautiBond Xtreme (松風), Scotchbond Universal Plus Adhesive (3M) およびユニバーサルプライマーとアドヒーズの組み合わせとして、Monobond Plus と Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) を用いた。また、レジンセメントとしてユニセム EX (松風) を、PEEK として松風 PEEK ブロック (松風) を用いた。

1. PEEK 試片の製作

PEEK 樹脂ブロックをスライスし、常温重合レジンに包埋した後、ブロックの露出面を耐水性シリコンカーバイドペーパーの #320 で研削した。この研削面に対して、50 μm のアルミナ粒子を用いて 10 秒間、0.2 MPa の条件でサンドブラストを行い、これを PEEK 試片とした。

2. 接着試験用試片の製作

接着試験用試片の製作は、PEEK 試片に対して以下に示す 2 条件で行なった。

1) Ad-群：円柱状ステンレスロッド (内径 4 mm, 高さ 2 mm) の底面をアルミナサンドブラストした後、金属接着用プライマー (メタルリンク, 松風) を用いて製造者指示条件で処理した。次いで、練和したレジンセメントを円柱状ステンレスロッドの被着面に適量塗布した後、PEEK 試片の被着面に加重 10N で 10 秒間圧接した。マイクロブラシを用いて余剰セメントを除去した後、レジンセメントに対して 2 方向から 30 秒間照射して硬化させた。

2) Ad+群：アドヒーズを用いて PEEK 試片の被着面を製造者指示条件で処理した後、未処理群と同様に円柱状ステンレスロッドを接着させた。

3. 接着強さの測定

接着試験用試片を 37°C の精製水中に 24 時間保管した後、Test Base Clamp (Ultradent Products) を万能試験機 (Type 5500R, Instron) に設置して、クロスヘッドスピード毎分 1.0 mm の条件で剪断接着強さを測定した。なお、各条件における試片数は 10 個とした。

4. 表面自由エネルギーの測定

PEEK 試片被着面および PEEK 試片被着面を各アドヒーズで処理した面に対して、表面自由エネルギー (SFE) が既知である 3 種類の液体を 1 μl 滴下し、全自動接触角計 (Drop master DM 500, 協和界面科学) を用いて接触角の測定を行い、total SFE (γ_s) の各成分である分散 (γ_s^d)、双極子 (γ_s^p) および水素結合成分 (γ_s^h) を算出した。

【成績および考察】

PEEK 樹脂に対するレジンセメントの接着強さは、Ad-群と比較して Ad+群で高くなる傾向を示したが、その程度はアドヒーズの違いによって異なるものであった。

【結論】

PEEK 樹脂へのアドヒーズの塗布は、レジンセメントの接着強さに影響を及ぼす可能性が示された。

構造色を応用した試作バルクフィルフロアブルレジンの色調適合性評価

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○黒川弘康, 三枝 眞, 林 佳奈, 庄司元音, 若松賢吾, 宮崎真至, 日野浦光, 佐藤幹武

Evaluation of Color Matching Ability of Experimental Bulk-fill Flowable Resin Composite Applying Structural Color

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry
○KUROKAWA Hiroyasu, SAEGUSA Makoto, HAYASHI Kana, SHOJI Mone,
WAKAMATSU Kengo, MIYAZAKI Masashi, HINOURA Ko, SATO Mikitake

【研究目的】

色調の異なる人工歯に規格窩洞を形成し、構造発色を応用したバルクフィルフロアブルレジンを充填した際の、レジン充填部と人工歯との色調適合性について検討した。

【材料および方法】

構造色を応用した試作バルクフィルフロアブルレジンとして OCFB-001 (OB, Tokuyama Dental) を用いた。対照として Estelite Bulk Fill Flow (EB, Tokuyama Dental) および Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (FB, 3M) を用いた。

人工歯として硬質レジ歯 (ゼンオパール, PL16 形態, ジーシー) の下顎左側第一大臼歯を用いた。

1. 測定用試片の製作

人工歯咬合面中心小窩に、直径 4.0 mm、深さ 4.0 mm の、窩縁形態をバットジョイントとした規格円形窩洞の形成を行った。この窩洞内面に対して、サンドブラスト (アルミナ粒子: 平均粒径 50 μm) を 5 秒間、0.2 MPa の噴射圧で行った。窩洞の内面および窩縁部にボンドマーライトレス II (トクヤマデンタル) を塗布、エアブローした後にレジンペーストを充填し、透明シリコンコアを用いて加圧成形して各製造者指示条件で光照射した。

人工歯のシェードと充填するバルクフィルフロアブルレジペーストのシェードの組み合わせは、以下のとおりとした (Table 1)。

| Artificial tooth | Cavity depth | OB | EB | FB |
|------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| A2 | 4.0 mm | Universal | Universal | Universal |
| A4 | | | | |

これらの試片を、37°C精製水中に 24 時間保管した後、窩洞辺縁から溢出したコンポジットレジンを、デザインナイフで除去した。次いで、コンポジットレジ用研磨材 (マイジンガーポリッシャー, ジーシー) を用いて研磨した。

2. 色調適合性の評価

色調適合性の評価にはクリスタルアイ (CE100-DC/JP, オリンパス) を用いた。測定用試片のバルクフィルフロアブルレジン充填部および窩洞形成がなされていない人工歯の咬合面中心小窩付近を測色し、各部位の色を CIE L*a*b* を用いて表示した。得られた測色値をもとに、計算式を用いて各測色部位間における色差 (ΔE^*ab) を算出した。

3. Translucency parameter (TP) 値の算出

各バルクフィルフロアブルレジンを内径 8.0 mm で、厚さが 4.0 mm のテフロン型に充填した後、各製造者指示条件で光照射して重合、硬化させた。これらの試片を 37°C精製水中に 24 時間保管した後、高速分光光度計 (CMS-35F S/C, 村上色彩) と、これに接続したフレキシブルセンサー (FS-3, 村上色彩) を用いて、標準黒色板および標準白色板上で測色した。それぞれの標準板上での L*値, a*値および b*値をもとに、計算式から TP 値を算出した。

【成績および考察】

OB はいずれのシェードの人工歯に対しても比較的良好な色調適合性を示したのに対し、EB および FB では、人工歯の明度が低い条件で ΔE^*ab 値が大きくなる傾向を示した。また、各バルクフィルフロアブルレジンの TP 値は異なる値を示した。

【結論】

OB は、窩が深い条件においても比較的良好な色調適合性を示すことが明らかとなった。

研磨法の違いがバルクフィルユニバーサルシェードコンポジットレジンの表面性状に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾,
○岩瀬 慶¹⁾, 石井 亮^{1,2)}, 嘉月 駿¹⁾, 廣兼榮造¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)},
林 康二¹⁾, 渡邊 論¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}

Influence of polishing method on the surface characteristics of a bulkfil universal shade resin composites

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry

○IWAE Kei¹⁾, ISHII Ryo^{1,2)}, KATSUKI Shun¹⁾, HIROKANE Eizo¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)},
HAYASHI Koji¹⁾, WATANABE Satoru¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}

【研究目的】

近年、窩洞周囲歯質の色調と調和することで、単一シェードの使用でも優れた色調適合性が得られるユニバーサルシェードコンポジットレジンの使用頻度が増加している。また、ユニバーサルシェードコンポジットの更なる応用範囲の拡大を目的として、硬化深度を向上させることで大型窩洞に対して一括で充填できるバルクフィルタイプのユニバーサルシェードコンポジットレジンの開発がされた。しかし、このコンポジットレジンの優れた色調適合性を有しつつ、口腔内で長期間機能する性能を有しているかについては情報が少ないのが現状である。

そこで演者らは、新規バルクフィルユニバーサルシェードコンポジットレジンの機械的性質を評価するとともに、このコンポジットレジンの研磨面性状の違いを表面粗さ、光沢度および表面自由エネルギーの測定とともに研磨後の表面性状を観察することによって検討を加えた。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンは、バルクフィルユニバーサルシェードコンポジットレジンの OCFB-001 (OB, トクヤマデンタル), ユニバーサルシェードコンポジットレジンのオムニクロマフロー (OF, トクヤマデンタル), バルクフィルフロアブルレジンの Estelite Bulk Fill Flow (EB, トクヤマデンタル) および Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (FF, 3M Oral Care) を用いた。形態修正には、ダイヤモンドポイント# SF102R (SF, 松風) あるいはカーバイトバー# FG 7714 (CB, Kerr) を、最終研磨には、スーパースナップ (SS, 松風) あるいはコンボマスター (CP, 松風) を使用した。

表面自由エネルギーの測定に際しては、直径 8.0 mm, 高さ 2.0 mm のテフロン型にコンポジットレジンを充填、ポリストリップス介して 60 秒間照射することで、これを表面自由エネルギー測定用試片 (Baseline) とした。この試片に対して SiC ペーパーの #320 まで研磨した後、SF あるいは CB で形態修正を行った条件、さらにこれらの条件に SS あるいは CP を用いて最終研磨を行った条件を加え、合計 7 条件とした。これらの試片を全自動接触角計 (DM500, 協和界面科学) に静置し、接触角を測定することで表面自由エネルギーを算出した。

コンポジットレジンの表面性状については、レーザー顕微鏡 (VK-9710, キーエンス) および付属ソフトから表面粗さ (Ra, μm) を測定するとともに表面性状を観察した。また、光沢度の測定はデジタル光沢度計 (M-26D, 村上色彩技術研究所) を用い、入射角および受光角を 60° とし、黒ガラス標準板でキャリブレーションした後に測定した。

ヌーブ硬さ測定は、表面自由エネルギー算出用試片と同様に製作した試片を耐水性研磨紙の #2,000 まで順次研磨した後、微小硬度計 (Via-S, Matsuzawa) を用いて、ヌーブ硬さを測定した。

【成績および考察】

得られた表面自由エネルギーは、研磨法の違いおよび用いたコンポジットレジンによって異なるものであった。とくに、最終研磨法の違いは、形態修正法の違いにかかわらず表面自由エネルギーに有意な影響を及ぼすことが明らかとなった。また、形態修正および最終研磨法の違いは、用いたコンポジットレジンの種類にかかわらず、表面粗さおよび光沢度に影響を及ぼすことが判明した。硬化コンポジットレジンの表面のヌーブ硬さは、OB および OF が他のコンポジットレジンに比較して有意に高い値を示した。

【結論】

バルクフィルタイプの OB は、OF に比較して同等の研磨面表面性状およびヌーブ硬さを有していた。また、コンポジットレジンに対する研磨法の違いは、表面性状、光沢度および表面自由エネルギーに影響を及ぼすことが明らかとなった。このことから、形態修正および研磨操作は、その後の審美性やその保持性に影響を及ぼすことから、その操作法とともに研磨器具の選択が重要であることが示された。

大白歯用ハイブリッドレジンプロックにおける水中浸漬1年間後の吸水量

株式会社ジーシー
○棚澤 公貴, 荻谷 周司, 篠崎 裕

Water sorption of hybrid resin blocks after one year immersion GC Corporation ○Kimitaka Tanazawa, Syuji Kariya, Yutaka Shinozaki

【研究目的】

近年、ハイブリッドレジンプロックによる CAD/CAM 冠の保険適用範囲が拡大している。2022 年 4 月からは新たに CAD/CAM インレーが保険収載となったことで、保存修復においてもハイブリッドレジンプロックを用いた臨床が広く行われるようになった。一方で、こうしたハイブリッドレジンプロックは、レジンマトリックスの経時的な吸水により機械的および審美的特性が低下する恐れがある。日本歯科材料工業協同組合規格 JDMAS 245 : 2020 には吸水量の規格値が設けられているが、その水中浸漬期間は 7 日間であり、長期的な吸水の影響は不明な部分が多い。そこで本研究では、JDMAS 245 : 2020 タイプ 3 に該当する各種大白歯用ハイブリッドレジンプロックにおける水中浸漬1年間後の吸水量を評価した。

【材料および方法】

大白歯用ハイブリッドレジンプロックとして、セラスマート 300 (A3LT, ジーシー) および Product A~Product C を用いて吸水試験を行った。各ブロックからダイヤモンドカッターを用いて一辺が $9.0 \sim 14.0 \pm 0.1$ mm で厚さが 1.0 ± 0.2 mm の平板を切り出し、各面を水に懸濁させたアルミナ研磨粉末とフェルトを用いて光沢研磨することで試験片を作製した。JDMAS 245 : 2020 の試験方法に準拠して蒸留水中の浸漬期間を 7 日間とした群と、浸漬期間を 1 年間とした群についてそれぞれ吸水量を測定した (各 n=5)。なお、1 年間浸漬した群については、蒸留水の腐敗を防ぐため 7 日間おきに蒸留水を交換した。得られた結果は、有意水準 5% で Tukey-Kramer 検定を行い解析した。

【結果および考察】

各製品の吸水量を Figure 1 に示す。7 日間浸漬後の吸水量は Product A が有意に低い値を示した一方で、1 年間浸漬後の吸水量はセラスマート 300 が最も低く、Product A~Product C と比較して有意に低くなった。また、水中浸漬 7 日後から 1 年後の吸水量の増加率は、セラスマート 300 が 6.5%、Product B が 10% と低い値であったのに対し、Product A および Product C では大幅な増加が認められたことから、これらは口腔内において経時的に劣化しやすい材料であることが示唆された (Product A : 116%, Product C : 197%)。製品によるこうした吸水挙動の違いは、レジンマトリックスの組成や無機フィラーの表面処理状態が製品ごとに異なるために生じると考えられる。

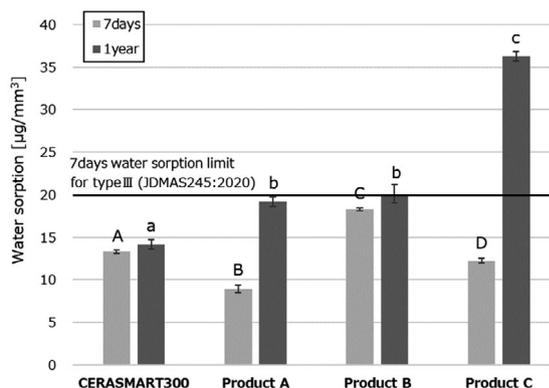


Figure 1 Water sorption after 7days and 1year immersion.
※Same alphabet means no significant difference ($p > 0.05$).

【結論】

セラスマート 300 は 1 年間の水中浸漬後においても JDMAS 245 : 2020 タイプ 3 の規格 ($20 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) 内の結果であるだけでなく、吸水量の増加率も極めて低いことから、大白歯用ハイブリッドレジンプロックの中で口腔内での安定性が長期的に優れた材料である。

高純度ハイドロキシアパタイト含有知覚過敏抑制材料 APASHIELD の臨床的有効性

Sangi Dental Clinic

○宮崎 千絵

The clinical effectiveness of APASHIELD high purity hydroxyapatite desensitizing paste

Sangi Dental Clinic

○Chie Miyazaki

緒言：象牙質知覚過敏症の治療は、疼痛を抑制する保存療法が主流であるが、こうした保存療法の治癒率は約 60%程度とされており、痛みを再発することが多いと報告されている。本研究に用いた歯科用知覚過敏抑制材料 APASHIELD の有効成分は、歯とほぼ同じ成分のハイドロキシアパタイトで、生体親和性が高く、溶解性の低い物質である。抜去歯牙を用いた先行研究において、電子顕微鏡による観察から露出した象牙細管は同材料によって緊密に封鎖され、その封鎖率は高く、象牙質知覚過敏症の新治療材料として有効である可能性が示唆されている。本研究は APASHIELD の象牙質知覚過敏症の治療材料としての臨床的有効性を評価することを目的とした。

材料と方法：象牙質知覚過敏症の患者 11 名 (13 症例) に対して、ラバーカップを用いて対象歯に APASHIELD ペーストを 30 秒ほど塗布し、水洗した。処置前後及び処置後 1 週間において、一定流量 (15±3L/min) に設定したエアーストリーミング、冷水刺激 (15℃)、擦過刺激 (20g) に対する痛み及び自発痛の程度を数値評価スケール NRS (Numerical Rating Scale) で評価した。日常臨床において、一般的に知覚過敏の刺激の確認として用いられているエアーストリーミングで NRS 値が 0 とならない場合、最大 3 回まで塗布、水洗を繰り返し、処置ごとに痛みを評価を行った。また処置前後、処置後 1 週間における対象歯の歯肉炎指数 GI 及びポケット深さにより、APASHIELD 処置による歯肉の損傷、炎症の程度を評価した。処置前の NRS 値に対する処置後、処置後 1 週間の NRS 値について Wilcoxon signed-rank test にて統計解析を行い、刺激に対する痛みが緩和したか評価を行った。多重性の補正は Bonferroni 法にて行った。

結果および考察：冷水及びエアーストリーミングでは、APASHIELD 処置後、処置後 1 週間において有意に痛みを緩和効果がみられ (P<0.05)、象牙質知覚過敏症に対する有効性及び持続性が認められた。また、処置回数を重ねるごとに痛みを緩和効果は増大する傾向がみられた。フッ化物と β TCP を配合した歯磨剤を継続的に歯根部に塗布した場合、塗布回数を重ねるごとに象牙細管の封鎖率は上がり、さらに象牙細管の奥深くまで入り込むことが報告されている。本研究でも同様に、処置回数を重ねることによりアパタイトによる象牙細管の封鎖率が上がり、痛みを緩和効果が徐々に増大した可能性がある。処置後 1 週間における NRS の平均値は、処置後よりも若干上昇しており、痛みを後戻り傾向がみられた。ハイドロキシアパタイトは酸性環境下で溶解するため、日常生活において、プラークの付着や酸性の飲食物を摂取することにより、象牙細管を封鎖していたハイドロキシアパタイトが溶解、脱離し、痛みが後戻りしている可能性が考えられる。ただし、上述したように処置を繰り返すことによって、象牙細管の奥深くまで入り込めば、酸性の飲食物へ暴露されず、脱離もしづらくなると考えられ、痛みを後戻りの防止が期待できる。擦過刺激に対する痛み及び自発痛は、ほとんどの患者で処置前から NRS 値が 0 であったため、統計解析は実施しなかった。APASHIELD 処置により、歯肉の損傷、炎症の悪化はほとんど観察されず、安全性の高い処置であると考えられた。今後は、APASHIELD 処置による痛みを緩和効果がどこまで持続するかを確認すると共に、繰り返し塗布による象牙細管の封鎖状況の形態学的な観察など、in vitro における客観的な評価を実施する予定である。本研究は株式会社サンギ倫理審査委員会の承認 (No. 2021001) を得た後、実施した。

新規自己接着性コンポジットレジンの象牙質微小引張接着強さの評価

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科保存修復学分野

○横山 章人, 大原 直子, 高橋 圭, 松崎 久美子, 神農 泰生, 山路 公造, 吉山 昌宏

Evaluation of μ TBS of new self-adhesive composite resin on dentin

Department of Operative Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science

○YOKOYAMA Akihito, OHARA Naoko, TAKAHASHI Kei, MATSUZAKI Kumiko, SHINNO Yasuo, YAMAJI Kozo, YOSHIYAMA Masahiro

【緒言】

歯面処理を必要としない自己接着性コンポジットレジンとは、簡便に、短時間で接着することを可能とし、被着面の汚染リスクの低減や治療環境の整っていない訪問診療などでの有用性が期待される。自己接着性コンポジットレジンにおける課題として歯質接着と重合収縮応力のバランスをとる必要がある。歯質の水分に溶解する新規光重合開始剤と重合収縮応力を緩和する新規オリゴマーを配合した新規自己接着性コンポジットレジン SA-100R (クラレノリタケデンタル) が開発された。そこで本研究では、自己接着性コンポジットレジン SA-100R の微小引張接着強さ (以下 μ TBS) の測定を行うことで、象牙質に対する接着性を評価することとした。

【材料と方法】

本研究は岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理審査委員会の許可 (承認番号 189 号) のもと行った。ヒト大臼歯の抜去歯咬合面に健全象牙質平坦面を作成し、耐水研磨紙#600 で研磨し被着面とした。接着材料として、新規自己接着性コンポジットレジン SA-100R (クラレノリタケデンタル, 以下 SA)、既存の自己接着性コンポジットレジン Vertise Flow (Kerr, 以下 VF) および Fusio (Pentron, 以下 FU) を使用した。製造者の指示に従った手順で被着面に積層した。すなわち SA はエアードライ後 0.5mm 以下の厚みで充填し 10 秒経過後、光照射を 10 秒間行い積層充填、VF はエアードライ後付属のブラシで 0.5mm 以下に広げ 20 秒経過後、光照射を 20 秒間行い積層充填、FU は弱エアードライ状態で被着面に 1mm 以下の厚みで充填しニードルチップで混ぜながら 20 秒間経過後、光照射を 10 秒間行い積層充填した。光照射器はペンブライト (松風) H1 モード (光強度 1200 mW/cm²) を使用した。24 時間 37°C 水中保管し硬組織精密切断機 (IsoMet, Buehler) を用いて接着面が約 1×1 mm (1mm²) あるいは約 2×2 mm (4mm²) となるように角柱型切片を作製した。得られた切片は小型卓上試験機 (EZ-S, 島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード 1mm/min の条件下で微小引張接着試験を行い、また破断した接着面の断面積を測定した。得られた μ TBS は Dunnett's test にて有意水準 5% で統計処理を行った。

【結果と考察】

SA の断面積 1mm² 切片の μ TBS は、18.38±5.63 MPa (n=22) であった。一方 VF および FU の 1mm² 切片は角柱型切片作製中にすべての試料が脱離し有効な値が得られなかった (各群被験歯数 3 歯)。4mm² 切片の μ TBS は、SA が 4.77±3.25 MPa (n=14)、VF が 2.53±1.76 MPa (n=9)、FU が 2.46±1.61 MPa (n=12) であり、SA は VF あるいは FU と比較して有意に高い値であった。SA は 1mm² 切片作製において特に支障はなかった一方、VF と FU は 1mm² 切片の作製が困難であった。これは本研究の環境において VF および FU の接着強さが試料切断時の摩擦力に耐えられなかったことが要因と考えられる。また 4mm² 切片において SA の μ TBS が他より有意に高く、これらから SA は VF や FU と比べて優れた象牙質接着性を持つことを示していると考えられる。SA に配合された新規重合開始剤が歯質に接する面で高濃度となり重合硬化性を高め歯質界面接着強化が得られたこと、また本研究では各材料の適応として想定する窩洞よりも大きい被着面で接着操作を行っており、SA の新規オリゴマー配合による重合収縮応力の低減が有効に働いた可能性が考えられる。

SA において接着面の大きい切片は μ TBS の低下を示した。微小引張接着試験において、接着面積が大きくなるに従い μ TBS が低下することが報告されている。現在は μ TBS 試験は 1mm² での評価が行われることが多い。接着面積の異なる角柱型切片間での μ TBS の単純な比較はできないことが本研究で改めて確認できた。

【結論】

新規自己接着性コンポジットレジン SA-100R は、既存の材料と比べ良好な象牙質接着性を有することが示唆された。

血液汚染が自己接着性コンポジットレジンの象牙質せん断接着強さにおよぼす影響

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科保存学分野

○三浦滉毅，星加知宏，西谷佳浩

Effect of blood contamination on dentin shear bond strengths of self-adhesive composite resin.

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○MIURA Koki, HOSHIKA Tomohiro, NISHITANI Yoshihiro

【研究目的】

高齢者の残存歯数の増加に伴い、歯頸部や露出した根面に対するう蝕治療は増加している。これらのう蝕は歯肉縁付近となることが多く、血液、歯肉溝浸出液、唾液などによる接着阻害因子の影響を受ける可能性が高い環境である。窩洞形成後の歯面処理や充填材料の填塞に要する時間を短縮できれば、接着阻害のリスクを下げられる場合も多いことから、歯面処理を必要としない自己接着性コンポジットレジンに着目し、血液汚染が生じた場合の接着強さへの影響について検討を行った。

【材料および方法】

自己接着性コンポジットレジンとして SA-100R (クラレノリタケデンタル) を実験に供した。象牙質は 30 週齢未満の新鮮ウシ抜去前歯 40 本を用い、歯冠部にて切断・エポキシ樹脂に包埋後、唇側面を #600 耐水研磨紙にて研削した。4 種類の比較群として、① 健全象牙質 (Control), ② 健全象牙質に歯面処理材としてカタナクリーナー (クラレノリタケデンタル) をメーカー指示通りに使用したもの (KC), ③ 健全象牙質に汚染物としてウシ血清 (F7254, Sigma-Aldrich) を 10 秒間塗布し水洗後、カタナクリーナーでメーカー指示通りに表面処理したもの (BK), ④ 健全象牙質に汚染物としてウシ血清 (F7254, Sigma-Aldrich) を 10 秒間塗布し水洗したもの (BW) を準備した。各接着象牙質に対して内径 2.37 mm のモールド (ウルトラデント) を設置し、モールド内に SA-100R を填入、10 秒静置後に照射器にて光硬化させた。24 時間 37°C インキュベーター内で蒸留水に浸漬し保管した。その後、接着試料を卓上小型万能試験機 (EZ-SX, SHIMADZU) にて、クロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件下でせん断接着試験を行った。試料数を各 9 個とし、得られた結果は One Way ANOVA Holm - Sidak method を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。また、同じ条件で作製した各群の接着試料に関して走査電子顕微鏡を用いて SA-100R と象牙質との接着界面および象牙質処理面の観察を行った。

【結果】

せん断接着強さは、Control, KC, BK, BW の順にそれぞれ、 7.80 ± 0.97 MPa, 7.79 ± 1.69 MPa, 6.49 ± 1.80 MPa, 5.49 ± 1.01 MPa であった。Control 群と KC 群は BW 群と比較して有意に高く、Control 群と KC 群と BK 群では有意差を認めなかった。また、接着界面の微細構造を観察したところ、すべての群で SA-100R から象牙質への移行的な界面が観察された。

【考察】

接着試験の結果から、Control 群と KC 群に有意差はなく、健全象牙質にカタナクリーナーを歯面処理材として使用しても接着強さに影響はなかった。また、BW 群が Control 群と KC 群と比較して有意に低い値を示したことから、血液による汚染が SA-100R の象牙質への接着を阻害し、カタナクリーナーによる歯面処理によって接着強さを改善することが示唆された。今後は、市販の製品も含め、自己接着性コンポジットレジンの長期的な辺縁封鎖性について検討する予定である。

BioUnion ガラス含有水硬性仮封材の脱灰抑制能の評価

株式会社ジーシー
○勝又淳友, 篠崎裕

The effect of demineralization suppression by new hydraulic temporary filling material containing BioUnion glass

GC Corporation

○Atsutomo Katsumata, Daiki Machida, Yutaka Shinozaki

【緒言】

株式会社ジーシーでは、マルチイオンを放出するバイオアクティブ性ガラスとして BioUnion ガラスを開発しており、ケアデザインシリーズ (ケアデザインシールド, ケアデザインレストア) や 2022 年 2 月に上市された水硬性仮封材のキャビトンファストに配合されている。BioUnion ガラスはフッ化物イオン, 亜鉛イオン, カルシウムイオン等を放出するため, 様々な文献で述べられているような, ミュータンス菌の生育抑制能, 脱灰抑制能, 再石灰化促進効果^{1)~3)}といった効果が期待される。キャビトンファストにおいても BioUnion ガラスからのマルチイオン放出により, バイオアクティブ性能が期待できる。本研究では, 各水硬性仮封材における脱灰抑制能について評価したので報告する。

【材料と方法】

サンプルとして, キャビトン ファスト (CF; GC), キャビトン (CV; GC), 水硬性仮封材 (製品 A, 製品 B, 製品 C) を用いた。試験体作製を以下手順で行った。包埋した牛歯冠部の唇側面を耐水研磨紙 1500 番で表面研磨しエナメル質部を露出させた。その中央部に直径 3mm, 深さ 2.5mm の窩洞を形成した。窩洞に材料を充填し, 37°C 蒸留水中に 1h 浸漬し材料を硬化させ, これを試験体とした。試験体は同種類の材料につき 5 個ずつ作製した。

水中浸漬 1h 後の試験体を 1 日 1 回 pH4.5 の酢酸緩衝液中に 2h 浸漬し, それ以外の期間は pH7.0 の人工唾液中に保管する脱灰試験を 28 日間繰り返し行った。

脱灰抑制能の評価については, 各浸漬期間 (0~28 日間浸漬試験後) ごとのビッカース硬度を測定 (試験力: HV0.1N, 保持時間 15s) し, 比較することで評価した。測定箇所として窩洞形成したエナメル質部の窩洞辺縁から 100 μm 離れた所を選択し, 1 試験体につき 5 箇所測定した平均値を測定値とした (n=5)。

【結果と考察】

Fig.1 より, ビッカース硬度はすべての期間において CF が最も高い値であった。牛歯歯質表面の硬さは脱灰が進むにつれ低下するため, CF が最も高い脱灰抑制能を示した結果となった。

CF は BioUnion ガラスが配合されており, BioUnion ガラスからはフッ化物イオン等が放出される。フッ化物イオンにより脱灰抑制能を有していることが文献で報告されている³⁾。したがって, フッ化物イオンを放出するため CF は高い脱灰抑制能を示した。

【結論】

BioUnion ガラスを配合した水硬性仮封材であるキャビトン ファストは, 4 週間に渡り窩縁部エナメル質に対する高い脱灰抑制能を示した。

【参考文献】

- 1) G. He et al. Arch Oral Biol. 2002 Feb;47(2):117-29.
- 2) 桑木ら 小児歯科学雑誌 31(3):460-465 1993
- 3) N. R. Mohammed et al. J. Dent 42 (2014) 1096-1104

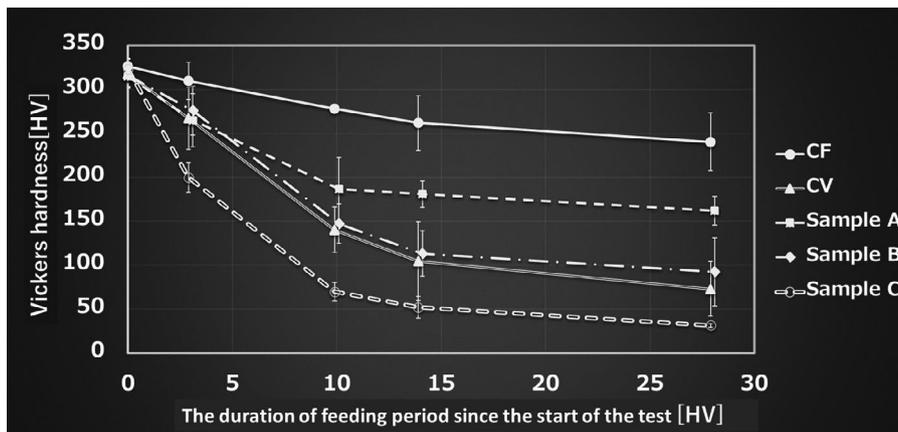


Fig.1 Demineralization test results of hydraulic temporary filling material (0-28 days)

Streptococcus sobrinus 感染象牙質に対する抗菌的光線力学療法の殺菌効果

¹日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学

²日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

³日本歯科大学新潟生命歯学部 微生物学講座

○山口耀平¹, 新海航一^{1,2}, 葛城啓彰³

Sterilization effect of antimicrobial photo dynamic therapy for *Streptococcus sobrinus* infected dentin

¹Advance Operative Dentistry-Endodontics, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

²Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

³Department of Microbiology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

○Yohei Yamaguchi¹, Koichi Shinkai^{1,2}, Hiroaki Katsuragi³

【緒言】

抗菌的光線力学療法 (aPDT) は感染象牙質に対しても応用できるが、その殺菌効果を検討した基礎研究は少ない。当講座では、*Streptococcus mutans* や *Lactobacillus acidophilus* を感染させた象牙質に対する aPDT の殺菌効果を評価してきたが、その他の齶蝕原生菌に対する aPDT の殺菌効果についても検討が必要である。そこで、本研究では *Streptococcus sobrinus* (*S. sobrinus*) を感染させた象牙質に対して aPDT を行い、その殺菌効果を評価した。また、レーザーの照射条件の違いが aPDT の殺菌効果に及ぼす影響についても検討した。

【方法】

ウシ下顎前歯を用いて約 3×3×1mm の象牙質プレートを作製し、40%リン酸水溶液で酸処理してスマヤー層の除去と象牙細管の開口を行った後、超音波洗浄を行ってからオートクレーブ (2atm, 121°C, 15min) にて滅菌した。次いで 24 ウェルプレートに象牙質プレートを静置し、吸光度 0.3 に調整した *S. sobrinus* (ATCC 33478) 懸濁液を象牙質プレートに 20 μL ずつ滴下した後、遠沈 (2000rpm/10min) によって象牙細管内に細菌を侵入させ、BHI 液体培地を添加してから 37°C、10%CO₂ 環境下で 3 時間培養を行った。培養後、象牙質プレートの表面をリン酸緩衝液 (PBS) にて洗浄し細管外の細菌を可及的に除去したものを感染象牙質プレートとした。光感受性色素 (PS) は、Brilliant Blue (BB)、Acid Red (AR) を PBS に溶解し 1% に調整した後、0.2 μm メンブレンフィルターを用いて濾過滅菌したものを使用した。半導体レーザーは P2 Dental Laser System (Picon Laser Technology) を使用し、波長を 650nm に設定、出力は 50mW、100mW および 200mW とし、照射時間はエネルギー密度が均等 (11.9 J/cm²) となるように 50mW×120 秒、100mW×60 秒および 200mW×30 秒に設定した。なお、照射モードは CW、照射距離は 10mm とした。PS と各照射条件を組合せた aPDT は、BB50、BB100、BB200、AR50、AR100 および AR200 の 6 実験群を設定し、aPDT を行わないものを Control とした (n=6)。aPDT 群は、試料を PS 溶液に浸漬し暗所で 5 分間静置した後に各照射条件にてレーザーを照射した。照射後は、PBS にて表面に付着した余分な色素を洗浄した。次に PBS 1.0mL が入ったマイクロチューブに各試料を浸漬し、3 分間の超音波洗浄を行って象牙質プレートから *S. sobrinus* を剥離させて細菌懸濁液を作製し、懸濁液の ATP 測定とコロニーカウントを行った。各データは Kruskal-Wallis test と Steel-Dwass post hoc test を用いて有意差検定を行った。

【結果】

ATP 測定とコロニーカウントのデータについて有意差検定を行った結果、いずれの実験群も Control と比較して細菌数は減少しているもののコントロールとの間に有意差は認められなかった。また、各々の実験群の間にも細菌数に有意差は認められなかった。しかし、BB、AR とともに、レーザー出力の上昇に伴い細菌数が減少する傾向がみられた。

【考察】

今回はデータに大きなバラツキがみられたが、吸光度 0.3 の細菌懸濁液を作製してもその液中の細菌数が一定にならないこと、一定時間超音波洗浄を行っても象牙質プレートからの細菌剥離率に差が生じたことがその要因として考えられる。今後はこれらの要因を排除しながら実験を進める予定である。照射出力が高いと殺菌効果が強くなる傾向は、照射エネルギー量を一定にしても高出力のほうが aPDT による活性酸素量が多くなったためと推察される。

【結論】

半導体レーザーと Brilliant Blue あるいは Acid Red を組み合わせた aPDT は、*S. sobrinus* に対してある程度の殺菌効果を示した。また、照射エネルギー量が一定であっても照射出力を高くした方が、殺菌効果が高くなることが示唆された。

アドヒーズに対する照射の有無が 自己接着性レジンセメントの象牙質接着性に及ぼす影響

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 福本歯科医院, ³ かなまる歯科クリニック
○白土康司¹, 林 佳奈¹, 庄司元音¹, 高見澤俊樹¹, 宮崎真至¹, 福本敬一², 金丸壽良³

Influence of light irradiation to the universal adhesive on dentin bond strength of self-adhesive resin cements

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry,
²Fukumoto Dental Clinic, ³Kanamaru Dental Clinic
○SHIRATSUCHI Koji¹, HAYASHI Kana¹, SHOJI Mone¹, TAKAMIZAWA Toshiki¹,
MIYAZAKI Masashi¹, FUKUMOTO Keichi², KANAMARU Toshiro

【研究目的】

近年、自己接着性レジンセメントのプライマーとしてユニバーサルアドヒーズを使用するシステムが市販、臨床応用されている。一方、これらのアドヒーズには光照射を行わず使用することが製造者から指示されている製品も多い。そこで演者らは、自己接着性レジンセメントのアドヒーズへの光照射の有無が歯質接着性に及ぼす影響について、剪断接着強さ試験および接着界面の走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察を行うことによって検討した。

【材料および方法】

自己接着性レジンセメントおよび付属のアドヒーズとして、Clearfil Universal Bond Quick ER+SA Luting Multi (SAQ, クラレノリタケデンタル) および Scotchbond Universal Plus Adhesive + Rely X Universal Resin Cement (RUS, 3M Oral Care) を用いた。また、35 %リン酸エッチング剤として Ultra-Etch (Ultradent Products) を用いた。

1. 接着試験用試片の製作

接着試験用試片の製作に際しては、ウシ下顎前歯の歯冠部を常温重合レジンに包埋し、象牙質平坦面を耐水性研磨紙の #320 を用いて研削した。歯面処理に際しては、アドヒーズの塗布に先立ってリン酸エッチングを 15 秒間エッチングを行い、水洗乾燥した条件 (ER mode) あるいはこれを行わない条件 (SE mode) とした。アドヒーズの塗布については、製造者指示条件に従って塗布を行い、光照射を行った条件 (照射群) およびこれを行わない条件 (照射無し群) とした。これらの被着面にレジンセメントを用いてステンレスロッド (直径 4 mm, 高さ 2 mm) を接着させた。その際、ステンレスロッド被着面にはアルミナブラスト処理 (50 μm) を 0.4 気圧の条件で 10 秒間行った。次いで、セメントペーストをステンレスロッド処理面に塗布、被着面にステンレスロッドを静置し、定荷重加圧器を用いて 196.8 N の条件で圧接した。荷重負荷条件で、ステンレスロッドとアドヒーズ塗布面の間から溢出したセメントペーストをマイクロブラシにて除去し、異なる 4ヶ所から 10 秒間ずつ、合計 40 秒間光照射を行い、これを接着試験用試片とした。これらの試片は、37°C 精製水中に 24 時間保管後、5~55°C の温熱負荷を 10,000 回負荷した。

2. 剪断接着強さの測定

所定の保管条件が終了した試片に対して万能試験機を用いて剪断接着強さを測定した。なお、接着試片製作後 24 時間水中に保管した条件をベースラインとした。試片の数は、各条件についてそれぞれ 12 個とした。

3. 走査電子顕微鏡観察

レジンセメントと象牙質との接合界面については、通法に従って試片を製作し、走査電子顕微鏡によって観察した。

【成績および考察】

24 時間後の接着試験の結果から、いずれのレジンセメントにおいても、エッチングモードの違いにかかわらず照射群が照射無し群と比較して高い接着強さを示した。RUS の ER mode 条件は、SE mode 条件と比較して同程度の接着強さを示したものの、SAQ では SE mode 条件と比較して ER mode 条件で低い値を示した。一方、TC 後の接着強さは、セメントの種類、エッチングモードおよび光照射の有無によってその傾向は異なるものであった。

【結論】

本実験の結果から、アドヒーズに対する光照射の有無は自己接着性レジンセメントの象牙質初期接着強さおよび接着耐久性に影響を及ぼすことが判明した。

保管条件による接着材料の劣化

日本大学松戸歯学部保存修復学講座¹, 日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻²,

日本大学松戸歯学部教養学(化学)講座^{3, 4}

○藤田(中島)光¹, 小嶋康世², 庫川幸利¹, 成田興治¹, 神谷直孝¹, 布施 恵³, 内山敏一¹, 平山聡司¹

Deterioration of adhesive materials due to storage conditions

Department of Operative Dentistry¹, Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo²

Department of Liberal Arts (Chemistry)³, Nihon University School of Dentistry at Matsudo,

○Kou Fujita-Nakajima, Yasutoshi Ojima, Yukitoshi kurakawa, Kouji Narita, Naotaka Kamiya,
Megumi Fuse, Toshikazu Uchiyama, Satoshi Hirayama

【研究目的】

ワンステップボンディング材は、接着性能の向上と共に操作が簡便なことから幅広く使用されている。しかし、この接着材の使用により、機能性モノマー中のメタクリロキシエステル部分の加水分解に起因する化学的劣化が起こることが、いくつかの研究により報告されている。

コンポジットレジン修復で使用する接着材は、保管温度や保管期間により、歯質に対する接着強さが低下する。本研究は、ワンステップおよび2ステップのセルフエッチングプライマーで処理した歯質に対するコンポジットレジンの接着強さが、プライマーおよびボンディング材の劣化によって低下する原因を究明することを目的として、核磁気共鳴(¹³C NMR)法とせん断接着強さ試験を行い、比較検討した。

【材料および方法】

ワンステップボンディング材は機能性モノマーとして4-METを含有するG-プレミオボンド(G-PrB)を使用し、2ステップセルフエッチングプライマーは機能性モノマーとしてHEMAを含有するメガボンド2(MB2)を使用した。保管場所はそれぞれ2℃(冷蔵庫)、20℃(室温)および37℃(恒温槽)中の3条件とし、保管期間は0(コントロール)、3,7および14週とした。¹³C NMR測定試料は、各G-PrBおよびMB2 300 mgとジメチルスルホキシド250 mgをNMR管に精秤し、¹³C NMRの測定はECZ 500スペクトロメーター(日本電子,東京)を用い、G-PrBおよびMB2水溶液の¹³C NMRスペクトルを45°パルス、パルス間隔9秒、積算回数817回、測定温度21℃の条件で測定し、解析した。せん断接着強さの測定は、新鮮ウシ抜去前歯冠部エナメル質および象牙質を用いて、モールドに即時重合レジンで包埋し、エナメル質および象牙質を耐水カーバイドペーパー#1000まで平坦に研磨して被着試料とした。試料は37℃24時間保管後、せん断試験機(TG-5KN)に設置し、クロスヘッドスピード1.0 mm/minの条件で、2, 20および37℃で保管したG-PrBおよびMB2を用いて、保管期間の違いによるエナメル質および象牙質のせん断接着強さを測定した。

【結果および考察】

G-PrBおよびMB2を37℃に保管すると、¹³C NMRスペクトルからメタクリル酸のカルボキシル基カルボニルカーボンおよびエチレングリコールのメチレンカーボンに帰属されるピークが検出され、保管期間の延長に伴い、NMRピーク強度は増大した。保管温度を変化させたG-PrBおよびMB2中の加水分解量は、2℃から37℃の変化に伴い、保管期間が14週になると、G-PrBで5.52%から13.78%、MB2で11.40%から42.87%と著しく増加した。この加水分解は、両接着材料に含有している酸性モノマーMDPが、HEMA中のエステル部分の加水分解を誘発する量のプロトンを提供しているためである。37℃まで温度を上げると、保管温度2℃や20℃のときよりも加水分解速度が速くなった。エナメル質のコントロールの接着強さは、G-PrBは16.41 MPa、MB2は21.92 MPaであったが、37℃で14週間保管するとG-PrBは13.98 MPa、MB2は18.42 MPaと低下した。同様に象牙質のコントロールの接着強さは、G-PrBは15.80 MPa、MB2は16.77 MPaを示したが、37℃で14週間保管するとG-PrBは14.05 MPa、MB2は10.39 MPaまで低下した。

【結論】

加水分解速度は、保管温度の上昇に伴い、MDP中のリン酸の解離が促進されたためと考えられ、G-PrBおよびMB2中の4-METおよびHEMAのエステル部分の加水分解が、保管温度に強く依存し、接着強さは低下した。エナメル質および象牙質に対するコンポジットレジンの接着強さの低下は、4-METおよびHEMAの加水分解による接着材料の保管温度および経時的劣化に起因することが示唆された。

う蝕影響象牙質が1ステップセルフエッチングボンディング材の性能に与える影響

株式会社ジーシー

○佐藤 憂菜, 平野 恭佑, 篠崎 裕

Effect of caries-affected dentin on 1-step self-etch adhesive performance.

GC Corporation

○Yuna Sato, Kyouzuke Hirano, Yutaka Shinozaki

【目的】 コンポジットレジン(CR)によるMI修復において, 感染象牙質のみを除去して, 非感染のう蝕影響象牙質を温存する方法が推奨されている. 感染象牙質から健全象牙質にかけての硬度の段階的な変化を判断することは困難であるため, う蝕検知液やスプーンエキスカベータなどによる繊細な切削操作が必要となる. しかし, う蝕影響象牙質では, ミネラルの含有量の低さが示唆されており, スメアには通常よりもコラーゲンが多く含まれ, 接着性能への懸念がある1). そこで本研究では, 脱灰水溶液に浸漬した歯質に対して, う蝕検知液を用いながら種々の方法で表面の軟化象牙質を除去したう蝕影響象牙質モデル(Artificial caries-affected dentin, ACAD)を作製し, 1ステップセルフエッチングボンディング材であるG-プレミオボンドを使用した際の, 接着性能への影響を評価することとした.

【材料及び方法】 せん断接着試験は ISO 29022:2013 に準拠して行った. ウシ前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し, #600の耐水研磨紙で注水研磨し, 象牙質を露出させた. 脱灰水溶液(CaCl₂ 1.5 mM, KH₂PO₄ 0.9 mM, 酢酸 50 mM, Na₃ 0.02%, NaOHでpH4.5に調整)に浸漬し, 37°Cで2.5日間静置することで脱灰象牙質モデルを作製した2). 被着体の条件は, (i)健全象牙質を#400研磨(control), (ii)う蝕検知液(ニシカカリエスチェック・ブルー, 日本歯科薬品)を用いながら, 脱灰象牙質モデルを#400研磨, (iii)う蝕検知液を用いながら, 脱灰象牙質モデルをスプーンエキスカベータで研削とした. 添付文書に従いG-プレミオボンド(GPB, GC)で処理した後, LED光照射器(G-ライトブリマII, GC)にて10秒間光照射した. モールド(Φ2.38 mm, ultradent)にCR(クリアフィルAP-X, クラレ)を充填し, 20秒間光照射を行った後, 作製した試験片を37°C, 24時間水中浸漬した. せん断接着強さはオートグラフ(EZ-S, Shimadzu)にてクロスヘッドスピード1 mm/min.で測定した(n=5). 得られた結果は, one way ANOVA(p値:0.05)にて統計解析した. また, 回収したCR片の破断面をSEMにて観察した(T:Tooth, B:Bond, C:CR, c:cohesive, i:interface).

【結果及び考察】 健全象牙質同様, ACADにおいても研削方法によらず, 有意差なく安定した接着強さを示した. 破壊形態はACADでは歯質の凝集破壊が増加し, 健全象牙質と比較して硬度が低下していることが明らかとなったが, それでも高い接着強さを示し, GPBの象牙質への高い浸透性が示唆された. GPBは水を多く含みpHが低いため, 厚いスメア層を効果的に溶解することができ, 低い粘性と適度な親水性モノマーによって, 残されたコラーゲン線維に対する親和性が高いと考えられる.

【結論】 う蝕影響象牙質は非感染ではあるが, ミネラル相の減少による硬度低下やコラーゲン線維を多く含む厚いスメア層の存在によるボンディング材の接着性能低下に伴う, 二次う蝕への懸念が拭えない. しかしそのような状況においても, 再石灰化の可能性のある象牙質との高い親和性を示し, 高い辺縁封鎖性が期待されるGPBは, MI治療が謳われる昨今, 長期的な予後を見据えた有用な製品であるといえる.

【参考】 1)M. Nakajima, Japanese Dental Science, Review, 2011, 47, 102-114 2)G. J. Joves, Dental Materials Journal, 2013, 32(1), 138-143

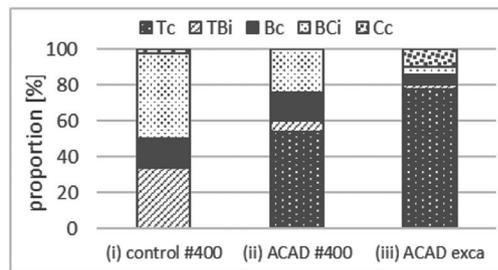
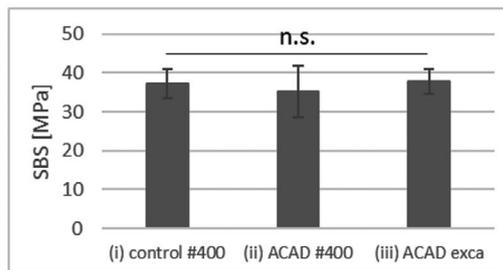


Fig. 1 Results of shear bond strength (SBS) test Fig. 2 Fracture morphology proportion by SEM observation

イオン徐放性歯科用セメントの *Streptococcus mutans* に対する抑制効果

岩手医科大学歯学部う蝕治療学分野

○東 兼司¹, 中村 友宣¹, 清水 峻介¹, 志賀 華絵¹, 浅野 明子¹, 野田 守¹

Suppressive effect of sustained ion release dental cement on *Streptococcus mutans*

¹Division of Operative Dentistry and Endodontics, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Iwate Medical University.

○Kenji Higashi, Tomohisa Nakamura, Shunsuke Shimizu, Hanae Shiga, Akiko Asano, Mamoru Noda

【緒言】

歯科保存修復学の分野において、抗齲蝕作用を期待して、主にフッ素イオン徐放性歯科用セメントが使用されてきた。近年では、亜鉛イオンやカルシウムイオンの徐放性を加え、齲蝕関連細菌への抗菌効果により、長期にわたり抗齲蝕性を期待できる材料として臨床応用されている。その効果は、訪問診療や治療制限が多い有病高齢者、またはセルフケア困難者の根面齲蝕や二次齲蝕発生を抑制できると考えられる。亜鉛含有歯科用セメントが *Streptococcus mutans* (以下 *S. mutans*) の付着を抑制するという研究や、口腔内細菌に対し抗菌性を示すという研究もある。本研究では、市販のイオン徐放性歯科用セメントの放出するイオンの抗菌性を究明し、より効果的な臨床応用を目的とする。

【材料と方法】

試料には、歯科充填用ガラスポリアルケノエートセメント (ケアダイネレストア, GC) (以下 CD), 歯質保護用ガラスアイオノマーセメント (FUJIVII, GC) (以下 F9) の2種類の歯科用セメントを使用した。対照群として光重合型コンポジットレジン (グレースフィル, GC) (以下 GF) を用いた。CD, F9, および GF を直径 6mm, 高さ 2mm のプラスチックモールドに充填し、上部から金属板で圧接し硬化させ、各材料それぞれ 6 つの円板状試料を得た。試験菌株には *S. mutans* を用いた。抗菌性の評価は、Todd-Hewitt broth (以下 THB) 寒天培地を用いたディスク拡散法で行った。THB 寒天培地に *S. mutans* の菌液 100 μ l を均一に塗布し、培地の中央にリン酸緩衝液を浸した直径 8mm の円状の濾紙を留置した。その上に作製した円板状試料を静置し、培地を 37°C の恒温槽で 48 時間培養した。その後、取り出した培地を観察し、試料周囲の阻止円の有無について検討を行った。

【結果】

観察の結果、CD, F9, および GF いずれの試料でも阻止円は確認できなかった。

【考察】

今回の実験条件では、セメント硬化体の抗菌性が現れない可能性が示唆された。酸性条件下で抗菌性を示すという実験結果もあるので、pH の影響で溶出する可能性もあるのかもしれない。他には培養時間も検討の余地があると考えられる。セメント硬化体表面上で抗菌性が発現する可能性も検討が必要である。

【結論】

この実験形態ではイオン徐放性歯科用セメントの *S. mutans* への抗菌効果は現れなかった。今後の方針としては、他の実験方法での抗菌作用の評価を行い、どのような条件、メカニズムで抗菌作用が発現するのかを今後も調べていくことが必要である。

S-PRG フィラー配合ガムベース材によるエナメル質表層下脱灰の再石灰化 in vitro 評価

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯制御学分野
 ○Soe Kay Thwe Than Naing, 平石典子, 陳雪霏, 島田康史

In vitro remineralization assessment of enamel subsurface lesions using gum-base material containing surface pre-reacted glass-ionomer filler

Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
 Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○Soe Kay Thwe Than Naing, Noriko Hiraishi, Chen Xuefei, Yasushi Shimada

Objectives: To identify the remineralization activity of enamel subsurface lesions using different percentages of surface pre-reacted glass-ionomer (S-PRG) filler containing gum-base material.

Methods: Gum extracts from gum-base materials containing 0wt%, 5wt%, and 10wt% S-PRG filler were prepared as GE0, GE5, and GE10, respectively. A total of 50 bovine enamel specimens were used, and the polished enamel surface of a 3 x 3 mm window area was exposed. The specimens were then immersed in demineralizing solution for seven days to obtain the subsurface enamel lesion. The remineralization was conducted for seven days by following the pattern of three times a day by immersing the specimens in the prepared gum extracts (GE0, GE5, and GE10) and artificial saliva of pH 7 (Control) for 20 min at 37°C. Remineralization evaluation was then performed using Swept Source Optical Coherence Tomography (SS-OCT) and micro-computed tomography (μCT). Surface morphology and elemental analysis were conducted by scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive X-ray spectrometry (EDS). Data were statistically analyzed using one-way ANOVA followed by multiple comparison with Tukey HSD post hoc test.

Results: Table 1 and Table 2 are the depth of the demineralized lesion examined by SS-OCT and the mineral loss of subsurface examined by μCT, respectively. Remineralization was significantly promoted in the GE5, and GE10 groups was significantly lower than that of the Control and the GE0 groups. SEM observations showed remineralized morphology on the enamel surfaces for GE5 and GE10 groups with S-PRG-related elements present.

Conclusion: The GE5 and GE10 S-PRG-containing gum-base materials showed significantly improved surface remineralization and reduced demineralization of enamel lesions. EDS analysis suggested that the released ions from the S-PRG filler might be responsible for surface remineralization.

| Groups | Depth of demineralization (μm) |
|---------|--------------------------------|
| Control | 141.0 ± 8.9 ^a |
| GE 0 | 142.5 ± 6.9 ^a |
| GE 5 | 128.3 ± 3.8 ^b |
| GE 10 | 127.1 ± 10.7 ^b |

Table 1
 Depth of enamel demineralization (μm) after remineralization

| Groups | Mineral loss of enamel |
|---------|----------------------------|
| Control | 705.2 ± 163.2 ^a |
| GE 0 | 756.3 ± 133.3 ^a |
| GE 5 | 427.0 ± 145.0 ^b |
| GE 10 | 441.1 ± 223.0 ^b |

Table 2
 Mineral loss of subsurface enamel lesion after 7 days of remineralization (Vol%μm)

The same lowercase letters indicate no significant differences.

試作セルフアドヒーズコンポジットレジン[®]の歯質接着強さと弾性率

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○英 將生, 大川一佳, 黒澤祥世, 今井 潤, 相澤大地, 山本雄嗣

Enamel/Dentin Bond Strengths and Elastic Modulus of an Experimental Self-Adhesive Resin Composite

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○HANABUSA Masao, OKAWA Kazuyoshi, KUROSAWA Sachiyo, IMAI Jun, AIZAWA Daichi, YAMAMOTO Takatsugu

【研究目的】

一般的にコンポジットレジン修復には歯質接着材が必須であり, その接着操作の容易化あるいはチェアタイムの短縮を図るために開発や改良が繰り返され, 現在では臨床ステップを減らした 1 ステップ接着システムが臨床で多用されるに至っている. 今日までに歯科用接着材は飛躍的な進歩を遂げたが, 臨床ではさらなる治療時間の短縮が望まれる状況に遭遇する. 現時点で, 接着材を不要とするセルフアドヒーズコンポジットレジン (以下 SACR) がいくつか販売されているものの, 頻繁な臨床応用はなされていないようである. 今回クラレノリタケデンタル社は試作 SACR (SA-100R) を開発した. 本研究では, この SA-100R の歯質に対する接着強さと弾性率を検討した.

【材料および方法】

剪断接着試験: ウシ下顎前歯を常温重合レジンに包埋後, 唇側面のエナメル質および象牙質を露出させた後に耐水研磨紙 #600 で研削し, 接着試験の被着面とした. 内径 2.38 mm の接着試験用治具をエナメル質および象牙質被着面に固定し, SA-100R ならびに市販の 3 種 SACR の Vertise Flow (Kerr), FUSIO (Pentron) および Constic (DMG) をメーカー指示通りにそれぞれ充填, 照射して接着試片を作製した (n = 10). すなわち, SA-100R は深さ 2.0 mm まで一括充填, 照射して硬化させ, Vertise Flow, FUSIO および Constic は第 1 層を 0.5 mm 充填, 照射後に第 2 層を 2.0 mm まで積層充填, 照射して硬化させた. 試片を 24 時間 37°C 水中に浸漬後, 万能試験機 (Type 4443, INSTRON) を使用して, クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件にて剪断接着試験を行った. 結果は Steel-Dwass 法と Mann-Whitney の U 検定で比較した.

曲げ試験: 剪断接着試験で使用した各種 SACR で 2 mm x 2 mm x 25 mm の棒状試片を作製し (n = 5), 24 時間 37°C 水中に浸漬した. その後, 万能試験機 (EZ Test EZ-LX, SHIMADZU) を使用して, クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件にて曲げ試験を行い, 各 SACR の弾性率を測定した. 結果は一元配置分散分析と Tukey の多重比較検定で比較した.

【成績および考察】

剪断接着試験の結果を Table 1 に示す. 象牙質に対して, SA-100R は他 3 種の SACR より有意に高い接着強さを示した. 一方エナメル質に対する接着強さは, SA-100R は Constic より有意に低いものの, Vertise Flow および FUSIO よりも有意に高かった. またエナメル質と象牙質を比較すると, SA-100R は象牙質への方が有意に高い接着強さを示した.

弾性率は, SA-100R, Vertise Flow および FUSIO で有意差は認められず, SA-100R は Constic より有意に高かった. これより試作 SACR である SA-100R は, 市販製品と比較してより優れた象牙質接着性能と遜色ない弾性率を有することが示された.

Table 1 Shear bond strengths of self-adhesive resin composites to tooth substrates (MPa)
Mean (S. D.)

| | SA-100R | Vertise Flow | FUSIO | Constic |
|--------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Enamel | 6.8 (1.7) ^{Aa} | 7.2 (4.1) ^{ACa} | 2.6 (2.3) ^{Ba} | 10.5 (3.0) ^{Ca} |
| Dentin | 10.0 (2.9) ^{Ab} | 5.0 (2.9) ^{BCa} | 5.8 (2.7) ^{Bb} | 1.9 (1.9) ^{Cb} |

Values in a line with the same capital letters are not significantly different ($p > 0.05$).
Values in a column with the same lowercase letters are not significantly different ($p > 0.05$).

Table 2 Elastic moduli of self-adhesive resin composites (GPa)
Mean (S. D.)

| | SA-100R | Vertise Flow | FUSIO | Constic |
|--|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | 7.3 (1.3) ^{AC} | 5.9 (0.8) ^{AB} | 7.7 (0.9) ^C | 5.3 (0.6) ^B |

Values with the same capital letters are not significantly different ($p > 0.05$).

本研究に関連し, COI を開示すべき企業・団体はない.

ラット培養骨髄細胞の分化における半導体レーザー照射の影響

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存治療学分野

○磯 英介, 加藤 邑佳, 横瀬 敏志

Effects of diode laser irradiation on differentiation of rat bone marrow cultured cells

Division of Endodontics and Operative Dentistry, Department of Restorative and Biomaterials
Sciences Meikai University School of Dentistry

○Eisuke Iso, Yuka Kato, Satoshi Yokose

【目的】 これまで、レーザー照射による骨形成の促進を認めた症例は数多く報告されてきたが、その一方で、骨吸収を促進するという相反する報告も存在する。レーザー照射が骨代謝に与える作用を明らかにするため、本研究では、ラット大腿骨より得られた骨髄細胞を骨形成系の培養と骨吸収系の培養に分けて行い、それぞれの培養細胞に半導体レーザー (808 nm) を照射し、骨代謝に影響を及ぼす細胞の増殖と分化について探索した。

【材料と方法】 本研究は、明海大学歯学部動物実験倫理委員会における承認を受けた (B2104) 。8週齢の雌性 Sprague-Dawley (SD) ラットをイソフルラン吸入麻酔下にて無痛、無菌的に屠殺し、大腿骨を摘出後、骨髄細胞を分離し、全ての実験群に使用した。培養初日に培養骨髄細胞に対して半導体レーザー照射を行い、半導体レーザーのガイド光のみを照射した群 (Control 群) と半導体レーザー照射を行なった群を 50 J (50 J 照射群) 、150 J (150 J 照射群) とした。骨形成系の培養では培養 14 日後、アルカリフォスファターゼ (ALP) 染色、総 CFU-F コロニー数、ALP 陽性 CFU-F コロニー数、総 CFU-F コロニー数に対する ALP 陽性 CFU-F コロニー数の割合を検索し、Real time PCR を用いて *Alp*、*Type I collagen (Col 1)* の遺伝子発現量を mRNA レベルで検索した。骨吸収系の培養では、培養 12 日後、TRAP 染色により TRAP 陽性細胞数の検索を行い、Real time PCR を用いて *IL-6*、*IL-17*、*RANKL*、*OPG* の遺伝子発現量を mRNA レベルで検索した。

【結果】 骨形成系の培養では、総 CFU-F コロニー数と ALP 陽性コロニー数はレーザーのエネルギー出力が上昇するに従い増加した。また、総 CFU-F コロニー数に対する ALP 陽性 CFU-F コロニー数の比率は 50 J 照射群のみで有意な増加を示した。*Alp* と *Col 1* の mRNA 遺伝子発現量は、50 J 照射群で最も増加した。骨吸収系の培養では、Control 群と比較して 150J 照射群において TRAP 陽性細胞数が有意差を持って増加し、また *IL-6*、*IL-17*、*RANKL* の mRNA 発現量に関しても Control 群と比較して 150J 照射群で有意差を持って増加した。なお、*OPG* の mRNA 発現量は有意差を認めなかった。

【考察】 半導体レーザーは骨細胞、骨髄細胞を通して骨芽細胞の増殖、分化を亢進することにより骨形成を誘導し、また非感染性の炎症を通して破骨細胞の分化を亢進し、骨吸収を誘導することが示された。レーザーによる骨代謝のバランスは照射エネルギーに依存することが示唆された。

【結論】 骨髄培養細胞に半導体レーザーを照射すると ALP 陽性コロニー数の増加により骨形成を促進、また TARP 陽性細胞の増加、OPG/RANKL 比率が減少したことにより骨吸収を促進することが示唆され、レーザー照射によって骨形成系と骨吸収系の両方を促進することが示された。半導体レーザー照射が骨髄細胞に対して骨再生療法に応用できる可能性を示した。

支台築造用コンポジットレジンに対する コンポジット系レジメンセメントの接着耐久性に及ぼすシラン処理の有効性

¹松本歯科大学歯科保存学講座 ²松本歯科大学大学院歯学独立研究科健康増進口腔科学講座
吳佳瑩^{1,2} 中村圭吾¹ 宮下 彩^{1,2} 高坂怜子^{1,2} 吉成伸夫^{1,2} 亀山敦史^{1,2}

Effect of Silane Treatment on the Bond Durability between Resin-based Core Build-up Material and Resin-based Composite Luting Cement

¹Dept. of ODEP, School of Dentistry, Matsumoto Dental University,
²Dept. of Oral Health Promotion, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University
WU Chia-Ying^{1,2}, NAKAMURA Keigo¹, MIYASHITA-KOBAYASHI Aya^{1,2},
KOHSAKA Reiko^{1,2}, YOSHINARI Nobuo^{1,2}, KAMEYAMA Atsushi^{1,2}

【目的】

根管治療後や深い齲蝕など、大きな歯質欠損を伴う場合の間接修復では、デュアルキュア型のコンポジットレジンを用いた支台築造が必要になることが多い。このような場合、築造後に形成された支台歯の表面には歯質とコンポジットレジンが混在することになるが、その後の歯冠修復物の装着時に、それぞれの被着面に適した処理材を厳密に塗り分けることは困難である。近年ではエナメル質や象牙質だけでなく、歯科用合金やセラミックス、コンポジットレジンなどあらゆる被着体に応用可能であるとされている接着システムが上市されている。しかし、これらの接着システムを支台歯に応用する場合、象牙質と支台築造用コンポジットレジンのどちらの被着面に対しても同様の処理でよいのか、あるいは支台築造用コンポジットレジンにはシラン処理を追加すべきなのかについての報告は少ない。

そこで、本研究では支台築造用コンポジットレジンに対してコンポジットレジン系セメントを接着する場合における、接着前処理の相違および接着システム応用前におけるシラン処理の有無が初期（7日間）および長期（6か月）の水中浸漬後での微小引張り接着強さ（ μ TBS）に及ぼす影響について検討を行った。

【材料および方法】

支台築造用コンポジットレジン（エステコア、トクヤマデンタル）をシリコンモールドに填塞し、LED型光照射器（デミプラス、Kerr）を用いて硬化させ、16個のサンプルブロック（12×14×9mm³）を作製した。被着面をGel Etchant（Kerr社製）で処理した後、1. シランプライマー（Kerr, Sil）+ オプチボンド eXTRa アドヒーズブ（Kerr, EXA）、2. オプチボンド eXTRa プライマー（Kerr, EXP）+ EXA、3. Sil+ オプチボンドソロプラス（Kerr, SP）、4. SPのみ、5. オプチボンドユニバーサル（Kerr, UNI）、6. Sil+UNI、7. Silのみ、8. 無処理の8群に無作為に振り分け、それぞれ処理を行った（n=2）。処理後の試料に対し、コンポジット系レジメンセメント（エヌ・エックス・スリー、Kerr）を用いて厚さ9mmに調整したCAD/CAM用コンポジットレジンブロック（KZR-CAD HR 3 GAMMATHETA, YAMAKIN）を接着し、ブロックの4方向から合計80秒間光照射を行った。接着試料を37℃水中に7日間浸漬後、硬組織低速切断機を用いて接着面積が約1mm×1mmとなるようマッチ棒状の接着試験片を切り出し（n=60）、このうち半数の試料を無作為に抽出、クロスヘッドスピード1.0mm/minの条件下で μ TBSを計測した（n=30）。残った接着試験片（n=30）は、37℃水中でさらに6か月間保管後、同様の条件下で μ TBSを計測した。

【結果および考察】

各群における μ TBSの結果をTable 1に示す。1週間水中浸漬後では、3種類の接着システムのいずれにおいても、事前のシランプライマー処理の有無で有意差は認められなかった（p>0.05）。90日の水中浸漬によって、いずれの群においても有意に接着強さが低下した（p<0.05）。また、オプチボンドユニバーサルとオプチボンドソロプラスでは事前のシランプライマー処理の有無での有意差は認められず（p>0.05）、オプチボンド eXTRa ではオプチボンド eXTRa プライマー処理の方がシランプライマー処理に比べて有意に高い接着強さを示した（p<0.05）。

したがって、コンポジットレジン築造を伴う支台歯に対して接着処理を施す場合、あえて築造部のみにシラン処理を施す必要がないことが示唆された。

Table 1 Microtensile bond strength (μ TBS) of each group (Mean \pm S.D., MPa)

| Silane treatment | OptiBond eXTRa | | OptiBond Universal | | OptiBond Solo Plus | | without adhesive | |
|--------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | 1 week | 90 days | 1 week | 90 days | 1 week | 90 days | 1 week | 90 days |
| with Silane Primer | 58.01 \pm 4.68 abc | 28.87 \pm 5.89 ef | 54.70 \pm 11.51 bc | 25.27 \pm 7.26 efg | 59.31 \pm 9.64 ab | 27.15 \pm 4.17 ef | 56.37 \pm 4.83 abc | 23.70 \pm 3.47 fg |
| w/o Silane Primer | 61.17 \pm 4.46* a | 33.90 \pm 5.04* d | 52.60 \pm 6.38 c | 21.06 \pm 6.03 g | 61.41 \pm 3.06 a | 29.64 \pm 4.04 de | 60.91 \pm 5.31 a | 28.05 \pm 5.29 ef |

The same letters indicate the absence of statistically significant difference (p > 0.05).

* Pre-treated with OptiBond eXTRa Primer

新規接着性フロアブルコンポジットレジン材料の接着性

¹⁾岡山大学病院 歯科・総合歯科部門, ²⁾岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体材料学分野
○矢部 淳^{1, 2)}, 入江正郎²⁾, 岡田正弘²⁾, 武田宏明¹⁾, 山本直史¹⁾, 松本卓也²⁾

Evaluation of bond efficacy of newly self-adhesive flowable composite resin

¹⁾Comprehensive Dental Clinic, Okayama University Hospital,
²⁾Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.
○Atsushi Yabe^{1, 2)}, Masao Irie²⁾, Masahiro Okada²⁾, Hiroaki Taketa¹⁾, Tadashi Yamamoto¹⁾, Takuya Matsumoto²⁾

【 緒言 】

歯科臨床においてコンポジットレジン材料を使用する際、接着材料の選択が問題となってきた。その一方で近年接着性コンポジットレジン材料 (Self-Adhesive Flowable Composites : SAFCs) の開発が進められてきた。接着材料を必要としない SAFCs は特に防湿操作が困難な高齢者や小児への応用において接着材料のテクニカルエラーの低減に期待できる。今回我々は新規のものを含めた4種類の SAFCs のヒトエナメル質、ヒト乳歯エナメル質およびヒト象牙質に対する接着性を評価検討したので報告する。

【 材料と方法 】

SAFCs として SA-100R (Kuraray Noritake Dental), Vertise Flow (Kerr), Fusio (Pentron) および Constic (DMG) を使用した。方法は、ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) を参考にして行った。ヒト象牙質、ヒト乳歯エナメル質およびヒトエナメル質は、被着面を# 320 の耐水研磨紙で最終研磨後、蒸留水で水洗し、エアーで十分に乾燥させた。

テフロンモールド (内径 3.6 mm, 深さ 2 mm) をサンプル表面に固定し、モールド内に上記 SAFCs を充填した。充填操作はメーカー指示に沿って実施した。すなわち、SA-100R は深さ 2 mm まで一括充填、比較の SAFCs は、積層法で充填した。光照射による硬化後、接着操作直後および 24 時間 37 °C 蒸留水中に浸漬後、せん断接着強さを測定、Dunnett's test にて SA-100R をコントロールに設定して各条件の 4 群をそれぞれ比較する統計処理を行った。

【 結果と考察 】

下記の Table に結果を示す。エナメル質および乳歯エナメル質に対する接着性はいずれの SAFCs においても有意差を示さなかった。他方象牙質に対する接着性において、直後の接着性は SA-100R が全ての材料に対して有意差を示した。また、1 日後の接着性においてもほとんどの材料に対して有意差を示した。以上から、SA-100R はエナメル質に対して既存材料と同等の接着性を有するとともに、象牙質に対して有意に優れた接着性を示した。この理由として、SA-100R は単に機械的嵌合力によって接着しているのみならず配合の機能性モノマーによって接着を形成しており、象牙質に対しても有意に優れた接着強さを発揮していることが示唆された。これらのことから、臨床において永久歯根面う蝕や乳歯の充填に応用の可能性が示唆された。

本演題内容は、本学倫理審査委員会 (研 1901-036) で承認を受けています。演題発表に関しまして、開示すべき COI 関係にある企業はありません。

Table Shear bond strengths [Mean (S.D.), MPa] to dentin and enamel surface.

| Product (Manufacturer) | | Enamel | | Deciduous Enamel | Dentin | |
|-----------------------------------|--|-----------|------------|------------------|----------------|----------------|
| | | Immediate | 1-day | 1-day | Immediate | 1-day |
| SA-100R (Kuraray Noritake Dental) | Bulk filling technique (control) | 6.2 (1.7) | 9.8 (2.0) | 10.4 (1.7) | 8.9 (2.3) | 10 (1.9) |
| Vertise Flow (Kerr) | Two-layer incremental filling technique (experimental) | 5.9 (2.2) | 8.3 (2.2) | 8.6 (1.7) | 3.2 (0.9) * | 7.6 (1.2) * |
| Fusio (Pentron) | | 6.9 (1.3) | 13.1 (1.7) | 9.0 (1.2) | 6.2 (1.5) * | 8.5 (2.1) |
| Constic (DMG) | | 5.6 (1.5) | 9.0 (2.1) | 10.2 (2.1) | 5.2 (1.1) * | 4.8 (1.5) * |

Comparison of means (Dunnett's test) for shear bond strength *: p<0.05 (n=10)

半導体レーザーの照射条件がヒト歯髄幹細胞の増殖活性に与える影響

¹日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学

²日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座

³日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

○鎗田 将史¹、北島 佳代子^{1,2}、新海 航一^{1,3}

Effects of diode laser irradiation condition on the proliferation of human dental pulp stem cells.

¹Advanced Operative Dentistry-Endodontics, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

²Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

³Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

○YARITA Masafumi¹, KITAJIMA Kayoko^{1,2}, SHINKAI Koichi^{1,3}

【目的】

低反応レベルレーザー治療 (LLLT) は、光化学作用によって組織にダメージを与えずに細胞の活性化を促進し、創傷治癒の促進や疼痛緩和をもたらすという。また、組織透過性レーザーである半導体レーザーのレーザー光は歯質を透過し、歯髄を活性化させる。しかしながら、レーザーには光熱作用もあるため照射条件によっては、レーザー照射された歯髄は熱損傷を受ける可能性がある。そこで、本研究では半導体レーザーを用い、レーザー照射条件の違いがヒト歯髄幹細胞 (hDPSC) の増殖活性に与える影響について *in vitro* で比較検討することを研究目的とした。

【材料と方法】

本実験では、ヒト成人第三大臼歯由来 (継代数 4~5) の hDPSC (Lonza) を用いた。96well プラスチックプレートに分注した 10%FBS 添加 Dulbecco's Modified Eagle Medium 中に hDPSC を 2×10^4 cells/mL の濃度で播種し、培養を行った。半導体レーザーは波長 650nm の P2 Dental Laser (Pioon) を用いた。レーザーの照射出力は、10mW、30mW および 150mW に設定し、連続波 CW を用い、照射時間は 40 秒間とした。レーザー照射は、播種後 6 時間培養してから 1 回行い (初回照射)、その後 4 日毎に 12 日目まで計 4 回実施した。実験群としては、初回照射のみ行った群 (LS) と初回照射を行った後 4 日毎に計 4 回照射した群 (LM) に分け、これらを照射出力と組み合わせて合計 6 つの実験群 (LS-10、LS-30、LS-150、LM-10、LM-30 および LM-150) を設定した。また、レーザー照射を行わない群をコントロール (C) とした。なお、レーザーハンドピースは aPDT 用 (スポット径: $\phi 8$ mm) を用いたので、照射面のエネルギー密度は 10mW: 0.8 J/cm^2 、30mW: 2 J/cm^2 、150mW: 10 J/cm^2 であった。培養を開始してから、1、3、5、7、10 および 14 日後に alamarBlue® を用いて蛍光度を測定し、蛍光度を細胞数に換算した。各実験群の細胞数を培養期間ごとに比較した。

【結果】

各実験群のデータは等分散性を示さなかったため、実験群間の比較は LS と LM に分け、ノンパラメトリック検定 (Kruskal-Wallis test と Steel-Dwass post-hoc test) を用いて有意差を検定した (有意水準 5%)。その結果、LS の細胞数は、いずれの培養期間においても LS-10、LS-30、LS-150 および C の間に有意差は認められなかった。一方、LM の細胞数は 7 日後までの実験群の間にも有意差は認められなかったが、10 日後では LM-10、LM-30 および LM-150 は実験群間に有意差は認められない ($p > 0.05$) もの、いずれの実験群も C と比較して有意に多い細胞数を示した ($p < 0.01$)。また、14 日後では、LM-30 が C あるいは LM-150 と比較して有意に多い細胞数を示した ($p < 0.01$) が、LM-10 と他の実験群の間、LM-10 と LM-150 の間にはいずれも細胞数に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

【考察】

コントロールと比較し、LS は全培養期間において有意な細胞増殖を示さなかったが、LM は培養後 10 日目と 14 日目で有意な細胞増殖を示した。したがって、半導体レーザーを用いたレーザー照射は、今回の照射条件下で、単回照射では hDPSC を活性化できないが、照射日の間隔をあけた複数回照射では活性化できることが示された。この結果は、レーザー照射による hDPSC の活性化には、ある程度の照射エネルギーの蓄積が必要であることを示唆していると考えられる。今後は、レーザー照射が hDPSC の象牙芽細胞様細胞への分化誘導に及ぼす影響について検討する予定である。

【結論】

半導体レーザーを用い、異なる照射条件で hDPSC に対してレーザー照射を行った結果、単回照射より複数回照射のほうが有意に細胞数を増加させた。また、今回の照射条件では、30mW・複数回照射が最も多い細胞増殖を示した。

市販洗口剤の歯科疾患に対する臨床効果

岡山大学大学院医歯薬学域 歯科保存修復学分野

○大原直子, 小野瀬里奈, 浅野依理子, 佐藤奈月, 横山章人, 高橋圭, 松崎久美子, 山路公造, 吉山昌宏

Clinical effect of commercial mouthwash on dental disease

Department of Operative Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine,
Dentistry and Pharmaceutical Science

○OHARA Naoko, ONO Serina, ASANO Eriko, Natsuki Sato, YOKOYAMA Akihito,
TAKAHASHI Kei, MATSUZAKI Kumiko, YAMAJI Kozo, YOSHIYAMA Masahiro

【 緒 言 】

歯科疾患(歯周病・う蝕)の予防・管理において, 歯科医院等で行うプロフェッショナルケアよりも, 患者自身が日常行うセルフケアが大きな比重を占める。セルフケアには歯ブラシや歯間ブラシ等による機械的コントロールと, 歯磨剤や洗口剤による化学的コントロールがある。洗口剤「モンダミンプレミアムケアセンシティブ」(アース製薬)は, 塩化セチルピリジニウム, グリチルリチン酸ジカリウム, トラネキサム酸の有効成分を配合している医薬部外品である。本研究は, 「モンダミンプレミアムケアセンシティブ」のセルフケア剤としての有用性を検討することを目的とした。

【 材料と方法 】

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理審査委員会の許可(臨 1904-001)を得て, 本研究を実施した。洗口剤は「モンダミンプレミアムケアセンシティブ」と, 薬効成分を除外し外見・色・性状等を同様に調整したプラセボ洗口剤(アース製薬より提供)とし, ランダム化二重盲検プラセボ対照並行群間比較試験を行った。被験者は, 積極的な歯科治療を終了している者とし, 治療直後の影響を排除するために4週間以上の準備期間ののち, 1日3回各30秒間を4週間継続した。また, 準備期間および洗口期間中の歯磨きにおいて歯磨剤の使用を禁止した。洗口期間開始前と洗口期間終了後に口腔内診査およびGI, PII, PCR, ポケット深さ, BOP値を測定した。統計的分析は, 洗口期間前後の検査値の変化量に対して, 有意水準5%にてt検定を行い比較した。

【 結果および考察 】

被験者18名(プラセボ洗口グループ9名, モンダミンプレミアムケアセンシティブ洗口グループ9名)において実施した。中断者および併用禁止薬服用者を除いた14名に対して検査結果の検討を行った。どちらのグループもう蝕の発生, 知覚過敏症状の変化は認められず, どの検査値においても洗口後の平均値は低下した。グループ間の比較では, 統計的有意差は認められなかった。プラセボ洗口グループでも検査値の改善を認めたのは, この研究に参加することにより, 定期的なブラッシングと洗口が求められたことが口腔内環境の改善に影響したためと考えられる。ポケット深さの変化は洗口期間前後での変化量は最も少ない値を示したが, プラーク付着量(PII, PCR)は増減のばらつきが大きい傾向を示した。歯肉出血を示す検査(GI, BOP)は統計的な有意差は認められなかったものの, モンダミンプレミアムケアセンシティブ洗口グループの方が, プラセボ洗口グループと比較し, 洗口後の検査値の平均値が50%と大きく低下した。

【 結論 】

モンダミンプレミアムケアセンシティブ洗口グループにおいて, 歯肉出血改善の傾向を示した。本臨床研究においては, 薬効による効果は認められなかったが, 日常的な洗口剤の使用はセルフケア剤として口腔健康維持に有用であるといえる。

演題発表に関連し, 開示すべき利益相反関係にある企業などはありません。

色調適合性を有するシングルシェードコンポジットレジン着色性

¹ 日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

² 日本大学松戸歯学部歯科生体材料学講座

³ 日本大学松戸歯学部保存修復学講座

○塚原 弾¹, 永田俊介², 谷本安浩², 平山聡司³

Discoloration for single shade resin composites with color-matching ability

¹Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo

² Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

³ Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○Dan Tsukahara¹, Shunsuke Nagata², Yasuhiro Tanimoto², Satoshi Hirayama³

【目的】

近年、シングルシェードで広範囲な色調に適合可能なコンポジットレジン（以下 CR）が開発され、上市されている。CR の問題点として、時間の経過とともに摩耗や着色性の飲食物、唾液などの吸水により、審美性の低下が生じると報告されているが、色調適合性を有するシングルシェードCR の歯ブラシ摩耗後の着色に関する報告は少ない。そこで本研究では、歯ブラシ摩耗試験を行った色調適合性を有するシングルシェードCR について着色試験を行い、その着色性に関して従来の CR と比較・検討を行った。

【材料および方法】

本研究では色調適合性を有するシングルシェード CR として、トクヤマデンタル社製：Omnichroma (OMC), Omnichroma flow (OMF), 松風社製：Beautiful unishade (BUN), クラレノリタケデンタル社製：Clearfil majesty ES flow universal U (CLM), Clearfil majesty ES flow universal UD (CLD), Clearfil majesty ES flow universal UW (CLW) の計 6 種類を用いた。また、対照群として従来の CR である、トクヤマデンタル社製：Estelite Σquick (EST), Estelite universal flow (ESF), 松風社製：Beautiful II (BF II), Beautiful flow plus X (BFF), クラレノリタケデンタル社製：Clearfil majesty ES-2 (CMP), Clearfil majesty ES flow (CMF) の計 6 種類を用いた。歯ブラシ摩耗試験を行った試料¹⁾を用いて、コーヒー液 (Nescafe Gold Blend 無糖, Nescafe) に浸漬し、37°C の恒温槽に 28 日間保管を行った。浸漬液は 7 日ごとに交換を行った。浸漬前と浸漬後 7 日、14 日、21 日、28 日において分光測色計 (CM-700d, コニカミノルタ) を用いて L*a*b* 表色系により任意の 3 点で測色を行い、その平均値を試料の値とした (n=5)。得られた値から、色差 ΔE* (ΔE* = (Δa² + Δb² + ΔL²)^{1/2}) を算出した。

【結果および考察】

Fig.1 に浸漬試験の結果を示す。色調適合性を有するシングルシェード CR の OMC, OMF, BUN と、従来の CR の BF II, BFF は他の CR と比較して色差 (ΔE*) の上昇を示した。ΔE* が 3.3 以上の場合、臨床的には許容できない色調変化とされており²⁾、これらの CR は BFF を除いて 3.3 以上の ΔE* を示した。また、それぞれの浸漬期間における CR 間の ΔE* を比較した場合、BUN は他の CR より有意に高い ΔE* を示した。CR の色調安定性は、マトリックスレジンへの水への親和性、フィラーの形態や粒子径等の影響を受けることから³⁾、色調適合性を有するシングルシェード CR においても同様の傾向があることが示唆された。今後、各 CR の吸水膨張率や溶解率の測定等を行い、多角的に検討を重ねていく予定である。

【文献】

- 1) 塚原 他. 日本歯科保存学会 秋季学術大会 (第 157 回) 2022; 77.
- 2) Ertan E et al. Dent Mater 2006; 25: 371-376.
- 3) Gonlöl N et al. J Esthet Restor Dent 2015; 27: 300-306.

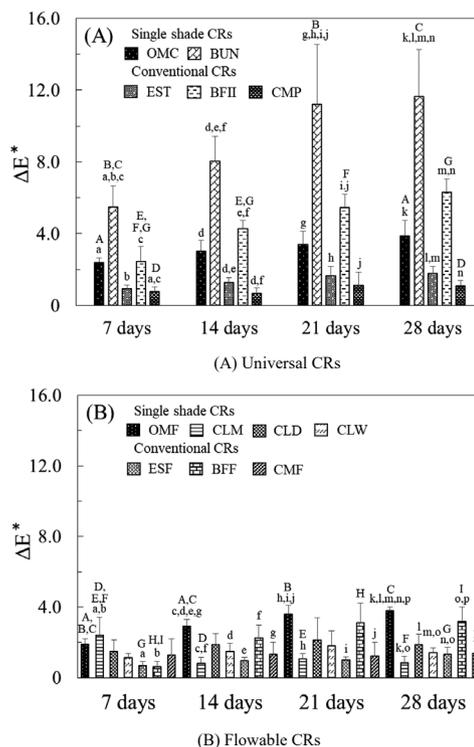


Fig. 1 Total color differences (ΔE*) after immersion in coffee. Same upper-case letters indicate significant differences among samples that are the same kind of CRs but different immersion period at p < 0.05. Same lower-case letters indicate significant differences among samples that are the same immersion periods but different kind of CRs at p < 0.05.

エナメル質結合性ペプチド WGNAYK の塗布による
in vitro でのエナメル質表層下脱灰の再石灰化促進

東京歯科大学 保存修復学講座
○宮吉美仁, 半場秀典, 石塚久子, 中村圭喜, 村松 敬

Application of enamel binding peptide, WGNAYK, promotes remineralization of enamel subsurface lesion *in vitro*.

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
○MIYAYOSHI Yoshihito, HAMBА Hidenori, ISHIZUKA Hisako,
NAKAMURA Keiki, MURAMATSU Takashi

【目的】

初期エナメル質齲蝕は、エナメル質表面が連続性を有し、齲窩を形成していない状態であり、表層下のカルシウムイオンやリン酸イオンが酸により溶出した表層下脱灰を特徴とする病変である。現在、治療法の1つとしてエナメルタンパクやペプチドを用いた再石灰化療法が注目されており、近年エナメル質を標的とした7アミノ酸長(7-mer)リニアペプチドライブラリーから数種類のエナメル質結合性ペプチド(EBP)が特定された(Mao *et al.* Materials 2016)。EBPは再石灰化溶液中の hidroキシアパタイト(HAp)表面に Amorphous calcium phosphate (ACP)粒子を析出することから HAp の結晶成長に関与するとされているが、エナメル質表層下脱灰の再石灰化効果については明らかになっていない。そこで、本研究ではエナメル質特異的結合性ペプチドの初期エナメル質齲蝕の再石灰化効果について検討することとした。

【材料および方法】

エナメル質特異的結合性蛍光標識ペプチド(FITC 標識 EBP, WGNAYK)を合成して使用した。抜去後凍結保存したウシ下顎切歯歯冠を精密低速切断機(Isomet, Buehler)にて3×3×2mmに切出し、エナメル質平滑面が露出するようにエポキシ樹脂にて包埋した。次にエナメル質表面を耐水研磨紙#2000まで研削後、5分間超音波洗浄を行った。ネイルバーニッシュを用いて処理面を2×2mmに規定し試料とした。まず、EBPのエナメル質への結合を確認するために、蒸留水(DW)および0.4 mM EBPをエナメル質試料表面に応用し、共焦点レーザー顕微鏡(LSM880 Airy NLO, Zeiss)で表面の観察を行った。また、再石灰化効果を確認するために、試料を人工脱灰液に浸漬し、初期エナメル質齲蝕を作製した。作製試料は(1)DW群、(2)0.4 mM EBP群、(3)4.0 mM EBP群、(4)7.0 mM EBP群に無作為に分けられた。各群の濃度調整した溶液10μLを処理面に滴下し、30分間反応させた後、水洗、乾燥し、再石灰化液に7日間浸漬した。脱灰後および再石灰化後にマイクロCT装置(SMX-100CT, Shimadzu)で撮影した。3D評価ソフト(TRI/3D-BON, Ratoc)を用いて、ミネラル密度を測定し、ミネラル喪失量(ML)を算出し、再石灰化率を求めた。統計処理は一元配置分散分析および多重比較検定により有意水準5%で統計処理を行った。また、一部の試料は走査型電子顕微鏡(SEM, SU-6600, Hitachi)で試料表面及び縦断面の微細構造を観察した。

【結果および考察】

蛍光標識検出のための共焦点レーザー顕微鏡観察の結果、EBPはコントロールであるDWと比べて蛍光強度の増加が確認された。再石灰化後のマイクロCT像の結果、初期齲蝕脱灰内部の不透過性の上昇が観察された。再石灰化率はDW群と0.4 mM群、4.0 mM群間、および0.4 mM群、4.0 mM群、7.0 mM群間に有意差は認められなかったが、DWと7.0 mM間に有意差が認められた($p < 0.05$)。SEM観察では7.0 mM群で処理面に堆積物様の構造物が認められた。これらの結果から、エナメル質特異的結合性ペプチドEBPはエナメル質表面に結合し、初期エナメル質齲蝕内のHAp結晶化を誘導させることが推察された。また、本実験条件下において、7.0 mM濃度のEBPは初期エナメル質齲蝕の再石灰化効果を有することが示唆された。今後、再石灰化効果の詳細な検討を行うため、硬さ試験および結晶解析を行う予定である。

ラット脛骨を用いた注水機能を備えた炭酸ガスレーザー照射による骨形成に及ぼす作用

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存治療学分野

○加藤 邑佳, 石田 結, 横瀬 敏志

Effect of bone formation by Carbon Dioxide Laser irradiation with water mist on rat tibiae

Division of Endodontics and Operative dentistry Department of Restorative and Biomaterials Sciences
Meikai University School of Dentistry

○Yuka Kato, Yui Ishida, Satoshi Yokose

【目的】近年, 歯科領域では様々な目的でレーザー機器が活用されるようになり, 新しいデバイスとして臨床で使用されている. 特に, レーザー照射によって骨形成を誘導する症例報告が数多くあり, 骨組織再生療法への応用も期待されている. 一方で, レーザー照射は, 熱の発生を伴うことから, 臨床ではしばしば経験的に注水下での使用によりその有害作用を軽減し, 治療に用いられている. したがって, 本研究は, 注水機能を搭載した炭酸ガスレーザーを用いて, 注水下または非注水下でラット脛骨に照射し, 炭酸ガスレーザー照射の注水または非注水下における骨に対する作用を組織学的, 形態学的に探索した.

【材料と方法】10 週齢の雌 SD ラットの右脛骨を切開・剥離後, 脛骨を露出させ, 炭酸ガスレーザー (Neos, YOSHIDA, 東京) を注水下または非注水下にて照射した. 設定は「照射エネルギー 25 W, 照射時間 2 ms, 休止時間 30 ms, 照射距離 1.5-2 cm, 移動スピード 15 cm / 15 s」とした. 非注水下でレーザー照射を行なった群 (非注水群), 注水下でレーザー照射を行なった群 (注水群), ラウンド型スチールバーを用いて, 注水下で脛骨を切削した群 (対照群) を作成し, ただちに筋層・皮膚層を縫合し, 閉創した. 1 週間後, 脛骨を摘出し, ただちに 10% 中性緩衝ホルマリン液を使用し, 固定を行い, 脱脂・脱水後, パラフィンへ包埋した. 厚さ 4 μm に薄切した連続切片を作成し, HE 染色及び免疫組織化学的染色 (Sclerostin) を行い, 検鏡した. なお, サンプルングした脛骨を μCT で撮影し, データを取得後, 3D 画像を構築し, 画像を取得した. なお, 明海大学実験動物倫理委員会の承認を得て行った (A2130).

【結果】HE 染色の結果から, 対照群は, 骨欠損部の骨髄側には骨形成を認めなかった. しかしながら, 炭酸ガスレーザーを照射し, 骨欠損を作成した非注水群, 及び注水群では骨髄側に新生骨の形成を認めた. さらに, μCT 画像からも対照群と比較して, 炭酸ガスレーザーを照射した注水群及び非注水群では新生骨増加を認めた. さらに, 免疫組織化学的染色 (Sclerostin) の結果から, 非注水群では全層に渡って, Sclerostin の発現は認めなかった. 一方で, 注水下では, 深部に Sclerostin の発現を認めた.

【考察】炭酸ガスレーザー照射による骨欠損では, デンタルバーで作成した骨欠損と比較して, 新生骨形成の促進を確認した. さらに, 非注水下でのレーザー照射と注水下でのレーザー照射での新生骨形成作用は両者ともに確認できたことから, 注水下でのレーザー照射は炭化層を作らず, 新生骨形成が可能であることが示された.

【結論】レーザー照射により, 新生骨形成の誘導を認めた. また, 骨形成作用は, 注水下であっても非注水下と同様に骨増加を認めた. 注水下でのレーザー照射は, 骨組織へのダメージを抑制し, なおかつ新生骨形成が可能であることから, 注水下でのレーザー照射は新生骨誘導に有用であることが示された.
なお, 本演題に関連し, 開示すべき利益相反関係にある企業等はない.

フロアブルコンポジットレジン研磨性評価

株式会社 ジーシー

○大宮 圭司, 荻谷 周司, 篠崎 裕

Polishability evaluation of flowable resin composite

GC corporation

○Keiji Omiya, Shuji Kariya, Yutaka Shinozaki

研究目的

フロアブルコンポジットレジン近年、物性の著しい向上に伴い前歯、臼歯、咬合面問わず広範囲に適用可能となっており、臨床の場で多く使用されている。一方で従来のコンポジットレジンでは仕上げ研磨に時間を要することから、チェアタイムを短縮できる製品が求められる。直接充填用コンポジットレジン「グレースフィル」シリーズは、異なるフロー性のラインナップによって多様な症例への使用が可能であり、均一に表面処理を施したナノフィラーを高密度に充填することで優れた機械的強度や研磨性を有している。本発表では、形態維持性が高く幅広い症例に適用可能なインジェクタブルコンポジットレジン「グレースフィル ゼロフロー」の研磨性について評価した結果を報告する。

材料及び方法

グレースフィルゼロフロー（ジーシー）及びフロアブルコンポジットレジン製品A, Bを使用し、研磨性の評価を実施した。各製品をφ15 mm、厚さ2 mmの金型に充填し硬化させた。中仕上げ研磨用ラバーポイント「プレシャイン」（ジーシー）に相当する粒径10-20 μmの研磨紙を使用して1分間研磨、その後艶出し研磨用ダイヤモンドポリッシャー「ダイヤモンドシャイン」（ジーシー）に相当する粒径4-8 μmの研磨紙を使用し注水下で10秒間、20秒間それぞれ研磨し、各段階でのサンプル表面の光沢度をGloss Meter VG2000（日本電色）で測定することで研磨性を評価した（n=4）。得られた結果については、ANOVA, Tukey's HSD test (p<0.01)により統計解析を行った。

結果と考察

グレースフィルゼロフローは中仕上げ、艶出し研磨のいずれの段階においても最も高い光沢度を得た (Fig. 1)。フィラー粒径が大きいコンポジットレジンでは研磨時のフィラーの脱落が生じやすく、またそれに伴い形成される硬化体表面の窪みが大きく、光を反射することで光沢が得られにくいと考えられる。グレースフィルゼロフローは平均粒径150nmのナノフィラーが高密度で均一に充填されていることにより (Fig. 2)、フィラー脱落后も表面が平滑に保たれるために光沢が容易に得られ、維持されると考えられる。

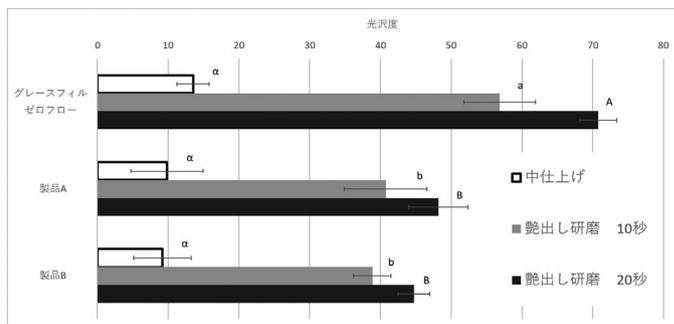


Fig.1 Glossiness of specimen after polishing

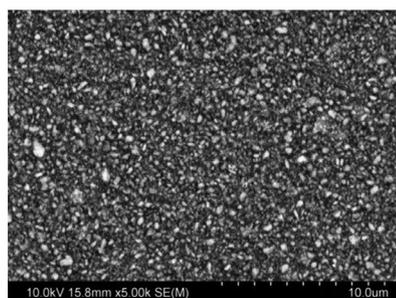


Fig.2 SEM image of Gracefil Zero Flo

結論

グレースフィルゼロフローは研磨性に優れ、臨床においては短時間の仕上げ研磨で容易に光沢が得られることが示唆された。また、十分な研磨により高い光沢が得られ審美性の獲得が期待できる。

バルクフィルレジン¹の重合収縮挙動

- 1 神奈川県立歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野 2 ウリドルエンデンタルクリニック
3 やお歯科クリニック 4 神奈川県立歯科大学総合歯科学講座国際歯科医療学分野
5 神奈川県立歯科大学総合歯学教育学講座歯学教育学分野

○武村 幸彦¹, 向井 義晴¹, 尹 榮浩^{1,2}, 八尾 有紀³, 川股 亮太⁴, 花岡 孝治⁵

Polymerization Shrinkage of Bulk Fill Resin

- 1 Department of Restorative Dentistry, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY 2 Wooridleyoon Dental Clinic
3 Yao Dental Clinic 4 Department of Global Dentistry, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY

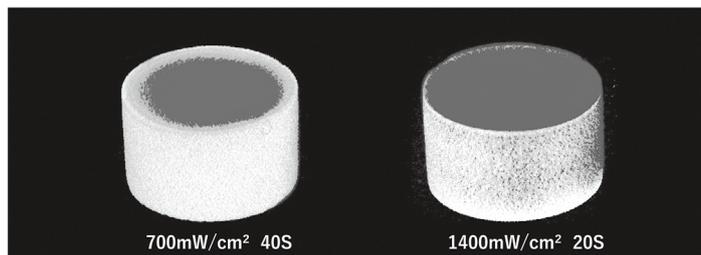
5 Department of Dental Education, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY

○TAKEMURA Yukihiro¹, MUKAI Yoshiharu¹, YOON Youngho^{1,2}, YAO Yuki³, KAWAMATA Ryota⁴, HANAOKA Koji⁵

【目的】 コンポジットレジンの臨床応用が拡大しており、重合収縮は避けられない欠点であり収縮挙動を把握することは重要である。近年、低重合収縮レジンはバルクフィルレジン¹の普及が進んでおり重合時の収縮と窩壁適合性は大きな関心事である。今回の研究目的は、照射条件を変えることで生じる円筒形窩洞内のバルクフィルレジン¹の重合収縮挙動をマイクロフォーカス線CT (μCT) にて三次元的に検討をすることである。

【材料と方法】 実験にはバルクフィルレジンはバルクベースハード (ミディアムフロー) (BUL : サンメディカル) を用いた。GN-I COMPOSITE BLOCK (GC : 13×10×17mm) に歯科用 CAD/CAM システム (GM1000 : GC) を用いて内側性の円筒形窩洞を形成した。円筒形窩洞は直径 6mm, 高さ 3.6mm (C-factor : 3.4) とした。窩壁とレジンを接着させた接着条件での収縮挙動を評価するためにリライエックスセラミックプライマー (3M ESPE) を窩洞内面に塗布した。窩洞に BUL を一括充填し、直ちに μCT (ScanXmate-L080, コムスキャンテクノ株式会社; 管電圧 80kV, 管電流 100μA, 拡大率 5 倍, 10μm/pixel) 撮影を行った。次いで μCT 装置内で①halogen 照射器 (700mW/cm² : JET ライト 3000 : J. Morita USA) で光照射 40 秒間と②LED 照射器 (1400 mW/cm² : PENCURE2000 : J. Morita) で光照射 20 秒間の条件下で、それぞれに対し 1mm 上方から光照射し μCT 撮影を行った。重合前後の μCT 画像から差分を抽出し、自由開放面、側壁および窩底部での重合収縮量および間隙形成量を測定した。レジンの収縮挙動の評価には TRI/3D Bon (Ratoc システムエンジニアリング) を使用した。

【結果】 以下に、照射条件と抽出された形態変化の重ね合わせ画像を示す。



これまでの我々の報告としては、円筒形窩洞 (直径 4mm, 高さ 2.4mm) の一括照射した場合、自由開放面では大きな収縮が観察され、窩洞中央部から最も離れた側壁の一方に間隙が認められ、その対称側壁には間隙は認められなかった。今回もこれまでと同様に、自由開放面では重合起始点近傍で大きな収縮が認められ光源から離れた部位ではわずかであった。halogen 照射の自由開放面での収縮は $0.86 \pm 0.45\text{vol}\%$ となり LED 照射の $2.29 \pm 0.59\text{vol}\%$ と比べて少ない収縮を示した。また halogen 照射の自由開放面では窩壁に近い辺縁部では重合収縮は少なかった。総収縮率でも halogen 照射は $1.40 \pm 0.42\text{vol}\%$ で LED 照射の $3.59 \pm 1.14\text{vol}\%$ と比べて有意に低い値を示した。このことより、バルクフィルレジン¹はフロアブルレジンより重合収縮は少ないものの光強度が強いと重合収縮も大きくなる傾向にあり、光照射条件を考慮した充填が重要であると示唆された。

【結論】 μCT 画像分析から光照射条件の違いにより、重合収縮挙動が異なることが示された。

異なるエッチングモードがユニバーサルアドヒーズブ 応用型自己接着性レジンセメントの歯質接着性に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾, 川本歯科医院³⁾

○廣兼榮造¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 林 佳奈¹⁾, 新井友依子¹⁾, 嘉月 駿¹⁾,
岩瀬 慶¹⁾, 渡邊 諭¹⁾, 小池 慶¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}, 川本 諒^{1,3)}

Bond effectiveness of self-adhesive resin cements utilizing universal adhesives in different etching mode

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry, Kawamoto Dental Clinic

○HIROKANE Eizo¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, HAYASHI Kana¹⁾, ARAI Yuiko¹⁾,
KATSUKI Shun¹⁾, IWASE Kei¹⁾, WATANABE Satoru¹⁾, KOIKE Kei¹⁾, MIYAZAKI Masashi¹⁾

【緒言】

近年, 異なるエッチングモードで使用が可能なユニバーサルアドヒーズブを自己接着性レジンセメントのプライマーとして使用するシステムが市販, 臨床応用されている。しかし, 異なるエッチングモードで使用した際のユニバーサルアドヒーズブ応用型自己接着性レジンセメントの歯質接着性については, 不明な点が多い。

そこで演者らは, 異なるエッチングモードで使用した際のユニバーサルアドヒーズブ応用型自己接着性セメントの歯質接着性を評価することを目的とした。すなわち, 温熱負荷後の剪断接着強さ試験によってエナメル質および象牙質接着耐久性について検討するとともに, セメント-歯質接着界面について走査電子顕微鏡 (SEM) 観察を行うことで考察資料とした。

【材料および方法】

ユニバーサルアドヒーズブ応用型自己接着性レジンセメントおよび付属のプライマーとして, RelyX Universal Resin Cement+Scotchbond Universal Plus Adhesive (RUS, 3M Oral Care) および SA Luting Multi+Universal Bond Quick ER (SAQ, Kuraray Noritake Dental) を用いた。また, 従来型レジンセメントの Panavia V5 + Tooth primer (PV5, Kuraray Noritake Dental) およびユニバーサルアドヒーズブをプライマーとして使用するものの, レジンセメント自体には自己接着性を持たない BeautiXtream+Resicem (BXR, Shofu) を対照として用いた。接着試験用試験片の製作に際しては, 被着体としてウシ下顎前歯の歯冠部エナメル質および象牙質を用いた。歯面処理に際しては, プライマーの塗布に先立ってリン酸エッチングを 15 秒間行い, 水洗乾燥した条件 (ER モード) あるいはリン酸エッチングを行わない条件 (SE モード) を設定した。また, プライマーの塗布については, 製造者指示条件に従って塗布を行った条件と, 自己接着性レジンセメントについては, プライマーを塗布しない条件についても検討を行った。被着面にレジンセメントを用いてステンレスロッド (直径 4 mm, 高さ 2 mm) を接着させた。その際, ステンレスロッド被着面にはアルミナブラスト (アルミナ粒子, 50 μm) を 0.4 気圧の条件で 10 秒間行った。次いで, 少量のセメントペーストをステンレスロッド表面に塗布, 被着面にステンレスロッドを静置し, 定荷重加圧器を用いて 196.8 N の条件で圧接した。荷重負荷下で, ステンレスロッドとアドヒーズブ塗布面の間から溢出したセメントペーストをマイクロブラシにて除去し, 異なる方向の 4ヶ所から 10 秒間ずつ, 合計 40 秒間照射した。これらの試片は, 37°C 精製水中に 24 時間保管後, 5~55°C の温熱負荷を 10,000 回負荷した後, 万能試験機を用いて接着強さを測定した。なお, 接着試片製作後 24 時間水中に保管した条件をベースラインとした。試片の数は, 各条件についてそれぞれ 12 個とした。接着界面の微細構造については, 通法に従って SEM 観察した。

【成績および考察】

ベースラインの接着強さは, いずれのレジンセメントにおいても, エナメル質では ER モードが SE モードに比較して有意に高い値を示した。一方, 象牙質においては RUS を除くすべてのレジンセメントで, SE モードが ER モードに比較して有意に高い値を示した。温熱負荷後の接着試験から, エナメル質においてはいずれのレジンセメントおよびエッチングモードにおいても, ベースラインと同等な接着強さを示した。一方, 象牙質では温熱負荷による影響は用いたレジンセメントによって異なった。

【結論】

本実験の結果から, エッチングモードの違いはエナメル質においては ER モードで接着強さが向上したものの, 象牙質においては RUS を除いてエッチングモードに影響を受けることが判明した。

Bioactive Adhesive Monomer, CMET, Promotes Odontoblast Differentiation in 3D Cell Culture System

Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○Yaxin RAO, Bayarchimeg ALTANGHISHIG, Masanobu IZUMIKAWA, Yasuhiro MATSUDA, Takashi SAITO

Introduction

The development of multifunctional adhesive materials has long been expected for the establishment of next-generation caries treatment. We previously reported that CMET, a calcium salt of 4-methacryloxyethyl trimellitic acid (4-MET), induces dentin remineralization *in vitro* and increases the mechanical properties of resin-based coating materials. It was also found to inhibit the formation of *Streptococcus mutans* biofilm and to exhibit low cytotoxicity and a high differentiation-inducing ability to odontoblast-like cells. Thus, CMET has been recognized as a promising multi-functional material in Restorative Dentistry and Endodontology.

The superiority of 3D cell culture over 2D cell culture has been increasingly recognized in recent years due to its capacity to emulate complex physiological cues better and support long-term cell viability, making it an attractive option for various biomedical applications.

This study aimed to evaluate the effects of the bioactive adhesive monomer, CMET, on odontoblast differentiation in a 3D cell culture system, with a view to future clinical application.

Materials and Methods

The material that is CMET in atelocollagen neutral solutions (DME-02H, Koken) was used in these experiments. The CMET was diluted to 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, and 0.6% (w/v) for addition into the medium with gel. Rat odontoblast-like MDPC-23 cells were cultured in Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM) supplemented with 5% fetal bovine serum. Cell proliferation was assessed using CCK-8 assay. Mineralization-inducing capacity was evaluated by alkaline phosphatase (ALPase) activity. Statistical analyses were performed using one-way ANOVA and post hoc Tukey's HSD test, with the significance level at 5%.

Results and Discussion

Cell proliferation was significantly greater in the 0.4% gel-CMET group than in other groups ($P < 0.05$). ALPase activity was significantly augmented on day seven in the 0.3% gel-CMET group compared to other groups. These results were consistent with our previous study regarding 3D cell culture and CMET.

The results showed that the bioactive adhesive monomer, CMET, induced the proliferation, differentiation, and mineralization of odontoblast-like cells in a 3D cell culture system under appropriate concentrations. CMET is suggested to exhibit excellent biocompatibility and great potential in dentine regeneration.

脱灰象牙質に対する試作非晶質リン酸カルシウム製剤の効果

¹鶴見大学歯学部保存修復学講座, ²鶴見大学歯学部電顕室センター, ³鶴見大学歯学部解剖学講座
 ○佐々木里那¹, 千葉敏江², 浅田由佳³, 下田信治³, 山本雄嗣¹

Effect of an Experimental Calcium Phosphate Agent on Demineralized Dentin

¹Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine,

²Research Center of Electron Microscopy

³Department of Anatomy, Tsurumi University School of Dental Medicine

○SASAKI Rina¹, CHIBA Toshie², ASADA Yuka³, SHIMODA Shinji³, YAMAMOTO Takatsugu¹

【研究目的】

リン酸カルシウムは生体硬組織の主構成成分であり, またバイオアクティブ材料として再生医療に広く応用されている. 中でも非晶質リン酸カルシウム (ACP) は優れた骨伝導性や生理活性を示し, HEPES 緩衝液と混和すると短時間でヒドロキシアパタイト (HAP) へ相転換すると報告されている¹⁾. 我々はこの特徴に着目し, 象牙質実質欠損に対する ACP の応用の可能性を検討することを目的として ACP 製剤を試作し, 以下の評価を行なった.

【材料および方法】

1) HAP へのカルシウム吸着の評価

まず ACP と HEPES を 1:2000 で混合し HAP 粉末を作製した¹⁾. 次に ACP を pH5.3 と pH8.1 の HEPES と混和して 2 種の上澄液を採取, それらを混合して pH7.4 の Ca²⁺溶液を作製した. この溶液 10ml 内に先に作製した HAP 5mg を混和し, 溶液中の Ca²⁺量の変化を 10 分ごとに 60 分まで測定した.

2) ACP ならびにウシ歯脱灰象牙質の動態観察

ウシ下顎前歯の歯頸部付近の歯根象牙質を厚径 5mm の円盤状に切り出し, その円盤を四分割した. それぞれの歯根表面にダイヤモンドポイントを用いて幅約 2mm, 深さ約 1mm の窩洞を形成した. 窩壁以外の象牙質表面をマスキングしたのちに, 0.5M 乳酸液内 37°C で 48 時間浸漬し窩壁象牙質を脱灰した. そして窩洞内に ACP を充填し, pH5.3 に調整した HEPES を 5 分間滴下した. 続いて pH8.1 の HEPES を滴下し, 37°C 環境下で静置した. またコントロールとして ACP を充填せず HEPES のみ滴下した試料も作製した. 静置 20 分, 40 分, 60 分経過時にそれぞれの試料を包埋し, 窩洞を跨ぐように切断した. 窩洞内の ACP を TEM で, 窩底脱灰象牙質の変化を反射電子像で観察した. 加えて画像処理ソフトを用いて, 健全象牙質に対する窩底象牙質の画像上での相対輝度値を求めて比較した.

【成績および考察】

1) HAP へのカルシウム吸着

Ca²⁺量 (mg/dl) の測定結果を表に示す. (n=8)

| 0 min | 10 min | 20 min | 30 min | 40 min | 50 min | 60 min |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 10.96 (0.76) | 10.80 (0.63) | 10.06 (0.68) | 10.08 (0.44) | 10.01 (0.20) | 10.01 (0.60) | 9.74 (0.31) |

溶液中の Ca²⁺量は経時的に減少し, 特に 20 分経過時までの減少が顕著であった. Ca²⁺は混和後 20 分間で急激に HAP に吸着することが示された.

2) ACP と窩底脱灰象牙質の変化

ACP は静置 20 分で球状から板状に変化し, 40 分で針状を呈した. この変化は象牙質窩洞内での ACP から HAP への相転換を示すものと考えられた. 窩底脱灰象牙質の相対輝度範囲は 20 分経過時で 10.0~38.9 であり, コントロールの -5.3~33.5 と比して高い輝度を示す傾向であった. その後 60 分になると輝度は 4.8~55.0 となり, コントロールの 11.9~45.7 と同等な範囲となった. 試作 ACP 製剤は短時間で脱灰象牙質の石灰化効果を示すことがわかった.

【まとめ】

試作リン酸カルシウム製剤は象牙質窩洞内で HAP に相転換し, 加えて脱灰象牙質の再石灰化能を有することが判明した. この結果から, 生体内成分のみで構成されるリン酸カルシウム充填材の可能性が示された.

【参考文献】

1) Yoshino et al. J Hard Tissue Biol 2022; 31: 1-8.

本研究に関連し, COI を開示すべき企業・団体はない.

2 価金属イオンによる象牙質再石灰化の検討

¹北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 歯制御治療学分野

²朝日大学歯学部 口腔機能修復学講座 歯科理工学分野

³大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子感染制御学講座

○櫻井雅彦¹, 松田康裕¹, 奥山克史², 山本洋子³

泉川昌宣¹, 油井知雄¹, 林美加子³, 斎藤隆史¹

Dentin demineralization inhibition analysis of divalent metal ions

¹Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

²Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry

³Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

○SAKURAI Masahiko¹, MATSUDA Yasuhiro¹, OKUYAMA Katsushi², YAMAMOTO Hiroko³,
MASANOBU Izumikawa¹, TOMOO Yui¹, HAYASHI Mikako³, SAITO Takashi¹

【緒言】

高齢者のう蝕は、歯肉退縮し露出した根面に好発することが特徴であり、オーラルフレイルを予防するためにも高齢者の根面う蝕予防が重要である。初期の根面う蝕は再石灰化が期待され、フッ化物などにより活動性根面う蝕が回復することが示されている。象牙質の再石灰化では結晶を核とした古典的経路だけでなく、コラーゲン線維を核とした非古典的経路による石灰化も生じる。したがって象牙質う蝕の予防のためにはハイドロキシアパタイトの脱灰抑制だけでなくコラーゲン線維の保護も重要である。亜鉛、銅などの2価の金属イオンはそれぞれ抗菌性などの生物活性や脱灰抑制効果もあることが報告されているが、脱灰抑制効果、再石灰化促進効果における微量元素の作用はこれまでほとんど報告されていない。本研究ではIn-air micro PIXE/PIGE解析法を用い2価の金属イオンの象牙質再石灰化に対する影響を検討することとした。

【材料と方法】

ウシ抜去下顎乳前歯 (n=3) を低速回転切断機 (IsoMet, Buehler;ダイヤモンドブレード使用) を用いて水平方向に300 μmの厚さに切り出し、牛歯象牙質試料を作製した。得られた試料は10%乳酸溶液に37℃で48時間浸漬し、脱灰牛歯根試料を作成した。得られた試料をそれぞれ50mlの1%のMgCl₂, CuSO₄, NaF, ZnCl₂溶液に、コントロール群は脱イオン蒸留水に72時間浸漬した。浸漬後、各試料を50mlの脱イオン水で洗浄し、その後50mlの再石灰化溶液に1週間浸漬し再石灰化試料とした。得られた再石灰化試料中のCaおよび各元素をIn-air Micro PIXE/PIGE法で元素量分析した。ミネラル喪失量、ミネラル喪失深度、試料中の元素濃度の統計解析にはSPSS Statistics version 25 (IBM, Armonk, NY, USA)を用いて一元配置分散分析 (One-way ANOVA) とTukey HSDを行い、有意水準5%で統計解析を行った。

【結果及び考察】

In-air micro PIXE/PIGE法による脱灰象牙質へのカルシウム量ではコントロール群と比較してMgCl₂群, CuSO₄群, NaF群, ZnCl₂群で優位にカルシウム量の増加を認めた。また各元素の取り込み量ではFの取り込み量がほかの群と比較して優位に多い結果であった。本結果から亜鉛、銅、マグネシウム等の2価の金属イオンに脱灰象牙質の再石灰化作用が示唆され、抗菌性等も併せ持つ再石灰化処理剤への発展が期待される。

S-PRG フィラー含有矯正用レジンによるエナメル質脱灰抑制能の検討 —脱灰溶液攪拌による影響—

神奈川県立歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野

○平岩 昂樹, 椎谷 亨, 向井 義晴

Effect of S-PRG filler containing orthodontic resin for inhibition of enamel demineralization - Influence of demineralization solution stirring -

Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

○HIRAIWA Takaki, SHIYA Toru, MUKAI Yoshiharu

【研究目的】矯正治療に用いる機能的矯正装置、スプリント、リテーナー、あるいは小児矯正に用いる拡大床には、常温および加熱加圧にて重合可能なレジンが用いられている。このレジンにエナメル質脱灰抑制能を付与することができれば、矯正治療期間中の齲蝕や酸蝕症の発生頻度を下げることができると考えた。我々は第 151 回日本歯科保存学会学術大会において、歯質の脱灰を抑制することが報告されている S-PRG フィラーを異なる重量パーセント (0wt%, 3wt%, 5wt%, 10wt%) で含有する 4 種類の歯科矯正用レジンの試作を行い、そのエナメル質脱灰抑制能について報告した。その結果、0→3→5→10wt% と含有量が増加するにつれ、エロージョンが生じなくなる傾向が認められた。本実験の目的は同様の S-PRG フィラー含有歯科矯正用レジンを試作し、溶液を攪拌させた状況下でエナメル質脱灰抑制に与える影響を検討した。

【材料および方法】凍結保存したウシ下顎中切歯の歯冠から中空ドリルを装着した卓上小型ボール盤 (E-Value Drill-Press DP-375V) で直径 5mm の歯片をくり抜いた。エナメル質表面は 2,000 番の耐水研磨紙で研磨し、直径 5 mm, 厚さ 3 mm の円柱状試料を作製した。S-PRG フィラー含有量の異なる 4 種類の歯科矯正用レジン硬化体 (0, 3, 5, 10 wt%, 直径 5mm, 厚さ 7 mm) を試作し、それぞれに上述した円柱状エナメル質試料を挿入できる凹部を作製後、同間隔に 4 個ずつ挿入した。歯片を組み込んだこのようなレジン硬化体をプラスチック容器の底部に固定後、脱灰溶液 (50 mM 酢酸, 1.5 mM CaCl₂, 0.9 mM KH₂PO₄, pH 4.6) を 15 ml 注入、中央に回転子 (10×φ4mm) を入れ攪拌を行いながら (500 rpm) 37°C で 4 日間脱灰を行った。脱灰期間終了後、レジン硬化体から撤去したエナメル質試料を脱水、レジン包埋し、ダイヤモンドワイヤー式精密切断機 (Well3242) を用いて、厚さ 150 μm の薄切片を歯軸方向に切り出した。各歯片は Transverse Microradiography (TMR) 撮影 (管電圧 35kV, 管電流 15mA, 焦点-試片間距離 570mm, 照射時間 15 分, PW3830) 後、分析用ソフト (TMR2006, 2012) を用いてミネラルプロファイルを作成し、ミネラル喪失量および病巣深度を測定した。4 群間の比較には One-way ANOVA および Tukey-Kramer の多重比較検定 (有意水準 5%) を用いた。

【結果】レジン硬化体中の S-PRG フィラー含有量が 0% の歯片ではエナメル質は強い脱灰を受け、エロージョン状態を示していたが、フィラー含有量が 3% 以上の歯片では表層下脱灰の様相を呈していた。0, 3, 5, および 10 wt% のレジン硬化体に挿入したエナメル質試料の平均ミネラル喪失量はそれぞれ、2417±165, 1209±407, 1080±385, および 645±170 vol%×μm であり、0% と他の 3 群との間に有意差が認められた (p<0.05, n=4 (0%群のみ n=3))。また平均病巣深度はそれぞれ 60±22, 54±18, 48±13, および 41±8 μm であり 4 群間に有意差は認められなかった。

【考察】S-PRG フィラー含有量が 0→3→5→10 wt% と増加するにつれて、脱灰は抑制される傾向を示した。また 0% 群で認められたエロージョン様の脱灰様相は S-PRG フィラーを含ませることにより観察されなくなった。これらの結果は、矯正用レジンに含まれる S-PRG フィラーからリリースした様々なイオンが脱灰抑制を誘導したものと考えられるが、フッ化物イオンのフルオロアパタイト形成作用やナトリウムイオンの緩衝作用が脱灰抑制に寄与しているものと考えられた。本実験条件はレジン製矯正用装置を装着した状態でスポーツドリンク等を飲用した口腔内を再現しているものと考えられるため、本レジンを用いた矯正用の床材料に使用することで酸蝕症の予防やエナメル質初期齲蝕の発症抑制に寄与できる可能性が示された。

P38 α はヒト歯肉細胞における TNF- α 誘導性 IL-8 産生に寄与する

大阪歯科大学 生理学講座
○毛 丹, 井上 博, 合田 征司

P38 α contributes to TNF- α -induced IL-8 production in human gingival cells

Department of Physiology, Osaka Dental University

○Dan Mao, Hiroshi Inoue, Seiji Goda

目的

慢性歯周病は歯面に付着した口腔細菌を原因として発症する慢性炎症であり、免疫担当細胞が産生する TNF- α は炎症初期において多彩な役割を果たすことが知られている。MAPK ファミリーは、p38、ERK1/2 および JNK の主要なグループで構成され、細胞増殖、分化および移動などさまざまな細胞応答の重要な調節因子として関与している。ヒト p38 MAP キナーゼには $\alpha/\beta/\gamma/\delta$ 4 つのサブファミリーが存在しており機能分担がなされていると考えられている。TNF- α 刺激により p38 MAP キナーゼが活性化することは知られているが、p38 MAP キナーゼの 4 つのサブファミリーについての詳しい検討はされていない。今回、TNF- α 刺激歯肉上皮細胞株 (Ca9-22) の IL-8 産生における p38 α MAP キナーゼの関与について検討した。

材料および方法

1) 細胞培養：歯肉上皮細胞株 Ca9-22 は、10% 脂肪牛血清 (FBS)、100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ペニシリン、100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ストレプトマイシン、2 mM L-グルタミンを含むダルベッコスモディファイイーグル培地 (DMEM) (ハイグルコース) で培養を行った。Ca9-22 は、5% CO₂、37°C で培養した。2) TNF- α (0, 2, 5, 10 ng/ml) にて 24 時間刺激後、細胞中の IL-8 mRNA を RT-PCR 法にて確認した。3) TNF- α (0, 2, 5, 10 ng/ml) で 48 時間刺激し、上清中の IL-8 を ELISA 法にて測定した。4) TNF- α (2ng/ml) で (0, 1, 3, 5, 10, 15, 30 分) 刺激し、p38 MAP キナーゼのリン酸化と I κ B α のタンパク量をウエスタンブロッティングにて確認した。5) 各種 p38 MAP キナーゼ阻害剤 (p38 $\alpha/\beta/\gamma/\delta$ 阻害: Doramapimod、p38 α/β 阻害: SB203580、p38 α 阻害: VX-745) で 1 時間前処理した後 TNF- α (2 ng/ml) にて 48 時間刺激した。

結果

1) TNF- α の濃度依存的に IL-8 の遺伝子発現量増加が確認できた。TNF- α の濃度依存的に IL-8 の分泌増強が確認された。2) p38 MAP キナーゼのリン酸化は時間とともに増強し、15 分でピークを認めた。I κ B α のタンパク量は時間とともに減少した。3) TNF- α 刺激による IL-8 の分泌増強は p38 MAP キナーゼの阻害により減少した。また、p38 α MAP キナーゼを阻害した時の減少が最も大きかった。

考察

以上の結果から、p38 α MAP キナーゼは、歯肉上皮における TNF- α 誘導性 IL-8 産生において重要な役割を果たしている可能性があることが示唆されている。

利益相反

利益相反はありません。

構造発色するコンポジットレジン of 重合収縮応力

日本大学松戸歯学部 保存修復学講座

○神谷 直孝, 内山 敏一, 藤田(中島)光, 庫川 幸利, 成田 興治, 平山 聡司

Polymerization shrinkage stress of a structural colored resin composite

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○Naotaka Kamiya, Toshikazu Uchiyama, Kou Fujita-Nakajima, Yukitoshi Kurakawa, Kouji Narita, Satoshi Hirayama

【研究目的】

構造色を応用した発色により、優れた色調適合性を発揮するコンポジットレジンが臨床で使用されている。構造発色するためペーストに色素や顔料を含有せず、従来のコンポジットレジンとは重合収縮応力(以下収縮応力)の発生挙動が異なる可能性がある。そこで、照射開始から24時間後までの収縮応力を経時的に測定し、従来のコンポジットレジンと比較し評価した。

【材料および方法】

構造色を有するコンポジットレジンとしてオムニコロマ (OC, トクヤマデンタル), 従来のコンポジットレジンとしてエステライト Σ クイック A2 シェード (ES, トクヤマデンタル) を用いた。収縮応力は、本学歯科生体材料学講座試作のサーボ駆動式収縮応力測定装置を用いて測定した。コンポジットレジンで充填する窩洞部分は、被着面をアルミナサンドブラスト処理した黄銅製の円筒と円柱を組み合わせて、外形10mm, 内径6mm, 深さ3mmでC値が3.0となる形状とした。窩洞内面を金属接着プライマー(アロイプライマー, クラレノリタケデンタル)で処理後、ボンディング材(メガボンド2, クラレノリタケデンタル)を塗布し、照射器(ペンキュア, モリタ)で10秒間照射を行った。コンポジットレジンで窩洞を一括填入し、ポリエチレンシートを介して圧接後20秒照射した。照射開始と同時に収縮応力の測定を開始し、24時間連続して記録した。OCとESの収縮応力は、照射開始から60秒経過までは10秒毎、その後5, 10, 30, 60分経過時、さらに測定時間内に記録した収縮応力の最大値について平均値で比較した(n=7)。

【結果および考察】

OCとESの収縮応力の経時変化について、照射開始から60秒経過までをFig.1に、60分経過までをFig.2に示す。Fig.3に、24時間以内に記録したOCとESの収縮応力の最大値の比較を示す。OC, ESともに、収縮応力は照射開始から数秒経過後に発生し、その後照射中の収縮応力は急峻な上昇を示し、照射終了後は緩徐な上昇に変化した。収縮応力の緩徐な上昇は60分経過後も継続したが、数時間~24時間以内にすべての試料で最大値を示した後、プラトーな状態か下降に変化した。OCとESの収縮応力の大きさの比較では、照射開始10秒後のみOCが有意に小さかったが、最大値を含めその他すべての測定点で有意差は認めなかった。OCの収縮応力が10秒後のみ有意に小さかったのは、照射開始直後から硬化するまでの数秒にみられるペーストの流動性が異なるためと考えられた。

【結論】

構造発色するコンポジットレジンが重合硬化時に発生する収縮応力の経時変化やその大きさは、従来のコンポジットレジンと同等の挙動を示すことが分かった。

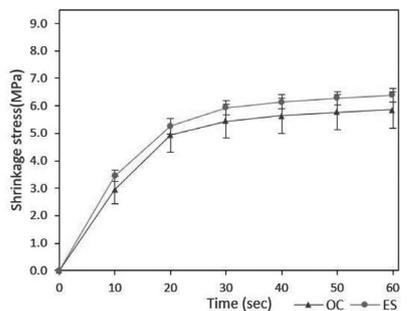


Fig.1 Changes in shrinkage stress (start of curing to 60 seconds)

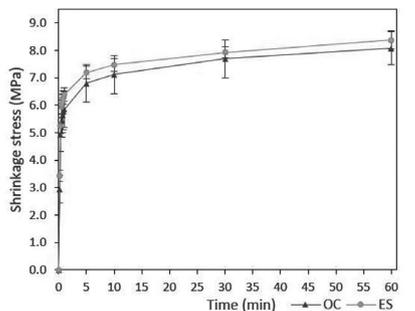


Fig.2 Changes in shrinkage stress (start of curing to 60 minutes)

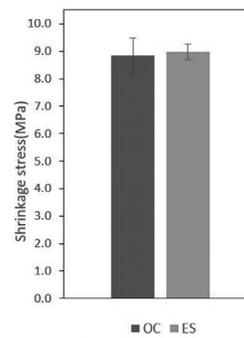


Fig.3 Maximum shrinkage stress (start of curing to 24 hours)

ヒト歯髄由来線維芽細胞様細胞の
tissue inhibitor of metalloproteinase-1 産生における
ムラミルジペプチド (MDP) の影響

大阪歯科大学 歯科保存学講座¹、生理学講座²

○張 皓男¹、井上 博²、諸頭秀俊¹、毛 丹²、伍 光幸¹、吉川一志¹、合田征司²、山本一世¹

**Effect of muramyl dipeptide (MDP) on tissue inhibitor of metalloproteinase-1 production
in human dental pulp fibroblast-like cells**

¹Department of Operative Dentistry, ²Department of Physiology, School of Dentistry,
Osaka Dental University

○Haonan Zhang¹, Hiroshi Inoue², Hidetoshi Moroto¹, Dan Mao², Guangxing Wu¹, Kazushi
Yoshikawa¹, Seiji Goda², Kazuyo Yamamoto¹

【目的】

歯髄組織には、う蝕などの外的刺激から損傷を受けたときに修復および再生する固有の能力がある。歯髄の可逆性および不可逆性歯髄炎で起こる炎症性破壊は、マトリックスメタロプロテアーゼ (MMPs) および tissue inhibitor of metalloproteinases (TIMPs) によって複雑に制御されている。TIMPs/MMPs のバランスが維持されることで、細胞外マトリックスの恒常性とリモデリングが正常に保たれる一方、それらが崩れることで様々な疾患がもたらされる。TIMP-1 は、歯髄細胞のコラーゲン合成の調節に関与しておりヒト歯髄の修復と再生に重要な役割を果たしている。ヒト歯髄由来線維芽細胞様細胞 (hDPFs) で構成的に発現されるヌクレオチド結合オリゴマー化ドメイン 2 (NOD2) はムラミルジペプチド (MDP) を感知する。ムラミルジペプチド (MDP) は、細菌の構成成分であり、NOD2 によって微生物特異的分子として認識され自然免疫応答を惹起する。そこで本研究では、hDPFs の TIMP-1 産生における MDP の影響について検討した。

【方法】

(1) hDPFs に 10 μ g/mL MDP 刺激を加えて 24 時間刺激した。刺激後、フローサイトメーターによる死細胞の測定を行うことで細胞毒性の検討をおこなった。

(2) (1)と同様の刺激を加えた後に細胞増殖試薬 WST-8 と反応させ細胞増殖能の検討をおこなった。

(3) hDPFs を 12 well plate に 1.0×10^5 cells / well で播種し、各種濃度の MDP で 24 時間刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、TIMP-1 をウエスタンブロッティングにて確認した。

本研究は、大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号 111112)。

【結果および考察】

MDP 刺激は hDPFs に対して細胞毒性はなく、細胞増殖能に対して影響を与えなかった。一方、MDP 刺激によって hDPFs の TIMP-1 産生は増強した。以上の結果から、hDPFs は MDP 刺激によって自然免疫応答が活性化され、TIMP-1 を産生することでコラーゲン合成を調節し、歯髄の修復と再生に関与する可能性が示唆された。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティング法がセメント層に及ぼす影響

東京歯科大学保存修復学講座

○半場秀典, 中野岳志, 田代憲太郎, 増山絢子, 宮吉美仁, 春山亜貴子, 村松 敬

Effect of Resin Coating on Cement Layer in CAD/CAM Inlay Restoration

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College

○HAMBA Hidenori, NAKANO Takashi, TASHIRO Kentaro, MASUYAMA Ayako, MIYAYOSHI Yoshihito,
HARUYAMA Akiko, MURAMATSU Takashi

【研究目的】

CAD/CAM レジンインレー修復が保険収載され、臨床応用が広まりつつある。さらに、生活歯の修復では歯髄の保護および接着性の向上のためにレジンコーティング法の応用が推奨されている。一方で、CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティングがセメント層に及ぼす影響は明らかになっていない。我々は μ CT におけるエックス線不透過性を有する 1 ステップユニバーサルタイプボンディング材の窩洞内での高い識別性を報告しており、 μ CT による直接修復や間接修復の非破壊解析が可能となった。そこで本研究では、CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティングの有無がインレーの適合性および接着性レジンセメントに及ぼす影響について、非破壊観察が可能な μ CT を用いて検討することとした。

【材料および方法】

牛歯前歯冠部を精密低速切断機 (Isomet, Buehler) にて 5 mm×8 mm×4 mm のエナメル象牙質ブロックを作製し、卓上ドリルおよびダイヤモンドポイント (FG#207CR, 松風) を用いて、直径 3.1 mm、幅、6.2 mm 深さ 2.5 mm の規格複雑窩洞を形成した。試料をコーティングあり群とコーティングなし群に分けた。レジンコーティング材としてエックス線不透過性を有するスコッチボンドユニバーサルプラスアドヒージブ (3M、以下 SU) を用いた。窩洞の光学印象 (TRIOS) を行い、CAD/CAM レジンブロック (セラスマート、ジーシー) からレジンインレー体を作製した。装着にはエックス線不透過性を有する接着性レジンセメント (リライエックスユニバーサルレジンセメント、3M) を用いた。セメントの業者指示に従い、インレー体へのアルミナサンドブラスト後、SU にて処理し、すべての窩洞を SU にて処理した。インレー体を窩洞に接着し、余剰セメントの除去後、インレー体表面の 2 方向から光照射を行った。装着後に水中に 24 時間保管し、 μ CT (μ CT50, Scanco) にて解像度 5 μ m で撮影を行った。得られた CT データから解析ソフト (TRI 3DBON, Ratoc) にてインレー窩洞内のセメント層を抽出し、セメント層の 3 次元解析を行い、セメント層の体積および微小空隙の体積、セメント層に含まれる微小空隙の割合を求めた。得られた測定値の統計学的解析には Mann-Whitney U 検定 (有意水準 5%) を用いた。

【結果および考察】

μ CT 撮影の結果、CAD/CAM レジンインレー修復におけるセメント層界面に微小空隙が観察された。セメント層の 3 次元解析の結果、コーティングあり群はコーティングなし群と比べてセメント層の空隙体積、空隙割合、空隙最大体積で有意に低い値を示した。一方、セメント層の体積および空隙の数はコーティングあり群とコーティングなし群において有意差を示さなかった。レジンコーティング法を行うことにより、窩洞面がコーティングされ、表面のぬれ性が向上し、セメント層の微小空隙の直径が小さくなったことが考えられ、最終的に空隙体積を減少させたと考えられた。

【結論】

3 次元解析の結果、CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティング法はインレーの適合性には影響しないが、接着性レジンセメント内に発生する微小空隙の体積を減少させる可能性を示した。レジンコーティング法はセメント層の質を高めることでインレーと象牙質の接着強さに寄与することが示唆された。

東京歯科大学歯内療法学講座における 歯根端切除術の術後経過と病理組織診断についての調査

東京歯科大学 歯内療法学講座

○岩澤 弘樹、佐古 亮、倉持 仁、番場 桃子、中島 克真、中島 龍、関矢 日向子、
谷 洸希、壺内 かれん、山田 雅司、古澤 成博

Investigation of the postoperative course of apicoectomy and pathological diagnosis in the Department of Endodontics, Tokyo Dental College

Department of Endodontics, Tokyo Dental College

OIWASAWA Hiroki, SAKO Ryo, KURAMOCHI Jin, BAMBAMA Momoko, NAKAJIMA Kazuma,
NAKAJIMA Ryo, SEKIYA Hinako, TANI Koki, TSUBOUCHI Karen, YAMADA Masashi,
FURUSAWA Masahiro

【目的】

根尖性歯周炎に対する治療の多くは、感染根管治療が第一義的に選択され、広く一般臨床で行われている。しかしながら、感染根管治療が奏功しない場合、患歯の根尖周囲に肉芽腫や嚢胞が形成されている可能性が疑われる。このような場合、外科的歯内療法による感染源の除去と根尖周囲組織の搔爬が必要となる。一般に歯根端切除術では、感染が残存している根尖付近の根管や炎症に伴う不良な軟組織を外科的に摘出し、根尖部歯根の切断面から逆根管充填を行う。近年、マイクロスコープを併用すると成功率が向上することが報告され、当講座でも、以前からマイクロスコープを併用した歯根端切除術を実施しており、多くの症例で摘出した軟組織を病理組織学的に検査し、診断をしている。本研究では、当大学付属病院で歯内療法を診療の主とする医局員が行ったマイクロスコープ併用の歯根端切除術において、「施行前後の症状」、「エックス線画像所見」および「病理組織学的な診断結果」を収集し、その実態についてまとめた結果を報告する。

【材料および方法】

調査対象は、「2017年4月から2022年3月の期間に東京歯科大学水道橋病院保存科に来院していること」、「マイクロスコープ下で歯根端切除術を行っていること」、「摘出した組織に病理組織検査を実施し、歯根肉芽腫や歯根嚢胞と診断されたこと」の3つの条件をすべて満たすものとした。該当者のうち、デンタルエックス線画像による術後経過が12か月未満の場合は除外した。評価は、歯根端切除術後の経過に関する評価法として知られるRudらの基準に基づいて、臨床症状ならびにデンタルエックス線画像の評価を行った。なお、本研究は東京歯科大学倫理審査委員会における承認を得て実施した（東京歯科大学倫理委員会 承認番号1131号）。

術後の臨床症状は、打診痛、根尖部歯肉圧痛および瘻孔の有無を評価対象とし、いずれかの症状があるものを失敗とした。デンタルエックス線画像所見の評価は当講座の医局員2名が独立して行い、評価が分かれた場合には同一になるまで討論した。討論後も一致しない場合は、当講座に所属する第三者により最終的な評価を行った。これらの評価と東京歯科大学水道橋病院臨床検査科に提出した検体の病理組織診断結果を併せて、治療の成否の評価を行った。なお、一人の患者で行われた一回の施術の際に複数歯の根尖部にわたる病変に処置した場合は、合わせて1症例として評価した。

【結果および考察】

設定した条件を満たす430症例中、12か月以上のリコールに応じて受診していた118症例を最終的な調査対象とした。118症例のうち、術後の臨床症状を認めなかったのは78症例であり、成功に該当する「完全な治癒」と「不完全な治癒」と評価したのは74症例であった。118症例中、病理組織検査においてRadicular cystと診断されたのは約34%であり、そのうちの45%は失敗と評価された。歯根端切除術後の病理組織診断結果は、SchulzらのRadicular granulomaが70%であったとの報告と近似していると思われた。

また、症例数は、性別では女性が約70%、年齢では40代が約30%であった。性別と年齢を併せると、40代の女性が約24%と最も多く、日本人における歯根端切除術を施行した患者の年齢は、10代が最も多かったという過去の報告とは異なる結果となった。今後は成功率に影響する因子の調査や、Radicular granulomaとRadicular cystの病理組織診断結果と歯根端切除術後の予後における相関関係の調査が必要であると思われた。

象牙質接着材のセメント芽細胞に対する細胞障害性に関する研究

神奈川県立歯科大学歯科保存学講座歯内療法学分野¹、総合歯学教育学講座教養教育学分野²、
分子生物学講座口腔細菌学分野³

○王珽萱¹、渡邊清子²、浜田信城³、石井信之¹

The cytotoxic properties of dentin adhesives on cementoblasts.

Department of Endodontic¹, Department of Liberal Arts Education², Department of oral microbiology³,
Kanagawa Dental University

Ting-Hsuan Wang¹, Kiyoko Watanabe², Nobushiro Hamada³, Nobuyuki Tani-Ishii¹

【緒言】

象牙質知覚過敏、歯牙破折、および窩洞形成時の疼痛制御を目的として、接着性レジン被覆によるレジンコーティングの重要性が認識されつつある。接着性レジン被覆時は象牙質とセメント質形成面への象牙質接着材（ボンディング材）塗布が必須であるが、成分中に Bis-GMA、TEGDMA、および HEMA が含有成分であるため、硬化後の未重合メタクリレート系モノマーによる抗原性や細胞障害性に対する配慮が必要とされている。本研究は接着性レジン修復時の象牙質接着材が塗布される象牙質およびセメント質への傷害性を検討することを目的とした初期研究として、セメント芽細胞に対する細胞障害性を解析することを目的とした。

【材料および方法】

■細胞培養

ヒトセメント芽 (HCEM) 細胞は元広島大学 高田隆教授より供与を受けた不死化細胞系を用いて行った。HCEM は 10% fetal bovine serum (FBS) 含有 α -MEM を用いて、37°C、5% CO₂ 条件下で培養した。

■試料の作製

象牙質接着材として、BONDMER Lightless (BL: トクヤマデンタル)、FLUORO BOND SHAKE ONE (SO: SHOFU)、クリアフィルニューボンド (NB: モリタ) を供試し、使用説明書に従い、混合液を混和し 24 時間硬化後の硬化体を試料とした。硬化体の作製はホットプレート (HP-4530N: アズワン) 上に PP シートを用い、37 度に加温した。抽出には各混和溶液を 1 ml あたり 6 cm² に拡大し厚さ約 50 μ m の硬化シートを作製後 4×7.5 cm に裁断し、一部の試料をジメチルスルホキシド (DMSO: 石津製薬) に溶解後、硬化体 10 mg/ml 濃度を 10 ml 得た。被験試料は、 α -MEM で希釈し 10 段階希釈し 1、0.1、0.01、0.001、0.0001 mg/ml とした。又、それぞれの混合液についても DMSO で可溶化後、同様の濃度で実験に供試した。さらに、各硬化体を 1 mg/ml 濃度に α -MEM で調整し、経時的に 1、2、4、8 週間浸漬後の溶液に対して細胞障害性を解析した。

■細胞障害性及び細胞増殖抑制試験

Cell Titer 96 Aqueous Non-Radioactive Cell Proliferation Assay (Promega, USA) を用いて判定した。統計処理は、Tukey 法により解析した。

【結果】

BL、SO、NB 硬化体を DMSO で溶解し、1、0.1、0.01、0.001、0.0001 mg/ml 濃度で HCEM に対する細胞障害性を検討した結果、0.1 mg/ml 濃度以下では細胞障害性は認められなかった。増殖抑制試験では 24 時間後に 1 mg/ml 濃度でコントロール群に対しては BL (63.3±6.3%)、SO (43.6±0.6%)、NB (38.1±1.8%) に細胞生存率が減少したが、0.1 mg/ml 濃度以下では細胞増殖抑制が認められなかった。さらに、各試料の混合液にも 1 mg/ml 濃度で細胞増殖抑制作用が認められた。一方、 α -MEM に浸漬した各硬化体 (1 mg/ml) に対して、経時的に細胞障害性を解析した結果、浸漬 8 週間まで細胞障害性は認められなかった。

【考察】

象牙質接着材の未重合成分である Bis-GMA、TEGDMA、および HEMA 等による影響について HCEM に対する細胞障害性を検討した結果、未重合成分および DMSO で溶解した高濃度の硬化体は HCEM に対する細胞障害性が認められた。一方、培養液に浸漬した各硬化体試料は、細胞障害性が認められなかった。以上の結果は、象牙質接着材の各硬化体から未重合モノマーの遊離による HCEM への細胞障害性の影響は殆どないと考えられた。

ラット骨窩洞内に埋植した水酸化カルシウム系根管充填剤に対する組織反応

1 北海道大学病院口腔総合治療部, 2 北海道大学大学院歯学研究院歯周・歯内療法学教室
○田中佐織^{1,2}, 宮治裕史², 加藤昭人², 金本佑生実², 菅谷 勉²

Tissue response to calcium hydroxide root filling formulation in rat bone defect

1 Division of General Dentistry Center for Dental Clinics, Hokkaido University Hospital
2 Department of Periodontology and Endodontology, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University
○TANAKA Saori^{1,2}, MIYAJI Hirofumi², KATO Akihito², KANEMOTO Yukimi², SUGAYA Tsutomu²

【緒言】

水酸化カルシウムを主成分とする根管充填材料は、抜髄や感染根管治療の貼薬材として使用され、強アルカリによる優れた殺菌効果を示すことから広く臨床で用いられている。近年、新規水酸化カルシウム系根管充填材料としてジーシー カルフィー・ペーストが開発され、ペースト化材に水溶性の増粘剤を使用していることから、根管貼薬後の除去性に優れることが報告されている(第43回日本歯内療法学会学術大会, 2022年)。一方で、根尖孔が大きいケースなど、根管充填材料が貼薬時に根尖部歯周組織に溢出する可能性があることから、本材の生体親和性評価が望まれる。そこで本研究では、ラット臼歯根尖部に実験的骨欠損を作製し、本材を直接填入した場合の生体反応を免疫組織学的に観察し、市販の水酸化カルシウム系根管充填材料と比較を行った。

【材料および方法】

被験水酸化カルシウム系根管充填材料として、ジーシー カルフィー・ペースト(ジーシー昭和薬品)、およびカルシベックスII(日本歯科薬品)を用いた。実験動物はウイスター系ラット(雄, 10週齢)とし、セボフルランによる吸入麻酔後、3種混合麻酔薬による全身麻酔、キシロカインカートリッジによる局所麻酔を行った。上顎第1臼歯の歯肉剥離後、サージカルパー(#2, マニー)にて臼歯の根尖と歯槽骨を削除した。洗浄後、各水酸化カルシウム系根管充填材料を添付のシリンジを用いて骨欠損を満たすように填入し、歯肉弁を復位して縫合した。術後3週後に、ホルマリンによる灌流固定を行い、臼歯を含む組織を摘出、マイクロCT撮影を行った。その後、EDTAを用いて脱灰し、通常に従ってパラフィン薄切標本作製、組織学的観察と定性評価を行った。組織学的解析には、ヘマトキシリンエオシン染色、および免疫組織化学的染色(1次抗体CD3, CD68, CD204, MMP9, DAB染色)を実施した。またエネルギー分散型X線分析(EDX)とラマン分光分析を実施した。なお動物実験は北海道大学動物実験委員会の承認を受け(承認番号20-0159)、関係ガイドラインに従って行った。

【結果および考察】

ジーシー カルフィー・ペースト填入サンプルでは、マイクロCT画像において骨窩洞内にX線不透過性の強い領域を認め、材料の残留と考えられた。EDTAによる脱灰後に組織を半切して肉眼的に観察したが材料の残留は確認できず、材料は脱灰により消失したと思われた。組織学的観察の結果、骨窩洞は炎症性肉芽組織で満たされ、CD68あるいはCD204陽性マクロファージの強い集積を認め、材料が貪食されていることが示唆された。CD3は陰性で、MMP9は軽度の染色を示した。

カルシベックスII埋植サンプルでもマイクロCT画像でX線不透過性の強い領域を認め、一方で脱灰後サンプルの肉眼的観察において白色の材料残留が認められた。そこでEDXにて元素同定を行ったところ白色部位にチタンが認められ、ラマン分光分析の結果、アナターゼ型酸化チタンであることが示された。組織学的観察の結果、骨窩洞は炎症性肉芽組織で満たされるとともに、多くの黒色の微粒子が認められた。これら微粒子はCD68あるいはCD204陽性マクロファージの細胞内に取り込まれており、マクロファージに貪食された酸化チタンであると考えられた。CD3とMMP9はジーシー カルフィー・ペースト填入サンプルと同様の所見であった。

【結論】

ジーシー カルフィー・ペースト、カルシベックスIIともにマクロファージによる貪食を受けることが示唆され、ジーシー カルフィー・ペーストの生体吸収性はカルシベックスIIより良好である可能性が示された。今後さらに長期的な組織反応を調査する予定である。

取り下げ

歯内療法後の補綴治療 (クラウン) の生存時間—多機関共同研究

¹長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 歯科補綴学分野 保存修復学部門, ²丸山歯科医院,
³おおい歯科, ⁴難波歯科医院, ⁵堀坂歯科医院, ⁶やまもと歯科クリニック, ⁷鶴見大学
 ○久保至誠¹, 丸山和久², 大井孝友³, 難波秀樹⁴, 堀坂肇介⁵, 山本修平⁶, 桃井保子⁷,
 江越貴文¹, 介田 圭¹, 平 曜輔¹

Longevity of crowns on endodontically treated teeth – a multicenter study

¹Div. of Cariology and Restorative Dentistry, Dept. of Prosthetic Dentistry, Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University,
²Maruyama Dental Clinic, ³Oi Dental Clinic, ⁴Nanba Dental Clinic, ⁵Horisaka Dental Clinic, ⁶Yamamoto Dental Clinic, ⁷Tsurumi University
 ○Kubo Shisei¹, Maruyama Kazuhisa², Oi Takatomo³, Nanba Hideki⁴, Horisaka Yasuyuki⁵, Yamamoto Shuhei⁶, Momoi Yasuko⁷,
 Egoshi Takafumi¹, Kaida Kei¹, Taira Yohsuke¹

【目的】

歯内療法後、わが国では補綴治療 (クラウン) が多く行われている。本研究は、多機関との共同で歯内療法後の失活歯を対象とした全部鋳造冠 (MC) と前装鋳造冠 (FC) の生存分析を行い、その生存時間を知る目的で行われた。

【材料および方法】

長崎大学病院臨床研究倫理委員会の承認を得て (承認番号 22031402)、6 共同研究機関 (一般歯科医院) において行われたクラウン (MC, FC) の生存時間とそれに関連している可能性のある診療情報を収集した。対象とした患者は、調査期間中に各共同研究機関を受診した患者で、初めての来院から 10 年以上経過し、かつ自院でのクラウン作製・装着の既往歴がある者とした。先ず、既報データを基に研究に必要なサンプルサイズを求めた (MC:500 例, FC:250)。データの独立性を担保し、選択バイアスを可及的に小さくするため、記録するのは 1 研究対象者から MC と FC の両方、またはどちらか一方の最初の症例のみとした。イベントはクラウンを装着した歯に再治療や補修が行われた場合、または調査期間中の診察時にクラウンの再治療や補修が必要と診断された場合とした。生存時間は装着時からイベント発生時まで、あるいは最終来院時までの時間とした。生存分析には、Kaplan-Meier method と Log-rank test を用いた (有意水準 (α) = 0.05)。全てのイベントを対象とした場合 (All events)、イベント発生の理由が歯周病と補綴便宜的要求であったものを打ち切りとして除外した場合 (Censor 1)、さらに歯内療法に関連したイベントを除外した場合 (Censor 2)、歯内療法に関連したイベントのみの場合 (Censor 3) と、それぞれの条件別に生存率を求めた。Cox 比例ハザードモデルによる多変量解析は Censor 1 と 3 の条件下で実施した。

【結果と考察】

6 共同研究機関において、682 人の研究対象者 (装着時平均年齢: 49.6 歳) から 824 例のクラウンの生存時間に関する情報が得られた。生活歯が 15 歯、生失不明は 31 歯、歯内療法後の失活歯は 778 歯 (MC: 507 例, FC: 271 例) あり、失活歯に装着されたクラウンを解析に用いた。MC と FC の 10 年後、15 年後、20 年後の生存率を Table 1 に示す。多変量解析の結果、生存時間に有意な影響を及ぼしていた要因は、初回作製か再作製のクラウン装着か、術者の違いおよび装着時の患者の年齢であった。Censor 3 で解析した場合、さらにクラウンのタイプが追加され、FC が MC より優れた成績を示した。また、根尖性歯周炎を理由とする再治療はう蝕、クラウンの脱離、歯根破折を理由とする再治療より早期に発生していた。歯内療法が行われた歯の 90%程度は、10 年後も臨床的に大きな問題なく機能していた。ただし、本研究の術者が意識の高い歯科医師であった点は考慮すべきかと考える。

Table 1 Survival rates of crowns under various conditions (%)

| Event and censor | Type | 10 yrs. | 15 yrs. | 20 yrs. |
|------------------|------|---------|---------|---------|
| All events | MC | 73.2 | 61.2 | 51.9 |
| | FC | 75.4 | 65.1 | 49.6 |
| Censor 1 | MC | 79.3 | 69.7 | 59.8 |
| | FC | 81.7 | 71.9 | 59.1 |
| Censor 2 | MC | 89.0 | 82.6 | 75.9 |
| | FC | 88.0 | 80.5 | 68.0 |
| Censor 3 | MC | 90.3 | 85.6 | 80.8 |
| | FC | 95.4 | 92.2 | 90.7 |

All events: all retreatments are included as events regardless of reason.

Censor 1: events due to severe periodontitis and prosthetic requirement are treated as censored.

Censor 2: events due to severe periodontitis, prosthetic requirement and endodontics-related reasons are treated as censored.

Censor 3: Only retreatment for endodontics-related reasons are included as events.

【結論】

歯内療法後に装着されたクラウンの生存時間の中央値は 20.7 年であった。歯内療法に関連した理由が再治療の 26.2%を占め、クラウンの生存時間を短くする主要因の一つであった。

髓室開拓において致命的な偶発症をもたらす2次元ユークリッド空間の検証

日本歯科大学附属病院 総合診療科1 (歯内療法)

○井出 葵, 渡邊 大悟, 塩田 恭子, 大西 小雪, 小柳 圭史, 長谷川 達也, 北村 和夫

Validation of mis-recognition regarding orifice locations and the access outline under the two-dimensional euclidean space

Division of General dentistry 1 (Endodontics), Nippon Dental University Hospital

○Aoi Ide, Daigo Watanabe, Katofumi Koyanagi, Tatsuya Hasegawa, Kazuo Kitamura

【目的】

根管治療において、髓室開拓の適否は根管治療全体の成否を大きく左右する極めて重要な治療過程である。不適切な髓室開拓は器具操作を妨げるだけでなく、側壁穿孔や過剰切削を招くことにより、患歯の予後を大きく左右する可能性がある。これらの状況の多くは、より経験の浅い歯科医師で生じるケースが多いと推察される。そこで演者らは、経験年数によって根管口の認識が向上することで、より洗練された適切な髓室開拓形態が生まれ、それらはある程度の範囲内に収束するのではないかという仮説を立てた。本研究では、上顎第一大臼歯(#16)および上顎第二大臼歯(#17)における根管口の認識差を2次元ユークリッド空間で明らかにすることで、理想的な髓室開拓窩洞の形態を卒後早期で理解することの重要性を示し、致命的な穿孔や逸脱といった偶発症を減らすことを目的とする。

【材料・方法】

本研究は、日本歯科大学生命歯学部研究倫理委員会の承認のもと実施した(承認番号:NDU-T2022-07)。適格基準として、日本歯科大学附属病院に所属する臨床研修歯科医師と総合診療科に所属する歯科医師のうち、本研究の趣旨に同意を得ることができた者を対象とした(Resident群(N=73)、General Dentist (GD)群(N=75))。匿名化された回答用紙を回収後、中心基準点(CRP; Central reference point)を基準とした座標位置をそれぞれ取得した。CRPは頬側面溝と中心溝の交点(x, y)=(0, 0)と定義し計測を行った。計測は3名の測定者により実施され、平均値を代表値とした。窩洞外形の境界点(MP; Margin point)として外形線上のX軸-正方向の最大点をMBMP、X軸-負方向の最大点をDBMP、Y軸-負方向の最大点をPMPと定義し座標を取得した。一般的に典型とされる位置関係(TAO; Typical access outline)、抜去歯サンプルより得られた平均的な位置関係(SAO; Suggested access outline)との誤差を比較するため、既存の論文(Willcox *et al.* 1989 JOE)により示された座標から回答より得られた座標を減算した絶対値を認識差として定量化し比較を行った。集計データは、変動係数ならびにノンパラメトリック検定(Steel-Dwass法)にて統計解析を行った。

【結果】

根管口の位置関係は、#16と#17ともにResident群において根管口の認識が遠心側に偏っている傾向が認められた。また、変動係数からResident群においてはP根管にそれぞれ近遠心的なばらつきが認められた(#16, #17=1.45, 1.95)。Resident群とGD群の根管口の認識差に関して、SAOにおいてMB根管の頬舌のおよび近遠心的誤差に、TAOにおいてはMB根管に加えてDB根管の近遠心的誤差にそれぞれ有意差を認めた。窩洞外形に関して、Resident群ではDBMPがより遠心側に設定されており正三角形の形状をとる傾向が認められた。これは特に#16に顕著に認められた。変動係数からResident群においてPMPに近遠心的なばらつきがそれぞれ認められた(#16, #17=1.93, 3.21)。窩洞外形の認識差に関して、#16, #17共にSAOにおいて群間での有意差は認められなかったが、TAOにおいてはDBMPの近遠心的誤差に有意差を認めた。

【考察】

Resident群では上顎第一大臼歯において根管口の遠心側への認識の偏りがあることから、窩洞外形が遠心側に過剰に設定されている傾向が示された。その結果、MB根管の見落としや遠心側への過剰切削による穿孔などの偶発症の潜在性が示唆された。また、P根管の近遠心的な認識のばらつきから、口蓋側の窩洞外形設定が曖昧になっていることも示唆された。今後、他の歯種における傾向を検証することに加えて、所属間や年度間での差異や教育介入による認識差の是正の検証など随時行っていく必要がある。

Caffeic acid phenethyl ester (CAPE)が マウス骨芽細胞様細胞の組織修復関連因子発現に与える影響

徳島大学大学院医歯薬学研究部 再生歯科治療学分野
○蔵本 瞳、中西 正、武川大輔、三枝克啓、保坂啓一

The effects of Caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on tissue repair-related factor expression in mouse osteoblastic cells

Department of Regenerative Dental Medicine, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences
○Hitomi KURAMOTO, Tadashi NAKANISHI, Daisuke TAKEGAWA,
Katsuhiro MIEDA and Keiichi HOSAKA

【緒言】

根尖性歯周炎は、根管内の細菌感染が根尖歯周組織に波及することで惹起される炎症性疾患であり、病状の進行に伴い根尖周囲の骨吸収が顕在化する。根尖性歯周炎の治療は根管内の病原因子を除去することであり、治療が奏功すれば根尖部の炎症が消退するとともに吸収された骨が修復に向かうが、一方で、通法の根管治療では治癒が見込めない症例に遭遇することがある。このような難治性根尖性歯周炎に対しては、外科的歯内療法を検討することになるが、全身状態等により外科的処置が困難な症例では対応に苦慮することもある。

Caffeic acid phenethyl ester (CAPE)はプロポリスの生理活性物質であり、抗炎症作用や抗菌作用など多彩な作用を有している。演者らは、CAPEがマウス骨芽細胞様細胞株 (MC3T3-E1)に対し、血管新生に関わる成長因子であり骨リモデリングに重要な役割を果たしていると考えられるVascular endothelial growth factor (VEGF)の産生を有意に増強させることを本学会 (第148回春季学術大会)で報告した。本研究では、失われた骨組織の再生を期待した侵襲性の低い根尖性歯周炎の治療法の確立を目指し、MC3T3-E1細胞における組織修復関連因子発現に対するCAPEの影響についてさらなる解析を行った。

【方法】

MC3T3-E1細胞を10% FBS添加α-MEM培地にて培養を行い、実験に用いた。まず、MC3T3-E1細胞を96-well plateに播種し、サブコンフルエントまで培養後に各濃度のCAPEにて24時間または48時間処理を行い、Cell Counting Kit-8を用いて細胞増殖についての検討を行った。またMC3T3-E1細胞を24-well plateに播種し、サブコンフルエントまで培養後に6時間CAPE処理を行い、total RNAを回収した。精製total RNAを逆転写した後にreal-time PCR法を用いてConnective tissue growth factor (CTGF)、Platelet-derived growth factor (PDGF)、Alkaline phosphatase (ALP)やFibroblast growth factor 2 (FGF2)といった組織修復関連因子の発現量について解析を行った。

【結果】

細胞増殖試験の結果、10 mg/ml以下の濃度のCAPEにはMC3T3-E1細胞に対する細胞障害性は認められず、48時間後において有意な細胞増殖が認められた。またreal-time PCR解析の結果、CAPE処理を行うことにより、VEGF mRNAに加えてCTGF mRNAとPDGF-a mRNAの有意な発現増強を認めた。しかし、PDGF-b mRNAやALP mRNA、FGF2 mRNAの発現には影響を与えなかった。

【考察】

これらの結果より、CAPEはMC3T3-E1細胞に対し、VEGFに加えてCTGFやPDGF-aの発現を誘導させることが明らかとなり、CAPEにより誘導された成長因子が骨組織の修復に関与する可能性が示唆された。

本研究はJSPS科研費22K17041の助成を受けたものである。

再活性化 Epstein-Barr ウイルスは RANKL の産生を誘導する

日本大学歯学部歯科保存学第Ⅱ講座¹, 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先端医療研究部門²

○宮田泰伎¹, 田村隆仁¹, 大原絹代^{1,2}, 安川拓也^{1,2}, 林 誠^{1,2}, 武市 収^{1,2}

RANKL induction by reactivated Epstein-Barr virus in refractory apical periodontal lesions
Department of Endodontics¹, Division of Advanced Dental Treatment², Dental Research Center, Nihon University
School of Dentistry

○Taiki Miyata¹, Takahito Tamura¹, Kinuyo Ohara^{1,2}, Takuya Yasukawa^{1,2}, Makoto Hayashi^{1,2}, Osamu Takeichi^{1,2}

【背景および目的】

根尖性歯周炎は口腔内常在菌の感染によって惹起され、根尖部歯周組織の炎症や支持歯槽骨の破壊を誘発する。しかし根管治療を行っても、臨床症状が消退せず治療が長期化するケースがあり、炎症組織内部の病態は未だ不明な部分が多い。Epstein-Barr virus (EBV) は、世界中の90%以上の人々への感染が報告されている。EBVは潜伏感染するため直ちに病原性を示さないが、再活性化することにより様々なサイトカイン産生を誘導し病原性を発揮する。EBVは、潜伏感染時にはLatent membrane protein (LMP) 1の発現を誘導するが、再活性化するとEBV感染B細胞からBamHI fragment Z leftward open reading frame (BZLF) -1遺伝子の発現およびその遺伝子産物であるZEBRA蛋白の発現を誘導する。これらとともに、EBVの再活性化マーカーとして用いられる。演者らは第156・157回本学会学術大会において、歯根肉芽腫中のBZLF-1およびインターロイキン (IL) -1 β および6 mRNAの発現に有意な相関関係が認められることを発表した。そこで本研究では、難治性根尖性歯周炎におけるEBVと破骨細胞の分化誘導に関与するRANKLの関与を検討するため、採取した歯根肉芽腫を試料とし病理組織学的、免疫組織化学的および分子生物学的に検索することを企図した。なお、本研究は日本大学歯学部倫理委員会(倫許EP21D012)の承認に基づいて実施された。

【材料および方法】

1. 供試試料の採取：口腔内診査およびエックス線診査に基づいて、慢性根尖性歯周炎と診断された患者のうち、根尖切除法または抜歯が適応とされた患者から摘出された根尖病変を供試した。同様に水平埋伏智歯の抜去時に採取した健全歯肉組織をコントロールとして用いた。なお、被験者には採取した組織を本研究に使用することを説明し、文書にて同意を得た。採取した組織は速やかに二分割し、一方は10%ホルマリンを用いて24時間固定後、パラフィン包埋を行った。もう一方はOCT-compound (Tissue-TEK) に包埋後、液体窒素を用いて凍結保存した。
2. 病理組織学的検索：パラフィン薄切切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン染色を用いて病理組織学的検索を行い、歯根肉芽腫と診断した組織を以降の実験に供試した。
3. 免疫組織化学的検索：パラフィン薄切切片を使用し、抗ヒトZEBRAマウスモノクローナル抗体と抗ヒトRANKLウサギモノクローナル抗体を用いた蛍光二重染色法を行った。
4. 分子生物学的検索：凍結した試料からtotal RNAを抽出し相補的DNAを作製後、Real-time PCR法を用いてBZLF-1およびRANKLの遺伝子発現量を検索した。またGlyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (GAPDH)を用いてサンプル間の標準化を行った。
5. 統計学的分析：Real-time PCR法で得られたBZLF-1とRANKL発現量についてピアソンの相関係数を用いた統計分析を行い、有意水準0.05にて相関性の検討を行った。

【結果】

1. 病理組織学的検索では55サンプル中、45サンプルが歯根肉芽腫であった。
2. 免疫組織化学的検索の結果、歯根肉芽腫中の炎症細胞にZEBRA蛋白とRANKLの共発現を認めた。一方、健全歯肉中の細胞ではZEBRA蛋白およびRANKLの発現は認められなかった。
3. 分子生物学的検索および統計学的分析の結果、BZLF-1とRANKL遺伝子発現に相関関係がみられた。

【考察】

慢性炎症性疾患である歯根肉芽腫において再活性化したEBVはRANKL産生を誘発する可能性が示唆された。

感染根管モデルにおけるプラス帯電性オゾンナノバブル水の 根管清掃薬としての殺菌効果

¹愛知学院大学歯学部歯内治療学講座

²東京大学物性研究所

○藤田 将典¹, 大平 猛², 樋口 直也¹, 堀場 直樹¹, 諸富 孝彦¹

Bactericidal Effect of Plus Charge Ozone Nano - bubble Water as a Root Canal Cleaning Agent in an Infected Root Canal Model.

¹Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University

²Institute For Solid State Physics, The University of Tokyo

○FUJITA Masanori¹, OHDAIRA Takeshi², HIGUCHI Naoya¹, HORIBA Naoki¹, MOROTOMI Takahiko¹

【目的】

次亜塩素酸ナトリウム液は優れた抗微生物作用と有機質溶解作用を有していることから、効果的な根管清掃薬として頻用される。しかし、組織刺激性を併せ持ち根尖孔外への溢出などによる歯周組織への傷害が危惧される。海外ではグルコン酸クロルヘキシジンが根管清掃薬として使用されているが、細胞傷害性やアレルギーが報告されている。そのため、安全かつ効果的な根管清掃薬の開発が望まれる。オゾンナノバブル水は歯周炎やインプラント周囲炎、骨髄炎において治療効果と安全性が報告されている。近年、バブル表面がプラスの電化を帯びたプラス帯電性バブルが開発された。我々はプラス帯電性オゾンナノバブル水のバイオフィームへの効果を報告した(第156回本学会学術大会)。本研究ではブタ感染根管モデル^[1]を用いて、細菌学的手法によりオゾンナノバブル水の有用性を検討した。

【材料と方法】

・実験に用いたオゾンナノバブル水

平均粒子径: 183.8nm, 濃度: 1.3E+8 Particles/mL, 帯電極性: +, 帯電量: 平均+18.41±0.10 mV, 半減期: 180day<(測定機器: ZetaView). 気体: オゾン, オゾン濃度: 1.38mg/l (計測機器: O₃-3F). 溶媒: 生理食塩水.

・感染根管モデルにおけるプラス帯電性オゾンナノバブル水による洗浄効果の細菌学的評価

E. faecalis(ATCC19433株)を用いて感染根管モデルを作製した^[1]。感染根管モデルにおいて根管洗浄を行い、その前後に鈎菌を行った。その後根管内に生理食塩水を満たし、37℃にて2日間好気条件湿潤下にて保管した。同様の実験を連続3回行った。さらに2日間保管し再度鈎菌を行った。鈎菌したサンプルは段階希釈法で細菌数を測定した。根管洗浄はシリンジを用いて生理食塩水(大塚)、3~6%次亜塩素酸ナトリウム溶液(アンチホルミン: 日本歯科薬品)、2%グルコン酸クロルヘキシジン(富士フィルム)、オゾンナノバブル水にて行った。また、歯科用超音波機器ピエゾン250(EMS, スイス)と生理食塩水、2%グルコン酸クロルヘキシジン、オゾンナノバブル水を用いて超音波洗浄(出力: 3)を行った。いずれも洗浄液の使用量は5ml、洗浄時間は1分間で行った。

【結果】

生理食塩水にて超音波洗浄した根管からは $10^3 \sim 10^4$ CFU/mlレベルの細菌が検出された。次亜塩素酸ナトリウム溶液およびグルコン酸クロルヘキシジンにて洗浄を行った直後は細菌が検出限界以下となったが、2日後には $10^3 \sim 10^4$ CFU/mlレベルの細菌が検出された。グルコン酸クロルヘキシジンにて超音波洗浄を行った直後は細菌が検出限界以下となったが、1, 2回目の2日後には $10^3 \sim 10^4$ CFU/mlレベルの細菌が検出された。3回目の2日後では検出限界以下であった。オゾンナノバブル水にて洗浄を行った根管からは洗浄直後および2日後に 10^3 CFU/mlレベルの細菌が検出された。オゾンナノバブル水にて超音波洗浄を行った根管は3回目に検出限界以下となり、その2日後も検出限界以下であった。

【考察】

プラス帯電性オゾンナノバブル水による根管洗浄は、感染根管において次亜塩素酸ナトリウム溶液とグルコン酸クロルヘキシジンと同等の殺菌効果を有していると考えられる。また、超音波洗浄との併用は感染根管において殺菌効果を向上させることが示唆された。

【謝辞】

本研究実施にあたり御協力賜りました東京大学物性研究所北方恵美先生、大平研究所株式会社須田昂之先生に深く感謝申し上げます。

【参考文献】: [1] 藤田将典ら. 日歯保存誌 2021 ; 64(2) : 133-140.

Bioactive Glass- β TCP 複合粒子の物理化学的特性と象牙芽細胞様細胞への影響

¹九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

²九州歯科大学口腔機能学講座生体材料学分野

○村田一将¹, 鷲尾絢子¹, 池田 弘², 北村知昭¹

Physicochemical Properties and Effects on Odontoblast-like Cells of Bioactive Glass- β TCP Composite Particles

¹Division of Endodontics and Restorative Dentistry

²Division of Biomaterials,

Department of Oral Functions, Kyushu Dental University

○MURATA Kazumasa¹, WASHIO Ayako¹, IKEDA Hiroshi², KITAMURA Chiaki¹

【目的】我々は、象牙質・歯髄複合体および根尖周囲組織の創傷治癒を誘導する生体材料の開発を目的として、生体適合性に優れた生体活性セラミックスである Bioactive Glass(BG)に着目し、BG 配合生体材料の開発を進めてきた。その成果 (Murata, et al., Nanomaterials, 2021) の一部として、歯内治療用の多用途製材・ニシカキナルシーラー-BG multi が製品化され臨床応用されている。しかしながら、象牙質・歯髄複合体の損傷が広範囲の場合は、通常の覆髄による組織再生は困難である。BG は、生体内でその表層へのハイドロキシアパタイト (HAp) 形成が早く安定して誘導される一方で、完全には HAp へと置換されない。そこで、生体内で最終的に HAp へと置換される生体吸収性セラミックスの1つである β TCP に着目した。本研究では、局所的再生誘導用生体材料の開発を目的として、BG と β TCP の特徴を併せ持つ複合粒子 (BG-TCP) を作製し、物理化学的特性を評価するとともに、象牙芽細胞様細胞 (KN-3) に対する細胞毒性と細胞分化への影響を評価した。

【材料と方法】**<BG-TCP 複合粒子の作製>** BG 粉末と β TCP 粉末を所定の比率で混合後、900°C で1時間焼成し得られた焼結体を乳鉢・乳棒を用いて粉碎した。その後、粉碎物を篩にかけることで粒径が 70 μ m 以下の BG-TCP 複合粒子 (BG-TCP) を作製した。**<BG-TCP 複合粒子の物理化学的評価>** BG-TCP の微細構造は、SEM 観察、およびエックス線回折 (XRD) 法によって評価した。また、7日間浸漬した時の pH の変化を測定した。**<BG-TCP 抽出溶媒の作製>** BG-TCP 1 g に対して培地 10 mL を加えて 37°C・5% CO₂ にて静置し、24 時間後に filtration することで BG-TCP 抽出溶媒 (100%試験液) を作製した。その後、100%試験液が 1/16, 1/12, 1/8, 1/6, 1/4, 1/3, および 1/2 の割合になるよう培地を加え、各希釈溶液を作製した。**<細胞毒性評価>** KN-3 細胞を播種から 4 時間後に BG-TCP 希釈溶液および 100%試験液で刺激し、培養 2 日目に CCK-8 assay で細胞毒性を評価した。**<ALP 染色>** KN-3 細胞を播種から 24 時間後に BG-TCP 希釈溶液および 100%試験液で刺激し、培養 7 日目に ALP 染色を行った。

【結果】**<BG-TCP 複合粒子の物理化学的評価>** BG, β TCP, および BG-TCP の材料学的評価では、BG は非晶質であるのに対し、BG-TCP および β TCP は結晶構造を示した。焼成前後の試料について XRD 法で試料表面の結晶分析を行ったところ、焼成により BG-TCP 中の BG が結晶化し、ケイ酸カルシウム系化合物を生成することが示された。精製水浸漬 7 日目の pH は、BG が 10.5, BG-TCP が 9.7-9.9, β TCP が 8.0 であった。**<細胞毒性評価>** β TCP 群は、BG 群よりも低い細胞毒性を示し、BG-TCP 群においても、 β TCP の混合割合が大きい程、細胞毒性が低下した。**<ALP 染色>** ALP 染色の染色強度は、BG-TCP 各群と Control 群との間に明らかな違いは認められなかった。 β TCP 群は、BG 群よりも高い染色強度を示す傾向にあり、BG-TCP 群においても、 β TCP の混合割合が大きい程、染色強度が高くなる傾向を示した。

【考察】 BG と β TCP を混合し焼成・粉碎することによりマイクロサイズの BG-TCP 作製が可能であること、BG-TCP の pH は 9.7-9.9 で安定すること、900°C・1時間の焼成で BG-TCP は結晶構造を示し複合粒子表層にはケイ酸カルシウム系の化合物が生成することが示された。また、BG-TCP は、 β TCP の割合が大きい程 KN-3 細胞に対する細胞毒性は低く、細胞の分化初期段階に明らかな影響を及ぼさないことが示唆された。今後、複合粒子作製時の焼結温度を変化させることで性質の異なる複数の複合粒子を作製・検証する予定である。

【結論】 BG-TCP 複合粒子は、象牙質・歯髄複合体の局所的再生誘導に用いる生体材料の構成要素として有用である。

歯内治療における裸眼 3D 立体表示の有用性

—根管長測定機能の評価—

¹⁾神奈川歯科大学 歯科保存学講座 歯内療法学分野

²⁾神奈川歯科大学歯学部 総合歯学教育学講座 教養教育学分野

○附田孝仁¹⁾、中野亜希人²⁾、板宮朋基²⁾、武藤徳子¹⁾、石井信之¹⁾

Utilization of Naked Eye 3D Stereoscopic Display in Endodontic treatment

—Evaluation of root canal length measurement function—

¹⁾Department of Endodontics, Kanagawa Dental University

²⁾Department of Liberal Arts Education, School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○TSUKUDA Takato¹⁾, NAKANO Akihito²⁾, ITAMIYA Tomoki²⁾, MUTOH Noriko¹⁾, TANI-ISHII Nobuyuki¹⁾

【目的】歯内治療における技能習得には、正確な知識と技能を修得可能な教育環境が必要である。特に、技能習得のためにバーチャルリアリティ (VR) や拡張現実 (AR) の応用は有用であり、すでに様々なデバイスを用いた試みがなされている。VR, AR には 2D 表示から、3D 表示が可能となり、従来は盲目的に把握していた根管形態の立体可視化が可能となっている。しかしながら、ヘッドマウンティッドディスプレイ (HMD) などの装着が必要なデバイスの利用は臨床において煩雑性が伴い、臨床では CBCT 等で撮影した DICOM データは、一般的なモニターに 2D 画像として表示させることが一般的であり、3D 表示デバイスで拡大・縮小・回転操作等の測定方法に関する研究はない。我々は何もデバイスを装着せず裸眼で 3D 立体視が可能であり、表示内容の精度が確立されている空間再現ディスプレイ (SRD: Sony, ELF-SR1, Tokyo, Japan) を用いて、根管形態を立体的に把握しながら根管長測定が可能なアプリケーション「SR View for Endo」を開発した。本アプリケーションによって 3D 表示された根管モデルを拡大・縮小・回転操作を行った状態で、根管長と想定される最大長径の測定を行う。従来の 2D 表示利用と裸眼 3D 立体表示利用における根管長測定について、精度と測定時間比較検討と考察を行う。

【材料および方法】3D 表示は、頭部用 X 線 CT 装置 3D Accuitomo (3DAccuitomo; J Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japan) によって歯牙模型を最も障害陰影が少ない設定で撮影し、出力された DICOM データを Materialise Mimics (Materialise NV, Leuven, Belgium) を用いて領域分割 (セグメンテーション) し、STL (Stereolithography) 出力した。出力された STL データを基に、空間再現ディスプレイで歯牙の精確な 3DCG モデルを表示し、根管長を容易に測定できるアプリケーション「SR View for Endo」を用いた 3D 測定環境を構築した。2D 表示は、神奈川歯科大学附属病院で使用されているデバイスとアプリケーション (要アプリ名) にて測定環境を構築した。各表示間の根管長測定の評価として、神奈川歯科大学歯内療法学分野に所属している歯科医師 40 名によってそれぞれの表示での根管長測定を行った。測定者は、まず 5 分間トレーニングを行った後、根管長測定を実施した。表示を切り替える際には 5 分間のインターバルを設け、測定順序はランダムに選択された。測定時にはバイアスを避けるため、測定者に測定結果が見えないようにした。測定後に 3D 表示で測定した主観的評価としてアンケートを実施した。統計解析は、クラス内相関 (ICC) を用いて測定者内の信頼性と測定者間の信頼性を検証した。また、一致限界のプロットを作成し、Bland-Altman 解析を用いて比較した。絶対的測定誤差については、Wilcoxon 符号順位検定による解析を行い、表示間による測定時間は、t 検定による解析を行った。

【結果および考察】本研究は、従来の 2D 表示での根管測定方法と新たな 3D 表示での根管長測定の精度と測定時間の差を比較検討した。3D 表示では、SRD による立体的かつ鮮明な根管形態の把握と 3DCG モデル表面上の任意の 2 点間を容易に測定できる手法を実現した。まず、クラス内相関では測定者内と測定者間での測定に信頼性が高く、絶対的測定誤差は 2D 表示と 3D 表示による有意差は認められなかった。測定時間については、2D 表示と 3D 表示で有意な差が認められ、SRD を用いた 3D 表示の方がより精確で迅速な測定が可能であることが示唆された。主観的評価として、画面酔いや操作性の評価、3D 表示上で拡大表示が可能になったことによる画質評価にばらつきが認められたが、その他、立体度の評価や映像遅延といった技術的な評価と今後の有用性については一定の評価を得ることができた。従来の 2D 表示と比較して SRD を用いた裸眼 3D 立体表示による根管長測定の有用性が示唆された。今後はさらなる改良改善を行い、デジタル技術を活用した新しい歯科医療技能習得の実現を目指す。

ラット上顎臼歯に低濃度ユージノールシーラーを根管充填した際の 根尖歯周組織への影響

¹日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座, ²日本歯科大学生命歯学部歯周学講座, ³日本歯科大学
○西田太郎¹, 前田宗宏¹, 倉治竜太郎², 橋本修一³, 沼部幸博², 五十嵐 勝¹

Effect of a low concentration of eugenol sealer filled into rat maxillary molar on the apical periodontal tissue

¹ Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo, ² Department of
Periodontology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo, ³ The Nippon Dental University
○NISHIDA Taro¹, MAEDA Munehiro¹, KURAJI Ryutarou², HASHIMOTO Shuichi³, NUMABE Yukihiko²
and IGARASHI Masaru¹

【緒言】

緊密な根管充填は根管治療の成功に欠かすことができない要素であり、酸化亜鉛ユージノール系のシーラーが使用されている。従来型の酸化亜鉛ユージノールシーラーは炎症を惹起するとの報告もあり、酸化亜鉛ユージノールシーラーの液成分であるユージノール量を低減し、代わりに脂肪酸などを加えた根管充填用の新規シーラーを開発した。本研究の目的はラット上顎第一臼歯に新規シーラーを根管充填した際に生じる根尖部の状態を評価することである。

【材料と方法】

1. 新規シーラーの組成：粉体 1.00 g (酸化亜鉛 0.40 g, ロジン 0.40 g, 硫酸バリウム 0.20 g) と液体 1.00 ml (オレイン酸 0.75 ml, イソステアリン酸 0.10 ml, ユージノール 0.15 ml) を粉液比 2:1 で練和し、根管充填に使用した。
2. ラット感染根管治療モデルの作製：日本歯科大学生命歯学部動物実験委員会の承認 (承認番号：20-18) を得た。実験には7週齢のWistar系ラット・雄 (約 230 g) を用いた。三種混合麻酔薬により腹腔内麻酔を行い、すべての根管処置は専用クランプを用いたラバーダム防湿下で行った。上顎左側第一臼歯 (M1) の髓室開拓を行い、近心根管を確認後、15~25番のKファイルを用いて抜髄処置を行った。抜髄した近心根管は開放状態とし、他の根管はコンポジットレジンで充填し封鎖した。抜髄処置後は粉末試料で飼育した。
3. 根管処置：根管の開放状態から7日経過後、15番のKファイルで穿通を確認し40番まで拡大形成を行った。新規シーラーを用いガッタパーチャポイントで根管充填を行い、根管口部で焼き切り、コンポジットレジンにて封鎖した (LEF 2wk)。新規シーラーの粉体 2.00 g に対しユージノールを除いた脂肪酸 1.00 ml (オレイン酸 0.90 ml, イソステアリン酸 0.10 ml) を加えた酸化亜鉛脂肪酸混和シーラーで、同様に根管充填を行った (NEF 2wk)。一方、40番まで根管形成後、根管充填を行わずコンポジットレジンで髓腔を封鎖した (ST 2wk)。右側上顎骨を未処置コントロールとした (NR 2wk)。それぞれの試料は、さらに14日経過後に、ペントバルビタールを用い安楽死実施後にM1を含む上顎骨を摘出し、4%パラホルムアルデヒド・りん酸緩衝液 (富士フィルム和光純薬) で24時間浸漬・固定した。
4. マイクロCTと骨塩量計測：マイクロCT (Scan-Xmate-D100SS270, Comscantecno) で管電圧 80kV, 管電流 200μA, 解像度 24.1μm/voxel で試料とBMD解析用ファントムのマイクロCT撮影を行った。三次元画像処理ソフト (TRI/3D-BON, Ratoc System Engineering) を用いて、三次元画像を再構築した。ファントム撮影画像から検量線を作製し、各試料のマイクロCT画像をBMD画像に変換した。M1および周囲歯周組織を関心領域とし、M1の歯根周囲13voxelsから歯根膜を除いた根尖周囲硬組織を測定範囲とし、骨塩量 (mg/cm³, vBMD) と骨密度 (% , BV/TV) を算出した。
5. 組織観察

試料を10%EDTA・2Na液で脱灰後、パラフィンブロックを作製し、薄切切片にHematoxylin-Eosin染色後、光学顕微鏡で観察した。

【結果とまとめ】

1. マイクロCTで得られた画像の観察からST 2wk群では根尖部にエックス線透過像が認められた。2. vBMDとBV/TVはST 2wk群と比較しLEF 2wk群で上昇する傾向がみられた。3. 組織観察ではSTR 2wk群において根尖歯周組織に炎症性細胞が認められた。
- 本実験条件では、M1近心根管の根管治療後に根管充填を行うことで、根尖周囲での硬組織の改善がみられた。今後詳細な検討を行う予定である。

改良型シアノアクリレート系接着材の象牙質接着性

1) 東京歯科大学 歯内療法学講座 2) 東京歯科大学 保存修復学講座
○鈴木 穂¹⁾, 半場秀典²⁾, 原田(中里)晴香¹⁾, 古澤成博¹⁾

Adhesion of Modified Cyanoacrylate Adhesives to Dentin

¹⁾Department of Endodontics, Tokyo Dental College

²⁾Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College

○SUZUKI Megumi, HAMBА Hidenori, HARADA(NAKAZATO)Haruka, FURUSAWA Masahiro

【目的】

近年日本では超高齢化社会に突入し、高齢者への歯科医療提供が増加している。要介護者に対し行われる訪問歯科診療では、口腔機能の維持・管理を目的とし、修復物脱離時の再合着や歯の暫間固定を行う場合が多い。また、訪問歯科診療は診療室のような設備や歯科材料が整わない環境、かつ、患者の口腔内清掃状態が悪い場合が多く、用いられるセメントは少ない手順で迅速に硬化、接着する必要がある。ところで、シアノアクリレート系セメントは生体親和性が高く硬化時間が短いことから、穿孔部封鎖や歯根尖切除術における逆根管充填材として、かつて臨床医に応用されてきた。そこで今回我々は、訪問歯科診療で想定される状況において、効率的かつ必要十分な接着力を有する新たなセメントを開発するため、以前当講座で開発したシアノアクリレート系セメントにフルオロアルミノシリケートガラスを加えた改良型シアノアクリレート系接着材を試作し、その接着強さについて既存のセメントと比較・検討を行った結果を報告する。

【材料および方法】

牛歯前歯を高速精密切断機での歯冠部と歯根部に切断分割し、エポキシ樹脂に包埋した。樹脂硬化後、歯冠部象牙質が露出するまで、耐水研磨紙で#600 まで研削を行い、接着試験用試料とした。露出させた象牙質表面を人工脱灰液で脱灰させた脱灰条件と脱灰していない非脱灰条件を設定した。接着材には、改良型シアノアクリレート系接着材 S6 (日本歯科薬品) (以下 CA)、フジII (ジーシー) 以下 GIC)、スーパーボンド (サンメディカル) (以下 SB) を用いた。各接着材の前処理について、CA は前処理なし、GIC はデンチンコンディショナー (ジーシー)、SB は表面処理材グリーンをそれぞれ用いた。象牙質に接着させる材料は、あらかじめモールド内で重合させた直径 4 mm の植立用レジン (日本歯科薬品) と、同等の直径と高さを有する植立用ガラスアイオノマーセメント (日本歯科薬品) を用いた。

接着操作は、試料の象牙質上に内径 4 mm の穴のあいた両面テープを貼付し、接着面積を規定して行った。植立用レジンを植立用ガラスアイオノマーセメントを用い、各植立用材料は、フォースゲージを用いて 20N、20 秒 の圧接、接着を行い、試験体を作製した。接着後、試料は恒温機内で室温 37℃、湿度 97% の条件下で 24 時間保存した。接着試料のせん断接着試験は、万能試験機を用いて行った。なお、クロスヘッドスピードは 1 mm/min とした。

【結果および考察】

脱灰条件の CA 群の接着強さは非脱灰条件と比較して有意に増加した。CA 群の脱灰条件は、SB 群の非脱灰条件と同等の接着強さを示した。また、非脱灰条件においては、SB、CA、GIC の順に高い接着強さを示し、脱灰条件においては、CA 群が最も高い接着強さを示した。

今回の結果、脱灰歯面における CA の接着強さは、SB と同等の接着力を示した。すなわち、実際の臨床では歯面に初期脱灰や齶蝕が残存している場合にも、接着力を発揮することが期待される。また、SB は使用前に歯面のエッチング処理が必要であるが、CA は前処理を必要としないため、SB よりも迅速な処置が可能になると考えられる。以上のことから、改良型シアノアクリレート系接着材はその接着強さと操作性により、訪問歯科治療で求められる状況下でも新たな接着材料として効果的に用いることができるものと考えられた。

抗菌的光線力学療法 (aPDT) がラット歯髄へ及ぼす影響

¹ 日本歯科大学大学院新潟生命歯学部歯学研究科 硬組織機能治療学

² 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

○高橋 天佑¹, 佐藤 史明², 新海 航一^{1,2}

Effects of antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) on rat dental pulp

¹Advanced Operative Dentistry-Endodontics, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

²Advanced Operative Dentistry-Endodontics, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

○Tenyu Takahashi¹, Fumiaki Sato², Koichi Shinkai^{1,2}

【緒言】

抗菌的光線力学療法 (aPDT) を応用し、深部齶蝕象牙質を残置させたままコンポジットレジン修復を実施できる新規齶蝕治療法を開発するために、当講座では波長の異なる半導体レーザーと各種光感受性色素液を組み合わせた aPDT の感染象牙質に対する殺菌効果を評価してきた。しかしながら、半導体レーザーから照射されるレーザー光は組織透過型であり、また、aPDT で発生する一重項酸素は細胞壁を破壊するため、近接する歯髄組織にも何らかの傷害を与えることが危惧される。本研究の目的はラット歯を用いて aPDT の歯髄刺激性を評価することである。今回は光感受性色素の違いによる影響を検討した。

【材料及び方法】

ラットに腹腔内麻酔を施した上で、ダイヤモンドポイント (MI-F06RL、松風) を用いて、ラットの両側上顎第一臼歯近心咬頭部に窩洞形成 (深さ約 0.6mm、直径 1.0mm) を行った。650nm レーザーとメチレンブルーとの組み合わせ (650-MB)、あるいは 650nm レーザーとブリリアントブルーの組み合わせ (650-BB) による aPDT を左右どちらかの窩洞に応用した。なお、レーザー照射は P2 Dental Laser System (Pioon Laser Technology) を用いて 100mW の出力で 60 秒間行った。その後、アスコルビン酸を窩洞に応用し残留酸素を除去した後、セルフエッチシステム (BeautiBond Xtreme、松風) とフロアブルレジン (Beautifil Flow Plus X F00、松風) を用いて修復した。なお、aPDT を応用しないものをコントロールとし、同様の材料で修復した (コントロール: n=8、MB と BB: n=4~5)。術後 1 日後と 14 日後にラットを屠殺し、通法に従って作製した薄切切片を H-E 染色し光学顕微鏡下で観察した。評価項目は歯髄組織の形態変化 (PTD)、炎症性細胞浸潤 (ICI)、および第三象牙質の形成 (TDF) とした。評価基準は PTD と ICI では「変化なし」、「軽度」、「中等度」および「重度」の 4 段階に、TDF では「変化なし」、「軽度」、「中等度」および「高度」の 4 段階に設定し、各試料の歯髄刺激性を評価した。

【結果と考察】

術後 1 日後の評価では、コントロールは全項目ですべて「変化なし」であったが、650-MB と 650-BB はともに PTD がすべて「軽度」、ICI が「変化なし」1 試料と「軽度」4 試料、TDF がすべて「変化なし」であった。14 日後の評価では、コントロールの PTD と ICI がすべて「変化なし」、TDF が「変化なし」1 試料と「軽度」3 試料、「中等度」3 試料、「重度」1 試料であったが、650-MB は PTD と ICI がすべて「変化なし」、TDF が「中等度」4 試料と「重度」1 試料、650-BB は PTD が「変化なし」3 試料、「軽度」1 試料、ICI がすべて「変化なし」、TDF が「中等度」2 試料、「重度」2 試料であった。650-MB と 650-BB の間にはすべての項目においてほとんど差を認めなかった。

本研究の結果において 650-MB と 650-BB は、術後 1 日後ではすべての試料で象牙芽細胞層の変化を認めたが、術後 14 日後では象牙芽細胞層の変化は認められず第三象牙質の形成を顕著に認めた。この結果は、aPDT によって一時的に歯髄組織の障害が生じるが、時間経過で治癒する可能性を示唆していると思われる。

【結論】

aPDT の歯髄刺激性に関して光感受性色素の違いによる影響は認められなかった。

下顎大白歯遠心根に水平性歯根破折を認めた感染根管治療症例

神奈川歯科大学 歯科保存学講座 歯内療法学分野
○糸永和広、村野浩気、室町幸一郎、石井信之

Horizontal root fracture in the distal root of a mandibular molar: A clinical case report

Department of Endodontics, Kanagawa Dental University
○ITONAGA Kazuhiro, MURANO Hiroki, MUROMACHI Koichiro, TANI-ISHII Nobuyuki

【緒言】

水平性歯根破折は主に外傷を原因として上顎前歯部に好発することが報告されている。非外傷性の水平性歯根破折は稀であるが、上顎大白歯口蓋根に発症する事が報告されている¹⁾。今回、非外傷性の下顎左側第一大臼歯遠心根の根尖部に発症した水平性の歯根破折症例に感染根管治療を行い、良好な経過が得られたので報告する。

【症例】

患 者：35歳男性

部 位：下顎左側第一大臼歯

主 訴：根管治療後の持続疼痛

現病歴：2021年12月に近位歯科医院にて抜髄治療を受診した。根管充填後も疼痛が改善しないため顎炎を疑い、2022年1月に神奈川歯科大学口腔外科へ紹介来院。同日に同病院マイクロスコープ診療科へ転科。

既往歴、家族歴：特記事項なし。

現 症：下顎左側第一大臼歯に強い垂直性打診痛と軽度の水平性打診痛を認めた。根尖部歯肉圧痛はなく、動揺を認めなかった。当該歯の歯肉に瘻孔、腫脹、発赤は認めず、プロービングポケットデプスは全周3mm以下であった。

口内法X線写真および歯科用コーンビームCT像において遠心根根尖部での水平性歯根破折と歯根周囲のびまん性透過像を認めた。

診 断：慢性化膿性根尖性歯周炎、水平性歯根破折（遠心根）

【治療経過】

浸潤麻酔下で下顎左側第一大臼歯にラバーダム防湿を行い、マイクロスコープ下で感染根管治療を行った。

遠心根は根尖部で破折しているため、根管長測定器を用いてファイルの根尖部到達から1mm引いた長さを作業長とした。4回目の感染根管治療まで経過が良好であったため側方加圧充填を行い、根尖から0.5mmに達する良好な根管充填所見を確認した。根管充填後、6ヶ月間のテンポラリークラウン装着による経過観察を経て臨床症状がないことを確認しCAD/CAM冠による最終補綴を行った。

【予後】

術後1年経過し、咬合痛や歯肉腫脹はなく経過良好である。X線検査で根尖周囲の透過像改善と歯根膜腔の回復を認め、遠心根の水平性歯根破折部位は周囲骨と同程度に不透過性が改善している良好な術後X線所見を得た。

【考察】

患者はオーバージェットが9mmで上顎前歯から小臼歯にかけて唇側傾斜している。そのため、咬合時に臼歯部に過度の咬合負担が予想される。また、唇側傾斜により右側変位時に犬歯誘導が得られず、接触していた下顎左側第一大臼歯の遠心面と上顎左側第一・第二大臼歯の舌側咬頭による慢性的な応力負担により遠心根根尖部で水平性歯根破折が生じた可能性が推察された。大白歯に生じた水平性歯根破折の長期予後報告²⁾はあるものの症例数が少ないため、引き続き長期経過観察の必要があると考えられた。

【引用文献】

1, Tsai *et al.*, *Int Endod J.* 2017 Sep;50(9):830-835.

2, Borelli and Alibrandi, *J Endod.* 1999 Feb;25(2):136-9.

口腔内病原性細菌に対する過酢酸系除菌剤の有効性評価

¹九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

²九州歯科大学健康増進学講座感染分子生物学分野

○高見梨華子^{1,2}, 鷲尾絢子¹, 山崎亮太², 有吉 渉², 北村知昭¹

Effectiveness Assessment of Peracetic Acid Disinfectant on Pathogenic Bacteria in Oral Cavity

¹Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Department of Oral Functions,

²Division of Infections and Molecular Biology, Department of Health Promotion,
Kyushu Dental University

○TAKAMI Rikako^{1,2}, WASHIO Ayako¹, YAMASAKI Ryota², ARIYOSHI Wataru², KITAMURA Chiaki¹

【目的】

歯内療法における根管洗浄で現在使用されている次亜塩素酸ナトリウム水溶液は殺菌効果がある一方、軟組織に接触すると組織為害性があることが問題となっている。そのため、殺菌効果を有するものの、組織為害性の低い薬剤による根管洗浄方法の確立が必要である。海外では、医療機器・クリーンルームの殺菌や食品表面の殺菌・微生物制御などに用いられ、微生物への作用後は酢酸、酸素、水に速やかに分解するため残留毒性・組織為害性が極めて低い過酢酸系除菌剤 (actril、MEDIVATORS) が広く用いられている。本研究では、口腔内病原性細菌に対する過酢酸系除菌剤 (actril) の有効性を検証することを目的とする。

【材料と方法】

口腔病原性細菌として *Streptococcus mutans*、*Porphyromonas gingivalis*、*Enterococcus faecalis* を用いた。過酢酸系除菌剤としては actril (MEDIVATORS、H₂O₂:0.8%・CH₃COOOH:0.06%・CH₃COOH:5%) を用い、*S. mutans* と *E. faecalis* に対しては次亜塩素酸ナトリウム水溶液であるアンチホルミン (日本歯科薬品、NaClO:3~6%) も用いた。actril またはアンチホルミンを混ぜた培地を連続 2 倍希釈したものに 600 nm で OD 0.05 に調整した菌液を入れ、*S. mutans* と *E. faecalis* は 37°C・5% CO₂ で 24 時間、*P. gingivalis* は 37°C、嫌気条件で 72 時間培養を行った後に 620 nm で吸光度測定を行い、菌の増殖が見られない最小の濃度を最小発育阻止濃度 (MIC) とした。MIC で増殖が確認できなかったウェルから 1 spot あたり 10 μL ずつ、3 spots とり、それぞれの菌の培養条件で培養した後にコロニー形成の有無を確認し、コロニーを形成しない最小の濃度を最小致死濃度 (MBC) とした。MIC 測定後に上清を廃棄し、RO 水で 3 回 Wash した後、0.1% クリスタルバイオレット染色を行い、95% エタノールでバイオフィルムを分散させて 540 nm で吸光度測定した。バイオフィルム形成が見られない最小の濃度をバイオフィルム形成抑制濃度 (MBIC) とした。

【結果】

S. mutans に対する actril の MIC、MBC、MBIC は actril 原液の 64 倍希釈で、アンチホルミンの MIC、MBC、MBIC はアンチホルミン原液の 16 倍希釈であった。*P. gingivalis* に対する actril の MIC、MBC、MBIC は actril 原液の 256 倍希釈であった。*E. faecalis* に対する actril の MIC、MBIC は actril 原液の 128 倍希釈、MBC は actril 原液の 64 倍希釈で、アンチホルミンの MIC、MBIC はアンチホルミン原液の 32 倍希釈、MBC はアンチホルミン原液の 16 倍希釈であった。

【考察】

actril はアンチホルミンよりも高い希釈倍率で効果を示した。actril は酢酸、過酸化水素、過酢酸、水の間で化学平衡が成り立っているため、効果が持続しやすく、アンチホルミンよりも高い希釈倍率であっても効果がある要因となっていることが考えられる。

【結論】

actril はアンチホルミンよりも低濃度で口腔内病原性細菌に対して増殖抑制、殺菌効果、バイオフィルム形成抑制効果があり、根管洗浄薬として有用である。

ケイ酸カルシウムを基盤とした新規覆髄材の開発

1) 各種ケイ酸カルシウムの合成

¹朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野,

²朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科理工学分野,

³朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座口腔生化学分野

○伊藤 友見¹, 新谷 耕平², 奥山 克史², 玉置 幸道², 川木 晴美³, 河野 哲¹

Development of novel pulp-capping material based on calcium silicate

1) Production of various calcium silicates

¹Department of Endodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, ²Department of Dental Materials Science, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, ³Department of Oral Biochemistry, Division of Oral Structure, Function, and Development, Asahi University School of Dentistry

○ Tomomi Ito¹, Kohei Shintani², Katsushi Okuyama², Yukimichi Tamaki², Harumi Kawaki³, Satoshi Kawano¹

【目的】

歯髄保存療法の成功率は、生活歯髄の状態と覆髄材料の歯髄に対する生体親和性及び封鎖性に委ねられる。近年、この性質に特化した覆髄材料として Mineral Trioxide Aggregate (MTA) に代表されるケイ酸カルシウム系セメントや生体ガラスを原料とした多くのバイオセラミックス系材料が普及している。MTA はポルトランドセメントをベースとした製品で、アルミン酸三カルシウム、硫酸カルシウム、ケイ酸二カルシウム、ケイ酸三カルシウムなどから構成され、水和反応に伴う水酸化カルシウムの生成により硬組織誘導能・抗菌作用など優れた効能を発揮すると報告されている。効能の主体となる成分はケイ酸二カルシウム、ケイ酸三カルシウムとされているが、これらは既存するポルトランドセメントの含有成分であるため独自の特性については明らかにはされていない。

そこで本研究では、MTA の主成分であるケイ酸二カルシウム、ケイ酸三カルシウムの具体的な効能を明らかにすることを目的に、ケイ酸カルシウム試薬を出発点として、ケイ酸二カルシウム、ケイ酸三カルシウムの合成を試みた。

【材料・方法】

ケイ酸カルシウム試薬 (CaSiO₃:富士フィルム和光純薬株式会社) と酸化カルシウム (CaO:キシダ化学株式会社) を反応式の分子量から算出した重量比で各粉末を混合・焼成し、ケイ酸二カルシウム (CaSiO₃+CaO→Ca₂SiO₄) 及びケイ酸三カルシウム (CaSiO₃+2CaO→Ca₃SiO₅) の合成を試みた。試料は乾式で十分に混合した後、示差熱分析装置 (Thermo Plus EV02, Rigaku) にて室温から 1400°C まで加熱時の動態を分析して発熱反応や減量が生じる温度を特定することにより焼成温度を決定した。また焼成により得られた塊を粉碎し、エックス線回折装置 (Ultima IV, Rigaku) を用いて回折ピークから化合物同定を行った。

【結果】

示差熱分析 (TG-DTA) 曲線の結果、DTA 曲線で 400°C 付近に急激な吸熱ピークが観察され、それに伴い TG で大きな減量が確認できた。さらに加熱すると試料は緩やかな減量を示すが約 650°C, 900°C, 1100°C でプラトーな部分が観察された。1200°C 以降では再び減量が加速していき約 1300°C で曲線上に微小な変化が観察された。この結果より、焼成温度は 1300°C に設定した。

試薬ケイ酸カルシウムに酸化カルシウムを順次加えて焼成した試料のエックス線回折結果では試薬ケイ酸カルシウムとは明らかに異なるピークが検出され、それぞれ Larnite (Ca₂SiO₄), Hatrurite (Ca₃SiO₅) の結晶が析出しているものと考えられた。しかし、ケイ酸二カルシウム、ケイ酸三カルシウムの主要ピークは 31-33° に集中しているため重複していることが予想され、明確な同定にはより詳細な検討が必要である。また合成に寄与しなかった酸化カルシウムのピークも一部に認められた。

【考察】

ケイ酸カルシウム試薬を基にケイ酸二カルシウム、ケイ酸三カルシウムの合成が可能になったことにより、MTA に近い新規直接覆髄材料への創製に前進した。さらに現在、ケイ酸カルシウム、ケイ酸二カルシウム、ケイ酸三カルシウム、Dycal (Dentsply Sirona) 及び Pro Root MTA (Dentsply Sirona) の粉末に対する歯髄細胞の細胞付着率や細胞増殖率、細胞毒性について、蛍光試薬による染色と測定キットを用いて生化学的評価を進行中である。今後、合成した各種ケイ酸カルシウムについて物理学的要件などを含めて検討する必要がある。

Chemerin receptor23 と CD44 は象牙芽細胞層に局在している

¹朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野,
²朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座口腔生化学分野
○横川 大輔¹,梅村 直己²,近藤 信夫²,河野 哲¹

Chemerin receptor23 and CD44 are localized in the odontoblast layer

¹Department of Endodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation,
²Department of Oral Biochemistry, Division of Oral Structure, Function, and Development,
Asahi University School of Dentistry
○Daisuke Yokokawa¹,Naoki Umemura²,Nobuo Kondo²,Satoshi Kawano¹

【目的】

歯髄幹細胞の1つのマーカーであるCD44陽性細胞は象牙芽細胞への分化誘導に関与しており、象牙芽細胞や歯髄幹細胞に発現し石灰化に関与していると報告がある。またChemerin receptor 23 (ChemR23)はChemerinの受容体であり象牙芽細胞や歯髄幹細胞に発現しており、炎症の抑制と再生に関与していると報告がある。一方、ResolvinE1はChemerin/ChemR23相互作用を媒介し歯髄の炎症を抑制することも示唆されている。しかしながらCD44とChemR23は共に象牙芽細胞に発現しているとされているが、その局在は明らかになっていない。そのため局在を明らかにすると共にこれらの炎症への関与を検証した。

【方法】

1. Wistarラット(12週, 雄性)から上顎第一大臼歯を露髄させ歯髄炎を起こした歯と, 正常な歯を通常に従い採取し, 脱灰処理後パラフィン標本を作成した。その後, 抗CD44抗体, 抗ChemR23抗体を用いて免疫組織化学染色を行った。
2. 朝日大学医科歯科医療センターに来院し, 矯正学的理由で抜去された正常な歯髄の第一小臼歯および第三大臼歯, う蝕により歯髄炎となった第三大臼歯を用い, 脱灰処理後パラフィン標本を作成した。その後, 抗CD44抗体, 抗ChemR23抗体を用いて免疫組織化学染色を行った。
3. ヒト歯髄幹細胞 (Lonza Walkersville, Inc, human dental pulp stem cell, cat No. PT-5025) を用いて, 37°C, 5%CO₂, 95%気相下にて培養液 (Dental Pulp Stem Cell Growth Media) を用いて培養した細胞株を用いた。ヒト歯髄幹細胞における CD44 と ChemR23 の発現を免疫蛍光細胞染色にて観察した。
なお, 本研究は朝日大学歯学部動物実験専門委員会 (21-046), 朝日大学倫理委員会 (31020) の承認を得て実施した。

【結果】

1. ラットの正常歯髄組織において抗CD44抗体, 抗ChemR23抗体は象牙芽細胞層にて陽性細胞が確認できた。また, 歯髄炎を起こしたラットの歯髄組織では, 抗CD44抗体, 抗ChemR23抗体共に陽性反応を示さなかった。
2. ヒトの正常歯髄組織において抗CD44抗体, 抗ChemR23抗体は象牙芽細胞層にて陽性細胞が確認できた。また, 歯髄炎を起こしたヒトの歯髄組織では, 抗CD44抗体, 抗ChemR23抗体共に陽性反応を示さなかった。
3. ヒト歯髄幹細胞の細胞レベルにおけるCD44とChemR23の発現を免疫蛍光細胞染色法にて確認した。CD44とChemR23は共に同じヒト歯髄幹細胞内に認められたが, 発現部位は異なっておりCD44は主に細胞膜に発現しており, ChemR23は主に細胞質内に認められた。

【考察】

CD44とChemR23はヒト及びマウス病理組織像で象牙芽細胞層において確認できた。細胞レベルではヒト歯髄幹細胞においてCD44とChemR23が発現していたが, その細胞内の局在はCD44は主に細胞膜, ChemR23は主に細胞質と共存していなかった。今後は両分子が歯髄の石灰化や炎症の抑制にどのように関与しているのか解明する予定である。

加熱によるケイ酸カルシウム系シーラーの理工学的性質への影響

東京医科歯科大学 (TMDU) 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

○伊藤遼太, 渡辺聡, 高野晃, 山内慎也, 興地隆史

Effect of heating on the physical properties of calcium silicate-based root canal sealers

Department of Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○ITO Ryota, WATANABE Satoshi, KOUNO Akira, YAMAUCHI Shinya, OKIJI Takashi

【目的】

加熱ガッタパーチャ法による根管充填では加熱時にシーラーの組成や硬化時間、流動性などの物性が変化すると報告 (Atmeh *et al*, 2017) が見られる。また近年ではケイ酸カルシウムを主成分とするシーラー製品が普及しつつあるが、加熱時の物性変化に関する知見は少ない。そこで本研究は、熱が各種ケイ酸カルシウム系シーラーの物性に及ぼす影響の検討を目的とした。

【材料および方法】

ケイ酸カルシウム系シーラーとして Endosequence BC Sealer (ES: Brasseler)、AH Plus Bioceramic sealer (AHB: Dentsply Sirona) の 2 種、およびエポキシレジン系シーラーである AH Plus Jet (AH: Dentsply Sirona) と酸化亜鉛ユージノール系シーラーである Pulp Canal Sealer (PCS: Kerr) の計 4 種類を被験材料とした。硬化時間の変動については 37 °C および 100°C 条件下において、フローと被膜厚さの変動は 25 °C および 100 °C 条件下において、ISO6876:2012 に準じて測定した。なお 100 °C への加温は練和直後 1 分間とした。同一温度におけるシーラー間の比較には一元配置分散分析および post hoc test として Tukey 検定を、異なる温度間の比較には t-test を使用して統計解析した ($p < 0.05$)。

【結果】

硬化時間については、100 °C 環境においてすべてのシーラーで有意に硬化時間が短縮していた ($p < 0.05$)。フローでは、37 °C 環境下において AHB は他製品に比較して有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。また 100 °C 環境下では、AH と PCS は他製品に比較して有意に高いフローを示した ($p < 0.05$)。被膜厚さについては、100 °C 環境下では AHB は他製品と比較し有意に大きい値を示すとともに、AHB と ES が 37°C と比較して有意に増加していた ($p < 0.05$)。

【考察】

Continuous wave of condensation 法で根管充填を行う場合、ヒートブラガーは 200 °C 前後での使用が推奨されているが、過去の研究 (Viapiana *et al*, 2014) において実際の温度は約 100°C であったと報告されている。したがって本研究では 100 °C、1 分間を加熱条件と設定した。

硬化時間は 100°C では AHB 以外は ISO 基準 (>30 分) に適合していた。フローは 100°C ではすべて ISO 基準 (>17mm) に適合していなかった。被膜厚さは AH と PCS のみ 100°C にて ISO 基準 (<50 μm) に適合していた。AH の硬化時間の短縮は熱によるアミノ基の消失とレジンの重合反応の促進によるものと考えられ、ケイ酸カルシウム系シーラーでは水和反応の促進によるものと考えられる。熱による硬化促進によりケイ酸カルシウム系シーラーの硬化時間とフローは減少し、被膜厚さは増加したものと考えられる。

100°C 環境下ではケイ酸カルシウム系シーラーは硬化時間以外 ISO 基準に適合しておらず、加熱ガッタパーチャ法に使用する場合には根管壁とガッタパーチャの間のシーラーによる封鎖性に負の影響を及ぼすと考えられる。

【結論】

本実験条件下では、ケイ酸カルシウム系シーラーは硬化時間の促進、フローや被膜厚さの減少が生じた。これらの物性変化は加熱ガッタパーチャ法には好ましくない影響を与えると考えられる。

内視鏡を用いた歯根端切除術に VR デバイスを応用した一症例

東京歯科大学 歯内療法学講座

○田宮 資己, 岡崎 勝至, 井瀬 智之, 倉持 仁, 谷 洗希, 山田 雅司, 古澤 成博

Apicoectomy with the use of XR tech and endoscope; A case of report

Department of Endodontics Tokyo Dental College

○Yoshiki Tamiya, Katsushi Okazaki, Tomoyuki Inose, Jin Kuramoti, Kouki Tani,
Masashi Yamada, Masahiro Furusawa

【緒言】

近年、手術用顕微鏡(マイクロスコープ)を用いた歯内療法の保険適応の拡大と治療成功率向上の報告により、その普及率が高まり、拡大視野下での歯根端切除術の需要も高まっている。一方、内視鏡を使用した歯根端切除術は、マイクロスコープを上回る拡大率を有し、海外ではすでに応用されているものの、日本国内ではいまだ一般的ではない。特に、その繊細な手技・手法から、マイクロスコープ下での治療以上に根尖部の微細な構造の観察等に優れた利点を有することが期待され、応用価値が高いものと推察される。

本法は、斜視鏡を有する内視鏡を回転することで、自由度の高い方向から根尖部をモニター上で直視しながら作業できる利点がある。また、3D ガイドを用いた歯根端切除術は、切削ドリルの方向と深さの精度を高めた先進的な治療方法と報告されている。術前シミュレーションは、XR(クロスリアリティ)技術により、患者固有のCBCT データと咬合面のSTL データから作成した3D バーチャルモデルを活用することで、3次元解剖構造の理解が深まり、最適なフラップデザインと骨削去を決定できると考えられる。今回我々は、内視鏡を用いた歯根端切除術に3D ガイドを組み合わせた一症例を報告する。

【症例】

患者は30歳の女性、上顎右側第一大臼歯歯肉部の違和感を主訴として来院した。上顎右側第一大臼歯は前医にて感染根管治療、補綴処置を行ったが、数か月後根尖部歯肉の腫脹を自覚したという。また、補綴装置の保存を強く希望していた。初診時の臨床症状は、自発痛、垂直打診痛、動揺は認めず、根尖部歯肉の圧痛を認めた。歯周組織検査の結果は全周3mm以内であった。エックス線画像上で頰側根根尖部に骨吸収を認めた。以上のことから、慢性化膿性根尖性歯周炎(Previously treated/Symptomatic apical periodontitis)と診断し、補綴装置を保存しての処置のため、歯根破折等の十分な精査が必要のため、内視鏡を用いた歯根端切除術を行う事とした。また、審美性の保全のため必要最低限の侵襲での施術をお好むために3Dバーチャルモデルを併用する事とした。本症例は患者に治療方針、それに伴うリスク、代替治療を説明し同意を得て治療を行った。(承認番号:1131) 目的外使用の薬剤の使用に関して東京歯科大学倫理審査委員会の承認を得て行った。(承認番号:SH-42)

【治療経過】

3Dバーチャルモデルを応用して作製したステントで根尖部歯槽骨の除去を最小限に行うことができた。さらに内視鏡を用いることで歯根尖の切断部や肉芽組織の除去の状況をより精密に精査することが可能であった。

【結果・考察】

今回、これらの器材を用いることで根尖部組織の侵襲を少なくし、根尖の感染歯質を確実に除去することができた。一般に顕微鏡を使用する際にはレトロミラーを用いてミラーテクニックで切断面を観察するが、出血のコントロールが難しい症例ではミラーの曇りも生じ、明瞭に観察することが難しい場合がある。しかしながら本法では直接的に該当部の状態を把握できることから効率的に処置を進めることができたと思われる。以上のことから、内視鏡を始めとする器材を用いた歯根端切除術は、臨床的に非常に有用であると考えられた。

炭酸ガスレーザー照射がヒト歯髄培養細胞における硬組織形成能に及ぼす影響

¹ 日本大学松戸歯学部歯内療法学講座, ² 日本大学松戸歯学部有病者歯科検査医学講座,
³ 日本大学口腔科学研究所

○深井譲滋^{1,3}, 渡邊昂洋^{1,3}, 葉山朋美^{1,3}, 倉持光成¹, 五明-古谷夏子¹, 中西建人¹,
小峯千明^{2,3}, 神尾直人^{1,3}, 岡部達^{1,3}, 松島潔¹

Effects of Calcification ability on human dental pulp cell by CO₂ Laser Irradiation

¹ Department of endodontics, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

² Department of Laboratory Medicine and Dentistry for the Compromised Patient, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

³ Nihon University Research Institute of Oral Science

○Joji Fukai^{1,3}, Takahiro Watanabe^{1,3}, Tomomi Hayama^{1,3}, Kosei Kuramochi¹, Natsuko Gomyo-Furuya¹,
Kento Nakanishi¹, Chiaki Komine^{2,3}, Naoto Kamio^{1,3}, Tatsu Okabe^{1,3}, Kiyoshi Matsushima¹

【目的】

保存治療における歯髄の保存は、患歯の予後や寿命に大きく影響する。しかし、治療の過程で露髄が生じた場合結果的に失活歯として保存されることが少なくない。これまで我々は、覆髄法における補助的手段の一つとして低出力のレーザー照射による硬組織形成促進効果に着目し、ヒト歯髄培養細胞 (hDPC) を用いて報告してきた。過去の研究で出力を 300 mW に揃えた異なる 2 波長の半導体レーザーを用いた際の硬組織形成能を比較した結果、細胞の持つ硬組織形成能において波長間で異なる機序がみられることを示唆した。しかしながら、覆髄処置が必要となる歯髄、特に露髄面にはすでに炎症が起きていることを考慮しなければならず、臨床で使用するにはより効率的な照射条件を探らねばならない。そこで本研究は、hDPC の持つ硬組織形成能を効率よく引き出すレーザーの検索を目的として、hDPC に対し出力 1 W の炭酸ガスレーザーが与える硬組織形成能の影響について解明を行った。併せて、高濃度 prostaglandin E₂ (PGE₂) を刺激させた hDPC に対し炭酸ガスレーザーが与える硬組織形成能の影響について解析を行った。

【材料および方法】

実験には日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認 (承認番号: EC21-20-19-003-3 号) に基づき、研究のインフォームドコンセントを十分に行って同意を得られた患者の、矯正学的理由で抜去された歯から歯髄を無菌的に取り出し、PBS で十分に洗浄した後、約 2 mm 角に細切した組織片を細胞培養プレートに静置して、10% ウシ胎児血清 (FBS)、100 μg/ml penicillin G (明治製菓株式会社) を含む α-minimum essential medium (α-MEM, Gibco 社製, USA) を用いて 37°C、5%CO₂、95% 気相下にて out growth し、5~9 代継代したものを用いて、炭酸ガスレーザーを約 1 cm 上方から照射した。

Alkaline phosphatase (ALP) 活性を経時的に測定し、最適な照射条件時間を検討した後 ELISA 法を用いて Bone Morphogenetic Protein (BMP) -2 の発現について解析を行った。

【結果および考察】

hDPC に 0 秒、20 秒、40 秒、60 秒間炭酸ガスレーザーを照射した際、照射後 72 時間の BMP-2 発現、照射後 11 日の ALP 活性において 40 秒照射をピークとする経時的な上昇を認めた。このことから 40 秒間のレーザー照射によって最も効率よく硬組織形成を誘導することが示唆された。

40 秒間照射後 72 時間の hDPC において、control に比べ高濃度 PGE₂ 刺激によって、BMP-2 の発現が低下したものの、炭酸ガスレーザーを併用して照射することによって、control と同等以上の BMP-2 の発現が認められた。PGE₂ は、歯髄の硬組織形成に関わると考えられており、hDPC を低濃度 PGE₂ で刺激すると硬組織形成が促進されるが、高濃度 PGE₂ 刺激では硬組織形成が抑制されるという二面性の働きを持つことが報告されている。このことから高濃度 PGE₂ 刺激による硬組織形成抑制を炭酸ガスレーザーの照射によって打ち消すことが示唆された。

Sudachitin がヒト歯髄細胞の炎症性メディエーター発現に与える影響

徳島大学大学院医歯薬学研究部 再生歯科治療学分野
○三枝克啓、中西 正、蔵本 瞳、細川義隆、細川育子、武川大輔、保坂啓一

The effects of sudachitin on inflammatory mediator expression in human dental pulp cells
Department of Regenerative Dental Medicine, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences
Katsuhiko MIEDA, Tadashi NAKANISHI, Hitomi KURAMOTO,
○Yoshitaka HOSOKAWA, Ikuko HOSOKAWA, Daisuke TAKEGAWA and Keiichi HOSAKA

【研究目的】

ポリメトキシフラボノイドの一種である sudachitin はスダチの果皮に存在し、生活習慣病の抑制効果や抗炎症作用など多くの生理活性作用を持ち、有用な機能性成分として注目されている。我々はこれまでに、歯髄炎における免疫応答や組織破壊の実態について、サイトカインやケモカイン等の炎症性メディエーターの観点から解析を行い、ヒト歯髄細胞が toll-like receptor 2 (TLR2) 等の自然免疫関連受容体を発現し、そのリガンドである Pam3CSK4 等に反応することで自然免疫に参画し IL-6 や IL-8 等のサイトカインを産生すること (Hirao et al., J Dent Res, 2009)、不可逆性歯髄炎の病態形成に CXCL10 等のケモカインやプロスタグランジン誘導酵素である cyclooxygenase-2 (COX-2) が関与していること (Adachi et al., J Dent Res, 2007) を明らかにしてきた。今回、歯髄炎の治療への sudachitin 応用の可能性を探るため、TLR2 リガンド刺激したヒト歯髄細胞における炎症性メディエーター発現に対し sudachitin が及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

徳島大学病院歯科を受診し、齲蝕及び歯周炎を有さず矯正目的のため抜去された健全智歯より歯髄を採取し、細切後 outgrowth した細胞を歯髄細胞とし、5~9 代継代したものを実験に使用した。なお、試料の収集は、徳島大学病院生命科学医学系研究倫理審査委員会の承認のもとで実施し、被験者には本研究の内容を説明し、同意を得た後に試料を実験に使用した (承認番号 329)。

ヒト歯髄細胞を 24-well plate に播種し、10 % FBS 添加 DMEM 培地にてサブコンフルエントまで培養後、sudachitin (6.25~50 μg/ml 濃度) の存在下で、TLR2 リガンドである Pam3CSK4 にて 24 時間作用させたときの培養上清中の IL-6、IL-8 ならびに CXCL10 の濃度を ELISA 法にて測定した。また、付着細胞からタンパクを回収し western blot 法にて COX-2 の発現を解析した。細胞障害性の有無は、細胞形態を顕微鏡で観察したうえで Cell Counting Kit-8 を用いて解析を行った。

【成績】

顕微鏡下での細胞形態の観察ならびに Cell Counting Kit-8 による解析により、今回適用した 50 μg/ml までのすべての濃度において sudachitin による細胞障害性は認められなかった。ELISA 法による定量結果から、sudachitin は Pam3CSK4 によって歯髄細胞から誘導された IL-6、IL-8 ならびに CXCL10 の産生を濃度依存的に有意に減少させた。さらに、western blot 解析により、sudachitin は COX-2 発現を減弱させることが確認された。

【考察】

本研究において、sudachitin はヒト歯髄細胞において TLR2 リガンドである Pam3CSK4 による炎症性メディエーター発現を抑制することが明らかとなった。今回の結果により、sudachitin の抗炎症作用が歯髄炎局所においても期待できる可能性が示唆された。

Ni-Ti ファイルの周期疲労耐性に対するエンドモーター回転様式の影響

神奈川歯科大学 歯科保存学講座 歯内療法学分野

○藤巻龍治, 鈴木二郎, 石井信之

Effect of end motor rotation mode on cyclic fatigue resistance of Ni-Ti files

Department of Endodontics, Kanagawa Dental University

○FUJIMAKI Ryuji, SUZUKI Jiro, TANI-ISHII Nobuyuki

【研究目的】

近年 Ni-Ti ファイルは、刃部形態やファイル素材の改良によって弾力性や疲労耐性が改善されているが、依然として根管内器具の破折が問題視されている。府ファイル破折の原因は、ファイル先端が根管に食い込む際の脆性破断であるねじれ疲労破折と、湾曲部分で回転することでファイル湾曲点の圧縮と伸張が加わり破断する周期疲労破折の2種類に大別され、臨床ではこれらが複合して破折が生じると報告されている。トライオート ZX2 は電氣的根管長測定と共に使用するファイルの回転様式に対応設定可能である。今回、トライオート ZX2 に新規回転様式 OGP-2 モードを試作し安全性の高い根管形成が期待される。

本研究は、湾曲根管を想定して角度を付与した人工根管を用いて Ni-Ti ファイルの回転様式を改良したトライオート ZX2 にて連続回転運動で使用し、周期疲労耐性に関する解析を行った。

【材料および方法】

供試した人工根管にはステンレス鋼製のメタルブロックを、根管口部の大きさ 14mm 曲率半径は 5.7mm とし湾曲角度を 30 度、40 度、50 度の 3 種設定した。根管形成用エンドモーターはトライオート ZX2 (モリタ) を使用し、正規回転様式と新規回転様式 (OGP-2) にて Ni-Ti ファイル、Protaper Next 群 (#25/06, デンツプライ シロナ)、EndoWave 群 (#25/04, モリタ)、WaveOne Gold 群 (#25/07, デンツプライ シロナ) の Ni-Ti ファイル 3 群を湾曲角度と回転様式の各測定条件にて破折までに要する時間 (上限 10 分) を計測し比較した。計測には Ni-Ti ファイルと人工根管との間に摩擦抵抗が起こらないように潤滑剤として EDTA アクアジェル (ペントロンジャパン) を使用した。統計学的解析は、Kruskal Wallis H-test および Bonferroni 法による多重比較検定を行った。

【結果】

回転様式の異なる供試 Ni-Ti ファイルすべてにおいて湾曲角度 30 度では 10 分以内に破折は確認されなかった。湾曲角度が 40 度、50 度において各群間の破折時間に有意差は確認されなかったが、回転様式にて正規回転様式に比べ OGP-2 では破折時間の延長傾向が確認された。

【考察および結論】

Ni-Ti ファイルの臨床使用における器具破折率は 0.9~5.1% と報告されている。本研究結果より、切削回転中にファイルに加わる応力に応じた新規回転様式の OGP-2 は、湾曲根管における周期疲労破折リスク低減に有効であることが示唆された。

レジン系根管充填用シーラーを用いて単独根管充填を行った 1 症例

¹大阪大学大学院歯学研究科歯科保存学講座

²大阪大学医学部附属病院未来医療開発部

¹○森山 輝一, ¹岡本 基岐, ¹松本 紗也子, ¹渡邊 昌克, ¹中谷 公貴, ²岩崎 幸司, ²齋多 遼太郎,

²西村 有起, ¹高橋 雄介, ¹林 美加子

A Case Report: Successful Root Canal Treatment Using Resin Sealer Without Gutta-percha Point.

¹Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

²Department of Medical Innovation, Osaka University Hospital

○Moriyama Kiichi, Okamoto Motoki, Matsumoto Sayako, Watanabe Masakatsu, Nakatani Kouki, Iwasaki Koji, Saita Ryotaro, Nishimura Yuki, Takahashi Yusuke, Hayashi Mikako

【緒言】根管充填は、無菌的環境が達成された根管に新たな細菌・起炎物質の侵入と残存細菌の繁殖を防ぐために、歯内療法最終段階として行われる重要な処置である。わが国で最も頻用されている根管充填法は側方加圧・垂直加圧充填法である。一方、欧米ではバイオセラミック系あるいはレジン系根管充填用シーラーを用いたシングルポイント法が見直され始め、臨床成績が従来の側方加圧・垂直加圧充填法と同等であることが報告されている。そこでは、近年登場した根管充填用シーラーが良好な封鎖性、流動性ならびに生体親和性を有していることが、好成績につながっていると考えられている。そこで今回ガッタパーチャポイントを使用せず、レジン系根管充填用シーラーのみによる単独根管充填法と従来からの根管充填法との治療成績を比較するランダム化比較試験の実施を念頭に、パイロットスタディーとしてレジン系根管充填用シーラーによる単独根管充填を評価した 1 症例を提示する。

【症例】患者：75 歳，男性，主訴：下顎右側第一大臼歯の自発痛と歯肉腫脹

既往歴：患者は継続したう蝕治療のため大阪大学歯学部附属病院を受診していた。下顎右側第一大臼歯にう蝕を指摘され治療を予定していたが臨床症状がないことから、COVID-19 蔓延のため歯科受診を控えていた。約 2 週間前から冷水痛が強くなり、2 日前より激しい自発痛のため来院された。

現症：顔貌の非対称性や腫脹は認めなかった。患歯は自発痛(+)、打診痛(+)、根尖部圧痛(+/-、違和感)、歯肉腫脹(+)、動揺度(0 度)、プロービング深さは遠心のみ 5 mm、歯髄検査において、電気刺激および温度刺激ともに反応を示さなかった。デンタルエックス線検査では、遠心歯頸部より歯髄腔へ達するう蝕様透過像を認めたが、根尖部透過像は確認できなかった。

【診断および治療方針】歯髄壊死、症状の改善を目的に歯内療法を行うことを説明した。

本研究は大阪大学大学院歯学研究科・歯学部および歯学部附属病院倫理審査委員会による承認下で行われた(R3-E17)。

【治療経過・予後】ラバーダム防湿およびマイクロスコープによる拡大視野下で感染歯質は歯髄腔に到達しており、歯髄の保存は難しいと判断したため根管治療を開始した。近心頰側根はファイル挿入時痛があったため、浸潤麻酔を行った後、根管治療をすすめた。電氣的根管長測定を行いつつ、穿通とグライドパスを行い、#40/.04 を最終拡大号数とした根管形成を行った(NiTi ファイル: HyFlex EDM, Colten, エンドモーター: TriAuto ZX2, モリタ製作所)。歯科用コーンビーム CT 画像も参考にしつつ、全周ファイリングを行い、根管洗浄後、水酸化カルシウム製剤を貼薬した。次回来院時には臨床症状がすべて改善していたため、レジン系根管充填用シーラー(メタシール Soft ペースト, サンメディカル)にて単独根管充填を行った。3 根管の根管充填に要した時間は 35 秒であった。術直後から疼痛が生じることはなく、1 年経過後の口腔内検査およびデンタルエックス線画像から、根尖部透過像の変化および臨床症状をきたすことなく、良好に経過している。

【考察および結論】本症例は、レジン系根管充填用シーラー単独根管充填法の有効性を示す典型的な 1 症例である。根管充填用シーラーによる単独根管充填は操作が簡便かつ短時間で行えるため、患者の負担軽減を図ることができる。充填され硬化したシーラーの除去も手用ファイルなどで行うことができる。さらには、再根管治療の頻度が高い我が国の歯内療法の現状において、ガッタパーチャポイント除去の煩雑さと難しさに直面することも多いことから、根管充填法の新たな選択肢の 1 つになる可能性がある。本症例報告の成果は、従来の根管充填法との臨床成績を比較するランダム化比較試験を将来実施する上での基盤となるものである。

高周波通電による抜髄後の疼痛減少効果に関する後向き観察研究

¹医療法人とみなが歯科医院

²北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座 歯周・歯内療法学教室

○富永 敏彦^{1,2}, 東條 愛¹, 木村 祐介¹, 菅谷 勉²

A retrospective study on the pain-reducing effect after pulpectomy by high-frequency conduction

¹Tominaga Dental Clinic

²Department of Periodontology and Endodontology, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University

○Toshihiko Tominaga^{1,2}, Ai Tojo¹, Yusuke Kimura¹, Tsutomu Sugaya²

【研究目的】抜髄の成功率は83~97%と報告されているが、複雑な根管形態などにより歯髄の機械的除去が適切に行えず、抜髄後に疼痛が認められ、症状が消退せず多回数の根管治療を必要とすることもある。以前の研究において、根管に高周波電流を通電することより、電極近傍だけでなく電極から離れた根尖狭窄部や側枝などで、発熱により歯髄組織の変性や灰化が可能であることを動物実験で明らかにし、第151回本学会で報告した¹⁾。今回、抜髄時に高周波通電を行うことが、術後疼痛の減少に有効であるかを後向き観察研究により評価した。

【材料および方法】2015年1月4日から2021年8月31日までに北海道大学病院歯周・歯内療法科、医療法人とみなが歯科医院にて、抜髄および根管充填が行われた症例を対象とし、即時根管充填した症例は除外した。調査項目として、歯種、術前・術後の臨床症状(自発痛、打診痛、冷水痛、温水痛、圧痛、腫脹、動揺)、根尖孔への穿通の可否、高周波通電の有無、術者の経験年数、根管充填までに要した治療回数等とした。なお高周波通電は、高周波治療器(モリタ製作所)を用いて、周波数510±50kHz、印加電圧90~225V、Duty cycle 70%、1回通電時間1.0秒間にて根管より通電した。抜髄後の臨床症状やファイル挿入時の痛みに影響を与える因子についてロジスティック回帰分析を行い、さらに交絡因子の影響を排除する目的で傾向スコアマッチングを行なって、抜髄後の臨床症状(自発痛、打診痛)、根管所見(出血や排膿の有無、ファイル挿入時の疼痛の有無)、根管充填までの治療回数について両群を比較した。なお、本研究は北海道大学病院生命・医学系研究倫理審査委員会の承認を得て行った(臨床研究番号 生022-0071)。

【結果と考察】対象症例は高周波通電したHFC group: 558歯、通電しなかったControl group: 461歯の合計1019歯であった。抜髄後次回来院時の臨床症状に対してロジスティック回帰分析を行った結果、オッズ比と95%CIは、高周波通電の有無が0.32 [0.12-0.85]、歯種が1.53 [1.02-2.32]、術前の症状の有無が4.07 [1.85-8.90]で有意な影響がみられた。次回来院時の根管内へのファイル挿入時の痛みに対しては、高周波通電の有無が0.10 [0.05-0.21]、穿通の可否が0.36 [0.18-0.73]、術前の症状の有無が2.71 [1.27-5.78]、施設が0.26 [0.13-0.52]で有意な影響が認められた。

また傾向スコアマッチング後、HFC groupとControl groupは各186歯となり、次回来院時の打診痛はHFC groupは0.6%、Control groupは4.5%、ファイル挿入時の疼痛は0.6%と18.5%となり、いずれもHFC groupが有意に($p < 0.001$)少なかった。根管充填までの治療回数の中央値[四分位範囲]は、HFC groupが2.0 [2.0-2.0]回、Control groupが3.0 [3.0-3.0]回であり、HFC groupが有意に($p < 0.001$)少なかった。これらの結果は、高周波通電によって歯髄組織を失活させるとともに、根管内の感染物質を殺菌・無毒化できたためであると考えられた。

【結論】抜髄時に高周波電流を通電することにより、次回来院時の疼痛や根管内へのファイル挿入時の痛みが減少し、根管充填までの根管治療回数を減少できることが明らかになった。

【参考文献】

- 1) 森 厚志, 河野通俊, 中谷充宣, 前田良子, 降旗友和, 中塚 愛, 菅谷 勉. 高周波電流による歯髄の焼灼. 第151回日本歯科保存学会学術大会プログラムおよび講演抄録集, 125, 2019.

リポ多糖刺激に対するヒト歯髄細胞の小胞体ストレス反応

広島大学 大学院医系科学研究科 歯髄生物学研究室

○成瀬 友哉, 武田 克浩, 白輪地 聡美, 吉田 和真, 平田-土屋 志津, 柴 秀樹

Endoplasmic reticulum stress response of human dental pulp cells to lipopolysaccharide stimulation.

Department of Biological Endodontics, Graduate School of Biomedical and Health Sciences

○ Tomoya Naruse, Katsuhiko Takeda, Satomi Shirawachi, Kazuma Yoshida, Shizu Hirata-Tsuchiya, Hideki Shiba

【目的】

小胞体ストレスとは細胞内小器官の一つである小胞体において、タンパク質の折りたたみ・修飾が正常に行われなかった異常タンパク質が蓄積される状態のことであり、栄養飢餓や低酸素、ウイルス感染などによって引き起こされる。小胞体ストレスは小胞体ストレス応答と呼ばれるシグナル経路を活性化させ、糖尿病や神経変性疾患など様々な疾患に関与している。しかしながら、歯髄炎の発症・進展における小胞体ストレスの役割については不明な点が多い。本研究では、小胞体ストレス誘導剤である Tunicamycin および歯髄炎起炎物質の一つであるリポ多糖(LPS)に対する歯髄細胞の小胞体ストレス応答と炎症反応を検討した。

【方法】

1. 供試細胞 : ヒト歯髄細胞 (hDPCs) は、Lonza から購入し、Fatal Bovine Serum (Gibco) 10 %含有のD-MEMにて培養した。5~7代継代したhDPCsを以下の実験に供した。
2. TunicamycinのhDPCsに対する細胞毒性の検討 : 96 well plateにて培養したhDPCsをD-PBSで2回洗浄した後、無血清下にて小胞体ストレス誘導剤であるTunicamycin (Wako) を0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 μM の各濃度で24時間作用させ、Cell Counting Kit-8 (Dojindo) を用いて細胞生存率を調べた。
3. Tunicamycinによって誘導されるhDPCsの小胞体ストレス反応 : 培養したhDPCsをD-PBSで2回洗浄した後、無血清下でTunicamycin (0.1 μM)を3, 6, 12, 24時間作用させ、リアルタイムPCRによって小胞体ストレス応答遺伝子(XBP1, XBP1s, GRP78, CHOP, GADD34)および炎症性サイトカイン(IL-6, IL-8)のmRNA発現を解析した。
4. LPSに対するhDPCsの小胞体ストレス反応 : 培養したhDPCsをD-PBSで2回洗浄した後、無血清下でLPS (1.0 $\mu\text{g/mL}$)を3, 6, 12, 24時間作用させ、リアルタイムPCRによって小胞体ストレスマーカー遺伝子および、炎症性サイトカインのmRNA発現を解析した。

【結果】

1. 0.01, 0.05, 0.1 μM の濃度のTunicamycinは、hDPCsの生存率に影響を与えなかったが、0.5, 1.0, 2.0, 5.0 μM で作用させるとhDPCsの生存率は75~40%に低下した。
2. Tunicamycinは24時間の作用をピークとして小胞体ストレス応答遺伝子であるXBP1, XBP1s, GRP78, CHOP, GADD34および炎症性サイトカインであるIL-6, IL-8の発現を有意に促進させた。
3. LPSは12時間の作用をピークとしてhDPCsに対して小胞体ストレス応答遺伝子であるXBP1のmRNA発現を有意に上昇させ、3時間の作用をピークとして炎症性サイトカインであるIL-6, IL-8のmRNA発現を有意に上昇させた。

【考察】

小胞体ストレス誘導剤であるTunicamycinが炎症性サイトカインの遺伝子発現を促進し、LPSが小胞体ストレス応答遺伝子の遺伝子発現を促進したことから、歯髄炎の発症・進展に小胞体ストレスが関与している可能性が示唆された。

Lipopolysaccharide 存在環境下で高 pH 環境誘導剤(材)品がヒト骨芽細胞に与える影響

東京歯科大学 歯内療法学講座

○倉持 仁、関矢日向子、岩澤 弘樹、鈴木 穂、中里 晴香、佐古 亮、古澤 成博

Effect of high-pH environment-inducing agents on human osteoblast under lipopolysaccharide existence

Department of Endodontics, Tokyo Dental College

○KURAMOCHI Jin, SEKIYA Hinako, IWASAWA Hiroki, SUZUKI Megumi, NAKAZATO Haruka,
SAKO Ryo, FURUSAWA Masahiro

【目的】

齶蝕や歯の破折から細菌感染した根管や根尖部に生じた膿瘍などからは、グラム陰性菌を含む様々な細菌種が検出される。グラム陰性菌は細胞壁成分として Lipopolysaccharide (以下 LPS) を有し、炎症の誘発や根尖性歯周炎の難治化につながるとされている。近年では根管内の殺菌、硬組織形成誘導および LPS の減弱を目的とし、高 pH 環境を誘導する水酸化カルシウム製剤が多く用いられている。また、周囲組織の pH を上昇させる新たな歯科材料が様々登場し、治療に用いられる機会が増えてきた。しかしながら、それらにより誘導された pH 環境の変化に伴う LPS の減弱が、周囲の細胞に与える影響については明らかになっていない。そこで本研究では、高 pH 環境を誘導する剤(材)品が LPS 添加培地で培養したヒト骨芽細胞の硬組織形成能に与える影響について検討した。

【材料および方法】

高 pH 環境を誘導する剤(材)品として、カルビタール(以下 CV : ネオ製薬社製)、カルシペックスブレーン II (以下 Cal 群 : ネオ製薬社製)、ビタペックス(以下 Vit 群 : ネオ製薬社製)、Bio-C リペア(以下 Bio 群 : アンジェラス社製)、ProRoot MTA (以下 MTA 群 : デンツプライシロナ社製)を用いた。なお、カルビタールはレンツロを用いて貼薬する稠度の群(以下 CV-L 群)と、填塞して貼薬する稠度の群(以下 CV-P 群)の2種類で実験を行った。

ヒト骨芽細胞(以下 HOB : PromoCell, Germany)を 24-well プレートに 1.0×10^4 cell/well で播種し、骨芽細胞増殖培地(PromoCell)で3日間培養後、硬組織形成培地として β -Glycerophosphate (10 mM : Sigma-Aldrich, USA) と L-ascorbic acid phosphate (50 μ g/mL : Sigma-Aldrich) を D-MEM (Gibco, USA) に加えた。また、炎症環境の再現のために *E. coli* 由来 LPS (1,000 ng/mL : Sigma-Aldrich) を添加した。各被験剤(材)料が細胞周囲に沈着することを防ぐため、トランスウェルインサート(ポアサイズ 1.0 μ m, Greiner, Australia) に材料を填入したのちにウェルへ静置した (n=3)。

評価は、10 日後に Pierce BCA Protein Assay (Thermo Fisher Scientific, USA) によるタンパク質総量とラポアッセイ ALP (富士フィルム和光) によるアルカリフォスファターゼ活性(以下 ALP 活性)、17 日後にアリザリンレッド S 染色(以下 ARS)を行った。なお、統計学的有意差検定には one-way ANOVA 検定および Tukey 法を用い、有意水準を $p < 0.05$ とした。

【成績および考察】

CV-P 群において高い ALP 活性と ARS での硬組織形成が示された。また ARS では Bio 群、MTA 群においても硬組織形成がみられた。我々は第 157 回日本歯科保存学会秋季学術大会で、CV-P 群は粉末成分に含まれる高い水酸化カルシウム含有量により高 pH 環境を誘導しやすいことを報告した。本研究でも CV-P 群では他の群に比較して至適 pH に近い環境が再現されたため、ALP 活性が上昇したものと考えられた。一方、ARS で硬組織形成を示した Bio 群、MTA 群はケイ酸カルシウムを主成分としている。これらは水分と反応して持続的に Ca^{2+} と OH^- を生じる性質から、pH を上昇させるまたは一定の値を維持することができたため、他の群より硬組織形成を促進した可能性が考えられた。硬組織形成が認められなかった群では、材料に含まれる水酸化カルシウム以外の成分が影響した可能性や、培地の緩衝作用などにより実験期間中に高 pH 環境を維持できなかった可能性も考えられ、今後は培養期間の延長や評価法の追加が必要と考えられた。

以上のことから、CV-P 群が最も高い硬組織誘導能を示し、感染根管治療の際の根尖部の硬組織形成に有効に作用することが確認された。

5G (4G) Network による XR (AR) を用いた歯牙解剖学における教育効果の評価

東京歯科大学 歯内療法学講座

○井瀬智之 岡崎勝至 山田雅司 田宮資己 倉持仁 谷洗希 古澤成博

The assessment of the educational effect of tooth anatomy with Cross reality(XR).

Department of Endodontics, Tokyo Dental College

○Tomoyuki INOSE Katsushi OKAZAKI Masashi YAMADA Yoshiki TAMIYA

Jin KURAMOCHI Koki TANI Masahiro FURUSAWA

【目的】

クロスリアリティ (XR) は、VR、AR、MR を総称する視覚拡張技術であり、没入型学習を可能にする。XR は医科領域においては全身解剖学講義に導入されており、拡張・選択的な閲覧が出来、構造の 3 次元的な関係を直感的に把握することが可能である。しかしながら、5G (4G) Network による XR (AR) を用いた口腔解剖学の教育効果については、これまで研究がなされていない現状にある。そこで我々は、根管解剖を学ぶ歯内療法学講義において、XR (AR or/and VR)、すなわち 3D バーチャルモデルを活用した教育モダリティの学習効果を評価することを目的として本研究を行った。

【材料および方法】

5名の臨床研修歯科医を被験者とし、まず講師Aによる根管解剖の授業に、CBCT画像と3Dバーチャルモデルの2つを用いた教育講義を行った。教育内容は、歯内療法学を専門とする他の2名の講師BとCが検討し、3名の講師の合意を得た内容で、被験者は講義で根管形態や解剖学的なバリエーションについて学び、2次元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配置を観察した。次に、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を装着、あるいはスマートフォンの画面上でXR(AR)環境の3Dバーチャルモデル画像を観察させることにより、根管形態をあらゆる方向から可視化し、さらには拡大倍率下にて歯の根管内部からの観察も可能にした上で、CBCTとAR/VRの両方について、質問に対し正答が得られるまでに要した時間を分析し評価した。データは有意水準0.05(p=0.05)で統計学的に分析した。

最後に、被験者らにXR(AR or/and VR)環境下で根管形状を観察するための可視化技術にどの程度対応できたかをアンケート形式にて記述させた。なお、CBCTについての講義には、講師Aが2Dモニター上のCBCT画像を操作して作成した根管治療の解剖に関する教材を使い、3Dバーチャルモデルについての講義は、講師Aがスマートフォンを持ち、画面上の3Dバーチャルモデルを操作して作成した根管治療の教材を用いることとした。

【結果及び考察】

質問項目1~4の4問に対する回答時間の平均は、AR/VRでそれぞれ30.7秒、21.5秒、20.5秒、21.1秒であり、合計時間の平均は93.8秒であった。一方、CBCTではそれぞれ117.1秒、76.6秒、115.0秒、83.5秒であり、合計時間の平均は392.2秒といずれも差がみられた。これは、CBCTのツールとしての操作性の難易性や、CBCTへの習熟度の差によるものと考えられた。また、従来2次元的な学習により学習をしていた複雑な根管解剖を、3次元的に自らの意のままに観察対象を動かしながら学習することが出来たことによる学習効果の向上が示唆された。

以上のことから、口腔解剖学、特に根管解剖についての教育において、5G(4G)NetworkによるXR(AR)の応用は、有用性が高いものと思われた。

術者の経験がニッケルチタン製ロータリーファイルおよび ステンレススチール製手用 K ファイルの根管形成に及ぼす影響

東京医科歯科大学 (TMDU) 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
○平野恵子, 牧圭一郎, 木村俊介, 雲野颯, 大森智史, 春日柚香, 海老原新, 興地隆史

Effect of operators' experiences on shaping performance of nickel-titanium rotary files and stainless steel hand K files

Department of Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○HIRANO Keiko, MAKI Keiichiro, KIMURA Shunsuke, UNNO Hayate, OMORI Satoshi, KASUGA Yuka, EBIHARA Arata, OKIJI Takashi

【目的】ニッケルチタン製ロータリーファイル (NiTi ファイル) は卒前教育にも導入されており, NiTi ファイル使用経験の無い学生であっても, NiTi ファイルを用いることでステンレススチール製手用 K ファイル (K ファイル) と比較し, 根管追従性が高まると報告されている (牧ほか, 日歯保存誌, 2020). また, NiTi ファイルの使用経験がある歯科医師は, 使用経験のない歯科医師と比較して作業時間を短縮可能との報告もみられる (Mesgouez, *et. al.* Int Endod J, 2003). しかし, 術者の経験が NiTi ファイルと K ファイルそれぞれに対していかなる影響を及ぼすかを評価した報告は少ない. そこで本研究は, NiTi ファイルあるいは K ファイルによる彎曲根管の形成における作業時間, 根管追従性およびエラー発生頻度に対して, 術者の経験の違いが及ぼす影響を解析することを目的とした.

【材料および方法】NiTi ファイルの使用経験のない東京医科歯科大学歯学部歯学科 4 年生 44 名 (学生) と, 5 年以上の臨床経験がある東京医科歯科大学歯髄生物学分野の歯科医師 12 名 (経験者) を対象とした (倫理申請番号: C2022-022). 術者は, 上部拡大済みの J 字型透明根管模型 (作業長 17mm, 彎曲角度 45°, Dentsply Sirona, Switzerland) に対して, Vortex Blue (Dentsply Sirona; VB) を用いたクラウンダウン形成 (NiTi 群), およびステンレススチール製手用 K ファイル (Zipperer, Germany) を用いたステップバック形成 (K ファイル群) を行った. NiTi 群は, 根管形成用モーター (X-Smart Plus, Dentsply Sirona) を 500 rpm/2.0 Ncm に設定し, #30/0.06, #25/0.06, #20/0.06 の順にクラウンダウン法で根尖まで形成した後 #25/0.06 まで根管を拡大した. K ファイル群は根尖部を #25 まで拡大した後に, 1 mm ごとのステップバック形成を #50 まで行った. 作業時間, 根尖から 0~3 mm における根管追従性 (centering ratio), およびファイル破折, レッジ形成, およびアンダー形成等のエラーの頻度を解析した.

エラーの発生頻度は各器具についてフィッシャーの正確確率検定で, また作業時間および各器具における Centering ratio については二元配置分散分析および Bonferroni 法による多重比較検定にて, それぞれ有意水準 5% で統計解析した.

【結果】根管形成中のエラーは, NiTi 群では学生で 1 根管 (アンダー形成) に対して, 経験者では生じなかった ($p > 0.05$). K ファイル群では学生で 28 根管に生じ (レッジ 25 根管, ファイル破折 2 根管, アンダー形成 1 根管), 経験者の 1 根管 (レッジ) と比較して有意に高頻度であった ($p < 0.05$). 作業時間は, 両器具ともに経験者が学生と比較し有意に短く ($p < 0.05$), また学生では NiTi 群が K ファイル群より有意に短時間であった ($p < 0.05$). 一方, 経験者では両群で差を認めなかった ($p > 0.05$). Centering ratio は, NiTi 群と K ファイル群ともにすべての測定点で経験者が学生と比較し, 有意に小さい値 (根管の偏位が小さい) となった ($p < 0.05$).

【考察】K ファイル群におけるエラー発生頻度, および両器具における形成時間と centering ratio については, いずれも学生が経験者より有意に大きい値であり, 適切な知識および訓練による器具操作の習熟度向上により彎曲根管の形成の精度や効率が高まることが示唆された. 一方, NiTi ファイル群でエラーの発生頻度に術者間の差はみられず, 特にレッジ形成例は術者によらず皆無であったことから, NiTi ファイルは術者の経験によらずレッジ形成の回避に有用と考えられた.

【結論】彎曲根管の形成における作業時間, 根管追従性は両器具とも経験者が有意に良好な成績を示した. エラー発生頻度については K ファイルでは同様の傾向であったが, NiTi ファイルでは経験による差は認められなかった.

NaOCl および EDTA が根管象牙質に与える影響の形態学的評価 -根管系実験モデルを用いた検討-

大阪大学大学院歯学研究科歯科保存学講座

○川西 雄三, 前歯 葉月, 島岡 毅, 北谷 匠, 内藤 克昭, 高橋 雄介, 林 美加子

Morphological analyses of effects of NaOCl and EDTA on dentin using a root canal model

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

○KAWANISHI Yuzo, MAEZONO Hazuki, SHIMAOKA Tsuyoshi, KITATANI Takumi, NAITO Katsuaki,
TAKAHASHI Yusuke, HAYASHI Mikako

【研究目的】

根管形成後の象牙質表面に形成されるスミア層除去には次亜塩素酸ナトリウム溶液 (NaOCl) およびエチレンジアミン四酢酸溶液 (EDTA) を用いた根管洗浄が有効である (Violich DR, *Int endod J*, 2010). 一方, EDTA の長時間の使用や他の根管洗浄液の使用順序により, 根管象牙質の過脱灰を引き起こすことが指摘されており, 象牙質の強度低下につながる可能性があるとされている (Qian, *J Endod*, 2011). しかし, 根管洗浄液を用いた根管象牙質表面のスミア層除去や脱灰の形態学的評価に関する報告は, 象牙質ブロックを洗浄液に浸漬後に評価する実験系モデル (浸漬系) が多く, 根管形態を維持し, 根管洗浄実施後に評価をおこなう実験モデル (根管系) を用いた報告は少ない. 本研究では, 臨床を模した根管系において, NaOCl と EDTA を用いて根管洗浄をおこない, 根管象牙質のスミア層除去能と脱灰能を形態学的に検討し, その結果を従来の浸漬系と比較することで, 根管系実験モデルの妥当性を評価することを目的とした.

【材料及び方法】

本研究は, 大阪大学大学院歯学研究科倫理審査委員会の承認を受け実施された (承認番号: R1-E44). ヒト単根抜去歯 (n=40) を用いた. 歯冠を削除し, 根管に 2.5%NaOCl を満たした状態で Ni-Ti ロータリーファイル (レイス, FKG DENTAIRE) を用いて #35 .06 テーパーまで根管形成を行った. 根管形成終了後, 以下の洗浄液・順序にて最終洗浄を行った. 根管形成, 根管洗浄を行っていないものを陰性対照群とした (各群 n=5).

G1: 10% クエン酸 5分 + 2.5% NaOCl 30秒 (陽性対照群) G2: 根管形成, 根管洗浄行わず (陰性対照群)

G3: 18% EDTA 1分 + 2.5% NaOCl 30秒

G4: 2.5% NaOCl 30秒 + 18% EDTA 1分

G5: 18% EDTA 10分 + 2.5% NaOCl 30秒

G6: 2.5% NaOCl 30秒 + 18% EDTA 10分

洗浄後の試料は歯軸方向に 2 分割し, 脱水, 蒸着後, 走査型電子顕微鏡 (SEM, JSM-6390LV, JEOL) で歯根中央部根管象牙質表面の任意の 3 ヶ所を観察した. 得られた画像を以下の項目で計測, 評価した.

① 単一視野において目視できた象牙細管の占める面積の割合: スミア層除去能および象牙質脱灰能

② 単一視野において目視できた 1 象牙細管あたりの平均面積: スミア層除去能および象牙質脱灰能

③ 単一視野において目視できた象牙細管数: スミア層除去能

また, 根管形成終了後に歯根象牙質からブロックを切り出し, 試料を G3, G4 と同様の洗浄液に浸漬した試料 (浸漬系) についても, 上記 3 項目の計測を行った. なお, 陰性対照群 (G2) と比較し, 単一視野における目視できた 1 象牙細管あたりの平均面積が有意に大きいものを過脱灰と定義した. 統計学的解析は有意水準 5%にておこなった.

【結果および考察】

根管系において, EDTA の使用順序の違い (G3 と G4 間, G5 と G6 間) では①~③すべてで有意差を認めなかった. EDTA の作用時間で比較すると 1 分間作用させた群 (G3, G4) より 10 分間作用させた群 (G5, G6) で①②に有意に大きな値が認められ, ③では有意差を認めなかった. 根管系と浸漬系を比較すると, 同じ洗浄方法を用いた際, ①~③すべての評価項目において浸漬系が有意に大きい値を示した. また, 過脱灰については根管系の EDTA を 10 分作用させた群 (G5, G6) と浸漬系全ての群で確認された. 以上の結果より, 根管洗浄液の使用順序はスミア層の除去能や象牙質脱灰能に影響を及ぼさないことが示された. 一方, EDTA の作用時間の延長は象牙質の脱灰能に影響を及ぼし, 過脱灰を引き起こされる可能性が示唆された. また, 浸漬系は臨床を模した根管系と異なる結果が得られたことから, 根管洗浄液の根管象牙質に与える影響を評価する際には, 根管系を用いることが適切であると考えられた.

本研究は JSPS 科研費 JP22K09998, JP22H03268, JP20H00552 の助成を受けたものです.

シングルポイント根管充填での根管シーラーの違いが根管封鎖性に及ぼす影響

¹岩手医科大学歯学部歯学研究科 歯科保存学講座 歯治療学分野

²岩手医科大学歯学部 医療工学講座

○相上雄亮¹, 清水峻介¹, 浅野明子¹, 武本真治², 野田 守¹

Influence of endodontic sealers with single point technique for endodontic filling on sealing ability

¹Division of Operative Dentistry and Endodontics, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Iwate Medical University

²Department of Biomedical Engineering, Iwate Medical University

○Yusuke Aigami¹, Shunsuke Shimizu¹, Akiko Asano¹, Shinji Takemoto², Mamoru Noda¹

[目的]

根管充填での緊密な根管封鎖は、再感染リスク低減に非常に重要な因子であり、予後に影響すると考えられている。近年、根管拡大および形成には、剛性の大きいステンレス鋼や剛性の小さいニッケルチタン合金のファイルが症例に応じて用いられている。ニッケルチタン合金製ローターリーファイルは根管に追従しやすいといわれており、比較的根管に相似した窩洞形成が可能とされている。一方、根管充填は根管シーラーを併用して複数あるいは単一の根管充填材を垂直加圧法や側方加圧法で行われる。近年、再現性に優れる規格窩洞形成が可能となり、シングルポイント法による根管充填が普及している。しかしながら、根管シーラーの種類がシングルポイント法による根管充填の封鎖性に及ぼす影響について比較検討した報告は少ない。

本研究では、シングルポイント法による根管充填において、根管シーラーの種類が根管封鎖性に及ぼす影響を調べるため色素浸透試験を行い、デジタル画像処理での数値化により封鎖性を比較検討した。

[材料と方法]

ウシ下顎前歯歯根を根尖から16mmで切断し、根管を通法にしたがってISO規格#140のステンレス鋼製ファイル(02テーパー)で作業長15mmとした窩洞を形成した。根管形成した歯根に同規格号数のガッタパーチャポイント(GP, GC)と根管シーラーを用いて根管充填した。根管シーラーは3種類の無機系シーラー(Canals(GC), ニシカキャナルシーラーNおよびニシカキャナルシーラーBG(いずれも日本歯科薬品))と3種類のレジン系シーラー(AH Plus jet(Dentsply Sirona), メタシール soft およびメタシール soft ペースト(いずれもサンメディカル))を用いた。根管充填した歯根は1日間、37°Cの湿潤環境に静置した。根管充填した歯根の根尖側を1%トルイジンブルー水溶液に浸るようにし、37°Cの恒温槽に3日間静置した。3日後、歯根の根尖側から歯軸に対して垂直に1mm厚さの切断し、円板状試料(4枚)を得た(各根管シーラーでN=6)。得られた試料を根尖側から順にS1~S4とし、デジタル顕微鏡で試料の両面を観察した。観察した画像の根管シーラーが充填されている領域(SE領域)と根管シーラー外周20μmの歯質領域(DE領域)を関心領域とし、画像解析ソフト(ImageJ, NIH)で解析し、面積比として着色部の割合を算出した。

統計解析は、無機系およびレジン系根管シーラー内での各シーラーの着色割合をKruskal-Wallis検定により、また歯根の根尖側から同一距離での無機系とレジン系シーラーの着色割合をMann-Whitney U検定により行った($\alpha=0.05$)。本研究は岩手医科大学動物実験委員会の承認をうけて行った(#02-002および#04-002)。

[結果]

S1の根尖側ではGPの先端部の形状が一定でなかったためS1の歯冠側から色素浸透による着色割合を算出した。3種類の無機系およびレジン系根管シーラーにおいて、シーラーの違いによるSE領域およびDE領域での着色割合に有意差は認められなかった($p=0.25$)。無機系根管シーラーでは調べた試料すべてにおいてSE領域およびDE領域のいずれかに着色が認められ、その割合は約80%であった。一方、レジン系根管シーラーではS1の歯冠側と一部のS2の根尖側でのみSE領域およびDE領域にのみ着色が認められた。S2~S4の根尖側および歯冠側のいずれ部位においても着色割合に有意差が認められた($p=0.0003$)。

[考察]

本研究の色素浸透試験では、SE領域およびDE領域のレジン系根管シーラーの方が無機系根管シーラーよりも着色割合は低い値であった。レジン系根管シーラーではシーラーの内部の低い色素浸透割合と象牙質とシーラーとの密着性が高いためと考えられる。したがって、レジン系根管シーラーは無機系根管シーラーより水溶性環境下で根管封鎖性に有利であることが示唆された。

歯髄幹細胞分化過程におけるクロマチンアクセシビリティ解析

東北大学 大学院歯学研究科 エコロジ歯学講座 歯内歯周治療学分野
○鈴木 茂樹, 佐藤 瞭子, 大道寺 美乃, 長崎 果林, 長谷川 龍, 根本 英二, 山田 聡

Changes in chromatin accessibility during induced differentiation of dental pulp stem cells

Department of Periodontology and Endodontology, Tohoku University Graduate School of Dentistry

○Shigeki Suzuki, Akiko Sato, Yoshino Daidouji, Karin Nagasaki, Ryu Hasegawa, Eiji Nemoto, Satoru Yamada

<研究目的> ヒストン脱アセチル化酵素阻害薬の多くは硬組織形成分化および硬組織形成に対して促進的に機能することから、骨芽細胞による骨組織形成のみならず、歯髄幹細胞 (dental pulp cells: DPSC) の象牙芽細胞への分化と歯髄/象牙質複合体再生においてもその利用が期待されている。ヒストン脱アセチル化酵素阻害薬の細胞への添加は、クロマチン局所におけるヒストンのアセチル化とクロマチンの弛緩状態を引き起こす。弛緩状態のクロマチン領域には転写複合体が容易にアクセスできることから、結果として近傍遺伝子の転写が促進される。このように、クロマチンアクセシビリティの変化はエピジェネティックな遺伝子発現調節機構の中核をなしている。そこで本研究では、未だ明らかとなっていない、DPSC の硬組織形成分化過程における全ゲノム的なクロマチンアクセシビリティの変化を ATAC-seq で解析し、分化時に機能する細胞内シグナル、転写因子、近傍遺伝子間の発現調節を担うインシュレーターを探索し、歯髄幹細胞分化をエピゲノム変化から捉えることを目的とする。

<材料および方法> ヒト DPSC (human DPSC: hDPSC) 培養: hDPSC (Lonza, MD, USA) を指定の基礎培地 (PT-3005) で増殖後に、アスコルビン酸と β -グリセロリン酸添加 10% Fetal bovine serum (FBS)/DMEM 培地を用いて最長 24 日間培養し、alkaline phosphatase (ALP) 活性測定および alizarin S 染色で硬組織形成細胞への分化を 3 日毎に評価した。さらに、培養 0 日目および 12 日目に ATAC-seq 用サンプルの回収と調製を行った。バイオインフォマティクス解析: ATAC-seq ライブラリーシーケンスには illumina NovaSeq 6000 を用いた。得られたペアエンドリードに対して Trimmomatic を用いてトリミングの後に、Bowtie2 を用いてヒトゲノム配列 (hg38) にアライメントした。オープンクロマチンピーク抽出、サンプル間比較、各ピークの近傍遺伝子に対する Gene Ontology (GO) 解析には Homer を用いた。

<結果> hDPSC は培養 18 日目まで ALP 活性の上昇を示し、alizarin red S 染色は培養 21 日目より陽性であった。超音波破砕細胞から得られた ATAC-seq サンプルを negative control とし、培養 0 日目と培養 12 日目において有意なクロマチンピークをそれぞれ 45,493 個と 45,370 個同定した。これらのうち、38,020 個は培養 0 日目と培養 12 日目において共通のクロマチンピークであり、GO 解析において、Endocytosis, Ubiquitin mediated proteolysis など細胞機能の根幹をなす term が抽出された。培養 12 日目特異的なクロマチンピークに対する GO 解析では、Focal adhesion, Hippo signal pathway, Regulation of actin cytoskeleton など、細胞-基質間および細胞-細胞間の接着およびそれら依存性細胞内シグナルを示す term が上位で抽出された。培養 12 日目特異的なクロマチンピークに局在する転写関連因子結合配列を探索したところ、Hippo signal pathway を担う TEAD のみならず、RUNX, bZIP, Forkhead などの転写因子ファミリーが抽出された。さらには、インシュレーターとして機能する CTCF およびそのパラログ分子である Boris の結合配列が上位で抽出された。

<考察および結論> 歯髄幹細胞は分化誘導刺激に対する応答性エピゲノムとして、Hippo signal pathway を主とする細胞外環境由来刺激に関連するタンパク質をコードする遺伝子座のクロマチンアクセシビリティを上昇させることから、これら pathway の賦活化や pathway の標的タンパク質添加はヒストン脱アセチル化酵素阻害薬の効果を増強できる可能性がある。インシュレーターである CTCF のクロマチン局所への結合は、結合部位周辺のクロマチン高次構造を変化させることでゲノム上に区切りを作製し遺伝子発現を制御することが知られている。このような背景から、hDPSC の分化には各クロマチン領域においてインシュレーターが担うエピジェネティックな遺伝子発現制御機構が存在しており、その包括的理解により、hDPSC の効率的な象牙芽細胞への分化誘導法が確立できる可能性が示された。

Nd:YAG レーザーとレスベラトロールを用いた
Enterococcus faecalis に対する光線力学療法の抗菌効果について—第2報—

松本歯科大学¹ 歯科保存学講座, ² 口腔細菌学講座

○森川雅己¹, 三好弥恵¹, 岩崎拓也¹, 水谷莉紗¹, 吉田明弘², 増田宜子¹

Photodynamic Therapy with Resveratrol and Nd:YAG Laser for Elimination of
Enterococcus faecalis -2nd report-

¹Department of Operative Dentistry, Endodontology and Periodontology, ²Department of Oral Microbiology,
Matsumoto Dental University

○Masaki Morikawa¹, Yae Miyoshi¹, Takuya Iwasaki¹, Risa Mizutani¹, Akihiro Yoshida², Yoshiko Masuda¹

レスベラトロールは赤ワインに多く含まれているポリフェノールである。レスベラトロールは DNA の修復、アポトーシス、代謝、炎症などの生物学的なプロセスを調整し健康を増進させることが知られている。近年レスベラトロールの歯髄幹細胞に対する抗炎症作用も報告されている (Feng-Ming Wang et al, Arch Oral Biol, 97: 116-121, 2019)。*Enterococcus faecalis* は、難治性根尖性歯周炎症例でしばしば認められるグラム陽性菌である。われわれは、第153回学術大会において赤ワイン中のレスベラトロールを用いた光線力学療法の有効性を報告した。

【目的】今回、Nd:YAG レーザーとレスベラトロールを用いた光線力学療法の *E. faecalis* に対する抗菌効果についてレスベラトロールを BHI (brain heart infusion) 培地と赤色素 (う蝕検知液) を用いて *E. faecalis* の抗菌効果を解析した。その際、菌液に直接レーザーを照射したものとレーザーを照射した溶媒に細菌を混ぜたものとの抗菌効果を比較し解析した。

【材料と方法】*E. faecalis* (American Type Culture Collection BAA-2128TM) とレスベラトロールを用い薬剤感受性試験を行った。*E. faecalis* を BHI 培地 5 ml に 37°C にて 24 時間培養し MacFarland 比濁法によって 0.2 (OD=600) に調整した。レスベラトロールの溶媒として BHI 培地もしくは赤色素添加 BHI 培地を用いた。溶媒にレスベラトロール (100 mM, 22.8 mg/ml) を添加した液 200 μ l を 1.5 ml のマイクロチューブに入れレーザーを照射した。実験群 A-1: 溶媒に細菌を入れた後にレーザーを照射した群, ①溶媒のみ, ②溶媒に Nd:YAG レーザーを 140 mJ/pulse, 25Hz, 3.5 W, 1 分間照射, ③溶媒に 20 μ l のレスベラトロール (100 mM, 22.8 mg/ml) を添加し Nd:YAG レーザーを 140 mJ/pulse, 25 Hz, 3.5 W, 1 分間照射。レーザーの波長は 1064 nm で Fiber の直径は 0.4 mm を用いた。チューブの底から 6 mm の距離から溶媒の中に照射した。これらの菌液を用い希釈法にて抗菌力を評価した。

培養後、完全に発育が阻止された最小の濃度 (最小発育阻止濃度, MIC) を調べた。

さらに MIC の菌液を 10^{-4} に希釈した。50 μ l の菌液を BHI 寒天プレートに播き 37°C、24 時間培養しコロニーを数えた。

A-2: 溶媒に赤色素添加 BHI 培地を用いて同様に行った。

B: 細菌の入っていない溶媒にレーザーを照射した後に細菌を加えた群, 同様に②③を行った。

【結果】レスベラトロールを用いたレーザー照射でレスベラトロール単独、レーザー単独より多くのコロニー数の減少が認められた。赤色素を用いた方のコロニー数が少なかった。菌液に直接レーザーを照射した方のコロニー数が少なかった。菌液に直接レーザーを照射する方が、抗菌効果が高いことが示された。

【考察および結論】Nd:YAG レーザーとレスベラトロールに BHI 培地を溶媒として用いた光線力学療法によって *E. faecalis* 菌を除去出来ることが示された。以上の結果から、根管洗浄の補助療法としてレスベラトロールを用いた光線力学療法を行う際に根管内にレーザーを照射し、赤色素を用いることが有効であると示唆された。高齢者への使用や溶媒に関して今後検討していく予定である。

水酸化カルシウム製剤の違いによる支台築造用レジンの接着強さへの影響

株式会社ジーシー 研究所

○三谷 将弘, 野村 文子, 塚本 雅子, 篠崎 裕

Influence of types of calcium hydroxide reagents on bonding strength of resin core material

R&D Department, GC Corporation.

○MITANI Nobuhiro, NOMURA Ayako, TUKAMOTO Masako, SHINOZAKI Yutaka

【緒言】

水酸化カルシウムは高いpHにより殺菌作用があることその他、硬組織の形成促進作用があるとされ、水酸化カルシウムを主成分とする水酸化カルシウム製材は根管貼薬材として広く用いられる。しかしその一方で水酸化カルシウム製材による高いpHによってアルカリ環境に曝露された根部象牙質は本来の象牙質とは異なると考えられる。

我々は水溶性の増粘剤を配合し洗浄除去性に優れた(第43回日本歯内療学会学術大会, 2022年)新たな水酸化カルシウム系歯科根管充填材料としてジーシー カルフィー・ペーストを開発した。

本研究で我々はジーシー カルフィー・ペーストの他、3種類の水酸化カルシウム製剤で処理した根部象牙質への支台築造用レジンの接着強さに及ぼす影響について知見を得たので報告する。

【材料と方法】

被験製剤は、ジーシー カルフィー・ペースト(ジーシー昭和薬品)を含む市販のカルシウム系歯科根管充填材料・計4種を用いた。各製剤を牛歯の根部象牙質に塗布し、37℃湿潤環境下で1週間静置した後、超音波による洗浄または、EDTA及び次亜塩素酸による交互洗浄を行い、洗浄後のペーストの残存状態を走査型顕微鏡により観察した。超音波による洗浄は蒸留水中で30秒間洗浄し、交互洗浄は次亜塩素酸20mLで洗浄後、3%EDTA 5mLで2分間洗浄し、再度次亜塩素酸20mLで洗浄した。

洗浄後の根部象牙質に接着させる支台築造用レジンに「ユニフィルコア EM」(ジーシー)を用い、接着剤に「G-プレミオボンド」(ジーシー)と「G-プレミオボンドDCA」(ジーシー)の1:1の混和液を用いて、試験試料を作製し、島津小型卓上試験機EZ-Testにてせん断接着試験を行った。得られたせん断接着強さは、塗布後の洗浄が同じ系で一元分散分析を行った後、Tukeyの多重比較検定を行った($\alpha=0.05$)。

【結果と考察】

せん断接着試験の結果を下記の図に示す。

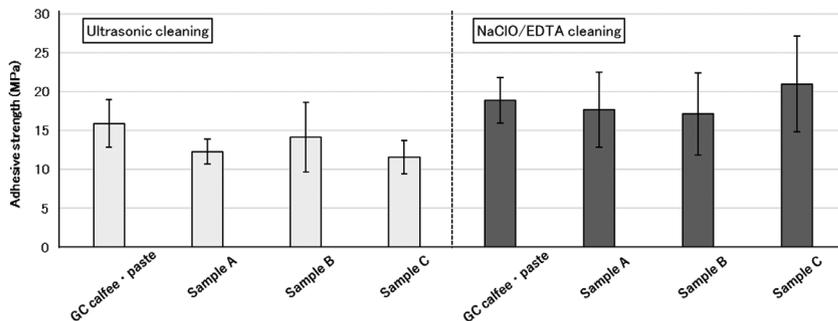


Fig. adhesive strength of resin core material

塗布後の洗浄が同じ系においては4種の水酸化カルシウム製剤間でせん断接着強さに有意な差は認められなかった($p>0.05$)。その一方で、超音波洗浄した各試料のせん断接着強さは約14MPaで、EDTAと次亜塩素酸を使用して交互洗浄処置した各試料は約19MPaであり、せん断接着強さが上昇する傾向にあった。これは根管に充填された各製剤を洗浄する際に根管のスミアと一緒に除去されることで、せん断接着強さが高くなったと考えられる。

他方、せん断接着試験後の破壊様式を確認したところ、すべての試料は混合破壊の結果となり、薬剤の残存が認められた。

【結論】

評価に供した4種の水酸化カルシウム製剤において、今回確認した洗浄方法では洗浄後も被験製剤が残存していた。また、今回使用した4種の水酸化カルシウム製剤間においては支台築造用レジンと根部象牙質の接着に差がないことを確認した。

ナノハイドロキシアパタイト含有 4-META/MMA-TBB レジンが血管内皮細胞に及ぼす影響

福岡歯科大学口腔治療学講座 歯科保存学分野¹, 福岡歯科大学口腔医学研究センター²,
○金丸慎吾¹, 廣瀬陽菜¹, 藤政清志朗¹, 松本和磨¹, 水上正彦¹, 松本典祥¹, 松崎英津子^{1,2}

Effects of 4-META/MMA-TBB resin with hydroxyapatite on endothelial tube formation and cell proliferation

Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology,
Fukuoka Denatal College¹,

Oral Medicine Research Center, Fukuoka Dental College²

○Shingo Kanemaru¹, Haruna Hirose¹, Seishiro Fujimasa¹, Kazuma Matsumoto¹,
Masahiko Minakami¹, Noriyoshi Matsumoto¹, Etsuko Matsuzaki^{1,2}

【目的】

歯根尖切除法において実施される逆根管充填において、封鎖性や安定性に加えて生体適合性、すなわち治癒に関わる細胞の賦活化を有する充填材料を用いることは、治療に有用である。創傷治癒の過程で生じる血管内皮細胞による血管新生は、骨形成に深く関与することが知られており、歯根尖切除後の根尖部創傷治癒においても血管新生は重要であると考えられる。我々はこれまでに、既存の逆根管充填材料である 4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride/methyl methacrylate-tri-n-butyl borane (4-META/MMA-TBB) レジン、強化型酸化亜鉛ユージオールセメント (EBA セメント)、mineral trioxide aggregate (MTA) (本邦では歯髄創傷面にのみ適応認可) および今後逆根管充填材料としての応用が期待される生体活性ガラス配合製材が、血管内皮細胞の増殖と血管新生に及ぼす影響について検討した (Hirose H et al., J Dent Sci, 2022)。そのうち 4-META/MMA-TBB レジンは、早期から血管新生に促進的な役割を果たすことを明らかにした。そこで今回、4-META/MMA-TBB レジン (Super-bond: SB) に、優れた硬組織誘導性と生体親和性を有するナノハイドロキシアパタイト (naHAp) を含有した新規材料 naHAp/SB を用いて、血管内皮細胞の増殖と血管新生に及ぼす影響について検討を行った。

【材料および方法】

実験には、ヒト臍帯静脈内皮細胞 (HUVEC: PromoCell, Germany) を使用した。naHAp を 0, 10, 30, 50 % 含有する naHAp/SB を作製した。各材料は直径 5mm、幅 2mm の円柱形ディスク内で成形、96 穴ウェルプレート内に静置し、37°C、5% CO₂ インキュベーター内で 24 時間硬化させた。その後、細胞培養メディウム (Endothelial Cell Basal Medium: PromoCell) を各ウェルに入れ、インキュベーター内で 1 日または 7 日間浸漬し、20 倍希釈したものを試料メディウムとした。細胞増殖能は、HUVEC を試料メディウム中で 1~7 日間培養し、細胞数をカウントした。血管新生は、HUVEC を試料メディウム中で 24 時間培養し、Endothelial Tube Formation Assay (Cell Biolabs, Inc., USA) を用いて管腔形成数を評価した。管腔形成数はカルセイン染色を行い、蛍光顕微鏡 (BZ-X710: キーエンス) 下でカウントした。

【結果と考察】

細胞増殖においては、浸漬 1 日の試料メディウムでは、10, 30, 50 % naHAp/SB のいずれも、SB と同程度かやや少ない傾向を示した。浸漬 7 日の試料メディウムでは、30, 50 % naHAp/SB は、SB と比較して多い傾向を示し、10 % naHAp/SB は SB より少ない傾向を示した。管腔形成において、浸漬 1 日、7 日のいずれの試料メディウムにおいても、10, 30 % naHAp/SB は、SB と比較して管腔形成数は同程度~多い傾向を示したが、50 % naHAp/SB では少ない傾向を示した。

生体内に留置する材料については生体適合性が求められる。本研究結果から 10, 30, 50 % naHAp/SB は血管内皮細胞への細胞毒性は低く、10, 30 % naHAp/SB では、SB と同程度かそれを上回る血管新生促進傾向を認めたことから、SB 同様に生体適合性があると言えるだろう。逆根管充填後の治癒過程では、血管内皮細胞による血管新生、骨芽細胞による骨新生、根尖部に存在する幹細胞の賦活化による新生セメント質の形成と歯根膜の再生が重要である。治療成績の向上には、材料の封鎖性が重要であることはいままでの間でもないが、血管新生を伴う周辺組織との一体化や治癒促進効果を持つような bioactive な材料が望まれる。今後、naHAp/SB による血管新生に伴う骨形成に及ぼす影響や、細胞内シグナル経路の探索を実施していく予定である。

【謝辞】

本研究に試料を提供していただきましたサンメディカル株式会社 (滋賀県) 三浦善広様、久保田順子様に心より感謝申し上げます。

側枝検出機能を有する根管長測定器の機能解析

¹⁾神奈川歯科大学 歯科保存学講座 歯内療法学分野
○山根雅仁¹⁾、山崎詩織¹⁾、附田孝仁¹⁾、武藤徳子¹⁾、石井信之¹⁾

Analysis of lateral canal detection with electronic root canal length measurement device

¹⁾Department of Endodontics, Kanagawa Dental University

○YAMANE Masahito¹⁾, YAMAZAKI Shiori¹⁾, TSUKUDA Takato¹⁾, MUTOH Noriko¹⁾,
TANI-ISHII Nobuyuki¹⁾

【目的】 歯内療法の対象疾患である歯髄炎と根尖性歯周炎の治療には、複雑な解剖学形態を有する根管を經由して治療を行う必要がある。根管形態は、同一歯種の主根管であってもクラス分類があり、さらに、側枝、イスマスおよびフィン形態等を有している。特に側枝は、機械的拡大が不可能で細菌感染源となることが示されている。上下顎犬歯の側枝分布は、根尖側 1/6 に約 70% を示し、その 50% は唇側に開口部が位置している。また上顎側切歯の側枝ではマイクロ CT を用いた三次元診断において、唇側に開口部が存在することが報告されている。そのため、術前デンタル X 線撮影では、近遠心方向に走行する側枝を確認可能であるが、頬舌方向の側枝の確認は困難である。根管内感染源除去のためには必須の操作である化学的洗浄は、機械的拡大が及ばない根管深部、狭窄部位にはその洗浄効果は十分でないと考えられている。人工歯模型を用いた側枝に対する洗浄効果を解析した研究では、シリンジ法で側枝内洗浄効果が低いことが報告されている。そのため側枝の位置を把握したうえで、超音波器具により根管壁を開口させることで、洗浄効果を高めることが重要である。本研究では、電気抵抗値変化で確認可能な根管長測定器「ジャスティ IV YOSHIDA」の側枝検出機能をヒト抜去歯を用いて解析することを目的とした。

【材料および方法】 本研究は神奈川歯科大学医学系研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(番号 898)。供試したヒト抜去歯は、ScanXmate-L080(コムスキャンテクノ, 神奈川)を用いてマイクロ CT 撮影を実施後、側枝の形態を観察した。側枝の有無を判別後、側枝の形態特徴を分析した。測定方法は、ジャスティ IV 本体とジャスティ IV に搭載基盤による抵抗値で実施した。いずれも口腔領域と同程度の電気的抵抗環境が再現可能な Endo Training Model Castillo(VDW, ミュンヘン, ドイツ)と生理食塩水、次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いて行われた。ジャスティ IV 本体を用いた測定は、抜去歯を実際の臨床に従った手順で測定を実施した。ジャスティ IV 搭載されている基盤を用いた測定では、側枝検出位置の電気抵抗測定が得られ、直読ハイトゲージ(Mitutoyo, HW-30 192-130, 神奈川)を用いて、検出位置の距離を正確に測定した。解析方法は、マイクロ CT データによる根尖孔から側枝までの距離とジャスティ IV 本体で検出された距離、ジャスティ IV 搭載基盤で検出された距離での関連性を比較検討した。

【結果】 本研究では、ヒト抜去歯をマイクロ CT の撮影画像を基に、側枝の位置関係および形態を正確に分析した。分析結果は先行研究結果と一致したものを対象とし、特異性のあるヒト抜去歯は測定から除外した。測定結果として、マイクロ CT データより得られた根尖孔から側枝までの距離とジャスティ IV で検出された根尖孔から側枝までの距離、ジャスティ IV 搭載基盤より得られた根尖孔から側枝までの距離の 3 つの比較において有意な差は認められなかった。また、ジャスティ IV 搭載基盤より得られた観測値から指示値が算出され、側枝形態接触時の指示値に一定の特徴が認められた。

【考察】 マイクロ CT による正確な側枝形態と位置を観察し、ジャスティ IV 本体とジャスティ IV 搭載基盤を用いることで、精密な側枝検出機能の解析が可能であることが示された。今後は、特異性のある側枝検出や再現性のある側枝検出機能を有する次世代根管長測定器の改良を遂行する。

インドシアニングリーン封入ナノ粒子と半導体レーザーを用いた抗菌光線力学療法の *Candida albicans* に対する殺菌効果

愛知学院大学歯学部歯内治療学講座¹⁾、歯周病学講座²⁾
○樋口直也¹⁾、藤田将典¹⁾、小野皓大²⁾、林 潤一郎²⁾、三谷章雄²⁾、福田光男²⁾、諸富孝彦¹⁾

Bactericidal effect for *Candida albicans* by aPDT with ICG nanosphere and diode laser
Departments of Endodontics¹⁾ and Periodontology²⁾, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
○HIGUCHI Naoya¹⁾, FUJITA Masanori¹⁾, ONO Kodai²⁾, SASAKI Yasuyuki²⁾, HAYASHI Jun-ichiro²⁾,
MITANI Akio²⁾, FUKUDA Mitsuo²⁾, MOROTOMI Takahiko¹⁾

[目的]

近年、光感受性物質を特定波長の光線で励起することで、惹起される一重項酸素により殺菌する抗菌光線力学療法 (antimicrobial photodynamic therapy : aPDT) の歯科への応用が注目されている。これまで、我々は、生体に安全な光感受性物質であるインドシアニングリーンを封入したナノ粒子 (ICG-Nano/c) を作製し、半導体レーザー (波長 810nm) により励起する aPDT の歯内治療および歯周治療への応用について検討してきた。その中で、歯内治療においては通性嫌気性菌である *Enterococcus faecalis* を対象として基礎的研究を行ってきた。

今回、*E. faecalis* と同様に難治性根尖性歯周炎との関連が疑われている *Candida albicans* に対する殺菌効果を検討し、興味ある知見を得たので、報告する。

[材料および方法]

①aPDT による殺菌効果の確認

菌株として *C. albicans* ATCC10231 を使用し、 1.0×10^8 CFU/ml となるまで培養し、実験に用いた。ICG-Nano/c は終濃度 10mg/ml になるように調整した。対照群として *C. albicans* のみの群、*C. albicans* に ICG-Nano/c を添加したがレーザー照射を行わない群、ICG-Nano/c を添加しないで *C. albicans* にレーザー照射を行った群、aPDT 群 (*C. albicans* に ICG-Nano/c を添加し、レーザー照射を行った群) に分け、aPDT の殺菌効果を調べた。レーザーは、温度上昇を抑制するために、エアブロー冷却 (2.0L/min) 下で間欠照射 (60 秒照射ごとに 10 秒間休止) を行った。試料より 10mm 上方からレーザーを照射後、段階希釈法により BHI 寒天培地上で各群の生菌数をカウントし、比較検討を行った。

②照射出力による殺菌効果の比較

C. albicans を①と同様に培養し、レーザーの照射条件を、照射時間 3 分、RPT モード (Duty cycle 50%, 100ms) に設定し、エアブロー冷却 (2.0L/min) 下で間欠照射を行った。照射出力は、0.7, 1.4, 2.1W とした。レーザーを照射後、同様に段階希釈法により各群の生菌数をカウントし、比較検討を行った。

③照射時間による殺菌効果の比較

C. albicans を①と同様に培養し、レーザーは、エアブロー冷却 (2.0L/min) 下で間欠照射を行った。照射時間は、1, 3, 5 分間とした。レーザーを照射後、同様に段階希釈法により各群の生菌数をカウントし、比較検討を行った。

[結果]

aPDT 群において検出細菌数の著大な減少を認め、殺菌効果を示した。0.7W 以上の照射により、検出細菌数の有意な減少を認めた。また、1.4W 以上の照射により、より著明な検出細菌数の減少がみられ、照射出力の増加に伴い、検出細菌数の減少が認められた。さらに、照射時間の増加に伴い、検出細菌数の減少が認められた。

[結論]

インドシアニンググリーン封入ナノ粒子と半導体レーザー (波長 810nm) を用いた aPDT は、*C. albicans* に対する殺菌効果を示すこと、照射出力および時間の増加に伴い、殺菌効果が増強することが明らかとなった。

歯髄血管再生療法後の組織学的変化:長期例での形態学的検討

東京歯科大学保存修復学講座
○五十嵐 章智, 駒田 朋昭, 三友 啓介, 村松 敬

Histological changes after pulp revascularization: long term observasion
Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
○IKARASHI Takatoshi, KOMADA Tomoaki, MITOMO Keisuke,
MURAMATSU Takashi

【緒言】

近年, 根未完成失活歯に対する治療法として, 歯髄血管再生療法 (パルプ・リバスキュラリゼーション) が注目されている。これは, 根尖孔外で意図的出血させることで血餅を足場に硬組織形成を誘導するもので, 歯根の伸長と根管の狭小化, そして知覚の改善が報告されている。

我々はこれまでに歯髄血管再生療法モデルマウスを作製し, その詳細な治癒過程を検討してきた (Komada et al., Front Dent Med 2022)。その結果, 根尖部の歯根膜由来細胞や毛細血管が根管内へ侵入・増殖し, 新生硬組織形成を生じることが明らかとなった。しかし, その長期的な治癒形態ははまだ明らかではない。

そこで本研究では, 歯髄血管再生療法後の長期的な治癒過程を組織学的に検討することを目的とした。

【材料および方法】

本研究は東京歯科大学動物実験委員会の承認を得て行った (承認番号: 212301)。生後 5 週の C57BL/6 雄性マウスに対して, 三種混合麻酔薬 (MMB) を腹腔内注射後, 上顎右側第一臼歯 (M1) に対してカーバイドバー (ZIPPERER 社) を用いて咬合面から露髄させた。近心根管に対して実体顕微鏡下にて 8 号の K ファイルによる歯髄除去および機械的清掃, 次亜塩素酸ナトリウム溶液と EDTA を用いた化学的清掃を行った。その後, 8 号の K ファイルを用いて近心根管内経路で根尖孔外より出血させ, 根管口部まで血餅を形成させた。血餅上部を MTA セメント (Bio MTA セメント, モリタ社) で被覆し, 窩洞をフロアブルコンポジットレジン (クリアフィルマジエスティ ES フロー, クラレノリタケデンタル社) で封鎖した。術後 1 時間, 1 か月, 3 か月, 6 か月に 4% パラホルムアルデヒド溶液で灌流固定を行い, 上顎骨を採取した。サンプルを 10% EDTA で 1 週間脱灰し, 厚さ 4 μ m のパラフィン切片標本を作製し, H-E 染色を行った。対照群は反対側の上顎左側第一臼歯 (無処置) 近心根とした。

【結果および考察】

術後 1 時間において, 根管内に歯髄組織は認められず血餅様構造物が観察された。根尖部には挫滅した根尖組織を認めた。術後 1 か月では, 根管内に紡錘形や多数の突起を有した線維芽細胞と毛細血管を認めた。また根管壁周囲には, 根尖部の有細胞セメント質と連続した新生硬組織を認めた。術後 3 か月では, 根管内の大部分が新生硬組織により置換され充満する像が観察された。一方, 根尖組織の根管内への侵入を認めたものの, 細胞成分はわずかで血管様構造を呈していた。また, 根尖部において有細胞セメント質の肥大化を認めた。術後 6 か月では, さらに細胞成分の減少を認め, 根管は新生硬組織で密に満たされていた。また, 根尖組織の侵入を示す像は認められなかった。

今回, 歯髄血管再生療法の一連の治癒過程において, 根管内は新生硬組織によって完全に置換されることはなく, 一部細胞成分を有していることが明らかとなった。また, 根管内に形成された新生硬組織は, 根尖部セメント質と連続性を有し, 周囲歯槽骨とは非連続性であった。以上より, 歯髄血管再生療法後の長期例においても, 根管内に形成された新生硬組織が骨ではなく, セメント質であることが示唆された。

陥入歯 (Oehlers の分類 IIIa 型) である上顎中切歯に感染根管治療を行なった一症例

大阪大学大学院歯学研究科歯科保存学講座

○井上愛弓, 川西雄三, 林 美加子

Root canal treatment of maxillary central incisor with dens invaginatus of Oehlers type IIIa

:A case report

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, OsakaSHia University Graduate School of Dentistry

○INOUE Ayumi, KAWANISHI Yuzo, HAYASHI Mikako

【緒言】

陥入歯とは、歯冠象牙質が表層エナメル質とともに歯髄腔内に陥入した形態異常歯である。その根管形態は複雑であり、陥入の深度は治療の難易度につながるとされている。今回は、根管内および陥入部の感染源を機械的および化学的に除去し良好な治癒経過を得られた症例を報告する。

【症例】

患者: 10歳 女児 主訴: 上顎前歯部の違和感

現病歴: 2020年12月に上顎左側中切歯に拍動性の自発痛を訴え、近医にて抜髄処置が行われた。患歯は陥入歯であることから近医での治療が困難と判断され、大阪大学歯学部附属病院保存科へ紹介され、受診に至った。

現症: 上顎左側中切歯は髄腔開拓後に水酸化カルシウム製剤が貼葉され、カルボキシレートセメントにて仮封されていた。打診痛を認めたが、自発痛、圧痛、瘻孔、歯周ポケットは認めなかった。デンタルX線画像および歯科用コーンビームCT (以下CBCT) 画像より、根尖部に透過像を認め、頰側の皮質骨は消失していた。

診断: 上顎左側中切歯 慢性根尖性歯周炎 陥入歯 (Oehlers の分類 IIIa 型)

(AAEの診断名 Pulpal: Previously initiated therapy Apical: Chronic apical periodontitis)

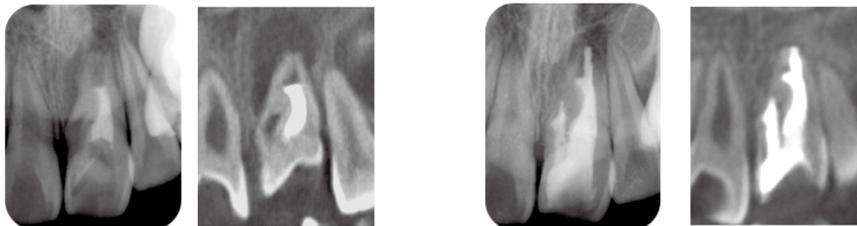
治療方針: 上顎左側中切歯の陥入部を含む感染根管治療

【治療経過】

ラバーダム防湿下にて歯冠部の感染象牙質を除去したところ、陥入部を認めた。ダイヤモンドバー、スチールバー、および超音波装置を用いて根管、陥入部の上部拡大を行なった後、根管と陥入部ともに電氣的根管長測定を行った。根管は根尖が開大していたためKファイルで110号まで、陥入部はHyflex EDMで50号まで根管形成した。マスターポイントを試しデンタルX線画像撮影を行った後、25号のHファイルで全周ファイリングを行った。根管洗浄は2.5%次亜塩素酸ナトリウム溶液、EDTAと超音波装置、XPエンドフィニッシャー、Er:YAGレーザーを併用し、根管貼葉には水酸化カルシウム製剤を使用した。ペーパーポイントにて根管乾燥後、Bio-C Sealerを用いて根管は側方加圧根管充填、陥入部は単一ポイント根管充填を行った。最終修復はコンポジットレジンにて行った。根管充填後に特記すべき臨床症状は認めず、術後12ヶ月の経過観察時デンタルX線画像およびCBCT画像では、上顎左側中切歯根尖部透過像の消失を認め、頰側の皮質骨の新生も認めた。

【考察】

陥入歯は上顎側切歯が好発部位 (発生率0.25~10%)と報告されているが、本症例は中切歯に発生している稀な症例であり、陥入部が根中央部に歯周組織と交通した複雑な形態を呈するOehlersの分類IIIa型であった。今回はCBCT画像にて術前に三次元的構造を把握した後、マイクロスコープを用いて感染歯質を除去し、機械的な清掃が困難な部位に対して補助的器具を用いて化学的清掃を行なったことで、良好な治癒につながったと考えられる。



Before treatment 2020.12

1 year after RCF 2023.3

中心結節の破折を生じた根未完成歯に対するアペキシフィケーションの応用

- 1) 東北大学大学院歯学研究科エコロジー歯学講座歯内歯周治療学分野
 - 2) 奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯周病学分野
- 須藤瑞樹^{1,2)}、石幡浩志¹⁾、高橋慶壮²⁾

A case report: Apexification for immature permanent tooth by fractured central cusp

- 1) Division of Periodontology and Endodontology, Department of Ecological Dentistry, Tohoku University Graduate school of Dentistry
 - 2) Division of Periodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry
- Mizuki Suto^{1,2)}, Hiroshi Ishihata¹⁾, Keiso Takahashi²⁾

【緒言】下顎第二小臼歯に約1%の頻度で発生する中心結節は歯の形態異常による異常結節で咬合面中央部に出現する円錐状または短棒状の小突起であり、突出した結節内には歯冠部歯髄があるため、この結節に破折を生じると口腔内に歯髄が露出し、口腔常在菌に曝露され歯髄炎が惹起され場合によっては経過とともに根尖性歯周炎へと移行していく。本症例では歯根完成以前の幼若永久歯の際に中心結節破折により根尖性歯周炎が惹起された下顎左側第二小臼歯にアペキシフィケーション処置を施した結果、開大した根尖孔部は閉鎖し、周囲骨組織は良好な治癒傾向を示したことから、その症例と治癒経過について報告する。

【症例】患者：16歳、女性。初診時：2016年6月。

主訴：下顎左側第二小臼歯部の精査。

全身既往歴：特記事項なし。

現病歴：11歳(小学校5年)の時に中心結節の破折を生じたが、違和感や軽度の疼痛程度の症状であったためそのまま放置していた。2016年6月に矯正治療希望のため近医を受診。エックス線上で下顎左側第二小臼歯根尖部に透過像を認めた。今後矯正治療を控えているとのこともあり専門的な治療が必要と判断され、当科受診となった。

臨床所見：顔貌の非対称性や腫脹は認めなかった。患歯咬合面には中心結節破折、頬側には sinus tract を認めた。自発痛(一)、打診痛(±)、根尖部圧痛(一)、動揺度(0度)、プロービング深さは全周3mm以下であった。歯髄電気診にて生活反応はみられなかった。

エックス線所見：デンタルエックス線写真では患歯は根未完成歯であり、根管腔は広く、近心側では歯槽骨骨頂付近から根尖部にかけて直径約5mm×18mmの類円形状の透過像が広がっており、頬側 sinus tract へと通じる直径3mm程度の皮質骨実質欠損も認めた。パノラマエックス線写真では患歯の根尖部にのみ透過像が観察された。

【診断】歯根未完成歯の慢性化膿性根尖性歯周炎

【治療方針】アペキシフィケーションを併用した感染根管治療

【治療経過・予後】2016年7月、冠部歯髄腔に穿通後、根管内より排膿を伴う出血が認められたため、根管開放とした。2週後、根管からの排膿・出血が消失したためKファイルを用いての機械的清掃および次亜塩素酸ナトリウム溶液による化学的清掃を行い、水酸化カルシウム製剤(ウルトラカル/ウルトラデント)を貼薬した。2016年11月、頬側 sinus tract が消失傾向であったため水酸化カルシウム製剤(ビタペックス/ネオ製薬工業)を根管の中央部付近まで填入した。2018年7月、エックス線上では根尖部に硬組織(アピカルバリア)と考えられる透過像が観察された。2020年3月より矯正治療開始。矯正治療中も臨床症状はなくエックス線所見でも異常は認められなかった。2021年7月、根尖部の透過像は消失し、根尖には厚いアピカルバリアが形成され歯根形態が明瞭となり骨組織の回復も良好であるため、MTAセメント単独にて根管充填しコンポジットレジン充填を行った。現在は矯正治療も終了し術後約7年経過しているが臨床症状は出現しておらずCBCT検査を含むエックス線所見でも異常は所見なく経過良好であると判断した。

【考察および結論】本症例では根未完成の時期に中心結節の破折を生じており根尖孔部が開口していたため通常のアピカルシート形成を行い根管充填する処置は困難であったため水酸化カルシウム製剤であるビタペックスを貼薬したアペキシフィケーションを行った。根尖の閉鎖にはHertwing上皮鞘を機能低下させないことが重要となってくる。そのため強アルカリ性で細胞傷害を引き起こす水酸化カルシウム製剤を根尖孔外へ溢出しないよう配慮を行った。その結果根尖部のアピカルバリアの形成と共に実質欠損を伴う頬側皮質骨の再生など歯周組織の改善を認め、良い治癒経過を得ることができた。しかし、アペキシフィケーションでは根管壁の厚みを増すことはできないため、今後歯根破折に対して経過を追っていく必要があると考えられる。

外部性歯根吸収した下顎大白歯の意図的再植に、 フロー型 MTA セメントを応用した症例

¹医療法人社団 DBH デンタル文京白山

²東京医科歯科大学病院歯系診療部門 歯科総合診療領域 歯科総合診療科

○丸山 起一¹、荒木 孝二²

Intentional reimplantation of mandibular molar with external root resorption applying flowable mineral trioxide aggregate : A Case Report

¹Medical corporation DBH, Dental Bunkyo Hakusan.

²Oral Diagnosis and General Dentistry, Dental Hospital, Tokyo Medical and Dental University.

○Kiichi Maruyama, Koji Araki.

キーワード：意図的再植、外部性歯根吸収、フロー型 MTA セメント

【緒言】

外部性歯根吸収は様々な原因で発症することが知られており、発生原因によりいくつかに分類されている。本症例では、感染・炎症が原因の外部性歯根吸収である、External Inflammatory Root Resorption(EIRR)により、通常の根管治療では治療困難な下顎大白歯に対して、フロー型 MTA セメントを用いて意図的再植を行った症例を報告する。

【症例】

患者：50 歳男性

初診：2022 年 6 月 16 日

主訴：左下の歯ぐきが腫れて痛い、前医に抜歯するしかないと言われた

全身的既往歴：特記事項なし

現病歴：2 年ほど前から下顎左側臼歯部の歯肉に違和感を感じていた。1 ヶ月前に同部の歯肉腫脹と咬合痛を自覚したため、2022 年 6 月 4 日近医を受診したところ、治療不可能なので抜歯と言われた。歯を保存する方法がないか相談を希望し、当院を受診した。

現症：下顎左側第一大臼歯の頬側歯肉が腫脹しており、歯肉圧痛および打診痛を認めた。頬側中央部の歯周ポケット深さ (Probing depth: PD) は 8mm であり、プロービング時の出血 (Bleeding on probing) と排膿を認めた。同歯の他部位の PD は 3mm 以下であった。

デンタルエックス線写真では下顎左側第一大臼歯の根尖に小指等大の透過像を認めた。さらに根尖病変の広がりや歯根・根管形態を 3 次的に精査するために、患者の同意を得て歯科用コーンビーム CT (CBCT) を撮影した。CBCT 所見では、同歯の遠心根尖に歯根吸収を認め、病変は下顎管・下顎左側第二大臼歯の近心根尖まで広がっていた。

診断：下顎左側第一大臼歯 慢性根尖性歯周炎、外部性歯根吸収

治療経過：外部性歯根吸収のため遠心根の根尖が開大しており、再根管治療では感染源の除去と根管の封鎖が困難であると考え、意図的再植と MTA セメントを用いた逆根管充填を行う方針とした。患歯を慎重に抜去したところ、遠心根尖が吸収しており肉芽組織が陥入していた。近心根の破折ファイル除去、遠心根の感染源の除去を目的とし、近遠心の根尖を約 3mm 切除した。さらにエンドセム MTA premixed (ペントロンジャパン) を用いて逆根管充填を行い、炎症性肉芽組織を掻爬した抜歯窩に患歯を再植、固定した。術後 6 ヶ月時点で炎症所見は認められず、PD は全周 3mm に改善した。デンタルエックス線写真においても根尖の不透過性の充進を認めた。

【考察】

本症例では、意図的再植により歯根吸収した部位の感染源を確実に除去し、逆根管充填により根管を密封することが重要であると考えた。MTA セメントは硬化膨張による高密封性、抗菌性、生体適合性、石灰化組織の形成誘導能力をもつことから、逆根管充填材料として良好な結果が報告されている。今後も長期経過を観察していく必要がある。本発表における MTA セメントの適用外使用は、本学会の倫理委員会の承認の下、患者の同意を得て行なった。

S 字状根管に対して CBCT および Ni-Ti Single-file System を用いて根管治療を行った 1 症例

東京歯科大学歯内療法学講座¹

丸紅健康保険組合東京診療所歯科²

○中島 龍¹, 浅井知宏², 関矢日向子¹, 田宮資己¹, 佐古 亮¹, 山田雅司¹, 古澤成博¹

Root canal treatment for S shaped root canal with CBCT and Ni-Ti Single-file System: A case report

Department of Endodontics, Pulp and Periapical Biology, Tokyo Dental College¹

Marubeni Tokyo Dental Clinic, Health Insurance Association of Marubeni Corporation²

○Ryo NAKAJIMA¹, Tomohiro ASAI², Hinako Sekiya¹, Yoshiki TAMIYA¹, Ryo SAKO¹, Masashi YAMADA¹, Masahiro FURUSAWA¹

【緒言】

周知のように根管形態はさまざまな状態を呈しており、そのほとんどは直線的ではなく、ある程度湾曲している。S 字状湾曲根管のように湾曲部が複数存在する根管の場合、根尖の不正形態やリーマー・ファイル類の破折等を惹起するリスクが非常に高く、未だに臨床的難症例である。近年、湾曲根管に対しては、CBCT による診断と Ni-Ti ロータリーファイルの特性により、テクニカルエラーを軽減することが可能になってきている。我々は、東京歯科大学水道橋病院保存科にて S 字状湾曲根管を有する歯に対して、術前の CBCT の診断のもとメカニカルグライドパスを行い、通常 Ni-Ti Multiple-File System を選択するところ、今回は Ni-Ti Single-file System を用いて効率的に根管治療を行った症例について報告する。

【症例】

患者は 45 歳女性。上顎左側第二小臼歯の疼痛を主訴とし、湾曲根管による治療困難のため他院からの紹介により当院保存科を受診。現病歴としては、1ヶ月前から食事時に痛みがあり、紹介元にて根管治療が必要と指摘された。初診時の検査結果、自発痛(-)、打診(+)、冷温痛(-)、咬合時痛(+)、歯髄電気診断(-)、動揺(-)、歯周ポケットは全周 3mm であり、視診では咬合面に齶窩の形成を確認した。口腔内 X 線写真では、上顎左側第二小臼歯は遠心側に強い湾曲を有しており、Denny W. Southar の根管湾曲判定の結果、測定された角度が第 1 湾曲部は 28.0°、第 2 湾曲部が 58.0°であった。CBCT 撮影により、根管形態は S 字状を呈していることが判明した。以上のことから、慢性化膿性根尖性歯周炎(Pulp necrosis/Symptomatic apical periodontitis)と診断し、感染根管治療を行うこととした。

【治療経過】

患者に治療方針、それに伴うリスク、代替治療について口頭と書面で説明し、十分な理解を得た上で、治療への同意を得た。初診時の治療では、ラバーダム防湿を行い、手術用顕微鏡(OPMI pico, カールツァイス社)下で髄室開拓を行った。根管内から膿性および出血性の排膿は認められなかった。#10K ファイルでネゴシエーション後、電氣的根管長測定器(Root ZX mini, モリタ)および口腔内 X 線画像にて 根管長(18.0mm)を測定し、根管長 -1mm を作業長(17.0mm)とした。WaveOne GOLD Glider(Dentsply Sirona)にてメカニカルグライドパスを行った後、WaveOne Gold Primary(Dentsply Sirona)を用いて根管形成を行った。根管洗浄は、5%に希釈した NaOCl(ネオクリーナー「セキネ」, ネオ製薬)と 3% EDTA(スメアクリーン, 日本歯科薬品)を用いた。根管内バキュームとペーパーポイントを用いて乾燥し、メインポイント WaveOne GOLD CF Gutta-Percha Primary (Dentsply Sirona) を挿入、試適、先端部でのタグバックが得られている事を確認し、ニシカチャンネルシーラー-BG(日本歯科薬品)を用いて、Hydraulic Condensation Technique による根管充填を行い、その後、ガラスアイオノマーセメント(Fuji I, ジーシー)にて仮封した。その後、DC コアにてレジン築造を行い、暫間被覆冠を作製・経過観察を行った。根管充填後 3 ヶ月、自覚症状ともになく、最終補綴物を装着した。術後 1 年での経過も良好で、デンタルエックス線写真での異常所見も認められなかった。

【考察および結論】

本症例では、CBCT を用いて根管形態を 3 次的に計測することで、客観的な難易度の診断が可能となった。その上で、適切な器材を選択し、メカニカルグライドパスを行い、安全に根管形成を行うことで、良好な治癒を得ることができたと推察される。通常の Ni-Ti Multiple-File System ではなく、術前に CBCT の検査のもと適切なメカニカルグライドパスを行うことで、Ni-Ti Single-file System でも根尖部の不正形態を生じることなく、効率的に根管形成ができることが示された。

歯内一歯周疾患および外部吸収を併発した湾曲根管歯に対して 感染根管治療と歯周外科との併用で治療に導いた一症例

東京歯科大学歯内療法学講座¹⁾、水道橋病院保存科²⁾

○古澤誉彰¹⁾、壺内かれん¹⁾、山田雅司¹⁾、佐古 亮¹⁾、田宮資己¹⁾、浅井知宏²⁾、古澤成博¹⁾

Root canal treatment and periodontal surgery for the tooth that has a combination of endodontic and periodontal disease as well as external resorption with curved canal: A case report

Department of Endodontics, Tokyo Dental College¹⁾, Division of Conservative Dentistry, Suidobashi Hospital²⁾

○Yoshiaki FURUSAWA¹⁾, Karen Tsubouchi¹⁾, Masashi Yamada¹⁾, Ryo Sako¹⁾, Yoshiki Tamiya¹⁾, Tomohiro Asai²⁾, Masahiro Furusawa¹⁾

【緒言】

周知のように根管は様々な形態を呈しており、その治療は容易ではない。また根管の湾曲度合いも、根管治療の成功率を左右する因子の一つである。さらに、根尖病変と歯周ポケットの交通など、歯内一歯周疾患の治療は原因の特定が困難であり、難症例となり得る。また、外部吸収は原因不明の吸収性病変であり、これにより根管の穿孔を生じている場合、その治療は困難を極める。今回、歯内一歯周疾患と外部吸収を併発した湾曲根管歯に対して、歯内治療および歯周外科を併用して治療を行った症例について報告する。

【症例】

患者は26歳女性。下顎左側第一大臼歯の歯頸部歯肉の腫脹を主訴とし、湾曲根管による治療困難のため当院保存科を紹介された。初診時の診査の結果、自発痛(-)、打診痛(-)、冷温痛(-)、歯髄電気診断(-)、根尖部圧痛(-)、動揺(-)、歯周ポケットは3mmで、頬側中央のみ10mmであった。口腔内X線写真では、下顎左側第一大臼歯は全部金属冠補綴が終了している既根管治療歯であり、不十分な根管拡大と根管充填を認めた。近心根は遠心側への湾曲を呈しており、近遠心ともに根尖部に骨透過像を認めた。CBCT画像では、近心根尖部の病変が歯頸側へと広がっており、歯周ポケットと交通している状態であった。また、遠心頬側歯頸部には歯髄腔と交通した骨線下におよぶ透過像が認められたが、口腔内所見からは確認できなかった。

以上のことから、外部吸収を伴う慢性化膿性根尖性歯周炎 (Previously treated/Asymptomatic apical periodontitis)、歯内一歯周疾患の分類としてはSimonの分類クラスIと診断した。口腔内X線写真で湾曲角度の計測したところ45°であり強度湾曲根管であると判断し、通常感染根管治療および歯周外科による外部吸収の処置を行うこととした。

【治療経過】

初診時に補綴物を除去後、ラバーダム防湿を行い、まずは水酸化カルシウム製剤 (カルピタール®, ネオ製薬) による感染根管治療から行うこととした。5%に希釈したNaOCl (ネオクリーナー「セキネ」, ネオ製薬) と3% EDTA (スマアクリン, 日本歯科薬品) を用いた根管洗浄とともに、#10Kファイルにてネゴシエーション・根管長測定を行い、ProTaper Gold SX・WaveOne Gold Glider・WaveOne Gold Primary および medium (Dentsply Sirona)、根管充填はHydraulic Condensation Technique (ニシカチャンネルシーラーBG, 日本歯科薬品) により行い、DCコアで築造を行った。術後3ヵ月で再度CBCT撮影を行った結果、頬側中央の骨欠損は回復しており、歯周ポケットも3mm程度まで回復していた。一方、外部吸収は初診時と比較して透過像の増大を認めたため、歯肉弁根尖移動術併用歯周外科処置を行うこととし、骨の削去を予定しているところまでは全層弁、以下は部分層弁フラップとした。まず、外部吸収による肉芽組織を除去し、歯質の新鮮面を出した後、37番歯側の骨から緩斜面となるように36番歯の遠心マージン3mm下までの骨削去を行った。その後、2ステップ接着システムを用いて外部吸収部のCR修復を行い、弁は根尖側の骨膜と縫合し歯周バックにて封鎖した。術後16日間経過後、暫間被覆冠を作製し、経過観察を行った。術後半年現在、自他覚症状ともなく、根尖および辺縁の歯周組織も良好である。

【考察および結論】

本症例は、根管の湾曲、歯内一歯周疾患、外部吸収、狭い付着歯肉幅などの様々な要因が治療の難易度を上げており、一方向からのアプローチでは治療に導くことはできなかったと思われる。今回、術後の偶発症などもなく良好な経過が得られた結果は、適切な診査、診断、および多角的アプローチを行ったことにより、適切な治療が行われた結果であると考えられた。

コレステロール結晶は LPS 存在下では IL-1 β を介して非存在下では IL-18 を介して破骨細胞形成を促進する

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科歯周歯内治療学分野

○Mohammad Ibtehaz ALAM、一瀬 早紀、大平 真之、山下 恭徳、尾崎 幸生、柳口嘉次郎、吉村 篤利

Cholesterol crystals accelerate osteoclast formation in bone marrow macrophages via IL-1 β in the presence of LPS and IL-18 in the absence of LPS

Department of Periodontology and Endodontology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

○Mohammad Ibtehaz ALAM, Saki ICHINOSE, Masayuki OOHIRA, Yasunori YAMASHITA, Yukio OZAKI, Kajiyo YANAGIGUCHI, Atsutoshi YOSHIMURA

【Background】 Apical periodontitis can be cured by conventional root canal treatment with a success rate of about 90%. However, there are cases in which the lesion enlarges, and pathologic symptoms do not improve despite appropriate treatment, which is classified as refractory apical periodontitis. Histologically a large number of cholesterol crystals (CC) were observed in the lesion of such cases. Macrophages and foreign-body giant cells accumulate around CC, but these cells cannot decompose CC and inflammation persists. Recently, it has been reported that CC induced interleukin (IL)-1 β and IL-18 production via the NLRP3 inflammasome in myeloid cells. IL-1 β is one of the pro-inflammatory cytokines known for its osteoclastogenic effect and IL-18 has both osteoclastogenic and anti-osteoclastogenic effects. However, the role of CC in bone resorption in apical periodontitis has not been identified. Here, we investigated the role of the CC particle in osteoclastogenesis using bone marrow-derived macrophages (BMMs) in the presence and absence of lipopolysaccharide (LPS), a Gram-negative bacterial component.

【Method】 BMMs (1×10^4 /well) were seeded in a 96-well plate and pre-treated with 10 ng/ml of receptor activator of nuclear factor- κ B ligand (RANKL) and 30 ng/ml of macrophage-colony stimulating factor (M-CSF) for 2 days. Cells were then stimulated with CC (0, 7.5, 15, 30 μ g/ml) in the presence or absence of LPS, in combination with the same concentration of RANKL and M-CSF for an additional 2 days. Then, tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP) staining was performed, and TRAP-positive cells having 3 or more nuclei were counted as osteoclasts. For inhibition assays, NLRP3 inflammasome inhibitor (MCC950), caspase-1 inhibitor (Z-YVAD-fmk), IL-1 receptor antagonist (IL-1ra) and IL-18 binding protein (IL-18 BP) were added prior to stimulation. Gene expressions of NLRP3 inflammasome components were measured by quantitative reverse transcription-polymerase chain reaction (qRT-PCR). Levels of IL-1 β and IL-18 were analyzed via qRT-PCR and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

【RESULTS】 In response to 7.5, 15, and 30 μ g/ml CC, osteoclastogenesis was upregulated in RANKL-treated BMMs in the presence and absence of LPS, indicating that CC positively regulated osteoclastogenesis. To investigate whether IL-1 β is involved in CC-induced osteoclast formation, we measured the gene expression of IL-1 β in RANKL-treated BMMs. Thirty μ g/ml of CC upregulated gene expression of IL-1 β in the presence of LPS, but not in its absence. Protein expression of IL-1 β increased in the presence LPS, but not in its absence. Osteoclastogenesis was significantly suppressed by IL-1ra in the presence of LPS, suggesting that CC upregulated osteoclast formation via IL-1 β production in the presence of LPS, but not in its absence. To investigate the mechanisms by which CC accelerated osteoclastogenesis in the absence of LPS, the protein levels of IL-18 were examined. Interestingly CC increased protein expression of IL-18 in RANKL-treated BMMs. Furthermore, IL-18 BP inhibited osteoclastogenesis, indicating that CC-upregulated osteoclastogenesis by IL-18 production in the absence of LPS. MCC950 and Z-YVAD-fmk suppressed CC induced osteoclastogenesis both in the presence and absence of LPS, suggesting that CC activated NLRP3 inflammasome and promoted maturation of IL-1 β and IL-18 that accelerated osteoclastogenesis in the presence and absence of LPS, respectively.

【Discussion】 This study has demonstrated that cholesterol crystals can accelerate osteoclast formation in the presence and absence of LPS. The cholesterol crystals promoted osteoclast formation via IL-1 β production in the presence of LPS, and via IL-18 production in the absence of LPS in RANKL-treated BMMs. These results suggest that cholesterol crystals may play a significant role in bone resorption in apical periodontitis.

BMP-1 は GCCase を介して MCM2 の発現を調節しヒト歯髄培養細胞の増殖に関与する

¹⁾ 神奈川歯科大学 歯科保存学講座 歯内療法学分野、²⁾ 理化学研究所 生命医科学研究センター、³⁾ 日本大学 松戸歯学部 生理学講座、⁴⁾ 日本どうぶつ先進医療研究所
○室町幸一郎¹⁾、中野令²⁾、吉垣純子³⁾、杉谷博士⁴⁾、石井信之¹⁾

BMP-1 regulates MCM2 expression via GCCase, which contributes to human dental pulp cell proliferation

¹⁾ Department of Endodontics, Kanagawa Dental University, ²⁾ Laboratory for Mucosal Immunity, RIKEN Center for Integrative Medical Sciences, ³⁾ Department of Physiology, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, ⁴⁾ Japan Animal Specialty Medical Institute Inc. (JASMINE)
○MUROMACHI Koichiro¹⁾, NAKANO Rei²⁾, FUJITA-YOSHIGAKI Junko³⁾, SUGIYA Hiroshi⁴⁾, TANI-ISHII Nobuyuki¹⁾

【目的】

Bone morphogenetic protein (BMP) -1 は I 型 collagen や dentin sialophosphoprotein (DSPP)、dentin matrix protein-1 (DMP-1) の成熟に関与することで象牙質の形成に寄与するプロテアーゼである。これまでの研究から、齶蝕歯において BMP -1 の発現が増加し、BMP-1 がヒト歯髄培養細胞 (以下、hDPCs) の・2,6-sia 修飾を減少させ、glucosylceramidase (GCCase)の核移行を促進することを明らかにした (第 152 回 日本歯科保存学会)。GCCase は Glucosylceramide を加水分解し glucose と ceramide を生成することでスフィンゴ糖脂質の代謝に関与する酵素である。しかし、BMP-1 により制御される GCCase が hDPCs においてどのような役割を担うかは明らかではない。そこで本研究では BMP-1 と GCCase が関与する hDPCs の表現型を明らかにすることを目的に研究を行った。

【材料および方法】

本研究は神奈川歯科大学倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 277)。

- 1) 細胞培養: 治療目的で抜歯予定の患者に研究のインフォームドコンセントを行い、同意後に抜去された健全歯から歯髄を抽出したのち、1~5 代継代培養した細胞を hDPCs として実験に用いた。
- 2) siRNA reverse transfection: hDPCs を lipofectamine 2000 および 200 nM siRNA にて 24 時間刺激し GCCase のノックダウン系を作製した。
- 3) RNA sequencing: siRNA による GCCase ノックダウン後に rhBMP-1 (500 ng/ml) で 24 時間刺激した hDPCs から total RNA を抽出し、次世代シーケンサーによる RNA seq 解析にて遺伝子発現の変動を網羅的に解析した。
- 4) Western blot: siRNA による GCCase ノックダウン後に rhBMP-1 (500 ng/ml) で刺激した hDPCs から whole cell lysate を抽出した。各タンパク質サンプルを SDS-PAGE にて展開後、ニトロセルロース膜へ転写し、anti-minichromosome maintenance (MCM) 2 抗体を一次抗体に用いて MCM2 タンパク質発現の変動を解析した。
- 5) Cell proliferation assay: hDPCs を rhBMP-1 (500 ng/ml) で 24、48、72、120、168 時間刺激したのちに Calcein AM を用いて細胞増殖の変動を解析した。

【結果】

siRNA reverse transfection により hDPCs において GCCase の発現が有意に抑制されることを確認した。Gene Ontology 解析から BMP-1 は hDPCs の DNA replication、DNA metabolic process、Mitotic cell cycle phase transition、DNA replication initiation、Mitotic cell cycle に関連する遺伝子の発現を有意に促進し、GCCase のノックダウンによってこれらが抑制された。前述の結果から MCM2 の関与が予測されたため western blot にて解析したところ、hDPCs における MCM2 の発現は BMP-1 によって 48、72、168 時間で抑制された。加えて BMP-1 による MCM2 の発現抑制は GCCase のノックダウンによってレスキューされた。hDPCs における細胞増殖は BMP-1 によって 72、168 時間で抑制された。

【考察】

MCM2 は DNA の複製において二本鎖 DNA を開裂することで細胞分裂に関与するヘリカーゼである。今回の結果から、hDPCs において BMP-1 は GCCase を介して MCM2 の発現を抑制する可能性が考えられた。また、この結果は BMP-1 による hDPCs の増殖抑制を支持する結果であった。従って、歯髄-象牙質複合体において BMP-1 は GCCase を介して MCM2 の発現を調節し hDPCs を増殖から分化へと転じさせる役割を有する可能性が示唆された。

【謝辞】 本研究は、令和 4 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (C) No. 21K09882) により行った。

生体活性ガラス含有根管用セメントが蛍光発色ブタ不死化歯髄細胞に与える影響

鶴見大学歯学部歯内療法学講座

○中道 匠、細矢哲康

Effects of Bioactive Glass-Containing Root Canal Cement on Fluorescent Porcine Pulp Cells

Department of Endodontology, Tsurumi University School of Dental Medicine

○Takumi Nakamichi, Noriyasu Hosoya

【目的】

歯内療法分野において、Mineral Trioxide Aggregate (MTA) は種々の目的で使用されているが、本邦における適用範囲や極微量ではあるがヒ素を含む等の課題も少なくない。本研究では、歯髄保存療法の際に MTA と同様の目的で使用されることがある生体親和性に優れた生体活性ガラス含有根管用セメント(ニシカ キャンナルシーラー-BG multi, 日本歯科薬品)を被験試料とし、ディスク状の試料上で培養したブタ不死化歯髄細胞 (PPU7) を観察し、被験試料が細胞に与える影響を観察することが目的である。

【材料および方法】

1. 生体活性ガラス含有根管用セメント上での培養が細胞に与える影響

生体活性ガラス含有根管用セメントをチタンディスクにコーティングし、擬似体液 (PBF) 中で4日間保管した。その後2日間 Minimum Essential Medium α (MEM α) 培地内に浸漬し、6 well プレートに静置したものを15枚用意した。ディスク上に赤色蛍光タンパク質 (DsRed) 遺伝子を導入したブタ不死化歯髄細胞 (DsRed-PPU7) を播種し、実験群として BMP-2 (500ng/mL)、TGF- β (1ng/mL)、BMP-2 阻害剤の LDN-193189 (50nM)、TGF- β 阻害剤の SB-431542 (1 μ M) をそれぞれ添加した4通りの MEM α 培地とコントロール群として MEM α 培地のみを計5群にて14日間培養を行った。培養細胞は蛍光顕微鏡下で観察を行い、細胞数の変化を Image J を用いて蛍光面積から算出した。

2. 生体活性ガラス含有根管用セメントによる培地の pH 変化

生体活性ガラス含有根管用セメントのディスク (直径10mm、高さ2mm) を3試料作成した。ディスクを6 well プレートの MEM α に浸漬し、pH を14日間 (2, 5, 8, 11, 14日) に亘り測定し継時的変化を観察した。なお比較対象として、MTA (プロルート MTA) ディスクについても観察した。

【結果および考察】

実験群ならびにコントロール群において、細胞数は5日目まで減少傾向を示し以後増加に転じた。SB-431542 添加群の細胞増殖が著しく11日目に最大値を示したが、BMP-2 添加群では細胞増殖の傾向が遅かった。また生体活性ガラス含有根管用セメントを浸漬した培地の pH は、2日目で最高値を示し経時的に低下傾向を示した。MTA においても同様な傾向が認められた。

MTA ディスク上で DsRed-PPU7 を培養した研究では、TGF- β 添加群で著しく細胞増殖が促進し、SB-431542 添加群で抑制されたと報告¹⁾したが、生体活性ガラス含有根管用セメントでは、MTA とは異なる影響が生じることが推測された。また、本実験では蛍光面積を用いて細胞数の変化を観察したが、培養期間の延長に伴い細胞が重なり合うことから、培養後期では比較が難しいという課題を解決する必要がある。

1) Hattori-Sanuki T., Karakida T., Chiba-Ohkuma R., Miale Y., Yamamoto R., Yamakoshi Y., Hosoya N. Characterization of Living Dental Pulp Cells in Direct Contact with Mineral Trioxide Aggregate. Cells. 2020;9:2336. doi: 10.3390/cells9102336.

塩基性線維芽細胞増殖因子と炭酸アパタイトの併用が歯周組織治癒に及ぼす影響

¹東京歯科大学歯周病学講座, ²東京歯科大学口腔科学研究センター
宮田 直樹¹, 森 心汰¹, 村上 侑¹, 今村 健太郎^{1,2}, 勢島 典¹, 齋藤 淳^{1,2}

Combined effects of fibroblast growth factor-2 and carbonate apatite on periodontal healing

¹Department of Periodontology, Tokyo Dental College,
²Oral Health Science Center, Tokyo Dental College
Naoki Miyata¹, Shinta Mori¹, Tasuku Murakami¹,
Kentaro Imamura^{1,2}, Fumi Seshima¹, Atsushi Saito^{1,2}

【目的】

シグナル分子である塩基性線維芽細胞増殖因子 (FGF-2) は、歯周組織治癒の促進効果が報告されており、歯周組織再生療法に使用されている。炭酸アパタイト (CO₃Ap) は、骨と類似した組成を持ち、生体適合性が高いことから、わが国で新規骨補填材として歯周治療等に用いられている。近年、シグナル分子と足場材を併用した再生療法が注目を集めている。しかし、FGF-2 と CO₃Ap の併用による歯周組織治癒の詳細なメカニズムはいまだ不明な点が多い。本研究では、FGF-2 と CO₃Ap の併用が歯周組織治癒に及ぼす影響を *in vitro*, *in vivo* の観点から検討した。

【材料および方法】

In vitro では、FGF-2 添加/非添加の CO₃Ap または脱タンパクウシ骨ミネラル (DBBM) 上のマウス前骨芽細胞 (MC3T3-E1 細胞) の生存/増殖率を WST-8 assay で測定し、付着細胞の形態を走査型電子顕微鏡 (SEM) および共焦点レーザー顕微鏡 (CLSM) を用いて観察した。また、MC3T3-E1 細胞の骨芽細胞への分化を、PCR array と qRT-PCR により評価した。*In vivo* では、雄性 Wistar ラットの上顎第一臼歯近心に歯周組織欠損を外科的に作製し、欠損内に生理食塩水 (Unfilled), FGF-2, CO₃Ap, FGF-2+CO₃Ap を応用した。術後 2, 4 週で H-E 染色による組織学的観察および micro-CT にて新生骨体積率 (BV/TV) および新生骨と CO₃Ap を含めた不透透性体積率 (RV/TV) における骨梁構造解析を行った。本研究は東京歯科大学実験動物委員会の承認を得て実施した (承認番号:222207)。

【結果】

In vitro において、FGF-2 添加 CO₃Ap 上での MC3T3-E1 細胞の生存/増殖率は、非添加の CO₃Ap 上と比較し、有意な差を認めなかったが、SEM および CLSM において FGF-2 添加 DBBM 上と比較し細胞突起が伸長した付着細胞を多く認めた。また、FGF-2 添加 CO₃Ap 上での MC3T3-E1 細胞において、PCR array で非添加の CO₃Ap 上と比較し細胞接着や細胞増殖、基質石灰化に関与する 86 遺伝子の内、26 遺伝子は 2 倍以上の発現上昇を認めたが、qRT-PCR では *Runx2* と *Sp7* の発現量が有意に少なかった。*In vivo* において、術後 2 週の H-E 染色では FGF-2, CO₃Ap, FGF-2+CO₃Ap 群は Unfilled 群と比較し新生骨様構造物がより多い傾向を認めた。骨梁構造解析において、術後 2, 4 週での FGF-2, CO₃Ap, FGF-2+CO₃Ap 群の BV/TV 値は、Unfilled 群と比較し有意に高く ($P < 0.05$), FGF-2+CO₃Ap 群では CO₃Ap 群と比較して有意に高かった ($P < 0.05$) (Figure 1a, b)。術後 2, 4 週における CO₃Ap 群, FGF-2+CO₃Ap 群の RV/TV 値は Unfilled 群および FGF-2 群と比較し有意に高かった。

【結論と考察】

CO₃Ap は DBBM と比較して細胞の初期付着が起りやすい環境を提供し、骨芽細胞分化を促すことにより新生骨形成を促進することが示唆された。また、FGF-2 の添加は骨補填材への細胞の初期付着、細胞増殖および血管新生を促し新生骨形成を促進する可能性がある。

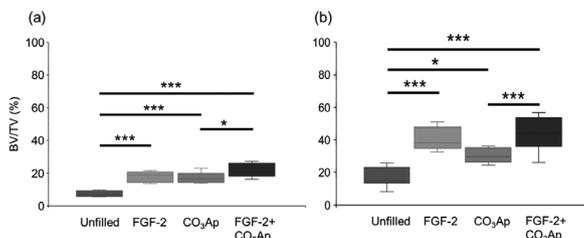


Figure 1. Quantitative analysis of micro-CT images by a 3-D structural analysis software (TRI/3D-BON). (a) : 2 weeks postoperatively, (b) : 4 weeks postoperatively. Data shown as box and whiskers plot with minimum, maximum, median and 25th and 75th percentiles (n = 6). * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, by ANOVA with Tukey post-hoc test.

ヒト歯肉上皮細胞におけるニコチン刺激除去後の形態学的観察

- 1 日本歯科大学生命歯学部 歯周病学講座、2 東京慈恵会医科大学 基盤研究施設 (分子細胞生物学)
○ 五十嵐(武内) 寛子^{1,2}、沼部 幸博¹

Morphological study of human gingival epithelial cells after removal of nicotine stimulation

1 Department of Periodontology, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University

2 Core Research Facilities for Basic Science (Division of Molecular Cell Biology), The Jikei University
School of Medicine

○ Hiroko Takeuchi-Igarashi^{1,2}, Yukihiko Numabe¹

[目的]

タバコ煙はニコチンをはじめとする多数の有害物質を含み、長期に吸入曝露することで身体に悪影響を与える。歯肉上皮細胞は、口腔上皮の最外層に位置し、生体内で一番初めにタバコ煙と接する。そこで今回は、ヒト歯肉上皮細胞において、ニコチン刺激後と刺激除去後にどのような変化が認められるのか形態学的観察を中心に検討を行った。

[材料および方法]

健常ヒト歯肉上皮組織より上皮細胞を分離・樹立した。ヒト歯肉上皮細胞をサブコンフルエンスになるまで培養し、最終濃度 $1 \mu\text{g/ml}$ ニコチン含有培地にて 24 時間培養した。その後、継続してニコチン刺激を行ったものを喫煙群、ニコチン非含有培地に上清を交換し培養を行ったものを禁煙群としコントロールを含む 3 群にて、細胞増殖および細胞遊走能の測定、位相差顕微鏡、SEM および TEM による形態学的観察を行った。また、E-カドヘリンの発現は免疫蛍光染色にて観察を行った。

[結果]

$1 \mu\text{g/ml}$ ニコチンを作用させることにより、喫煙群および禁煙群ともに時間依存的に優位な細胞数および細胞遊走能の低下が認められたが、培養上清交換後、禁煙群では有意な上昇が認められた ($p < 0.001$)。ニコチン刺激後、TEM にて細胞内に空胞変性が認められ、時間依存的に増加した。禁煙群では時間依存的に空胞変性は減少し 24 時間後には消滅した。SEM では、喫煙群において細胞の萎縮や細胞表面の陥凹が認められたが、禁煙群では時間依存的に回復傾向が認められた。

[考察]

ニコチンにより為害作用が認められたヒト歯肉上皮細胞は、ニコチン刺激除去後、細胞は回復傾向を示した。しかし、デブリス様構造物の残存が認められ、ダメージの残存が考えられた。

本研究は、学術研究助成基金助成金：若手研究(B)、課題番号：16K20681 の助成を受けて行われた。

30年ぶりに皮膚症状が改善した掌蹠膿疱症患者に対する歯周治療の効果

岩手医科大学歯学部歯科保存学講座歯周療法学分野

○村井 治, 佐々木 大輔, 八重柏 隆

Effect of periodontal treatment on palmoplantar pustulosis patients with improved skin rash since 30 years ago

Division of Periodontology, Department of Conservative Dentistry, School of dentistry,
Iwate Medical University

○Osamu Murai, Daisuke Sasaki, Takashi Yaegashi

症例概要: 患者は初診時30年前に掌蹠膿疱症 (palmoplantar pustulosis: 以下 PPP) を発症, 診断された。皮膚科でビタミン投与療法を受けたが改善せず診療を中断した。その後断続的に皮膚症状の増悪をくりかえし, 関節痛症状も発症したが原因不明で放置していた。初診3月前より皮膚・関節症状が増悪したため近医を受診した。処方薬が投与されたが症状が改善せず, 岩手医科大学内丸メディカルセンター皮膚科に紹介された。皮膚科で PPP および掌蹠膿疱症性骨関節炎 (pustulotic arthro-osteitis: 以下 PAO) と確定診断され, PAO については整形外科に紹介, 歯性病巣の精査目的で同内丸 MC 歯科医療センター歯周病外来を紹介された。

全身所見: 手掌部に膿疱および鱗屑を, 足底部には鱗屑のみ認められた。関節症状は頸部, 胸肋鎖, 肘, 膝, 股関節 臀部に疼痛を認めた。頸椎エックス線では第5, 第6頸椎に癒合, 炎症像を認めた。アレルギーF(-)D(+)リラシリン, 金属アレルギー (+): ニッケル クロム マンガン 亜鉛, 初診時関節痛の Visual Analogue Scale (以下 VAS) は100であった。一般血液検査で皮膚科初診時 CRP 0.32mg/dl, リウマチ因子 (陰性), 喫煙歴なし。

口腔内所見: 臼歯部舌側, 口蓋側を中心にプラーク・歯石の付着, 無自覚な歯肉の腫脹, 深い歯周ポケット及び歯肉からの出血を認めた。4mm 以上 PD: 32.6%, BOP (+) 率: 39.1%, PISA: 1151mm²。

歯科既往歴: 抜歯 (+) 麻酔 (+), PPP リスク因子除去のために10年前に近医歯科で上顎第二大臼歯, 下顎左側第二小臼歯部金属冠をセラミック冠に置換したが, PPP・PAO の病状は改善しなかった。その他の部位は継続困難なため中断した。歯周病外来受診まで歯周病の指摘, 治療を受けてはいない。

診断: PPP PAO 重度慢性歯周炎 (Stage II GradeB)

歯科治療方針: 患者自身が口腔内状況に無関心であり, プラークコントロールレコードは74%と清掃不良であった。口腔内炎症巣と PPP の関連性の説明を行い, 患者のモチベーションを上昇させるとともに TBI, SRP を行い, 再評価後に必要な部位については歯周外科を行う方針とした。

医科治療経過: 皮膚科: ビタミン H 製剤, ビオフェルミン配合散, ヒドロコルチゾン酪酸エステル軟膏を処方。歯性病巣治療を優先し, 歯科治療後に PPP 症状が改善しない場合には扁桃除去, 生物学的製剤の使用を検討する。整形外科: NSIADs を処方, 左肩に精製ヒアルロン酸ナトリウムを継続注射。

歯科治療経過: 初診検査, TBI, スケーリング・ルートプレーニング, 咬合調整, 再評価, 歯周外科 (歯肉剥離搔把術: #17, 16 15, 25, 26, 27, 47, 45), 再評価, #35 う蝕治療, SPT・メンテナンスに移行。

まとめ: 皮膚科から紹介後, 対診を行い歯性病巣除去を優先, 症状改善しなかった場合には扁桃除去療法及び生物学的製剤 (グセルクマブ) を使用予定であったが, 初診+10か月で歯周組織炎症が改善した後に30年ぶりに手掌の皮疹が著しく改善した。関節痛症状の VAS は現時点で0程度となり関節症状改善目的の NSIADs の処方も中止され, 扁桃除去, 生物学的製剤の使用も不要であった。本症例のように PPP・PAO の口腔内感染巣を患者が無関心な場合は感染巣を認識できず, 未治療であることが多い。PPP・PAO 患者については歯科が主導で積極的に診査, 歯性病巣の除去, 治療を行うべきである考える。

歯周組織検査と併用した歯肉溝滲出液におけるヘモグロビン検査の有用性

日本歯科大学生命歯学部歯周病学講座¹⁾

○伊藤弘¹⁾, 沼部幸博¹⁾

Usefulness of hemoglobin test in gingival crevicular fluid combined with periodontal examination

Department of Periodontology, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo¹⁾

○Hiroshi Ito¹⁾, Yukihiro Numabe¹⁾

【目的】

歯周病の動的治療後, supportive periodontal therapy (SPT) に移行した場合, 質の高いセルフケアの継続と歯科医療従事者による各患者に適したリコールプログラムの提供は, 健康な歯周組織の維持安定に重要な項目となる。特に, 歯周組織の維持安定の把握には, probing depth (PD) と bleeding on probing (BOP) の測定が極めて有効となる。しかし, 両検査項目の遂行には, 極めて繊細な技術が要求され, プローブの挿入角度から測定値の誤差が生じる可能性も報告されている。我々は, より精度の高い検査結果の獲得には, 従来の検査に加えて gingival crevicular fluid (GCF) 成分解析の併用が有効であると報告し, 簡易で迅速に対応できるチェアサイドへの臨床応用を検討, 提言してきた。今回は, GCF 成分に反映される出血履歴の有無の判定に有効である hemoglobin (Hb) に注目し, BOP 検査結果との関連について検索し, GCF 成分解析が歯周組織検査の精度向上に寄与するか検討を行った。

【材料および方法】

被験者は, 日本歯科大学附属病院に来院中の全身的に健康であり非喫煙者である SPT 患者 56 名 (男性: 23 名, 女性: 33 名) とした。臨床パラメータは, plaque index (PLI), GCF 量 (Periotron® 8000 value), PD, clinical attachment level (CAL), gingival index (GI), BOP とした。SPT 移行時期は, 動的歯周治療終了後 3 か月に再評価検査を行い, 病状安定と判断した場合とした。GCF を採取する被験歯は, 上下顎前歯部および小臼歯の単根歯 105 部位とした。GCF の生化学検索項目は, タンパク質量 (BCA kit) と出血反応の証拠となる Hb とした。GCF における Hb 検査は, immuno-chromatography (IC) 法を用いて行った。IC 法を行った試料は, デンシトメーター (Bio Rad) にて測定し, Hb の定量化を図った。GCF の採取は, PLI 測定後, perio paper® を検査部位のポケットに抵抗感があるまで挿入し, 30 秒間静置し採取・回収した。なお, perio paper® に出血が視認された試料は除外対象とした。検索群は, BOP 検査結果と Hb 量から, BOP(-) Hb=0, BOP(-) 0<Hb, BOP(+), Hb=0, BOP(+), 0<Hb の 4 群に分け検討を行った。(注釈: Hb=0 とは, IC 法による Hb の定量化において Hb が検出されなかった群である。)

【結果および考察】

BOP(-) Hb=0, BOP(-) 0<Hb, BOP(+), Hb=0, BOP(+), 0<Hb の各群における測定部位は, 各々 20 部位, 52 部位, 9 部位, 24 部位であった。

BOP 検査と Hb 検査結果から, BOP(-) Hb=0 と BOP(-) 0<Hb との比較では, タンパク質量において BOP(-) 0<Hb の群で有意に高い値を示した。また, 統計学的な差は認められなかったものの, BOP(-) Hb=0 と比較して BOP(-) 0<Hb の群で高い傾向を示した。一方, BOP(+), Hb=0 と BOP(+), 0<Hb との比較では, 統計学的な差は認められなかった。以上から, 特に GCF における Hb 検査との併用は, 微弱な組織損傷を捉える可能性が示され, 歯周組織検査の精度向上に寄与する可能性が示唆された。

【倫理的配慮】

日本歯科大学倫理委員会承認 (NDU-T 2017-12) のもと遂行された。

【資金源】

文部科学省科学研究費助成金: 基盤 C (20K09964・20K09981) の一部を資金源とした。

歯周炎モデルにおける歯肉線維芽細胞に対するヘスペリジンの抗炎症作用の *In vitro* 解析

1. 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科歯周機能治療学
 2. 日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座
 3. 日本歯科大学新潟病院総合診療科
- 鈴木亮太郎¹ 丸山昂介² 八板直道¹ 佐藤遥香¹ 川上 惇¹ 鈴木優矢¹ 両角祐子^{2,3} 佐藤 聡^{1,2,3}

In vitro analysis of the anti-inflammatory effect of hesperidin on gingival fibroblasts in a periodontitis model

1. Periodontology, Graduate School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University
2. Department of Periodontology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
3. Comprehensive Dental Care at Niigata Hospital, The Nippon Dental University

○Ryotaro Suzuki¹, Kosuke Maruyama², Naomichi Yaita¹ Haruka Sato¹
Sunao Kawakami¹, Yuya Suzuki¹, Yuko Morozumi^{2,3}, Soh Sato^{1,2,3}

【緒言】歯周病は、歯周病原細菌とそれに対する炎症、宿主因子により疾患が成立し、環境因子が加わることで病態を進行することが知られている。また、歯周病原細菌は、歯周組織に慢性的に刺激を加え、様々なサイトカインや酵素の産出を促すことで、組織破壊を引き起こす。特にグラム陰性菌の外膜を構成する Lipopolysaccharide (LPS) は、歯周組織における炎症の惹起と組織破壊において密接に関連することが知られている。一方、柑橘系ポリフェノールの一種であるヘスペリジン (5,7,3-trihydroxy-4-methoxy-flavanone 7-rhamnoglucoside: Hesp) は、抗炎症作用、抗アレルギー作用、抗酸化作用を有し、Interleukin-1 β 、Interleukin-6 (IL-6)、iNOS などの炎症性サイトカインの発現量を減少させることが報告されている。しかしながら、歯周領域におけるヘスペリジンの作用や機序についての報告は少ない。そこで、ヘスペリジンの抗炎症作用に注目し、歯周炎の炎症に対する治療への応用を検討することとした。本研究は、ヒト歯肉線維芽細胞 (Human Gingival fibroblast cell ; HGF) に LPS 刺激を加えたものを歯周炎モデルと想定し、ヘスペリジン曝露下における HGF の生理活性を解析することにより、歯周炎に対するヘスペリジンの効果を明らかにすることを目的とした。

【材料および方法】HGF は、15%FBS 含有 DMEM にて 1.0×10^5 cells/mL に調製し、60mm ディッシュに播種した。播種後、2日間通常の培地にて培養を行った。その後、LPS (1.0 μ g/mL) を6時間曝露した。続いて Hesp を DMSO にて溶解し、培地にて 1、10、30、50 μ M に調整した。HGF を各濃度の Hesp で2、4時間培養し、測定を行った。IL-6、Interleukin-8 (IL-8)、Toll-Like Receptor 4 (TLR4) の発現を解析するために、Real-time PCR system を用いた。各データは、 $\Delta \Delta$ Ct にて相対定量した。内在性コントロールは、 β -actin を用いた。統計学的検索は、Kruskal-Wallis 検定を行い、多重比較には、Steel-Dwass を用いた。

【結果】炎症性サイトカイン：IL-8、IL-6 の発現量は、LPS 群と比較し、LPS+Hesp 曝露群において、有意な抑制を認めた。Hesp 濃度別では、有意な差は認めなかった。LPS の特異的なレセプターである TLR4 の発現量は、Hesp+LPS 群で LPS 群と比較し、発現量の減少を認めた。Hesp 濃度別では、有意な差は認めなかった。

【まとめ】歯周炎モデルの HGF に Hesp を曝露した際、炎症性サイトカインの発現の抑制を優位に認めた。この結果は、Schueller らの、Hesp は、IL-8 などの炎症性サイトカインの発現を抑制するとの報告と一致している。これらのことから、Hesp は歯周炎時における、炎症性サイトカインの発現を抑制すると考えられる。また、Hesp を曝露することで、LPS の受容体である TLR4 の発現量の減少を認めた。TLR4 は、LPS 刺激により発現する特異的な受容体で、炎症性サイトカインの発現に深く関与している。本研究結果から、Hesp は TLR4 の発現を減少させることにより、炎症性サイトカインの発現を抑制したと考える。以上のことから、Hesp は歯周炎に対し、炎症を抑制する可能性があり、歯周炎治療やセルフケアへの応用が期待できると考える。

スーパーMTAペーストはヒト前骨芽細胞の石灰化誘導能を促進する

¹九州大学病院 口腔総合診療科、²九州大学大学院 歯学研究院 総合歯科学講座 総合診療歯科学分野
○御手洗 裕美¹、Fakatava Naati²、王 恕心²、冉 子晴²、祐田 明香¹、原口 晃¹、孫 偉浩²、和田 尚久²

Super MTA Paste induce osteoblastic differentiation of human preosteoblastic cells

¹Division of General Dentistry, Kyushu University Hospital, ²Department of General Dentistry,
Division of Interdisciplinary Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○¹Hiromi Mitarai, ²Fakatava Naati, ²Wang Shuxin, ²Zen Shisei, ¹Asuka Yuda, ¹Akira Haraguchi,
²Son Ikou, ²Naohisa Wada

【研究目的】難治性根尖性歯周炎に対して適応となる歯根端切除術では、病変部分の骨欠損の修復を図るため、逆根管窩洞形成部分に適切な充填材を使用することが望まれる。逆根管充填材としては、SuperEBA Cement (以下 EBA / Keystone Industries) や Intermediate Restorative Material (以下 IRM / Dentsply Sirona) に代表される酸化亜鉛ユージオールセメントが保険診療で認められているが、一方で歯根膜細胞や骨芽細胞へ有害性を示すことが報告されている (Zhu Q, et al *J.Endod* 1999)。近年は、良好な生体親和性や硬組織形成能を有するケイ酸カルシウム系セメント Mineral Trioxide Aggregate (MTA) が多く使用されているが、練和直後の性状により充填が容易でない。そのため、良好な操作性や生体親和性を有し、硬組織形成能を有する新たなセメントが求められている。スーパーMTAペースト (サンメディカル) は、重合開始剤に TBB を用いた Resin-modified MTA で、歯科用覆髄材として使用されている。良好な操作性と高い Ca イオン徐放性を持ち、in vivo において良好なデンティンブリッジの形成が報告されている。しかしながら、歯科用覆髄材以外への応用は未だ検討されていない。そこで本研究では、スーパーMTAペーストがヒト前骨芽細胞に対する有害性や細胞増殖能、石灰化誘導能に及ぼす影響を in vitro で解析し、逆根管充填材としての有用性を検討した。

【材料および方法】細胞は、ヒト前骨芽細胞 Saos-2 (理研) を使用した。本研究では、スーパーMTAペースト (以下スーパーMTA)、対照群として ProRoot® MTA (以下 MTA / Dentsply Sirona)、Super-Bond C&B (以下 SB / サンメディカル)、EBA、IRM を用いた。各試料はテフロン製の鋳型 (径 5 mm、厚さ 2 mm) に填入後、37 °C、5 % CO₂ インキュベーター内で 12 時間静置させ硬化を確認した。逆根管充填窩洞にセメントを充填した場合、組織に面した部分は絶えず組織液にさらされていることを想定し、5 ml の α-MEM を入れた 15 ml tube に 1 disk を入れ、5 日間 100 Hz で動くシェイカー上でウォッシュしたものを実験に使用した。また、洗浄した 1 disk を、新たに 5 ml の α-MEM を入れた 15 ml tube で 48 時間ウォッシュ後、fresh な α-MEM と 1:1 の割合で混和し、disk 上清として実験に使用した。(1) 各種 disk による Saos-2 に対する細胞有害性を解析するため、24 穴プレートの底面に各 disk を静置し、周囲に Saos-2 を播種し 48 時間培養後、トリジンブルー染色を行った。(2) 各種 disk 上清が Saos-2 の細胞増殖能に及ぼす影響を解析するため、48 well plate で各種 disk 上清を用いて Saos-2 を培養し、0、1、2、3、4 日後に WST-1 assay を行った。(3) 各種 disk 上清が Saos-2 の石灰化誘導能に及ぼす影響を解析するため、石灰化誘導培地 (1 mM AA、Dex、β-GP 含有 10 % FBS / disk 上清) を用いて 21 日培養後、Alizarin Red-S 染色を行った。

【結果】(1) 各 disk 周囲に Saos-2 を播種したところ、スーパーMTA、MTA、SB の disk 周囲に Saos-2 が生着し、トリジンブルー陽性反応を認めた。しかし、EBA ならびに IRM の disk 周囲には Saos-2 が生着しなかった。(2) スーパーMTA 上清で培養した Saos-2 の細胞増殖能は、コントロール群と比較して有意な差を認めなかった。(3) 各種 disk 上清石灰化誘導培地で Saos-2 を培養したところ、スーパーMTA 群は、通常の石灰化誘導培地群だけでなく、MTA 群や SB 群と比較して、Alizarin Red-S の陽性反応が有意に上昇した。

【考察】本研究の結果から、スーパーMTA はヒト前骨芽細胞への有害性が少なく、その上清はヒト前骨芽細胞培養初期の細胞増殖能に影響を与えないことが明らかとなった。さらに、他のセメントと比較して、スーパーMTA がヒト前骨芽細胞の石灰化誘導能を有意に促進したことから、歯根端切除術後の逆根管充填材としての有用性が示唆された。

【結論】(1) Saos-2 はスーパーMTA 周囲に生着した。(2) スーパーMTA 上清は Saos-2 の細胞増殖能に影響を及ぼさない。(3) スーパーMTA 上清は、Saos-2 の石灰化誘導能を促進した。

AhR シグナルの活性化はヒト歯根膜細胞の MMP12 発現を亢進する

¹九州大学 大学院歯学研究院 口腔機能修復学講座 歯科保存学研究分野、

²九州大学病院 歯内治療科、

³九州大学大学院 歯学研究院 DDR 研究センター、

⁴九州大学大学院 歯学研究院 OBT 研究センター

○門脇正敬¹、友清淳^{2,3}、糸山知宏²、長谷川大学²、濱野さゆり^{1,4}、杉井英樹¹、前田英史^{1,2}

AhR signal activation enhances MMP12 expression in human periodontal ligament cells.

¹Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation,

²Department of Endodontology, Kyushu University Hospital,

³DDR Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University,

⁴OBT Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○Masataka Kadowaki¹, Atsushi Tomokiyo^{2,3}, Tomohiro Itoyama², Daigaku Hasegawa², Sayuri Hamano^{1,4}, Hideki Sugii¹, Hidefumi Maeda^{1,2}

【研究目的】カネミ油症は、ダイオキシンを多量に含むライスオイルの接種が原因となった食品公害である。被害者には、皮膚の色素沈着、倦怠感、頭痛、しびれ等の様々な症状が生じることが知られており、口腔領域においては、歯肉の着色、歯周ポケットの深化傾向等が報告されている。ダイオキシン類は Aryl hydrocarbon receptor (AhR) を介したシグナル伝達機構の活性化により、細胞に様々な変化を引き起こす。これまでに当研究室では、AhR シグナルの活性化が、ヒト歯根膜細胞の *COL1A1* ならびに *αSMA* 発現の減少、および *MMP1* 発現の上昇を引き起こすことを明らかにしている (Tomokiyo et al. 2012)。しかしながら、AhR シグナルの活性化により誘導されるヒト歯根膜細胞の遺伝子発現変化は、一部が明らかとなっているのみであり、大部分は不明確である。そこで本研究では AhR シグナルの活性化がヒト歯根膜細胞の遺伝子発現に及ぼす影響を網羅的に解析し、油症患者における歯周ポケットの深化傾向に関与する可能性のある因子を明らかにすることとした。

【材料および方法】(1) ヒト歯根膜細胞の AhR シグナル活性化：同意が得られた 2 名の患者の抜去歯牙から得られた歯根膜細胞を、10% Fetal Bovine Serum 含有の α -MEM にて継代培養し、HPDLC-5I (15 歳女性) および HPDLC-5L (17 歳女性) として本実験に用いた。ダイオキシン類の一つである Benzo(a)pyrene (BaP) は、AhR シグナルを活性化することから、HPDLC-5L を 1 μ M BaP 含有 CM (BaP1)、および 10 μ M BaP 含有 CM (BaP10) にて 1、3、および 7 日間培養した。またコントロールとして、HPDLC-5L を CM に DMSO を添加した培地 (BaP0) にて 1、3、および 7 日間培養した。(2) 遺伝子発現量比較：(1) にて培養した HPDLC-5L から mRNA を抽出したのち、逆転写酵素を用いて cDNA を作製した。これらの cDNA を用いて定量的 RT-PCR を行い、*COL1A1* および *MMP1* 発現について比較検討した。(3) Microarray 解析：(2) の結果を基に、BaP0 および BaP10 にて 7 日間培養した HPDLC-5L の cDNA を用いて、Microarray 解析を行い、AhR シグナルの活性化により発現上昇および発現減少する遺伝子群を同定した。(4) 遺伝子発現変動の確認：BaP0、BaP1、および BaP10 にて 7 日間培養した HPDLC-5I ならびに HPDLC-5L の cDNA を用いて定量的 RT-PCR を用い、(3) の結果から得られた遺伝子の発現について比較検討した。なお本研究は九州大学医系地区部局観察研究倫理審査委員会の承認 (承認番号: 2021-151) の下で行った。

【結果】HPDLC-5L の *COL1A1* 発現は、培養 1 日目では、BaP0、BaP1、および BaP10 の間で差を認めなかったが、培養 3 日目の BaP1 および BaP10 において BaP0 よりも発現が減少し、培養 7 日目の BaP10 において BaP0 よりも発現が減少した。一方、*MMP1* 発現は、培養 1 日目の BaP1 および BaP10 において BaP0 よりも発現が上昇し、培養 3 日目および 7 日目の BaP10 において BaP0 よりも発現が上昇した。7 日間 BaP10、および 7 日間 BaP0 にて培養した HPDLC-5L の Microarray 解析の結果、BaP0 と比較し BaP10 にて MMP 関連遺伝子が多数発現上昇し、中でも *MMP12* の発現が大きく上昇した。定量的 RT-PCR の結果、HPDLC-5L のみならず HPDLC-5I のいずれにおいても、BaP0 と比較し、BaP1 および BaP10 において *MMP12* の発現が上昇した。

【考察】ダイオキシン類による AhR シグナルの活性化は、ヒト歯根膜細胞の *MMP12* の遺伝子発現を上昇させ、細胞外基質の分解に影響を与えている可能性が示唆された。

TNF- α で刺激されたヒト口腔上皮細胞の炎症性メディエーターならびに 抗酸化タンパク質発現に対する Erucin の影響

徳島大学大学院医歯薬学研究部 再生歯科治療学分野
○下山 真弘、細川 義隆、細川 育子、保坂 啓一

The Effects of Erucin on Inflammatory Mediators and Antioxidant Mediators Expression in TNF- α - Stimulated Human Oral Epithelial Cells

Department of Regenerative Dental Medicine, The University of Tokushima Graduate School

○Masahiro Shimoyama, Yoshitaka Hosokawa, Ikuko Hosokawa, Keiichi Hosaka

【研究目的】

歯周炎は歯周病原性細菌感染によって引き起こされる慢性炎症性疾患であり、宿主の過剰な免疫応答が歯槽骨吸収をはじめとする歯周組織破壊に関与していることが明らかになっている。また歯周炎病変局所での炎症性メディエーター産生が歯周組織破壊の中心的役割を担っていることが示唆されている。

Erucin はルッコラなどのアブラナ科植物に含まれるイソチオシアネート化合物である。イソチオシアネート化合物はこれまで抗がん作用、抗酸化作用、抗炎症作用などの生理活性作用があることがすでに報告されている。しかしながら、歯周組織構成細胞に対する Erucin の影響について調べた報告はない。

本研究では、Erucin が TNF- α 刺激によりヒト口腔上皮由来細胞 (TR146) に誘導される炎症性サイトカインである IL-6 および CXCL10 産生ならびに細胞接着分子 (VCAM-1) に及ぼす影響について検討を行った。また、TNF- α が TR146 細胞内で活性化するシグナル伝達因子 (I κ B- α , NF- κ B p65, STAT3, p70S6K, S6) に与える Erucin の影響に関して明らかにすることも目的とした。さらに TNF- α が誘導する、抗酸化タンパク質である HO-1 と NQO1 の発現に対する Erucin の影響についても検討を行った。

【材料および方法】

TR146 は Mark Herzberg 博士 (ミソネタ大学) から提供され、10%FBS を含む Ham' s F-12 培地にて培養し実験に用いた。まず、Cell Count Reagent SF (ナカライテスク) を用いて Erucin の TR146 に対する細胞毒性試験を行った。その後、TR146 を Erucin 存在下あるいは非存在下にて TNF- α 刺激を行い IL-6、CXCL10 産生を ELISA 法にて、細胞接着分子 (VCAM-1) の発現、細胞内シグナル伝達因子 (I κ B- α , NF- κ B p65, STAT3, p70S6K, S6) の発現およびリン酸化ならびに、抗酸化タンパク質 (HO-1, NQO1) の発現を western blot 法にて解析を行った。

【成績】

Erucin は 50 μ M の濃度までは細胞傷害性がないことを確認した。Erucin は TNF- α が誘導した TR146 の IL-6 および CXCL10 産生ならびに VCAM-1 発現を濃度依存的に抑制した。また、Erucin は TNF- α が誘導した I κ B- α 、NF- κ B p65、STAT3、p70S6K、S6 のリン酸化ならびに I κ B- α 分解を抑制した。さらに Erucin は、HO-1、NQO1 の発現を誘導した。

【考察および結論】

今回の結果より、Erucin は TNF- α が誘導する NF- κ B、STAT3 および p70S6K-S6 のシグナル伝達経路の活性化を阻害することにより、TNF- α が誘導するヒト口腔上皮由来細胞の IL-6 および CXCL10 産生ならびに VCAM-1 発現も抑制することが示唆された。また、Erucin がヒト口腔上皮細胞の抗酸化タンパク質発現を誘導することも明らかとなった。このことより歯周炎病変局所への Erucin の投与によって歯肉上皮細胞の IL-6、CXCL10、VCAM-1 などの炎症性メディエーターの産生が抑制され、HO-1、NQO1 などの抗酸化タンパク質が増加することで歯周炎病変局所での過剰な炎症反応が抑制できる可能性が示唆された。

洗口液の歯周病原細菌に対する有効性の検討

1. 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科歯周機能治療学
 2. 日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座
 3. 日本歯科大学新潟病院総合診療科
- 佐藤遥香¹ 丸山昂介² 鈴木亮太郎¹ 八板直道¹
川上 惇¹ 鈴木優矢¹ 両角祐子^{2,3} 佐藤 聡^{1,2,3}

Effects of mouthwashes on periodontopathic bacteria

1. Periodontology, Graduate School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University
 2. Department of Periodontology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
 3. Comprehensive Dental Care at Niigata Hospital, The Nippon Dental University
- Haruka Sato¹, Kosuke Maruyama², Ryotaro Suzuki¹, Naomichi Yaita¹,
Sunao Kawakami¹, Yuya Suzuki¹, Yuko Morozumi^{2,3}, Soh Sato^{1,2,3}

【目的】

近年の新型コロナウイルス感染症の拡大で、以前より一層オーラルケアへ注目が集まっている。殺菌効果のある洗口液の使用は、化学的プラークコントロールとして行われ、機械的プラークコントロールの補助的な役割を果たしている。そのため、洗口液を機械的プラークコントロールと併用することで、より一層口腔内に存在する細菌数を減少させ、齲蝕や歯周病の予防に効果をもたらす、また、ウイルス感染の予防の一助にもなると考えられている。現在用いられている洗口液は、それぞれの目的から、成分が異なった豊富な種類がある。しかし、それぞれの洗口液の希釈濃度による有効性について検討した報告はない。

そこで本研究は、代表的な歯周病原細菌に有効な洗口液の最小有効濃度を探索するとともに、その使用方法を検討することを目的として行った。

【材料と方法】

研究には、市販されている4種類の洗口液を使用した。0.2%ベンゼトニウム塩化物を主成分とする洗口液A、0.2%ベンゼトニウム塩化物を主成分とする洗口液B、エッセンシャルオイルを主成分とする洗口液C、セチルピリジニウム塩化物水和物を主成分とする洗口液Dを使用した。なお、洗口液Aと洗口液Bは、添加物に違いを認める。コントロールとして、PBSを使用した。洗口液Aと洗口液Bは、製品の使用方法に則して蒸留水で希釈したものを1倍とし、原液のまま使用する洗口液Cと洗口液Dは、原液を1倍とした。各洗口液は、1、2、5、10、20、50、100、200倍に希釈したものをそれぞれ使用した。

今回は代表的な歯周病原細菌として、*Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (*A.a*) (ATCC 43718株)と*Porphyromonas gingivalis* (*P.g*) (FDC 381株)を検討した。

培養した細菌をPBSにて洗浄し、細菌の懸濁液を作製した。作製した懸濁液を各洗口液に添加し、30秒間作用させた。その後、PBSを添加し、洗口液の作用を停止させ、寒天平板希釈法にて細菌数の測定を行った。

有効濃度は、コントロールと比較し、菌の減少率が99%以上のものとした。

【結果および考察】

*A.a*の殺菌最小有効濃度は、洗口液A、B、Dは1倍のみ、洗口液Cは10倍希釈であった。*P.g*の殺菌最小有効濃度は、洗口液Cは50倍希釈、洗口液Dは20倍希釈であったが、洗口液A、Bは99%以上の菌の減少は認められなかった。

本研究から、洗口液Cは、*A.a*と*P.g*共に4種類の洗口液の中で最も強い殺菌効果を示した。洗口液Cの主成分であるエッセンシャルオイルは、抗炎症作用やバイオフィーム内への殺菌作用が報告されている。したがって、洗口液Cは、歯周基本治療期間や、巧緻性が衰え多量のプラークが残存する患者のプラークコントロールの補助に使用するのが望ましいと考えられる。

一方、洗口液A、B、Dは、穏やかな殺菌効果を示している。洗口液A、Bの主成分のベンゼトニウム塩化物や洗口液Dの主成分のセチルピリジニウム塩化物水和物は、プラーク形成抑制効果が報告されている。これらを使用する場合は、メンテナンスやSPT期間にあるセルフケアが可能な患者が、ブラッシング後に使用することが適していると考えられる。

今後は、歯周病原細菌の菌種をさらに増やして比較する予定である。

結合組織移植により歯肉退縮を改善した一症例

和泉二島予防歯科クリニック

○鹿山 武海

A case of gingival recession improved by connective tissue graft

Izumihutajima clinic of preventive dentistry

○Takemi Shikayama

【緒言】

歯肉退縮はさまざまな要因が重なった結果の病態の一つである。歯肉退縮の原因は、患者がもつ解剖学的要因と悪化させる要因に分類される。歯肉退縮の改善には、まず悪化させる要因を改善することから治療を行い、その後の状態の変化を評価し、必要に応じて歯周形成外科処置を行う。根面被覆術には近年様々な術式が報告されているが、基本的な概念は、歯肉退縮している歯の歯肉を歯冠側に移動させ、露出根面を被覆する歯肉弁歯冠側移動術の考え方である。多くの術式がある中でも、歯肉弁歯冠側移動術に補助的処置である結合組織移植術を併用した根面被覆術では、その有効性を示す報告が多くなされており、現在のところ根面被覆術におけるゴールドスタンダードと考えられている。今回、限局した歯肉退縮に対して、歯周形成外科処置を行った結果、良好な経過を得られたので報告する。また、今回の発表に際して患者本人の同意を得ている。

【症例】

患者は68歳、男性。初診は2019年5月。主訴は全顎的な治療をしてほしい。喫煙歴、飲酒歴はなく、家族歴においては父親、母親共に義歯の使用はなく、う蝕などの口腔状態については把握していない。アレルギー、全身既往歴などは特記事項なし。

【治療経過】

歯周基本治療終了後、口腔機能回復治療を行い、歯周病安定期治療中に43、44、45歯の歯肉退縮と知覚過敏症状を認めた。患歯はMillerの分類ではClass3、Cairoの分類ではRT3であり、歯肉弁歯冠側移動術と結合組織移植術(Modified Langer technique)を計画した。43、44、45歯に部分層弁にて切開、剥離を行った。上皮下結合組織片は上顎口蓋歯肉から採取した。移植片の固定は懸垂縫合ならびに骨膜縫合にて行なった。歯肉弁に対して固定した移植片を被覆させるために減張切開を行い、懸垂縫合にて固定した。

【考察および結論】

一般的に歯肉退縮は大きな痛みを伴うものでもなく直接歯を喪失する原因とはなりにくいことから、患者にとっても歯科医師にとっても大きな問題とは捉えられないのが現実である。しかし実際には根面露出から始まり楔状欠損、知覚過敏、根面カリエスや歯周炎といった続発的な問題を引き起こす可能性は少なくない。歯肉退縮に対して、もし予防という観点を重視するのであれば単なるレジン充填ではなく、非外科的対応法として誤ったブラッシング法などの改善しうる問題をなくすように指導すること、そして予防的処置により歯肉退縮のリスクを減らすことが重要ではないだろうか。歯肉退縮を含む歯肉-歯槽粘膜の問題は予防的観点や審美的観点からも重要な問題であり、外科的処置を選択する場合は適応症を吟味し、適切な術式を選択することが重要だと思われる。

包括的歯周治療によって掌蹠膿疱症の皮膚症状の改善を認めた慢性歯周炎患者の一症例

大阪歯科大学歯学部 歯周病学講座

○嘉藤弘仁, 田口洋一郎, 山脇 勲, 中田貴也, 東 仁, 梅田 誠

A case of chronic periodontitis patient with improvement of skin symptoms of palmoplantar pustulosis after comprehensive periodontal therapy

Department of Periodontology, Osaka Dental University

○Hirohito Kato, Yoichiro Taguchi, Isao Yamawaki, Takaya Nakata, Hitoshi Azuma, Makoto Umeda

【緒言】掌蹠膿疱症 (palmoplantar pustulosis: 以下, PPP とする) は手掌や足蹠部に限局性紅斑と多発性無菌性膿疱を主徴とする難治性皮膚疾患である。PPP は膿疱周辺部の疼痛を伴い, 足蹠部の病変が拡大すると歩行困難などの機能障害が生じるため患者の生活の質 (QOL) が大きく損なわれる。PPP の感染病巣は無症状の潜在性炎症であることが多く適切な診断と治療が遅れ, 皮膚症状は慢性の経過を辿ることが多く難治化しやすい。今回, 某総合病院皮膚科から歯科口腔外科を介して口腔内感染巣の精査を依頼された PPP の既往をもつ慢性歯周炎患者に対して歯周組織再生療法を含めた包括的歯周治療を行ったところ, 歯周組織の再生が認められると共に皮膚症状が改善し, QOL の向上を認めた症例を経験した。本発表では, 歯周組織の状態と皮膚症状の改善との関連を visual analogue scale (VAS) を用いて考察し, その臨床経過について報告する。

【症例の概要】患者: 50 歳女性, 初診日: 2020 年 8 月 20 日, 主訴: 総合病院皮膚科からの口腔内感染巣の精査依頼, 現病歴: 2007 年 9 月より両手掌および足蹠部に広範囲に膿疱, 紅斑, 鱗屑が認められるようになり, 手足の疼痛のため日常生活に支障を来すようになった。2007 年 10 月に某総合病院・皮膚科にて PPP と診断され, ステロイド外用とシクロスポリン内服による治療を行うが皮膚症状の改善がみられず, 2020 年 8 月に口腔内感染巣の精査加療のため, 本学附属病院歯周治療科へ受診となった。全身既往歴: 子宮筋腫の摘出術 (2010 年)。歯科既往歴: 近医で 2 か月おきの SPT (歯科衛生士による歯肉縁上スケーリング) を受けているが, SRP は行われていなかった。喫煙歴: なし。

【診査・検査所見】全顎的に辺縁歯肉の発赤, 腫脹, プラークの付着を認める。歯周組織検査では 36, 37, 46, 47 に 6~8 mm の深い歯周ポケットとブローピング時に歯肉縁下歯石を触知し, 歯周ポケットからの顕著な排膿を認めた。またその他部位にも 4~5 mm の BOP を伴う歯周ポケットが認められた。さらに, 34-37 に不適合補綴装置と 45 の舌側転位を認めた。エックス線所見として, 36, 37 根分岐部に透過像, 36, 37, 46, 47 に骨吸収像が認められた。初診時: PCR; 66.3 %, BOP; 46.2 %, PISA; 1165.3 mm²であった。

【診断】限局型慢性歯周炎, ステージⅢ グレード B

【治療方針】①歯周基本治療: TBI, SC, SRP, 不適合修復物と補綴物の除去, プロビジョナルレストレーションの装着 (47, 34-37) ②再評価 ③歯周外科治療: FGF-2 製剤を用いた歯周組織再生療法 (34-37), 歯肉剥離搔爬術 (44-47)。④再評価 ⑤口腔機能回復治療 (47, 34-37) ⑥再評価 ⑦SPT へ移行。

【治療経過】歯周基本治療として, まず皮膚科と内科に対診したところ金属アレルギーはないとのことであった。TBI, SC, SRP を行ったところ, 歯周ポケットからの排膿が消失し, PCR; 3.8 %, BOP; 0.6 %, PISA は 13.8 mm² まで改善し, 手掌の膿疱と紅斑は著しく改善した。また足蹠部の膿疱と疼痛が消失したことによって歩行困難も改善した。歯周基本治療後の再評価の結果から, 34-37, 44-47 に対しては 4~5 mm の歯周ポケットの残存を認めたため歯周外科治療を行った。その後, 再評価と口腔機能回復治療を経て, SPT へ移行した。SPT に移行してから 1 年が経過しているが, 歯周組織の炎症再発は認めていない。また手掌と足蹠部ともに皮膚症状の再発の兆候はなく, かかりつけ皮膚科においても外用療法と内服療法は中止し, 3 か月おきの経過観察のみに移行することが達成できた。

【考察】本症例では包括的歯周治療により歯周組織の局所の炎症因子を除去することで PPP の皮膚症状が治癒し, 歩行困難が改善し患者の QOL が向上したと考えられる。さらに VAS スケールの評価からも, 歯周組織の炎症の改善と手掌足蹠部の皮膚症状の改善に相関関係が認められることが示唆された。しかし, 菌性感染による PPP の治療では, 病巣除去後も皮膚症状の再発が報告されており, 今後も慎重に SPT を継続していく必要があると考えられる。

【結論】包括的な歯周治療による歯周組織の炎症制御は PPP の皮膚症状の改善に有効である可能性が示唆される。(患者には手術同意や本症例発表の同意を得ており, 使用した薬物・材料は厚生労働省の認可済みのものである。)

難治性根尖性歯周炎を有する歯周炎患者を 保存治療と MTM で対応した初診から 21 年経過症例

1. 昭和大学歯学部歯周病学講座 2. みかわ矯正歯科クリニック
○小出容子¹、三河雅敏²、山本松男¹

21-year follow-up study of intractable apical regions; upright molar treated without surgical approach: A Case Report

1. Department of Periodontology Showa University School of Dentistry 2. Mikawa Orthodontics
○Yoko Koide¹, Masatoshi Mikawa², Matsuo Yamamoto¹

【緒言】 上顎洞炎や根管内外に異物を有する根尖性歯周炎は、難治性であるため一般的に予後は不良と考えられている。難治性根尖性歯周炎の治療と #37 近心傾斜に伴う垂直性骨欠損に対して MTM にて直立化を行い、初診から 12 年、SPT 開始 6 年経過した症例について 2014 年に第 141 回学術大会で報告した。その後、8 年半経過するが再発の徴候がなく良好に経過しているため報告する。

【症例】 初診時 47 歳女性。下顎左側ブリッジ脱離と上下顎右側臼歯部冷水痛を主訴に来院した。#36・46 は銀ポイントによる根管充填、#26・36・46 根尖部には透過像がみられた。#26・27・36・37 には限局した深いポケットが存在した。全顎における歯周ポケット $\geq 4\text{mm}$ は 5.4%、BOP (+) は 6% だった。#26・46 根分岐部病変 (頰側より 1 度)、#37 近心傾斜による垂直性骨欠損を認めた。限局型中等度慢性歯周炎 (ステージ III・グレード B) と診断した。

【治療経過】 2002 年 3 月～2004 年 2 月歯周基本治療：脱離したブリッジ仮着、口腔清掃指導、スクレーピング・ルートプレーニング (SC/RP)、#16・37・41・47 う蝕治療、咬合調整、#26・46 感染根管治療、再 SC/RP、象牙質知覚過敏処置、#46 ヘミセクション (近心根抜去)、再評価。

○ #26 の経過：1～2 週に 1 回の頻度で約 4 か月間、計 17 回の根管治療を行ったが、ガッタパーチャーポイントの除去後に自発痛を伴う咬合痛があり、自発痛消失後も打診痛が残存した。根管充填後 5 か月経過観察したが打診痛は消失しなかったため再根管治療を行った。処置時に出血を伴う滲出液が生じたが早期に軽快した。打診痛が持続したため、再根管治療開始から 3 か月後にコーンビーム CT 撮影を行った結果、近心根根尖部に上顎洞粘膜の肥厚がみられた。右側上顎洞にも著しい粘膜の肥厚が認められ、鼻性上顎洞炎も併発していることが明らかとなった。根管内症状がなくなっていたため再根管充填し、昭和大学病院耳鼻咽喉科に鼻性上顎洞炎の治療を依頼した。抗菌薬の内服治療から約 1 年経過した後、打診痛消失したため仮着していた FMC を合着した。

○ #46 の経過：遠心根根尖部にシルバーポイントの一部、近心根根尖外にガッタパーチャーポイントの一部が残存していたため、遠心根はバイパスを形成して根尖までアクセスした。近心根は根分岐部病変を考慮して根管充填後にヘミセクションをすることとした。治療途中で患者の入院加療のため 1 か月間治療を中断した。根管充填から 4 か月後にヘミセクション、コアおよび暫間被覆冠を作製した。ヘミセクションから 9 か月後に FMC を合着した。

2004 年 2 月～2008 年 9 月口腔機能回復治療：#37 MTM (約 8 か月間)、#26・46 FMC 製作、#36 抜歯 (シルバーポイントの除去ができないため保存不可と診断)、#36MT・#35・37 支台ブリッジ製作、スプリント製作、咬合調整、象牙質知覚過敏処置。2008 年 9 月 SPT 開始。

【まとめと考察】 マイクロスコープを使用できるようになる前に経験した症例のため、根管外異物に対してヘミセクションを選択、根尖部付近に残存するシルバーポイントはバイパス形成にて対応した。ヘミセクション後の補綴処置は予後成績を踏まえてもブリッジで行うべきだが、バイパス形成後再発する危険性を考慮してカンチレバーでの補綴処置を行った。マイクロスコープが使用可能な今日では、シルバーポイントの除去に対して超音波デバイスの使用、根管外異物に対して外科的摘出、歯根端切除、逆根管充填等の治療法が選択肢に挙げられる。根管治療後の打診痛の残存は日常臨床上よく遭遇するが、補綴後 17 年経過する現在まで再発せず良好に経過した要因として感染源の除去に成功できたことが考えられる。また、近心傾斜による垂直性骨欠損はアップライトにて骨が平坦化され、患者がセルフコントロールしやすい形態になり、直立化による歯槽骨への負担改善も影響し良好に経過していると考えられる。

セメント質剥離を伴う骨内欠損に歯周組織再生療法を行った症例

¹九州歯科大学口腔機能学講座歯周病学分野

²九州歯科大学口腔機能学講座クリニカルクラークシップ開発学分野

○中村 太志¹・村岡 宏祐²・中島 啓介¹

A case of periodontal regeneration therapy for the infrabony defect with cemental tear

¹Division of Periodontology, Department of Oral Function, Kyushu Dental University.

²Division of Clinical Education Development and Research, Department of Oral Function, Kyushu Dental University.

○Taiji Nakamura¹・Kosuke Muraoka²・Keisuke Nakashima¹

【緒言】Linら¹⁾は、セメント質剥離は60歳以上の男性で、上顎及び下顎の切歯が好発すると報告している。また、約6割は咬合性外傷に関連があるとしている。セメント質剥離がおこると、周囲の歯周組織の急速な破壊により限局的に深い歯周ポケットを形成することもある。また、Leeら²⁾はセメント質剥離を剥離片の位置や破折片へのアクセス、破折片周囲の骨欠損により分類し、治療法を提唱している。今回、上顎前歯部に発生したセメント質剥離を伴う垂直性骨欠損に対し歯周組織再生療法を行い良好な結果が得られたため、これらの報告と比較・検証した。

【症例】初診時72歳・男性。2015年2月初診。主訴：右側の歯が咬むと痛い。現病歴：3週間前より義歯が合わず、右側のみで咬んでいたら、1週間前より咬合痛を自覚している。全身既往歴：高血圧。服用薬：イルベサルタンアムロジピンベシル酸塩錠（アンギオテンシンⅡ受容体拮抗薬とカルシウム拮抗薬の配合錠）、カルベジロール錠（慢性心不全治療剤）喫煙歴：27歳から34歳まで一日平均15本程度。

【口腔内所見】現在歯数は22歯（上顎9歯、下顎13歯）。PCRは初診時37.5%、歯間部を中心にブランクの付着を認めた。PPDは最小2mm、最大7mm、平均3.6mm。PPDが4mm以上の部位は、6点計測132部位中59部位(44.7%)、6mm以上の部位は10部位(7.6%)であった。プロービング時の出血は61部位(46.2%)に認められた。エックス線写真にて全顎的に中等度の水平性骨吸収、11歯に垂直性骨吸収、16歯の歯根破折、12・21・22・43・46歯にう蝕、36・46・47歯の根分岐部病変が認められた。

【診断】広汎型慢性歯周炎、Stage IV, Grade C

【治療経過】2015年2月～12月 歯周基本治療：口腔清掃指導、SRP、不適合補綴物の除去、暫間被覆冠の装着、上顎前歯部レジン連結冠固定、う蝕処置（43歯）、感染根管治療（15・36歯）

2016年1月～9月 歯周外科手術：GTR法（11歯）、フラップ手術（13・12・21・23・36・35・34・33・44・46・47歯）。11歯GTR法を行った際に骨欠損内にセメント質の剥離片を認めたため摘出した。

2016年10月～2017年10月 口腔機能回復療法：セメント質剥離が認められた上顎前歯部を連結冠固定、臼歯部に部分床義歯新製し前歯部への咬合負担の分散を図った。

2017年11月～ SPT

【考察】本症例では、臼歯部の咬合支持が少なく、前歯部にも咬合負荷が継続的にかかっていた。Linら¹⁾の報告と一致する所見が多く、セメント質剥離が生じたやすい症例であったと考えられる。また、Leeら²⁾の提唱したセメント質剥離の分類において本症例はClass 5, Grade Aのセメント質剥離である。このような症例ではSRP時に歯周ポケット内から剥離片を摘出できなければ、フラップ手術にて剥離片を摘出し可能であれば再生療法を行うこととなる。本症例においても、11歯の歯周外科時に剥離片を摘出した後にGTR膜を設置している。本症例では、結果的にLeeら²⁾の治療法に沿った治療が行えたと考えている。

【結論】5年間のSPT期間が経過したが、11歯にセメント質剥離の再発はなく歯周組織は安定している。これはLeeら²⁾の提唱したセメント質剥離分類に沿った治療法が有効であったことを示唆している。今後も、セメント質剥離症例を増やし、治療法の有効性を検証する必要がある。

【引用文献】1) Lin HJ, Chan CP, Yang CY, Wu CT, Tsai YL, Chi, Huang CC, Yang KD, Lin CC, Chang SH, Jeng JH. Cemental tear: clinical characteristics and its predisposing factors. J Endod. 37(5):611-8, 2011.

2) Lee AHC, Neelakantan P, Dummer PMH, Zhang C. Cemental tear: Literature review, proposed classification and recommendations for treatment. Int Endod J. 54(11):2044-2073, 2021.

歯間部の付着喪失を伴う複数歯の歯肉退縮に対する VISTA テクニックの応用

- 1) 日本大学歯学部保存学教室歯周病学講座
- 2) 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先進医療研究部門
高山 忠裕^{1,2)}, 佐藤 秀一^{1,2)}

A clinical case report of VISTA technique in the treatment of multiple gingival recessions with proximal attachment loss.

- 1) Department of Periodontology, Nihon University School of Dentistry
- 2) Division of Advanced Dental Treatment, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry
Tadahiro Takayama^{1,2)}, Shuichi Sato^{1,2)}

【はじめに】歯肉退縮による歯根露出は、過度のブラッシング圧、矯正治療、ボーンハウジングに対する歯の位置や歯肉の厚みなどの解剖学的要素、歯周治療による歯周組織の変化が代表的な原因となり引き起こされる。また、歯肉退縮により知覚過敏、根面う蝕、とくに前歯部では審美的障害、付着歯肉の喪失および口腔前庭の狭小によるブラークコントロールが困難になるなどの問題が生じる。露出歯根面への根面被覆術に対しては、様々な術式が考案され応用されている。本症例では、歯間部の付着喪失を伴う複数歯の下顎前歯部歯肉退縮に対して、Vestibular Incision Subperiosteal Tunnel Access (VISTA) テクニックを応用し、良好な根面被覆と歯肉のフェノタイプの改善が認められたので報告する。

【初診】初診時(2013年6月)62歳の女性。50歳代前半からブラッシング時の出血が気になり、歯周病治療を希望し来院。歯周基本治療後に3ヶ月に1回のメンテナンスを継続していた。1年ほど前より下顎前歯部(33-43)唇側の歯肉退縮部位のブラッシング時の疼痛および知覚過敏症状が出現した。

【検査所見】下顎前歯部の辺縁歯肉に著明な発赤、腫脹は認められない。歯間乳頭部は付着喪失が顕著であり唇側歯肉には2-3mmの退縮を認める。当該部位のプロビングデプスは3mm以内であり、Bleeding on probing はみられずプラークや歯石沈着はほとんど認められない。また、歯列は軽度のクラウディングを認める。デンタルエックス線写真より軽度の水平性骨吸収が認められる。

【診断】歯肉退縮(Cairoの分類:RT2, Millerの分類:ClassIII)

【治療計画】複数歯に及ぶ歯肉退縮があり同部位は薄い歯肉フェノタイプが観察される。歯肉退縮および歯肉フェノタイプ両方の改善を図るために、上顎口蓋側より歯肉結合組織を移植片として採取する遊離軟組織移植術を併用したVISTAテクニックを計画した。

【治療経過】術前の検査・診断に続き、当該部位への歯周形成手術としてVISTAテクニックを通法にしたがって施行した。供給側は術後1週、受容側は術後3週以降に抜糸を行った。手術部位のプラークコントロールは、薬用リステリンによる含嗽およびウルトラソフトの歯ブラシによる歯肉縁上のブラッシングを術後2週より開始した。手術部位は良好な根面被覆と厚い歯肉フェノタイプが獲得され、ブラッシング時の疼痛や知覚過敏症状も消失している。

【考察・まとめ】VISTAテクニックは、①受容側のサイズを大きく形成できることで移植片を挿入する操作が容易である、②歯間乳頭の高さに影響されることなく、術後歯肉縁の位置を歯冠側に適切な安定した位置に移動することが可能である、③骨膜下全層弁トンネルであることから、歯肉への侵襲を最小限に抑えられるという利点がある。本症例においても歯肉退縮の改善だけでなく、厚い歯肉フェノタイプの獲得や歯間乳頭の高さの改善が部分的に認められた。以上のことから、歯間部の付着喪失を伴った歯肉退縮症例に対するVISTAテクニックの有用性を認識することができた。

PCR を用いた *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia* 迅速検出システムの有用性

徳島大学大学院医歯薬学研究部 歯周歯内治療学分野
○二宮雅美, 生田貴久, 秋月皆人, 植村勇太, 湯本浩通

Usefulness of rapid detection system of *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia* using PCR
Department of Periodontology and Endodontology, Institute of Biomedical Sciences,
Tokushima University Graduate School

○Masami NINOMIYA, Takahisa IKUTA, Minato AKIZUKI, Yuta UEMURA, Hiromichi YUMOTO

【研究目的】

歯周病は、歯周ポケットに形成されるプラーク中の歯周病原細菌が原因となって引き起こされる感染症で、過剰な炎症反応が進行した結果、歯周組織が破壊される疾患である。口腔内に存在する数百種類の細菌の中でも、特に Red Complex に属する細菌 (*Porphyromonas gingivalis* (*Pg*), *Treponema denticola* (*Td*), *Tannerella forsythia* (*Tf*)) は、重度歯周炎の関連細菌と考えられている。従来の細菌検査では、唾液やペーパーポイントを用いて採取したプラークを外部業者に送付して行う委託検査によるものが主流で、コスト面の問題や、結果も郵送で10日前後を要するため、検査当日の患者説明や治療に利用できないなどの課題がある。そのため、歯科外来にて、簡易な機器や試薬を用いて安価で迅速な細菌検査ができる Point of Care Testing (POCT) を目指した装置が求められている。これまで我々は、歯周病原細菌 *Pg* を PCR 法にてチェアサイドで短時間で検出できる口腔内細菌検出装置 (orcoa OR-1000: 株式会社オルコア) を使用して、得られた計測値を歯周病の臨床検査値や従来の外部委託による細菌検査結果と比較検討し、第 153 回日本歯科保存学会秋季学術大会および第 64 回春季日本歯周病学会学術大会で報告してきた。本研究では、*Pg* に加えて、新たに *Td* と *Tf* 迅速検出システムにおいて、その有用性の検討を行った。

【材料および方法】

本研究は、徳島大学病院生命科学・医学系研究倫理審査委員会の承認(番号: 3689)を得て実施した。徳島大学病院・歯周病科を受診し、同意の得られた外来患者(2022年12月時点で63名)を対象とし、歯周組織検査として歯周ポケット深さ (PPD), Bleeding on Probing (BOP) を調べた。orcoa による細菌検査では、患歯の歯間部分や分歧部に歯間ブラシ様の採取器具を挿入してプラークを採取した後、*Pg*, *Td*, *Tf* 各々の検出キットを用いて調整し、口腔内細菌検出装置 (orcoa) により得られた計測値を記録した。外部委託による細菌検査は、ポケット底までペーパーポイント (#35) を約 10 秒間挿入して歯肉縁下プラークを採取し、採取したペーパーポイントを郵送にて外部委託検査 (PCR-Invader 法) に供した。得られた orcoa による計測値と臨床検査値や外部委託による細菌検査との相関関係について統計解析を行った。

【結果】

PPD と BOP の状態によりグループ分けし、orcoa による計測値の平均値を算出した結果、PPD 1-3mm かつ BOP(-) では *Pg*: 672.7, *Td*: 810.0, *Tf*: 815.3, PPD 1-3mm かつ BOP(+) では *Pg*: 810.3, *Td*: 847.3, *Tf*: 1234.3, PPD 4-5mm かつ BOP(-) では *Pg*: 808.0, *Td*: 811.3, *Tf*: 933.3, PPD 4-5mm かつ BOP(+) では *Pg*: 1888.9, *Td*: 2025.6, *Tf*: 2962.3, PPD 6mm 以上かつ BOP(+) では *Pg*: 3433.9, *Td*: 3360.9, *Tf*: 3637.4 であった。過去の報告 (第 67 回日本口腔衛生学会) では、orcoa による数値 (表示最大値: 5000) が 1000 以上の場合、90% が陽性を示していることから、統計解析の結果 *Pg*, *Td*, *Tf* ともに PPD 4mm 以上、BOP(+) で有意に陽性率が高かった。さらに、orcoa による計測値と外部委託検査による細菌数 (対数値) において *Pg*, *Td*, *Tf* ともに高い相関 (*Pg*: $r=0.884394359$, *Td*: $r=0.895325783$, *Tf*: $r=0.816574645$) を認めた。なお、現在も臨床研究は継続中であり、発表当日には得られた直近の解析結果を報告する予定である。

【考察】

orcoa による *Td*, *Tf* 検出キットによる orcoa 計測値は、*Pg* 検出キットと同様に、軽度から中等度歯周炎では 1000~2000 台であったが、重度歯周炎で 3000 以上の高値を示し、PPD や BOP の歯周病の病態と関連していることが示唆された。また、*Td*, *Tf* 検出キットによる orcoa 計測値は、外部委託検査による結果 (PCR-Invader 法) とも高い相関が得られており POCT としての有用性は高いと考える。

Treponema denticola の病原性発現および増殖における
HxlR family transcriptional regulator の役割の解明

¹東京歯科大学歯周病学講座, ²東京歯科大学口腔科学研究センター

○久永理央^{1,2}, 山下慶子¹, 今村健太郎^{1,2}, 齋藤 淳^{1,2}

**Investigation of HxlR family transcriptional regulator potentially involved in virulence
and growth of *Treponema denticola***

¹Department of Periodontology, Tokyo Dental College, Tokyo, Japan,

²Oral Health Science Center, Tokyo Dental College, Tokyo, Japan,

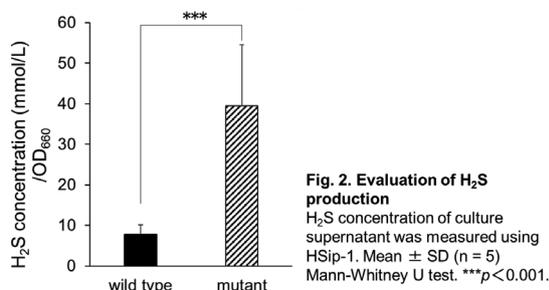
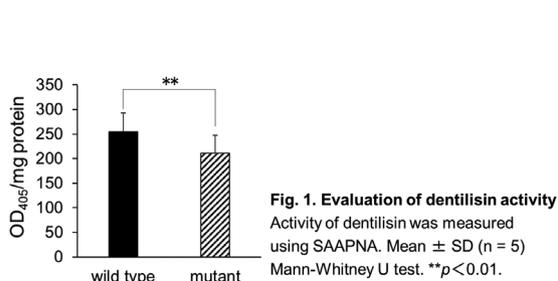
○Rio Hisanaga^{1,2}, Keiko Yamashita¹, Kentaro Imamura^{1,2}, Atsushi Saito^{1,2}

【目的】 *Treponema denticola* は重度慢性歯周炎患者の歯周ポケット内から高頻度に検出され、歯周炎の発症・進展に重要な役割を果たしている。本菌は dentilisin や dentipain, cystalysin など、数多くの病原因子を持つ。本菌の主要な病原因子である dentilisin は、炎症性サイトカインやフィブリノゲンの分解により歯周炎の慢性化に寄与するが、その発現調節機構は未だ明らかにされていない。我々はこれまでに、dentilisin の欠損株において、転写調節ドメインを持つ遺伝子、HxlR family transcriptional regulator 様遺伝子 (HxlR 様遺伝子) の発現上昇を確認した。本研究では、*T. denticola* HxlR 様遺伝子の機能について、病原性の発現における役割に焦点を当て解析を行った。

【材料および方法】 *T. denticola* ATCC 35405 株 (野生株) から、相同組み換えにより HxlR 様遺伝子欠損株を作成した。作出した欠損株と野生株を用い、遺伝子発現および表現型の比較検討を行った。増殖は、TYGVS 培地を用いて培養開始から静止期までの吸光度を測定することにより評価し、欠損株の遺伝子発現は DNA マイクロアレイおよび qRT-PCR を用い解析した。Dentilisin 活性、トリプシン様酵素活性は合成基質 (SAAPNA, BAPNA) を用いて評価した。Cystalysin 活性の指標としては硫化水素 (H₂S) 産生量を用い、蛍光プローブ (HSip-1) による蛍光を測定することで評価した。

【結果】 HxlR 様遺伝子欠損株は野生株と比較し、対数増殖期以降の増殖が有意に低下していた。DNA マイクロアレイおよび qRT-PCR による解析では、欠損株において dentilisin と dentipain をコードする遺伝子の発現が野生株と比較し有意に低下していた。また、cystalysin およびアミノ酸の取り込みに関わる膜輸送タンパク質をコードする遺伝子の発現は、野生株と比較し有意に上昇していた。さらに、欠損株の dentilisin およびトリプシン様酵素活性は野生株と比較して有意に低下しており (Fig. 1), 欠損株の H₂S 産生量は野生株と比較して有意に増加していた (Fig. 2)。

【考察および結論】 *T. denticola* の HxlR 様遺伝子の欠損株作出に初めて成功した。HxlR 様遺伝子欠損株における dentilisin と dentipain をコードする遺伝子の発現の低下および酵素活性の低下から、HxlR 様遺伝子は *T. denticola* の病原性に関わることが示唆された。さらに、HxlR 様遺伝子欠損株における cystalysin をコードする遺伝子の発現上昇および H₂S 産生量の増加から、HxlR 様遺伝子が本菌の cystalysin によるシステイン代謝に関与している可能性がある。また HxlR 様遺伝子の欠損により、本菌の対数増殖期以降の増殖能は低下し、膜輸送タンパク質をコードする遺伝子の発現が変化した。このことから、HxlR 様遺伝子は膜輸送タンパク質をコードする遺伝子の転写調節を介し、対数増殖期以降における本菌の生存および増殖に関わることが示唆された。



(会員外研究者：東京歯科大学微生物学講座 石原 和幸)

血管内皮細胞におけるインスリン抵抗性は糖尿病関連歯周炎を増悪させる

九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯周病学分野

○瀬々 起朗、新城 尊徳、西村 優輝、佐藤 晃平、今川 滯
陳 爽、梁 尚陽、岩下 未咲、山下 明子、西村 英紀

Endothelial insulin resistance contributes to the exacerbation of diabetes-related periodontitis

Section of Periodontology, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science,
Kyushu University

○Tatsuro Zeze, Takanori Shinjo, Yuki Nishimura, Kohei Sato, Mio Imagawa,
Chen Shuang, Naoaki Ryo, Misaki Iwashita, Akiko Yamashita, Fusanori Nishimura

【目的】

糖尿病患者で歯周病が重症化しやすいことは、診療ガイドラインにも明記され明らかであるが、分子機序は十分に解明されていない。近年では、インスリン抵抗性が様々な糖尿病関連疾患の病態形成に関与する可能性が指摘されており、歯肉においても肥満・糖尿病によりインスリン抵抗性が惹起されることが明らかとなっている。しかし、どの歯肉構成細胞におけるインスリン抵抗性が如何に歯周炎の増悪に寄与するのか、詳しいメカニズムは依然不明である。インスリンは、血管内皮細胞における白血球接因子(CAMs)の1つであるVCAM-1を下方制御することから、我々は炎症免疫細胞の動員に重要な役割を持つ血管内皮細胞に着目し、同細胞のインスリン抵抗性と歯周炎病態増悪の関連を *in vitro*・*in vivo*の系で検討することとした。

【材料・方法】

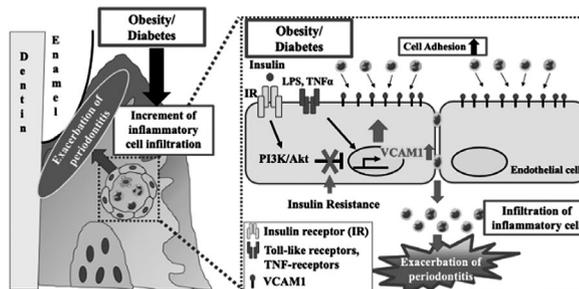
①マウス細小血管内皮細胞株(TKD2)を100nMインスリンで30分前処理し、12時間のE. coli LPSおよびTNF α (それぞれ10ng/ml)刺激によるVCAM-1発現が下方制御を受けるかをWestern Blot (WB)法にて検討した。②TKD2細胞をインスリン前処理前にPI3K阻害剤wortmannin (100nM)とMEK阻害剤PD98059 (10 μ M)で処理し、①で見られたインスリンの効果はPI3K/Akt経路もしくはMAPK経路のどちらを介するかをWB法とTHP-1細胞を用いた細胞接着試験で確認した。③TKD2細胞を高血糖(25mM: HG)で48時間処理し、通常血糖(5.5mM: LG)処理条件と比較して、インスリンによるE. coli LPSおよびTNF α 誘導性VCAM-1発現抑制効果に変化が見られるかをWB法で確認した。④血管内皮細胞特異的インスリン受容体欠損(VEIRKO)マウスと同腹仔野生型(WT)マウスに7-0絹糸で2週間結紮を行い、歯槽骨吸収、歯肉中の炎症関連遺伝子発現、歯槽骨周囲の破骨細胞形成、歯肉への好中球浸潤を評価した。⑤TKD2細胞にempty vector、FoxO1、インスリンによるリン酸化部位に変異を起こした変異型FoxO1(FoxO1-ADA)を過剰発現させ、それぞれの細胞におけるインスリンによるE. coli LPSおよびTNF α 刺激によるVCAM-1発現への影響を、WB法および細胞接着試験で検討した。

**本研究は九州大学動物実験委員会、遺伝子組換え実験安全委員会の承認のもと実施した(承認番号:A20-244-1, A22-097-0)

【結果および考察】

①TKD2細胞では、インスリン刺激によってE. coli LPSおよびTNF α 誘導性VCAM-1発現が有意に抑制された。②wortmannin処理によってインスリンによる炎症刺激誘導性VCAM-1発現抑制効果は打ち消され、THP-1のTKD2細胞への細胞接着の抑制も解除された。③HG処理したTKD2細胞では、インスリン抵抗性が惹起し、インスリンによる炎症刺激誘導性VCAM-1発現の抑制が減弱していた。④VEIRKOマウスではWTマウスと比べて、歯肉でのインスリンによるPI3K/Akt/FoxO1経路のリン酸化が阻害されていた。また、絹糸結紮による歯槽骨吸収は有意に増大し、歯肉中のTNF α などの炎症性サイトカインやVCAM-1をはじめとする細胞接着因子、RANKL発現が有意に亢進するとともに、歯槽骨周囲の破骨細胞形成と歯肉中の好中球浸潤は有意に亢進した。⑤FoxO1-ADAを過剰発現したTKD2細胞では、インスリンによる炎症刺激誘導性VCAM-1発現の抑制効果が打ち消されていたとともに、THP-1細胞との接着の抑制が見られなかった。

以上のことから、糖尿病や肥満を背景として血管内皮細胞にインスリン抵抗性が惹起されると、インスリンによるPI3K/Akt/FoxO1経路を介したVCAM1発現制御が破綻し、炎症細胞の接着が亢進することで炎症がより増悪し、歯周炎病態進行に寄与することが示唆された。



三叉神経中脳路核神経細胞の老化と歯の喪失がアミロイドβの拡散に影響を与える

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯周病学分野
○園田怜美、野口和行

Aging of Trigeminal Mesencephalic Nucleus Neurons and Tooth Loss Affect the Diffusion of Amyloid-β
Department of Periodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○Reimi SONODA, Kazuyuki NOGUCHI

【背景・目的】

口腔機能とアルツハイマー型認知症(AD)発症との関連が示唆されているが、ADの病理学的特徴を説明することは困難である。アミロイドβ(Aβ)はADの病理学的特徴であり、細胞毒性を有している。近年オートファジーが神経細胞の恒常性維持に重要であるとされている。オートファジーによって細胞内のAβが処理されるが、加齢に伴いAβは細胞外に放出され周囲の細胞に影響を与える可能性がある。我々はADモデルマウスを用いて歯の喪失による神経変性の影響を調べ、三叉神経中脳路核(Vmes)神経細胞の傷害後、海馬や認知機能に影響を与えることを発見した。しかし、神経細胞の老化、オートファジー、Aβの細胞外拡散などの相互関係が、AD発症にどのように影響するかは不明である。そこで本研究では、ADモデルマウスを用いてVmes神経細胞のオートファジー、Aβの動態並びにVmes神経変性によるAβ₄₂オリゴマー拡散への影響を検討することを目的とした。

【材料と方法】

ADモデルマウス2種類(トランスジェニックマウスとノックインマウス)と野生型マウスを用い、Aβの沈着が顕著であるVmes神経細胞におけるAβの局在やVmes神経細胞内でのオートファジーとAβ₄₂オリゴマーの加齢変化について免疫組織化学的に検討した。また上顎右側臼歯の抜歯によるVmesの神経変性および細胞外Aβ₄₂オリゴマー拡散を検討した。なお、本研究は鹿児島大学動物実験員会の承認を得て実施した。(承認番号D17016, D20007)

【結果】

トランスジェニックマウスのVmes神経細胞にてAβの局在を確認したところ、細胞質内に膜様構造を多数認めた。膜様構造を電子顕微鏡にて観察したところ、膜様構造は二重膜構造を呈しており、二重膜の外側にAβの沈着を認めた。また、膜内部にミトコンドリアを含むマイトファジーと考えられる構造も確認された。細胞質内の膜様構造はオートファジー関連抗体との部分的な共局在を認め、Aβと選択的オートファジーとの関連が示唆された。Aβ₄₂オリゴマーの細胞外への拡散が加齢による選択的オートファジーの低下によって引き起こされるのではないかと仮説を立て、加齢に伴い増加することが知られているオートファジー抑制マーカーであるRubiconを指標として、ノックインマウスを用い、選択的オートファジーについて確認したところ、3カ月齢以降のマウスにてRubiconの顕著な増加を認め、加齢に伴い選択的オートファジーの低下が認められた。抜歯に伴う神経変性によるAβ₄₂オリゴマーへの影響を確認したところ、非抜歯群では細胞外形が保たれており、周囲にAβ₄₂オリゴマーの拡散はわずかであったのに対し、抜歯群では抜歯による神経変性が生じたと考えられる細胞外形が不整な細胞が存在し、周囲にAβ₄₂オリゴマーの拡散を認めた。

【結論及び考察】

ADモデルマウスにおいて、Vmes神経細胞内にAβの蓄積を認め、選択的オートファジーとの関連を認めた。神経細胞の恒常性にオートファジーは必要不可欠であるが、加齢に伴うオートファジーの機能低下により細胞内で消化されなかったAβ₄₂オリゴマーの神経細胞外への拡散が促進される可能性が示唆された。また、ノックインマウスにて抜歯によりVmes神経細胞変性を認めた。先行研究では、抜歯がVmes、青斑核、海馬での神経変性カスケードを介してAD発症の引き金となることが示されているが、今回のノックインマウスの実験では、多くのAβ₄₂オリゴマーが細胞外に拡散していた。今回の研究結果より、オートファジーがVmes神経細胞の恒常性を維持し、加齢によるオートファジーの機能低下と神経変性がAβ₄₂オリゴマーの細胞外への拡散を促進し、ADの発症につながる可能性が示唆された。

歯周炎における破骨細胞分化を制御するメカノセンサーPiezo1 の役割

1) Nova Southeastern University College of Dental Medicine

2) 日本学術振興会海外特別研究員

3) 広島大学大学院 医系科学研究科 歯髄生物学研究室

4) 日本学術振興会特別研究員 DC2

○進藤 智^{1), 2)}, 中村 心¹⁾, 熊谷友樹^{1), 3), 4)}, 柴 秀樹³⁾, 河井敬久¹⁾

The role of mechanosensory Piezo1 on osteoclast differentiation in periodontitis

1) Nova Southeastern University College of Dental Medicine

2) JSPS overseas research fellowships

3) Department of Biological Endodontics, Graduate School of Biomedical and Health Sciences,
Hiroshima University

4) JSPS Research Fellowship for Young Scientists DC2

○Satoru Shindo^{1), 2)}, Shin Nakamura¹⁾, Tomoki Kumagai^{1), 3), 4)}, Hideki Shiba³⁾, Toshihisa Kawai¹⁾

【目的】 歯周炎は歯周病原細菌感染によって惹起され、宿主の過剰な免疫応答が炎症性骨破壊をさらに増悪する。メカニカルストレスは細胞の生理活性を調節し、骨芽細胞、骨細胞または間葉系幹細胞による硬組織形成を誘導することが近年明らかとなってきた。しかし、歯周炎に伴う歯牙の動揺や炎症で上がる組織間圧等が起すメカニカルストレスの細胞への影響の研究は稀有である。メカノセンサー-Ca²⁺チャンネルとして2010年にDr. Ardem Patapoutianによって発見されたPiezo1とPiezo2はこれまでに様々な細胞の生理活性を制御していることが報告され、その功績は2021年、ノーベル医学生理学賞に輝いた。Piezo1は骨芽細胞、骨細胞を活性化し骨増生を促すことが分かっているが、破骨細胞に発現しているPiezo1の役割については不明な点が多い。本研究では、破骨細胞に発現しているメカノセンサーPiezo1が歯周炎における歯槽骨吸収に与える影響を調べた。

【材料および方法】 マウス骨髄由来単核球 (BMMCs) をM-CSF (25 ng/ml) とRANKL (10 ng/ml) で刺激し、破骨細胞に分化させた。破骨細胞における種々のメカノセンサーイオンチャンネルの遺伝子発現をqPCRにて解析し、Piezo1の発現をFlow cytometryによって調べた。Piezo1あるいはnegative control siRNAを破骨細胞にトランスフェクションし、引き続き、Yoda1 (Piezo1 activator, 5 μM) あるいは振とう攪拌機で培養液流動に起こす”ずり応力” (30 rpm, 15 degree) で刺激した。破骨細胞分化に与える影響をTRAP染色、Pit formation assay, qPCRおよびWestern Blottingによって評価した。Piezo1活性化によって生じるCa²⁺細胞内流入をFluo-8 No Wash Calcium Assay Kitを用いて調べた。破骨細胞のPiezo1が活性化された際に発現する骨芽細胞分化誘導因子を同定するためにPCR arrayを行い、同定された候補因子の効果をMC3T3-E1骨芽前駆細胞を用いて評価した。破骨細胞においてYoda1が誘導する特異的シグナル伝達経路を探索するためにPhospho explorer antibody arrayを行い、同定された候補因子のリン酸化をWestern blottingによって確認した。絹糸結紮歯周炎モデルマウスを用いて、Yoda1全身投与が歯槽骨吸収に与える影響を評価した。

【結果】 マウス破骨細胞は調べた8種の代表的なメカノセンサーの中でPiezo1の遺伝子を高発現しており、タンパクレベルでもPiezo1の高発現を確認した。Yoda1およびずり応力は破骨細胞分化、骨吸収および破骨細胞活性関連遺伝子の発現を全て有意に抑制した。siRNAによりPiezo1をノックダウンすると、Yoda1によって誘導されるCa²⁺の細胞内流入量は減少し、ずり応力による破骨細胞分化の抑制が解除された。PCR arrayの結果、Piezo1刺激を介して分化抑制された破骨細胞は骨芽細胞分化誘導因子の一つであるIGF-1遺伝子発現量が増加しており、その培養上清はMC3T3-E1細胞の石灰化を促進した。さらに、抗IGF-1中和抗体は前述のPiezo1を刺激された破骨細胞によるMC3T3-E1細胞の骨芽細胞分化を解除した。Phospho explorer antibody arrayの結果、Piezo1の刺激は破骨細胞のAktシグナルを強く抑制することが明らかとなった。Yoda1腹腔内投与は絹糸結紮で誘導したマウス歯周炎の骨吸収と破骨細胞関連遺伝子発現を抑制し、IGF-1遺伝子発現を促進した。しかし、Yoda1はマウス歯周炎におけるRANKLおよびOPG遺伝子発現には影響を与えなかった。

【考察】 メカニカルストレスを破骨細胞がPiezo1を介して感受していることが明らかとなった。Piezo1の活性化は破骨細胞分化を負に制御し、IGF-1産生による骨芽細胞分化を促進することによって、骨破壊を抑え同時に骨産生を促進し骨リモデリングを骨再生方向に調整している可能性が示唆された。また、破骨細胞のPiezo1活性化は細胞内Aktシグナルを強力に抑制していることが明らかとなった。さらに、Piezo1特異的 activatorであるYoda1がマウス歯周炎における骨吸収を抑制したことから、Yoda1が新たな骨吸収抑制剤の候補因子であることが考察された。

会員外共同研究者: Toshihisa Kawai, Nova Southeastern University College of Dental Medicine

Er:YAGレーザー照射によるハイドロキシアパタイトの分子構造変化に対するラマン分光解析

1. 京都府立医科大学大学院 医学研究科 歯科口腔科学
 2. 京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 セラミック物理学研究室
 3. 東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 う蝕制御学分野
- 宮本 奈生¹、今村 隼大^{1,2}、足立 哲也¹、平石 典子³、山本 俊郎¹、Giuseppe Pezzotti^{1,2}、金村 成智¹

Raman Spectroscopic Analysis of Molecular Structure Change of Hydroxyapatite Induced by Er:YAG Laser Irradiation

1. Department of Dental Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine
Graduate School of Medical Science

2. Ceramic Physics Laboratory, Kyoto Institute of Technology

3. Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and
Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

○Nao Miyamoto¹, Hayata Imamura^{1,2}, Tetsuya Adachi¹, Noriko Hiraishi³, Toshiro Yamamoto¹, Giuseppe Pezzotti^{1,2}, Narisato Kanamura¹

(目的)

近年、レーザー技術の発展により、安全性の高い低出力レーザー治療 (LLLT: Low reactive Level Laser therapy) が組織再生療法や疼痛緩和療法において、遺伝子レベルで効果的であることが実証されてきた。一方で Er:YAG レーザーは高出力照射 (HLLT: High reactive Level Laser therapy) で歯質の切削に使用されているが、ハイドロキシアパタイト (HAp) の結晶構造に与える分子レベルでの不可逆的影響についてはあまり知られていない。そこで我々は HAp を含む複数の試料に対し、出力を変えてレーザー照射を行い、照射後の分子構造の変化をラマン分光法によって解析した。

(方法)

リン酸水素イオン含有量の異なる 2 種類の HAp セラミックス試料 (TYPE I, II) と被験者より同意のもと抜去した 2 本の歯牙試料に対して Er:YAG レーザーを照射した。レーザー照射にあたっては 30~300mJ の異なるパワーで複数の箇所に行った。その後試料表面を共焦点レーザー顕微鏡によって観察し、共焦点レーザーラマン顕微鏡によってラマンスペクトルを収集、レーザー照射によって起こった変化を解析した。さらにビッカース圧子試験機によって硬度測定を行った。なお、本研究にあたっては本学の医学倫理審査委員会 (ERB-C-136) の承認を得ている。

(結果)

レーザー顕微鏡による観察では、すべての試料においてレーザー照射後に表面粗さが増加したが、特に歯牙で顕著であった。ラマンスペクトル解析では、HAp の結晶構造の変化を示す 947、961、969cm⁻¹ (バンド II、I、III) の 3 つのサブバンドの存在が確認された。レーザー出力の増加に従ってラマンスペクトルが明瞭に変化することが確認されたが、HAp セラミックスと歯牙とではサブバンドのピークシフト、半値幅 (FWHM)、強度比 I_{947}/I_{961} 、 I_{969}/I_{961} で異なった特徴を示した。ビッカース硬度試験では HAp セラミックスはレーザー出力の上昇に伴って硬度の上昇を、歯牙では低下を認めた。

(考察)

HAp 結晶にレーザー照射すると、試料表面温度変化によって結晶構造の非化学量論的变化が生じる。歯牙は HAp セラミックスと比べ、エナメル質内に不純物や水分子の含有量が多い特徴があるため、レーザー出力を変化させると、HAp 結晶構造に両者で異なった化学反応が生じ、ラマンスペクトル変化の差異として観測されたと考えられる。また、機械的強度の変化は、こうした化学反応に加え、エナメル質に特徴的に含まれるタンパク質が、熱によって分解・酸化反応を生じ、歯牙表面にマイクロクラックの形成を引き起こしたことも影響している可能性がある。以上からラマン分光法による解析によって、歯面に対する Er:YAG レーザーによる照射処理は HAp の化学的組成や微細構造、格子欠陥や機械的硬度の変化を引き起こすことが明らかとなった。これらの知見は、HLLT における適切なレーザー出力やサージカルマージンの設定の重要性を示唆している。

(謝辞)

本研究を進めるにあたり、終始多大なるご指導とご協力を頂いた京都工芸繊維大学 朱文亮 教授、Elia Marin 准教授に深謝いたします。本研究は令和元年度経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業の支援を受けたものである。

在宅高齢者のリスクアセスメントを容易にする感染症迅速診断キットの開発
- (第一報) C-reactive protein (CRP) イムノクロマト試薬の開発と性能評価 -

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻 口腔健康科学講座 う蝕学分野
○竹中彰治、枝並直樹、齋藤瑠郁、大倉直人、野杵由一郎

Development of Point of Care Testing to facilitate risk assessment for the elderly at home
- Performance evaluation of a newly developed semi-quantitative rapid test for CRP level determination -
Division of Cariology1, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○TAKENAKA Shoji, EDANAMI Naoki, SAITO Rui, OHKURA Naoto, NOIRI Yuichiro

【目的】地域包括ケアシステムの構築の推進により、在宅高齢者の身体状態の変化を察知し、疾病発症のリスクが高まった場合には医療機関への受診を促すリスクアセスメントがますます重要となる。本研究の目的は、これまで訪問看護師が経験の中で見抜いていた身体状態の変化に、科学的かつ客観的評価法を追加することで、感染症の兆候の早期発見を支援することである。特に、発熱や頻呼吸、頻脈といった典型的な症状がでにくい誤嚥性肺炎のリスク上昇を検知する Point of care testing (POCT) 試薬の開発に取り組んでいる。我々は、手始めに指尖の微量の血液から C 反応性蛋白 (CRP) を測定するイムノクロマト試薬 (以下、NiiCRP) を開発した。今回、NiiCRP の有用性を検証するために、判定値を臨床検査値 (定量値) と比較し、一致性を評価した。

【試薬の概要】検体中の CRP 抗原は、コンジュゲートパッド上の抗 CRP モノクローナル感作金コロイドと反応した後、メンブレン上を移動し、測定部に固相化された抗 CRP ポリクローナル捕捉抗体と結合して、検体中の CRP 抗原を介したサンドイッチ複合体を形成する。2mg/dl (以上) および 6mg/dl (以上) を 5 分、4mg/dl (以上) を 10 分で判定可能である。比較対象試薬として、Actim CRP (Medix Biochemica 社製) を用いた。Actim CRP は、ディップスティックタイプのイムノクロマト試薬で、5 分後に <1, 1-4, 4-8, >8mg/dl の 4 段階を目視判定できる。

【材料および方法】新潟大学医歯学総合研究科病院呼吸器内科に肺炎の診断で入院した患者 32 名 (平均年齢 72±13 歳) を対象として、入院期間中に検査のために採取した全血 (EDTA 加) の CRP 値を NiiCRP および Actim CRP を用いて判定した。得られた結果を、同日の定量値 (TBA-200FR, キヤノンメディカルシステムズ社製) と比較し、一致度を κ 係数により評価した。定量値は、血漿 (ヘパリン加) を用い、測定試薬は、CRP-ラテックス X2 「生研」 (デンカ社) を用いた。NiiCRP および Actim CRP を用いた判定は、定量値を知らない 2 名の医師が行った。定量値が 0.8-10mg/dl の 96 検体を解析対象とした (新潟大学倫理審査委員会承認番号: 2020-0006)。

【結果】NiiCRP による判定は、定量値と一致度が高かった (評価者 1 : κ 係数= 0.778, 評価者 2 : κ 係数= 0.764)。ただし、<2, 2-4 および >6 mg/dl での一致度は 83-96%であったが、4-6 mg/dl での一致度は低かった (それぞれ、56 および 64%)。評価者間の一致度は 91%であった。Actim CRP による判定は、ほぼ完全に一致しているとみなされる高い κ 係数が確認された (評価者 1 : κ 係数= 0.887, 評価者 2 : κ 係数= 0.919)。評価者間の一致度は 90%であった。

【考察】訪問看護師は持ち込める機器が限られるため、在宅医療で実施する検査には限界がある。さらに、認知症や寝たきりの高齢者からは身体状態の聞き取りは困難である。そのため、専用の測定器を必要とせずに高齢者の協力度に関係なく実施可能な POCT 試薬は、在宅医療だけでなく遠隔医療や災害医療でも活用できる可能性がある。今回開発した NiiCRP は、定量値と実質的に一致しているとみなされ、リスクアセスメントのツールとしての有用性が示された。Actim CRP は視認性も良く、定量値と優れた一致性を示したが、ディップスティックタイプは複数のバイオマーカーを一度に検査できないため、汎用性に課題がある。

【結論】NiiCRP は、CRP 定性検査として比較的正確な試薬であり、在宅における急性炎症の迅速診断法として利用可能である。

本研究の一部は、基盤研究(B)19H03958 および挑戦的研究 (萌芽) 20K21702 の助成を受けて行われた。

Effect of Periodontitis and Scaling and Root Planing on Risk of Pharyngeal Cancer: A Nested Case—Control Study

○Ping-Ju Chen

*Institute of Medicine, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan;
Department of Dentistry, Changhua Christian Hospital, Changhua, Taiwan*

I. Object:

This study investigated the association between periodontitis and the risk of pharyngeal cancer in Taiwan.

II. Materials & Methods:

For this population-based nested case-control study using the Longitudinal Health Insurance Database derived from Taiwan's National Health Insurance Research Database, we identified patients (n = 1292) who were newly diagnosed with pharyngeal cancer between 2005 and 2013 and exactly paired them with propensity score matched control subjects (n = 2584). Periodontitis and scaling and root planing (SRP) were identified before the index date. Pharyngeal cancer was subdivided into 3 subgroups on the basis of anatomic location: nasopharyngeal cancer, oropharyngeal cancer, and hypopharyngeal cancer. A multiple conditional logistic regression model was applied to analyze the adjusted odds ratio (aOR).

III. Results:

Periodontitis was associated with an increased risk of pharyngeal cancer (aOR, 1.57; 95% confidence interval (CI), 1.17 to 2.10), especially oropharyngeal cancer (aOR, 2.22; 95% CI, 1.07 to 4.60). We found a decreased risk of pharyngeal cancer in patients who had undergone SRP (aOR, 0.77; 95% CI, 0.61 to 0.96).

IV. Conclusion:

In conclusion, this study showed that periodontitis was associated with an increased risk of pharyngeal cancer and SRP exerted a protective effect against pharyngeal cancer. Our results suggest that treating periodontitis and performing SRP, which are modifiable factors in oral health, in clinical practice may provide an opportunity to decrease the disease burden of pharyngeal cancer in Taiwan.

Adhesion and chemical analysis of zirconia-resin interfaces bonded by tribochemical silica coating and universal adhesives

○Shu-Fen Chuang^{1,2}, Chia-Ling Li¹, Bang-Yan Liu¹

¹ School of Dentistry and Institute of Oral Medicine, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

² Department of Stomatology, National Cheng Kung University Hospital, Tainan, Taiwan

I. Objective:

The trend of prosthodontic rehabilitation already moves to the monolithic zirconia restorations. However, the chemical inertness of zirconia also indicates the difficulty to bond with resin cements. 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) is the most effective chemical agent to improve the bonding of zirconia, while 10-MDP based universal adhesives may incorporate silane. In another way, tribochemical silica coating (TSC) is also recommended to enhance the affinity between zirconia and silane. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of universal adhesives, and the ability of adjunct TSC in enhancing resin- zirconia bonding.

II. Materials & Methods:

Zirconia disks were treated with the Rocatec soft (3M EPSE) TSC treatment for 10 s. Subsequently, three experimental primers (5% MDP, 5% silane, and the mixed MDP+ silane) were applied on zirconia. The treated surfaces were evaluated by a time-of-flight secondary ion mass spectrometer (ToF-SIMS). Resin composite cylinders were bonded to the treated zirconia. The bonded assemblies were subjected to the SBS tests after either storage for 24 h or 5000 thermocycles.

III. Results:

In the ToF-SIMS analysis, the MDP groups showed less infiltration of phosphorus-related ions ($\text{PO}_3^- / \text{PO}_2^-$) into zirconia. Contrarily, the mixed MDP and silane group show deep infiltration of phosphorus-related ions. The TSC+silane group showed the formation of silanol group. In both 24-hour and post-thermocycles SBS tests, TSC combining with the mixed primers presented the highest SBS values, followed by the TSC+silane group. The MDP primer presented the lowest SBS values.

IV. Conclusion:

In using TSC treatment, 10-MDP does not bond onto zirconia due to the barrier of silica coating. The combination of MDP and silane showed the superior chemical bonding which was stable after thermocycling. The presence of silane may facilitate the adsorption of MDP.

(Funded by MOST 108-2314-B-006 -016 -MY3 and MOST 111-2314-B-006 -036 -MY3, National Science and Technology Council)

Seven-year follow-up of a cast-metal resin-bonded bridge on mandibular incisors with low bone levels (case report)

○Yung-Show Chiang

Department of Dentistry, Tainan Municipal Hospital (Managed by Show Chwan Medical Care Corporation), Taiwan

I. Introduction:

The cast-metal resin-bonded bridge is a conservative approach to replace the missing tooth. It can provide an additional option in cases of anatomical limitations like tilting, replacement of missing anterior teeth in children and adolescents, short span, sound teeth or with minimal restorations, or periodontal splinting.

II. Case:

A 53-year-old male patient complained about hypermobility of the mandibular left central incisor. The mandibular left central incisor was extracted due to the severe bony defect. In addition, the mesial bone levels of the mandibular left lateral incisor and the mandibular right central incisor were low. He hoped to have the prosthesis for esthetics, but he did not want to accept the removal partial denture or the implant. After 6-month follow-up, mesial bone levels of the mandibular left lateral incisor and the mandibular right central incisor were better than those before. He chose to receive a cast-metal resin-bonded bridge after discussion. The margin was prepared with a definite knife-edge or a light chamfer owing to limited enamel thickness of lower incisors. A combination of more than 180-degree opposing groove placement at line angles and cingulum rests were prepared to achieve the greatest stability. Finally, he was satisfied with the resin-bonded bridge. After seven years, the effect is still good.

III. Discussion:

The advantages of cast-metal resin-bonded bridges are minimal removal of tooth structure, minimal potential for pulpal trauma, supragingival preparation, easy impression making, and reduced patient expense. The disadvantages of cast-metal resin-bonded bridges are reduced restoration longevity and compromised esthetics on posterior teeth. Cooperative patients are very important. In this case, the bone support of abutments is not good for the traditional bridge. Besides, the patient didn't want to accept the implant or a removal partial denture. A cast-metal resin-bonded bridge on mandibular incisors provided a conservative preparation and periodontal splinting. The enamel thickness near CEJ on lingual or mesial surface of the mandibular incisor is usually less than 0.5 mm. Therefore, the margin was prepared with a definite knife-edge or a light chamfer. The combination of more than 180-degree opposing groove placement at line angles and cingulum rests resulted in the greatest stability.

IV. Conclusion:

A cast-metal resin-bonded bridge is an additional treatment option in proper clinical conditions and carefully selected patients.

令和5年5月31日 発行

編集兼発行者

制 作 者

印 刷 所

発 行 所

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会理事長
林 美 加 子
一般財団法人 口腔保健協会
<http://www.kokuhoken.or.jp/>
三報社印刷株式会社

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会
〒170-0003 東京都豊島区駒込1-43-9
(一財)口腔保健協会内
電 話 03 (3947) 8891
F A X 03 (3947) 8341

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会賛助会員名簿

| 賛助会員名 | 郵便番号 | 所在地 | 電話番号 |
|---------------------|----------|---------------------------------|----------------|
| アグサジャパン株式会社 | 540-0004 | 大阪府中央区玉造 1-2-34 | (06)6762-8022 |
| 医歯薬出版株式会社 | 113-8612 | 東京都文京区本駒込 1-7-10 | (03)5395-7638 |
| イボクラールピバデント株式会社 | 113-0033 | 東京都文京区本郷 1-28-24 4F | (03)6801-1303 |
| 長田電機工業株式会社 | 141-8517 | 東京都品川区西五反田 5-17-5 | (03)3492-7651 |
| エンピスタジャパン株式会社 | 140-0001 | 東京都品川区北品川 4-7-35 御殿山トラストタワー 13F | (0800)111-8600 |
| カポデンタルシステムズジャパン合同会社 | 140-0001 | 東京都品川区北品川 4-7-35 御殿山トラストタワー 15F | (0800)100-6505 |
| クラレノリタケデンタル株式会社 | 100-0004 | 東京都千代田区大手町 1-1-3 大手センタービル | (03)6701-1730 |
| クルツァー ジャパン株式会社 | 113-0033 | 東京都文京区本郷 4-8-13 TSK ビル 2F | (03)5803-2151 |
| 小林製薬株式会社 | 567-0057 | 大阪府茨木市豊川 1-30-3 | (072)640-0117 |
| コルテンジャパン合同会社 | 190-0012 | 東京都立川市曙町 2-25-1 2F | (042)595-6945 |
| サンメディカル株式会社 | 524-0044 | 滋賀県守山市古高町 571-2 | (077)582-9981 |
| 株式会社ジーシー | 113-0033 | 東京都文京区本郷 3-2-14 | (03)3815-1511 |
| 株式会社ジーシー昭和薬品 | 113-0033 | 東京都文京区本郷 1-28-34 | (03)5689-1580 |
| 株式会社松風 | 605-0983 | 京都市東山区福福上高松町 11 | (075)561-1112 |
| スリーエムジャパン株式会社 | 141-8684 | 東京都品川区北品川 6-7-29 | (03)6409-3800 |
| タカラベルモント株式会社 | 542-0083 | 大阪府中央区東心斎橋 2-1-1 | (06)6212-3619 |
| デンツプライシロナ株式会社 | 106-0041 | 東京都港区麻布台 1-8-10 | (03)5114-1005 |
| 株式会社東洋化学研究所 | 173-0004 | 東京都板橋区板橋 4-25-12 | (03)3962-8811 |
| 株式会社トクヤマデンタル | 110-0016 | 東京都台東区台東 1-38-9 イトーピア清洲橋通ビル 7F | (03)3835-2261 |
| 株式会社ナカニシ | 322-8666 | 栃木県鹿沼市下日向 700 | (0289)64-3380 |
| 株式会社ニッシン | 601-8469 | 京都市南区唐橋平垣町 8 | (075)681-5346 |
| 日本歯科薬品株式会社 | 750-0015 | 山口県下関市西入江町 2 番 5 号 | (0832)22-2221 |
| ネオ製薬工業株式会社 | 150-0012 | 東京都渋谷区広尾 3-1-3 | (03)3400-3768 |
| 白水貿易株式会社 | 532-0033 | 大阪府淀川区新高 1-1-15 | (06)6396-4455 |
| ピヤス株式会社 | 132-0035 | 東京都江戸川区平井 6-73-9 | (03)3619-1441 |
| マニ 株式会社 | 321-3231 | 宇都宮市清原工業団地 8-3 | (028)667-1811 |
| 株式会社茂久田商会 | 650-0047 | 神戸市中央区港島南町 4-7-5 | (078)303-8246 |
| 株式会社モリタ | 564-8650 | 大阪府吹田市垂水町 3-33-18 | (06)6388-8103 |
| 株式会社モリムラ | 110-0005 | 東京都台東区上野 3-17-10 | (03)3836-1871 |
| YAMAKIN 株式会社 | 543-0015 | 大阪府天王寺区真田山町 3-7 | (06)6761-4739 |
| 株式会社ヨシダ | 110-0005 | 東京都台東区上野 7-6-9 | (03)3845-2931 |

(五十音順)

謝 辞

日本歯科保存学会 2023 年度春季学術大会（第 158 回）を開催するにあたり、下記の団体・企業等から多大なご協力を賜りました。ここに記し、御礼申し上げます。

日本歯科保存学会 2023 年度春季学術大会（第 158 回）

大会長 古澤 成博

後援・協力 団体等一覧

日本歯科医学会

東京歯科大学同窓会

協賛企業等一覧（五十音順）

| | |
|------------------------------------|---------------------|
| アエラスバイオ(株) | (株)ディーメック |
| (株)アキラックス | デンツプライシロナ(株) |
| ウエルテック(株) | 東京歯科産業(株) |
| ULTRADENT JAPAN(株) | (株)トクヤマデンタル |
| (有)オール | (株)ナカニシ |
| (株)オルコア | (株)ニッシン |
| KAZEN WLD(株) | NPO 法人 日本歯科医療評価機構 |
| (株)キクタニ | 日本歯科薬品(株) |
| (株)クラーク | ネオ製薬工業(株) |
| グラクソ・スミスクライン・コンシューマー・ヘルスケア・ジャパン(株) | (株)BE PROUD |
| クラレノリタケデンタル(株) | (株)ビーブランド・メディコーデンタル |
| クルツァー ジャパン (株) | (株)ヒョーロン・パブリッシャーズ |
| (株)コムネット | (株)フォレスト・ワン |
| コルテンジャパン(同) | ペントロンジャパン(株) |
| サンスター(株) | マニー(株) |
| (株)ジーシー | メディア(株) |
| (株)ジーシー昭和薬品 | (株)茂久田商会 |
| シャボン玉販売(株) | (株)モリタ |
| (株)松風 | (株)モリムラ |
| スリーエムジャパン(株) | (株)ヨシダ |
| タカラベルモント(株) | ライオン歯科材(株) |
| (株)WWC | (株)YDM |

