原著論文

ポスの接着時におけるレジンセメントの手技別の 気泡混入率および接着力の評価

山崎裕太, 河村篤志, 高嶋真樹子, 荒井良明

Evaluation of the bubble mixture rate and the bond strength of post to dentin according to the
technique of applying resin cement

Yuta Yamazaki, DDS, Atsushi Kawamura, DDS, PhD, Makiko Takashima, DDS, PhD
and Yoshiaki Arai, DDS, PhD

抄 録

目的：失活歯の予後調査では、築造体の脱離が経過不良の多くを占めることが報告されているが、脱離は多因子性に発生していることから原因の解明は難しい。われわれは脱離した築造体表面のセメント表層に気泡様の欠損が観察されたことに着目し、気泡混入が接着力へ及ぼす影響について検討した。

方法：気泡混入評価として、根管充填を施した透明樹脂根管模型にポスト孔を形成し、既製ポストと接着性レジンセメントを用いて接着した。接着は、使用器具3種類とセメント塗布部位3種類の組み合わせで9条件とし、画像解析にてセメントの気泡混入率および部位別の気泡混入率を評価した。また接着力試験として、牛歯に使用器具3条件で同様の手順で既製ポストを接着した試料を1 mm厚で横切断し、打ち抜き試験による評価を行った。

結果：気泡混入率は、プラスチックニードルを使用しポストと根管にセメントを塗布した条件で有意に低くなった。また、気泡はポスト根尖側に集中している様相が観察された。打ち抜き接着力試験においては、ブラシ使用時にポスト根尖側で接着力の有意な低下を認めたが、他の器具では部位別の接着力に有意差は認めなかった。

結論：気泡による非接着面の存在が接着力の低下を引き起こす原因の1つと考えられた。ポスト孔の最深部に届く器具を用いることで、気泡混入率を低下させ高い接着力を得られることが可能と考えられた。

キーワード

根管象牙質, 接着力, ポスト, 気泡, レジンセメント

I. 緒 言

支台築造の経過を調査した研究において、支台築造の失敗の原因としてポストの脱離が大きな割合を占めると報告されている¹⁻³⁾。築造体の脱離にはポスト孔の象牙質への接着不良が大きく関わっているが、その要因としてポスト孔への接着はC-factorが高くレジンセメントの重合収縮によるコントラクションギャッ

プが生じ易いことや^{4,5)}、ポスト孔の形成の際に生じるスミア層による接着阻害⁶⁾、さらにデュアルキュア型接着性レジンセメントでは光照射が届かないことから生じる硬化不足^{6,7)}が指摘されている。しかし、支台築造の予後を一定の基準で長期にわたって追及した論文が少ないことや、実際の臨床における築造体の脱離はさまざまな要因が複雑に絡んでいることから、その根本的な原因についての解明は難しいとされている¹⁾。

新潟大学医歯学総合病院顎関節治療部

Temporomandibular Joint Clinic, Niigata University Medical and Dental Hospital

受付：2019年9月3日／受理：2020年5月22日

Received on September 3, 2019/Accepted on May 22, 2020

築造体の接着手技について調査した報告では、根管
 内へ挿入可能なシリンジを用いてセメントを根管内に
 輸送することで、セメント内部の気泡混入率の低下と
 接着力の上昇が認められた⁸⁻¹¹⁾。しかしシリンジの形
 態やセメント塗布部位などその他の接着手技について
 は詳細に言及されていない。われわれは日常臨床にお
 いて、脱離した築造体表面のセメント表層に気泡様の
 欠損が観察されたことに着目し、セメント接着操作時
 に混入した気泡によって生じた非接着面が象牙質と築
 造体間の接着力の低下に影響している可能性を考え
 た。

そこで本研究は、間接法の支台築造におけるセメン
 ト塗布時の使用器具とセメント塗布部位の違いによ
 る、気泡混入率および接着力について評価し、根管
 に対する接着手技について検討することを目的とした。

II. 研究方法

実験 1、透明樹脂模型を用いた気泡混入評価

気泡混入評価の試料を以下の方法で準備した。直方
 体樹脂製根管模型（ニッシン、京都、日本）をファイ
 ル 40 号まで拡大した後、根充用ポイント（ガッタバー
 チャポイント、ジーシー、東京、日本）と根管充填用シー
 ラー（キャナルス、ジーシー、東京、日本）にて垂直
 加圧充填を行った。その後、根管口拡大ドリル（ピー
 ソーリーマ、マニー、栃木、日本）#3 ϕ 1.1 mm で
 深さ 10 mm までポスト孔を形成し、10 秒間の水洗
 後、エアブローおよび #80 ペーパーポイント（ジッ
 ペラー、兵庫、日本）を用いて窩洞内を十分に乾燥さ
 せた。既製ステンレスポスト（ ϕ 1.04 $\times$ 14.0 mm）（AD
 ポスト II、クラレノリタケデンタル、東京、日本）（ポ
 スト）に金属接着性プライマー（メタルプライマー Z、
 ジーシー、東京、日本）を塗布し、エアブローで十分
 に乾燥させた。接着性レジンセメントは化学重合型レ
 ジンセメント（スーパーボンド、サンメディカル、滋
 賀、日本）（SB）を使用した。SB はマニュアルに従い、
 ダッペンディッシュにクイックモノマー 4 滴とキャ
 タリスト 1 滴の合液にポリマー粉末混和クリアを用
 いる混合法で以下の接着操作を行った。

接着条件はセメント塗布に使用する器具 3 種類と
 セメント塗布部位 3 条件を設定した。使用器具はディ
 スポチップ L サイズ（サンメディカル）（ブラシ）、スー
 パーボンドマイクロシリンジ（サンメディカル）（M
 シリンジ）、1 ml ツベルクリン用シリンジにプラス
 チックニードル（サンメディカル）を装着したもの（P
 ニードル）の 3 種類を用いた。ブラシはポスト孔の

Brush

Micro syringe

Plastic needle

図 1 Reach of the tip of the tools
 器具別挿入可能深度

形成窩 1/3 の位置、M シリンジはポスト孔の形成窩
 の 1/2 の位置、P ニードルではポスト孔の最深部に先
 端が到達可能であることを確認した（図 1）。ブラシ
 はチップ全体に SB を十分に染み込ませてセメントを
 輸送し、M シリンジおよび P ニードルは SB をそれ
 ぞれのシリンジで気泡が混入しないよう吸引してセメ
 ントを輸送した。セメント塗布部位は SB をポスト表
 面にのみ塗布した群、SB をポスト孔内のみ塗布し
 た群、そして SB をポスト表面とポスト孔内に塗布し
 た群の 3 条件とした。接着はメーカーの指示に従い、
 混和開始後 120 秒間に接着操作を行った。ポスト孔
 へのポスト挿入後は完全硬化まで 5 分間、手指にて
 ポストを圧接し、浮き上がりが生じないようにした。
 使用器具 3 種類とセメント塗布部位 3 条件の組み合
 わせで 9 条件とし、1 条件につき 4 個の試料を製作し
 て気泡混入評価を行った。

図2 Image analysis process
画像解析方法

製作した試料は、側方4面から規格画像を撮影した。撮影はデジタル一眼レフカメラ (EOS7D, Canon, 東京, 日本) にマクロレンズ (Macro Lens EF100 mm, Canon) を装着し、撮影倍率を等倍に設定した位置で三脚にて固定し規格撮影とした。撮影した画像は画像解析ソフト (Image J, National Institutes of Health, USA) を用いて以下の方法で解析を行った。1) 画像データを取り込み、解析領域を根管模型内ポストのパラレルウォール部になるよう範囲を選択し、8-bit グレースケール画像へ変換。2) 指定した範囲を2値化画像へ変換する。変換時の設定はMaxEntropyとし、マニュアルでの閾値調整は行わず自動閾値調整のみとした。この時気泡はピクセル値255 (白) で抽出されるため、Dark-backgroundで白黒反転し、ピクセル値0 (黒) で抽出されたピクセル数を集計する。3) 解析領域全体の総ピクセル数に対する2) で抽出したピクセル数の割合を気泡混入率と定義し、接着条件9条件で比較評価した。

また、図2に示すようグループを基準に解析領域を選択し、歯頸側より (1) (Cervical) ~ (5) (Apical) と定義し、ポスト表面とポスト孔内に塗布した条件における器具ごとの部位別気泡混入率を評価した (図2)。

実験2、牛歯を用いた打ち抜き接着力評価

打ち抜き接着力試験の試料として、抜去牛歯の解剖学的歯頸部で髓腔に対し垂直方向で切断されたものを

使用した。牛歯の象牙質部に実験1と同様の手順で、ピーソーリーマ #3 $\phi 1.1$ mm にて、深さ 10 mm のポスト孔を注水下で形成した。ポスト孔に対する前処置として、EDTA 溶液 (スメアクリン, NISHIKA, 山口, 日本) にて洗浄したのち、表面処理剤 (グリーン, サンメディカル) を塗布、10 秒間の水洗後にエアブローとペーパーポイントで乾燥した。使用するレジンセメントとポストは実験1と同じものを準備した。

実験2の接着条件は、セメント塗布部位はポストおよびポスト孔とし、使用器具は実験1に使用したブラシ、M シリンジ、P ニードルの3種類とし、実験1と同様の手順でポストを接着した。試料は各条件6個ずつ製作し、37°C の水中へ24時間浸漬したのち、常温重合レジン (ユニファースト, ジーシー, 東京, 日本) で包埋した。打ち抜き試験片は、ポストの円周方向に付与されているグルーブの接着力への影響を考慮し、すべてグルーブが含まれないよう製作した。まず初めに最も歯頸側のグルーブの歯頸側で切断し、グルーブが無くなるまで研磨整後に、0.3 mm 厚のディスクを用い、裁断幅を1 mm 厚に設定し、2番目のグルーブを含む根尖側で切断し、厚み1 mm の試験片 (I) とした。次に3番目のグルーブが消えるまでを切り代として研磨し、再度裁断ディスクで1 mm 厚に設定し4番目のグルーブを含む根尖側で切断し、厚み1 mm の試験片 (II) とした。これを繰り返し1つおきに5枚の試験片、歯頸側より (I) ~ (V) を製作し、使用した器具別の部位別接着力を評価した (図3)。

打ち抜き試験は、卓上万能試験機 (Eztest, 島津製作所, 京都, 日本) を使用して、試験片は卓上拡大顕微鏡を用いながらポスト中央にロッド先端を位置づけし、試験片を台座にストッパーで固定し、打ち抜きロッド径 $\phi 1.0$ mm、スピード 1 mm/sec で垂直方向に加圧した。台座には打ち抜き試験で押し抜かれたポストが通過できるよう、 $\phi 3.0$ mm の穴を設けた。打ち抜き試験による破断点の応力 (N) を接着力の値とし、切断部位別の接着力について評価した。また、打ち抜き試験後の破壊様式はマイクロスコープ (150 倍, Digital Microscope VHX-900, KEYENCE, 大阪, 日本) を用いて観察した。

なお、実験1, 2ともにすべての試料のポスト孔の形成から接着操作までを同一実験者が行った。

3. 統計処理

統計はクラスカル=ウォリス検定と多重比較にSteel-Dwass法を使用し、実験1は接着条件別の気泡

図 3 Sectioning of the cemented posts into 5 slices

ポスト接着後の 5 スライスへの切断方法

Sectioning of the cemented posts into 5 slices

1) Bovine teeth cemented with metal post

2) Bovine teeth embedded with instant polymerized resin

3) Sections of 1 mm thickness

表 1 Defect rate according to tool and application site

接着手技と気泡混入率

 There is no statistically significant difference between values with identical superscript letters ($P \geq 0.05$)

同じ上付き文字間で有意差を認めなかった。

Tool	Application site		
	Post	Root canal	Post & Root canal
Brush	$7.93 \pm 0.51\%^a$	$5.45 \pm 0.66\%^a$	$3.38 \pm 1.36\%^d$
Micro syringe	$6.82 \pm 1.08\%^a$	$3.86 \pm 0.41\%^b$	$2.25 \pm 0.41\%^e$
Plastic needle	$7.51 \pm 0.93\%^a$	$2.45 \pm 0.66\%^c$	$1.31 \pm 0.66\%^f$

 mean $\pm$ 1SD(%) N=4

混入率 (%) と部位別の気泡混入率 (%) について、実験 2 では接着条件別の部位別接着力 (N) について検討し、危険率 5% 未満で有意差ありとした。

III. 結 果

実験 1, 透明樹脂模型を用いた気泡混入評価

接着条件別の気泡混入率を表 1 に示す。同一器具を使用した際の気泡混入率をセメント塗布部位別に評価すると、ブラシ、M シリンジ、P ニードルいずれの使用時においても、ポストおよびポスト孔に塗布した群が、ポストのみ塗布やポスト孔のみ塗布と比較して有意に低い気泡混入率であった。また、このポスト

およびポスト孔へ塗布の条件では、ブラシや M シリンジと比較して P ニードルが有意に低い気泡混入率であった (表 1)。

器具別の気泡混入率を図 4 に示す。ブラシでは歯頸側の (I) に対し根尖側の (V) で有意に高い気泡混入率を示した。一方、M シリンジおよび P ニードルでは部位別の気泡混入率に有意差は認められなかった (図 4)。

実験 2, 牛歯を用いた打ち抜き接着力試験

使用器具別の打ち抜き接着力を図 5 に示す。ブラシでは I で 93.5 ± 20.2 N, V で 38.9 ± 29.1 N を示し I と V で有意差を認めたが、M シリンジ (I : $83.6 \pm$

図 4 Defect rate of root regions

部位別の気泡混入率 (%)

There is a statistically significant difference between values with identical superscript letters ($P<0.05$)
同じ上付き文字間で有意差を認める。

29.5 N, V : 62.2 ± 19.8 N) および P ニードル (I : 86.5 ± 13.6 N, V : 86.4 ± 10.8 N) ではすべての部位において接着力に有意な差を認めなかった。使用器具による接着力を比較したところ、打ち抜き部位 V においてブラシより M シリンジおよび P ニードルで有意に高い接着力を認めた (図 5)。マイクロスコープを用いた破壊断面の観察において、破壊様式はいずれも界面破壊と凝集破壊の混合破壊であった。また、すべての試験片にポスト長軸のグループが含まれており、すべてのグループ内のセメントは残存していた。

IV. 考 察

1. 実験方法について

実験 1 では混入した気泡を多面的に分析しやすいよう透明樹脂模型を使用した。今回使用したポストは、長軸に 1 本のグループが入っており、断面形態が非対称性であるため、試料全周の 4 面の規格画像を用いることで、より正確な気泡混入率を評価でき、

図 5 Push-out bond strength

打ち抜き試験による接着力試験

There is a statistically significant difference between values with identical superscript letters ($P<0.05$)
同じ上付き文字間で有意差を認める。

接着条件間での比較が可能であると考えた。

実験 2 では根管象牙質への接着強度を分析するためウシ歯根象牙質を使用した。根管象牙質への接着強度研究において、デュアルキュア型レジンセメントでは根尖側への光照射不足による接着力の低下が指摘されている^{6,7)} ことから、本研究では化学重合型である SB を使用することで部位による接着力の影響を少なくすることができたと考える。また SB は、カタリストと表面処理剤グリーンに含まれる鉄イオンが結合することで活性化重合される特性より¹²⁾、象牙質接着面から重合が開始される特徴を持ち、コントラクションギャップの影響を減らすことで材料的影響を少なくできたと考えられた。またポストについて、ファイバーポストはステンレスポストと比較して弾性係数が低く歯根破折が少ないとの報告も散見されるが¹³⁾、本研究では打ち抜き試験におけるファイバーポストの弾性係数やテーパー形態の影響を考慮し、パラレルウォール of ステンレスポストを選択した。テーパーの形態のポストは、根尖側と根冠側でポストの直径が異なり、試

験片ごとの接着面積が変化してしまい比較が困難なため、本研究ではパラレルウォールのポストを選択することで部位別の接着力比較が可能と考えられた。また、ポストに付与されている長軸のグループは、すべての試験片に入っており、打ち抜き試験後の破壊様式にも試験片間で違いが認められなかったことから、接着力の比較においてグループの影響は小さいものと考えられた。根管への接着においては、根尖側に残留した水分がセメント充填時の阻害となり、接着力の低下を惹起することから、ポスト接着前にはエアブローのみではなく、ペーパーポイントでの清拭またはエタノールによる蒸散を併用した根管内乾燥が有効と報告されている¹⁴⁾。これに従い本研究も、残留水分による気泡混入および接着力の低下を避けるためペーパーポイントでのポスト孔の形成窩内の清拭を行い、日常臨床を想定した実験環境を設定した。

本研究は間接法を想定した接着手技による気泡混入と接着力への影響を検討することが目的であるが、試料の規格化のために通常直接法で使用される既製ポストを選択した。また、一般的に液体の流動性が低いと高い表面張力により気泡は移動しづらく、内部気泡が残留しやすいと考えられている。今回われわれが選択したSBは、混和開始後120秒間は高い流動性が保証されており、市販されているレジンセメントの中でも流動性は高く、気泡が残留しづらいと考えられた。一般的なデュアルキュア型レジンセメントは、SBよりも流動性が低く、同じ条件ならば、さらに気泡が残留しやすいと考えられる。

2. 実験結果について

セメント塗布部位の違いが気泡混入に及ぼした影響について、ポストのみ塗布では使用器具に関わらず気泡混入率が高かったが、これはセメントを塗布したポスト挿入時にポスト孔がポストとセメントで塞がれてしまい、ポスト孔内部の空気の通路が無くなったためと考えられた。一方、ポスト孔とポストおよびポスト孔に塗布した条件では、ブラシに対しMシリンジおよびPニードルで気泡混入率が有意に低くなったことから、セメント塗布に使用する器具の形態が関与していることが示唆された。ブラシではブラシ毛にセメントを浸み込ませて塗布することから、細かな毛の間やブラシによるセメント自体への気泡混入の可能性が考えられるが、MシリンジおよびPニードルではダッペンディッシュから直接吸引することで、セメント自体への気泡混入が抑えられたと考えられる。またMシリンジよりPニードルで気泡混入率が低くなる傾

向を認めたことから、ポスト孔に対する器具の到達深度が気泡混入に影響を与える可能性が考えられた。さらに気泡が根尖側に集中していたことから、セメント塗布時にポスト孔の中に貯留した空気がポスト挿入と共にセメント内へ混入し、気泡として確認されたのではないかと考えた。光学顕微鏡を用いた気泡混入率の評価を行った報告では、根管内に挿入可能であるシリンジを選択することで、レジンセメントの種類を問わずセメント内の気泡混入率が低下したと述べられており^{8-10,15,16)}、本研究の結果と矛盾しない。したがってセメント輸送時には、先端がポスト孔の最深部に届く器具を選択することで、形成窩内への空気の残留を避けて緊密にセメントを充填できるのではないかと考えられる。

ブラシを使用した場合、歯頸側に対して根尖側で気泡混入率が有意に高く、かつ根尖側の接着力は有意に低下したことから、気泡の存在が接着力の低下の要因の1つである可能性が考えられた。一方、MシリンジとPニードルでは部位別の気泡混入率および部位別の接着力に差を認めなかったことから均一な接着が行われていると考えられた。過去の抜去歯および牛歯を用いた接着強度の研究では、いずれも歯頸側から根尖側に向かって接着力の低下傾向を認めたと報告されており^{8-11,17-21)}、本研究結果と矛盾しないことから、セメント内の気泡が接着力に影響している可能性が高いと考えられる。

今回の結果から、根管への強固な接着を行うためには、ポスト孔の最深部に到達してセメントを輸送できる器具を選択し、気泡混入のリスクを軽減しつつポストおよびポスト孔に十分なセメント塗布を行うことが有効であると考えられた。チェアサイドでは、模型上でポスト孔の最深部に器具が到達していることを事前に確認することが、接着力の低下を避けるうえで重要な臨床上の手順と考えられる。しかし、気泡混入以外にも根管象牙質の湿潤環境や¹⁸⁾、根尖側のスメア層の除去の困難性¹⁹⁾も築造体の脱離の原因であると指摘されており、複数の要因が根管内接着に関与していることから、支台築造の成功率を上げるためには多くの配慮すべき事項があることを忘れてはならない。

V. 結 論

セメント塗布部位では、ポストとポスト孔に塗布する条件で気泡混入率が低かった。器具別では、プラスチックニードルを用いた場合、気泡混入率が低かった。また、ブラシを用いた場合は根尖側のみ接着力が有意

に低下したが、プラスチックニードルやマイクロシリンジを用いた場合は、根尖側の接着力の低下は認めなかった。

謝 辞

本研究は日本学術振興会科学研究費によりサポートを受けている（荒井良明：JSPS KAKENHI Grant Number JP18K09698）。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態はない。

文 献

- 1) Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch AS. A review of failure modes in teeth restored with adhesively luted endodontic dowels. *J prosthodont* 2010; 19: 639-646.
- 2) Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000; 13(Spec No): 9b-13b.
- 3) Naumann M, Blankenstein F, Dietrich T. Survival of glass fibre reinforced composite post restorations after 2 years-an observational clinical study. *J Dent* 2005; 33: 305-312.
- 4) Aksornmuang J, Nakajima M, Senawongse P, Tagami J. Effects of C-factor and resin volume on the bonding to root canal with and without fibre post insertion. *J Dent* 2011; 39: 422-429.
- 5) Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod* 2005; 31: 584-589.
- 6) Wu H, Hayashi M, Okamura K, Koytchev EV, Imazato S, Tanaka S et al. Effects of light penetration and smear layer removal on adhesion of post-cores to root canal dentin by self-etching adhesives. *Dent Mater* 2009; 25: 1484-1492.
- 7) Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res* 2008; 87: 1122-1126.
- 8) Silva EH, Pereira CNB, Daleprane B, Moreira AN, Magalhães CS. Comparison of resin cement insertion techniques for luting fiberglass posts. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr* 2016; 16: 469-472.
- 9) Pedreira AP, D'Alpino PH, Pereira PN, Chaves SB, Wang L, Hilgert L et al. Effects of the application techniques of self-adhesive resin cements on the interfacial integrity and bond strength of fiber posts to dentin. *J Appl Oral Sci* 2016; 24: 437-446.
- 10) Souza AC, Goncalves Fde C, Anami LC, Melo RM, Bottino MA, Valandro LF. Influence of insertion techniques for resin cement and mechanical cycling on the bond strength between fiber posts and root dentin. *J Adhes Dent* 2015; 17: 175-180.
- 11) Durski MT, Metz MJ, Thompson JY, Mascarenhas AK, Crim GA, Vieira S et al. Push-out bond strength evaluation of glass fiber posts with different resin cements and application techniques. *Oper Dent* 2016; 41: 103-110.
- 12) Taira Y, Imai Y. Review of methyl methacrylate (MMA)/tributylborane (TBB)-initiated resin adhesive to dentin. *Dent Mater J* 2014; 33: 291-304.
- 13) Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems - an in-vitro study. *J Adv Prosthodont* 2011; 3: 90-95.
- 14) Iwashita T, Mine A, Matsumoto M, Nakatani H, Higashi M, Kawaguchi-Uemura A et al. Effects of three drying methods of post space dentin bonding used in a direct resin composite core build-up method. *J Prosthodont Res* 2018; 62: 449-455.
- 15) Watzke R, Frankenberger R, Naumann M. Different scanning electron microscopic evaluation methods of cement interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Acta Odontol Scand* 2011; 69: 101-107.
- 16) Watzke R, Blunck U, Frankenberger R, Naumann M. Interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Dent Mater* 2008; 24: 1512-1517.
- 17) Daleprane B, Pereira CN, Bueno AC, Ferreira RC, Moreira AN, Magalhaes CS. Bond strength of fiber posts to the root canal: Effects of anatomic root levels and resin cements. *J Prosthet Dent* 2016; 116: 416-424.
- 18) Rezende EC, Gomes GM, Szesz AL, da Silveira Bueno CE, Reis A, Loguercio AD. Effects of Dentin Moisture on Cementation of Fiber Posts to Root Canals. *J Adhes Dent* 2016; 18: 29-34.
- 19) Helvacioğlu Kivanc B, Deniz Arisu H, Uctasli MB, Okay TC. The effect of different adhesive system applications on push-out bond strengths of glass fiber posts. *J adv prosthodont* 2013; 5: 305-311.
- 20) Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 2003; 19: 199-205.
- 21) Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strength of four self-etching primer/adhesive systems to root canal dentin. *Dent Mater J* 2005; 24: 261-267.

著者連絡先：山崎 裕太

〒 951-8520 新潟県新潟市中央区旭町通一番町 754 顎関節治療部

Tel: 025-227-2975

E-mail: yamayuta@dent.niigata-u.ac.jp

Evaluation of the bubble mixture rate and the bond strength of post to dentin according to the technique of applying resin cement

Yuta Yamazaki, DDS, Atsushi Kawamura, DDS, PhD, Makiko Takashima, DDS, PhD
and Yoshiaki Arai, DDS, PhD

Temporomandibular Joint Clinic, Niigata University Medical and Dental Hospital

Ann Jpn Prosthodont Soc 12: 264-271, 2020

ABSTRACT

Purpose: Previous clinical studies have indicated that the loss of retention between post and tooth is a major cause of failure in the restoration of endodontically treated teeth. Since bubble-like defects were found in the cement layer of the debonded post, we hypothesized that this cement defect decreases the adhesive strength. The purpose of this study was to evaluate if the technique used to insert resin cement influences the presence of bubbles and the push-out bond strength.

Methods: The root canal of a transparent resin block and bovine tooth were parallel-wall drilled with a Peeso Reamer to achieve a post length of 10 mm. Prefabricated metal posts were cemented using self-adhesive resin cement, for nine combinations of three tools and three cement application sites. The resin block was scanned with a digital camera, then image analysis software was used to calculate the percentage of bubbles in the cement layer. Bovine teeth were sectioned into five 1-mm thick slices for the push-out bond strength test.

Results: The bubbles were concentrated at the apical side for all methods. When we used the plastic needle to apply cement to the post and root canal, the bubble mixture rate was significantly lower than that of the other methods. Using the brush resulted in a significant decrease in the push-out bond strength at the apical side, whereas there was no significant difference in the push-out bond strength between the sites with other tools.

Conclusions: It is considered that there is less adherence at the site of air bubbles, and therefore a decrease in the adhesive strength. We conclude that it is important to use a tool that reaches the deepest part of the prepared root canal to reduce the air bubble mixture rate and to obtain the highest adhesive strength.

Key words:

Root dentin, Bond strength, Post, Bubble, Resin cement