

令和元年6月11日現在

機関番号：14401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H06849

研究課題名(和文) レジン支台築造における直接法/間接法の選択基準確立～非破壊観察的3次元定量評価～

研究課題名(英文) Establishment of selection criteria for direct/ indirect resin core build-up techniques -Three dimensional quantitative evaluation by non-destructive observation -

研究代表者

南野 卓也 (Minamino, Takuya)

大阪大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号：70804491

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)： レジン支台築造における材料と手法の違いが、ヒト根管象牙質に対する接着能に与える影響を接着試験および非破壊試験を用いて評価した。

接着試験の結果、光硬化アドヒーズ併用コア用レジンを使用した場合、間接支台築造法は直接支台築造法と比較して高い接着能を示した。プライマー併用レジンセメントは手法の違いにかかわらず、高い接着能を示した。非破壊試験の結果、直接支台築造法は間接支台築造法と比較して根尖側に大きい気泡や象牙質 レジン界面のギャップが観察された。光硬化アドヒーズ併用コア用レジン、プライマー併用レジンセメントと比較して界面の微小漏洩を多く認めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果により、根管内象牙質接着を阻害する要素を軽減するため、歯質の欠損が多い場合には、間接支台築造法を採用すること、またプライマー併用接着性レジンセメントを使用することが推奨されることが明らかとなった。また、これまで2次元かつ定性的に行われてきた接着界面の評価を3次元かつ定量的に解析する手法を確立できたことは、今後の接着歯学の研究の発展に繋がると期待している。

レジン築造における直接法と間接法の違いはこれまで評価されていなかったが、本研究を通じて得られたデータによりその選択基準が明らかとなり、ガイドライン作成の一助となる可能性があると考えられる。

研究成果の概要(英文)： This study evaluated how different techniques (direct or indirect) and materials affect root canal dentin bonding, using bond strength tests and nondestructive observations. The bond strength tests showed that the indirect technique led to stronger bonding than the direct method when using a core build-up resin composite combined with a self-etching adhesive. Adhesive resin cement combined with a self-etching primer produced stronger bonding to root canal dentin regardless of the method used. In most cases using the direct technique, large bubbles were observed at the bottom of the root canal, and gaps were also found at the interface. Adhesive resin cement combined with a self-etching primer led to a smaller amount of microleakage compared to a core build-up resin composite combined with a self-etching adhesive.

研究分野：接着歯学

キーワード：歯学 支台築造 コンポジットレジン 非破壊試験 3次元定量評価

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歯冠部歯質が崩壊した歯に対する支台築造法として、歯根破折予防、審美性向上、歯質保全という観点から、レジン支台築造が臨床で多く用いられるようになった。しかしながら、根管象牙質とレジンの接着強さは種々の阻害要因の影響により低下しやすいことが知られており、予知性の高いレジン支台築造法の確立のためにさらなる研究が必要とされている。

現在、臨床における築造方法は、ポスト孔形成後、支台歯にポスト植立およびレジン填入を行う「直接支台築造法 (以下、直接法)」とポスト孔形成後に印象採得を行い、石膏模型上で作製したレジンコアを支台歯に接着する「間接支台築造法 (以下、間接法)」に大別される。また、レジン支台築造に使用する材料として、光硬化アドヒーズ併用コア用レジン (以下、AwL) およびプライマー併用レジンセメント (以下、PwoL) がある。しかしながら、これらの手法 (直接法、間接法) や使用する材料の違い (AwL, PwoL) が象牙質-レジン接着に及ぼす影響について詳細に考察した研究はなく、臨床においてその使い分けについてのコンセンサスは得られていない。

2. 研究の目的

本研究では、レジン支台築造における手法の違い (直接支台築造法、間接支台築造法) や材料の違い (光硬化アドヒーズ併用支台築造用レジン、プライマー併用接着性レジンセメント) がヒト根管象牙質の接着能に与える影響を評価することを目的とした。

3. 研究の方法

実験 根管象牙質-レジン界面における接着能評価

1) 試料作製

本研究では、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 (H26-E6)、ヒト抜去歯を使用した。う蝕に罹患していない新鮮ヒト単根管抜去歯を、セメントエナメル境で歯軸に対して垂直に切断し、歯冠を除去した。K ファイルにて #80 まで根管を拡大し、ガッタパーチャポイントを用いて側方加圧にて根管充填を行った。さらに根管形成バーでポストの長さをセメントエナメル境より 10 mm に統一して根管形成を行った。試料を無作為に 2 グループに分け、AwL 群では光重合型ボンディング材 (クリアフィルボンド SE ONE, クラレノリタケデンタル) と支台築造用コンポジットレジンクリアフィル DC コア オートミックス ONE, クラレノリタケデンタル) を用い、PwoL 群は歯面処理材であるプライマー (PANAVIA V5 トゥースプライマー, クラレノリタケデンタル) と接着性レジンセメント (PANAVIA V5 ペースト, クラレノリタケデンタル) を用いて支台築造を行った。各群をさらに手法の違いにより直接法 AwL 群および間接法 AwL 群、また直接法 PwoL 群および間接法 PwoL 群に分けた。

2) プッシュアウト試験

支台築造を行った試料 (各群 9 歯) を 37 °C 水中に 24 時間浸漬した後、歯冠側から 1 mm の厚みで歯軸に直交するように試料を 6 枚切り出し、実験サンプルとした。小型卓上試験機 (EZTest, 島津製作所) にて、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min でプッシュアウト試験を行った。接着強さの結果を、使用した手法および材料について Mann-Whitney U 検定にて統計解析を行った。その後、各材料内において、手法については Mann-Whitney U 検定にて、部位については Friedman 検定にて統計解析を行った。それぞれの検定の有意水準は 5 % とした。

3) 微小引張接着試験

支台築造を行った試料 (各群 9 歯) を 37 °C 水中に 24 時間浸漬した後、歯冠側から 1 mm の厚みで歯軸に直交するように試料を 6 枚切り出し、さらに 1 mm × 1 mm のビーム状サンプルを作製した。小型卓上試験機 (EZTest) にて、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min で微小引張接着試験 (micro-tensile bond strength; 以下、 μ TBS 試験) を行った。接着強さの結果を、使用した手法および材料について Mann-Whitney U 検定にて統計解析を行った。その後、各材料内において、手法については Mann-Whitney U 検定にて、部位については Friedman 検定にて統計解析を行った。それぞれの検定の有意水準は 5 % とした。接着試験後の破断面を 30 倍の光学顕微鏡で観察し、破壊様式を確認した。

4) 接着界面の形態観察

直接法 AwL 群と直接法 PwoL 群と同様に支台築造を行った試料 (各群 3 歯) を歯軸に平行に切断し、走査型電子顕微鏡 (SEM, JSM-6510LV, JEOL 社) にて根管象牙質-レジン界面の観察を行った。

実験 根管象牙質-レジン界面およびレジンコアの非破壊観察

1) 根尖部の定性評価

実験と同様に根管形成を行った後、ダイヤモンドバーを使用して注水下で根外周のセメント質を除去し、根表面を耐水研磨紙 (#600) で研磨した。その後、実験と同様に支台築造を行った。支台築造を行った試料 (各群 6 歯) を 37 °C 水中に 24 時間浸漬した後、Optical coherence tomography (以下、OCT) と Micro-computed tomography (以下、 μ CT) を用いて、支台築造前後の根尖部の観察を行った。

2) レジンコア内部の気泡および界面の微小漏洩の定量評価

実験と同様に支台築造を行った試料（各群 8 歯）を 37℃ 水中に 24 時間浸漬した後，歯冠側および根尖側の削合を行い，スマア層を除去し，歯根表面にネイルバーニッシュを塗布して， μ CT にてレジンコア内部の気泡を観察した． μ CT による観察後，試料を 50wt%硝酸銀水溶液に 24 時間浸漬し，再度 μ CT にて微小漏洩を観察した．解析ソフトウェア（TRI-BON，ラトックシステムエンジニアリング株式会社）を用いて，内部の気泡および微小漏洩の体積を計算し，各群における気泡の割合および微小漏洩量を算出した．結果は，使用した手法および材料について Mann-Whitney U 検定にて統計解析し，有意水準は 5 % とした．

4. 研究成果

実験 根管象牙質-レジン界面における接着能評価

1) プッシュアウト試験結果

図 1 にプッシュアウト試験の結果を示す．直接法・AwL 群と間接法・AwL 群の間には有意差を認めなかった ($P=1.00$)．また，直接法・PwoL 群と間接法・PwoL 群の間にも有意差を認めなかった ($P=0.36$)．一方，直接法・PwoL 群は直接法・AwL 群と比較して有意に高い接着強さを示した ($P<0.001$)．間接法・AwL 群と間接法・PwoL 群の間には有意差を認めなかった ($P=0.73$)．

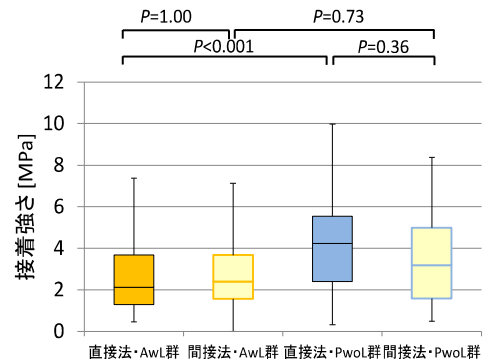


図 1 各群のプッシュアウト試験による接着強さ

2) μ TBS 試験結果

図 2 に μ TBS 試験の結果を示す．間接法・AwL 群は直接法・AwL 群と比較して高い接着強さを示した ($P=0.0076$) が，直接法・PwoL 群と間接法・PwoL 群の間には有意差を認めなかった ($P=0.64$)．また，直接法・PwoL 群は直接法・AwL 群と比較して有意に高い接着強さを示し ($P<0.001$)，間接法・PwoL 群も間接法・AwL 群と比較して有意に高い接着強さを示した ($P<0.001$)．

破断面観察の結果を表 1 に示す．直接法 AwL 群はその他の群と比較して，界面破壊数が多く認められ，その他の群では混合破壊を多く認めた．

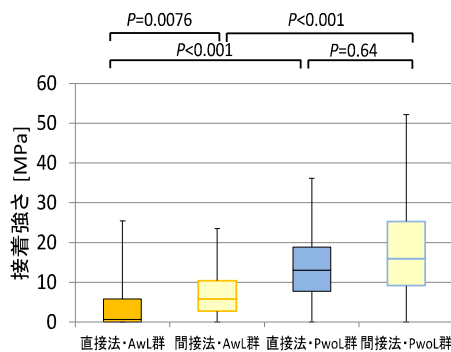


図 2 各群の μ TBS 試験による接着

表 1 各群の微小引張接着試験における破壊様式

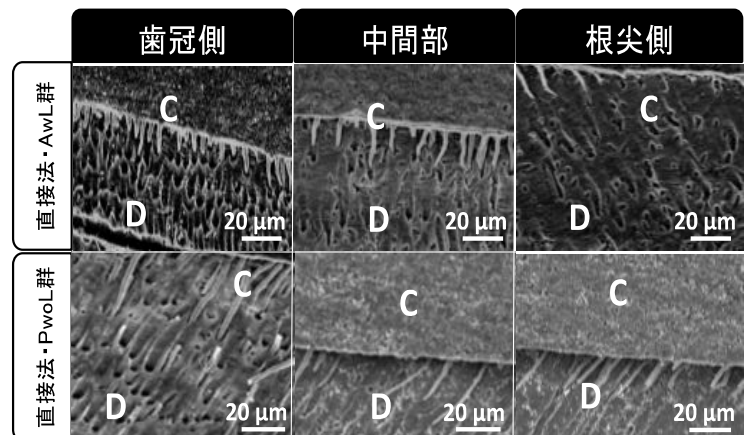
	破壊様式			
	界面破壊	混合破壊	被着体破壊 (象牙質内)	凝集破壊 (レジン内/ セメント内)
直接法・AwL群	43	9	1	1
間接法・AwL群	18	35	0	1
直接法・PwoL群	5	48	0	1
間接法・PwoL群	7	45	1	1

試料数 (各群 n=54)

3) 接着界面の形態観察結果

PwoL 群は，AwL 群と比較して歯冠側および根尖側において象牙細管内への長いレジンタグの形成が確認できた (図 3)．

以上より，光硬化アドヒーズ併用コア用レジンでは，手法の違いが接着能に影響を与えることが示された．プライマー併用レジンセメントでは，強固なレジンタグが形成されていたため，手法の違いにかかわらず，高い接着能を示した．



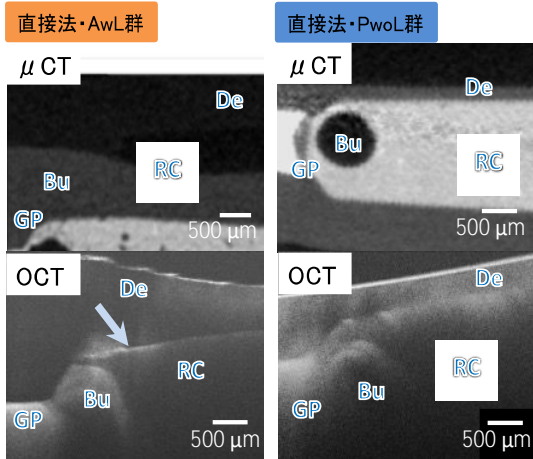
C: コンポジットレジン，D: 象牙質

図 3 接着界面の SEM 観察像

実験 根管象牙質-レジン界面の非破壊観察

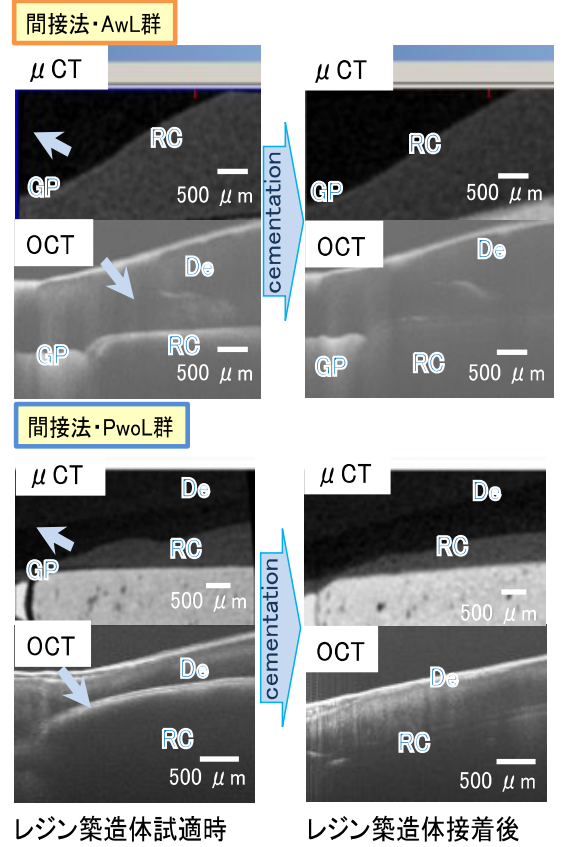
1) 根尖部の定性評価

直接法 AwL および直接法 PwoL では、根尖側に大きい気泡や象牙質-レジン界面のギャップが観察された(図4)。一方、間接法 AwL および間接法 PwoL では、界面のギャップや気泡はほとんど観察されなかった(図5)。



De: 象牙質, GP: ガッタパーチャ, RC: レジンコア, 矢印: ギャップ, Bu: 気泡

図4 直接法の非破壊観察像



De: 象牙質, GP: ガッタパーチャ, RC: レジンコア, 矢印: ギャップ

図5 間接法の非破壊観察像

2) レジンコア内部の気泡および界面の微小漏洩の定量評価

気泡の割合には手法および材料による差は認められなかった(図6)。また微小漏洩においても、手法および材料による差は認められなかったが、間接法・PwoL群は間接法・AwL群と比較して微小漏洩量は少ない傾向にあった($P=0.17$)(図7)。以上より、手法の違いは、気泡の発生や根尖部におけるギャップの形成に影響を与えることが示唆された。また、光硬化アドヒーズ併用コア用レジンでは、根尖部における光量不足による重合度の低下により、プライマー併用レジンセメントと比較して微小漏洩が多くなることが示唆された。

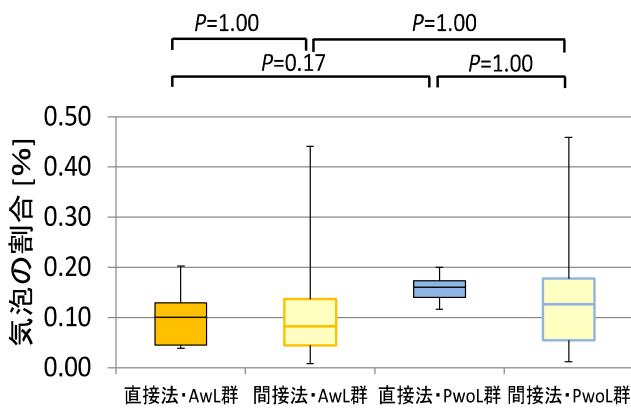


図6 各群の気泡の割合

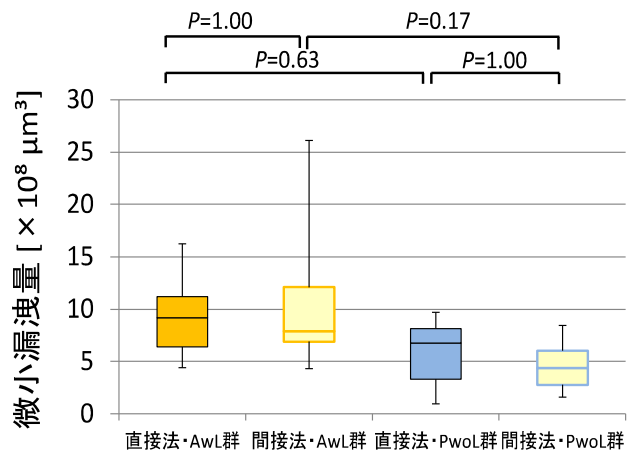


図7 各群の微小漏洩量

レジン支台築造における手法の違いや材料の違いがヒト根管象牙質の接着能に与える影響の解析により以下の結論を得た。

1. 光硬化アドヒーズ併用コア用レジンを使用する場合は、間接支台築造法は直接支台築造法と比較して、高い接着能を示す。

2. プライマー併用レジンセメントは光硬化アドヒーズ併用コア用レジンと比較して、ヒト根管象牙質接着に対して高い接着能を有する。

5. 主な発表論文等

[学会発表](計3件)

東 真未, 峯 篤史, 南野卓也, 今井 大, 江崎良真, 松本真理子, 三浦治郎, 中谷早希, 矢谷博文. レジン支台築造法の違いがヒト根管象牙質の接着面に与える影響. 日本補綴歯科学会第127回学術大会(岡山). 2018年6月15-17日

南野卓也, 峯 篤史, 新谷 歩, 東 真未, 川口(上村)明日香, 壁谷知茂, 萩野僚介, 今井 大, 田尻裕子, 松本真理子, 矢谷博文. Advanced statistical analyses to reduce inconsistency of bond strength data. 大阪大学歯学会第126回例会 平成29年度大阪大学歯学会優秀研究奨励賞(大阪). 2018年7月12日

Higashi M, Mine A, Minamino T, Imai D, Ezaki R, Nakatani H, Matsumoto M, Yatani H. Evaluation of dentin bonding in different resin-core build-up methods. 96th General Session&Exhibition of the IADR (London, UK). 2018年7月25-28日

6. 研究組織

(1) 研究協力者

研究協力者氏名: 矢谷 博文 (YATANI, Hirofumi)

ローマ字氏名: (YATANI, Hirofumi)

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: 歯学部附属病院

職名: 教授

研究者番号: 80174530

(2) 研究協力者

研究協力者氏名: 峯 篤史

ローマ字氏名: (MINE, Atsushi)

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: 歯学部附属病院

職名: 助教

研究者番号: 60379758

(3) 研究協力者

研究協力者氏名: 東 真未

ローマ字氏名: (HIGASHI, Mami)

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: 歯学部附属病院

職名: 医員

研究者番号: なし