

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K18596

研究課題名（和文）CAD/CAM冠接着技法の確立－新規汚染除去剤による接着阻害因子の除去－

研究課題名（英文）Establishment of CAD/CAM crown bonding procedure - Removal of adhesion inhibitors by a new decontaminant

研究代表者

中谷 早希（Nakatani, Hayaki）

大阪大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号：10804487

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：CAD/CAM冠の脱離を阻止することを目的に、象牙質および築造用レジン表面の接着阻害因子の影響と接着阻害因子除去法としての新規MDP含有クリーナーおよびユニバーサルアドヒーズ処理の効果を評価した。その結果、新規クリーナーを用いた擦り洗いにより仮着材成分は効果的に除去され、接着性レジンセメントの象牙質接着強さは有意に回復した。また、築造用レジンにおいても象牙質と同様にエアースケーラーや水洗のみではなく新規クリーナーを併用することで接着性が有意に回復することが示された。さらに、接着前処置としてボンディングレジンに塗布することで、接着阻害の影響を受けなくなることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果により、CAD/CAM冠を装着する際には機械的除去に続き化学的処理を行うことで接着阻害因子を十分に除去すること、そしてレジンセメントを使用する前に支台歯側にアドヒーズレジンを使用することが有効であることが明らかとなった。本研究を通じて得られたデータにより本邦で多く行われているCAD/CAM冠におけるトラブルを減少させることにつながり、メタルフリー補綴の普及にも寄与すると考える。

研究成果の概要（英文）：The effects of adhesion inhibiting factors on dentin and resin core surfaces, as well as the effects of a new MDP-containing cleaner and universal-adhesive resin as methods for removing adhesion inhibitor treatment for preventing de-bonding of CAD/CAM resin composite crowns. As a result, temporary cement components were effectively removed by agitation with the new cleaner, and the bond strength of the adhesive resin cement to dentin was significantly recovered. The bonding to the resin core significantly improved by using the new cleaner in addition to an air scaler cleaning or washing with water, same as dentin bonding. Furthermore, as a pre-treatment for bonding to the resin core, applying universal-adhesive resin eliminate the negative effect of adhesion inhibitor.

研究分野：接着歯学

キーワード：接着歯学 接着阻害因子 CAD/CAM冠

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1.研究開始当初の背景

日本では、2014年4月よりCAD/CAM冠が保険適用となった。しかしながら小白歯では19.3%、大白歯では21.8%に脱離が認められたと報告されている。一方で、実験室レベルではCAD/CAM冠用レジンブロックに対する接着性レジンセメントの接着強さは臨床に十分耐えうる強さであることを確認されている。しかし、多くの研究ではセメントと支台歯側の接着を含めた検討は行われておらず、支台歯側の接着阻害因子に関しても十分に検討されていなかった。そのため、先行研究において支台歯側の接着阻害因子の除去についての検討を行った結果、象牙質被着面上に残存した仮着材は機械的除去法のみでは十分に除去できず、接着阻害が生じることと、機械的除去に続くリン酸および次亜塩素酸ナトリウムによる化学的処理が低下した象牙質に対する接着性レジンセメントの接着能を回復させるのに効果的であることが示された。しかしながら、上記の処理は生活歯に対しては術後の知覚過敏を引き起こす等の懸念がある。そのため、新規手法として歯質接着性モノマーである10-MDPの界面活性剤としての作用に着目し、10-MDPを含有した新規汚染除去剤を用いて被着面の汚染除去の効果を検討することとした。

### 2.研究の目的

臨床問題になっているCAD/CAMレジン冠の脱離の解決法として「新規汚染除去法の確立」を目的としている。レジンブロック-レジンセメント間では十分な接着を得られることと、レジンブロック側における接着阻害因子の除去の必要性が確認されている一方、支台歯表面の接着阻害因子の影響を詳細に確認した報告は少ない。以上のことから本研究では新規汚染除去手法として、機能性モノマーを活用した新規汚染除去剤を使用し、被着面(支台歯)として象牙質のみならず、支台築造用レジンも用いて実験を行う。

### 3.研究の方法

#### **実験1 仮着セメントに汚染した象牙質に対する新規汚染除去剤の評価**

##### **(1)試料作製**

ヒト大白歯歯冠部を歯軸と垂直に切断し、象牙質を露出させて被着面とした。即時重合レジン(ユニファストIII, GC, 東京)を用いて作製したレジン板を被着面にカルホキシレート系仮着材(ハイボンドテンポラリーセメントハード, 松風, 京都)にて仮着した。1週間水中保存後、レジン板を除去した。その後、仮着材除去法により以下の3群に分類した。

1. エアスケーラーで除去後、新規汚染除去剤(カタナクリーナー, クラレノリタケ, 東京)を塗布し、水洗した群(MC群)
2. エアスケーラーで除去後、新規汚染除去剤を擦り塗りし、水洗した群(MC+AG群)
3. エアスケーラーで除去後、蒸留水を擦り塗り、水洗した群(AG群)

##### **(2)被着面の形態観察・表面分析**

各試料表面をオスミウム蒸着した。電界放射型走査電子顕微鏡(JSM-6335F, 日本電子, 東京)にエネルギー分散型X線分析(JED-2300, 日本電子, 東京)を組み込み、各試料の形態観察、表面のX線分析を行った(各群 n=3)

### (3)微小引張接着 ( $\mu$ TBS) 試験

MC+AG 群においては  $\mu$ TBS 試験を行い、先行研究にて測定していた従来の仮着材除去法と比較を行った。以下に方法を示す。CAD/CAM 冠用レジブロック (カタナアベンシアブロック A3 LT, クラレノリタケデンタル, 東京) を 15 mm  $\times$  15 mm  $\times$  厚さ 2 mm に切り出し、アルミナブラスト処理とシラン処理 (クリアフィルセラミックプライマーペースト, クラレノリタケデンタル) した後に、象牙質被着面に、セルフアドヒーズ型接着性レジセメント (SA セメントプラスオートミックス, クラレノリタケデンタル) を用いて接着した。37°C 蒸留水中に 24 時間浸漬した後、1 mm  $\times$  1 mm のビーム状に切断した。作製した試料を 24 時間、1 か月、6 か月間水中浸漬したのち、各試料片を小型卓上試験機 (EZ-S, 島津製作所, 京都) にて  $\mu$ TBS 試験を行った (各群 n=30)。  $\mu$ TBS 試験後の破断面は光学電子顕微鏡 (SZ61, OLYMPUS, 東京) で観察し、破断様式を確認した。結果は Kruskal-Wallis 検定および Mann-Whitney U 検定による多重比較検定にて統計解析し、有意水準は 5% とした。

## 実験 2 仮着, 唾液, 血液に汚染した支台築造様レジンに対する新規汚染除去剤の評価

### (1) 試料作製方法

CAD/CAM 冠用レジブロックを 7 mm  $\times$  7 mm  $\times$  厚さ 4 mm に切り出し、アルミナブラスト処理とシラン処理を行った。唾液と血液汚染処理の実験では、試料に 60 秒間唾液もしくは血液汚染処理を行い、水洗、乾燥を行った後に、アルミナブラスト処理とシラン処理を行った。7 mm  $\times$  7 mm  $\times$  4 mm のシリコンモールドに支台築造用レジン (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, 東京) を積層充填し、被着面とした。仮着材汚染では、汚染なしの群と実験 1 と同様にレジン板を仮着、除去後の処置で以下の 4 群に分けた。

1. 汚染なし群: 築造用レジン被着面を耐水研磨紙にて研磨した群
2. スケーラー群: スケーラーで 20 秒間清掃し、10 秒間乾燥した群
3. スケーラー+ブラシ群: スケーラーで清掃後、蒸留水注水下で 10 秒間マイクロブラシにて擦拭し、10 秒間乾燥した群
4. スケーラー+クリーナー群: スケーラーで清掃後、新規汚染除去剤で 10 秒間擦拭し、10 秒間ずつ水洗、乾燥した群、唾液および血液では、汚染なしの群と築造用レジンを唾液もしくは血液で 60 秒間浸漬した後の処置で以下に分けた。

1. 汚染なし群: 築造用レジン被着面を耐水研磨紙にて研磨した群
  2. 水洗群: 10 秒間水洗した後、10 秒間乾燥した群
  3. 水洗+ブラシ群: 10 秒間水洗を行い、蒸留水注水下にてマイクロブラシで 10 秒間擦拭し、10 秒間乾燥した群
  4. 水洗+クリーナー群: 10 秒間水洗を行い、新規汚染除去剤で 10 秒間擦拭し、10 秒間水洗し、10 秒間乾燥した群
- 各種処理した築造用レジン被着面に、セルフアドヒーズ型接着性レジセメントを用いて CAD/CAM 冠用レジブロックを接着した。37°C 蒸留水中に 24 時間浸漬したのち、0.7 mm  $\times$  0.7 mm のビーム状に切断し、試料片とした。

### (2) $\mu$ TBS 試験

試料作製後、仮着材汚染の試料は 24 時間、6 か月、12 か月間 37°C の水中にて浸漬を行い、唾液もしくは血液汚染の試料は 24 時間、3 か月、6 か月間 37°C の水中にて浸漬を行った後に、 $\mu$ TBS 試験を行った。 $\mu$ TBS 試験後の破断面を光学電子顕微鏡で観察し、破断様式を確認した。得られた結果は実験 1 と同様に統計解析を行った。

### 実験3 接着阻害因子に汚染した築造用レジン被着面に対するユニバーサルアドヒーシブ処理の効果

#### (1) 試料作製方法

実験2と同様に築造用レジン試料を作製し、各群除染方法およびCAD/CAM冠用レジンブロックに対する処理は実験2と同様に行った。また、各種除染処理を行った築造用レジン被着面に、ユニバーサルアドヒーシブを塗布し、セルフアドヒーシブ型接着性レジンセメントを用いてCAD/CAMレジン冠用レジンブロックを接着した。37°C蒸留水中に24時間浸漬したのち、0.7 mm × 0.7 mmのビーム状に切断し、試料片とした。

#### (2) μTBS 試験

作製した試料に対して、実験2と同様にμTBS試験と断面観察を行った。得られた結果は実験1, 2と同様に統計解析を行った。

### 4. 研究成果

#### 実験1

##### (1) SEM 観察, EDS 分析, 接触角測定

図1に被着面のSEM観察の結果を示す。AG群、MC群では一部分に仮着材成分が残存していたが、MC+AG群では仮着材成分は観察されなかった。図2、表1に仮着材に含まれる亜鉛のマッピングを行ったものとSEM像の重ね合わせ画像と組成分析を示す。MC群、AG群ではSEM像で確認できる仮着材成分の残存部位にZnが検出された。MC+AG群ではZnは検出されなかった。

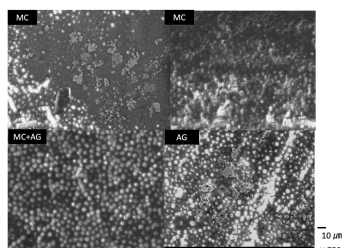


図1被着面のSEM観察

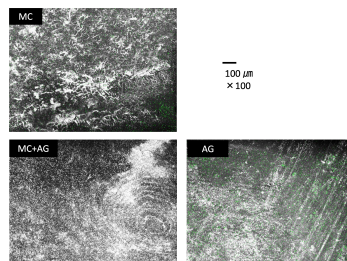


図2EDSによるZnマッピング

表1EDS分析結果

	MC	MC+AG	AG
C	29.0	26.8	22.9
O	43.1	43.2	42.8
P	10.2	11.4	10.7
Ca	16.5	18.1	17.3
Mg	0.5	0.6	0.4
Cl	0	0	0
Zn	0.7	0	5.9

##### (2) μTBS 試験

図3にμTBS試験の結果を示す。MC+AG群の接着強さは汚染のないCo群と有意差はないものの、接着強さはMC+AG群の方が高い傾向にあった。破断面観察による破断様式は清掃方法による群での差も認めなかった。

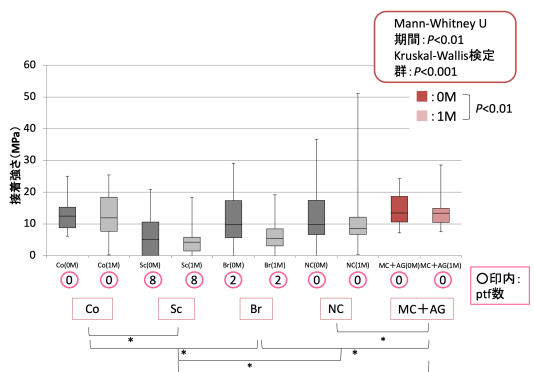


図3μTBS試験結果

各群n=30

## 実験 2

仮着材汚染ではスケーラー群およびスケーラー+ブラシ群は汚染なし群およびスケーラー+クリーナー群と比較して有意に低い接着強さを示し、スケーラー+クリーナー群と汚染なし群との間には有意差を認めなかった(図4)。唾液汚染では、水洗群および水洗+ブラシ群は汚染なし群および水洗+クリーナー群と比較して有意に低い接着強さを示し、水洗+クリーナー群と汚染なし群との間には有意差を認めなかった(図5)。血液汚染では、水洗+クリーナー群と汚染なし群との間に有意差を認めなかったが、他の群間で有意差を認めた(図6)。μTBS試験後の破断様式では、仮着材、唾液および血液で同様の傾向を認め、凝集破壊の割合が少なく、混合破壊の割合を多く認めた。

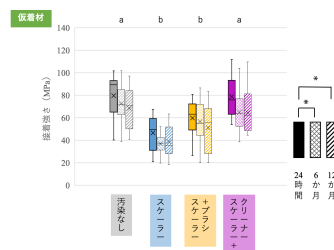


図4 仮着材除染後のμTBS値 (各群n=20)

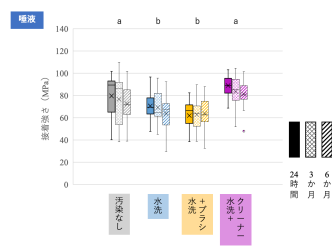


図5 唾液除染後のμTBS値 (各群n=20)

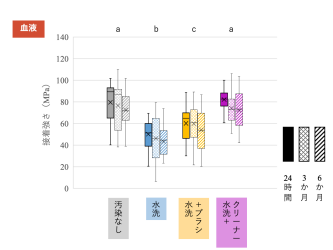


図6 血液除染後のμTBS値 (各群n=20)

## 実験 3

アドヒーズ処理を行った各群のμTBS試験の結果、仮着材汚染、唾液汚染、血液汚染すべてで除染方法間に有意差を認めなかった。(図7,8,9) 実験2のアドヒーズ処理なしと比較すると、水洗群と水洗+ブラシ群もアドヒーズ処理を行うことで汚染前と同等まで接着強さを回復した。μTBS試験後の破断様式では、アドヒーズ処理を行うことで、処理を行っていない群より凝集破壊の割合が増加した。

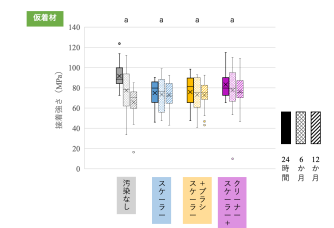


図7 仮着材除染後にユニバーサルアドヒーズにより処理したμTBS値 (各群n=20)

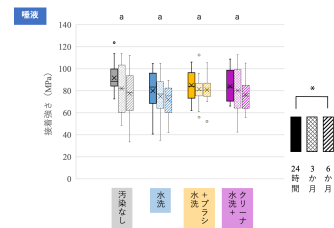


図8 唾液除染後にユニバーサルアドヒーズにより処理したμTBS値 (各群n=20)

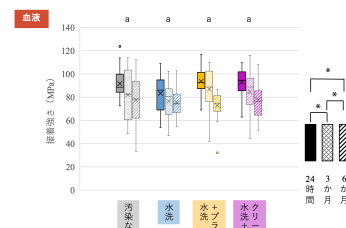


図9 血液除染後にユニバーサルアドヒーズにより処理したμTBS値 (各群n=20)

支台歯側の接着阻害因子が接着強さに与える影響と新規汚染除去法の効果、また接着前処置としてボンディング材の処置の有無が接着能に与える影響を検討した結果、下に示す結論を得た。

1. エアスケーラーによる機械的除去に続くMDP含有クリーナーを用いた擦り洗いにより仮着材成分は効果的に除去され、接着性レジメンの象牙質接着強さは有意に回復した。また、築造用レジンにおいても象牙質と同様にエアースケーラーや水洗のみではなくMDP含有クリーナーを併用することで接着性が有意に回復することが示された。
2. 接着前処置としてボンディング材を築造用レジンに塗布することで、仮着材、唾液、血液汚染による接着阻害の影響を受けなかったことが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 TAJIRI-YAMADA Yuko, MINE Atsushi, NAKATANI Hayaki, KAWAGUCHI-UEMURA Asuka, MATSUMOTO Mariko, HAGINO Ryosuke, YUMITATE Masahiro, BAN Shintaro, YAMANAKA Azusa, MIURA Jiro, VAN MEERBEEK Bart, YATANI Hirofumi	4. 巻 39
2. 論文標題 MDP is effective for removing residual polycarboxylate temporary cement as an adhesion inhibitor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 1087 ~ 1095
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4012/dmj.2020-132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石田昌也, 峯篤史, 弓立真広, 萩野僚介, 江崎良真, 伴晋太郎, 高石宗佳, 中谷早希, 石垣尚一
2. 発表標題 ヒト唾液・血液汚染したレジンコアへのユニバーサルアドヒーズ処理によりセルフアドヒーズセメントの接着性は向上する
3. 学会等名 第42回日本接着歯学会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石田昌也, 峯篤史, 萩野僚介, 山中あずさ, 弓立真広, 江崎良真, 伴晋太郎, 高石宗佳, 中谷早希, 石垣尚一
2. 発表標題 支台築造用レジンに対する接着 - 仮着材の除去法とボンディング材の影響 -
3. 学会等名 令和3年度日本補綴歯科学会関西支部学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	矢谷 博文  (YATANI Hirofumi)  (80174530)	大阪大学・大学院歯学研究科・招へい教員    (14401)	
研究協力者	峯 篤史  (MINE Atsushi)  (60379758)	大阪大学・歯学部附属病院・講師    (14401)	
研究協力者	石田 昌也  (ISHIDA Masaya)  (51002480)	大阪大学・大学院歯学研究科・大学院生    (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関