唾液または血液汚染された CAD/CAM 用レジンブロックに対する新規汚染除去材の効果

吉山 知宏

(令和3年12月10日受付)

緒言

近年,急速な IT 技術の進歩に伴う歯科用 CAD/CAM 技術の発展により,優れた寸法精度を持 ち合わせた歯冠修復物が短時間かつ安定的に製作することが可能となった¹⁻³⁾. さらに歯科用金属価 格の高騰および患者の審美的な要求の高まりを受けて,2014 年 4 月からは小臼歯部に対して CAD/CAM 用ハイブリッドレジンブロックを用いた歯冠修復物(以下 CAD/CAM レジン冠)が保険適 応され,また2017年12月からは第一大臼歯にも適用範囲が拡大されたことにより,臨床の現場にお いても CAD/CAM レジン冠による歯冠修復治療が一気に普及するようになった.これに伴って臨床の現 場では CAD/CAM レジン冠の脱離が散見されるようになった⁴⁾. CAD/CAM レジン冠の脱離にはさまざ まな要因があり,修復物の形態不良や適合精度ならびに不適切な窩洞形成によって起こるとされてい るが,これらに加えて口腔内に存在するプラーク,唾液,血液,滲出液,呼気ならびに仮着材や仮 封材などが被着体表面に付着したままであると接着阻害因子として働くため,被着面の汚染は CAD/CAM レジン冠脱離の大きな要因の一つである⁵⁻⁷⁾. そのため接着性阻害因子を除去することは CAD/CAM レジン冠の脱離を防止するために重要である.また最新の接着システムにおいても、唾液 ⁸⁻¹⁰⁾や血液¹¹⁻¹³⁾による象牙質被着面や修復物、歯冠補綴物内面への汚染は、接着強さを有意に 低下させることが報告されている.血液による汚染は血球由来のタンパク質、フィブリノゲン、血小板が レジン表面に固着するため水洗により除去することは困難である¹²⁻¹⁴⁾.また血液による汚染は水分や 唾液による汚染よりも影響が大きいことが報告されている¹⁵⁻¹⁷⁾.先行研究により新規汚染除去材には 人工唾液に対して除去効果があることが明らかになっているが¹⁸⁾、ヒト唾液ならびにヒト血液に汚染され た CAD/CAM レジン冠の象牙質接着に関する研究はほとんど報告されておらず、その汚染除去方法に ついて解明することは今後の臨床の現場で大いに期待されており、今回の研究計画に至った.

本研究では、ヒト唾液ならびにヒト血液に汚染された CAD/CAM 用レジンブロックに対しての各汚染 除去材の効果を明らかにすることを目的として、微小引張接着強さ試験(以下、µTBS 試験)、表面 形態観察により比較検討を行った.

材料ならびに方法

1. 使用材料

本研究は、岡山大学臨床研究審査専門委員会において承認された研究計画(研 1908-015)に 準じて行われた. 微小引張接着試験には 4℃で冷蔵保存された健全とト抜去大臼歯を 50 本使用し た. 使用した各種汚染除去材と接着性レジンセメント、CAD/CAM 用レジンブロックの組成を表 1 に示 す. また汚染物質にはとト唾液ならびにとト血液を使用した. とト唾液は吐唾法により、研究対象者を 椅子に座らせて安静状態を保ちながら、口腔内に溜まった唾液を自然流出させて一回につき 50 ml 採 取した. 採取直後の安静時唾液を使用した. とト血液は、表在静脈から注射針による穿刺を行って 一回につき 10 ml を採取した. とト全血として抗凝固剤を含まない採取直後の新鮮血を使用した.

2. 唾液または血液汚染試料の作製

モデルトリーマー(MT-7,モリタ製作所)を用いて,ヒト抜去大臼歯の歯冠中央部に象牙質平滑面

を形成後,耐水研磨紙#600を用いて注水下で研削し象牙質被着面とした. CAD/CAM 用レジン ブロック(カタナアベンシアブロックユニバーサル,クラレノリタケデンタル)は厚さ 5 mm になるよう切断, 耐水研磨紙#600 で研磨し被着面とした.また唾液汚染あるいは血液汚染を行うため,接着面を形 成したそれぞれの大臼歯を 10 ml の唾液あるいは血液に 1 分間浸漬した.浸漬後に水洗は行わずエ アーブローによって表面を乾燥させた後,各汚染除去材(イボクリーン,マルチエッチャント,DC-200C) を用いてメーカー指示通りに処理した.レジンブロック被着面はクリアフィルセラミックプライマープラス(クラ レノリタケデンタル)を用いてシランカップリング処理を行い,象牙質被着面はパナビア V5 トゥースプライマ (クラレノリタケデンタル)を 20 秒塗布して歯面処理を行った.その後接着性レジンセメント (PANAVIA V5,クラレノリタケデンタル)を用いて CAD/CAM 用レジンブロックを象牙質面に接着し, LED 光照射器(PENCURE, Morita)を用いて水平方向から4 回各 10 秒間光照射した.実験 条件は,唾液汚染と血液汚染について,以下の各6群とした.

① レジンブロック,象牙質ともに汚染なし(CO群)

レジンブロックのみ汚染(NT 群)

③ レジンブロックのみ汚染後, 30 秒間水洗(WA 群)

④ レジンブロックのみ汚染後, イボクリーンで処理(IC群)

⑤ レジンブロックのみ汚染後, マルチエッチャントで処理(MT群)

⑥ レジンブロックのみ汚染後, DC-200C で処理(DC 群)

3. µTBS 試験

製作した試料は 37℃の水中に 24 時間保管し、硬組織精密低速切断機(Isomet low speed saw, Buehler)を用いて、被着面が約 1×1 mm²になるよう角柱型連続切片を作製した¹⁹⁻²⁰⁾. 得られた切片はシアノアクリレート接着剤(Zapit, DVA)で固定を行い、小型卓上試験機 (EX-Test,島津製作所)を用いてクロスヘッドスピード 1 mm/min の条件下で µTBS 試験を行っ た.本試験は、自動化された測定系を用いたことから、研究者に対して実験条件の盲検化をせずに 行い、1 歯から約 5 本を切り出し、引張強さを測定できた試料が 20 本になるまで行い上限下限 5 本

を除いた n=10 について,測定値と断面積から接着強さを算出した.使用した大臼歯の本数について は用意した 50 本全て使用したため,50 本とした.唾液汚染あるいは血液汚染の影響を検討した各 6 群間の接着強さについて,正規性および等分散性が確認されたので,各実験条件における平均値 を代表値として算出した.その後,平均値の差の有意性を統計学的に検討するために,一元配置分 散分析 (One-way ANOVA) と多重比較検定 Tukey's test を適用し,有意水準には 5%をそ れぞれ用いた.

4. 破断面形態の観察

μTBS 試験後の試料をオスミウムコーター(HPC-1S, 真空デバイス)を用いてオスミウム蒸着処理を 10秒間行い, 走査型電子顕微鏡 SEM(S-4800, 日立)にて加圧電圧 15kV の条件下で観察した. 破断面の破壊形態は,研究者がレジンブロックでの界面破壊,レジンセメント凝集破壊,象牙質凝集 破壊,および混合破壊の4種類に分類した¹⁹⁻²⁰⁾.

結果

μTBS 試験結果を図 1, 2 に示す. 各群の接着強さは①コントロール(CO 群)が 30.14±3.25 MPa (平均±標準偏差) に対し, ②NT 群は唾液 6.32±2.65 MPa, 血液 7.13±2.44MPa, ③WA 群は唾液 12.90±5.00 MPa, 血液 10.26±5.72 MPa, ④IC 群は唾液 22.86±3.61 MPa, 血液 19.77±4.31 MPa, ⑤MT 群は唾液 19.00±3.81 MPa, 血液 15.85±2.31 MPa ⑥DC 群は唾液 25.36±4.41 MPa, 血液 22.29±3.56 MPa であった. 統計解析の結果, 唾液汚染ならびに血液汚染ともに NT 群はCO 群と比較して接着強さは有意に低下した(p<0.05). 唾液汚染の場合では,汚染除材を用いたすべての群(IC 群, MT 群, DC 群)は WA 群と比較し て接着強さが回復し,汚染除材のなかでも DC 群のみ CO 群と統計的に有意差がない接着強さまで回 復した(p>0.05). 血液汚染の場合では,いずれの汚染除去材を用いて処理した場合でも, CO 群と比較して有意差があるとは言えない接着強さまでは回復しなかった. しかしながら DC 群と IC 群は, CO 群を除いて最も高い接着強さを示した.

μTBS 試験後の破断面の形態観察結果を表 2 と 3 に示す.また CAD/CAM 用レジンブロックの破 断面の SEM 観察の代表例を図 3 と 5 に示す. CO 群では主にレジンセメント凝集破壊ならびに混合 破壊が観察された.NT 群と WA 群で界面破壊が多く観察されたが,各汚染除去材で処理することに よって界面破壊の割合が減少して凝集破壊の割合が増加した.マルチエッチャントでは 5 対 5,イボクリ ーンでは 6 対 4, DC-200C では 7 対 3 と徐々に凝集破壊の割合が増加する傾向が認められた.血 液汚染においては IC 群と DC 群では凝集破壊が主に観察され,NT 群,WA 群,MT 群では界面破 壊の像が主に観察された.また唾液汚染の破断面の SEM 像のうち WA 群と DC 群の拡大像を図 4 に, 血液汚染の破断面の SEM 像のうち WA 群と DC 群の拡大像を図 6 に示す.唾液汚染後において 1 万倍で観察したところ WA 群と DC 群は被着面に形態学的差異を認めなかった.血液汚染において 1 万倍で観察したところ WA 群では血球由来タンパク質が多数観察された.これに対して DC 群では血球 はほとんど観察されなかった.

考察

接着技術を応用したコンポジットレジン修復は、歯質の切削量を大きく低下できることが MI (Minimal Intervention)の概念を支えるものとして発展し、単純窩洞だけでなく大臼歯の複雑窩 洞への適応も拡大している.しかしながら、歯冠形態の回復が必要な症例も多く、直接修復ではなく 間接法による修復も依然として不可欠といえる²¹⁾.間接法による接着修復では、完成した修復物を 口腔内に試適する際、唾液や歯肉滲出液あるいは血液などの接着阻害因子によって接着面への汚染 が生じ、レジンセメントとの接着性が低下することが報告されている²²⁻²⁵⁾.

本研究では光重合前に接着界面を汚染させるため,接着処理後に試料を切断し,断面積を測定 できる微小引張試験を行った.微小引張試験は1994年にSanoら²⁶⁾により開発された試験方法で, 試料をトリミングして比較的小さな被着面積(本実験では1mm²)で引張試験を行うことが特徴であ

り、断面積を狭くすることで被着面積の広い従来の引張試験と比べ象牙質凝集破壊が減少するため 引張試験の応力が接着界面に加わることで、より正確な接着強さを測定できると考えられている^{19,} 27,28)

実験に使用した各汚染除去材は修復物内面の洗浄を目的に臨床の現場で使用されているが、その 適応範囲には違いがあり、イボクリーンは特にリン酸では洗浄できない酸化ジルコニウムや卑金属で高い 汚染除去効果が報告されている^{29,30)}一方、水酸化 Na を有効成分とする pH 13.5 の強アルカリ性の ため口腔内での使用が禁忌である.対してマルチエッチャントはリン酸ではなく接着性リン酸モノマー

(11-メタクリロイルオキシテトラエチレングリコールジハイドロゲンホスフェート, M-TEG-P) を含有し, pHは1.6であり一般的にエッチング材として使用される35~45%リン酸水溶液よりもマイルドな酸性で あると言う特徴を有しており口腔内での使用が可能である.また新規汚染除去材であるDC-200Cは 非貴金属接着性モノマーである MDP(10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate)を 含有し, pHは4.5の弱酸性のため口腔内での使用が可能である.一般的な洗浄剤の主成分である 界面活性剤は,1つの分子に水になじみやすい親水基と油になじみやすい疎水基の両方の部分をあわ せ持った化学構造を有しており,これは水中では分子の疎水基同士が凝集することで親水基が外側に 向いた集合体ミセルを形成する.このミセルは内側の疎水基に汚れ成分を取り込む性質を持つことから, DC-200Cについても配合されている MDP が同様に水中でミセルを形成することにより洗浄作用を発現 したと推測される.つまり DC-200Cでは,MDP に対して塩基性成分を添加し MDP 塩とすることにより, 本来は水に難溶の MDP を水に溶解させ,水を溶媒として高い界面活性効果を発揮することにより,

被着面への血液汚染がレジンセメントとの接着に与える影響を調べた過去の研究では,水洗のみで は血液の除去は不十分であることが報告されており血液由来タンパクの残留物が報告されている¹¹⁻¹⁵⁾. また被着面のSEM観察では,形態学的差異を認めなかったものもあれば,血球残留物の存在を示す 被着面の陥凹部を報告したものもある¹⁵⁾.血球の存在が形態的にみられない場合でも,血球タンパク や血漿タンパクは残留していることも確認されている¹²⁾.本研究でSEM観察を行った結果,血液成分

由来と考えられる凝集物の存在を認めた(図 6). このことから血液汚染により血球や血漿タンパク等の 残留物がレジンの象牙質への浸透を低下させ,接着強さの低下の要因となった可能性が考えられた.

本研究の結果から、DC-200Cは他の汚染除去材よりも唾液および血液汚染除去効果に優れていることが示されたが、今後は長期の接着耐久性について検討する必要がある。特にサーマルサイクル負荷試験は、DC-200Cの長期有効性を説明する上で重要であると思われる。

結論

- 1. ヒト唾液およびヒト血液により汚染された CAD/CAM 用レジンブロックの象牙質に対する微小引張 接着強さは、水洗のみでは有意に低下した.
- 2. 新規汚染除去材 DC-200C で処理することにより、ヒト唾液汚染ではレジンブロック、象牙質とも に汚染がない条件であるコントロール群と統計学的に有意差がない接着強さまで回復した.
- 3. ヒト血液汚染では各種汚染除去材で処理しても、コントロール群と有意差がない接着強さまでは回 復しなかった.
- 4. ヒト血液汚染において各種汚染除去材を使用しても接着強さが汚染前まで回復しない要因として、 被着面の血球由来タンパクを除去しきれなかったことが示唆された.

謝辞

稿を終えるにあたり,懇篤なるご指導,ご高閲を賜りました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,吉山昌宏教授に謹んで感謝の意を表します.また新型コロナウイルス感染症 の感染拡大に伴い大学での研究活動が大幅に制限される中,本研究へのご援助とご助言を頂きまし た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の諸先生方に厚く御礼申し上げま す.

本研究の実施に際し、クラレノリタケデンタル株式会社から、DC-200Cの供与を頂いたことに関して感謝する.

文献

- Gary D, Philip GK. The Use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin Noth Am* 55: 559-570, 2011.
- 2)新谷明一,新谷明喜.CAD/CAMによる歯冠補綴処置.會田雅啓,石神元,魚島勝美,江草宏, 越智守生,木本克彦ほか編.冠橋義歯補綴学テキスト,京都:永末書店,197-203,2015.
- Sannino G, Germano F, Arcuri L, Bigelli E, Arcuri C, Barlat-tani A. CEREC CAD/CAM chairside system. Oral Implantol 7:57–70, 2017.
- 4) 新谷明一, 三浦賞子, 小泉寛恭, 疋田一洋, 峯 篤史. CAD/CAM 冠の現状と将来展望. 日補 綴会誌 **9**: 1-15, 2017.
- 5) Koppolu M, Goqala D, Mathew VB, Thanqala V, Deepthi M, Sasidhar N. Effect of saliva and blood contamination on the bond strength of self-etching adhesive system – An in vitro study. J Conserv Dent 15: 270-273, 2012.
- Elkassas D, Arafa A. Assessment of post-contamination treatments affecting different bonding stages to dentin. *Eur J Dent* **10**: 327-332, 2016.
- 7) Higashi M, Matsumoto M, Kawaguchi A, Miura J, Minamino T, Kabetani T, Takeshige F, Mine A, Yatani H. Bonding effectiveness of self-adhesive and conventional-type adhesive resin cements to CAD/CAM resin blocks. Part 1: Effects of sandblasting and silanization. *Dent Mater J* **35**: 21-28, 2016.
- 8) 横田春日, 川口政廣, 横田広彰, 久保至誠, 林 善彦 : セルフエッチングプライマーシステムの象牙 質接着に及ぼす唾液汚染の影響. 日歯保誌 **46**: 916-924, 2003.

- Xie J, Powers JM, McGuckin RS. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent Mater* **9**: 295-299, 1993.
- 10) Chung CW, Yiu CK, King NM, Hiraishi N, Tay FR. Effect of saliva contamination on bond strength of resin luting cements to dentin. *J Dent* **37** : 923-931, 2009.
- 11) 森川正治, 成川公一. 血液汚染がコンポジットレジンの象牙質接着に与える影響. 日歯保誌 39: 168-179, 1996.
- 12) 白石 充.血液により汚染された象牙質表面の分析と接着性修復への影響.日歯保誌 41:
 236-252, 1998.
- 13) Chang SW, Cho BH, Lim RY, Kyung SH, Oh TS, Yoo HM. Effects of blood contamination on microtensile bond strength to dentin of three self-etch adhesives. *Oper Dent* **35**: 330-336, 2010.
- 14) van Schalkwyk JH, Botha FS, van der Vyver PJ, de wet FA, Botha SJ. Effect of biological contamination on dentine bond strength of adhesive resins. *J SADJ* 58: 143-147, 2003.
- 15) Eiriksson SO, Pereira PN, Swift EJ Jr, Heymann HO, Sigurdsson A. Effects of blood contamination on resin-resin bond strength. *Dent Mater* **20**:184-190, 2004.
- Ulker E, Bilgin S, Kahvecioğlu F, Erkan A. Effect of saliva decontamination procedures on shear bond strength of a one-step adhesive system. *Niger J Clin Pract* **20**: 1201-5, 2017.
- 17) Abdall AI, Davidson CL. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Amer J Dent* **11**: 281-285, 1998.
- 18) 高橋 圭, 吉山 知宏, 横山 章人, 島田 康史, 吉山 昌宏:新規汚染除去材による処理が唾液 汚染された CAD/CAM 冠用ハイブリッドレジンブロックの象牙質接着強さに及ぼす影響. 日歯保誌

63: 519-526, 2020.

- 19) Armstrong Steve, Breschi Lorenzo, Özcan Mutlu, Pfefferkorn Frank, Ferrari Marco, Van Meerbeek Bart. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (µTBS) approach. *Dental Mater* **33**: 133-143, 2017.
- Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res* 74: 1679-1688, 1995.
- 21) 吉山昌宏, 伊藤博夫, 十河基文, 飯島洋一, 春日井昇平, 加藤久子, 高橋英登, 前田芳信, 山下喜久, 和田誠大. MI 時代の歯科知識 プラークコントロール サイエンス&プラクティス, 第1版. 京都:永末書店, 2-9, 2009.
- 22) Kim YK, Min BK, Son JS, Jeong SH, Kim YK, Kim KH, Kwon TY. Influence of different drying methods on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Acta Odontol Scand* **72**: 954-962, 2014.
- 23) Kim DH, Son JS, Jeong SH, Kim YK, Kim KH, Kwon TY. Efficacy of various cleaning solutions on saliva-contaminated zirconia for improved resin bonding. J Adv Prosthodont 7: 85-92, 2015.
- 24) Ishii R, Tsujimoto A, Takamizawa T, Tsubota K, Suzuki T, Shimamura Y, Miyazaki M. Influence of surface treatment of contaminated zirconia on surface free energy and resin cement bonding. *Dent Mater J* 34: 91-97, 2015.
- 25) Higashi M, Matsumoto M, Kawaguchi A, Miura J, Minamino T, Kabetani T, Takeshige F, Mine A, Yatani H. Bonding effectiveness of self-adhesive and conventional-type adhesive resin cements to CAD/CAM resin blocks. Part 1: Effects of sandblasting and silanization. *Dent Mater J* 35: 21-28, 2016.

- 26) H Sano, T Shono, H Sonoda, T Takatsu, B Ciucchi, RM Carvalho, DH Pashley. *Dental Mater* **10**: 236–240, 1994.
- 27) 井上 哲, 佐野英彦, 日本接着歯学会編 接着歯学 2 版, 東京: 医歯薬出版, 164-171,2015.
- 28) 西谷 佳浩, 星加 知宏, マイクロテンサイル法 (微小引張接着試験) について. 日歯保誌 63:
 351-355, 2020.
- Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern M. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent Mater* 23: 45-50, 2007.
- 30) Klosa K, Wolfart S, Lehmann F, Wenz HJ, Kern M. The effect of storage conditions, contaminations modes and cleaning procedures on the resin bond strength to lithium disilicate ceramic. J Adhes Dent 11(2): 127-35, 2009.

表題脚注

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体機能再生·再建学講座 歯科保存修復学分野 (主任:吉山昌宏教授)

付図説明

表1 実験に使用した材料

- HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate
- Bis-GMA: bisphenol-A-diglycidyl methacrylate
- TEGDMA: triethyleneglycoldimethacrylate
- MDP: 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate

表 2 唾液汚染における微小引張接着試験後の破断面分析

CO 群では主にレジンセメント凝集破壊ならびに混合破壊が観察された. レジンブロックのみ汚染(NT 群)とレジンブロックのみ汚染後, 30 秒間水洗(WA 群)で界面破壊が多く観察されたが, 各汚染 除去材で処理することによって界面破壊の割合が減少して凝集破壊の割合が増加した.

表3 血液汚染における微小引張接着試験後の破断面分析

CO 群では主にレジンセメント凝集破壊ならびに混合破壊が観察された. 血液汚染においては IC 群と DC 群では凝集破壊が主に観察され, NT 群, WA 群, MT 群では界面破壊の像が主に観察され た.

図1 唾液汚染された CAD/CAM レジンブロックの微小引張接着強さ

唾液汚染の場合では、汚染除材を用いたすべての群(IC群, MT群, DC群)は WA 群と比較して 接着強さが回復し、汚染除材のなかでも DC 群のみ CO 群と統計的に有意差がない接着強さまで回 復した(p>0.05).

エラーバー:標準偏差.異なる符号間には5%水準で有意差あり.

図 2 血液汚染された CAD/CAM レジンブロックの微小引張接着強さ

血液汚染の場合では、いずれの汚染除去材を用いて処理した場合でも、CO群と比較して有意差があるとは言えない接着強さまでは回復しなかった.しかしながらDC群とIC群は、CO群を除いて最も高い接着強さを示した.

エラーバー:標準偏差.異なる符号間には5%水準で有意差あり.

図3唾液汚染における微小引張接着試験後の破断面の SEM 観察像

CO 群, IC 群, DC 群はレジンセメント凝集破壊の像を示す. NT 群, WA 群, MT 群は界面破壊の像を示す.

レジンブロック側の破断面を示す(×100).

図4 唾液汚染後の破断面の SEM 観察の拡大像

WA 群と DC 群は被着面に形態学的差異を認めなかった。(×10000)

図5 血液汚染における微小引張接着試験後の破断面の SEM 観察像

CO 群, IC 群, DC 群はレジンセメント凝集破壊の像を示す. NT 群, WA 群, MT 群は界面破壊の像を示す.

レジンブロック側の破断面を示す(×100).

図6 血液汚染後の破断面の SEM 観察の拡大像

WA 群では血球由来タンパク質が多数観察された(×10000).

	Product	Manufacturer	Composition	
	Ivodean LOT X28703	Ivoclar Vivadent	Zirconium oxide, Water, Polyethylene glycol, Sodium hydro xide, Pigments, additives	
	Multi Etchant LOT 01091825	YAMAKIN	Purified water, Phosphoric acid monomer, Thickening agents, Dye	
	DC-200C LOT AH001	Kuraray Noritak Dental	Water, 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP), Triethanolamine, Polyethylene glycol, Stabilizer, Dyes	
	PANAVIA V5 Paste LOT 7J0109 Tooth Primer LOT 6Q0067 Clearfil Ceramic Primer Plus LOT 6Q0044	Kuraray Noritake Dental	Paste A: Bis-GMA, TEGDMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate, Hydrophilic aliphatic dimethacrylate, Initiators, Accelerators, Silanated b arium glass filler, Silanated, fluoroalminosilicate glass filler, Colloidal silica Paste B: Bis-GMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate, Hydrophilic a liphatic dimethacrylate, Silanated barium glass filler, Silanated alminium oxide filler, Accelerators, DI-Camphorquinone, Pigments MDP, HEMA, Hydrophilic aliphatic dimethacrylate, Accelerators, Water 3-trimethoxysilyporopyl methacrylate, MDP, Ethanol	
	KATANA AVENCIA Block LOT 000734	KurarayNoritake Dental	Mixed filler with colloidal silica (Ø40nm) and aluminum (Ø20nm) oxide, Cured resins consisting of methacrylate monomer (Copolymer of Uret hane dimethacrylate and other methacrylate monomers), Pigments	

表1

唾液汚染	凝集破壊	界面破壊	混合破壊
со	9	0	1
NT	3	7	0
WA	4	6	0
IC	6	4	0
МТ	5	5	0
DC	7	3	0

表 2

血液汚染	凝集破壊	界面破壊	混合破壊
со	9	0	1
NT	2	8	0
WA	3	7	0
IC	6	4	0
МТ	5	5	0
DC	6	4	0

表 3









мт



IC



DC



WA

DC



IC

мт

DC





DC