

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23592858

研究課題名(和文)ファイバー補強接着ポンティック補綴法の確立

研究課題名(英文)Development of a new direct bonded fixed partial dental prosthesis with fiber reinforcement

研究代表者

田上 直美(TANOUE, Naomi)

長崎大学・病院(歯学系)・講師

研究者番号：70231660

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：現在行われている接着ポンティック法の評価及び新しい欠損補綴手法の開発の二つを大きな目標として計画した。金属を用いた接着ブリッジの生存率は20年で50%程度であったのに対し、硬質レジン歯を用いる現在の接着ポンティック法でも20年以上機能する症例が認められた。物性の向上に関しては、ファイバーを用いた場合コンポジットレジンの種類や重合方法が曲げ強さや破壊様式に関連することが判明した。

研究成果の概要(英文)：Evaluation of current direct bonded fixed partial dental prosthesis (DBFPDP) method and development of new fixed prosthesis technique using dental glass fiber were planned. One case of the current DBFPDP using the composite resin artificial tooth and screw pins has been functioning more than 20 years, although the survival rate at 20 years of resin-bonded fixed partial dental prosthesis using metal alloy was proved to be around 50%. When the fiber was used for improvement of mechanical properties, the type and/or polymerization method of the composite resin was proved to be related to flexural strength and/or fracture mode.

研究分野：歯科補綴学一般

キーワード：接着ポンティック ガラスファイバー セメント

1. 研究開始当初の背景

接着ポンティック法は、固定性補綴方法としては生体への侵襲が極小である。少数歯中間欠損の補綴方法としてはブリッジもしくはインプラントを選択することが常識となっているが、両隣在歯が歯質欠損のない生活歯であるならば、接着ポンティック法が最も有用かもしれない。しかしながら、接着ポンティック法は強度が弱く耐久性に劣るという欠点を有し、暫間的な補綴方法として認識されているのが現状である。臨床では接着性レジンの登場以降 30 年近く用いられているが、口腔内での評価や症例報告も短期間のものしかない。

2. 研究の目的

本研究は、現在行われている接着ポンティック法の評価及び新しい欠損補綴手法の開発の二つを大きな目標として計画した。

現行の接着ポンティック法に関しては口腔内評価を実施する。新しい手技手法の開発については、更なる機械的強度を得て耐久性を獲得するための工学的検討を行うこととし、歯科用ガラスファイバーとコンポジットレジンの組み合わせに関する研究を主に行う。

3. 研究の方法

(1) 現行の接着ポンティック法の口腔内評価

現行の接着ポンティック法にて補綴し、長期間口腔内に機能している症例を長崎大学病院カルテシステムより検索した。該当する全ての患者に連絡を取り、口腔内評価に協力を依頼した。インフォームドコンセントでは、研究目的、研究の意義、研究に関する手順等について十分に説明を行い、且つ研究への参加に強制力がないこと、一旦承諾しても辞退や撤退が出来ること、そのことによって不利益がもたらされないことも伝えて、同意が得られた患者に対してのみ口腔内評価を実施した。本研究における口腔内評価については、事前に長崎大学病院倫理委員会の倫理審査を受け、承認が得られてから行った。

(2) ファイバーで強化されたコンポジットレジンの機械的強度の評価

現行の接着ポンティック法の強化方法としてファイバーを用いた補綴を模索し、in vitro 評価を行う。

実験 1

1 種類のファイバーに対し組成の異なるコンポジットレジンに構築し、レジン組成の違いが強度や破壊様式に与える影響を調べた。日本において頻用されているガラスファイバー（エステニア EG ファイバー）にマイクロハイブリッド型、ナノハイブリッド型、ナノフィード型、ミニフィル

ド型の 4 種類のコンポジットレジンに構築し、曲げ試験を実施、曲げ強度を測定し、破断した際の破断様式を実体顕微鏡で観察した。コントロールとしてファイバーで補強しないコンポジットレジンのみの曲げ強度を計測し、比較した。

(2) 実験 1 で使用した材料

略号	分類	レジン成分	フィラー	フィラー量 (wt%)
MCH	microhybrid	UDMA urethane diacrylate	Zr-Si-O fillers (0.012-7 μm)	73
NNH	nanohybrid	UTMA methacrylate	SiO ₂ , BaO ₂ , Al ₂ O ₃ , La ₂ O ₃ (2 μm, 0.002 μm)	92
MCF	microfilled	UDMA TEGDMA	TMPT filler, others	70
MNF	minifilled	bis-MPEPP TEGDMA, UDMA	ZrO ₂ , Zr-Si-O (1.0 μm, 0.4 μm)	82

実験 2

1 種類のガラスファイバーとコンポジットレジンの組み合わせを使用し、レジン重合条件の違いが強度や破壊様式に与える影響を調べた。ガラスファイバー（エステニア EG ファイバー）にコンポジットレジンに構築し、1)ハロゲンランプ光重合器で 5 分間照射、2)1) + 後加熱、3)メタルハライドランプ光重合器で 60 秒間照射、4)ハロゲンランプ予備重合器で予備重合 + 3) という 4 条件で重合した。コントロールとしては、ファイバーの裏打ちがないコンポジットレジンの曲げ試験を実施した。せん断試験及び曲げ試験を実施、破断した際の破断様式を実体顕微鏡で観察した。

(2) 実験 2 で使用した重合器

Unit name	Type	Source
Alpha-Light IIN	Photo-polymerization unit (Box type)	Halogen lamp, 360W*1 Fluorescent lamp, 27W*2
Hyper LII	Photo-polymerization unit (Box type)	Metal halide lamp, 150W*2 (Wavelength: 250-600 nm)
Targis Quick	Photo-polymerization unit (Open type)	Halogen lamp, 75W*1 (Wavelength: 400-500 nm)
KL 100	Heat oven (Box type)	

(3) セメントの機械的強度を増強する試み

接着ポンティック法はエナメル質と硬質レジン歯を接着性レジンセメントで接着させる手法であるが、接着性レジンセ

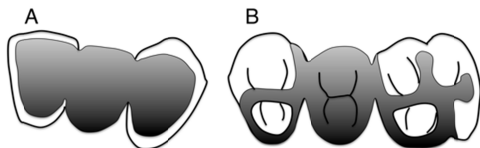
ントの機械的性質が向上すれば現行の方法のままで最終補綴装置として臨床応用できる可能性がある。本研究では MMA 系レジンセメント中にナノフィラーを含有させることでセメント単体の機械的強度の向上を模索した。

4-META/MMA モノマーに平均粒径 7 nm の酸化ケイ素を 0, 1, 3, 5 wt%混和し、金銀パラジウム合金試料に接着させ、せん断接着強さ及びせん断疲労限度を計測した。せん断疲労限度はステアケース法にて算出した。コントロールとして市販されているコンポジット系のレジンセメントを用いて、同様に計測を行い、MMA 系セメントとの比較を行った。

(4)接着ブリッジの口腔内評価

実験(1)で得られた接着ポンティック法の状況と接着ブリッジの現況を比較するために、長崎大学病院で過去に装着された接着ブリッジの全数調査を実施した。

226 人の患者に装着された 311 装置の前歯 (A) 及び臼歯 (B) の接着ブリッジに対し Kaplan-Meier 法生存分析、log-rank 検定、Cox の比例ハザードモデルを用いて解析を行った。調査する項目は 患者の性別、上下顎の別、前歯、臼歯の別、欠損歯数、支台歯数、フレーム形態 (リテーナーのみとコンビネーションの別)、使用金属、装着時の患者年齢、セメントの種類、歯科医師の別の 10 項目とし、危険因子の判定を行った。全ての判定は口腔内所見に基づいて行った。



(4)で評価した接着ブリッジの様式図

4. 研究成果

(1) 現行の接着ポンティック法の口腔内評価

同意が得られて口腔内評価の出来た患者について、装着時の担当医と連絡を取り、症例報告として報告した。

患者は下顎右側第一小臼歯の欠損で来院され、両隣在歯は歯質欠損のない生活歯であった。両隣在歯欠損側咬合面に僅かな窪みを形成し、硬質レジン歯をポンティックとしてスクリューピンにより補強し MMA 系セメントにて接着させた接着ポンティックを装着した。その後、20 年間に渡り問題なく機能していることを確認した。

一般的に暫間的な補綴法と認識されている接着ポンティック法は適切な補強により通常の補綴方法と同程度に機能できる可能性がある。

(2) ファイバーで強化されたコンポジットレジンの機械的強度の評価

実験 1

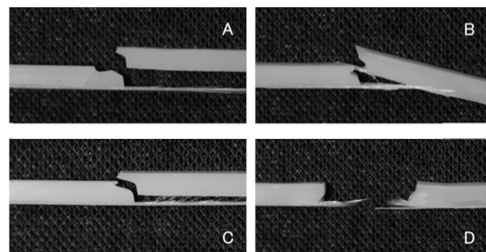
最も無機フィラー含有率が低いマイクロフィルド型は、ファイバー無しでは他のコンポジット型の半分程度の曲げ強度であり、有意に低い値を示したが、ファイバー補強により 4 倍以上の曲げ強度を有し、他のコンポジットレジンと有意差がないまでに機械的強度が改善された。しかしながら、ファイバー補強マイクロフィルドコンポジットでは破壊様式が殆ど完全断裂であり、ファイバーも断裂を起こしやすくなることが明らかになった。ファイバーによる補強は、コンポジットレジンの種類にかかわらず強い曲げ強度を獲得するが破壊様式には大きな差異があり、臨床使用の場合はフィラー含有率の高いハイブリッド型のレジンの選択が推奨される。

(2)実験 1 の曲げ強さ結果

	Flexural strength (MPa (SD))	
	Without Fibre	With Fibre
MCH	126.8 (8.4) b	355.9 (40.7) d
NNH	151.3 (9.8) b	296.6 (33.5) c
MCF	62.1 (3.6) a	271.2 (13.8) c
MNF	124.2 (28.2) b	273.2 (20.2) c

実験 2

ファイバーのない試料における曲げ試験結果では、ハロゲン蛍光管条件で統計学的に最も低い値を示したが、ファイバーで補強後には 4 グループに有意差は見られなかった。せん断強さにおいてもファイバーとレジン間の接着強さに重合条件による差は認められなかった。しかし、破壊様式は重合条件によって異なり、2)と 4)の条件ではファイバーとレジンの界面剥離(A)が観察されなかった。ファイバーとレジンの接着ではレジンとファイバーの機械的及び化学的な一体化が臨床的に重要であり、そのためには、予備重合後のメタルハライド照射もしくは通常の光照射後の後加熱が望ましいことが判明した。



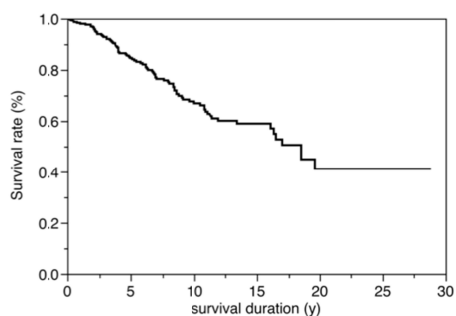
(2) 実験 2 での曲げ試験後破壊様式様式図

(3)セメントの機械的強度を増強する試み

3, 5 wt%におけるせん断接着強さは他の3条件より有意に低く、せん断疲労限度では5 wt%が最も低かった。コントロールとして用いたコンポジット系レジンセメントの値は、フィラー添加のないMMAセメントと同等であった。本研究で用いたナノフィラーはカップリング処理を施したものであることから、MMA系モノマーへのフィラーの添加は繰り返し荷重によりまずレジンとフィラー間に亀裂を生じさせ、更にフィラーの添加量が増加すればするほど亀裂の長さや数の増加に繋がって、結果的にせん断疲労限度が低下したと推測される。3 wt%以上のナノフィラーの添加はMMA系レジンセメントの硬化体のせん断疲労限度の悪化を招くことが判明した。

(4) 接着ブリッジの口腔内評価

28.8年後の生存率は41.2% ± 6.5%であった(下図)。調査した10項目の中で生存率に有意に影響を及ぼしている因子は装着時の患者年齢と術者の経験年数(熟練度)であった。年齢層の低い患者の危険度は高い患者の1.7倍であり、未熟な歯科医師による危険度は熟練した歯科医師より2倍高いことが判明した。本研究の結果、接着ブリッジの生存率は前回研究代表者が行った調査結果よりかなり低く、接着ブリッジの有用性は検証できなかった。このことは、補綴装置の予後における患者年齢と術者の熟練の必要性を示すものであり、接着ポンティック法に関しても同様であることを示唆している。



(4)で評価した接着ブリッジ全体の生存率

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5件)

1. N. Tanoue, T. Tanaka. Direct bonding fixed partial denture method: A clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(1):8-11, 2015. (査読有)
2. 田上直美, 柳田廣明, 南 弘之. MMA系レジンセメントへのナノフィラー添加がせん断疲労限度に及ぼす影響. *接着歯学*, 33(1):1-5, 2015. (査読有)

3. N. Tanoue, Y. Matsuda, H. Yanagida, H. Matsumura, T. Sawase: Factors affecting bond strength of denture base and relined acrylic resins to base metal materials. *Journal of Applied Oral Science*, 21(4):320-326, 2013. (査読有)
4. N. Tanoue. Laminate veneer restorations using indirect composite. *Journal of the Korean Academy of Esthetic Dentistry*, 22:4-8, 2013. (査読有)
5. N. Tanoue, T. Sawase, H. Matsumura, JF McCabe. Properties of indirect composites reinforced with monomer-impregnated glass fiber. *Odontology*, 100(2):192-198, 2012. (査読有)

[学会発表](計 5件)

1. N. Tanoue: Aesthetic fixed partial prosthesis for vital tooth. 13th Asian Academy of Aesthetic Dentistry meeting & 3rd conference of Foshan Academy of Esthetic Dentistry & 2nd conference of Foshan Private Dental Association, December 5-6th, 2014, Foshan (China).
2. N. Tanoue, H. Yanagida, T. Sawase: Influence of Nanofiller Loading Level on MMA-based Resin Cement. IADR/AADR/CADR General Session and Exhibition, March 20th, 2013, Seattle (USA).
3. 柳田廣明, 村口浩一, 南 弘之, 塩向大作, 村原貞昭, 迫口賢二, 門川明彦, 小熊亮介, 田上直美, 嶺崎良人: 金合金の接着における表面処理の影響. 第32回日本接着歯学会学術大会, 11月30日, 12月1日, 2013. 福岡県歯科医師会館(福岡県福岡市). {第32回日本接着歯学会学術大会講演集, *接着歯学*, 30(3), 129p, 2013. }
4. N. Tanoue, R. Ikoma, T. Sawase: A case report of direct bonding fixed partial denture: 20-year follow-up. 12th Asian Academy of Aesthetic Dentistry and 23rd Japanese Academy of Esthetic Dentistry, July 20th, 2012, Sapporo (Japan).
5. 柳田廣明, 村口浩一, 村原貞昭, 塩向大作, 迫口賢二, 大橋博文, 門川明彦, 南 弘之, 嶺崎良人, 田上直美, 田中卓男: 鑄造純チタンに対する接着前処理の検討. 第31回日本接着歯学会学術大会, 12月8, 9日, 2012, 日本歯科大学生命歯学部富士見ホール(東京都千代田区). {第31回日本接着歯学会学術大会講演集, *接着歯学*, 30(3), 131p, 2012. }

〔図書〕(計 1件)

1. 田上直美, 永野清司: レジン前装冠.
プロソドンティクス第1巻, 永末書店,
180-186, 2012. (分担執筆)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田上 直美 (TANOUE, Naomi)
長崎大学・病院(歯学系)・講師
研究者番号: 70231660

(2) 研究分担者

柳田 廣明 (YANAGIDA, Hiroaki)
鹿児島大学・大学院医歯学総合研究科・助教
研究者番号: 20380925