

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 15 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592871

研究課題名(和文) 間接修復用コンポジットのマトリックス制御による耐摩耗性向上

研究課題名(英文) Improvement in wear resistance of indirect composites by means of matrix control

研究代表者

小泉 寛恭 (KOIZUMI, Hiroyasu)

日本大学・歯学部・講師

研究者番号：20339229

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：耐久性の高い審美的補綴装置を国民に提供するため、間接修復用コンポジットのマトリックスに着目し、その転化率を制御することにより、コンポジットの物性を評価した。耐摩耗性の評価に先立ち、着色および変色試験を行った。間接修復用コンポジットは、広く市販されているエプリーコード、エステニアおよびツイニーを使用した。マトリックス制御条件は、メーカー指示および高出力光線照射器を用い照射時間を3条件設定した。その結果、間接修復用コンポジットの種類によっては、高出力光線重合器を使用し、60秒以上照射することにより、変色および着色の少ない物性が得られた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate color change and stability against aqueous media (water and red tea) of three indirect composite materials (Epicord, Estenia, and Twiny) that were polymerized with different systems. Disk-shaped specimens were prepared with their proprietary polymerization systems or with a metal halide light polymerization unit (Twinkle X). The specimens were then immersed. Change in color from baseline (24 h) to 4 weeks was determined. The results indicate that after tea immersion the Estenia material was less stable against color change than were the other two materials. The Twinkle X metal halide unit was suitable for polymerization of the three composite materials, using an exposure period of 60 s or longer.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯科 複合材料

### 1. 研究開始当初の背景

間接修復用コンポジットは現在、国民の審美的な要求の高まりとともに、機能と審美性を兼ね備えた補綴装置である硬質レジン前装冠の前装材料として広く臨床応用されてきている。間接修復用コンポジットは、同じ歯冠色材料である陶材と比較して築盛、形態付与が容易である性質を持っている。その反面、間接修復用コンポジットは、陶材と比して強度が十分ではなく、また複合材料である特色から咬耗や摩耗しやすい性質を持つ材料である。その為、硬質レジン前装冠の前装範囲は、摩耗を受けやすい部位である咬合面を避けて設定されるのが常であった。具体的な例を挙げると、下顎小臼歯部においては特に審美的な問題が多いと考えられてきている。

### 2. 研究の目的

本研究は、間接修復用コンポジットのマトリックスに着目しその転化率を制御することにより、耐摩耗性を改善し、口腔内で長期間機能する補綴装置を国民に提供することを目途とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) マトリックス制御方法

間接修復用コンポジット(以下コンポジット)の製作方法は、審美的な色調を再現するために、コンポジットを何層にも分けて積層、重合する。この積層時に行う仮重合のことを、中間重合という。中間重合の条件について詳細な研究は少ないことから、中間重合条件の検討を行った。また、コンポジット積層終了後に行う重合のことを最終重合という。コンポジットの物性が向上する最終重合条件についても検討を行った。

#### (2) 中間重合

コンポジットの最適な中間重合について検討を行った。現在、市販されているコンポジットは光重合型コンポジットのため、光照射条件の最適化を行った。

#### (3) 使用材料

市販され広く使用されている、ハロゲン照射器(単灯型、サブライト S)を使用した。コンポジットは、フィラーサイズが均等なシグマセラミス(フィラー含有率 70%)を使用した。

#### (4) 中間重合条件

光源-コンポジット間の距離を 10, 20, 30 および 40mm に設定する。照射時間は 60 秒に設定した。

#### (5) 中間重合評価項目

中間重合は、補綴装置前装部内部の物性と密接に関与している。そのため中間重合の評価は、硬化深さとヌープ硬さとした。項目(4)の条件下での分光放射照度、コンポジットの硬化深さおよびヌープ硬さを測定した。

#### (6) 分光放射照度の測定

分光放射照度の測定は、コンポジットの重

合に有効な波長領域(200 nm-800 nm)を測定した。測定機器は、分光放射照度計を使用した。

#### (7) 硬化深さの測定

コンポジットの硬化深さの測定は、“Dentistry-Polymer-based restorative materials” ISO 4049:2009 の規格に準じて測定を行った。

#### (8) ヌープ硬さ試験

項目(4)に挙げた重合条件にてコンポジットの硬化体(直径 10 mm, 厚さ 2 mm)を作製した。半月状に割断し、鏡面研磨を行った試料を荷重 490.3 mN, 30 秒間圧接の条件にて、光照射面および割断面に対してヌープ硬さ試験を行った。

#### (9) 最終重合

コンポジットの最適な最終重合条件についての検討を行った。最終重合には、高出力光線重合器を使用した。

#### (10) 使用材料

市販され広く使用されている、高出力光線重合器(メタルハライドランプ、トゥインクル X)を使用した。コンポジットは、エプリコード、エステニアおよびツイニーを使用した。

#### (11) 最終重合条件

製造者指示の重合条件をコントロールとし、高出力光線重合器照射時間 30, 60, 90 秒の照射時間を設定した。

#### (12) 最終重合評価項目

最終重合は、補綴装置前装表面の物性と密接に関与している。そのため最終重合の評価は、コンポジットの変色および着色とした。項目(11)の条件下で、変色および着色試験を行った。

#### (13) 測定方法

測定方法は、クロノメーター(ShadeEye NCC)を用いた。表色系は、CIE 表色系の一つである、 $L^*a^*b^*$ 表色系を使用した。(CIE1976  $L^*a^*b^*$ )

明度指数  $L^*$  は 0 から 100 の値をとり、白色に近くなると 100 に近づく。

色差  $E^*ab$  は、試料浸漬前の色調を測定し、浸漬後の色調と比較することにより算出した。

#### (14) 変色試験

項目(11)の条件にて重合したコンポジット試料(直径 15 mm, 厚さ 2 mm)に対し鏡面研磨を行い、蒸留水中 4 週間浸漬した。

#### (15) 着色試験

項目(13)と同様の試料を紅茶に 4 週間浸漬し測色を行った。

#### (16) マトリックス制御を行ったコンポジットの硬さの評価

項目(2)および項目(11)において得られた条件にてコンポジット試料を作製し、中間重合と最終重合を組み合わせたコンポジットの物性について評価する。

#### (17) マトリックス制御を行ったコンポジットの耐摩耗性の評価

項目(2)および項目(11)において得られた条件にてコンポジット試料を作製し、咬頭滑走試験にて評価する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 分光放射照度

分光放射照度は、すべての条件において、515 nm 付近にピークを持つゆるやかな曲線を示し、管球から試料面の距離が 20 mm で最も高い値を示した。また、各条件において 580 nm 付近にも小さな波長の山を示したため、光増感剤であるカンファークキノンの吸収率が高くなることとされる 470 nm の波長を含む 400 - 600 nm の波長間に注目し、波長のピーク時における光エネルギーを積分値に換算した。その結果、400 - 600 nm 波長間における光エネルギーは、20 mm で 41.3 mW/cm<sup>2</sup> と最も高い値を示した。

##### (2) 硬化深さ

硬化深さは、分光放射照度の結果に関連して、管球から試料面距離 20 mm で平均値 4.2 mm と最も深い値を示した。20 mm の条件は、4 条件を比較して、有意に高い値を示した。10 mm および 30 mm の条件においては、照射距離が異なるにも関わらず、平均値 4.0 mm と同等の値を示した。また、40 mm の条件では平均値 3.6 mm となり、もっとも低い値を示した。

##### (3) ヌーブ硬さ

ヌーブ硬さは、管球から試料面距離 10 mm において平均値 46.0, 20 mm において 53.1, 30 mm において 46.4, 40 mm において 41.3 となり、硬化深さの結果と同様に管球から試料面距離 20 mm において有意に高い値を示した。各条件は、ほぼ同様に深部へ移行するに当たり硬さが緩やかに減少した。

##### (4) 変色試験

変色試験は、蒸留水中浸漬を行い測定した。

明度指数の差  $L^*$  について、もっとも高い値を示したのは、ツイニー90秒照射条件であった。最も低い値を示したのは、エブリコード30秒照射条件であった。

色差  $E^*ab$  について、もっとも低い値を示したのは、ツイニー90秒照射条件であった。最も高い値を示したのは、ツイニー30秒照射条件であった。

##### (5) 着色試験

着色試験は、紅茶浸漬を行い測定した。

明度指数の差  $L^*$  について、もっとも高い値を示したのは、ツイニー製造者指示条件であった。最も低い値を示したのは、エステニア30秒照射条件であった。

色差  $E^*ab$  について、もっとも低い値を示したのは、ツイニー製造者指示条件であった。最も高い値を示したのは、エステニア30秒照射条件であった。

高出力光線重合器を用いた各重合条件別に結果をみると、60秒照射および90秒照

射の重合条件に比べ、30秒照射の重合条件の色差が大きいことから、光源の強さだけでなく光照射時間の長さも色調変化に関わっていることが考えられる。このことから、高出力光重合器を使用する場合でも、十分な重合時間をかけることが必要であり、色調安定性の向上には60秒以上の光照射時間を設定することが有効であることが明らかとなった。

##### (6) マトリックス制御を行ったコンポジットの硬さの評価

項目(1)から(4)までの結果を踏まえ、コンポジットの硬さの評価を行う予定であった。現在、実験は終了しており、結果をまとめたい公表する予定である。

##### (7) マトリックス制御を行ったコンポジットの耐摩耗性の評価

項目(1)から(4)までの結果を踏まえ、コンポジットの耐摩耗性の試験を行う予定であったが、予定期間内に完了することが不可能であった。現在、順調に試験を進めている。

#### 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2件)

Imai H, Koizumi H, Sasaki K, Matsumura H. The influence of polymerization conditions on color stability of three indirect composite materials. J Oral Sci 2013; 55: 51-5. 査読あり

Koizumi H, Nishimaki M, Nagano K, Matsumura H. Application of a metal bonding system in fabrication of a collarless composite veneered fixed partial denture: A case report. Asian Pac J Dent 2012; 12: 7-10. 査読あり

##### [学会発表](計1件)

岡村浩太, 小泉寛恭, 大場祐輔, 佐伯修, 野川博史, 牟田成, 小泉政幸, 村松透, 鳥塚周孝, 松村英雄. 重合器の照度が間接修復用コンポジットレジン<sup>®</sup>の硬化深さと硬さに及ぼす影響. 日本補綴歯科学会東京支部総会・第16回学術大会. 2012年9月22日. 日本歯科大学生命歯学部富士見ホール(東京)

##### [その他]

ホームページ等

<http://kenkyu-web.cin.nihon-u.ac.jp/Profiles/54/0005314/profile.html>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

小泉 寛恭 (KOIZUMI, Hiroyasu)

日本大学・歯学部・講師

研究者番号: 20339229

(2)研究分担者

松村 英雄 (MATSUMURA, Hideo)

日本大学・歯学部・教授

研究者番号：40199857