学位論文題名

レイヤリングテクニックにおける
コンポジットレジンの色と透明度

学位論文内容の要旨

【目的】接着システムとコンポジットレジンの改良により、IV級窩洞や歯冠破折等の大きな欠損症例もコンポジットレジンで直接修復が可能である。しかし、このような症例の色合わせが困難な理由の1つは窩洞に歯質の裏打ちがないため、口腔内の暗い背景色の影響を受けて、修復物の色調が灰色に変化することである。もう1つの理由は、歯の透明度と色が部位によって異なることである。(歯頸部は不透明で黄色と赤が強く、切縁に行くに従って透明度が高く、青と緑が強くなる傾向を示す)背景色の影響を遮蔽し、さらに歯の部位による色、透明度の違いを表現するためには、色及び透明度の異なる複数のシェードを積層するレイヤリングテクニックが必要となる。

レイヤリングテクニックを成功させるためには、使用する各々のシェードの色と透明度を理解することが重要であるが、コンポジットレジンでは半透明な材料であり、色、透明度ともに厚さの影響を受けることが知られている。これまで一定の厚みの試料について研究が行われてきたが、実際のコンポジットレジン修復を想定して厚さを考慮した色および透明度の評価法が確立されていない。

本研究の目的は、①レイヤリングテクニックに使用するコンポジットレジンの各シェードの Translucency Parameter(TP)を様々な厚さの試料で評価すること。②得られた TP の数値より、背景色の影響を受けない試料の厚さを求め、各シェードの色を評価すること。③積層したレジン修復物の色に対する enamel shade の影響を評価すること。④以上より、厚さを考慮したコンポジットレジンの色および透明度の評価法を確立することである。

【材料と方法】使用した材料は Filtek Supreme (3M) と Gradia Direct (GC)である。以下、Filtek Supreme を FS, Gradia Direct を GD と略す。シェードは、A2E と E1 を enamel shade, A2B と A2 を body shade, A2D と AO2 を opaque shade とし評価した。試料作製方法は、ガラス板とプラスチックフィルムの上に直径8mmの穴を開けたアクリル板を置き、穴を枠としてレジンを充填し、プラスチックフィルムとガラス板で覆い、指で圧接した後、60秒間、両面に光照射した。5個ずつ作製した試料片は、37℃、24時間蒸留水中に保管された。色は、国際照明委員会で1976年に提唱された L^* , a^* , b^*

色空間を元に色彩計 OFC-300A を使用して評価した。L*は明度を示し、100 は白、0 は黒を示す。a*とb*は色合いを示す。a*は+が赤、-が緑を、b*は+が黄色、-が青を示す。コンポジットレジン[®]の透明度は、Translucency Parameter (TP) で評価した。TP は、黒背景上と白背景上で測定した試料の色差で表す。

第一部: 試料 (厚さ0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0mm) の L*, a*, b*値を黒板上と白板上で測定し、TP を算出した。各シェードの色は、TP が 2 以下となる厚みの試料により評価した。

第二部: まず、黒背景上に 3mm の opaque shade と 2mm の body shade を重ねた試料を underlying base とし、L_{base}*, a_{base}*, b_{base}*値を測定した。underlying base とは、レイヤリングテクニックにおける象牙質の色をシミュレートしている。次に underlying base 上に 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0mm の厚さの enamel shade を被せ、それぞれの L_{layered}*, a_{layered}*, b_{layered}*値を求めた。各厚さの enamel shade が積層した修復物の色に与える影響は $\Delta E^* = [(L_{base}^* - L_{layered}^*)^2 + (a_{base}^* - a_{layered}^*)^2 + (b_{base}^* - b_{layered}^*)^2]^{1/2}$ で算出した。次に 2 材料の enamel shade および underlying base の色を黒背景上にて 4mm 厚の試料で測色を行った。さらに 2 材料の enamel shade の透明度を比較するために、0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0mm の厚さの enamel shade を黒板上と白板上で測定し、TP を算出した。コンポジットレジン[®]の重ね合わせには、屈折率 1.5 のシリコンオイルを介在させた。得られた測定値は、ANOVA と Games-Howell test にて、有意水準 5% で統計的分析を行った。

【結果及び考察】

第一部: 全てのシェードにおいて厚みの増加に伴い TP が指数関数的に減少し、4mm の試料では人間の感覚で識別できない 2 以下となった。FS と GD において opaque shade が最も薄い層で背景色を遮蔽することができ、その厚さは FS では 1.88mm、GD では 2.69mm だった。この結果より、opaque shade は、他のシェードに比較して、薄い層で口腔内の暗い背景色を遮蔽でき、レイヤリングテクニックにおける背景として適切なものと思われる。各シェード間の比較では opaque shade の TP が他のシェードに比べ有意に小さかった。4mm の試料で評価された色は、enamel shade (特に GD) の b*値が他のシェードに比べ小さく、青色が強い傾向を示した。opaque shade の L*および b*の値が大きく、明度が高く、黄色が強い傾向を示した。

以上より、レイヤリングテクニックにおいて、背景色の遮蔽には opaque shade の使用が有効である。また、opaque shade および enamel shade は、それぞれの天然歯の歯頸部および切縁付近の視覚的性質を表現するのに適していることが明らかになった。

第二部: レジン修復物に対する enamel shade の影響は、FS では、enamel shade の厚みに関わらず人の色の識別限界の 2 以下の色差になった。これは、FS の enamel shade が厚みによらず積層した修復物の色に影響を及ぼさないことを示す。一方、GD では、

enamel shade のわずかな厚みの変化により、レジン修復物の色が大きく変化することが明らかになった。

FS と GD の enamel shade の透明度に関しては、厚さ2mm で GD が FS に対し、有意に大きな TP を示したが、それ以外の厚さでは、材料間に有意な差はみられなかった。

2 材料の enamel shade の色を比較すると、GD の enamel shade が FS に比べ、 a^* 及び b^* の値が有意に小さく、緑と青が強い傾向を示した。各材料の enamel shade と underlying base の色差を比較すると、FS では、 L^* 、 a^* 、 b^* のいずれも有意差がなく、enamel shade と underlying base は類似の色調を示した。GD では、 L^* 、 a^* 、 b^* 全てに関して underlying base の値が大きく、enamel shade と異なる色調を示した。

以上より、FS の enamel shade は、underlying base と色が類似しており、積層した修復物の色に影響を与えなく、GD では、enamel shade と underlying base が色の違いがあったので、enamel shade のわずかな厚さの変化により、レジン修復物の色は大きく変化することが明らかになった。

【結論】

本研究では、試料の厚さを変えてレイヤリングテクニック用のコンポジットレジンの透明度、色、積層による修復物の色の変化を検討した。その結果、厚さと透明度の関係が指数関数で表されることが明らかになり、それぞれのシェードで背景色を遮蔽できる厚さが算出可能になった。又、厚さと透明度の関係から 4mm の厚さの試料では背景色の影響を受けなくなることが明らかとなり、各シェード本来の色を評価することが可能になった。さらに、enamel shade を積層する場合、厚さによる透明度の変化に加えて、enamel shade の色が最終的な修復物の色を左右する大きな因子であることが明らかになった。

試料の厚さを変化させる方法により、レイヤリングテクニック用のコンポジットレジンにおける視覚的性質を的確に把握でき、本研究の評価法は有用であると思われる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 野 英 彦
副 査 教 授 森 田 学
副 査 教 授 横 山 敦 郎

学 位 論 文 題 名

レイヤリングテクニックにおける コンポジットレジンの色と透明度

審査は、審査員が一同に会し、申請者に対して提出論文とそれに関連した学科目について口答試問により行われた。以下に提出論文の要旨と審査の内容を述べる。

【目的】ヒトの歯は、部位によって色と透明度が異なる。したがって、大きなIV級窩洞や歯冠破折をコンポジットレジンで修復する場合、色および透明度の異なる複数のシェードを積層する「レイヤリングテクニック」が必要となる。レイヤリングテクニックを成功させるためには、実際のコンポジットレジン修復を想定して厚さを考慮した色および透明度の評価する必要がある。そこで、本研究の目的は、

【第一部】レイヤリングテクニックにおけるコンポジットレジンの色と透明度を評価すること。

【第二部】レジン修復物の色に対する enamel shade の影響を評価すること。

以上より、厚さを考慮したコンポジットレジンの色および透明度の評価法を確立することである。

【材料と方法】 Filtek Supreme (3M) と Gradia Direct (GC) の enamel shade, body shade および opaque-shade を使用した。厚みを変えた試料の L^* , a^* , b^* 値を黒板上と白板上で測定し、TP を算出した。各シェードの色は、TP が2以下となる厚みの試料により評価した。得られた測定値は、ANOVA と Games-Howell test にて、有意水準5%で統計的分析を行った。

【第一部】試料(厚さ 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0mm) の L^* , a^* , b^* 値を黒板上と白板上で測定し、TP を算出した。各シェードの色は、TP が2以下となる厚みの試料により評価した。

【第二部】まず、黒背景上に3mmの opaque shade と2mmの body shade を重ねた試料 (underlying base) の L_{base}^* , a_{base}^* , b_{base}^* 値を測定した。次に underlying base 上に 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0mm の厚さの enamel -shade を被せ (layered), それぞれの $L_{layered}^*$, $a_{layered}^*$, $b_{layered}^*$ 値を求めた。

【結果および考察】

第一部 全てのシェードにおいて厚みの増加に伴い TP が指数関数的に減少し、4mm の試料では人間の感覚で識別できない、2以下となった。各シェード間の比較では opaque shade の TP が他のシェードに比べ有意に小さかった。4mm の試料で評価された色は、enamel shade (特に GD) の b^* 値が他のシェードに比べ小さく(青色が強)、opaque shade の L^* および b^* の値が大きかった(明度が高く、黄色が強かった)。結果より、レイヤリングテクニックにおいて、背景色の遮蔽には opaque shade の使用が有効である。また、opaque shade および enamel shade は、それぞれ歯の歯頸部および切縁付近の視覚的性質を表現するのに適していることが明らかになった。

第二部 レジン修復物に対する enamel shade の影響は、FS では、enamel shade の厚みに関わらず人の色の識別限界の 2 以下の色差になった。これは、FS の enamel shade が厚みの変化が、積層した修復物の色に影響を及ぼさないことを示す。一方、GD では、enamel shade のわずかな厚みの変化により、レジン修復物の色が大きく変化することが明らかになった。enamel shade の透明度に関しては、厚さ 2mm で GD が FS に対し、有意に大きな TP を示したが、それ以外の厚さでは、材料間に有意な差はみられなかった。

2 材料の enamel shade の色を比較すると、GD の enamel shade が FS に比べ、 a^* 及び b^* の値が有意に小さく、緑と青が強傾向を示した。各材料の enamel shade と underlying base の色差を比較すると、FS では、 L^* 、 a^* 、 b^* のいずれも有意差がなく、enamel shade と underlying base は類似の色調を示した。GD では、 L^* 、 a^* 、 b^* 全てに関して underlying base の値が大きく、enamel shade と異なる色調を示した。以上より、FS の enamel shade は、underlying base と色が類似しており、積層した修復物の色に影響を与えなく、GD では、enamel shade と underlying base が色の違いがあったので、enamel shade のわずかな厚さの変化により、レジン修復物の色は大きく変化することが明らかになった。

【結論】

本研究により、レイヤリングテクニック用のコンポジットレジンにおける視覚的性質を的確に把握でき、厚さを考慮した色および透明度の評価法を確立できたと思われる。

各審査員が行った主な質問は、以下の通りである。

- 1) 研究の新規性は？
- 2) 厚さの問題について～もう少し薄い部分で評価してみたらよいのでは？
- 3) 実験 2 でシリコンオイルを使った理由
- 4) Games-Howell test を使用した理由は？
- 5) FS と GD の組成の違いは？
- 6) FS と GD のシェードは日本人に合うか？
- 7) 硬質レジン前装冠用のレジンと比較して操作性はどうか？
- 8) 前装冠の Repair に使えるか？

これらの質問に対して、論文申請者から明快な回答ならびに説明が得られ、さらに今後の研究の発展性についても明確な方向性を持っていると判定した。

審査委員は全員、本研究が学位論文として十分値し、申請者が博士（歯学）の学位を授与される資格を有するものと認めた。