

光照射条件の違いがコンポジットレジンの 窩壁適合性に及ぼす影響

学位論文内容の要旨

【緒言】

光重合型コンポジットレジンとは、その誕生以来、機械的性質や歯質接着性の改良を経て、現在臨床の場で広く用いられている直接修復材料である。しかし、この 2, 3 年、光照射器の選択をめぐって新たな問題が生じている。それは、従来型の照射器に加え、高出力照射器および低出力照射器という新しい照射器が開発されたことによる。高出力照射器は、従来のハロゲンランプではなくキセノンランプを光源としたことにより、光出力が従来型の数倍となり、照射時間の短縮が可能になったという特徴を有する照射器である。一方、低出力照射器は、従来型よりも弱い光出力で重合を開始、進行させ、その後、出力を上げて重合を完了させるという照射器であり、重合収縮応力の緩和を意図している。このように、現在では、用いる光出力の違いにより 3 種類の照射器が存在することになるが、高出力照射器と低出力照射器の特性や有用性に関する情報がまだ少ないために、臨床の場では混乱が生じている。特に、高出力照射とコンポジットレジンとの関係性に関する報告が少ない。そこで本研究では、光照射条件の違いが窩壁適合性に及ぼす影響を及ぼすかという点を主眼に、レジンの硬化特性や重合収縮率の検討を踏まえつつ、高出力照射と低出力照射の臨床的有用性について比較検討した。

【材料および方法】

1. 接着システムおよび光重合型コンポジットレジン

本研究では、2 種の象牙質接着システムおよびコンポジットレジンすなわち Clearfil Mega Bond + Clearfil AP-X(クラレ)と Single Bond + Z 100(3M)を用いた。

2. 光照射器および光照射条件

実験では、次の通り、3 種類の光照射器を用い 5 通りの照射条件を設定した。高出力照射用は Credi 8000(3M)で、光出力は 1700mW/cm^2 、照射時間は 3 秒、5 秒、10 秒の 3 段階とした(略号: H-3s, H-5s, H-10s)。低出力照射用は Candelux(モリタ)を 2 ステップモードにて、すなわち $200\text{mW/cm}^2 \times 10 \text{ 秒} + 600\text{mW/cm}^2 \times 30 \text{ 秒}$ という照射条件で用いた(略号: L)。また、従来型照射器として Optilux 401($800\text{mW/cm}^2 \times 40 \text{ 秒}$)、Demetron、

略号：N)を用いた。

3. ヌープ硬さの測定

内径がいずれも 3mm で高さが 0.5mm、1.0mm、1.5mm の 3 種類のステンレスのモールドを用い、AP-X、Z 100 を各モールドに一括充填し、5 つの照射条件により 1 方向から照射距離 0mm で光照射した。モールドを撤去後、高さ 0.5mm の試料は、照射面、底面両面、その他の試料は、底面について、微小硬度計にてヌープ硬さを測定した。試料数は、各照射条件につき 6 とした。

4. 線収縮率の測定

内径 4.5mm、高さ 3.0mm のジュラコン樹脂製モールドを用い、AP-X、Z 100 を各々一括充填し、5 つの照射条件により照射距離 0mm で光照射した。モールドを撤去して、光照射後 3 分における試料の直径から収縮量を求め、線収縮率を計算した。試料数は、各照射条件につき 3 とした。

5. 窩壁適合性の評価

ヒト抜去大臼歯 60 本を用い、咬合面に直径 3.0mm、深さ 1.5mm の円柱状象牙質窩洞を形成した。水洗、乾燥後、30 歯ずつ Mega Bond、Single Bond にて窩洞を歯面処理し、各々 AP-X、Z 100 を一括充填し、5 つの照射条件により照射距離 0mm で光照射した。研磨後、エポキシレジンにて包埋し、24h 後、窩洞が 2 分割されるように試料を Isomet にて縦断した。両断面とも研磨後、5 つの計測点すなわち top surface、outer1/3、inner1/3、line angle、cavity floor における接着界面に生じた gap 幅を落射型光学顕微鏡(×500)にて計測し、窩壁適合性を評価した。

6. SEM による界面付近の観察

窩壁適合性の評価に用いた試料の中から各照射条件につき任意の 1 試料を選び、レプリカを作製して、SEM により gap formation の状態等、接着界面付近の様子を観察した。

7. 統計処理

各測定値とも one-way ANOVA により分散分析を行い、照射条件間の比較には Scheffe test を、材料間の比較には Mann-Whitney U test を用い、各々有意水準 5% で検定した。

【結果および考察】

ヌープ硬さに関しては、両材料とも、H-10s が最上位で、これと N、L がほぼ同等、以下、H-5s、H-3s の順で硬いという傾向を示した。また、H-3s 群は、深さ 0.5mm を超えると他の群に比べ有意に硬さが劣るという結果が現れた。

線収縮率に関しては、両材料とも、N 群の収縮率が他の群に比べ有意に大きいという結果が出た。N 以外の群相互に有意差は見られなかったが、高出力照射間では、照射時間が長いほど収縮率が增大する傾向が見られた。また、低出力照射 L 群の収縮率は、H-5s と同等の値を示した。

窩壁適合性に関しては、両材料とも、line angle における gap 幅が他の部位よりも大

きいという傾向を示し、また、各群の line angle とその他いくつかの部位において、Mega Bond の適合性が Single Bond の適合性を有意に上回っていた。しかし、いずれの部位においても、照射条件の違いによる窩壁適合性の差は見られなかった。

SEM 観察から、接着破壊による gap formation は接着材と樹脂含浸層の間に生ずることが確認された。また、line angle において接着材に亀裂の生じたケースがみられた。

以上の通り、照射条件の違いは、ヌープ硬さや線収縮率には反映されたと考えられるも、これらと関連すると考えられる窩壁適合性には影響を及ぼさなかった。高出力照射した場合も、従来窩壁適合性が良いと報告されていた低出力照射の場合と差がなかった。ただ、H-3s が硬さにおいて劣っていたことから、高出力照射に関しては、照射時間の設定に留意すべきであろう。ところで、線収縮率すなわち重合収縮率は窩壁適合性に影響を与える因子の 1 つとされており、本実験において従来型照射は有意に重合収縮が大きかった。にもかかわらず、窩壁適合性に関しては他との差を生じていない。この理由としては、接着材による重合収縮応力の緩和が大きく関与しているものと思われた。

【結論】

光照射条件の違いは窩壁適合性には影響を及ぼさず、むしろ、接着材の種類による影響を受けることが示唆された。高出力照射は、適切な照射時間の設定により、低出力照射同様、その有用性を発揮し得ることが示唆された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 野 英 彦

副 査 教 授 亘 理 文 夫

副 査 教 授 大 畑 昇

学 位 論 文 題 名

光照射条件の違いがコンポジットレジンの 窩壁適合性に及ぼす影響

審査は主査、副査全員が一堂に会して口頭でなされた。はじめに本論文の要旨の説明を求め、申請者から以下のような内容についての論述がなされた。

〔緒言〕

光重合型コンポジットレジンとは、現在臨床の場で広く用いられている直接修復材料であるが、高出力照射器および低出力照射器という新しい光照射器の開発により、この2、3年、照射器の選択をめぐって新たな問題が生じている。両照射器の特性や有用性に関する情報がまだ少ないためであるが、特に、高出力照射とコンポジットレジンとの窩壁適合性との関係に関する報告が少ない。そこで本研究では、光照射条件の違いが窩壁適合性にいかなる影響を及ぼすかという点を主眼に、レジンの硬化特性や重合収縮率の検討を踏まえつつ、高出力照射と低出力照射の臨床的有用性について比較検討した。

〔材料および方法〕

1. 接着システムおよび光重合型コンポジットレジン

本研究では、2種の象牙質接着システムおよびコンポジットレジンすなわち Clearfil Mega Bond + Clearfil AP-X(クラレ)と Single Bond + Z 100(3M)を用いた。

2. 光照射器および光照射条件

実験では、3種類の光照射器を用い5通りの照射条件を設定した。高出力照射用は Credi 8000(3M)で、光出力は 1700mW/cm^2 、照射時間は3秒、5秒、10秒の3段階とした。低出力照射用は Candelux(モリタ)を2ステップモードすなわち $200\text{mW/cm}^2 \times 10\text{秒} + 600\text{mW/cm}^2 \times 30\text{秒}$ という照射条件で用いた。また、従来型照射器として Optilux 401($800\text{mW/cm}^2 \times 40\text{秒}$ 、Demetron)を用いた。

3. スープ硬さの測定

内径がいずれも3mmで高さが0.5mm、1.0mm、1.5mmの3種類のステンレスのモ

ールドを用い、AP-X、Z 100 を一括充填し、5 つの照射条件により 1 方向から照射距離 0mm で光照射した。高さ 0.5mm の試料は、照射面、底面両面、その他の試料は、底面について、微小硬度計にてヌープ硬さを測定した。

4. 線収縮率の測定

内径 4.5mm、高さ 3.0mm のジュラコン樹脂製モールドを用い、AP-X、Z 100 を一括充填し、5 つの照射条件により照射距離 0mm で光照射した。照射後 3 分における試料の直径から収縮量を求め、線収縮率を計算した。

5. 窩壁適合性の評価

ヒト抜去大臼歯の咬合面に直径 3.0mm、深さ 1.5mm の円柱状象牙質窩洞を形成した。Mega Bond、Single Bond にて窩洞を前処理し、各々 AP-X、Z 100 を一括充填し、5 つの照射条件により照射距離 0mm で光照射した。包埋後、窩洞が 2 分割されるように試料を縦断して、両断面につき 5 つの計測点すなわち top surface、outer1/3、inner1/3、line angle、cavity floor における接着界面に生じた gap 幅を落射型光学顕微鏡にて計測し、窩壁適合性を評価した。

6. SEM による界面付近の観察

窩壁適合性の評価に用いた試料からレプリカを作製して、SEM により gap formation の状態等、接着界面付近の様子を観察した。

〔結果および考察〕

ヌープ硬さに関しては、高出力 3 秒、5 秒照射は他の照射条件に比べ硬さが劣るという傾向が、また、線収縮率に関しては、従来型照射が他の照射条件よりも収縮が大きいという傾向が各々見られたが、窩壁適合性に関しては、部位によって Mega Bond の適合性が Single Bond の適合性を有意に上回るという結果を得たものの、いずれの部位においても、照射条件の違いによる窩壁適合性の差は見られなかった。その理由としては、接着材によるレジンの重合収縮応力の緩和が大きく関与しているものと考えられた。

〔結論〕

光照射条件の違いは窩壁適合性には影響を及ぼさず、むしろ、接着材の種類による影響を受けることが示唆された。高出力照射は、適切な照射時間の設定により、低出力照射同様、その有用性を発揮し得ることが示唆された。

以上の論文内容について、ひきつづき各審査委員と申請者の間で、実験方法、結果、考察、展望および関連分野についての質疑応答がなされ、申請者はいずれに対しても明快な回答、説明を行った。本研究は、とくにコンポジットレジンの窩壁適合性から高出力照射の有用性を示唆し得た点において、臨床において光照射器を選択する際のひとつの重要な指標を与えたものと考えられる。これらから、歯科医学の発展に貢献する研究であり、博士(歯学)学位の授与に十分値すると認められた。