

論文の内容の要旨

氏名：横山 宗典

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：エッチングモードおよびアドヒーシブ塗布法がユニバーサルアドヒーシブの象牙質初期接着強さに及ぼす影響

ユニバーサルアドヒーシブは、シングルステップセルフエッチング接着システムから発展したものであり、様々な被着体に対して前処理を必要とすることなく接着性を発揮することを特徴としている。また、窩洞を構成する歯質に適したエッチングモードを選択することが可能であるため、臨床応用範囲も広く汎用性に優れているところから使用頻度も増加している。一方、光重合型コンポジットレジン修復においては、修復直後から接着界面にレジンペーストの重合収縮に起因する、あるいは形態修正および研磨などによる応力が負荷される。ユニバーサルアドヒーシブは、2ステップセルフエッチング接着システムに比較して歯質接着性に劣ることが指摘されているところから、ユニバーサルアドヒーシブの歯質接着性を向上させることを目的として様々な臨床技法が提唱されてきた。しかし、修復直後のユニバーサルアドヒーシブの歯質接着性の詳細については不明な点が多く、とくに初期接着性の経時的な推移については不明な点が多い。

そこで著者は、エッチングモードおよびアドヒーシブ塗布法の違いが、ユニバーサルアドヒーシブの象牙質に対する初期接着性に及ぼす影響について、剪断接着試験を行うことによって検討するとともに、アドヒーシブ処理面、接着界面および接着試験終了後の破断面の走査型電子顕微鏡（SEM）観察を行った。さらに、硬化アドヒーシブのヌーブ硬さの経時的推移を測定することで接着試験の考察資料とした。

供試したユニバーサルアドヒーシブとして、Clearfil Universal Bond Quick（CUB）、G-Premio Bond（GPB）および Scotchbond Universal（SUB）を用いた。また、対照として2ステップセルフエッチング接着システムの Clearfil SE Bond 2（CSE）を用いた。接着試験用試片の製作は、ISO 29022 に準じて行った。すなわち、ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合型レジンに包埋し、直径4～5 mmの象牙質平坦面が得られるように唇側中央部を研削した後、平坦面を耐水性研磨紙の#320を用いて研削し、象牙質被着面とした。この被着面に対して、アドヒーシブ塗布前にリン酸エッチングを15秒間行うエッチ&リンスモード（ERモード）あるいはこれを行わないセルフエッチングモード（SEモード）の2条件を設定した。次いで、それぞれのエッチング条件の被着面にアドヒーシブを各製造者指示条件に従って塗布した条件（シングルアプリケーション）とともに、アドヒーシブ塗布後、光照射を10秒間行った後に、アドヒーシブを再度塗布し、光照射した条件（ダブルアプリケーション）についても検討した。Ultradent 接着試験用治具を照射したアドヒーシブ面に固定し、レジンペーストを填塞、照射を行い、接着試験用試片とした。剪断接着試験に際しては、これを行う前に製作試片を5分間、1、6、12あるいは24時間、37°C精製水中に保管した後、万能試験機を用いて剪断接着強さを測定した。なお、試片の数は各条件について15個とした。また、接着試験に用いた接着試片と同様の条件でヌーブ硬さ試験用試片の製作と保管を行った。すなわち、被着象牙質面上に厚さ300 μmの、中央に直径6 mmの穴が開いたテープを貼付し、露出象牙質面に製造者指示条件に従ってアドヒーシブを塗布して、10秒間光照射を行い、ヌーブ硬さ試験用試片とした。所定の保管期間が終了した試片に対して、微小硬度計を用いて、荷重98.07 mN、荷重保持時間5秒の条件でヌーブ硬さを測定した。なお、試片の数は各条件について12個とした。また、アドヒーシブ塗布後の象牙質処理面、接着界面および接着試験終了後の破断面については、通法に従って試料を製作し、SEMを用いて観察した。得られた接着強さについて、等分散性を確認した後、三元配置分散分析およびTukey HSD testを用いて有意水準5%の条件で多重比較検定を行った。

その結果、各条件における象牙質接着強さは、SEモードでのシングルアプリケーション群においては、CUBで16.5～33.4 MPa、GPBで17.6～30.5 MPa、SUBで16.2～37.7 MPa、およびCSEで24.2～46.9 MPaであった。一方、ダブルアプリケーション群ではCUBで23.6～37.0 MPa、GPBで22.4～33.3 MPa、SUBで28.4～39.3 MPaおよびCSEで34.2～49.1 MPaであった。すべてのユニバーサルアドヒーシブ

において、ダブルアプリケーション条件はシングルアプリケーション条件に比較して高い値を示した。すべてのアドヒーズブにおいて、いずれの塗布法においても接着強さは保管期間の延長に伴って向上する傾向を示した。ERモードでのシングルアプリケーション条件においては、CUBで16.1~33.5 MPa、GPBで19.4~29.5 MPa、SUBで17.1~35.8 MPaおよびCSEで25.8~40.7 MPaであった。一方、ダブルアプリケーション群では、CUBで22.3~36.0 MPa、GPBで23.8~33.0 MPa、SUBで28.1~40.0 MPaおよびCSEで32.2~45.1 MPaを示した。アドヒーズブの塗布法で比較すると、CUBの24時間群およびGPBの12時間群を除き、いずれの保管条件においてもダブルアプリケーション条件は、シングルアプリケーション条件に比較して有意に高い値を示した。

ヌープ硬さの測定結果から、いずれのアドヒーズブにおいても、保管期間の延長に伴ってヌープ硬さは上昇するとともに、2ステップ接着システムCSEはユニバーサルアドヒーズブと比較して保管時間に関係なく高いヌープ硬さを示した。保管期間24時間のヌープ硬さ値を100%とした際、5分から12時間群の割合は、CUBで2.8~65.9%、GPBで4.2~54.2%、SUBで9.4~56.1%およびCSEで70.7~99.6%を示した。

象牙質処理面のSEM観察からは、SEモードでのSUBおよびCSEの処理面では、部分的なスミヤ層の除去とともに一部象牙細管が開口している像が観察された。ERモードにおいては、いずれのアドヒーズブにおいても象牙細管の漏斗状の開口が観察された。接着界面のSEM観察からは、アドヒーズブの種類、塗布法およびエッチングモードの違いにかかわらず、接合状態は良好であった。アドヒーズブ層の厚さは、SUBでは、シングルアプリケーション群で約10 μm 、ダブルアプリケーション群で約20 μm であった。一方、CSEではシングルアプリケーション群で30~40 μm 、ダブルアプリケーション群で50~60 μm であった。接着界面付近の微細構造は、いずれのアドヒーズブにおいてもエッチングモードの違いによって異なるものであった。また、ERモードではハイブリッド層直下に高密度の反応層 (reaction layer) が確認された。

以上のように、本実験の結果から以下の結論が得られた。

1. いずれのアドヒーズブにおいても、エッチングモードあるいは塗布法の違いにかかわらず、保管期間の延長に伴って象牙質接着強さは上昇した。
2. エッチングモードの違いにかかわらず、同一保管条件ではユニバーサルアドヒーズブのダブルアプリケーション条件はシングルアプリケーション条件に比較して高い象牙質接着強さを示した。
3. ユニバーサルアドヒーズブのアドヒーズブ層の厚みは、いずれのエッチングモードにおいても同等であり、シングルアプリケーション条件では約10 μm 、ダブルアプリケーション条件では約20 μm であった。
4. いずれのアドヒーズブにおいても、保管期間の延長に伴ってアドヒーズブ層の硬さが上昇した。