HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Bond Performance of "Touch and Cure" Adhesives on Resin Core Systems [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	門脇, 佳孝
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11713号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59100
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yoshitaka_Kadowaki_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称　　博士（歯学）　　氏 名　門 脇　佳 孝

学位論文題名

Bond Performance of “Touch and Cure” Adhesives on Resin Core Systems

（接触硬化型接着材を用いた新規レジンコアシステムの接着性能）

近年、根管充填後の支台築造には、メタルコアが多く選択されてきた。しかし、メタルコアは歯根破折を引き起こすといった欠点も多く認められている。より象牙質と弾性率の近い接着性レジンを利用したコアシステムにも着目されるようになったが、根管深部への光照射が不十分となる問題点があった。そこで、光重合と化学重合の二つのアプローチを持ったデュアルキュア型のレジンコア材料が開発され、今日でも使用されている。ところが、プライマーやアドヒーシブとレジンコアが強固に接着しにくいという欠点があり、これを補うべく接着材とレジンペーストに触媒を加え、両者が接触したと同時に重合が開始されるシステムが開発された。これを当研究室では接触硬化型接着システム（Touch and Cure）と名付けた。

接着材とレジンペーストが接触し、重合が開始される接触硬化型接着材を従来型 Touch and Cure とし、これに対し、改良された新規 Touch and Cure は 2 液タイプの接着材で 2 液混和後に重合が開始され、さらに歯質との接触で高強度の接着層を形成するシステムとなっている。さらに接着材塗布後にはラジカルの発生により、レジンセメント、光重合型コンポジットレジン、レジンコア等あらゆるタイプのレジンペーストと十分な接着が可能となった。一方、従来型 Touch and Cure は、重合開始の成分が接着材とレジンペーストの成分に起因しており使用可能なレジンのタイプは限定される。

Touch and Cure において従来型は、根管内や深い窩洞といった光照射不十分な条件下での接着強さに弱点があった。不十分な光重合方式を補う化学重合方式が確立されているかは不明瞭である。そこで化学重合方式を強化した新規 Touch and Cure が開発された。

本実験の目的は、従来型 Touch and Cure と新規 Touch and Cure の接着性能の比較である。光照射が十分と想定される明条件、光照射が不十分と想定される暗条件といった二つの条件下の材料間による比較と、同一材料の各条件間による比較である。帰無仮説は「明、暗の各条件においても新規 Touch and Cure の微小引張強さの値は、従来型 Touch and Cure とは変わらない」であった。

使用材料は 3 種類のレジンコアシステムを使用した。試作品 TDK-03（以下 TD、トクヤマデンタル）と他社比較製品 DC コア　オートミックス ONE（以下 DC、クラレノリタケデンタル）、ジーシー　ユニフィルコア EM（以下 UN、ジーシー）であった。

24 本のヒト抜去大臼歯を供し、1 グループ 4 本ずつとした。歯冠最大豊隆部を歯軸に対し垂直に研削し、健全な象牙質面を露出させ、流水下にて耐水研磨紙 600 番で研磨した。その後、明条件暗条件では実験場所と手順が異なる。明条件では室温 23℃に設定した蛍光灯下の実験室内で使用説明書に従い、象牙質面に 4 mm の厚さにコア材料を築盛した。

暗条件では、調整された象牙質面からコア材料築盛までの手順を安全光下の暗室内で行い、使用説明書に記されている光照射は行わなかった。

使用した暗室内は、波長 600~700nm の安全光下、室温は 23℃に設定した。象牙質面にコア材料築盛後、十分な硬化が得られる 30 分間は暗室内へ放置した。

試料作製終了後、37℃の水中に 24 時間保存した。暗室内で作製した試料は光を遮蔽した容器内で、明条件同様に保存した。その後、1mm 四方の角柱型試料を作製し、微小引張試験を行った。微小引張試験後の破断面の観察と、レジンと象牙質の接着界面の観察を走査型電子顕微鏡（以下 SEM）でそれぞれ行った。

微小引張試験の結果は、明暗の各条件で共に TD が他材料に比べ大きい値を示した。同一材料では、DC、UN は明条件で暗条件に対し大きな値となり、TD では明暗の各条件による有意差は認められなかった。統計処理は一元配置分散分析と Games-Howell 検定を用いて行った（$p<0.05$）。

破断面の分類では、TD のみハイブリッドレイヤーとレジンの凝集破壊がミックスした混合破壊が見られ、一部には象牙質内での凝集破壊も認められた。DC、UN は界面破壊がほとんどで、特に暗条件においては顕著に表れた。

各試料、破断面の SEM 像では、明条件において TD、UN にレジン内部での凝集破壊が観察された。DC は界面破壊がほとんどであった。

暗条件において TD にレジン内部及び象牙質内部での凝集破壊がミックスした混合破壊が観察された。DC、UN にはレジン内部、象牙質内部での凝集破壊はほぼ認めず、界面破壊がほとんどの割合を占めていた。各試料とも 1000 倍の画像を示す。

各試料、明暗条件ともに凝集破壊は、ほぼレジン内部で認め象牙質内部のものは TD にわずかに認められる程度であった。

各試料、接着界面の SEM 像では、明条件において TD には、ほぼ均一な厚さ、約 15μm の接着材の層が観察された。DC、UN には最大で厚さ約 10μm の接着材の層が観察されたが、共に厚みは不均一であった。

暗条件において TD は明条件と似ており、ほぼ均一な厚さ約 15μm の接着材の層が観察された。それに対し DC、UN は明条件と異なり接着材層の厚みは減少し、厚さの不均一さは明条件よりも大きくなった。

以上の結果をもとに考察すると、TD が DC、UN よりも高い接着強さを示したのは、化学重合を強化した重合システムが DC や UN の化学重合方式よりも

優れていたためと考えられる。

TD の化学重合方式は、接着材 ELT の A 液に含まれる SR モノマーと B 液に含まれるボレート系触媒の作用機序が、明暗の各条件下で高い接着強さへと働いている。

通常、接着性モノマーは、リン酸エステルモノマー、あるいはカルボン酸系モノマーである。通常のリン酸エステルモノマーは 1 分子に 1 つのリン酸基を有し、歯質のカルシウムイオンと結合し塩を形成する。今回使用した比較材料 DC の接着材 SE-ONE ボンドがこれに相当する。また UN の接着材セルフエッチングボンドはカルボン酸系モノマーで、1 分子に 2 つのカルボキシル基を有し、リン酸エステルモノマー同様に歯質のカルシウムイオンと結合し塩を形成する。

一方、TD の接着材に含まれる SR モノマーは、1 分子に 4 つのリン酸基を有し、歯質のカルシウムイオンと多部位で相互作用することが可能となり、さらに歯質脱灰時には接着界面に遊離したカルシウムイオンと結合。そして他のモノマーとは複数個の重合基によって架橋し、高強度の接着層を形成する。

そして、ELT の B 液に含まれるボレート系触媒は A 液に含まれるリン酸モノマーにより分解されボラン化合物となり、このボラン化合物から A 液中の助触媒と B 液中の過酸化物の作用で、ラジカルが発生し重合が開始。このラジカルの発生により A 液 B 液混和後は光照射不要で高い接着強さとなる。

このため新規 Touch and Cure の接着材 ELT は自己で重合が完了し、あらゆるタイプのレジンペーストと接着可能となった。

新規 Touch and Cure のレジンコアシステム TDK-03 は、従来型 Touch and Cure より明、暗各条件において高い接着強さを示し、帰無仮説は棄却された。

今後、新規 Touch and Cure の課題として、接着界面での重合率の測定、そして今実験は歯冠部の平坦な象牙質を被着面として使用したため、歯根象牙質との接着強さや根管内でのコア材の収縮率や、重合開始点の違いによる影響の程度を検討すること。また光重合型コンポジットレジンとの接着性能を他社製品と比較する、といった更なる研究が必要となる。データが得られれば新規 Touch and Cure は臨床において効果的な接着材料となる可能性がある。