

学位論文題名

修復材料と象牙質接着界面の長期耐久性評価

学位論文内容の要旨

【背景と目的】

近年の高分子歯科材料の発展に伴い、コンポジットレジンでは審美性・接着性に優れておりスタンダードな修復材料となってきた。これら材料による初期の予後成績は良好であると考えられている一方、長期的なレジン系修復材料と象牙質の接着耐久性に関しては不明な点が多い。

また、本邦の人口動態が超高齢化社会へ急速にシフトしてきていること、8020運動等の予防歯科医学活動の推進により多数の残存歯をもった高齢者が増加していることなどを鑑みると、臨床現場において予防的材料である従来型 GIC の使用頻度は今後さらに増加すると考えられる。

in vitro における修復材料の長期耐久性に関する報告は数多くあるが、in vivo における報告は少ない。さらに近年、ボンディングレジンの R&D に伴い、接着工程を簡略化したシングルステップボンディングシステムが数多く登場してきている。このシステムの特徴は、操作の簡便性であり今後広く普及すると考えられるが、このシステムにおける象牙質-レジン接着界面の詳細な構造は不明な点が多い。以上を鑑みて、

①炭酸ガスレーザーによる被着象牙質面改質

②in vivo におけるレジン系材料及び従来型 GIC の長期耐久性

③ワンステップシステムの歯質接着構造

に対する評価を行い、修復治療の予後向上に関する考察を行うことを目的とした。

【実験方法】

①：レーザー処理象牙質 - レジン接着界面の SEM 観察と引張試験による評価を行った。

Koshiro K., Inoue S., Niimi K., Koase K., Sano H.: Bond strength and SEM observation of CO<sub>2</sub> laser irradiated dentin bonded with simplified-step adhesives. Oper Dent 30(2):170-179, 2005.

②：サルの口腔内環境を使用し、修復材料 - 象牙質接着面の長期耐久性を、SEM・TEM 観察及び引張試験による評価を行った。

Koshiro K., Inoue S., Sano H., De Munck J., Van Meerbeek B.

In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch and an etch-and-rinse adhesive. Eur J Oral Sci.;113(4):341-8. 2005 Aug

Koshiro K., Inoue S., Tanaka T., Koase K., Fujita M., Hashimoto M., Sano H.

In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system. Eur J Oral Sci.;112(4):368-75. 2004 Aug

③：象牙質－ワンステップシステム接着界面の TEM 観察を行った。

Koshiro K, Sidhu SK, Inoue S, Ikeda T, Sano H.

New concept of resin-dentin interfacial adhesion: the nanointeraction zone. J Biomed Mater Res B Appl Biomater.;77(2):401-8. 2006 May

#### 【実験結果及び考察】

①より、炭酸ガスレーザー処理象牙質は、耐酸性は向上するものの現在市販されているボンディングシステムの被着面としては適していないことがわかった。これにより修復治療を前提とした炭酸ガスレーザーの使用は注意が必要であると考えられた。

そこで②において、in vivoにおけるボンディングレジンの主流であるセルフエッチング及びエッチ&リンスシステムの長期耐久性を検証した。どちらのシステムを使用した場合も長期的に象牙質－レジン接着強さは低下するものの、接着界面の形態学的劣化が観察されたのはエッチ&リンスシステムのみであった。更に、従来型 GIC を使用した場合、接着界面に何らかの改質が起こっていることを形態学的に認めた。GIC の長期耐久性については、更なる検証を行っている途中である。

ワンステップシステムは、セルフエッチングシステムである。すなわち、酸性モノマーにより歯質を脱灰すると同時に、脱灰された歯質に対しモノマーの浸透が行われる。③において接着界面を検証したところ、界面形態は各システムに含まれている酸性モノマーの脱灰力に依存しており、接着界面は 3 種類に分類された。すなわち、

- 1：従来のエッチ&リンスシステムと同様の接着界面
- 2：従来のセルフエッチングシステムと同様の接着界面
- 3：従来の接着システムでは確認されなかったナノレベルの樹脂含浸層の形成  
(NIZ: nano intaraction zone と命名) である。

#### 【まとめ】

以上の結果より、

- ・ レジン修復の前処置として炭酸ガスレーザーは用いるべきではないこと
  - ・ 象牙質－レジン接着界面の長期耐久性については、接着界面に存在するコラーゲン線維の劣化及びモノマーの不十分な浸透などが影響を与えていると考えられること
  - ・ ワンステップシステムの接着界面性能や長期耐久性については未だ不明な点が多いため、使用に際しては慎重に選択する必要があること
  - ・ GIC が接着界面に与える様々な影響については今後更なる検証を進める必要があること
- をもってまとめとする。

# 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 八 若 保 孝

学 位 論 文 題 名

## 修復材料と象牙質接着界面の長期耐久性評価

審査は審査担当者が一同に会して約2時間かけて行った。申請者に本論文の概要の説明を求め、同時進行で口頭試問の形式で提出論文の内容及び関連分野について試問した。申請者は論文の概要を以下のよう

に説明した。

### 【背景と目的】

コンボジットレジンスタンダードな修復材料となってきた。また、超高齢化社会へのシフトにより従来型 GIC の重要性も再認識されている。これらの *in vitro* 報告は多くあるが *in vivo* 報告は少ない。また、シングルステップボンディングシステム（以下ワンステップシステム）も登場しているおり、今後普及すると考えられる。以上を鑑みて、①炭酸ガスレーザーによる被着象牙質面改質 ②*in vivo* におけるレジン系及び従来型 GIC の長期耐久性 ③ワンステップシステムの歯質接着構造 に対する評価を行った。

### 【実験方法】

- ①：レーザー処理象牙質 - レジン接着界面の SEM 観察と引張試験による評価を行った。
- ②：サル口腔内環境を使用し、修復材料 - 象牙質接着面の長期耐久性を、SEM・TEM 観察及び引張試験による評価を行った。
- ③：象牙質 - ワンステップシステム接着界面の TEM 観察を行った。

### 【実験結果及び考察】

①より、炭酸ガスレーザー処理象牙質は、耐酸性は向上するものの現在市販されているボンディングシステムの被着面としては適していないことがわかった。これにより修復治療を前提とした炭酸ガスレーザーの使用は注意が必要であると考えられた。そこで②において、*in vivo* におけるボンディングレジンの主流であるセルフエッチング及びエッチ&リンスシステム、従来型 GIC の長期耐久性を評価したところ、レジンシステムにおいてはセルフエッチングシステムが優れていることがわかった。更に、従来型 GIC を使用した場合、接着界面に何らかの改質が起こっていることを形態学的に認めた。GIC の長期耐久性については、更なる検証を行っている途中である。ワンステップシステムは、セルフエッチン

グシステムである。③において接着界面を検証したところ、界面形態は各システムに含まれている酸性モノマーの脱灰力に依存しており、従来のセルフエッチングシステムでは確認されなかったナノレベルの樹脂含浸層の形成 (NIZ: nano intaraction zone と命名) を認めた。今回の研究結果より、従来型 GIC は接着界面を改質するという特徴があり長期耐久性の観点からも非常に興味深い材料であることがわかった。レジンシステムを使用する場合は、コラーゲン線維を露出させない酸性度がマイルドなセルフエッチングシステムが推奨されるべきであると考ええる。

各審査委員が行った主な質問は、以下の通りである。

- 1) 歯面に対し炭酸ガスレーザー照射を行うメリットとデメリット
- 2) 象牙質-レジン接着界面劣化の起点はどこか、そのファクターはなにか
- 3) 前述の劣化を抑制するためにはどのような材料特性が必要と考えるか
- 4) ワンステップボンディングシステムに関して、前述の解を踏まえどのように評価するか
- 5) 予防医学的、リハビリテーションとしての歯質修復のあり方はどのようなものとするか

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。