

# Laser versus bur and dentinal bonding

Authors\_Dr Barbara Cvikl, Dr Alexander Franz, Dr Christoph Austr

## \_Introduction

審美性への意識が高まる中、歯科治療における高品質なセラミック修復物が求められている。さらに、非接触で振動のない作業を可能にするレーザー前処置のような代替歯科前処置技術への要求も高まっています。そのため、レーザー研究とレーザー応用は、歯科医療においてますます重要になってきている。しかし、常に新しいものが開発され、情報が一元化されることは、時として歯科医師にとって問題となることがある。なぜなら、メーカーから提供される新しい製品や情報をすべて確認することは、日常臨床ではほとんど不可能だからである。したがって、本研究の目的は、異なるレーザーおよび従来の前処理ツールを用いて、ヒト象牙質とセラミック間の接着剤の安定性に関する情報を提供することである。

エルビウムベースレーザーは、歯科治療における窩洞形成用として承認されている機器である<sup>11-14</sup>。Er:YAGレーザーとEr,Cr:YSGGレーザーは、それぞれ2,940 nmと2,780 nmの波長を持つ硬組織レーザーで、高い表面効果と低い深部効果を提供する。

むし歯組織には水分が多く含まれるため、むし歯菌は特によく除去される。補助的な殺菌効果もある。さらに、効率的な水冷システムにより、歯髄の温度上昇は2.5°C以下である<sup>5-8</sup>。Zachら<sup>5</sup>の研究によると、6.1°C以下の温度上昇は歯髄にとって無害であると考えられている<sup>9</sup>。これらの要素や、無振動・無触覚のプレパレーションテクニックによる患者に優しい治療のようなその他の要素により、エルビウムベースレーザーは従来のプレパレーションテクニックに代わる理想的な選択肢となっている<sup>1</sup>。研究者の中には、レーザー処理によって得られる微小な粗さがあるため、接着セラミック固定の前に酸による追加エッチングを行う必要はないとする者さえいる<sup>6,10,11</sup>。これとは対照的に、Bahilloらによる研究は、以下のようなものである<sup>12</sup>。Leeほか<sup>13</sup>その他<sup>14,15</sup>また、レーザー治療後にさらに酸エッチングを行うことを勧める人もいる。したがって、レーザー処理した象牙質が接着システムにどのように接着するかについては、まだ疑問が残る。このため、リン酸エッチングを行う場合と行わない場合の両方のレーザー加工について検討した。

セラミック試料として、従来の長石セラミックであるセレック®-ブロック (VITABLOCS Mark II®) を使用した。このセレック®-ブロックを使用した理由は、いつでも再現可能な1,170°Cの真空下での工業的焼結プロセスにより、ラボ焼結やラボ加工セラミック修復物と比較して、より均質な微細構造と一貫した材料品質が保証されるからである。セラミックブロックに象牙質ディスクを接着するための接着材として、ゴールドスタンダードとしてよく使用される古典的なエッチング&リンス接着システムである Variolink® II plus Syntac® (Ivoclar Vivadent社, Schaan/Liechtenstein) を使用した。

Fig. 1\_ ベルンハルト・ゴットリーブ大学歯科診療所,  
ウィーン医科大学  
ウィーン、オーストリア



laser

## レーザーインハンドピースEr:YAGレーザー ライトタッチ



**Fig. 2\_LiteTouch™ Laser-in-the-Handpiece™:** このレーザーのエネルギーは組織に素早く供給され、硬組織や骨に最高の切断力と正確な切開を提供する。

### Materials and Methods

抜歯した第三大臼歯を洗浄し、生理的食塩水中に保存した。精密のこぎりを用いて歯頸部を除去し、厚さ1mmの均一な歯質ディスクに切り分けた。エナメル質を除去した後、歯質ディスクを無作為に5つの異なる前処理技術を表す5つのサブグループに分けた：(i) **ダイヤモンドバーと酸エッチング**、(ii) **Er:YAGレーザー (LiteTouch™, Syneron)**、**2,940nm、4W、20Hz、先端0.8mm**、(iii) **Er:YAGレーザーと追加の酸エッチング**、(iv) **Er, Cr : YSGGレーザー (Waterlase MDTM, Biolase)**、**2,780 nm、2 W、30 Hz、先端600 μmの円錐形 (MC 6 Saphir)**；(v) **Er, Cr : YSGGレーザーと追加の酸エッチング**。それぞれのレーザー照射の設定はすべて、傾斜角30°の送り速度1mm/分で行った。

治療後、Syntac®/Variolink® II システム (Syntac® etch & rinse adhesive and Variolink® II, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) を用いて歯質ディスクを CEREC® セラミックブロックに固定した。システム Syntac®/Variolink® II は、メーカーの説明書に従って塗布した。また、CEREC®セラミックブロックへのヒト象牙質ディスクの装着は、製造者の指示に従った。

5つのサブグループの各サンプルサイズは n=15 であり、合計75の歯質ディスクと75の CEREC®セラミックブロックが得られた。すべてのサンプルにサーモサイクル (10,000サイクル、それぞれ5° ~ 55°) を行い、人工的な老化をシミュレートした。サーモサイクルの後、万能試験機 Zwick (Zwick/Roell, Ulm, Germany) を用い、毎分0.8 mmのクロスヘッド速度でせん断試験を行った。接着強さはメガパスカル (MPa) で記録した。データは、有意水準=0.05のANOVAとTukeyのポストホックテストを用いて分析した。

### Results

せん断接着強さ試験の結果、Er:YAGレーザーを使用し、酸によるエッチングを加えた群と加えなかった群で最も高い値を示した。ダイヤモンドバーと酸エッチングのグループ、およびEr, Cr: YSGGレーザーと酸エッチングのグループと併用しなかったグループは、同様の値を示したが、わずかに低い値であった (図1および表1)。全体的に、酸エッチングを追加したEr:YAGレーザー処理象牙質では、より強固に接着する傾向が認められたが、5つの前処理法を比較した場合、統計学的に有意な差は認められなかった ( $p = 0.169$ )。以上の結果から、レーザー照射は象牙質とセラミックスの接着に好ましい条件を与えることが示唆された。

### Discussion

この研究結果は、レーザー処理された象牙質表面は接着に好都合な条件を提供することを示唆している。

**Fig. 3\_クラスV - ライトタッチを使用した窩洞形成™.**  
(courtesy of Dr Avi Reyhanian)



Fig. 3

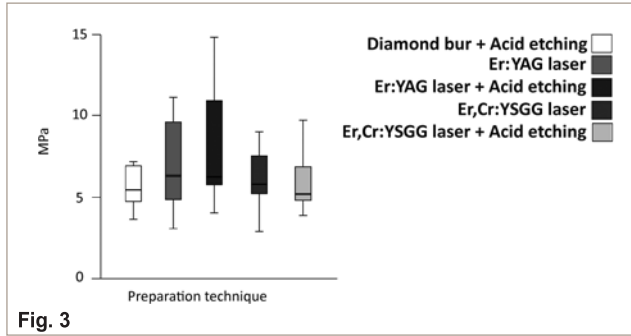


Fig. 3

Fig.4\_接着強さに関する5つの調製法の比較  
接着強度の比較。

	Diamond bur + Acid etching	Er:YAG laser	Er:YAG laser + Acid etching	Er,Cr:YSGG laser	Er,Cr:YSGG laser + Acid etching
Variolink®II Syntac®	6.84 +/-3.38	6.89 +/-2.7	8.11 +/-3.18	6.11 +/-1.65	5.85 +/-1.67

表1\_せん断接着強さの平均値と標準偏差試験(MPa)

類似した研究の大半によって支持されていない。  
26, 27, 28

ヒト象牙質を用いたレーザー治療の比較研究では、セラミックやコンポジットレジンに対する接着強さは同等17、あるいはそれよりも低い18~20であった。しかし、これらの研究は、他の実験的側面（例えば、レーザーの設定、照射角度、歯試料の保存条件、および歯ディスクの供給源と準備）において異なっていた。レーザー群で有利な結果が得られた理由としては、送り速度を一定にし、象牙質表面に対する照射角度を30度に設定した標準的なレーザー治療を行ったことが考えられる。予備テストでは、この設定ですでに有望な結果が得られている。レーザー照射面の表層部は影響を受けず、他のレーザー設定の研究で報告されているような微小破折もないことが示唆された。<sup>14,21,22</sup>

本研究では、Er:YAGレーザーで処理した象牙質ディスクは、酸エッチングを追加した場合と追加しない場合において、Er,Cr:YSGGレーザーまたはバーで処理した象牙質ディスクよりも平均値がわずかに高いことを示した。しかし、異なる準備方法を比較した場合、統計学的に有意な差は認められなかった。一見同程度のように思われる本研究と他の研究結果との違いは、研究デザインにおける少数の相違に基づく可能性がある。非常に重要な要素は、使用する接着材と象牙質ディスクの品質と質である。我々は齲蝕のない成熟した第三大臼歯を象牙質ディスクの作製に使用したが、他の研究では、保定された大臼歯、大臼歯以外の歯、またはエナメル質表面を適用し、レーザー作製と従来の作製技術と比較した。

レーザー治療がダイヤモンド・バーと同等の接着条件を提供できるという我々の発見は、接着強度がディスクのサイズに大きく影響されるため、象牙質ディスクの厚さ、特にサイズが極めて重要である。得られた接着強度のもう一つの重要な要因は、さらにプロセッシングを行うまで、抜去した臼歯を保管するための保存液である得られた接着強度のもう一つの重要な要因は、さらにプロセッシングを行うまで、抜去した臼歯を保管するための保存液である。我々は、できるだけ自然な状態を模倣するために生理的食塩水を使用した。蒸留水、0.5クロロホルム溶液、その他の保存溶液を使用した他の研究は、

なぜなら、in-vitroの設定はin-vivoのパフォーマンスを部分的にしか反映しないからである。これらのin-vitroでの知見が臨床に反映されるかどうかを理解するためには、さらなる研究が必要である。さらに、温度と湿度が室温設定よりも生理学的状況に近い生体内条件を、必ずしも生体内システムが表しているとは限らない。その他の実験条件、例えば恒温室での接着、咀嚼サイクルのシミュレーションや長期保存などは、接着強度を変化させる可能性がある。今後の研究では、このような生理学的状況を考慮する必要がある。窩洞形成のためのレーザープロトコルを改善することで、象牙質とセラミックの接着強度を最大化する余地はまだ残されている。

## Conclusion

これらの結果を総合すると、ライトタッチ・エルビウムレーザーで作製した象牙質表面は、特に接着システムとしてVariolink®II/Syntac®を使用した場合に、セラミックの接着に適した象牙質表面を提供できることが示された。全体として、ライトタッチ・エルビウムレーザーは、ダイヤモンドバーを使用する従来の前処置法の魅力的な代替法となり得る。

_contact	laser
<p><b>Dr Barbara Cvikl</b>                  Division of Conservative Dentistry; BGZMK, Medical University of Vienna                  Vienna, Austria                  barbara.cvikl@meduniwien.ac.at</p>	