



Title	漂白後の象牙質への接着強度に対する抗酸化処理の有効性
Author(s)	松尾, 友太
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第16932号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16932
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99777
Type	doctoral thesis
File Information	Yudai_Matsuo_summary.pdf, 全文の要約



学位論文内容の要約

学位論文題目

漂白後の象牙質への接着強度に対する
抗酸化処理の有効性

博士の専攻分野名称 博士（歯学） 氏名 松尾 友太

歯科の審美治療において漂白法は広く実施されている一方、漂白直後は歯質内に残留する過酸化物質や活性酸素がコンポジットレジンとの重合を阻害し、エナメル質・象牙質の接着強さの低下の要因となることが報告されている。臨床的には、この影響を回避し接着力の回復を試みるため1〜3週間の待機が推奨される。しかし、ウォーキングブリーチなどを想定した場合、象牙質の即時接着力回復が可能であれば来院回数や治療期間が短縮でき、患者の負担を減らすことができる。こうした状況に対し、アスコルビン酸ナトリウムなどの抗酸化処置で残留酸素の影響を中和し、漂白直後の接着力低下を可逆化できることが複数の研究で示されている。一方、クエン酸は象牙質のスマー層を短時間で除去し、象牙細管を開口させて透過性を高める古典的な表面処理剤である。短時間でも6%前後で透過性が大きく増加することが知られており、漂白直後の象牙質表層に対して樹脂浸透の改善を介して接着回復に寄与する可能性がある。また我々の研究室では、漂白後エナメル質の即時接着力回復を目的として行った研究で抗酸化効果のある白金ナノコロイド（CPN）処理群が有意に引張り強さ（ μ TBS）を改善し、無漂白の対照群に近い値を示すことを明らかにした。しかし、象牙質はエナメル質と構造が異なるため、エナメル質で有効だった処置が象牙質でも同様に有効か未確立である。そこで本研究では漂白後の象牙質に対して、エナメル質と同様にアスコルビン酸、CPN、芳香族スルホン酸、およびクエン酸を用いて、 μ TBSにて即時接着力回復効果を検討することとした。

本研究は北海道大学大学院歯学研究院臨床・疫学研究倫理審査委員会の承認に基づいて実施した（承認番号：2018-9）。健全ヒト抜去智歯を64本使用し、ランダムに8本ずつG1-G8の8群に分けた。それぞれの歯は歯冠部のエナメル質をダイヤモンドディスク（Model Trimer, Morita, Tokyo, Japan）を用いて除去、象牙質の露出面を作製した。露出した象牙質面は、#600のSiCペーパーを用いて湿潤下で研磨し、被着面を作製した。得られた被着面に対して、G2-G8では漂白処置（Hi-Lite, Shofu, Tokyo, Japan）を行った。（G1は漂白なし。）漂白後の各群試料に対して、次の処置を行った。G2は漂白のみとし、G3はアクセル（Sunmedical）塗布、G4は10%アスコルビン酸ナトリウム水溶液（Fujifilm）塗布、G5は0.02%白金含有CPN（CPN ; APT）塗布、G6は1%クエン酸（Fujifilm）塗布、G7は主成分に10%クエン酸および3%塩化第二鉄を含む象牙質用のエッチング材（Sunmedical, 以下10-3）塗布、G8は10%クエン酸（Fujifilm）塗布を行った。各処置は20秒間行い、G3-G5では水洗は行わず、処置後にマイルドエアブローを行った。G6-G8では処置後水洗しマイルドエアブローを行った。表面処理材として、クリアフィルメガボンド2（Kuraray Noritake Dental）、コンポジットレジン（Clearfil AP-X, Kuraray Noritake Dental）を積層充填し、各層ごとに40秒間の光照射（Pencure 2000, Morita）を行った。重合後、試験片は37℃の蒸留水中で24時間保管し

た。その後、精密切断機 (Isomet 1000, Buehler, USA) を用いて 1.0 mm^2 スティックを切り出して μTBS を求めた。統計解析は一元配置 ANOVA および Tukey HSD (有意水準 5%) で行い、破断面を SEM で観察した。

結果として、 μTBS (MPa) は、G1 は全群より有意に高値 (全比較 $p<0.001$) であった。临床上重要な比較である G2 (漂白のみ) をどの処置が上回るかという観点からは、G6 (1% クエン酸) および G8 (10% クエン酸) が有意差あり ($p=0.0039, p=0.0197$) であった。一方、CPN (G5)、アクセル (G3)、10% アスコルビン酸ナトリウム (G4)、10-3 (G7) はいずれも G2 との差で有意に至らず、抗酸化単独の 20 秒適用は象牙質の即時回復には不十分である可能性が高い。また、G6 と G8 の相互比較は優劣がつかず、濃度差は 20 秒という共通の時間枠では決定的因子とならないことが示唆された。

SEM 観察では、G1、G6、G8 では象牙細管の管口開口が明瞭で、細管内への樹脂侵入 (レジンタグ) が回復することを示した。対照的に、G2、G3、G4、G5、G7 では管口不明瞭、スミヤー層様残存やデブリの滞留が観察され、レジンタグは乏しい傾向であった。これは、酸処理を伴わない抗酸化単独では表層過酸化物の中和は達成されても幾何学的な浸透経路の確保には至らない可能性を示唆する。

なお、1% と 10% クエン酸間の μTBS 差が統計的に不明瞭であった点は、高濃度酸で脱灰層が過度に厚くなると樹脂が全層に浸潤できず、無樹脂の脱灰帯が残って支持性が低下し得るという既報の知見と整合する。したがって、酸処理における濃度と時間の最適化により、過度脱灰を避けつつ浸透経路を確保するバランスを考慮する必要がある。

漂白直後の象牙質の接着性の改善に関して短時間条件下では抗酸化作用単独よりも「酸処理による表面改質」が寄与する可能性が示唆された。臨床的には、漂白直後の接着は可能なら待機を基本とし、即時修復が不可避な場合はクエン酸の短時間前処置を選択肢とし得る。ただし濃度・処置時間の最適化と長期耐久性の検証が必要である。