لیزرپزشکی؛ ۱۳۹۰، دورهٔ ۸، شمارهٔ ۳، صفحات: ۳۳-۲۸.

مقاله پژوهشی

تغییرات مورفولوژیک عاج داخل کانال توسط لیزر Nd:YAG ، اولتراسونیک و روش‌های معمول: ارزیابی میکروسکوپ الکترونی

عبدالله قربانزاده[۱]
محسن امین سبحانی[۱]
خسرو سهرابی[۲]
سروناز غفاری[۳]
نسیم چینی فروش[۴]
احمدرضا شمشیری[۵]

[۱]استادیار اندودنتیکس، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
[۲]اندودنتیست، مرکز تحقیقات لیزر در دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
[۳]استادیار اندودنتیکس، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه
[۴]دندانپزشک، مرکز تحقیقات لیزر در دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
[۵]استادیار اپیدمیولوژی، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

نویسندهٔ مسئول: نسیم چینی‌فروش ، تلفن ۰۹۱۲۴۹۴۹۱۲۱
پست الکترونیک:n-chiniforoush@farabi.tums.ac.ir

خلاصه

مقدمه: پاک‌سازی و شکل‌دهی کامل فضای کانال ریشه بخش مهمی از درمان‌های اندودانتیک است که با اعمال مکانیکی و شیمیایی انجام می‌شود. حذف بافت پالپی، دبری‌های آلی وغیر آلی، میکروارگانیسم‌ها و محصولات آن‌ها با استفاده از وسایل و شستشودهنده‌های داخل کانال، یکی از اهداف این فاز درمان است. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی Ex vivo میزان حذف لایهٔ اسمیر در دو روشPassive Ultrasonic Irrigation، Laser Activated Irrigation با لیزر Nd:YAG درمقایسه با روش‌های مرسوم بالینی بود.

روش بررسی: این مطالعه بر روی مجموعاً ۵۴ دندان قدامی تک‌کانال مندیبل انجام شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، آن‌ها به ۳ گروه Experimental Conventional Irrigation + Smear layer ، Passive Ultrasonic Irrigation و Laser Activated Irrigation تقسیم شدند. پس از برش طولی نمونه‌ها از بعد مزیودیستال، میزان حذف لایهٔ اسمیر به‌وسیلهٔ SEM با بزرگ‌نمایی ۱۵۰۰X بررسی شد.

یافته‌ها: میزان حذف لایهٔ اسمیر در یک‌سوم کرونالی و میانی و آپیکالی کانال در گروه Conventional Irrigation + Smear layer بیشتر از دو گروه دیگر بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به حذف بهتر، لایهٔ اسمیر در گروه CI+Smear layer removal به‌عنوان گروه Gold standard درنظرگرفته می‌شود و گروه‌های مذکور نمی‌توانند جانشینی برای آن محسوب شوند.

واژه‌های کلیدی: حذف لایهٔ اسمیر، فعال‌سازی شستشودهنده با لیزر، فعال‌سازی با شستشودهندهٔ اولتراسونیک

مقدمه

پاکسازی و شکل‌دهی کامل فضای کانال ریشه بخش مهمی از درمان‌های اندودانتیک است که با اعمال مکانیکی و شیمیایی انجام می‌شود. حذف بافت پالپی، دبری‌های آلی وغیر آلی، میکروارگانیسم‌ها و محصولات آن‌ها با استفاده از وسایل و شستشودهنده‌های داخل کانال، یکی از اهداف این فاز مهم درمان است[۱و۲]. به‌دلیل پیچیدگی‌های آناتومیک سیستم کانال ریشه، امکان پاک‌سازی و شکل‌دهی کامل کانال وجود ندارد و نامنظمی‌های دیوارهٔ کانال ریشه شامل گسترش‌های بیضی‌شکل، ایسموس‌ها و دلتاهای اپیکالی، نگرانی‌های اصلی هستند [۳]. هیپوکلریت سدیم(NaOCl)درسال ۱۹۳۶ به دندانپزشکی معرفی شد و به‌دلیل توانایی در حل کردن مواد آلی و ضد عفونی کانال ریشه به‌عنوان محلول شستشودهندهٔ کانال مورد استفاده قرارگرفت[۴].

عمق نفوذ محلول‌های شستشودهنده و بنابراین توانایی آن‌ها در ضدعفونی‌کردن توبول‌های عاجی محدود است و احتمالاً باکتری‌ها پس از شکل‌دهی داخل کانال، شستشو و کاربرد دارو در داخل توبول های عاجی باقی می‌مانند[۵].

Laser activated irrigation(LAI) به‌عنوان روشی برای فعال‌کردن بیشتر مادهٔ شستشودهنده معرفی شده‌است. اثرهای این تکنیک براساس Cavitation است به این صورت که در یک محیط آبی فعال‌کردن لیزر در فرم کاهنده (Ablative) ممکن

[Downloaded from icml.ir on 2026-05-27]

است منجر به شکل‌گیری حباب‌های بخار بیضی‌شکل بزرگ گردد که منبسط و از داخل منفجر می‌شوند نشان داده‌شده‌است این حباب‌های بخار ممکن است باعث افزایش حجم تا ۱۶۰۰ برابر حجم اولیه شوند. با این انبساط، مکانیسم ایجاد فشار زیاد می شود و فشار سبب بیرون راندن مایع از کانال می‌گردد. هنگامی‌که حباب بعد از ms ۲۰۰-۱۰۰ از داخل منفجر شد، فشار کم می‌گردد و با ورود مجدد مایع به داخل کانال، آثار ثانویهٔ Cavitation ایجاد می‌شود. بنابراین لیزر به‌عنوان پمپ مایع عمل می‌کند[۶].

لیزر Nd:YAG علاوه بر کاربرد در مراحل پاک‌سازی و شکل‌دهی کانال ریشه، دارای مزایایی همچون حذف دبری، حذف لایهٔ اسمیر و اثرهای باکتریسیدال است[۹-۷]. مطالعات کمی عوارض جانبی استفاده از این لیزر را گزارش کرده‌اند.

این لیزر به‌دلیل حذف مؤثر باکتری‌ها در ناحیهٔ آپکس از درد بعد از درمان نیز ممانعت می‌کند[۱۰]. مزایای دیگر آن شامل سیل کردن توبول‌های عاجی با ذوب عاج و حذف دبری ولایهٔ اسمیر از دیواره‌های کانال ریشه با تبخیر بافتی است[۱۱].

دبریدمان کامل کانال جهت موفقیت طولانی‌مدت درمان کانال ریشه ضروری است. تأثیر دبریدمان مکانیکی هر سیستم شستشو به توانایی آن در انتقال شستشودهنده به نواحی اپیکال و اینسترومنت نشدهٔ کانال و قدرت آن در انتقال دبری‌ها از دیواره‌های کانال به خارج بستگی دارد [۱۲].

هدف از انجام این مطالعه ارزیابی Ex vivo میزان حذف لایهٔ اسمیر در دو روش Passive Ultrasonic Irrigation و Laser Activated Irrigation با لیزر Nd:YAG درمقایسه با روش‌های مرسوم بالینی بود.

روش بررسی

تعداد(n= ۵۴) دندان تک‌کانال دائمی مندیبل انسانی با ریشه‌های بالغ مستقیم بدون تحلیل یا پوسیدگی ریشه که به دلایل مختلف از جمله اندودنتیک یا پریودنتال کشیده شده‌اند، انتخاب شدند. با توجه به نیاز به قطع تاج دندان‌ها از محل CEJ، دندان‌های دچار پوسیدگی ازمطالعه خارج نشدند درحالی‌که دندان‌های با سابقهٔ درمان ریشه، کانال‌های کلسیفیه و کرودار از مطالعه خارج شدند. در این مطالعه سعی شد دندان‌هایی با سایز فایل اولیهٔ ۱۵ انتخاب شوند.

دندان‌های قدامی تک‌کانال مندیبل پس از کشیده‌شدن، در نرمال‌سالین نگهداری شدند و جهت انجام مطالعه با کلرامین – T با نسبت ۱:۷ ضدعفونی شدند. سپس تاج دندان‌ها به‌وسیلهٔ دیسک الماسی به ضخامت ۱ میلی‌متر (D & Z, Cologne, Germany) به‌گونه‌ای قطع شدند که طول استاندارد ۱۹ میلی‌متر تا فورامن اپیکال به‌دست آمد. موقعیت فورامن اپیکال به‌وسیلهٔ فایل سایز ISO ۱۵(Dentsply,Mailleffer K-file stainless-steel,) مشخص شد به‌طوری‌که پس از مشاهدهٔ نوک فایل در محل اپیکال فورامن از طول فایل یک میلی‌متر کم شد و آن را به‌عنوان "طول کارکرد" در نظر گرفتیم. جهت بررسی و مقایسهٔ توانایی چهار روش جهت حذف لایهٔ اسمیر، بعد از سیل کردن فورامن اپیکال با موم جهت ایجاد Closed system در دندان اختصاص داده شده به این بخش از مطالعه، کانال‌ها با استفاده از سیستم روتاری VDW (Mtwo endodontic synergy, Munich, Germany) به‌همراه (Premier product Co, Hannover, Lubricant (RC-Prep) Germany) تا سایز اپیکالی ۴۰ # و تیپر ۰/۰۴ ، شستشو با ۲ میلی‌لیتر هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵ درصد بین فایل‌ها و شستشوی نهایی آب مقطر، آماده‌سازی شدند. نمونه‌های مربوط به این بخش از مطالعه به ۳ گروه Experimental تقسیم شدند:

گروه ۱: Conventional Irrigation(CI) + حذف لایهٔ اسمیر شامل (n= ۱۸) دندان که در آن طی ۲۰ ثانیه ۲ میلی‌لیتر NaOCl ۵/۲۵ درصد به‌وسیلهٔ سرنگ Maxi- probe با سرسوزن گیج ۳۰ به داخل کانال هدایت شد به‌طوری‌که سوزن در ۱ میلی‌متری طول کارکرد قرارداده شد و در نیمهٔ اپیکالی دندان در یک فاصلهٔ ۴ میلی‌متری به بالا و پایین حرکت داده شد. در این مرحله جهت حذف لایهٔ اسمیر، ۲ میلی‌لیترEDTA به مدت ۱ دقیقه و ۲ میلی‌لیتر NaOCl ۵/۲۵ درصد به مدت ۱ دقیقه استفاده شد و سپس طی ۶۰ ثانیه با نرمال‌سالین شستشو داده شد. این گروه به‌عنوان Gold standard مقایسه درنظر گرفته شد.

گروه ۲: Laser Activated Irrigation(LAI) شامل(۱۸ =n) دندان که در آن طی ۲۰ ثانیه، ۲میلی‌لیتر هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵ درصد به‌وسیلهٔ سرنگ Maxi-probe با سرسوزن گیج ۳۰ به داخل کانال برده شد و سپس به‌وسیلهٔ لیزر Nd:YAG (Fotona,FIDELIS, Ljubljana,Slovenia) با یک فیبر اندودانتیک به قطر۳۰۰ میکرومتر و پالس انرژی ۵۰ میلی‌ژول و توان ۲وات، فرکانس۲۰هرتز با عرض پالس Microsecend ۱۰۰(VSP : Very short pulse) و pps ۲۰، به مدت ۲۰ ثانیه فعال شد. فیبر در اپیکالی‌ترین ناحیهٔ آماده‌سازی‌شدهٔ کانال قرارداده می شود و طی دوره‌های زمانی ۵ ثانیه‌ای به‌صورت

[Downloaded from icml.ir on 2026-05-27]

مارپیچ حرکت داده می‌شود. این پروتکل بدون خارج ساختن فیبر از کانال، ۴ بار تکرار می‌شود (۲۰ ثانیه). در انتها، کانال با ۲ میلی‌لیتر NaOCl ۵/۲۵ درصد به‌وسیلهٔ سرنگ شستشو داده شد و نهایتاً طی ۶۰ ثانیه با نرمال‌سالین شسته شد.

گروه ۳: Passive Ultrasonic Irrigation(PUI) شامل (۱۸ =n) دندان که در آن طی ۲۰ثانیه، ۲میلی‌لیتر NaOCl ۵/۲۵ درصد به‌وسیلهٔ سرنگ Maxi-probe با سرسوزن گیج ۳۰ به داخل کانال هدایت شد. سپس یک فایل(K-file stainless-steel, Dentsply,Mailleffer) Stainless-steel #۲۰ به‌وسیلهٔ دستگاه اولتراسونیک (Varios350, NAKANISHI Inc, Tokyo, Japan)و نگهدارندهٔ E11 (نگهدارندهٔ u- فایل با زاویهٔ ۱۲۰ درجه) جهت فعال‌سازی محلول شستشودهنده با تنظیم بر E4 Power استفاده شد به‌طوری‌که مطابق مطالعهٔ De Moor (۳۱) نوک فایل در ۱ میلی‌متری سد اپیکالی قرار گرفت. درانتها، طی ۲۰ ثانیه کانال با ۲ میلی‌لیتر NaOCl ۵/۲۵ درصد به‌وسیلهٔ سرنگ Maxi-probe با سرسوزن گیج ۳۰ شستشو داده شد و نهایتاً طی ۶۰ ثانیه با نرمال‌سالین مقطر شسته شد.

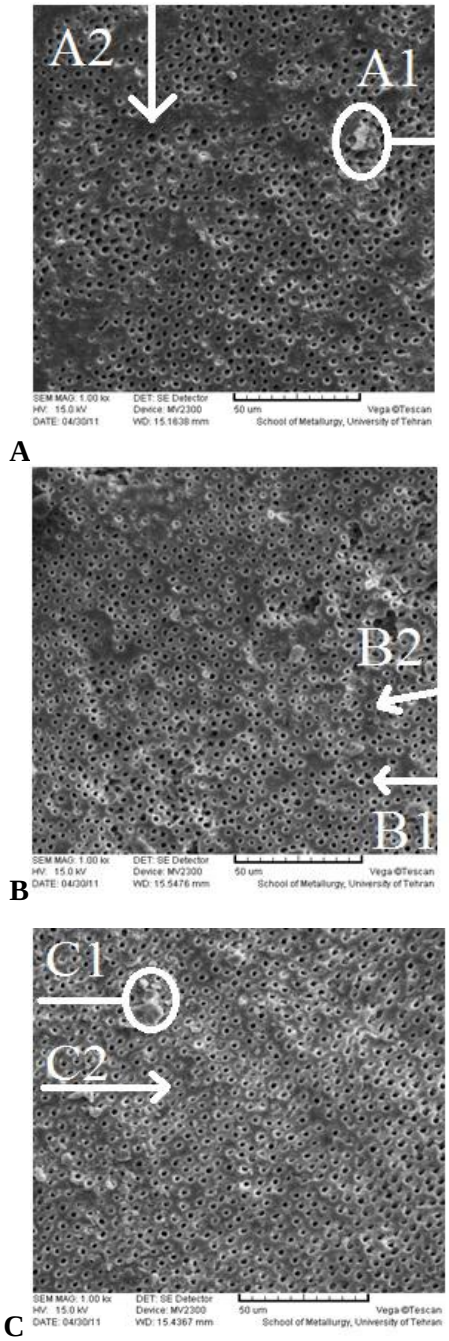
بعد از شستشوی نهایی، کانال‌ها به‌دقت با کن کاغذی شمارهٔ ۳۵ خشک شدند. از دندان‌ها به‌وسیلهٔ دستگاه Mecatome (T201A, Persi, Grenoble, France) مقاطع طولی (Longitudinal) تهیه شد. مرکز ناحیهٔ مورد بررسی در سه ناحیهٔ کرونالی، میانی و اپیکالی به‌وسیلهٔ (JEOL,JSM-5500,Tokyo, Japan) Scanning Electron Microscope(SEM) و با بزرگ‌نمایی ۲۰۰X مشخص گردید و سپس با بزرگ‌نمایی ۱۵۰۰X میزان دبری و لایهٔ اسمیر بررسی شد.

یافته ها

در گروه (CI) Conventional Irrigation + حذف لایهٔ اسمیر توسط EDTA دهانهٔ توبول‌های عاجی در هر سه منطقهٔ یک‌سوم آپیکالی، یک‌سوم میانی و یک‌سوم کرونالی باز بود و تنها اندکی اسمیر لایر در ناحیهٔ یک‌سوم آپیکالی دیده شد(تصویر ۱).

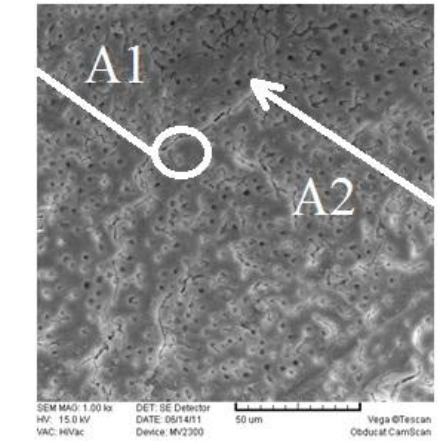
در گروه لیزرNd:YAG در ناحیهٔ یک‌سوم کرونالی و یک‌سوم میانی دهانهٔ توبول‌های عاجی باز بود ولی در ناحیهٔ یک‌سوم آپیکالی اسمیر لایر دیده‌شد و همچنین دهانهٔ توبول‌های عاجی توسط تابش لیزر ذوب و مسدود شدند(تصویر ۲).

در گروه Passive Ultrasonic Irrigation(PUI) در ناحیهٔ یک‌سوم کرونالی دهانهٔ توبول‌های عاجی باز بود ولی در ناحیهٔ یک‌سوم میانی و یک‌سوم آپیکالی اسمیر لایر دیده‌شد که در ناحیهٔ یک‌سوم آپیکالی این اسمیر لایر ضخیم به‌صورت ترک‌خورده دیده‌شد(تصویر ۳).

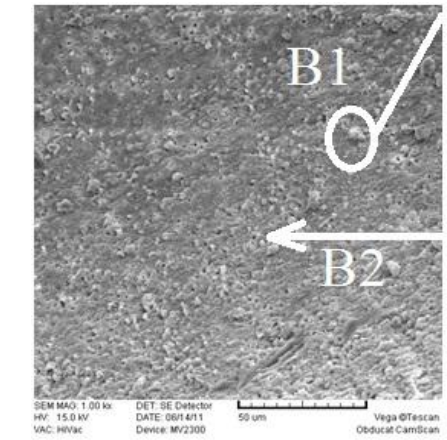


تصویر ۱: تصویر Scanning electron microscopic با بزرگ‌نمایی۱۵۰۰ برابر یک نمونه از گروه Conventional irrigation + Smear layer removal (A یک‌سوم کرونالی (A1, A2:دهانهٔ باز توبول‌های عاجی B) یک‌سوم میانی(B1,B2: دهانهٔ باز توبول‌های عاجیC) یک‌سوم اپیکالی (C1: لایهٔ اسمیر و C2: دهانهٔ باز توبول‌های عاجی)

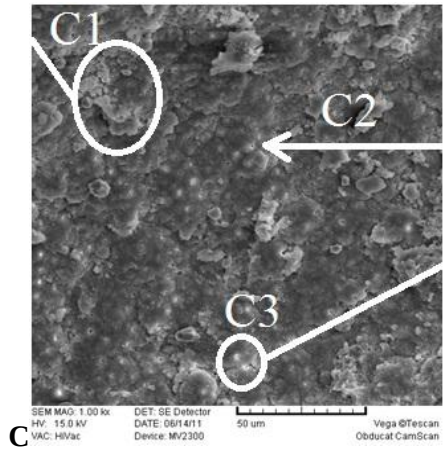
[Downloaded from icml.ir on 2026-05-27]



A

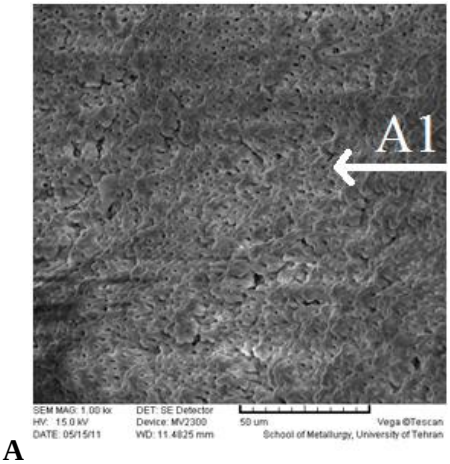


B

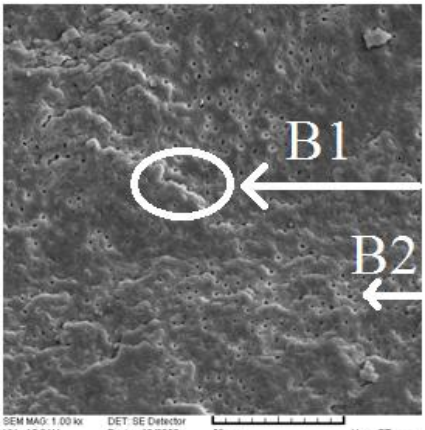


C

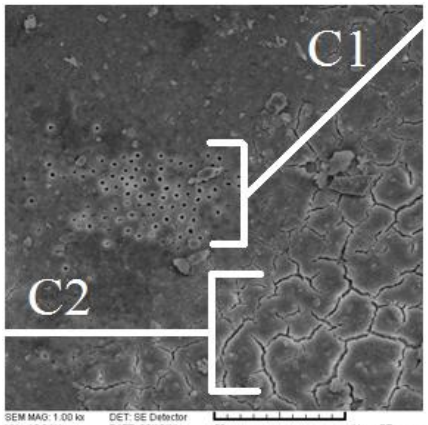
تصویر ۲: تصویر Scanning electron microscopic با بزرگ‌نمایی ۱۵۰۰برابر یک نمونه از گروه Laser activated irrigation A: یک‌سوم کرونالی (A1, A2: دهانهٔ باز توبول‌های عاجی) B : یک‌سوم میانی(B1,B2 : دهانهٔ باز توبول‌های عاجی) C : یک‌سوم اپیکالی (C1: لایهٔ اسمیر و C3,C2 : دهانهٔ ذوب‌شدهٔ توبول‌های عاجی)



A



B



C

تصویر ۳: تصویر Scanning electron microscopic با بزرگ‌نمایی ۱۵۰۰برابر یک نمونه از گروه Passive ultrasonic irrigation A: یک‌سوم کرونالی(A1: دهانهٔ باز توبول‌های عاجی) B : یک‌سوم میانی (B1 : لایهٔ اسمیر پوشانندهٔ توبول‌های عاجی B2: دهانهٔ باز توبول‌های عاجی) C : یک‌سوم اپیکالی (C1: دهانهٔ باز توبول‌های عاجی و C2 : لایهٔ اسمیر ضخیم ترک‌خورده)

[Downloaded from icml.ir on 2026-05-27]

به‌طور کلی میزان حذف لایهٔ اسمیر در یک‌سوم کرونالی کانال در مقایسهٔ سه گروه تفاوت نشان داد که مربوط به گروه Conventional Irrigation+Smear layer removal و گروه Passive ultrasonic irrigation بود به‌طوری‌که میزان حذف لایهٔ اسمیر در گروه PUI از CI+Smear layer removal کمتر بود. در یک‌سوم میانی کانال، میزان حذف لایهٔ اسمیر در گروه Cl+Smear layer removal از هر دو گروه دیگر بیشتر بود و در یک‌سوم اپیکالی کانال میزان حذف لایهٔ اسمیر در گروه Cl+Smear layer removal از هردو گروه دیگر بیشتر بود.

بحث

بسیاری از چالش‌های شناخته‌شدهٔ مطالعات In vivo دراندودانتیکس به مشکلات مشارکت و استانداردسازی بیماران مربوط می‌شود. از این‌رو تلاش برای به‌کارگیری مدل‌های تجربی که بازتابی از شرایط بالینی هستند و همچنین از عوامل انحرافی(Confounding factors) ممانعت می‌کنند، صورت گرفت. بسیاری از تحقیقات In vitro وEx vivo در اندودانتیکس در زمینه‌های میکروبیولوژی، شستشو و ضدعفونی کانال ریشه با استفاده از عاج (Dentin) انجام شده است[۱۳, ۱۴].

اهمیت لایهٔ اسمیر پوشانندهٔ دیواره‌های کانال ریشه، همچنان متناقض است. از نقطه‌نظر دندانپزشکی ترمیمی، لایهٔ اسمیر به‌عنوان سد فیزیکی در مقابل باکتری‌ها و محصولاتشان عمل می‌کند واجازهٔ نفوذ به آن‌ها را نمی‌دهد[۱۵]. ازسوی‌دیگر Brannstrom و همکاران حضور باکتری‌ها را در لایهٔ اسمیر نشان دادند و اظهار داشتند آن‌ها می‌توانند تکثیر یابند و سمومی تولید می‌کنند که برای پالپ مضر است[۱۶]. William و همکارانش، با استفاده از مدل میکروارگانیسم‌های متحرک، نفوذپذیری لایهٔ اسمیر را در In vitro ثابت کردند و همچنین گزارش کردند در کانال ریشهٔ به‌شدت عفونی، باکتری‌ها ممکن است در عمق توبول‌های عاجی یافت شوند و لایهٔ اسمیر پوشانندهٔ دیواره‌های کانال ریشه بعد از اینسترومنتیشن اندودانتیک، حاوی بقایای بافت پالپ نکروتیک و باکتری می‌باشد [۱۷]. همچنین لایهٔ اسمیر می‌تواند از نفوذ ضدعفونی‌کننده‌ها و پرکننده‌های کانال ریشه به داخل توبول‌های عاجی ممانعت کند[۱۸].

Minamisako و همکاران کارآیی لیزر Nd:YAG را درحذف دبری، لایهٔ اسمیر و بافت پالپی ثابت کرده‌اند[۱۹]. بنابراین در این مطالعه از لیزر Nd:YAG با توان ۲ وات، فرکانس۲۰ هرتز با عرض پالس ۱۰۰ μ s VSP : Very short (pulse) و به مدت ۲۰ ثانیه استفاده شد. اکسپوژرهای طولانی‌تر با قدرت کمتر، ریسک آسیب بافتی طی کاربرد بالینی را کاهش می‌دهد زیرا افزایش دما به‌طور قابل توجهی کمتر می‌شود. از سوی دیگر برای خنثی‌کردن گرمای تولیدشده طی تابش لیزر و همچنین تقویت اثرهای تابش لیزر، کانال‌ها می‌توانند با هیپوکلریت سدیم یا EDTA پر شوند. در توافق با نتایج به‌دست آمده از تحقیق، Mello و همکاران نیز در ارزیابی‌های SEM نتیجه گرفتند شستشوی ممتد با ۵ میلی‌لیتر EDTA به مدت ۳ دقیقه به‌طور مؤثری لایهٔ اسمیر را برمی‌دارد[۲۰].

همچنین Oliveira و همکاران در مقایسهٔ قابلیت نفوذ و مورفولوژی عاج داخل کانال تحت تابش با لیزرهای مختلف شامل Nd:YAG ، Er:YAG و دیود به این نتیجه رسیدند که دیواره‌های تابش‌یافته با لیزر Nd:YAG سطوح داخل کانال ذوب شده بود[۲۱].

نتیجه گیری

از یافته‌های این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت پروتکل استاندارد حذف لایهٔ اسمیر، منجر به حذف مؤثرتر لایهٔ اسمیر و عمق نفوذ بیشتر محلول شستشودهنده می‌گردد. ازآنجاکه یک‌سوم اپیکالی کانال برای ما یک ناحیهٔ با اهمیت محسوب می‌شود و هرچه بهتر بتوانیم دبری و لایهٔ اسمیر را حذف کنیم، شانس موفقیت درمان ریشه را بالاتر برده‌ایم، به‌نظر می‌رسد تلفیق دو روش laser و پروتکل استاندارد حذف لایهٔ اسمیر جهت پوشش نقاط ضعف هرکدام می‌تواند ما را به سمت اهداف درمان ریشه سوق دهد. مطالعات بیشتری جهت اثبات این امر مورد نیاز است.

[Downloaded from icml.ir on 2026-05-27]

References

1. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Zand V. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. J Endod. 2006; 32(5): 434-7.
2. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants againts Entrococcus fecalis biofilms. J Endod. 2006; 32(12): 527-31.
3. Nair P, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after one visit endodontic treatment. Oral surgery, oral pathology, oral radiology and endodontics 2005; 99(2): 231-52.
4. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006; 32(5): 389-98.
5. Wu Mk, Dummer PMH, Wesselink PR. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. Int Endod J 2006; 39(5): 343-56.
6. Wang Q, Zhang C, Yin X. Evaluation of bactericidal effect of Er;Cr:YSGG and Nd:YAG lasers in experimentally infected root canals. J Endod 2007; 33(7): 830-2.
7. Stabholz A, Sahar Helft S, Mosgonov J. laser in endodontics. Dent clin north Am 2004; 48(4): 809-32.
8. Piccolomini R, D'Arcangelo C, D'Ercole S, Catamo G, De-Fazio P. Bacteriologic evaluation of the effect of Nd:YAG laser irradiation in experimental infected root canals. J Endod 2002; 28(12): 276-8.
9. Folwaczny M, Mehl A, Jordan C, Hickel R. Effect of pulsed Nd:YAG laser iradiation at different energy settings in root canals. J Endod. 2002; 28(5): 24-9.
10. Koba K, Kimura Y, Matsumoto K, Takeuchi T, Ikarugi T, Shimizu T. A histopathologial study of the morphological changes at the apical seat in the periapical region after irradiation with a pulsed Nd:YAG laser. Int Endod J. 1998; 31(6): 415-20.
11. Minamisako M, Kinoshita J, Matsimoto K, Stolf D, Morques J, . A study on root canal cleaning by Nd:YAG laser with black dye solution. journal of oral laser applications. 2009; 9(2): 101-9.
12. Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CCR. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing Enterococcus faecalis within root canals and dentinal tubules. Int Endod J. 2006; 39(1): 10-7.
13. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, M.coil J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. Endodo Topics 2005;10(9): 77-102.
14. Qrstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressing of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumatol 1990; 6(4): 142-9.
15. Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. J Dent Res 1980; 59(8): 1398-403.
16. Brannstrom M, Nyborg H. Bacterial growth and pulpal changes under inlays cemented with zinc phosphate and epoxylite CBA 9080. J prosthetic dent 1974; 31(9): 556-65.
17. William S, Goldman M. Penetrrability of the smeared layer by a strain of Proteus vulgaris. J Endod 1985; 11(5): 385-8.
18. Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. J Endod 1977; 3(5): 101-5.
19. Minamisako M, Kinoshita J, Matsimoto K, Stolf D, Morques J, . A study on root canal cleaning by Nd:YAG laser with black dye solution. journal of oral laser applications 2009; 9(2): 101-9.
20. Mello I, Kammere B, Yoshimoto D, Macedo M, Antoniazzi J. Influence of final rinse technique on ability of Ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. J Endod 2010; 36(3): 512-4.
21. Esteves-Oliveira M, Guglielmi C, Müller Ramalho K, Arana-Chavez V, de Eduardo CP. Comparison of dentin root canal permeability and morphology after irradiation with Nd:YAG, Er:YAG, and diode lasers. Lasers in Medical Sciences 2010; 25(5): 755-60.

[Downloaded from icml.ir on 2026-05-27]