ORIGINAL ARTICLE

Effect of Diode and CO_2 Lasers Combined with Sodium Fluoride Varnish on Microhardness of Deciduous Enamel

Samaneh Hemmati[1],
Hajar Dehghan[2]

[1]Assistant Professor, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

(Received February 28, 2016 ; Accepted June 5, 2016)

Abstract

Background and purpose: Prevention of dental caries is one of the primary goals in dentistry. Application of fluoride decreased dental demineralization but the preventive ability of this fluoride is limited. Nowadays different investigations into dental erosion focused on the preventive effect of laser irradiation. The purpose of this applied study was to assess the effect of diode laser (λ = 810nm) and CO2 laser treatment in combination with NaF 2.26% varnish on deciduous enamel microhardness.

Materials and methods: Seventy-two human mandibular deciduous incisors were polished and randomly allocated to the following treatments (n = 12): (1) NaF varnish (2.26% F); (2) NaF varnish + diode laser; (3) NaF varnish + CO2 laser; (4) CO2 laser; (5) diode laser; (6) control group (no treatment). Enamel alterations were determined using Vickers surface microhardness (VMH) testing after treatment and after erosion challenge. For the formation of artificial caries, the samples were immersed in hydrochloric acid, and then enamel alterations were determined again. The mean VMH were tested using analysis of variance and Tukey test.

Results: All treatments except CO_2 laser improved the hardening of enamel surface ($P<0.05$) and increased the resistance of samples against demineralization. The NaF + diode laser group had significantly higher surface microhardness value than the other groups ($P<0.05$). There were no significant differences between diode laser, NaF and CO_2 laser + NaF groups in surface microhardness.

Conclusion: The surface microhardness was the highest when both laser and fluoride were applied. Therefore, the effect appears to be synergistic; also, diode laser compared with CO2 laser was more effective in improving the hardening of enamel surface.

Keywords: diode laser, CO2 laser, fluoride, deciduous teeth, erosion

J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26(138): 44-54 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و ششم شماره ۱۳۸ تیر سال ۱۳۹۵ (۵۴-۴۴)

اثر لیزر دیود و لیزر CO_2 همراه با وارنیش سدیم فلوراید بر روی ریزسختی مینای دندان شیری

سمانه همتی[۱]
هاجر دهقان[۲]

چکیده

سابقه و هدف: پیشگیری از پوسیدگی از اهداف اولیه در دندانپزشکی می‌باشد. کاربرد فلورایدهای موجود در کاهش دمینرالیزاسیون دندانی بسیار موثر است، اما توانایی محافظتی آن‌ها محدود است. بنابراین امروزه مطالعات زیادی برای بهبود اثر فلوراید توسط استفاده از لیزر صورت گرفته است. لذا هدف از این مطالعه کاربردی آزمایشگاهی، ارزیابی تاثیر لیزر دیود (طول موج= nm۸۱۰) و لیزر CO_2 (طول موج = μm ۱۰/۶) در همراهی با وارنیش NaF ۲/۲۶ درصد بر روی ریزسختی سطحی مینای دندان شیری می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ۷۲ دندان انسیزور شیری سالم مندیبل انسان پس از خارج شدن به دلایل درمانی، پالیش شده و به صورت تصادفی وارد یکی از گروه‌های درمانی زیر شدند: ۱) وارنیشNaF، ۲) وارنیش NaF همراه با لیزر دیود، ۳) وارنیش NaF همراه با لیزر CO_2، ۴) لیزر CO_2، ۵) لیزر دیود، ۶) کنترل (بدون درمان). تغییرات مینایی به وسیله تست میکروهاردنس ویکرز (Surface Micro Hardness Vickers) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ایجاد پوسیدگی مصنوعی نمونه‌ها در محلول HCl غوطه‌ور شدند. آنالیز آماری واریانس و توکی جهت بررسی نتایج انجام شد.

یافته‌ها: تمامی گروه‌های درمانی به جز گروه لیزر CO_2 باعث بهبود سختی سطح مینا و افزایش مقاومت مینا در برابر دمینرالیزاسیون شدند. گروه لیزر دیود در ترکیب با محلول فلوراید به‌طور معنی‌داری میکروهاردنس بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها داشت و اختلاف معناداری بین گروه‌های درمانی لیزر دیود و سدیم فلوراید و لیزر CO_2 + سدیم فلوراید دیده نشد.

استنتاج: سختی سطحی مینا وقتی تحت درمان با فلوراید همراه با لیزر قرار می‌گیرد، به میزان زیادی نسبت به گروه کنترل افزایش نشان می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد این دو اثر سینرژیک داشته باشند و هم‌چنین لیزر دیود در مقایسه با لیزر CO_2 در افزایش ریزسختی دندان موثرتر بوده است.

واژه های کلیدی: لیزر دیود، لیزر CO_2، فلوراید، دندان شیری، سایش

مقدمه

علی‌رغم مطالعات متعددی که در زمینه پیشگیری از پوسیدگی دندان صورت گرفته است، پوسیدگی دندانی باز هم شایع‌ترین بیماری دوران کودکی است که ۵ برابر شایع‌تر از آسم و ۷ برابر شایع‌تر از رینیت آلرژیک در جمعیت ۱۷-۵ ساله‌ها می‌باشد. روند پوسیدگی تا بزرگسالی هم‌چنان ادامه می‌یابد، به طوری که بیش از ۹۰ درصد

مولف مسئول: هاجر دهقان– قزوین: دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دانشکده دندانپزشکی E-mail: hajar.dehghan84@gmail.com
۱. استادیار، گروه دندانپزشکی اطفال، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. استادیار، گروه دندانپزشکی اطفال، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۱۱/۱۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۴/۱۱/۱۷ تاریخ تصویب : ۱۳۹۵/۳/۱۶

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

بالغین پوسیدگی دندانی را تجربه می‌کنند(۱). روش‌های مختلفی برای پیشگیری از پوسیدگی دندان پیشنهاد شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به استفاده از محصولات CPP-ACP، محصولات حاوی فلوراید و لیزرتراپی اشاره کرد(۲).کاربرد فلوراید در فرم‌های مختلف باعث کاهش شیوع پوسیدگی به میزان ۶۰-۵۰ درصد در دندان‌های دائمی و ۵۰-۴۰ درصد در دندان‌های شیری شده است. ولی با این وجود، هم‌چنان پوسیدگی دندان شایع‌ترین بیماری مزمن دوران کودکی می‌باشد(۱). کاربرد فلوراید در غلظت‌های بالا مانند استفاده از دهانشویه‌ها، ژل‌ها و وارنیش‌ها در کاهش دمینرالیزاسیون دندانی بسیار موثر شناخته شده است، اما همیشه علاقه به پیدا کردن یک ترکیب جدید برای این هدف وجود داشته است(۳). پتانسیل فلورایدهای معمول از جمله سدیم فلوراید در پیشگیری از دمینرالیزاسیون دندانی در ارتباط با تشکیل یک لایه کلسیم فلوراید بوده است که به عنوان یک سد فیزیکی عمل می‌کند که مانع از تماس مواد اسیدی با سطح دندان می‌شود و هم‌چنین به عنوان یک منبع ذخیره‌کننده عمل می‌کند که در حین حملات اسیدی با فعالیت بافری خود باعث تحریک رمینرالیزاسیون دندان می‌شود(۴). با این وجود کلسیم فلوراید قابلیت حل شدن در اسید را دارد، بنابراین توانایی حفاظتی سدیم فلوراید محدود است. لذا امروزه استفاده از لیزر به عنوان یک روش جایگزین برای پیشگیری از پوسیدگی دندان پیشنهاد شده است(۵).

با توجه به اثر بخشی لیزر و نیز ترکیبات حاوی فلوراید در مقاوم‌سازی ساختار مینا، مطالعات مختلف اثر این دو روش را به صورت ترکیبی و در کنار هم مورد بررسی قرار داده اند و در برخی از آن‌ها نشان داده شده است این روش‌ها در حالت ترکیب با یکدیگر اثر هم نیروزایی (synergic) دارند(۶). در مورد مکانیسم این اثر دو تئوری اصلی وجود دارد. تئوری اول علت آن را افزایش تجمع CaF_2 درون ترک‌ها و تضرس‌های ایجاد شده توسط لیزر می‌داند و تئوری دیگر وارد شدن فلوراید به ساختار هیدروکسی آپاتیت و تشکیل فلوروآپاتیت در اثر حرارت لیزر را علت آن می‌داند. در حالت اول یک پیوند ضعیف بین ساختار دندان و فلوراید برقرار می‌شود و در دومی، پیوند بین فلوراید با دندان مستحکم می باشد(۷).

لیزر Co_2: active medium آن یک تیوپ حاوی مخلوطی از Co_2، نیتروژن، هلیم و نئون است. طول موج آن ۱۰۶۰۰ نانومتر می‌باشد و در درمان‌های بافت نرم استفاده می‌شود(۸). لیزر Diode (GaAlAs) از ترکیب آلومینیوم، گالیوم و آرسنایدبرای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی نورانی استفاده می‌کند. علت مقبولیت دستگاه‌های لیزر دیود، سایز کوچک، قابلیت اعتماد و قیمت نسبتاً پایین و کاربرد راحت آن در حفره دهان است. طول موج‌های ۶۵۵ تا ۱۰۶۴ نانومتر آن در دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند(۹،۱۰). کاربرد لیزر بر روی بافت سخت دندان باعث تغییرات مورفولوژیک و ساختاری می‌شود، از جمله افزایش مقاومت به اسید و افزایش جذب فلوراید توسط ساختار دندان را ذکر کرده‌اند(۱۱). بنابراین طبق نتایج مطالعات مختلف، جهت بهبود تاثیر انواع مختلف فلوراید بر دمینرالیزاسیون مینا تابش لیزر راه مناسبی است(۱۶-۱۲). Tepper و همکاران در سال ۲۰۰۴ دریافتند که تابش ۱۵ ثانیه لیزر CO2 بلافاصله بعد از کاربرد آمین فلوراید در پیشگیری از پوسیدگی مفید است(۱۷). انارکی و همکاران در سال ۲۰۱۳ اثر لیزر CO2 و Er,Cr:YSGG را در ترکیب با فلوراید بررسی کردند و نتایج بدین صورت بود که اثر ترکیبی لیزر و فلوراید در کاهش پوسیدگی بیش تر از اثر هر کدام به تنهایی است(۱۸) در سال ۲۰۱۱، De-melo و همکاران تاثیر تابش لیزر دیود (طول موج ۸۰۸ نانومتر) بر عاج برای پیشگیری در مقابل اروژن دندانی را بررسی کردند. نتایج به وسیله SEM و پروفیلومتری بررسی شد و بدین صورت بود که لیزر دیود با انرژی $6 J/cm^2$ اثر بازدارنده بر دمینرالیزاسیون عاج بدون هیچ اثر مضری دارد(۱۹). اگرچه در برخی مطالعات دیگر نشان داده

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

شده است که تابش لیزر اثر مضاعفی بر کاربرد فلوراید به تنهایی ندارد(۲۱،۲۰). با توجه به تفاوت ساختمان مینا در دندان‌های شیری نسبت به دندان‌های دائمی، برآن‌شدیم در این مطالعه به بررسی اثر سدیم فلوراید به همراه لیزر دیود و مقایسه آن با لیزر CO_2 در افزایش مقاومت مینای دندان شیری در مقابل دمینرالیزاسیون بپردازیم.

مواد و روش ها

در این مطالعه کاربردی- آزمایشگاهی، برای تعیین تعداد نمونه براساس میزان خطای نوع اول ۰/۰۵= α و ۰/۲= β و با استفاده از رابطه

$$d = \frac{\mu max - \mu min}{s}$$

$$F = \frac{d}{2}\sqrt{\frac{k+1}{3(k-1)}}$$

که در آن μ_{max} بزرگ‌ترین میانگین در گروه‌ها و μ_{min} کوچک ترین میانگین در گروه‌ها، S انحراف معیار گروه‌ها، F اندازه اثر و K تعداد گروه‌های مورد بررسی می باشد، تعداد نمونه‌ها در هر گروه برابر ۱۲ به دست آمد. لذا برای انجام این طرح ۱۲×۶ آزمایش برای گروه‌ها انجام شد.

از ۷۲ دندان انسیزور شیری مندیبل انسانی (A,B) که به روش نمونه‌گیری آسان، از بین دندان‌های فاقد پوسیدگی، ترک و هیپوکلسیفیکاسیون که به دلیل طرح درمان ارتودنسی یا کمبود فضا یا لقی کشیده شده بودند، استفاده شد. دندان‌هایی که دارای ترک، ضایعات سفید و دمینرالیزه و مشکلات ساختاری قابل ملاحظه بودند، از مطالعه حذف گردیدند. دندان‌ها از هنگام کشیده شدن به مدت ۲۴ ساعت در محلول تیمول ۰/۲ درصد قرار داده شد و پس از آن دندان‌ها در محلول سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد که به‌طور روزانه تعویض می‌شدند، در دمای اتاق تا زمان انجام مطالعه به مدت حداکثر سه ماه از زمان کشیده شدن نگهداری شدند. قبل از شروع مراحل تحقیق، تاج دندان‌ها با پودر پامیس و رابرکپ متصل به هندپیس دور کند، برساژ شدند. در مرحله بعد، ریشه تمامی آن‌ها از حدود ۵ میلی‌متر زیر CEJ توسط هندپیس لابراتواری و دیسک الماسی شیار دار در حضور اسپری آب قطع گردید و سپس دندان‌ها به صورت جداگانه درون بلوک‌های آکریل شفاف مانت شدند. سطح لبیال دندان‌ها با کاغذ سیلیکون کارباید ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ grit پالیش شد، بر روی سطح لبیال دندان‌ها پنجره‌ای به ابعاد ۳*۳، برچسب کاغذی گذاشته شد و اطراف آن با لاک ناخن پوشانده شد. به منظور شبیه‌سازی به محیط دهان هر ۷۲ دندان به مدت یک ساعت قبل از شروع آزمایش در داخل بزاق مصنوعی قرار گرفتند و تست سختی سنجی ویکرز (Vickers diamond, Koopa-MH1-Tehran-Iran) در سه نقطه از نمونه انجام شد که میانگین این سه نقطه به عنوان baseline در نظر گرفته شد، نیروی وارد شده توسط دستگاه ۵۰۰ گرم بود که در مدت ۱۰ ثانیه اعمال شد. سپس نمونه ها به صورت رندوم به ۶ گروه ۱۲تایی تقسیم شدند: ۱) وارنیش NaF، ۲) وارنیش NaF همراه با لیزر دیود، ۳) وارنیش NaF همراه با لیزر CO_2، ۴) لیزر CO_2، ۵) لیزر دیود، ۶) کنترل (بدون درمان). در گروه‌های NaF از وارنیش سدیم فلوراید (Duraphat, Calgare, saopalo, Brazil 2.26% F) استفاده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در داخل بزاق مصنوعی قرار داده شدند و بعد از آن ۳۰ ثانیه با آب شستشو داده شدند و تست سختی سنجی ویکرز صورت گرفت.

در گروه‌هایی که قرار بود تحت درمان لیزر قرار بگیرند، بعد از خارج کردن نمونه‌ها از محلول فلوراید، لیزر درمانی با لیزر دیود (LAMBDA Scientifica S.p.a, LAEDL001.1, ITALY) با طول موج ۸۱۰ نانومتر(۱۶) و توان ۱/۵ w continues، به مدت ۱۵ ثانیه با فاصله ۲-۱ میلی‌متری با حرکت رفت و برگشت بر روی سطح نمونه‌ها صورت گرفت. درگروه‌های لیزر CO_2 (Smart us 20 D; Deka, florences Italy) لیزر با طول موج ۱۰/۶ µm و توان خروجی ۲وات به

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

مدت ۱۰ ثانیه با فاصله ۲-۱ میلی‌متری از سطح نمونه‌ها، با spot سایز mm۰/۲ با حرکت رفت و برگشت به صورت continuous بر روی سطح نمونه‌ها تابانده شد و سپس از نمونه‌ها تست سنجش ویکرز صورت گرفت تا میزان تاثیر این درمان‌ها در مقاوم سازی دندان بررسی شود و در نهایت نمونه‌ها وارد محلول دمینرالیزاسیون شدند. نمونه‌ها در ml ۲۰ محلول ۰/۰۱ M، HCl با pH=۲ به مدت ۵ دقیقه قرار داده شدند و پس از شستشو با آب، نمونه ها در بزاق مصنوعی به میزان ml ۲۰ با pH=۷، به‌مدت ۱ ساعت قرارگرفتند. سپس میکروهاردنس نمونه‌ها به وسیله تست سنجش ویکرز سنجیده شد، بدین‌منظور بر سطح نمونه‌ها، ۳ ضربه عمودی با بار ۵۰۰ گرم به مدت ۱۰ ثانیه اعمال شد و فاصله این ضربات µm ۱۰۰ بود. قطر حفره ایجاد شده برای هر ضربه اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد به دست آمده به عنوان ریز سختی نمونه در نظر گرفته شد. سپس درصد تغییرات میکروهاردنس نمونه‌ها بعد از درمان (SurfaceMicroHardness,SMH1) و بعد از چالش اسیدی (SMH2) با میکروهاردنس اولیه (SMH) طبق فرمول زیر محاسبه شد:

درصد تغییرات بعد از درمان[1] (Surface microHardness Concentration) درصد تغییرات بعد از چالش اسیدی[2] درگروه‌های درمانی مختلف مقایسه شد. جهت آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد و تغییرات ریزسختی در گروه‌ها با آزمون ANOVA دوطرفه و یک طرفه و ارزیابی دو به دوی گروه‌ها با آزمون TUKEY صورت پذیرفت.

یافته ها

این مطالعه به منظور مقایسه اثر دو نوع لیزر دیود و CO2 در ترکیب با فلوراید بر روی میکروهاردنس دندان شیری انجام پذیرفت. به منظور مقایسه اثر محافظتی این درمان‌ها از تست میکروهاردنس ویکرز استفاده شد. زیرا افزایش میکروهاردنس دندان به منزله افزایش مقاومت دندان در برابر پوسیدگی می باشد. نتایج مطالعه نشان داد که تمامی درمان‌ها به جز گروه لیزر CO2، منجر به ارتقا سختی سطح مینا شده‌اند. جدول شماره ۱ میانگین سختی سطحی گروه‌های مختلف درمانی را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول ذکر شده است، با در نظر گرفتن SHC1، تمامی درمان‌ها به جز گروه لیزر CO2 منجر به ارتقا سختی سطح مینا شده‌اند ($p<۰/۰۵$) و هم‌چنین طبق SHC2، مقاومت دندان را نیز در برابر اسید افزایش داده‌اند. در این مطالعه، گروه NaF+ لیزر دیود، بیش‌ترین میزان افزایش سختی سنجی و کم‌ترین میزان دمینرالیزاسیون را نشان داد و نسبت به گروه کنترل، حدود ۴۰ درصد کاهش دمینرالیزاسیون را نشان داد که تفاوت معناداری را با سایر گروه‌ها نشان داد. بعد از آن گروه‌های سدیم فلوراید+CO2، NaF و لیزر دیود قرار داشتند که این گروه‌ها نسبت به گروه کنترل، کاهش دمینرالیزاسیون را نشان دادند ولی تفاوت معنی‌داری بین این گروه‌ها وجود نداشت. بعد از آن‌ها گروه لیزر CO2 قرار داشت که نسبت به گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری نداشت و با سایر گروه‌ها تفاوت معناداری را نشان داد.

جدول شماره ۱: میانگین سختی سطح نمونه ها و تغییرات آن پس از درمان و مواجهه با اسید

گروه	تعداد	میانگین سختی baseline	میانگین سختی بعد از اعمال فلوراید و لیزر	درصد افزایش	میانگین سختی بعد از HCl	درصد کاهش
NaF	۱۲	۵/۲۵۴	۳۳۷	٪۳۲	۱/۸۴	۷۴
DIODE+aF	۱۲	۳/۲۶۰	۸/۳۹۸	٪۵۳	۶/۱۸۳	۵۳
CO2+NaF	۱۲	۶/۲۴۳	۵/۳۳۴	٪۳۷	۱۲۱/۳	۶۳
CO2	۱۲	۰/۲۵۷	۲۷۷	٪۸	۳/۴۷	۸۲
DIODE	۱۲	۳/۲۴۵	۷/۳۳۱	٪۳۵	۶/۱۰۷	۶۷
کنترل	۱۲	۴/۲۴۸	۴/۲۴۸		۳/۳۴	۸۶
سطح معنی داری		۶۳۴/۰	<۰/۰۰۱		<۰/۰۰۱	

p-value کوچک تر از ۰/۰۵ معنی دار در نظر گرفته شده است.

1. $SHC1\times100=\frac{SMH1-SMH}{SMH}$

2. $SHC2\times100=\frac{SMH2-SMH1}{SMH1}$

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

بحث

این تحقیق که با هدف بررسی اثر لیزر دیود و لیزر CO_2 همراه با وارنیش NaF بر افزایش ریزسختی سطحی مینایی با استفاده از تست میکروهاردنس ویکرز انجام شد، نشان داد که وارنیش NaF و لیزر دیود به تنهایی به‌طور مشخصی باعث افزایش سختی سطحی مینا و کاهش حلالیت مینا در محلول اسیدی می‌شوند و هم چنین لیزر دیود در همراهی با وارنیش NaF باعث افزایش اثر آن می‌شود ($p < ۰/۰۵$). اما لیزر CO_2 به تنهایی اثر کم‌تری در این زمینه داشت؛ هر چند در همراهی با وارنیش NaF اندکی اثر آن را افزایش داد. تفاوت معناداری نیز بین گروه‌های سدیم فلوراید، سدیم فلوراید+لیزر CO_2 و لیزر دیود دیده نشد.

پتانسیل سدیم فلوراید در پیشگیری از پوسیدگی دندانی در ارتباط با تشکیل لایه کلسیم فلوراید است که به‌عنوان سد و reservoir عمل می‌کند(۲۳،۲۲). با این وجود توانایی NaF در پیشگیری از پوسیدگی دندانی محدود است، زیرا CaF_2 در محیط اسیدی به راحتی حل می‌شود و نیاز به کاربرد مکرر جهت کاهش اروژن دندانی دارد(۲۴). سدیم فلوراید به دو صورت محلول و وارنیش در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. فرم وارنیش توانایی چسبیدن به سطح دندان را دارد و اجازه افزایش زمان تماس آن را با مینا می‌دهد و در نتیجه مدت زمان طولانی‌تری فلوراید با سطح مینا واکنش داده و میزان جذب آن افزایش می‌یابد(۲۵).

در این تحقیق از لیزر دیود و CO_2 جهت بررسی تاثیر آن بر فلوراید موضعی استفاده شد. دلیل انتخاب این نوع لیزرها، افزایش مقاومت در برابر پوسیدگی و تقویت رمینرالیزاسیون(۲۶)، افزایش اثر فلوراید، کاهش نفوذپذیری مینایی نسبت به مواد شیمیایی، فیوژن و recrystalization کریستال‌های مینایی، کاهش محتوای کربنات که اتصال ضعیفی به کریستال‌های آپاتیت دارد و قابل حل می‌باشد و تجزیه ماتریکس ارگانیک و مسدودکردن فضای بین و درون منشوری می‌باشد(۲۷).

کاربرد لیزر می‌تواند باعث افزایش رسوب فلوراید در سطح مینا شود که این رسوبات، اتصال سستی به سطح دندان دارند و به عنوان ذخایر فلوراید عمل می‌کنند تا در مواقع لزوم آزاد شوند(۲۸). هر دو فرم فلوراید، سطحی یا کریستال‌های فلوروآپاتیت، می‌توانند حین حمله‌ی اسیدی از ساختمان دندان‌ها رها شده و باعث رمینرالیزاسیون و سختی سطحی مینا دندان شوند(۲۸). پس از تابش لیزر، توبول‌های سطحی مینا در اثر ذوب شدن مسدود شده و نیز بر اثر حرارت بالای ایجاد شده در ناحیه مورد تابش آب و ترکیبات آلی و یون کربنات که به مرور زمان وارد ساختار هیدروکسی آپاتیت شده است، از ساختار مینا خارج می‌شوند و نسبت ترکیبات معدنی بیش‌تر می‌شود(۲۹). تمام وقایع گفته شده بر اثر لیزر در سطح مولکولی است و باید تغییرات در سطح کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت باشد. یعنی برای رسیدن به مقاومت مینایی، تغییر در ترکیب و آرایش کریستال‌های مینا کافیست و ایجاد تغییرات سطحی بیش‌تر در مینا لزوماً به مقاومت بالاتر نمی‌انجامد. به دلیل حرارت بالای ایجاد شده توسط لیزر، علاوه بر تغییرات ساختاری مینا، اثرات ماکرومولکولی یا مورفولوژیک هم روی مینای دندان ایجاد می‌شود. با توجه به‌این‌که در این تحقیق از تابش همزمان لیزر و درمان فلوراید استفاده شد، به نظر می‌رسد مکانیسم احتمالی فقط استفاده از خاصیت حرارتی لیزر می‌باشد و در واقع لیزر احتمالاً به عنوان تسریع‌کننده واکنش فلوراید عمل کرده است.

تحقیقات متفاوتی از ترکیب فلوراید و لیزر استفاده کردند و از انواع مختلف فلوراید و لیزر بهره گرفته‌اند. اغلب نتایج نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که فلوراید و لیزر اثرات همدیگر را تقویت می‌کنند(۳۱،۳۰). نظریات مختلفی در شرح دلایل افزایش مقاومت مینا بعد از کاربرد لیزر ذکر شده است؛ از جمله: ۱) لیزر باعث تبدیل هیدروکسی آپاتیت کربناته موجود در مینا به هیدروکسی آپاتیت می‌شود که حلالیت کم‌تری دارد و بنابراین مقاومت به اسید را افزایش می‌دهد(۶)، ۲) لیزر

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

باعث ذوب شدن کریستال های هیدروکسی آپاتیت و فیوژن نسبی آن‌ها و کریستالیزاسیون مجدد آن‌ها می‌شود و بنابراین سطح مینا سیل می شود و مقاومت افزایش می‌یابد(۳۲).

Featherstone و همکارانش در سال ۱۹۹۸ ملاحظه کردند که درمان لیزر با CO_2 با انرژی پایین همراه با درمان فلوراید به طور کامل پیشرفت ضایعه پوسیدگی در یک مدل pH-cycling را متوقف کرد(۵). ترکیب تابش لیزر و کاربرد فلوراید موضعی، رمینرالیزاسیون مینا را بیش‌تر از درمان فلوراید یا درمان لیزر به تنهایی کاهش می‌دهد(۳۴،۳۳).

Hossain و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۲ پیشنهاد کردند که ترکیب لیزر CO_2 با سدیم فلوراید در پیشگیری از پوسیدگی دندان، موثرتر از تابش لیزر CO_2 به تنهایی است(۳۴).

Featherstone و همکارانش در تحقیق دیگری در سال ۲۰۰۱ نشان دادند که ترکیب یک لیزر جدید CO_2 و APF اثر حفاظتی شاخصی در برابر پیشرفت پوسیدگی و تشکیل پوسیدگی در سطوح صاف ایجاد می‌کند. این تحقیق درمان با فلوراید را قبل و بعد از تابش لیزر بررسی کرد. بهترین نتیجه زمانی حاصل شد که فلوراید قبل از تابش لیزر استفاده شد(۳۳). نتایج مطالعه Tepper در سال ۲۰۰۴ نشان داد که تابش لیزر CO_2 به همراه محلول فلوراید منجر به افزایش مقاومت اسیدی نمونه‌های مینایی می‌شود. وی از لیزر CO_2، با توان ۲ وات، طول موج ۱۰/۶ µm به مدت ۱۰ ثانیه به صورت همزمان با فلوراید استفاده کرد. در این تحقیق نیز همین پارامترها به کاربرده شد. اگرچه در تحقیق Tepper، اختلاف شاخصی بین گروه‌های حاضر غیر از گروه کنترل وجود نداشت(۱۷).

Rodrigues نیز در سال ۲۰۰۶ مشاهده کرد لیزر CO_2 باعث مقاومت دمینرالیزاسیون مینایی دندان می‌شود و وقتی با فلوراید همراه شود اثر آن افزایش می‌یابد(۶). این محقق، لیزر را در مهار پوسیدگی موثرتر از فلوراید یافت، علت این نتیجه را می‌توان استفاده از خمیردندان فلورایددار به عنوان منبع فلوراید ذکر کرد که غلظت فلوراید کم‌تری داشته و در نتیجه تاثیر کم‌تری نسبت به فلوریدهای غلیظ حرفه‌ای دارد. نعمتی و همکارانش نیز در مطالعه خود اثر دو نوع لیزر CO_2 و Er,Cr:YSGG همراه با ژل APF را بر مقاومت نمونه‌های مینایی بررسی کردند و نتیجه گرفتند کلیه روش‌های به کار رفته در کنترل پوسیدگی موثر هستند و تفاوت مشخصی با گروه کنترل ندارند. ولی ترکیب لیزر CO_2 همراه با APF به‌طور مشخصی نتیجه بهتری از سایر گروه‌ها داشت(۲۱). تمامی این تحقیقات نشان دادند که تابش لیزر CO_2 به همراه فلوراید موثرتر از تابش لیزر به تنهایی در پیشگیری از پوسیدگی است. با توجه به این که Salazar و همکارانش در مطالعه خود نتیجه گرفتند که استعداد به پوسیدگی ارتباط قوی با درجه سختی مینا دارد(۳۵)، می‌توان نتیجه گرفت مطالعات ذکر شده تائیدکننده نتایج مطالعه حاضر نیز می‌باشد. هرچند مطالعات متعددی اثرات محافظتی لیزر CO_2 را در پیشگیری از پوسیدگی و پیشرفت آن نشان داده‌اند(۲۹،۲۷)، نتایج مطالعه ما اثرات قابل ملاحظه‌ای در سختی مینا برای لیزر CO_2 به تنهایی نشان نداد، هرچند در ترکیب با سدیم فلوراید اثرات آن‌ها را تا حدودی بهبود بخشید. به نظر می‌رسد این تفاوت به دلیل پارامترهای لیزر و روش به کار برده شده یا روش اندازه‌گیری تاثیر لیزر می‌باشد. Santaella و همکاران در سال ۲۰۰۴ ملاحظه کردند که تاثیر فلوراید موضعی بیش‌تر از تاثیر لیزر دیود است و لیزر دیود به تنهایی تاثیر چندانی در پیشگیری از پیشرفت ضایعات ندارد(۳۶). Ilkat و همکاران در سال ۲۰۰۶ پیشنهاد کردند که لیزر دیود به تنهایی تاثیر چشمگیری در کاهش حلالیت مینا ندارد. در این مطالعه از لیزر دیود با طول موج ۹۶۰ نانومتر استفاده شد(۳۷). به نظر می‌رسد این تفاوت به دلیل پارامترهای لیزر می باشد، زیرا در مطالعه حاضر از لیزر دیود با طول موج ۸۱۰ نانومتر استفاده شد.

Dos Santos و همکارانش در تحقیقی در سال ۲۰۰۱ درمان با فلوراید را قبل و بعد از تابش لیزر بررسی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

کردند. بهترین نتیجه زمانی حاصل شد که فلوراید قبل از تابش لیزر استفاده شد(۲۹). در مطالعه حاضر نیز از فلوراید قبل از تابش لیزر استفاده شد. در مطالعه Vitale و همکاران(۱۴) و مطالعه Gonzalez و همکاران(۳۸) در سال ۲۰۱۱ ملاحظه کردند که لیزر دیود باعث افزایش جذب یون فلوراید می‌شود. علت آن را تغییرات حرارتی لیزر ذکر کردند که باعث افزایش سختی سطح دندان می‌شود و بنابراین گیر فلوراید و نفوذ آن را بر روی سطح دندان افزایش می‌دهد.

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۳ در برزیل انجام شد، Ramalho و همکاران اثر لیزر CO2 با طول موج ۱۰/۶ میکرومتر و زمان پالس ۵ میکروثانیه و فلوراید را در جلوگیری از خوردگی توسط اسید سیتریک بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که گروه‌های لیزر- فلوراید و لیزر نسبت به گروه فلوراید، مقاومت بیش‌تری نشان داده بودند. در این مطالعه لیزر به تنهایی نیز اثر قابل توجهی روی مقاومت مینا داشت، اگرچه ترکیب آن با فلوراید موثرتر بود(۳۹). در مطالعه‌ایی که توسط فکرآزاد و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام شد، اثر فلوراید در ترکیب با لیزر بیش تر از اثر فلوراید به تنهایی بود و در این مطالعه لیزر به تنهایی تاثیر چندانی در مقاومت مینا نداشت(۱۶). Rechmann وهمکاران در سال ۲۰۱۶ اثر لیزر CO2 را در پیشگیری از پوسیدگی بررسی کردند و مشاهده کردند که لیزر با و بدون فلوراید باعث کاهش پوسیدگی بدون هرگونه تغییرات در سطح مینا می‌شود(۴۰). Rocha و همکاران در سال ۲۰۱۶ اثر لیزر CO2 در ترکیب با استانوس فلوراید را بررسی کردند و نتایج نشان داد استانوس فلوراید به تنهایی اثر چندانی در مقاومت دندان ندارد، ولی لیزر به تنهایی و در ترکیب با فلوراید موثر است و توان لیزر مصرفی در نفوذپذیری مینا اثر می‌گذارد و در این مطالعه توان ۱/۵ وات، بیش ترین نفوذپذیری را در مینا ایجاد کرد(۴۱).

مطالعات ذکر شده تائیدکننده نتایج مطالعه حاضر نیز می باشد. در مطالعه حاضر لیزر دیود نسبت به لیزر CO_2 در افزایش ریزسختی دندان موثرتر بوده است که علت آن می تواند این باشد که لیزرهای High-power مثل لیزر CO_2 می‌توانند آسیب‌های حرارتی برگشت ناپذیری در سطح دندان ایجادکنند، از جمله ایجاد خطوط ترک، نواحی ذوب شده و... که بر اساس نتایج مطالعه حاضر در مورد لیزر دیود این عوارض مشاهده نشد و از آن‌جایی‌که مطالعه در مورد اثرات لیزر دیود بر روی دندان‌های شیری اندک می‌باشد، نیاز به مطالعات بیش‌تری در این زمینه می‌باشد. پارامترهای لیزر مشخص‌کننده میزان جذب و نفوذ و دمای تابش می‌باشد که فاکتور تعیین‌کننده در تغییرات شیمیایی (دمای پایین) یا تغییرات مورفولوژی (دمای بالا) سطوح دندانی و هم‌چنین اثرات سوء بر پالپ است(۱۱). پارامترهای استفاده شده در این مطالعه بر اساس نتایج و توصیه های مطالعات قبلی می‌باشد(۲۳).

سپاسگزاری

این مطالعه با پشتیبانی مرکز تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی بابل و مرکز لیزر دانشکده دندانپزشکی دانشگاه تهران انجام پذیرفت که لازم است بدین‌وسیله نویسندگان مقاله، مراتب قدردانی و تشکر را از مسئولین این مراکز اعلام نمایند.

References

1. Pinkham JR, Casamassimo PS. Pediatric dentistry: infancy through adolescence. 5th ed. Missouri: Elsevier; 2013. p. 200-205.
2. Azarpazhooh A, Limebach H. Clinical efficacy of casein derivatives: A systemic review of literature. J Am Dent Assoc 2008; 139(7): 915-924.
3. Ten Cate JM. Review on fluoride with special emphasis on calcium fluoride mechanisms in caries prevention. Eur J Oral Sci 1997; 105(5):

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

461-465.

4. Saxegaard E, Rolla G. Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application in vitro. Scand J Dent Res 1988; 96: 523-535.
5. Featherstone JD, Barrett-Vespone NA, Fried D, Kantorowitz Z, Seka W. CO_2 laser inhibition of artificial caries-like lesion progression in dental enamel. J Dent Res 1998; 77(6): 1397-1403.
6. Rodrigues LK, Nobre Dos Santos M, Featherstone JD. In situ mineral loss inhibition by CO2 laser and fluoride. J Dent Res 2006; 85(7): 617-621.
7. Esteves-Oliveira M, Zezell DM, Ana PA, Yekta SS, Lampert F, Eduardo CP. Dentine caries inhibition through CO(2) laser (10.6 mum) irradiation and fluoride application, in vitro. Arch Oral Biol 2011; 56(6): 533-539.
8. Lomke MA. Clinical application of dental laser. 2009: 47-59. Available from: www.agd.org. Accessed May 2, 2015.
9. Vanaja KN, Sangeetha S, Dhayanand JV. Laser in periodontics Ascientific boon or bane. SRM Journal of Research in Dental Sciences 2010; 1(1): 91-98.
10. Hossain M, Nakamura Y, Kimura Y, Yamada Y, Ito M, Matsumoto K. Caries-preventive effect of Er: YAG laser irradiation with or without water mist. J Clin Laser Med Surg 2000; 18(2): 61-65.
11. Magalhães AC, Romanelli AC, Rios D, Comar LP, Navarro RS, Grizzo LT, et al. Effect of single applicatin of TiF4 and NaF varnish and solutions combined with Nd: YAG laser irridation on enamel erosion in vitro. Photomed Laser Surg 2011; 29(8): 537-544.
12. Flaitz CM, Hicks MJ, Westerman GH, Berg GH, Belankenau RJ, Powell GL. Argon laser irradiation and acidulated phosphate fluoride treatment in caries-like lesion formation in enamel: an in vitro study. Pediatr Dent 1995; 17(1): 31-5.
13. Westerman GH, Ellis RW, Latta MA, Powell GL. An In Vitro Study of Enamel Surface Microhardness Following Argon Laser Irradiation and Acidulated Phosphate Fluoride Treatment. Pediatr Dent 2003; 25(5): 497-500.
14. Vitale MC, Zaffe D, Botticell AR, Caprioglio C. Diode laser irradiation and fluoride uptake in human teeth. Eur Arch Paediatr Dent 2011; 12(2): 90-92.
15. Fejerskov O, Clarkson BH. Dynamics of caries lesion formation: Fluoride in dentistry; 1996. p. 187-214.
16. Fekrazad R, Ebrahimpour L. Evaluation of acquired acid resistance of enamel surrounding orthodontic brackets irradiated by laser and fluoride application. Laser Med Sci 2014; 29(6): 1793-1798.
17. Tepper SA, Zehnder M, Pajarola GF, Schmidlin PR. Increased fluoride uptake and acid resistance by CO2 laser-irradiation through topically applied fluoride on human enamel in vitro. J Dent 2004; 32(8): 635-641.
18. Anaraki SN, Serajzadeh M, Fekrazad R. Effects of laser assisted fluoride therapy with a CO2laser and Er,Cr: YAGG laser on enamel demineralization. Pediatr Dent 2012; 34(4): 92-96.
19. De-melo MAS, Passos VF, Alves JJ, Barros EB, Santiago SL, Rodrigues LKA. The effect of diode laser irradiation on dentin as a preventive measure against dental erosion. Lasers Med Sci 2011; 26(5): 615-621.
20. Apel C, Meister J, Gotz H, Duschner H, Gutknecht N. Structural changes in human dental enamel after subablative erbium laser irradiation and its potential use for caries prevention. Caries Res 2005; 39(1): 65-70.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

21. Apel C, Meister J, Schmitt N, Graber HG, Gutknecht N. Calcium solubility of dental enamel following subablative Er: YAG and Er: YSGG laser irradiation in vitro. Lasers Surg Med 2002; 30: 337-341.
22. Hove LH, Holme B, Young A, Tveit AB. The protective effect of TiF4, SnF2 and NaF against erosion-like lesions in situ. Caries Res 2008; 42(1): 68-72.
23. Magalhaes AC, Levy FM, Rios BD. Effect of a single application of TiF4 and NaF varnishes and solutions on dentin erosion in vitro. J Dent 2010; 38(2): 153-157.
24. Wang X, Klocke A, Mihailova B, Tosheva L, Bismayer U. New insights into structural alteration of enamel apatite induced by citric acid and sodium fluoride solutions. J Phys Chem B 2008; 112(29): 8840-8848.
25. Wiegand A, Magalhaes AC, Navarro RS, Schmidlin PR, Rios D, Buzalaf MAR, et al. Effect of Titanium Tetrafluoride and Amine Fluoride Treatment Combined with Carbon Dioxide Laser Irradiation on Enamel and Dentin Erosion. Photomed Laser Surg 2010; 28(2): 219-226.
26. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's Restorative Dental Materials. 13th ed. Mosby; 2012.
27. Chin-Ying SH, Xiaoli G, Jisheng P, Wefel JS. Effects of CO2 laser on fluoride uptake in enamel. J Dent 2004; 32(2): 161-167.
28. Moritz A BF, Goharkhay K, Schoop U, Strassl M, Verheyen P, Walsh LJ, et al. Oral Laser Application. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH; 2006.
29. Nobre Dos Santos M, Featherstone J, Fried D. Effect of a new carbon dioxide laser and fluoride on sound and demineralized enamel. Proceeding of SPIE 2001; 4249: 169-174.
30. Chen CC, Huong ST. The effects of lasers and fluoride on the acid resistance of decalcified human enamel. Photomed Laser Surg 2009; 27(3): 447-152.
31. Magalheas AC, Rios D ,Honrio HM, Delbem ACB, Buzalaf MAR. Effect of 4% titanium tetrafluoride solution on the erosion of permanent and deciduous human enamel: an in situ/ex vivo study. J Appl Oral Sci 2009; 17(1): 56-60.
32. Rodrigues LK, Nobre Dos Santos M, Pereira D, Assaf AV, Pardi V. Carbon dioxide laser in dental caries prevention. J Dent 2004; 32(7): 531-540.
33. Rodrigues LK, Nobre Dos Santos M, Pereira D, Assaf AV, Pardi V. Carbon dioxide laser in dental caries prevention. J Dent 2004; 32(7): 531-540.
34. Hossain MM, Hossain M, Kimura Y, Kinoshita J, Yamada Y, Matsumoto K. Acquired acid resistance of enamel and dentin by CO2 laser irradiation with sodium fluoride solution. J Clin Laser Med Surg 2002; 20(2): 77-82.
35. Salazar MPG, Gasga JR. Enamel hardness and caries susceptibility in human teeth. Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales 2001; 21(2): 36-40.
36. Santaella MR, Braun A, Matson E, Frentzen M. Effect of diode laser and fluoride varnish on initial surface demineralization of primary dentition enamel. Int J Pediatr Dent 2004; 14(3): 199-203.
37. Kato IT, Kohara EK, Sarkis JE, Wetter NU. Effects of 960-nm diode laser irradiation on calcium solubility of dental enamel. Photomed Laser Surg 2006; 24(6): 689-693.
38. González-Rodríguez A, de Dios López-González J, del Castillo Jde D, Villalba-Moreno J. Comparison of effects of diode laser and CO_2 laser on human teeth and their usefulness in topical fluoridation. Lasers Med Sci 2011; 26(3): 317-324.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

39. Ramalho KM, Eduardo Cde P, Heussen N, Rocha RG, Lampert F, Apel C, et al. Protective effect of CO2 laser (10.6 mum) and fluoride on enamel erosion in vitro. Lasers Med Sci 2013; 28(1): 71-78.
40. Rechmann P, Rechmann BM, Groves WH, Le CQ, Rapozo-Hilo ML, Kinsel R, et al. Caries inhibition with a CO2 9.3µm laser: an invitro study. Lasers Surg Med 2016; Doi: 10.1002/Ism. 22497.
41. Rocha CT, Turssi CP, Rodrigues AL, Corona SA. Impact of CO2 laser and stannous fluoride on primary tooth erosion. Lasers Med Sci 2016; 31(3): 567-571.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]