ترمیم ضایعات پری اپیکال در درمان های اندودنتیک با استفاده از لیزر دایود: گزارش سه مورد

دکتر عزت اله کاظمی نژاد[۱*]، فاطمه میرزائی[۲]، دکتر مسعود راحتی[۳]

۱- استادیار، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران
۲- دانشجوی دندانپزشکی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران
۳- دندانپزشک

وصول مقاله: ۱۴۰۰/۹/۶ اصلاح نهایی: ۱۴۰۱/۱/۱۷ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۲/۲۳

Diode laser assisted endodontic treatments in periapical lesions repair: case series

Ezatolah Kazeminejad[1*], Fatemeh Mirzaei[2], Masoud Rahati[3]

1- Assistant Professor, Dental Research Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran
2- Dental Student, Student Research Committee, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran
3- Dentist, Iran

Received:Oct 2021 ; Accepted: Feb 2022

Background and Aim: Bacterial disinfection is considered as the primary etiology of pulpal and periapical lesions and as the result, adequate elimination of such infections is one of the purposes of root canal treatment; But since this purpose is impossible to achieve, reducing the bacterial load seems to be as a rational goal. Diode lasers have made their way into endodontics for better disinfection and penetration into the root canal dentine. This study reports 3 cases of Diode laser assisted endodontic treatments in periapical lesions repair.

Case Report: 3 patients referred to an endodontist for root canal treatment and 2 patients were treated with diode laser (wavelength of 940 nm and power output of 1W) and one patient was treated with diode laser (wavelength of 810 nm and power output of 1 W). The follow-up outcomes for all three patients showed the treatment success.

Conclusion: Diode laser can be used in root canal treatment of teeth with periapical lesions.

Key words: Diode laser, Endodontics, Case series

***Corresponding Author:** ezztk.edu@gmail.com

J Res Dent Sci. 2022;19 (3): 272-282

نویسنده مسئول مکاتبات: **دکتر عزت اله کاظمی نژاد** تلفن: ۰۹۱۹۷۲۱۳۶۶۱ پست الکترونیک: ezztk.edu@gmail.com

خلاصه:

مقدمه و هدف: آلودگی باکتریایی در ریشه دندان به عنوان اتیولوژی اولیه ضایعات پالپ و پری اپیکال شناخته شده و بدین ترتیب، حذف کامل آلودگی، یکی از اهداف درمان ریشه می باشد؛ اما از انجا که رسیدن به این هدف ممکن نیست، کاهش لود باکتریال، یک هدف منطقی به نظر می رسد. لیزر های دایود به منظور ضدعفونی و نفوذ بهتر به عاج کانال ریشه، به علم درمان ریشه راه پیدا کرده اند. این مطالعه، سه مورد ترمیم ضایعات پری اپیکال در درمان ریشه با استفاده لیزر دایود را گزارش می کند.

گزارش مورد: جهت درمان ریشه به مطب تخصصی مراجعه نمودند و درمان ۲ بیمار با لیزر دایود (طول موج ۹۴۰nm و توان ۱W) و یک بیمار با لیزر دایود (طول موج ۸۱۰nm و توان ۱W) انجام شد. نتایج پیگیری هر سه بیمار، موفقیت درمان و ترمیم ضایعه پری اپیکال نشان داد.

نتیجه گیری: لیزر دایود می تواند در درمان ریشه دندان های با ضایعات پری اپیکال استفاده شود.

کلید واژه ها: لیزر دایود، درمان ریشه، گزارش موارد

مقدمه:

در طول سه دهه ی گذشته، تکنولوژی های مدرن، علم درمان ریشه را دست خوش تغییر نموده اند که در این میان، دستگاه های لیزر با طول موج های متفاوت، سهم زیادی را به خود اختصاص داده اند. لیزر ها به طور کلی بر حسب خصوصیات فیزیکی و طول موج اختصاصی شان طبقه بندی می شوند که تاثیر زیادی بر کاربرد کلینیکی آنها می گذارد.[۱] از پرکاربردترین ها، می توان به لیزر های دایود اشاره نمود که در طول موج مرئی و فروسرخ قرار دارند و به علت مقرون به صرفه بودن و اندازه ی کوچک، محبوبیت زیادی دارند [۱،۲]

آلودگی باکتریایی در ریشه دندان به عنوان اتیولوژی اولیه گسترش ضایعات پالپ و پری اپیکال شناخته شده اند و بدین ترتیب، حذف کامل آلودگی میکروبی از اهداف درمان ریشه می باشد [۳]؛ از طرفی عمق نفوذ میکروارگانیزم ها در داخل توبول های عاجی تا بیش از ۱۰۰۰ میکرومتر (۱میلی متر) گزارش شده است [۴-۶]، اما از آنجا که حذف ۱۰۰درصد عامل عفونی ممکن نیست، کاهش مقدار میکروارگانیسم ها تا حدی که بدن فرد بتواند با آن مقابله کند، هدف منطقی و قابل قبولی به نظر می رسد که لیزر های دایود به این مهم دست یافته اند.

تکنیک رایج استفاده از لیزر در درمان اندو، به صورت قراردهی فیبرهای دستگاه با قطر ۲۰۰-۳۰۰ میکرومتر (منعطف و با ریسک شکستگی پایین) و قراردهی در ۱ میلیمتری انتهایی اپکس ریشه و تابیدن اشعه همراه با حرکات دورانی یا helical بوده است و این تکنیک برای بیشتر طول موج ها کاربردی است. [۷، ۸]

با معرفی نوک های شعاعی هدایت کننده اشعه لیزر (Radial firing tip)امکان هدایت اشعه به طور موثرتری بداخل توبول های عاجی فراهم شد و پروتوکل تابش اشعه لیزر دیود معرفی شد بطوری که با قرار دادن نوک تیپ لیزر در یک میلی متری مجرای انتهایی ریشه همراه با شروع تابش لیزر، نوک هدایت کننده با سرعت ۲ میلیمتر بر ثانیه و با حرکت دورانی در داخل کانال به سمت خارج حرکت داده می شود و به جهت همپوشانی کامل و اسکن همه مساحت کانال، این حرکت چهار بار تکرار و به جهت اجتناب از ایجاد گرمای زیاد با دست کم ۱۵ ثانیه استراحت مابین هر بار تابش انجام می گیرد [۹]. مطالعات متعددی ذکر کرده اند که با استفاده از لیزر به طور همزمان یا پس از شست و شوی رایج، الگوی مورفولوژیک سطح عاج بهبود یافته یا مشابه با روش شستو شوی رایج بوده است. [۱۰-۱۴]

با وجود اینکه هیپوکلریت سدیم به عنوان استاندارد طلایی محلول های شست و شو نام برده شده، اما عمق نفوذ توبولی آن، ۱۳۰میکرون گزارش شده؛ در حالی که در روش متداول با لیزر، عمق نفوذ توبولی بیشتر از ۱۰۰۰میکرون گزارش شده است [۷، ۱۵، ۱۶] که نشان می دهد لیزر های دایود اثرات قابل توجهی در ضدعفونی کانال ریشه و برداشت اسمیرلایر دارند که این اثر به علت عملکرد فوتوترمال، فوتوکمیکال و فوتومکانیکال آن ها می باشد [۱۷، ۱۸]. این مطالعه، سه مورد درمان ضایعه ی پری اپیکال با استفاده لیزر دایود را گزارش می کند.

مواد و روش ها:

این مقاله با کد اخلاق IR.GOUMS.REC.1400.271 دانشگاه علوم پزشکی گلستان ثبت شد.

معرفی مورد

مورد اول:

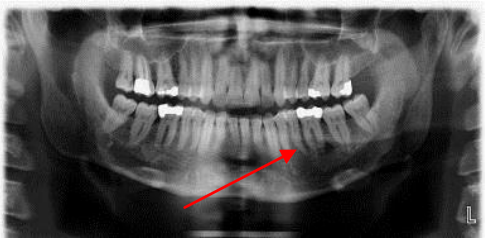
بیمار آقای ۲۴ ساله با شکایت از درد حین جویدن و خروج چرک از لثه به مطب متخصص درمان ریشه مراجعه نمود. بیمار سابقه هیچ گونه بیماری قبلی را گزارش ننمود. معاینه خارج دهانی انجام شد و در بردر تحتانی مندیبل، ناحیه کوچکی فاقد رشد موی صورت دیده شد (شکل ۱).

شکل ۱- ناحیه فاقد رشد مو در بردر تحتانی مندیبل

معاینه داخل دهانی حضور فیستول حساس به لمس در ناحیه موکوجینجیوال در ناحیه دندان مولر دوم فک پایین سمت چپ را نشان داد و در دندان مولر اول مجاور آن نیز ترمیم آمالگام وسیعی دیده شد (شکل ۲).

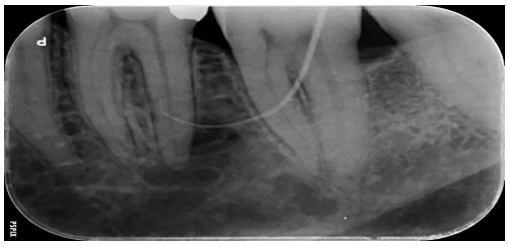
شکل ۲- نمای بالینی بیمار

رادیوگرافی پانورامیک، وجود ضایعه ای در مولر اول سمت چپ مندیبل را نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳- نمای پانورامیک با نمای لوسنسی مولر اول سمت چپ فک پایین

جهت تشخیص افتراقی ضایعه با منشا پریو و اندو، تریسینگ با استفاده از گوتاپرکا شماره ۲۵ انجام شد و نمای رادیوگرافی پری اپیکال، آبسه مزمن پری اپیکال با منشا اندودنتیک را تایید نمود (شکل ۴)



شکل ۴- نمای رادیوگرافی تریسینگ دندان مولر اول

درمان ریشه برای دندان مولر اول انجام شد (شکل ۵).

شکل ۵- تعیین طول اولیه

در جلسه اول، دستگاه لیزر دایود (Epic 10, Biolase, USA) با طول موج ۹۴۰nmو توان ۱W و طول موج ممتد تنظیم شد

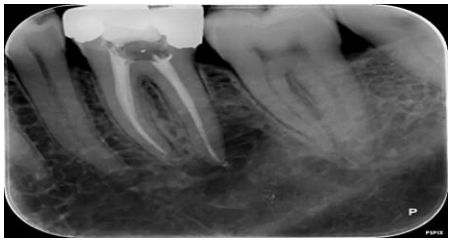
فایبر تیپ به قطر ۲۰۰میکرومتر و مطابق با طول کانال ریشه به نحوی انتخاب شد که تا ۱ میلیمتری طول کارکرد وارد مجرای ریشه شده وحین تابش، ۴ بار به صورت ۲mm/s با حرکات دورانی از اپیکال تا کرونال حرکت داده شد (شکل ۶)

شکل ۶- فایبر تیپ ۲۰۰ با قطر میکرومتر وارد مجرای ریشه دندان ش

در انتهای جلسه اول درمان، دندان با داروی داخل کانال (کلسیم هیدروکساید) پر شد و پانسمان قرار داده شده و گرافی پایان کار جلسه اول گرفته شد

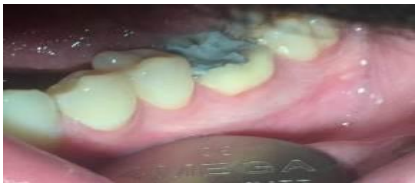
در جلسه ی دوم پس از یک هفته، خروج چرک از فیستول متوقف شده و دهانه فیستول بسته شد

سپس ادامه ی درمان با لیزر با همان روش جلسه ی اول برای بیمار انجام شد. نمای گرافی پایان کار گرفته شد (شکل ۷)



شکل ۷- RCT دندان مولر چپ کامل شد

در جلسات فالو آپ دوماهه، بهبود نمای بالینی و ترمیم ضایعه دیده شد (شکل ۸ و ۹).



شکل ۸- بهبود نمای بالینی فیستول پس از ۲ ماه

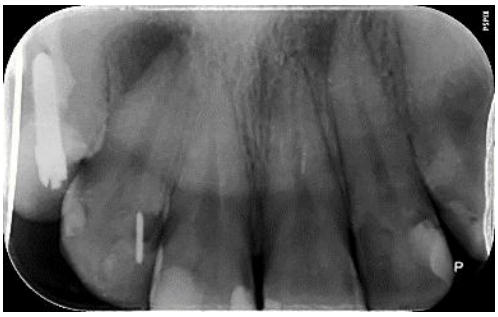
شکل ۹: گرافی بیمار پس از ۲ ماه ترمیم ضایعه را نشان می دهد

جالب توجه است که در ناحیه فاقد رشد در بردر تحتانی مندیبل نیز، مجددا رویش مو آغاز شد (شکل ۱۴).

شکل ۱۰-رویش مجدد مو در ناحیه

مورد دوم:

بیمار خانم ۲۰ ساله با شکایت درد دندان ناشی از فشار لب بالا و احساس درد حین لمس دندان های قدامی فک بالا به متخصص درمان ریشه مراجعه نمود. بیمار سابقه بیماری خاصی نداشت. معاینه بالینی، وجود تورم خفیف بر روی لثه اطراف دندان های لترال انسیزور فک بالا نشان داد که به دق نیز حساس بودند. تست الکتریکی حیات پالپ برای هر دو دندان منفی بود. رادیوگرافی پری اپیکال، رادیولوسنسی پری اپیکال را در هر دو دندان لترال نشان داد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- نمای گرافی دندان های لترال با ضایعه لوسنسی

درمان ریشه دندان های لترال به طور همزمان در جلسه اول انجام شد (شکل ۱۶).

دستگاه لیزر دایود (Epic 10, Biolase, USA) با طول موج ۹۴۰nm و توان ۱Wو با تابش ممتد تنظیم شد و فایبر تیپ ۲۰۰میکرومتر و مطابق با طول ریشه انتخاب شد

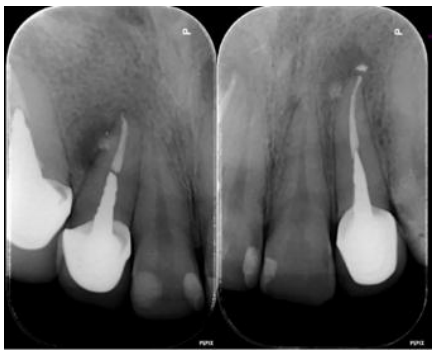
حرکات فایبرتیپ به صورت دورانی از اپیکال به کرونال با سرعت ۲mm/s و ۴ بار انجام شد (شکل ۱۲).

شکل ۱۲- تابش لیزر به کانال دندان های لترال بالا

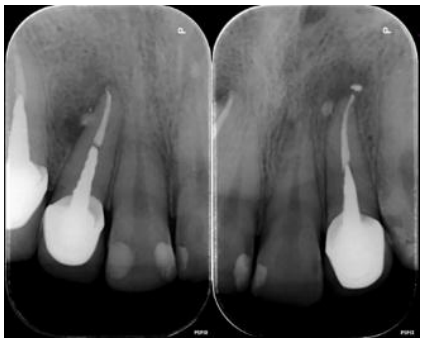
نمای گرافی پایان کار، پس از ۳ هفته، پس از ۲ ماه، پس از ۴ ماه و پس از ۶ ماه تصویر بهبود ضایعه را نشان داد (شکل ۱۹-۲۳).

شکل ۱۳- گرافی پایان درمان دندان های لترال

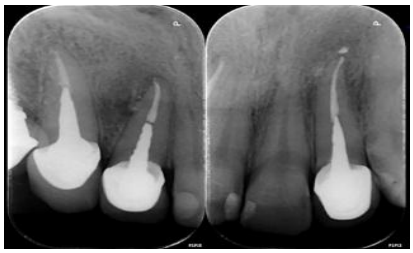
شکل ۱۴-گرافی پس از سه هفته- دندان های لترال فک بالا



شکل ۱۵-گرافی پس از ۲ ماه- دندان های لترال فک بالا



شکل ۱۶-گرافی پس از ۴ ماه –دندان های لترال فک بالا



شکل ۱۷- گرافی پس از ۶ ماه دندان های لترال فک بالا ضایعه نوک ریشه ترمیم شده است.

مورد سوم:

بیمار خانم ۴۵ ساله با شکایت از درد ناحیه چپ و بالای صورت به متخصص درمان ریشه مراجعه نمود. بیمار سابقه فشار خون و اضطراب را گزارش نمود. بیمار وضعیت بهداشت دهان ضعیفی داشت و پوسیدگی های متعدد دندانی، بی دندانی های متعدد در هر دو قوس فکی و چندین ضایعه پریودنتال و پری اپیکال که عدم رعایت بهداشت دهان را تایید می کرد. درمعاینه بالینی، ترمیم وسیع کامپوزیت و درد و تورم در اپکس دندان کانین سمت چپ فک ملاحظه می شد و نمای رادیوگرافی، لوسنسی در اپکس دندان را نشان داد (شکل ۱۸).

شکل ۱۸- گرافی دندان کانین سمت چپ فک بالا با ضایعه پری اپیکال

برای دندان درمان ریشه طی دو جلسه انجام شد. طی جلسه ی اول، پاکسازی و شکل دهی دندان با روش متداول تا فایل شماره ۴۵ انجام شد

سپس کانال توسط پیپرپوینت استریل خشک شد و از دستگاه لیزر دایود (Picasso AMD laser, USA) با ۱ و تابش ممتد استفاده شد W و توان ۸۱۰nmطول موج فایبرتیپ ۲۰۰ میکرومتر مطابق با طول ریشه انتخاب شد. حرکات تیپ به صورت دورانی از اپیکال تا کرونال و ۴ بار با سرعت ۲mm/s انجام شد (شکل ۱۹).

شکل ۱۹- بکارگیری لیزر دایود در کانال دندان کانین فک بالا

دندان با سیل کرونال پانسمان شد مسکن و آنتی بیوتیک در فاصله بین جلسات تجویز نشد.

شکل ۲۰: نمای پری اپیکال دندان کانین چپ فک بالا پس از درمان ریشه ،ترمیم ضایعه پری اپیکال را نشان می دهد

بیمار یک هفته بعد برای جلسه دوم درمان، مراجعه نمود و درمان با لیزر مشابه جلسه اول به کارگرفته شد و سپس کانال ریشه دندان با روش تراکم طرفی پرشد. طی فالو آپ ۲۰ روزه، بیمار علائم درد را گزارش نکرد و علائم کلینیکی بهبود یافت. (شکل ۲۰)

بحث

استفاده بالینی از لیزر در علم درمان ریشه دندان (اندودانتیکس) اواخر سال ۱۹۹۰ با ساخت فیبر های انعطاف پذیر و تیپ های اندودانتیکس شروع شد و امروزه در پروسه های مختلف از جمله پالپ کپ/پالپوتومی، شست و شو و ضدعفونی کانال ریشه، پرکردن کانال ریشه، درمان مجدد ریشه و جراحی اندودانتیک به کار می رود [۱۹].

طول موج توصیه شده جهت پاکسازی و ضدعفونی کانال ریشه با لیزر دایود، ۶۳۵-۹۸۰ نانومتر می باشد [۱۹]. مطالعه ی حاضر، استفاده از دستگاه لیزر دایود با طول موج های ۹۴۰و ۸۱۰ نانومتر را جهت درمان ضایعات پری اپیکال نشان داد که در هر سه مورد از تیپ ۲۰۰میکرونی استفاده شد. Martinsو همکاران، دلایل و مزیت های استفاده از پروتوکل تابش اشعه لیزر دایود را تشریح کرده و این روش تابش را به منظور همپوشانی کامل سطح داخلی کانال مجرای ریشه ضروری دانسته و نیز با تشریح تابش بصورت شعاعی که به کمک فیبر مخصوص آن (Radial Firing Tip) انجام می پذیرد، بر انجام این پروتکل تاکید داشتند [۹].

از جمله محدودیت های به کارگیری لیزر در کانال، تابش نور لیزر به صورت خط مستقیم (straight line) می باشد، بهمین دلیل تابش اشعه در تیپ های شعاعی جدید با زاویه واگرایی ۱۸-۲۰ درجه قراردارد که با توجه به آناتومی پیچیده کانال ریشه، رسیدن تابش یکسان اشعه به تمامی سطوح ریشه را دشوار می سازد. از این رو و به جهت فائق آمدن بر این نقصان، پروتکل های تابش بصورت حرکت دادن

تیپ از سمت اپیکال به کرونال بصورت مارپیچی و با سرعت ۲میلیمتر بر ثانیه و تکرار ۴ بار به جهت همپوشانی بهتر توصیه شده است [۲۰]. از طرفی، یک مزیت دیگر برای حرکت دادن تیپ در داخل کانال جهت پیشگیری از ایجاد میکروکرک یا افزایش احتمال شکست تیپ بیان شده است [۲۱].

میزان نفوذ و کلونیزاسیون باکتری های کانال های نکروزه در داخل توبول های عاجی در مطالعات متعددی تا بیش از ۱۰۰۰ میکرومتر گزارش شده است و این در حالی است که میزان نفوذ مواد شستشو دهنده کانال ریشه حتی با استفاده از تکنیک های فعال سازی شستشو دهنده ها نیز بسیار کمتر از این میزان می باشد [۱۵، ۱۶]. از طرفی با وجود محدودیت های موجود جهت دسترسی به فضاهای غیر قابل نفوذ توسط شستشو دهنده ها، مانند کانال های فرعی مجرای ریشه که با اینسترومنت های ظریف نیز قابل دسترس نیستند و محل تلاقی مجاری انتهایی که به نام دلتای اپیکالی نامگذاری شده اند و نیز در سایر مناطق غیر قابل دسترس مجرای ریشه، روش هایی از جمله فعال سازی سونیک، اولتراسونیک، جریان آکوستیک القایی فوتون (PIPS)، و استفاده از نور لیزر در جهت ضدعفونی کردن عمقی توبول ها و سیستم مجرای ریشه بکارگرفته شده اند.

هنگام به کارگیری دستگاه لیزر دایود باید به برقراری اثر فوتوترمال و در عین حال، حفظ نسوج پیوندی پیرامون دندان نیز توجه نمود، زیرا طی نفوذ بیش از حد تابش لیزر به درون توبول های عاجی، حرارت ایجاد شده می تواند منجر به آسیب به ساختار پریودنشیوم گردد [۲۲]. با این حال نشان داده شده که میزان اشعه ای که در نقاط متفاوت در نواحی سرویکال، میانی و اپیکالی ریشه و یا میزانی که از فورامن انتهایی می گذرد تنها کسری از توان خروجی تابشی است [۲۳]. افزایش دمای درون کانال به عواملی از جمله مدت زمان اکسپوز دندان با تابش اشعه و توان دستگاه لیزر بستگی دارد و هر چقدر این مدت زمان طولانی تر باشد، احتمال آسیب به نسوج بیشتر است. Kreisler و همکاران [۲۴]، به کارگیری لیزر در کانال حاوی محلول شست و شو از جمله اتیلن دی امین ترا استیک اسید (EDTA)، سیتریک اسید یا هیپوکلریت سدیم را جهت کاهش اثر جانبی فوتوترمال پیشنهاد داده اند.

نتایج مطالعه ی Udart و همکاران [۲۵] نشان داد که غیر فعال نمودن باکتری انتروکوک فکالیس، با لیزر دایود ۹۴۰ نانومتر با توان بالا بدون اثر فوتوترمال ممکن نیست.

نتایج مطالعه ی Franzen و همکاران [۲۶] نشان داد که روش ترکیبی استفاده از لیزر دایود ۹۴۰نانومتر با توان ۲ وات و 50% سیکل تابش و نیز لیزر ۲۷۸۰Er:Cr:YSGG نانومتر با توان تابشی 1.25 W و 50Hz می تواند به طور موثری، بدون افزایش معنی دار دمای کانال ریشه، دبریدمان کانال ریشه را انجام دهد. مطالعه ی Erben و همکاران [۲۷] نیز برتری استفاده از لیزر دوگانه بر شست و شو با هیپوکلریت سدیم و EDTA را تایید نمود.

باکتری انتروکوک فکالیس به عنوان شایع ترین گونه باکتریایی در ضایعات پری اپیکال شناخته شده است که به بیشتر مواد ضدعفونی کننده مقاوم بوده و در عمق توبولی ۸۰۰ میکرون نیز یافت شده اند و حذف آن ها از کانال ریشه الزامی است [۲۸]. محلول های شست و شو دهنده از جمله هیپوکلریت سدیم قادر به حذف انتروکوک فکالیس و محصولات آن از جمله Lipoteichoic acid می باشند و لیزر ها نیز به عنوان مکمل به کمک این پروسه آمده اند [۲۹، ۳۰]. مطالعات متعدد، استفاده از لیزر به تنهایی یا به همراه شست وشودهنده های مختلف را جهت بهبود ضدعفونی کانال توصیه نموده اند [۳۱، ۳۲]؛ به عنوان مثال Anbari و همکاران [۳۳] در مطالعه گزارش مورد، جهت بهبود آبسه پری اپیکال دندان کانین ماگزیلا از لیزر دایود با طول موج

۸۱۰نانومتر استفاده نمودند. پس از انسیژن و درناژ آبسه، درمان ریشه متداول انجام شد و پس از شست و شوی نهایی، کانال با کن کاغذی استریل کاملا خشک شد و با فایبرتیپ ۳۰۰میکرون و توان ۴وات تحت تابش قرار گرفت و طی فالوآپ ۳ و ۶ ماهه، ضایعه بهبود یافت. همچنین مطالعه ی Masilionyte و همکاران [۳۴] به صورت گذشته نگر به مقایسه نتایج درمان یا درمان مجدد موارد بالینی با پریودنتیت اپیکال با لیزر دایود ۹۴۰نانومتر در مقایسه با سایر روش ها پرداختند و دریافتند که پروتکل درمان ریشه با کمک لیزر می تواند جایگزینی مناسب برای روش های متداول باشد، هرچند که کارآزمایی های بالینی بیشتری برای اثبات آن نیاز است.

نتیجه گیری:

بنظر می رسد استفاده از لیزردیود و با رعایت پروتوکولهای تابشی توصیه شده در محدوده قابل اطمینان از نظر عوارض حرارتی می تواند در احراز فرایند ضدعفونی کردن کانال ریشه سودمند باشد.

References:

1-Kuzekanani M, Plotino G, Gutmann JL. Current applications of lasers in endodontics. Giornale Italiano di Endodonzia. 2019;33(2).

2-da Costa Ribeiro A, Nogueira GE, Antoniazzi JH, Moritz A, Zezell DM. Effects of diode laser (810 nm) irradiation on root canal walls: thermographic and morphological studies. J Endod. 2007;33(3):252-5.

3-Ørstavik D. Apical Periodontitis. Essential Endodontology2019. p. 1-10.

4-Kouchi Y, Ninomiya J, Yasuda H, Fukui K, Moriyama T, Okamoto H. Location of Streptococcus mutans in the Dentinal Tubules of Open Infected Root Canals. J. Dent. Res. 1980;59(12):2038-46.

5-Vatkar NA, Hegde V, Sathe S. Vitality of Enterococcus faecalis inside dentinal tubules after five root canal disinfection methods. JCD. 2016;19(5):445-9.

6-Rosen E, Elbahary S, Haj-Yahya S, Jammal L, Shemesh H, Tsesis I. The Invasion of Bacterial Biofilms into the Dentinal Tubules of Extracted Teeth Retrofilled with Fluorescently Labeled Retrograde Filling Materials. Applied Sciences. 2020;10(19):6996.

7-Stanusi AS, Gheorghita LM, Stanusi A, Diaconu OA, Gheorghe A, Georgescu RV, et al. Endodontic Bacterial Reduction Using Diode Laser Radiation - Short Literature Review. J. Oral Rehabil. 196-207(3)12:2020

8-Meire MA, De Prijck K, Coenye T, Nelis HJ, De Moor RJ. Effectiveness of different laser systems to kill Enterococcus faecalis in aqueous suspension and in an infected tooth model. Int Endod J. 2009;42(4):351-9.

9-Martins MR, Franzen R, Depraet F, Gutknecht N. Rationale for using a double-wavelength (940 nm + 2780 nm) laser in endodontics: literature overview and proof-of-concept. Lasers dent. sci. .2018;2(1):29-41.

10-Faria MI, Souza-Gabriel AE, Marchesan MA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Ultrastructural evaluation of radicular dentin after Nd:YAG laser irradiation combined with different chemical substances. Gen Dent. 2008;56(7):641-6.

11-Gurbuz T, Ozdemir Y, Kara N, Zehir C, Kurudirek M. Evaluation of root canal dentin after Nd:YAG laser irradiation and treatment with five different irrigation solutions: a preliminary study. J Endod. 2008;34(3):318-21.

12-Santos C, Sousa-Neto MD, Alfredo E, Guerisoli DM, Pecora JD, Comelli Lia RF. Morphologic evaluation of the radicular dentine irradiated with Nd:YAG laser under different parameters and angles of incidence. Photomed Laser Surg. 2005;23(6):590-5.

13-Alfredo E, Souza-Gabriel AE, Silva SR, Sousa-Neto MD, Brugnera-Junior A, Silva-Sousa YT. Morphological alterations of radicular dentine pretreated with different irrigating solutions and irradiated with 980-nm diode laser. Microsc Res Tech. 2009;72(1):22-7.

14-Marchesan MA, Brugnera-Junior A, Ozorio JE, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Effect of 980-nanometer diode laser on root canal permeability after dentin treatment with different chemical solutions. J Endod. 2008;34(6):721-4.

15-Giusti JS, Santos-Pinto L, Pizzolito AC, Helmerson K, Carvalho-Filho E, Kurachi C, et al. Antimicrobial photodynamic action on dentin using a light-emitting diode light source. Photomed Laser Surg. 2008;26(4):281-7.

16-de Souza EB, Cai S, Simionato MR, Lage-Marques JL. High-power diode laser in the disinfection in depth of the root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 200:(١)١٠٦;٨e68-72.

17-Wang X, Sun Y, Kimura Y, Kinoshita J, Ishizaki NT, Matsumoto K. Effects of diode laser irradiation on smear layer removal from root canal walls and apical leakage after obturation. Photomed Laser Surg. 2005;23(6):575-81.

18-Mohammadi Z, Shalavi S. Antimicrobial activity of sodium hypochlorite in endodontics. J Mass Dent Soc. 2013;62(1):28-31.

19-BAGO JURIČ I, Anić I. The use of lasers in disinfection and cleaning of root canals: a review. Acta Stomatologica Croatica. 2014;48(1):6-15.

20-Anić I, Šegović S, Katanec D, Prskalo K, Najžar-Fleger D. Scanning electron microscopic study of dentin lased with argon, CO2, and Nd:YAG laser. J. Endod. 1998;24(2):77-81.

21-Chiniforush N, Pourhajibagher M, Shahabi S, Bahador A. Clinical Approach of High Technology Techniques for Control and Elimination of Endodontic Microbiota. J Lasers Med Sci. 2015;6(4):139-50.

22-Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: A vital-microscopic study in the rabbit. J Prosthet Dent . 1983;50(1):101-7.

23-Al-Maliky MA, Zardawi FM, Meister J, Frentzen M, Al-Karadaghi TS. Transmission of 940 nm diode laser to the radicular area during its application as root canal disinfectant. Aust Endod J.2022;48(1)56-71.
24-Kreisler M, Kohnen W, Beck M, Al Haj H, Christoffers AB, Götz H, et al. Efficacy of NaOCl/H2O2 irrigation and GaAlAs laser in decontamination of root canals in vitro. Lasers Surg Med. 2003;32(3):189-96
25-Udart M, Stock K, Graser R, Hibst R. Inactivation of bacteria by high-power 940nm laser irradiation. Med Laser Appl. 2011;26(4):166-71.
26-Franzen R, Rashidisangsary B, Ozturan S, Vanweersch L, Gutknecht N. Intrapulpal temperature changes during root surface irradiation with dual-wavelength laser (2780 and 940 nm): in vitro study. J. Biomed. Opt. 2015;20(1):018002.
27-Erben P, Chang AM, Darveau RP, Fong H, Johnson JD, Paranjpe A. Evaluation of the bactericidal potential of 2780-nm ER,CR:YSGG and 940-nm diode lasers in the root canal system. Lasers dent. sci. 2019;3(2):137-46.
28-Subramani SM, Anjana G, Raghavan I, Manoharan V, Joy A. Evaluation of Antimicrobial Efficacy and Penetration Depth of Various Irrigants into the Dentinal Tubules with and without Lasers: A Stereomicroscopic Study. Int J Clin Pediatr Dent. 2019;12(4):273-9.
29-Barbosa-Ribeiro M, De-Jesus-Soares A, Zaia AA, Ferraz CCR, Almeida JFA, Gomes BPFA. Antimicrobial Susceptibility and Characterization of Virulence Genes of Enterococcus faecalis Isolates from Teeth with Failure of the Endodontic Treatment. J. Endod. 2016;42(7):1022-8.
30-Kasić S, Knezović M, Beader N, Gabrić D, Malčić AI, Baraba A. Efficacy of three different lasers on eradication of Enterococcus faecalis and Candida albicans biofilms in root canal system. Photomed Laser Surg. 2017;35(7):372-7.
31-Tilakchand M, Singh NN, Yeli MM, Naik BD. "Evaluation of the antibacterial efficacy of EZLASE diode LASER on the infected root canal system:" An in vivo study. JCD. 2018;21(3):306-10.
32-Genc Sen O, Kaya M. Effect of Root Canal Disinfection with a Diode Laser on Postoperative Pain After Endodontic Retreatment. Photobiomodul Photomed Laser Surg. 2019;37(2):85-90.
33-Anbari F, Asfia M, Forouzani G, Talebi Rafsanjan K. Effect of an 810 nm Diode Laser on the Healing of a Periapical Abscess. J Lasers Med Sci. 2021;12(2021):e3.
34-Masilionyte M, Gutknecht N. Outcome of 940-nm diode laser-assisted endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a retrospective study of clinical cases. Lasers dent. sci. 2018;2(3):169-79.