بررسی تأثیر درمان با Low Level Laser بر روی درد حین حرکت ارتودنتیک دندانی در انسان

دکتر سید محمد هاشم حسینی[۱]- دکتر عباس کمالی[۲]- دکتر مجید محمودزاده دربندی[۳+]

۱- استادیار گروه آموزشی ارتودنتیکس دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

۲- پریودنتیست

۳- دستیار تخصصی گروه آموزشی ارتودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

Evaluation of effect of low level laser therapy on pain during orthodontic tooth movement in human

Hosseini MH[1], Kamali A[2], Mahmoodzadeh Darbandi M[3]

1- Assistant Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

2- Periodontist

3- Postgraduate student, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

Background and Aims: Lasers with different characteristics have been used to stimulate orthodontic tooth movements and to inhibit the pain during tooth movements. Considering the contradictory finding in this respect, the effect of low level laser therapy (LLLT) was evaluated on the pain during orthodontic tooth movement.

Materials and Methods: In this randomized clinical trial study, 12 patients were included with extracted upper first premolars and required canine retraction into extraction site. While in both sides canines were retracted by Niti coil spring, one side was exposed to GaAlAs laser (890nm). LLLT was done on the buccal and palatal mucosa by slow movement of probe. The patients were asked about their pain on both sides 2 days after beginning of retraction. Pain measurement was evaluated with VAS.

Results: Pain perception in LLLT side was significantly decreased (P=0.007).

Conclusion: Based on the results, single irradiation of GaAlAs laser (12 J energy per tooth) can decrease pain perception.

Key Words: Laser; Tooth movements; Canine; Retraction; Pain

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2010;23(1):21-26

چکیده

زمینه و هدف: لیزر با مشخصات مختلف جهت تأثیرات تحریکی بر روی سرعت حرکات ارتودنتیک دندانی و درد در انسان مورد مطالعه قرار گرفته است. با توجه به نتایج متناقض به دست آمده، در این مطالعه تأثیر درمان با Low Level Laser (LLLT) بر روی درد حین حرکات ارتودنتیک دندانی در انسان بررسی شد.

روش بررسی: در این مطالعه کارآزمایی بالینی، ۱۲ بیمار که پرمولر اول بالای آنها کشیده شده بود و نیاز به Retraction کانین به فضای Extraction داشتند، انتخاب شدند. درحالیکه در هر سمت دندان کانین توسط Niti coil spring رترکت می‌شد، یک سمت تحت درمان با لیزر GaAlAs با طول موج ۸۹۰nm قرار گرفت. LLLT بر روی مخاط باکال و پالاتال به شکل حرکت آرام پروب صورت گرفت. دو روز پس از آغاز رترکشن از بیماران راجع به درد احساس شده در دو سمت سؤال شد و بر اساس VAS مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: در این مطالعه میزان درد در سمت تحت درمان با لیزر کم توان به طور معنی‌داری کاهش یافته بود (P=۰/۰۰۷).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه، یک دوز تابش لیزر GaAlAs با دوز انرژی J ۱۲ برای هر دندان می‌تواند میزان درد احساس شده را کاهش دهد.

کلید واژه‌ها: لیزر؛ حرکات دندانی؛ کانین؛ رترکشن؛ درد

وصول: ۸۸/۰۳/۱۲ اصلاح نهایی: ۸۸/۰۹/۲۲ تأیید چاپ: ۸۸/۱۰/۲۵

+ مؤلف مسؤول: نشانی: تهران- خیابان انقلاب- خیابان قدس- دانشگاه علوم پزشکی تهران- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی ارتودنتیکس

تلفن: ۰۹۱۲۲۱۱۷۴۷۶ نشانی الکترونیک: majidm2009@gmai.com

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-05-12]

مقدمه

درد یکی از شکایات بیماران ارتودنسی است و بسیاری از بیماران به علت درد ناشی از درمان از درمان‌های ارتودنسی امتناع می‌کنند (۱،۲). گاهی درد باعث می‌شود بیماران کنترل پلاک را به نحو مؤثری انجام ندهند (۳). دردهای شدید در ارتباط با کاربرد نیروهای بیش از اندازه است (۴،۵). طبق نظر Proffit و همکاران نیروهای سبک، کلید پرهیز از درد حین درمان‌های ارتودنسی است (۴) و Kraus و همکاران معتقد است با افزایش میزان نیرو، دوره درد طولانی‌تر می‌شود (۵). به هر حال درد یا ناراحتی علیرغم کاربرد نیروهای فیزیولوژیک و سبک توسط بیشتر بیماران تجربه می‌شود (۶).

استفاده از داروهای ضد درد عوارض خاص خود را دارد و در بیماران آلرژیک به این داروها منع مصرف داشته و حرکات دندانی ممکن است توسط استفاده از NSAID's متأثر گردد (۷). تاکنون هیچ روش اثبات شده، غیر مهاجم و غیر دارویی که درد را در بیماران ارتودنتیک تسهیل کند، به جز جویدن اقلامی مثل آدامس شناخته نشده است. این اقلام باید قبل از شروع درد و در طی ۸ ساعت اول بعد از فعالسازی جویده شوند (۴،۸). این روش زمانی که دندان‌ها به جویدن پیاپی حساس هستند، غیر مؤثر است. در این مطالعه سعی گردیده است با توجه به اثرات ضد درد و ضد التهابی لیزرهای کم توان، از این ابزار برای کنترل درد (۹،۱۰) استفاده شود. با توجه به ناشناخته‌های زیادی که در زمینه لیزر وجود دارد، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تابش لیزر کم توان بر روی میزان درد حین حرکات ارتودنتیک و همچنین بررسی تأثیرات میزان و دوره‌های تناوب تابش لیزر (آنگونه که در درمان‌های پریودنتال جهت تسریع التیام مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نواحی مختلف که ضخامت استخوان متفاوت است دوز تابش تغییر می‌یابد) بر روی میزان درد حین حرکات بود تا از این طریق دوز و طول موج متفاوتی از لیزر کم توان مورد آزمون قرار گیرد و تا حد ممکن دوز و دوره تناوبی که به حد اپتیمال نزدیکتر است بررسی گردد.

روش بررسی

این مطالعه به شکل مداخله‌ای (Interventional) از نوع کارآزمایی بالینی است. این مطالعه در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران به تأیید رسیده و در سایت www.irct.ir با کد 138804022066N1 ثبت گردید.

تحقیق جهت کاهش عوامل مداخله گر به شکل Split mouth انجام گرفته، پس از انتخاب سمت مورد و شاهد به صورت تصادفی، تمام دوره‌های تابش لیزر بر روی همان سمت انجام گرفت.

بیمارانی که درمان آنها شامل درمان‌های ارتودنسی ثابت همراه با دندان‌های پرمولر اول بالا در هر دو سمت بود، وارد مطالعه شدند.

در این مطالعه ۱۲ بیمار مراجعه کننده به بخش ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران شامل ۴ پسر و ۸ دختر که سنی بین ۱۲ و ۲۵ سال (با میانگین ۳/۴ ± ۱۶/۹) داشتند انتخاب شدند، که طرح درمان ارتودنسی آنها براساس بررسی مدارک فتوگرافی، سفالومتری، OPG و بررسی کست‌ها طبق نظر اساتید شامل درمان ارتودنسی ثابت همراه با کشیدن دندان‌های پرمولر اول بالا در هر دو سمت به جهت اصلاح مشکل Crowding یا پروتروژن دندانی بود. درمان این بیماران با استفاده از براکت‌های سیستم استاندارد و Slot-18 که یکی از روش‌های رایج است صورت گرفت. مراحل شرکت در مطالعه برای بیماران توضیح داده شد و پس از آن رضایتنامه آگاهانه توسط بیماران تکمیل گردید.

کشیدن دندان‌ها در این بیماران صورت گرفت و سپس مرحله Aligning و Leveling آغاز گردید. مرحله Level و Align مطابق روش‌های رایج بر روی سیم‌های Niti به قطر ۰/۰۱۴ و ۰/۰۱۶ صورت گرفت.

پس از پایان مرحله Aligning و Leveling، Retraction کانین‌ها به شکل جدا از انسیزورها بر روی سیم‌های استینلس استیل ۰/۰۱۶ که حاوی Offset برای دندان‌های کانین و مولر و یک Omega loop در سمت مزیال تیوب مولرهای اول برای کنترل انکوریج بود آغاز شد. به این منظور دندان‌های ۵ و ۶ هر سمت نیز توسط Ligature wire به هم متصل گردیدند.

با توجه به اینکه طبق نظر پروفیت نیروی ایده‌آل برای Sliding دیستالی کانین را ۲۰۰-۱۵۰ گرم می‌داند که حداقل ۵۰ تا ۱۰۰ گرم آن صرف غلبه بر اصطکاک می‌گردد و Springهای A-Niti این سطح نیرو را در محدوده وسیعی برای بستن فضای Extraction وارد می‌کند، در این مطالعه از Nitinol closed coil springهای Light استفاده شده که اگر تحت کشش مناسب قرار گیرند، نیروی ۱۵۰ gr

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-05-12]

اعمال می‌کنند.

در این مطالعه طبق نظر شرکت سازنده، از Coilهای ۹ میلی‌متری برای فضاهای کمتر از ۲۲ میلی‌متر و از Coilهای ۱۲ میلی‌متری برای فضاهای بیش از این میزان (۳۶-۲۲ میلی‌متر) استفاده گردید. Coil springهای مورد استفاده با طول ۹ میلی‌متر و ۱۲ میلی‌متر و قطر داخلی ۰/۰۳۰ اینچ (۰/۱۲ میلی‌متر) بوده و Eyelet آنها به Hook براکت کانین و Hook بند دندان مولر اول فک بالا متصل گردید و برای راهنمایی حرکت کانین این دندان‌ها با Ligature wire به آرچ وایر به نحوی متصل گردید که نیروی Ligature wire در دو سمت یکسان شده بود (Ligature تاحدی پیچانده شد که سیم تابیده شده مجدداً روی خودش نتابد). علیرغم نیروی یکسان در یک محدوده وسیع ما جهت استانداردسازی در سمتی که فضای بیشتری بین Hook کانین و Hook بند مولر موجود بود، با استفاده از تاباندن Ligature wire طول کشیده شده Coil را در دو سمت یکسان نمودیم.

هم زمان با شروع Retraction، لیزر تراپی برای بیماران انجام شد. لیزر مورد استفاده، لیزر GaAlAs و دستگاه مورد استفاده، دستگاه Mustang (ساخت کشور روسیه) بود. طول موج این لیزر ۸۹۰ nm و Peak power آن ۸۰ w و نوع تابش آن پالسی بود. باتوجه به پالسی بودن دستگاه توان به شکل زیر محاسبه گردید:

۰/۰۴۸ W = ۳۰۰۰ × $۱۰^{-۹}$ × ۲ × ۸۰ w = فرکانس × پهنای پالس × توان Peak = توان و در نتیجه انرژی خروجی دستگاه در دقیقه به شرح زیر محاسبه گردید:

۲/۸۸ J = ۶۰ S × ۰/۰۴۸ W = زمان × توان = انرژی

نحوه تابش لیزر در نواحی ریشه دندان کانین در سمت تابش به نحو ذیل صورت گرفت:

از ناحیه CEJ تا اپکس ریشه، تابش از سمت باکال و پالاتال به شکل جداگانه انجام شد. تابش به شکل حرکت آرام Head دستگاه در تماس با لثه در تمام طول ریشه صورت گرفت به نحوی که در نیمه کرونال ریشه حدود ۲ J (حدود ۴۲ ثانیه) و در نیمه اپیکال به علت اضافه شدن ضخامت استخوان و در نتیجه کاهش نفوذ اشعه، حدود ۴ J (حدود ۸۳ ثانیه) تابش صورت پذیرفت. مجموعاً با تابش در دو سمت برای هر دندان به میزان ۱۲ J تابش لیزر کم توان مورد استفاده قرار گرفت و باتوجه به اینکه سطح تحت تابش در باکال و پالاتال هر دندان حدود ۱ cm^2 مساحت داشته، دانسیته انرژی تابیده شده حدودا ۶ J/cm^2 بوده است (۱۱).

لیزر موردنظر با زمانبندی مذکور اما به شکل خاموش طی اولین مرحله تابش در سمت کنترل بیماران مورد استفاده قرار گرفت تا اثر ضد دردی آن تحت تأثیر اثر پلاسبو قرار نگیرد. باتوجه به اینکه درد به طور معمول ۳ تا ۴ روز بعد از فعالسازی طول می کشد (۴) و حداکثر شدت درد ۲۴ ساعت بعد از فعالسازی ایجاد می‌گردد (۱۲)، دو روز بعد از شروع Retraction (همزمان با دومین دوره تابش لیزر) از بیمار در مورد مقایسه میزان درد در دو سمت براساس پرسشنامه VAS با Scale ۱۰ درجه‌ای سؤال شد و بیشترین میزان درد طی دو روز اول در هر یک از دو سمت به صورت عددی بین ۰ تا ۱۰ ثبت گردید.

در ضمن در این تحقیق علیرغم بی خطر بودن دوز مورد استفاده در تابش‌های اتفاقی با چشم عینک‌های خاص محافظت در مقابل لیزر توسط بیمار و عمل کننده مورد استفاده قرار گرفت که خطرات بسیار کم احتمالی را هم کنترل می‌نماید.

جمع‌آوری اطلاعات راجع به میزان درد براساس VAS صورت گرفت و از آنجا که متغیر به شکل کیفی رتبه‌ای است از آزمون Non parametric از نوع Wilcoxon برای آنالیز آن استفاده گردید (۱۷).

یافته‌ها

داده‌های مربوط به درد نشان دادند که ۱۰ نفر از بیماران در سمت تحت درمان با لیزر درد کمتری را نسبت به سمت کنترل نشان دادند و فقط یک نفر درد کمتری را در سمت کنترل نشان داد و یک نفر نیز میزان درد در دو سمت را برابر ارزیابی کرد.

آزمون Wilcoxon نشان داد که لیزر مورد استفاده در این تحقیق میزان درد را کاهش داد و سطح معنی‌داری اختلاف میزان درد در دو سمت برابر ۰/۰۰۷ بود که نشانگر معنی‌داری قابل ملاحظه این اختلاف می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

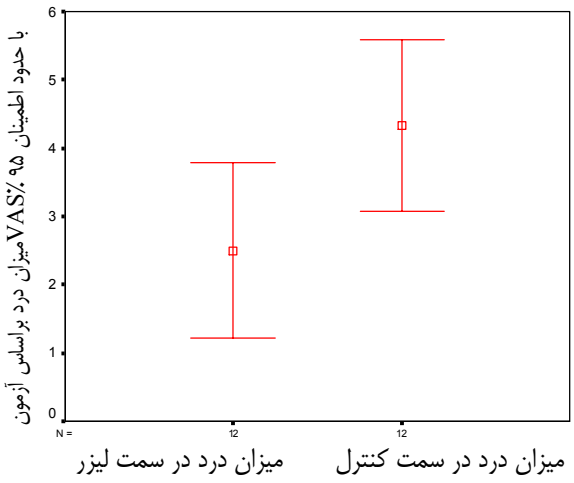
تمام مطالعات صورت گرفته (۱۷-۹،۱۰،۱۴) نشان داده‌اند که تابش

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-05-12]

لیزر کم توان موجب ایجاد هیپگونه التهاب و یا سوختگی و اثرات پاتولوژیک بر روی مخاط نواحی تحت درمان با لیزر نگشته است.

در این تحقیق بیمارانی انتخاب شدند که براساس بررسی بر روی مدارک استاندارد شامل فتوگرافی، کست‌ها، سفالومتری و رادیوگرافی پانورامیک و معاینه کلینیکی به علت کمبود فضا یا پروتروژن دندان‌ها نیاز به کشیدن پرمولرهای ماگزیلا و Retraction کانین‌ها در فضای Extraction داشتند و درمان آنها مطابق نیاز صورت گرفته بود.

در مطالعه ما بررسی میزان درد که براساس VAS صورت گرفت نشان داد که کاربرد یک دوز لیزر کم توان با انرژی حدود ۶ J برای هر سمت دندان میزان درد را در سمت تحت درمان با لیزر، کم می‌نماید، هرچند باتوجه به ذهنی بودن فرآیند درد، نتایج می‌تواند حاصل پاسخ متفاوت افراد برحسب شرایط مختلف باشد. مثلاً بیمارانی که درک شدیدتری از شدت مال اکلوژن خود دارند به نظر می‌آید که سریع‌تر با درد کنار می‌آیند و درد کمتری را حین درمان ارتودنسی احساس می‌کنند (۱۸). تغییراتی که به وسیله درمان به وجود می‌آید و توسط پاسخ‌های متنوع به درد در بین افراد مختلف مشخص می‌شود ممکن است در طراحی‌هایی که به مقایسه میزان درد در بین افراد مختلف (Between subject) می‌پردازند از قلم بیفتند (نمودار ۱).



نمودار ۱- مقایسه میانگین میزان درد براساس VAS برحسب درمان یا عدم درمان با لیزر کم توان

همچنین امکان دارد که کاهش میزان درد به علت اثر Howthorne باشد، به این معنی که بیماران چون می‌دانند که در یک مطالعه کلینیکی تأثیرات ضد دردی لیزر شرکت می‌کنند، درد کمتری را بعد از کاربرد لیزر گزارش کنند و یا حتی با یک اثر پلاسبوی واقعی بیماران واقعاً معتقد باشند که به هر حال درمان سودی برای آنها داشته است.

از آنجا که مطالعه ما مقایسه درد را در یک فرد انجام می‌دهد، تاحدودی تفاوت‌های پاسخ افراد مختلف به درد را حذف می‌کند و باتوجه به اینکه لیزر خاموش در سمت مقابل اثر پلاسبو را حذف می‌کند، این اثر کمتر می‌تواند در مقایسه میزان درد مؤثر واقع شود. البته ایراد مطالعه ما و سایر مطالعات Within subject می‌تواند این مسئله باشد که تأثیرات تابش لیزر در یک سمت بر روی درد در سمت مقابل را نادیده می‌گیرد.

مطالعه ما از نظر تأثیر لیزر بر کاهش درد علیرغم تفاوت در طول موج و دوز مورد استفاده با مطالعه Turhani و همکاران (۹) هماهنگی دارد، البته باتوجه به کمی نبودن (رتبه‌ای بودن) متغیر درد براساس VAS ذکر عدد میانه برای این متغیر در کنار میانگین می‌تواند سودمند باشد، در حالی که در مطالعه Turhani و همکاران صرفاً میانگین میزان VAS در بیماران مقایسه گردیده است.

همچنین مطالعه Turhani و همکاران به شکل Between subject صورت گرفته و معایب این نوع مطالعه را نیز همراه داشته است. البته نقطه قوت مطالعه Turhani و همکاران بررسی میزان درد در ساعات مختلف بعد از اعمال نیرو است که در مطالعه ما صورت نگرفته است. اشکال دیگر مطالعه Turhani عدم ذکر Lasing medium در لیزر کاربردی است و صرفاً به بردن نام تجاری لیزر و نوع کلی آن (Semiconductor) اشاره شده است.

مطالعه Lim و همکاران (۱۰) که مشابه مطالعه ما از لیزر GaAlAs استفاده کرده بود، به شکل Within subject انجام شد و اثر پلاسبو در آن حذف گردید. نقطه قوت مطالعه Lim، Double blind بودن آن و بررسی میزان درد در زمان‌های مختلف است. این مطالعه هرچند تأثیر تابش لیزر را در کاهش درد و کوتاه نمودن شدت درد نشان می‌دهد اما این تخفیف درد معنی‌دار نیست که نویسندگان علت آن را ذهنی بودن درد و اساساً بدون درد بودن Separation در بعضی افراد می‌دانند و از طرفی پایین بودن دوز انرژی را به عنوان عامل معرفی می‌کنند. از طرف دیگر شاید اثر کاهش درد

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-05-12]

لیزر را در پروسه‌های مربوط به ریمودلینگ بتوان نشان داد در حالی که در قرارگیری Separator معمولاً حرکات دندانی در حد کم و در محدوده حرکات دندان داخل PDL می‌باشد. در حالی که در مطالعه ما به علت اینکه Retraction کانین در میانه درمان صورت می‌گیرد، حرکات دندان در اثر ریمودلینگ آغاز شده و در حال انجام است.

در مطالعه Fujiyama و همکاران (۱۴) که به شکل Single blind صورت گرفته است، از لیزر متفاوتی (CO2) در تحقیق استفاده شده و دوز انرژی برای هر دندان J ۲ بوده است و این مطالعه هم به شکل Within subject انجام شده و نقطه قوت آن بررسی میزان درد در زمان‌های مختلف تا ۷ روز است که در بیشتر بیماران معمولاً در پایان این دوره درد زیادی باقی نمی‌ماند. مطالعه ما از نظر اثر لیزر بر کاهش درد با این مطالعه هماهنگ است، هرچند که استفاده از Separator همانگونه که قبلاً گفته شد نوع حرکات دندانی متفاوتی را نشان می‌دهد و طبیعتاً نتیجه‌گیری این مطالعه راجع به تأثیر لیزر بر میزان حرکات دندانی همانگونه که نویسندگان آن اذعان کرده‌اند نمی‌تواند نشانگر تأثیر این نوع لیزر بر حرکات بزرگتر ارتودنتیک که بر مبنای ریمودلینگ استخوان اتفاق می‌افتد باشد.

مطالعه ما با مطالعه Shimizu و همکاران (۱۵) که با لیزر مشابه و دوز انرژی تقریباً مشابه به شکل in-vitro صورت گرفت و نشان داد که تابش لیزر کم توان مانع افزایش تولید PGE_2 و IL-1β می‌شود، هماهنگ است زیرا این دو فاکتور در تولید درد مؤثرند.

مطالعه Pourzarandian و همکاران (۱۶) که به شکل in-vitro صورت گرفت نشان داد که لیزر Er-YAG تولید PGE_2 را افزایش داده و از این طریق ترمیم زخم را تسریع می‌کند. تناقض این مطالعه با مطالعه Saito و Shimizu شاید به علت تفاوت در نوع و دوز لیزر و همچنین شرایط محیط کشت و تحت کشش قرار گرفتن و یا نگرفتن سلول‌ها در دو مطالعه باشد، زیرا لیزر زمانی که در بافت‌های غیر فعال و نرمال عمل می‌کند غیر مؤثر است (۱۷). باتوجه به تأثیر لیزر کم توان در کاهش درد که در این مطالعه و مطالعات مکرر دیگر نشان داده شده است و باتوجه به اینکه این اثر حتی با یک دوز تابش لیزر به دست می‌آید پیشنهاد می‌شود از این روش برای کاهش دردهای ارتودنسی در مراحل مختلف درمان که ممکن است همراه با درد در روزهای اول فعالسازی Appliance باشد استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مرکز لیزر دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع:

1- Tayer BH, Burek MJ. A survey of adults' attitudes towards orthodontic therapy. Am J Orthod. 1981;79(3):305-15.

2- Oliver RG, Knappman Ym. Attitudes to orthodontic treatment. Br J Orthod. 1985;12:179-88.

3- White L. Toothbrush pressures of orthodontic patients. Am J Orthod. 1983;83(2):109-13.

4- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 4th ed. St Louis: Mosby; 2006.

5- Kraus BS, Riedel RA. Vistas in orthodontics. Philadelphia: Lea & Febiger; 1962:210-30.

6- Jones ML. An investigation into the initial dioscomfort caused by placement of an archwire. Eur J Orthod. 1984;6(1):48-54.

7- Chumbley AB, Tuncay OC. The effect of indomethacin (an asprin-like drug) on the rate of orthodontic tooth movement. AM J Orthod. 1986;89(4):312-4.

8- White LW. Pain and cooperation on orthodontic treatment. J Clin Orthod. 1984;18(8):572-5.

9- Turhani D, Scheriau M, Kapral D, Benesch T, Jonke E, Bantleon HP, Bantleon HP. Pain relief by single low-level laser irradiation in orthodontic patients undergoing fixed appliance therapy. Am J Orthod. 2006;130(3):371-7.

10- Lim HM, Lew KK, Tay DK. A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. Am J Orthod. 1995;108(6):614-22.

11- Moritz AF, Beer F, Goharkhay K, Schoop U, Strassl M. Oral laser application. Berlin: Quintessence; 2006.

12- Erdinc AM, Dincer B. Perception of pain during orthodontic treatment with fixed appliances. Eur J Orthod. 2004;26(1):79-85.

13- Graber TM, Vanarsdall RL. Orthodonticts: current principles and techniques. 4 th ed. st Louis; Mosby; 2005.

14- Fujiyama K, Deguchi T, Murakami T, Fujii A, Kushima K, Takano-Yamamito T. Clinical effect of CO(2) laser in reducing pain in orthodontics. Angle orthod. 2008;78(2):299-303.

15- Shimizu N, Yamaguchi M, Goseki T, Shibata Y, Takiguchi H, Iwasawa T, et al. Inhibition of prostaglandin E2 and interleukin 1-beta production by low power laser irradiation in stretched human periodontal ligament cells. J Dent Res. 1995;74(7):1382-8.

16- Pourzarandian A, Watanabe H, Ruwanpara SM, Aoki A, Noguchi K, Ishikawa I. Er:YAG laser irradiation inceases prostaglandin E production via the induction of cyclooxygenase-2 mRNA in human gingival fibroblasts. J

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-05-12]

Periodont Res. 2005;40(2):182-6.
17- Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;111(5):525-32.
18- Sergi HG, Klages U, Zentner A. Pain and discomfort during orthodontic treatment: causative factors and effects on compliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998;114(6):684-91.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-05-12]