بررسی تأثیر درمان با Low level laser بر روی حرکت ارتودنتیک دندانی در انسان

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

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

۲- استادیار گروه آموزشی ارتودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

۳- پریودنتیست و عضو مرکز تحقیقات لیزر در دندانپزشکی

Effect of low level laser therapy on orthodontic movement in human

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

1- Assistant Professor, Department of Orthodontics/Dental Research Center, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

2- Assistant Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Hamedan University of Medical Sciences

3- Periodontist/Laser Research Center in Dentistry

Background and Aims: Lasers with different characteristics have been used to stimulate orthodontic tooth movement. Considering the contradictory findings in this regard, this study was designed to assess the effect of low level laser therapy (LLLT) on the rate of orthodontic tooth movement.

Materials and Methods: In this randomized clinical trial study, 12 patients (4 boys and 8 girls; average age:16.9 ± 3.4) with extracted upper first premolars and required canine retraction into extraction site were included. While in both sides canines were retracted by NiTi coil spring, one side was exposed to GaAlAs laser (890 nm). LLLT was done (on the buccal and palatal mucosa by slow movement of probe) at the beginning of the first month. Impression and cast fabrication performed at the beginning of retraction, one and two months later. The amount of retraction on the cast was measured with the aid of a reference plaque fabricated on the rogae using a digital caliper. Data were analyzed using paired sample T-test and one-sample Kolmogorov-Simirnov test.

Results: There was no significant difference in the amounts of canine movement between laser exposed and control sides (P>0.05).

Conclusion: The energy dose of laser used in this study (72 J per each tooth) was not appropriate for increasing dental movement.

Key Words: Low level laser; Tooth movement; Therapy; Orthodontic

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2011;24(3):156-164

چکیده

زمینه و هدف: جهت بررسی تأثیرات تحریکی لیزر بررسی میزان حرکات ارتودنتیک دندانی در مطالعات گوناگون لیزر با مشخصات مختلف مورد آزمایش قرار گرفته است. با توجه به نتایج متناقض به دست آمده، در این مطالعه تأثیر درمان با Low level laser (LLLI) یا لیزر کم توان بر روی سرعت حرکات ارتودنتیک دندانی در انسان بررسی شد.

روش بررسی: در این مطالعه کارآزمایی بالینی، ۱۲ بیمار شامل ۴ پسر و ۸ دختر با میانگین سنی۳/۴±۱۶/۹ سال انتخاب شدند. پرمولر اول بالا در این افراد جهت درمان ارتودنسی کشیده شده بود و نیاز به Retraction کانین به فضای Extraction داشتند. در حالی که در هر دو سمت دندان کانین توسط NiTi coil spring رترکت می‌شد، یک سمت تحت درمان با لیزر GaAlAs با طول موج ۸۹۰ nm قرار گرفت. LLLT (بر روی مخاط باکال و پالاتال به شکل حرکت آرام پروب) در ماه اول رترکشن صورت گرفت و قالب‌گیری و تهیه کست در ابتدای رترکشن و یک و دو ماه بعد انجام شد. اندازه‌گیری میزان رترکشن بر

+ مؤلف مسؤول: نشانی: همدان- بلوار آیت الله کاشانی- بلوک ۲۶ شرقی- واحد ۳۶۲

تلفن: ۰۹۱۲-۲۱۱۷۴۷۶ نشانی الکترونیک: majidm2009@gmail.com

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]

روی کست و با کمک پلاک رفرنس ساخته شده بر روی ناحیه روگا توسط کولیس دیجیتال انجام گرفت. برای آنالیز داده‌ها از آزمون‌های One-sample Kolmogorov-Simirnov و Paired sample T-test استفاده شد.

یافته‌ها: این مطالعه هیچ اختلاف معنی‌داری بین میزان حرکت دندان کانین در سمت لیزر و سمت کنترل نشان نداد (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که دوز انرژی لیزر به کار رفته در این مطالعه J ۷۲ برای هر دندان، دوز مناسبی برای افزایش حرکات دندانی نیست.

کلید واژه‌ها: لیزر کم توان؛ حرکت دندانی؛ درمان ارتودنتیک

وصول: ۹۰/۰۳/۱۹ اصلاح نهایی: ۹۰/۰۶/۳۱ تأیید چاپ: ۹۰/۰۷/۱۴

مقدمه

طولانی بودن درمان‌های ارتودنسی (در حد ۲ تا ۳ سال) معمولاً موجب خستگی بیماران می‌گردد و در بعضی افراد دلیل عدم رغبت بیماران به درمان‌های ارتودنسی می‌باشد. علاوه بر این طولانی شدن درمان‌های ارتودنسی گاهی موجب عوارضی همچون تحلیل ریشه، پوسیدگی، دکلسفیه شدن مینای دندان‌ها و ناراحتی پریودنتال می‌گردد. کوتاه کردن طول دوره درمان از چالش‌های مهم ارتودنسی می‌باشد.

از روش‌های رایج برای کوتاه کردن طول درمان، استفاده از سیستم‌های Preadjusted می‌باشد که با اعمال Tip و Torque مطلوب دندان‌ها همزمان با حرکات دندانی پروسه درمان را کوتاه می‌کند. همچنین سیستم‌های Self-ligation سعی دارند با کاهش Friction، حرکات ارتودنسی را تسریع نمایند. از روش‌های موجود دیگر، استفاده از سیم‌های NiTi، Coil های NiTi است که با اعمال نیروهای Continious light علاوه بر پایداری نیرو، عوارض ناشی از Force های شدید را کاهش می‌دهد.

از آنجایی که در درمان‌های ارتودنسی، حرکات دندانی در پاسخ به نیروهای ارتودنتیک که موجب ریمودلینگ استخوانی می‌گردد صورت می‌گیرد، در سال‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت تسریع حرکات دندانی از طریق تأثیر بر ریمودلینگ استخوان انجام گرفته است. از جمله تزریق موادی مانند پروستاگلاندین (۱،۲)، PTH (۳،۴)، $(OH)_2D_3$ ۲۵ و ۱ (۵-۷) و استئوکلسین (۸) در اطراف ساکت آلوئول که سبب فعالسازی استئوکلاست‌ها از طریق افزایش بروز RANKL در سلول‌های مغز استخوان و استئوبلاست‌ها (نه تأثیر مستقیم بر روی سلول‌های پیش ساز استئوکلاست) می‌گردد. همچنین تحقیقات نشان داده است که تزریق $(OH)_2D_3$ ۲۵ و ۱ علاوه بر افزایش تعداد استئوکلاست‌ها، اتصال ماکروفاژهای مونونوکلئار را جهت ساخت استئوکلاست تحریک می‌کند (۹).

روش‌های دیگری همچون تحریک الکتریکی (۱۰) و کاربرد اولتراسوند (۱۱) نیز در سال‌های اخیر جهت تسریع حرکات دندانی مورد آزمایش قرار گرفته است. اما این روش‌ها با عوارضی همچون درد موضعی و تحلیل شدید ریشه (بر اثر تزریق PGE_2) و عوارض سیستمیک (بر اثر تزریق PTH و $(OH)_2D_3$ ۲۵ و ۱) همراه است و یا نیاز به استفاده طولانی مدت برای ایجاد تأثیرات درمانی دارند. بدین جهت این روش‌ها به عنوان روش‌های رایج برای تسریع حرکات دندانی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

در این مطالعه سعی گردید با توجه به اثرات Biostimulatory منحصر به فرد لیزرهای کم توان، خصوصاً در تسریع التیام بافت نرم و سخت (۱۲) و ساخت کلاژن و فیبروبلاست، (۱۳،۱۴) از این ابزار برای تسریع حرکات دندانی در ارتودنسی و کنترل درد استفاده شود (۱۵،۱۶).

خواص ممتاز این ابزار که در رشته پزشکی و دندانپزشکی انقلابی را منجر شده است به علت تأثیرات طول موج‌های مختلف لیزر، بر سیستم تحت سلولی (Subcellular element) و نهایتاً سیستم بافتی می‌باشد، به صورتی که پس از تابش بر سلول‌های بنیادین- استئوبلاست‌ها، فیبروبلاست‌ها، سمنتوبلاست‌ها، سلول‌های ایمنی (فاگوسیت‌ها) و سایر سلول‌ها نقش Biostimulatory مشاهده گردیده است.

در مقالات و متون متعدد، نقش تحریک سلولی به شکل بالا رفتن ATP (تا حد۱۵۰٪) در متابولیسم وحیات سلولی و نهایتاً روشن کردن Coding gene (DNA) و پروتئین سازی مشخص گردیده (۱۹-۱۷) و نشان داده شد که این لیزرها میزان Bone formation و پرولیفراسیون سلولی را در سمت کشش افزایش داده و همچنین به تعداد استئوکلاست‌ها در سمت فشار می‌افزایند (۲۰) و به این شکل

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]

همه پروسه‌هایی را که در حرکات دندانی دخیل هستند، تسریع می‌نمایند.

با این حال با توجه به ناشناخته‌های زیادی که در زمینه لیزر وجود دارد، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تابش لیزر کم توان بر روی میزان حرکات ارتودنتیک در انسان 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 حرکات دندانی 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، در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران به تأیید رسیده و در سایت www.irct.ir با کد ۱۳۸۸۰۴۰۲۲۰۶۶N۱ ثبت گردید. در ابتدای پژوهش فرم رضایت‌نامه آگاهانه، توسط بیماران شرکت کننده مطالعه، تکمیل و امضا شد.

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

بیمارانی که درمان آنها شامل درمان‌های ارتودنسی ثابت همراه با کشیدن دندان‌های پرمولراول 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. طرح درمان ارتودنسی آنها بر اساس بررسی مدارک فتوگرافی، سفالومتری OPG و بررسی کست‌ها طبق نظر اساتید شامل درمان ارتودنسی ثابت همراه با Extraction دندان‌های پرمولر اول بالا در هر دو سمت به جهت اصلاح مشکل Crowding تقریباً قرینه 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.

بعد از کشیدن دندان‌ها در این بیماران مرحله Aligning و Levelling 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 گردید. به این منظور دندان‌های ۵ و ۶ هر سمت نیز توسط Ligature wire به هم متصل شدند.

با توجه به اینکه Proffit و Fields (۲۱) نیروی ایده‌آل برای Sliding دیستالی کانین را ۲۰۰–۱۵۰ گرم می‌دانند 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 اعمال می‌کنند (۲۱)، در این مطالعه از Nitinol closed coil spring های Light استفاده شد که اگر تحت کشش مناسب قرار گیرند، نیروی ۱۵۰ gr اعمال می‌کنند.

طبق نظر شرکت سازنده، از Coil های ۹ میلی‌متری برای فضاهای کمتر از ۲۲ میلی‌متر و از Coil های ۱۲ میلی‌متری برای فضاهای بیش از این میزان(۳۶–۲۲ میلی‌متر) استفاده گردید. Coil spring های 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. برای راهنمایی حرکت کانین، این دندان‌ها با Ligature wire به آرچ وایر به نحوی متصل شدند که نیروی Ligature wire در دو سمت یکسان باشد. Ligature تاحدی پیچانده شد که سیم تابیده شده مجدداً روی خودش نتابد. علیرغم نیروی یکسان در یک محدوده وسیع 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 در دو سمت یکسان گردید.

همزمان با شروع Retraction و پس از قالب‌گیری اولیه، تابش لیزر با دوره‌های توصیه شده لیزرتراپی برای کاربرد Biostimulatory

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]

در درمان‌های پریودنتال به شکل ۶ دوره تابش در طول دو هفته با فواصل تقریبی ۴۸ ساعت صورت گرفت.

لیزر مورد استفاده، لیزر GaAlAs و دستگاه مورد استفاده، دستگاه Mustang (ساخت کشور روسیه) بود. طول موج این لیزر ۸۹۰ nm، Peak power آن ۸۰ W و نوع تابش آن پالسی بود. قبل از هر بار تابش اشعه برای هر بیمار، توان اشعه توسط سنسور موجود بر روی دستگاه مورد آزمون قرار گرفت. با توجه به پالسی بودن دستگاه توان به شکل زیر محاسبه گردید:

توان Peak=توان×پهنای پالس×فرکانس=۸۰ W×۲×۱۰−۹×۳۰۰۰=۰/۰۴۸W

و در نتیجه انرژی خروجی دستگاه در دقیقه به شرح زیر محاسبه گردید:

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

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 و 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 کاهش نفوذ اشعه، حدود ۴ J (حدود ۸۳ ثانیه) بود. مجموعاً درد و سمت هر دندان به میزان ۱۲ J تابش لیزر کم توان مورد استفاده قرار گرفت و با توجه به اینکه سطح تحت تابش در باکال و پالاتال هر دندان حدود ۱ cm^2 مساحت داشت، دانسیته انرژی تابیده شده حدوداً ۶ J/cm^2 بود. باتوجه به اینکه این دوره‌های تابش در روز شروع رتراکشن و ۵ دوره دیگر به فاصله هر دو روز (هفته‌ای سه مرتبه) صورت گرفت، میزان انرژی لیزر مورد استفاده برای هر دندان در طول این دوره در حدود ۷۲ J بود.

لیزر مورد نظر با زمان بندی مذکور اما به شکل خاموش در سمت کنترل بیماران مورد استفاده قرار گرفت تا اثرات آن تحت تأثیر اثر پلاسبو قرار نگیرد.

از آنجا که برای طی مراحل ریمودلینگ و استراحت بافتی، وسایل ارتودنسی را نباید با فواصل زمانی زودتر از سه هفته دوباره فعال نمود (۲۱) و زمان اپتیمال فعالسازی دوباره ۴ هفته است، بیماران ۴ هفته بعد از شروع Retraction مجدداً معاینه گردیده و پس از خروج Wire و Coil spring از دهان، یک قالب مجدد از فک بالا تهیه شد. قبل از جایگذاری مجدد Coil spring از نظر میزان نیروی اعمال شده کنترل شد و مجدداً با استفاده از Ligature wire به طول‌های مساوی در دو سمت تحت کشش قرار گرفت. سپس Retraction برای یک دوره ۴ هفته‌ای دیگر بدون تابش مجدد لیزر ادامه یافت و پس از ۴ هفته دیگر (۸ هفته از آغاز رتراکشن) بیمار معاینه گردید و پس از خروج Wire یک قالب دیگر از فک بالای بیمار تهیه شد. با توجه به اینکه در یکی از بیماران بعد از یک دوره ۴ هفته‌ای رتراکشن میزان فضای باقی مانده در یک سمت بسیار ناچیز بود، این بیمار در ۴ هفته دوم از مطالعه خارج گردید و اندازه‌گیری بر روی کست سوم صورت نگرفت.

نحوه ساخت پلاک رفرنس

کست‌های تهیه شده در ابتدای Retraction و ۴ و ۸ هفته بعد، تریم شدند و پاپیلای انسیزیو و رافه میانی کام بر روی آنها مشخص گردید. بر روی کست اولیه هر بیمار پلاک آکریلی در ناحیه روگا به نحوی ساخته شد که فقط قسمت مرکزی روگای پالاتال را بپوشاند و سیم‌های رفرنس بر روی کست با سیم ۰/۹ میلی‌متر داخل پلاک آکریلی قرار گرفتند (شکل ۱).

شکل ۱- پلاک رفرنس

انتهای خارجی سیم رفرنس ساییده شد تا به شکل Sharp در آید و سیم رفرنس در ناحیه بین دندان کانین و دندان لترال هر دو سمت (تقریباً چسبیده به دندان لترال) برای اندازه‌گیری میزان رتراکشن دندان کانین ساخته شد و خطی بر روی نواحی از انسیزیوپاپیلا و رافه میانی کام بر روی کست و امتداد آن بر روی پلاک آکریلی کشیده شد تا انطباق دقیق پلاک بر روی کست‌های بعدی کنترل شود.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]

جدول ۱- مقایسه میانگین میزان حرکت دندان کانین طی ماه اول برحسب درمان یا عدم درمان با LLL

	تعداد	میانگین (میلی متر)	انحراف معیار
میزان حرکت دندان کانین در ماه اول در سمت تحت درمان با LLL	۱۲	۱/۱۴	۰/۷۰
میزان حرکت دندان کانین در ماه اول در سمت کنترل	۱۲	۱/۰۰	۰/۵۸

جدول ۲- مقایسه میانگین میزان حرکت دندان کانین طی دو ماه برحسب درمان یا عدم درمان با LLL

	تعداد	میانگین (میلی‌متر)	انحراف معیار
میزان حرکت دندان کانین طی دو ماه در سمت تحت درمان با LLL	۱۱	۲/۰۰	۰/۸۷
میزان حرکت دندان کانین طی دو ماه در سمت کنترل	۱۱	۱/۶۷	۰/۸۸

نحوه اندازه‌گیری میزان حرکت

نقطه مرکزی در محل تماس سطح مزیال دندان با لثه دیستال دندان کانین دو سمت بر روی هر سه کست در هر بیمار مشخص گردید و پلاک آکریلی ساخته شده بر روی کست اولیه، در حالت Best fit روی کست‌های دوم و سوم قرار گرفت و انطباق خط کشیده شده بر روی پلاک با پاپیلای انسیزیو در قدام کست و رافه میانی کام کنترل شد. در صورت عدم قرارگیری صحیح پلاک بر روی کست مقداری از نواحی پلاک تا حدی تریم شد که ضمن قرارگیری پلاک در یک وضعیت (که با خطوط کشیده شده هم انطباق دارد)، تنها نواحی مرکزی ناحیه روگا که حین حرکات بدون تغییر است به عنوان مرجع مورد استفاده قرار گیرد. فاصله سطح دیستال Wire رفرنس در ناحیه مرکزی ریج تا نقطه مشخص شده بر روی سطح مزیال کانین بر روی کست اول، دوم و سوم در هر دو سمت توسط کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و اختلاف فاصله در کست ۱ و ۲ در هر سمت به عنوان میزان حرکت در ۴ هفته نخست و اختلاف فاصله در کست ۱ و ۳ در هر سمت به عنوان میزان کلی حرکت ظرف ۸ هفته و اختلاف فاصله در کست ۲ و ۳ در هر سمت به عنوان میزان حرکت در طی ۴ هفته دوم محاسبه گردید. اندازه‌گیری‌ها توسط دو محقق و در زمان‌های متفاوت انجام شد و اختلاف معنی‌داری بین اندازه‌گیری‌ها یافت نشد (P>۰/۰۵). اندازه‌گیری در ۴ هفته دوم علیرغم عدم تابش لیزر در ماه دوم به این علت صورت گرفت تا نشان داده شود که آیا در صورت تغییر میزان حرکت در ماه اول توسط لیزر، این تغییرات پایدار خواهد بود یا خیر، و نیز نشان داده شود که در صورت تغییر یا عدم تغییر میزان حرکت در ماه اول، آیا لیزر می‌تواند منشأ آغاز تحولات سلولی باشد که در ماه بعد خود را به شکل افزایش میزان حرکت نشان دهد.

در ضمن در این تحقیق علیرغم بی خطر بودن دوز مورد استفاده در Exposure های اتفاقی برای چشم، عینک‌های خاص محافظت در مقابل لیزر توسط بیمار و عمل کننده مورد استفاده قرار گرفت تا بدین وسیله خطرات بسیار کم احتمالی هم کنترل شود.

نهایتاً داده‌های مربوط به میزان حرکت در ماه اول و دوم براساس آزمون One-sample Kolmogorov-Simirnov آنالیز شد و این آنالیز نشان داد که داده‌ها توزیع نرمالی دارند و بدین جهت از آزمون Paired sample T-test در این مطالعه استفاده گردید. در تمام موارد P<۰/۰۵ سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

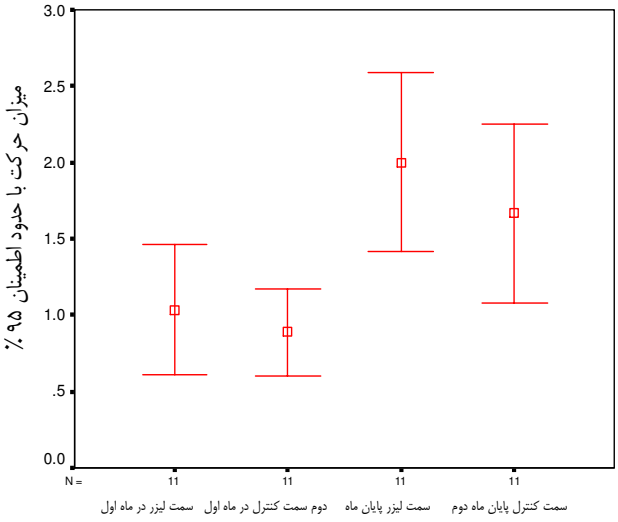
یافته‌ها

۱۲ بیمار در تحقیق شرکت کردند. در یکی از بیماران بعد از ۴ هفته در یک سمت فضای کمی باقی مانده بود. این بیمار برای بررسی میزان حرکت در ماه دوم و بررسی مجموع میزان حرکت در دو ماه از مطالعه حذف شد و فقط داده‌های مربوط به میزان حرکت در ماه اول برای این نمونه محاسبه گردید.

بررسی میزان حرکت در ۴ هفته اول در جدول ۱ و بررسی میزان کلی حرکت در طی ۸ هفته نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه میانگین میزان حرکت در پایان ماه اول و دوم بر حسب درمان یا عدم درمان با لیزر در نمودار ۱ نشان داده شدن است.

نتایج نشان داد که هرچند میزان حرکت دندان کانین طی ماه اول (P=۰/۳۹۵)، دوم (P=۰/۴۴) و مجموع ۲ ماه (P=۰/۲۱۹) در سمت تحت درمان با LLL بیش از سمت کنترل بود، اما این اختلاف معنی‌دار نبود.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]



نمودار ۱- مقایسه میانگین میزان حرکت در پایان ماه اول و پایان ماه دوم برحسب درمان یا عدم درمان با لیزر

بحث و نتیجه‌گیری

براساس مطالعه Zhu و همکاران لیزر کم توان حرکت دندانی را افزایش می‌دهد (۲۲). Sun و همکاران نیز به نتایج مشابهی رسیدند (۲۳). البته مطالعه ایشان بر روی خرگوش انجام شد و Randomization آن به نحو صحیحی صورت نگرفت (همواره سمت راست به عنوان گروه تحت تابش انتخاب گردید). در مطالعه Kim و همکاران که از لیزر مشابه مطالعه حاضر (GaAlAs) استفاده شده بود (۲۴)، دوز کلی تابش حدود J/cm^2 ۳۴/۸ بود و بر روی Rat انجام شد و هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر میزان حرکات دندانی در دو سمت مشاهده نگردید. مطالعه Sun و همکاران (۲۵) نیز نشان داد، لیزر He-Ne می تواند بروز TGF-β را در بافت پریودنتال خرگوش‌ها افزایش دهد، گرچه این مطالعه نیز حیوانی بوده و Randomization آن صحیح صورت نگرفته بود و لیزر آن نیز لیزر متفاوتی بوده است.

در مطالعه Saito و همکاران (۲۶) لیزر GaAlAs با طول موج ۸۳۰ نانومتر مورد استفاده قرار گرفت و نشان داد که درمان با لیزر در دفعات متوالی می‌تواند تولید استخوان را تسریع کند. البته این مطالعه معتبر که در کتاب Graber هم از آن نام برده شده است (۲۷) از امواج ممتد برای مطالعه استفاده کرده و با توجه به جثه کوچک Rat میزان کل دوز تابش (J ۱۲۶)، بسیار بیشتر از مطالعه حاضر بوده است. با این حال این مطالعه نشانگر تأثیر لیزر بر ساخت استخوان است و محققین استفاده از لیزر را جهت جلوگیری از ریلپس توصیه نموده‌اند، نه برای تسریع حرکات دندانی.

در مطالعه Cruz و همکاران (۲۸) از لیزر GaAlAs با طول موج ۷۸۰ nm استفاده شد و نشان داده شد که درمان با LLL برای افزایش حرکات دندانی در انسان مناسب است. در این مطالعه از سیم Rectangular برای رتراکشن کانین استفاده شده و بدین شکل مسئله Friction پیچیده‌تر شده بود. در این تحقیق از Coil spring های استیل استفاده شده و به همین جهت نیروی آن در طول یک ماه پایدار نبود. در مطالعه فوق برخلاف مطالعه حاضر از امواج ممتد برای حرکات دندانی استفاده شد و با توجه به تعیین نقاط متعدد، تابش به شکل نسبتاً هموژن صورت گرفت.

در مطالعه Limpanichkul و همکاران (۲۹) از لیزر GaAlAs با طول موج ۸۶۰ nm استفاده شد و هیچ تفاوت معنی‌داری را از نظر میزان حرکت در استفاده از LLLT نشان نداد. در این مطالعه جهت اندازه‌گیری مشابه مطالعه حاضر از پلاک آکریلی در ناحیه روگا استفاده شده است. البته تابش لیزر در این مطالعه در روزهای ۱، ۲، ۳ و سه روز پایانی هر ماه صورت گرفت، که با توجه به اینکه طبق مطالعات Saito و همکاران (۲۶) تابش در روزهای پایانی احتمالاً تأثیری در میزان حرکت ندارد، تابش مؤثر فقط به مدت سه روز صورت گرفته که به نظر ناکافی می‌آید.

در مطالعه Seifi و همکاران (۳۰) از دو نوع لیزر، یکی لیزر پالسی Optodan با طول موج ۸۵۰ nm و یکی لیزر KLO_3 با طول موج ۶۳۰ nm استفاده گردید. میزان انرژی در گروه تحت تابش Optodan، ۸/۱ J و در گروه KLO_3، ۲۷ J بود. این مطالعه نشان داد که تابش هر دو نوع لیزر میزان حرکات دندانی را کاهش می‌دهد. در این مطالعه نیز میزان حرکات مولر اول توسط اندازه‌گیری فاصله میان مولر اول و دوم مشخص گردیده است و به این شکل حرکت همزمان مولرهای دوم توسط الیاف لثه ای درنظر گرفته نشده است.

در مطالعه Youssef و همکاران (۳۱) از لیزر GaAlAs با طول موج ۸۰۹ nm استفاده شد و نتایج نشان داد که میزان حرکت دندان کانین در ماگزیلا و مندیبل توسط کاربرد LLLT افزایش می‌یابد.

در مطالعه Fugita و همکاران (۳۲) از لیزر GaAlAs با طول موج ۸۱۰ nm در Rat استفاده شد. دوز انرژی تابش در هر مرتبه

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]

J/cm^2 ۵۴ بود و این تابش در هفت روز متوالی صورت گرفت. همچنین تابش همین لیزر در in vitro با دانسیته انرژی J/cm^2 ۲۷/۹۹ انجام شد. این مطالعه نشان داد که استفاده از لیزر کم توان میزان حرکات دندانی را افزایش داده است. البته این مطالعه هم مانند بسیاری از مطالعات دیگر میزان حرکت دندان مولر اول را برحسب اندازه‌گیری فاصله بین شیار مرکزی مولر اول و سطح مزیال مولر دوم مشخص نموده که ضمن اینکه حرکت مولر دوم به علت فیبرهای Interdental را محاسبه نمی‌نماید، اندازه‌گیری در آن برحسب میزان Tip شدن دندان است و نه بر مبنای حرکت Bodily واقعی دندان. در مورد بررسی میزان حرکت دندان فاکتورهای متعددی مانند مسیر حرکت، شرایط آناتومیک، شرایط بیولوژیک، شرایط شخصی، طول مدت حرکت و کنترل نیرو (۳۳) می‌تواند تحقیق را مخدوش کند که در مطالعه حاضر با توجه به همبسته بودن داده‌ها، مقایسه بسیاری از این فاکتورها یکسان سازی شده است، اما نمی‌توان به طور کامل اختلافات بیومکانیکی در دو سمت را حذف نمود. در این مطالعه لیزر GaAlAs دلیل اینکه که عمق نفوذ بافتی بالایی دارد و آب و هموگلوبین ضریب جذب کمی برای این اشعه دارند (۳۴)، انتخاب شد. از آنجا که کاربرد لیزر در اوایل حرکات دندانی رژنراسیون استخوان را فعال نمود و درمان با لیزر در مراحل بعدی می‌توانست در حفظ این فعالیت رژنراسیون نقش داشته باشد (۲۶) و با توجه به این که فرکانس مناسب جهت Biostimulation، هفته‌ای ۳ تا ۴ مرتبه است لذا در مطالعه حاضر تابش لیزر برای دوره نسبتاً طولانی دو هفته‌ای ادامه یافت (۱۷). فرکانس مورد استفاده در این مطالعه ۳ بار در هفته درنظر گرفته شد. از آنجا که در مورد لیزر نه تنها کل دوز انرژی تابش، بلکه زمان بندی و روش تابش نیز مهم است، سعی شد هنگام تابش لیزر، با تماس نوک پروب با بافت و در نتیجه جلوگیری از انعکاس اشعه لیزر، حداکثر دوز ممکن را به بافت PDL رسانده و در عین حال برای اینکه بهترین نوع توزیع میزان اشعه لیزر به دست آید، پروب لیزر در تماس با تمامی سطوح در دسترس استخوان (باکال و لینگوال)، به شکل حرکت آرام در مجاورت نسوج لثه‌ای حرکت داده شد و با توجه به ضخامت متفاوت استخوان در اطراف ریشه دندان در این مطالعه میزان دانسیته انرژی در تماس با نواحی اپیکال ریشه که ضخامت استخوان بیشتر است، حدود دو برابر میزان انرژی در تماس با نواحی سرویکال ریشه درنظر گرفته شد که در هیچ یک از تحقیقات قبلی به مسئله ضخامت متفاوت استخوان در نواحی مختلف ریشه توجه نشده بود. با این حال هیچ محاسبه ابعادی که بتواند میزان دقیق دانسیته انرژی و توان را در این سیستم پیچیده بافتی اندازه‌گیری کند وجود ندارد.

از طرفی تأثیرات متفاوت و گاه متناقضی در مورد تأثیرات لیزر کم توان ذکر شده است. بعضی مطالعات نشان می‌دهند که لیزر با افزایش فعالیت‌های درون سلولی و افزایش تعداد استئوکلاست‌ها در سمت فشار و استئوبلاست‌ها در سمت کشش حرکات دندانی را تسریع می‌کند (۲۰) و در مقابل بعضی معتقدند که لیزر با تأثیرات Inhibitory بر پروستاگلاندین‌ها که خود واسطه پاسخ سلولی به حرکات دندانی است، از حرکات دندانی ممانعت می‌نماید (۳۰). تأثیرات درمانی لیزر وابسته به دوز کلی، طول موج، فرکانس و زمان درمان می باشد و در مورد هیچ یک از این پارامترها میزان اپتیمال مشخص نشده است.

در مطالعه حاضر هر چند میزان انرژی کلی برای هر دندان در حدود دوز تعیین شده در مطالعات مؤثر و غیر مؤثر قبلی بوده است و نیز ضخامت استخوان را در تعیین دوز تابش مدنظر قرار داده است، اما برخلاف بیشتر مطالعات صورت گرفته لیزر آن از نوع پالسی بوده و طول موج مورد استفاده (۸۹۰ nm) بیش از سایر مطالعات بود. از طرفی می‌توان معنی‌دار نبودن مطالعه ما را به این دلیل دانست که ممکن است تأثیرات درمانی در حدی کوچک بوده که توسط سایر عوامل مداخله‌گر درمانی مانند عوامل بیومکانیکی، دانسیته استخوان و غیره پوشانده شده است. با این حال نبودن معنی‌داری آماری نمی‌تواند بیانگر عدم تأثیر کلینیکی باشد. لیزر مورد استفاده در مطالعه حاضر نیز علیرغم اینکه نتایج معنی‌داری را نشان نداده، تمایل کلی در جهت افزایش میزان حرکات داشته است و مشخص کردن کاربردهای کلینیکی بالقوه لیزر کم توان در ارتودنسی، مطالعات بیشتری را می‌طلبد.

از آنجایی که تحقیقات متفاوت پیرامون تأثیر لیزر بر سرعت حرکات دندانی نتایج کاملاً متناقضی داشته، پیشنهاد می‌گردد مطالعات دیگری با درنظر گرفتن ضخامت متفاوت استخوان در نواحی مختلف ریشه و درنظر گرفتن شرایط آناتومیک و بیولوژیک و با انواع و طول موج‌ها و دانسیته‌های متفاوت انرژی صورت بگیرد و بر مبنای مطالعات موجود نیز یک مرور سیستماتیک برای به دست آوردن طول موج، دانسیته انرژی و فرکانس تابش اپتیمال برای به دست آوردن حداکثر

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]

اثر تحریکی بر میزان حرکات دندانی انجام گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز تحقیقات دانشکده دندانپزشکی با شماره طرح ۱۳۲/۳۰۳ مورخ ۸۸/۵/۴ می‌باشد. همچنین بدین وسیله از مرکز تحقیقات لیزر دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع:

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

2- Yamasaki K, Miura F, Suda T. Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. J Dent Res. 1980;59(10):1635-42.

3- Soma S, Matsumoto S, Higuchi Y, Takano-Yamamoto T, Yamashita K, Kuriso K, et al. Local and chronic application of PTH accelerates tooth movement in rats. J Dent Res. 2000;79(9):1717-24.

4- Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. J Bone Miner Res. 1999;14(4):546-54.

5- Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Yamashiro T. Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1,25(OH)2D3 and mechanical force in the rat. J Dent Res. 1992;71(8):1487-92.

6- Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Kobagashi Y, Yamashiro T, Sakuda M. The effect of local application of 1,25-dihydroxycolecalciferol on osteoclast numbers in orthodontically treated rats. J Dent Res. 1992;71(1):53-9.

7- Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988;94(4):278-84.

8- Hashimoto F, Kobayashi Y, Mataki S, Kobayashi K, Kato Y, Sakai H. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. Eur J Orthod. 2001;23(5):535-45.

9- David JP, Neff L, Chen Y, Rincon M, Horne WC, Baron R. A new method to isolate large numbers of rabbit osteoclasts and osteoclast-like cells: application to the characterization of serum response element binding proteins during osteoclast differentiation. J Bone Miner Res. 1998;13(11):1730-8.

10- Spadaro JA. Mechanical and electrical interactions in bone remodeling. Bioelectromagnetics. 1997;18(3):193-202.

11- Hadjiargyrou M, Mcleod K, Ryaby JP, Rubin C. Enhancement of fracture healing by low intensity ultrasound. Clin Orthop Relat Res. 1998;355(suppl):s216-29.

12- Mester E, Mester AF, Mester A. The biomedical effects of laser application. Lasers Surg Med. 1985;5(1):31-9.

13- Boulton M, Marghall J. He-Ne laser stimulation of human fibroblast proliferation and attachment in vitro. Lasers in Life Sci. 1986;1:125-34.

14- Van Breugel HH, Bar PR. Power density and exposure time of He-Ne laser irradiation are more importmant than total energy dose in photo-bimodulation of human fibroblasts in vitro. Lasers Surg Med. 1992;12(5):528-37.

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

16- 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 Dentofacial Orthop. 1995;108(6):614-22.

17- Tuner J, Hode L. The laser therapy handbook 1st ed. Grangesberg (Sweden): Prima books AB; 2007.

18- Simunovic Z. Lasers in the medicine and dentistry 1st ed. Switzerland: Locarno; 2000.

19- Moritz AF, beer F, Gohakhay K, Schoop U, Strassl M. Oral laser application. 1st ed. Berlin: Quintessence publishing; 2006.

20- Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. Lasers Surg Med. 2000;26(3):282-91.

21- Proffit WR, Fields HW. Contemporary orthodontics. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2007.

22- Zhu X, Chen Y, Sun X. A study on expression of basic fibroblast growth factors in periodontal tissue following orthodontic tooth movement associated with low power laser irradiation. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2002;20(3):166-8.

23- Sun X, Zhu X, Xu C, Ye N, Zhu H. Effects of low energy laser on tooth movement and remodeling of alveolar bone in rabbits. Hua Xi kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2001;19(5):290-3.

24- Kim YD, Kim SS, Kim SJ, Kwon DW, Jeon ES, Son WS. Low-level laser irradiation facilitates fibronectin and collagen type I turnover during tooth movement in rats. Lasers Med Sci. 2010;25(1):25-31.

25- Sun XH, Wang R, Zhang XY. Effect of He-Ne laser irradiation on the expression of transforming growth factor beta 1 during experimental tooth movement in rabbits. Shanghai Kou Qiang Yi Xue. 2006;15(1):52-7.

26- Saito S, Shimizu N. Stimulatory effect of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. Am J Orthod Dentofacial Orthod. 1997;111(5):525-32.

27- Graber TM. Orthodonticts: current principles and techniques. 4th ed. st. Louis; Mosby: 2005.

28- Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. Laser Surg Med. 2004;35:117-20.

29- Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. Orthod Craniofac Res. 2006;9(1):38-43.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]

30- Seifi M, Shafeei HA, Daneshdoost S, Mir M. Effects of two types of low-level laser wave lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movemeats in rabbits. Lasers Med Sci. 2007;22(4):261-4.

31- Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. Lasers Med Sci. 2008;23(1):27-33.

32- Fugita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. Orthod Craniafac Res. 2008;11(3):143-55.

33- Markostamos K, Akli K. The ideal force for canine retraction. Orthod Epitheorese. 1989;1(4):191-201.

34- Hillenkamp F. Lasers in biology and medicine. 1st ed. New York: Springer;1981.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-20]