

## Effect of low-level laser irradiation on separator induced tooth movement

M Abtahi\*

H Mahaseeni Aghdam\*\*

\*Assistant professor of Orthodontics, Dental Research Center, Dental school, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

\*\* General practitioner

### \*Abstract

---

**Background:** Long time course of orthodontic treatment is considered as one of the major problems causing a decrease in patients' compliance. This problem is related to the rate of tooth movement during treatment. One of the newest approved methods that affect the bone remodeling and tooth movement is the low-level laser irradiation.

**Objective:** The aim of the present study was to evaluate the effect of low-level laser irradiation on tooth movement following the separator placement.

**Methods:** This experimental clinical trial was carried out in dental clinics of Mashhad University during 2006-2007. A total of 30 orthodontic patients participated in this study. On the first day, the separators were placed between the 5<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup> and the 7<sup>th</sup> teeth. Later, the low-level laser irradiation was applied to one half of each jaw for 5 days while the other half was left as control. The sides of the laser irradiation were selected, randomly. On the 6<sup>th</sup> day, the impression was taken from both arches and the distance between the teeth were measured by a leaf-like gauge. The data were statistically analyzed using paired t-test.

**Findings:** The mean amount of the tooth movement in laser irradiated side in maxilla was  $0.55 \pm 0.19$  mm and in the opposite side  $0.50 \pm 0.21$  mm, and the difference was found to be statistically significant ( $p=0.031$ ). This finding in mandible was  $0.048 \pm 0.21$  mm in laser irradiated side and  $0.48 \pm 0.24$  mm in the other side however, the difference was insignificant, statistically ( $p=0.86$ ). Comparatively, the measurement of both jaws in the laser-irradiated side was  $0.52 \pm 0.20$  mm while it was  $0.49 \pm 0.22$  mm in the opposite side with no significant difference between two groups.

**Conclusion:** Our findings suggest that the low-level laser irradiation can accelerate the tooth movement in maxilla more than that in mandible, but the difference between the mean amount of the total tooth movement in laser irradiated side and the control side was statistically insignificant.

**Keywords:** Orthodontics, Lasers, Separator

---

**Corresponding Address:** Dental Research Center, Dental School, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

**Email:** abtahim@mums.ac.ir

**Tel:** +98 9155593509

**Received:** 2008/11/29

**Accepted:** 2009/07/11

## تأثیر لیزر کم توان بر حرکت دندان ناشی از نیروی سپریاتور

دکتر سید مصطفی ابطحی\*      دکتر حمید محاسنی اقدام\*\*

\* استادیار گروه ارتودنسی و عضو مرکز تحقیقات دندان پزشکی دانشکده دندان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد  
\*\* دندان پزشکی عمومی

Email: abtahim@mums.ac.ir

آدرس مکاتبه: مشهد، دانشکده دندان پزشکی، مرکز تحقیقات دندان پزشکی، تلفن ۰۹۱۵۵۵۹۳۵۰۹

تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۹

### \* چکیده

**زمینه:** یکی از مهم‌ترین مشکلات درمان‌های ارتودنسی، طولانی بودن زمان آن و در نتیجه کاهش همکاری بیمار است. این مشکل تا حد زیادی به سرعت حرکت دندان در طول درمان وابسته است. یکی از جدیدترین روش‌های مؤثر بر تغییرات استخوان و حرکت دندان، تابش لیزر کم توان است. **هدف:** مطالعه به منظور تعیین تأثیر تابش لیزر کم توان بر حرکت دندان ناشی از نیروی سپریاتور انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این کارآزمایی بالینی که طی سال ۸۷-۱۳۸۶ در درمانگاه ویژه دندان پزشکی شهر همدان انجام شد، ۳۰ بیمار کاندید ارتودنسی شرکت داشتند. در روز اول سپریاتورها بین دندان ۵ و ۶ و ۷ قرار داده شدند و لیزر با توان پایین به مدت ۵ روز در یک سمت قوس دندانی که به صورت تصادفی انتخاب شد، تابانده شد. سمت قوس دندانی بدون تابش لیزر به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. در روز ششم از دو قوس دندانی مدل تهیه گردید و فاصله بین دندان‌ها توسط گیج برگی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون آماری تی زوج تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** میانگین میزان حرکت دندانی در فک بالا سمت تابش لیزر  $0/19 \pm 0/55$  و در سمت بدون تابش (شاهد)  $0/21 \pm 0/50$  میلی‌متر و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p=0/031$ ). این نتایج در فک پایین سمت تابش لیزر  $0/21 \pm 0/48$  و در سمت شاهد  $0/24 \pm 0/48$  میلی‌متر بود که تفاوت آنها از نظر آماری معنی‌دار نبود. در مقایسه کلی دو فک، میزان حرکت در سمت تابش لیزر  $0/20 \pm 0/52$  و در سمت شاهد  $0/22 \pm 0/49$  میلی‌متر بود که تفاوت معنی‌داری آماری نداشتند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌ها، اگرچه تابش لیزر کم توان باعث افزایش حرکت دندان در فک بالا نسبت به فک پایین شد، ولی مقایسه میانگین کلی حرکت دندان در دو فک در سمت تابش لیزر با سمت شاهد تفاوت آماری معنی‌دار نداشت.

**کلیدواژه‌ها:** ارتودنسی، لیزرها، سپریاتور

### \* مقدمه

سرعت شکل‌گیری مجدد استخوان و در نتیجه سرعت حرکت دندان در استخوان آلوئول عبارتند از عوامل متابولیک مانند هورمون پاراتورمون و استروژن، نیروی وارده بر استخوان، تزریق داروها، تحریک الکتریکی و کاربرد فراصوت. طبق نتایج حاصل از برخی مطالعه‌ها، هورمون پاراتورمون باعث افزایش سرعت شکل‌گیری استخوان و استروژن باعث کاهش آن می‌شود. همچنین نیروهای کم‌تر از ۱۰۰۰ میکرواسترین باعث افزایش شکل‌گیری و نیروهای بیش‌تر از ۲۰۰۰ میکرواسترین باعث کاهش شکل‌گیری استخوان و در نتیجه کاهش سرعت حرکت دندان می‌شوند. عوامل فوق‌علی‌رغم

یکی از مهم‌ترین مشکلات درمان‌های ارتودنسی طولانی بودن زمان آن در مقایسه با سایر درمان‌های دندان پزشکی است. از طرفی، همکاری بیمار در رسیدن به نتایج مطلوب درمانی بسیار مؤثر است که با طولانی شدن زمان درمان، میزان این همکاری کاهش می‌یابد. این مشکل تا حدود زیادی به سرعت حرکت دندان در طول درمان وابسته است.<sup>(۱)</sup> از آنجا که نیروهای ارتودنسی باعث شکل‌گیری مجدد استخوان آلوئول می‌شوند، به منظور جلوگیری از اثرات نامطلوب از قبیل نکروز استخوان و تحلیل ریشه، حرکت دندانی باید تا جای ممکن به آرامی انجام شود. برخی عوامل مؤثر بر

دندان ناشی از نیروی سپریاتور در درمان ارتودنسی انجام شد.

### \* مواد و روش‌ها:

در این کار آزمایشی بالینی تصادفی شده درون گروهی که طی سال ۸۷-۱۳۸۶ در درمانگاه ویژه دندان پزشکی شهر همدان انجام شد، ۳۰ بیمار کاندید ارتودنسی شرکت داشتند. شرط ورود به مطالعه قرینه بودن وضعیت دندانی در دو سمت قوس دندانی (در صورت کشیده شدن دندان وضعیت قرینه بود) و تکمیل فرم رضایت نامه بود. معیارهای خروج از مطالعه عدم باقی ماندن سپریاتور تا روز آخر و عدم مراجعه بیمار جهت تابش لیزر بود.

در روز اول سپریورها (الاستیک‌های باز کننده ناحیه تماس دندان‌ها-کارخانه دنتاروم آلمان) بین دندان‌های ۵ و ۶ و ۷ قرار داده شد. سپس لیزر با توان پایین به مدت ۵ روز در یک سمت قوس دندانی به عنوان گروه آزمایش تابانده شد. سمت آزمایش به صورت تصادفی انتخاب شد و سمت مقابل قوس دندانی به عنوان گروه شاهد (بدون تابش نور) در نظر گرفته شد. لیزر درمانی با توجه به مدت زمان پیشنهاد شده توسط شرکت سازنده، مطالعه‌های قبلی و تعداد نواحی به این صورت بود که پروب دستگاه در حالی که عمود بر سطح مخاط و در تماس با آن قرار داشت به مدت ۳۰ ثانیه در ناحیه استخوان آلوئول بین دندان‌های ۵ و ۶ و سپس ۳۰ ثانیه بین دندان‌های ۶ و ۷ تابانده می‌شد. این روش در هر دو فک بالا و پایین و از سمت باکال به اجرا در آمد. دستگاه به صورت خاموش در سمت شاهد استفاده شد. این عمل به صورت روزانه و به مدت ۵ روز متوالی انجام شد.

دستگاه لیزر مورد استفاده در این تحقیق با نام تجاری DLT-101 (شرکت بهساز گستر) یک لیزر کم توان از نوع گالیوم آرسناید (GaAs) در محدوده مادون قرمز بود و طول موج ۹۰۴ نانومتر داشت. حداکثر توان پالسی اشعه لیزر مورد استفاده در این تحقیق ۵ وات بود. خروجی دستگاه به بسامد آن بستگی داشت که در این

تسریع حرکت دندان، معیایی نیز دارند که عبارتند از حرکت‌های غیر قابل کنترل، تحلیل ریشه، و درد و ناراحتی بیمار هنگام استفاده طولانی مدت مواد از آنها.<sup>(۱-۳)</sup>

یکی از جدیدترین روش‌های مطرح در شکل‌گیری مجدد استخوان و حرکت دندان، تابش لیزر کم توان است.<sup>(۴)</sup> این روش محاسن زیادی مانند کاهش درد و التهاب و تحریک ساخت کلاژن و تکثیر سلولی دارد.<sup>(۵)</sup> بدیهی است تابش لیزر کم توان فاقد اثرات سوء سیستمیک ناشی از کاربرد مواد شیمیایی به صورت تزریقی یا خوراکی است. لیزرهای کم توان بر فعالیت سلول‌های استخوانی اثر می‌گذارند و افزایش سلول‌های استئوبلاست سطحی و ضخامت استئوئید در ناحیه تابش لیزر گزارش شده است.<sup>(۲)</sup> از طرفی ممکن است لیزر درمانی با توان پایین انتخاب مناسبی از نظر اثرات تحریکی آن به منظور تسهیل حرکت دندانی باشد چرا که باعث افزایش شکل‌گیری استخوان آلوئول بدون هیچ صدمه‌ای به دندان‌ها و بافت اطراف آنها می‌شود.<sup>(۶)</sup> کروزر و همکاران در مطالعه‌ای نتیجه گرفتند که لیزر کم توان باعث افزایش سرعت حرکت دندان و کاهش دوره درمان ارتودنسی می‌شود.<sup>(۲)</sup> فینی و همکاران در سال ۲۰۰۲ به بررسی اثر لیزر کم توان بر ترمیم ضایعه‌های استخوانی پرداختند و نتیجه گرفتند که سلول‌های استئوبلاست سطحی و ضخامت استئوئید در ناحیه مورد تابش افزایش یافت، ولی این تابش‌ها بر ساختار استخوان تأثیر نداشتند.<sup>(۷)</sup>

لیمپانیچکول در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۶ بر روی بیماران ارتودنسی نشان داد که تابش لیزر کم توان بر میزان حرکت دندان اثر ندارد.<sup>(۸)</sup> سیفی و همکاران نیز در تحقیقی در سال ۲۰۰۷ نشان دادند دو طول موج لیزر کم توان KLO3 باعث کاهش حرکت دندان در خرگوش می‌شود.<sup>(۹)</sup>

با توجه به تفاوت در نتایج مطالعه‌های موجود، این تحقیق به منظور تعیین تأثیر لیزر کم توان بر حرکت

**جدول ۱- مقایسه حرکت دندان های فک بالا و پایین  
در سمت قوس دندانی تحت تابش لیزر کم توان  
با سمت شاهد**

| گروه مورد مطالعه   | تعداد دندان | میانگین حرکت (میلی متر) | اختلاف میانگین مقدار حرکت | سطح معنی داری |
|--------------------|-------------|-------------------------|---------------------------|---------------|
| سمت تحت تابش بالا  | ۴۹          | ۰/۵۵±۰/۱۹               | ۰/۰۵±۰/۱۶                 | =۰/۰۳         |
| سمت شاهد بالا      | ۴۹          | ۰/۵۰±۰/۲۱               |                           |               |
| سمت تحت تابش پایین | ۴۱          | ۰/۴۸±۰/۲۱               | ۰/۰۰۳±۰/۱۴                | =۰/۸۶         |
| سمت شاهد پایین     | ۴۱          | ۰/۸±۰/۲۴                |                           |               |

**\*بحث و نتیجه گیری:**

در تحقیق حاضر ۱۲/۵ ژول انرژی پالسی وارد شده به هر فک در طول ۵ روز سبب افزایش معنی دار حرکت دندانها در فک بالا شد، در حالی که در فک پایین این تفاوت معنی دار نبود. البته هنگامی که میانگین کلی حرکت دندانها در فک بالا و پایین در دو سمت مقایسه شد، باز هم تفاوت معنی دار نبود.

با توجه به این که میزان حرکت دندانها در فک پایین به طور کلی کم تر از فک بالا بود، ممکن است علت این معنی دار نبودن افزایش حرکت دندانها در سمت آزمایش در فک پایین به علت کوچک بودن اعداد به دست آمده از حرکت دندانها باشد که نتوانسته است تفاوت واضحی را بروز دهد.

یکی از اثرات مهم لیزر کم توان تأثیر بر استئوبلاستها و استئوکلاستهاست. از طرفی در افراد بالغ میزان استخوان اسفنجی در ناحیه دندانهای ماگزایلا بیش تر از مندیبل است، در حالی که مندیبل استخوان کورتیکال متراکمی دارد. بنابراین می توان انتظار داشت که به علت وجود عناصر سلولی بیش تر در ماگزایلا و تراکم بالای استخوان کورتیکال در فک پایین، اثرات لیزر کم توان در فک بالا مشهودتر باشد.<sup>(۱۱)</sup>

تحقیق از بسامد ۸۰ تا ۱۰۰ هرتز استفاده شد. چگالی انرژی ۲/۵ ژول بر سانتی مترمربع بود که در مجموع ۵ بار تابش لیزر در هر فک، چگالی کل انرژی ۱۲/۵ ژول بر سانتی مترمربع شد.

در روز ششم بعد از خارج کردن الاستیکها از دهان بیماران، از هر دو فک توسط آلزینات قالب گیری شد و بلافاصله توسط گچ استون ریخته شدند. بعد از سخت شدن گچ، میزان حرکت دندانها به صورت اندازه گیری میزان فضای ایجاد شده در ناحیه تماس بین دندانهای ۵ و ۶ توسط گیج های برگی شکل با دقت ۰/۵ میلی متر مشخص شد. داده ها با نرم افزار SPSS و آزمون آماری تی زوج تجزیه و تحلیل شدند.

**\*یافته ها:**

از ۳۰ بیمار مورد مطالعه، ۲۴ نفر (۸۰ درصد) زن و ۶ نفر (۲۰ درصد) مرد بودند. این افراد در محدوده سنی ۱۲ تا ۲۲ سال قرار داشتند و میانگین سنی آنها ۱۷/۲±۱۵/۱۶ سال بود. با توجه به این که مقایسه در هر دو فک بالا و پایین انجام می شد، تعداد نمونه ها جهت مقایسه در هر فک ۶۰ عدد بود که در طول انجام تحقیق تعداد ۱۱ نمونه در فک بالا و ۱۹ نمونه در فک پایین به علت هایی از قبیل عدم مراجعه منظم بیمار جهت لیزردرمانی روزانه، خارج شدن سپریتور طی درمان، عدم دقت کافی مدل های گچی، نقص در مراحل قالب گیری یا ریختن کستها، از مطالعه خارج شدند.

میانگین میزان حرکت دندانی در فک بالا، در سمت تابش لیزر ۱۹/۰۵±۰/۵۵ و در سمت شاهد ۲۱/۰۵±۰/۵۰ میلی متر و این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود (p=۰/۰۳۱). ولی تفاوت میزان حرکت دندانی در فک پایین بود که تفاوت آنها از نظر آماری معنی دار نبود. در مقایسه کلی دو فک، میزان حرکت در سمت تابش لیزر ۲۰/۵۲±۰/۴۹ و در سمت شاهد ۲۲/۰۴۹±۰ میلی متر بود که تفاوت آماری معنی داری نداشتند (جدول شماره ۱).

صحرائی انجام شد. میزان حرکت دندان در گروه آزمایش افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد. در آن مطالعه مجموع دوز انرژی به کار رفته ۶۰۰۰ ژول بر سانتی‌متر مربع بود.<sup>(۴)</sup> این میزان بسیار بیش‌تر از تراکم انرژی بود که در مطالعه‌های قبلی باعث ایجاد اثرات تحریکی لیزر کم توان می‌شد.<sup>(۱۴و۱۵)</sup>

در مطالعه سیفی و همکاران با این که از دو دوز انرژی پایین (۲/۴۳ ژول) و بالا (۲۷ ژول) استفاده شده بود، نه تنها تسهیل در حرکت دندان‌ها در هر دو گروه دیده نشد، بلکه بر خلاف مطالعه‌های قبلی تابش لیزر کم توان باعث کاهش حرکت دندان‌ها شد که این یافته با نتایج مطالعه حاضر در تناقض است. این محققین پیشنهاد کردند که اثر مهاری لیزر بر پروستاگلاندین می‌تواند توجیه‌کننده این رفتار زیست‌شناختی باشد.<sup>(۹)</sup>

به طور کلی در مطالعه حاضر تابش لیزر کم توان مقدار حرکت دندان‌ها را در فک بالا به صورت معنی‌داری افزایش داد، ولی باعث افزایش معنی‌دار حرکت دندان‌ها در فک پایین نشد. میانگین مقدار حرکت دندان‌ها در هر دو فک بالا و پایین نیز معنی‌دار نبود. با توجه به وجود تناقض بسیار در میزان دوز تحریکی لیزر کم توان پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌های آینده دیگر از دوزهای مختلف انرژی استفاده شود. همچنین می‌توان از دستگاه‌های مختلف لیزر کم توان در مراحل متفاوت درمان‌های ارتودنسی برای بررسی اثرات آن استفاده نمود.

### \*سپاس‌گزاری:

از شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان جهت تأمین هزینه‌های این طرح تحقیقاتی قدردانی می‌شود.

### \*مراجع:

1. Seifi M, Eslami B, Saffar AS. The effect of Prostaglandin E<sub>2</sub> and calcium gluconate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. Eur J Orthod 2003 Apr; 25(2):199-204

در مطالعه حاضر لیزر تنها از سمت باکال تابانده شد، در صورتی که تابش لیزر در بعضی از مطالعه‌ها از هر دو سمت گونه‌ای و زبانی انجام شده است.<sup>(۶و۲)</sup> از آنجا که لیزر گالیوم آرسناید عمق نفوذ بالایی در بافت‌ها دارد،<sup>(۱۲)</sup> به نظر می‌رسد برای رسیدن به اثرات تحریکی این لیزر، استفاده از آن در سمت باکال کافی باشد.

در مطالعه انسانی که توسط کروز و همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام شد، تسهیل در حرکت دندان‌های کانین در سمت آزمایش دیده شد.<sup>(۳)</sup> در آن مطالعه تابش لیزر گالیوم-آلومینیوم-آرسناید (GaAlAs) از هر دو سمت باکال و پالاتال انجام شد که عمق نفوذ ۲ تا ۳ سانتی‌متر داشت. همچنین دوز بالایی از انرژی استفاده شد که در هر بار تابش ۱۰ ثانیه‌ای برابر با ۵ ژول بر سانتی‌متر مربع بود و این تابش برای ۱۰ بار در هر نوبت و به مدت ۴ روز متوالی انجام می‌شد که بیش‌تر از دوز تابانده شده در مطالعه حاضر است. البته این موضوع را باید مد نظر قرار داد که این مقدار انرژی به صورت کانونی نبود، بلکه در ۱۰ نقطه پخش می‌شد، نتایج این تحقیق تنها در مورد ماگزایلا با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت.<sup>(۲)</sup> به نظر می‌رسد تابش لیزر از هر دو سمت اثرگذاری بیش‌تری داشته باشد.<sup>(۱۲)</sup>

در مطالعه لیمپانیچکول که از دوز انرژی ۲۵ ژول بر سانتی‌متر مربع استفاده شده بود، تفاوت معنی‌داری بین گروه شاهد و آزمایش وجود نداشت و ممکن است دوز انرژی لیزر کم توان برای آشکار ساختن اثرات تحریکی یا مهار کنندگی بسیار کم بوده است.<sup>(۶)</sup>

نتایج مطالعه گولارت نشان داد که دوز انرژی پایین همچون ۵/۲۵ ژول بر سانتی‌متر مربع باعث تسهیل حرکت دندان‌ها و دوز بالای انرژی (۳۵ ژول بر سانتی‌متر مربع) باعث تأخیر در آن می‌شود که این مساله با نتیجه حاصل از مطالعه کروز در تضاد است.<sup>(۱۳)</sup> در مطالعه حاضر از انرژی ۱۲/۵ ژول استفاده شد که در میانه ۵/۲۵ و ۳۵ ژول قرار دارد و در مجموع افزایش در حرکت دندان‌ها معنی‌دار نبود. در مطالعه کاوازاکی که بر روی موش‌های

2. Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity of laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med* 2004; 35(2):117-20
3. Proffit WR, Fields HW. Contemporary orthodontics. 3<sup>rd</sup> ed. St Louis: Mosby Inc; 2000. 296-321
4. Kawasaki K, Shimizu N. Effect of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg Med* 2000; 26(3):282-91
5. Mizutani K, Musya Y, Wakae K, et al. A clinical study on serum prostaglandin E<sub>2</sub> with low-level laser therapy. *Photomed Laser Surg* 2004 Dec; 22(6):537-9
6. 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 Feb; 9(1): 38-43
7. Guzzardella GA, Fini M, Torricelli P, et al. Laser stimulation on bone defect healing: an in vitro study. *Lasers Med Sci* 2002; 17(3): 216-20
8. 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 Feb; 9(1): 38-43
9. 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 movements rabbits. *Laser in Med Sci* 2007 Nov; 22(4): 261-4
10. Malamed Stanley F. Handbook of Local Anesthesia. Chapter 12 Anatomical consideration. 4<sup>th</sup> ed. St. Louise: Mosby; 1997. 155
11. Newaman MG, Takei HH, Carranza FA. Carranza's clinical periodontology. Chapter 5 .Fiorellini JP, Kim DM, Ishikawa SO. The Tooth-Supporting Structures. 10<sup>th</sup> ed. Saunders: Elsevier; 2006. 82
12. Tuner J, Hode L. Laser therapy (Clinical Practice and Scientific Background). 1<sup>st</sup> ed Grängesberg(Sweden). Prima Books; 1999. 42
13. Goulart CS, Nouer PR, Mouramartins L, et al. Photoradiation and orthodontic movement: experimental study with canines. *Photomed Laser Surg* 2006 Apr; 24(2):192-6
14. 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 Dec; 108(6): 614-22
15. Agaiby AD, Ghali LR, Wilson R, Dyson M. Laser modulation of angiogenic factor production by T-lymphocytes. *Lasers Surg Med* 2000; 26(4):357-63