

مقایسه نتایج درمانی دو روش ترمیم استاندارد و ترمیم همراه با لیزر در آسیب تروماتیک عصب مدیان در یک سوم انتهایی ساعد

دکتر سید کمال فروتن*، دکتر سیامک فرخ فرقانی**، دکتر سید پیمان مدنی***

دکتر محمدجواد فاطمی*

چکیده:

زمینه و هدف: آسیب‌های عصبی که توسط تروماهای مازور یا مینور ایجاد می‌شود، اغلب باعث ناتوانایی‌هایی برای بیماران می‌شوند. نورونمزیس که با قطع آناومیکی کامل عصب بیمار مشخص می‌شود، شدیدترین فرم این آسیب می‌باشد که بدون جراحی ترمیمی هیچ بهبودی ندارد و امروزه این آسیب‌های عصبی با تکنیک جراحی‌های میکروسرجیکال در حال ترمیم هستند. در برخی مطالعات مشاهده شده که با کمک لیزر کم توان و تأثیر روی رشد سلول‌های عصبی نتایج ترمیم اعصاب محیطی تقویت می‌شود. لیزر کم توان می‌تواند یک ابزار کمکی مفید برای ترمیم‌های آسیب عصبی به دنبال جراحی باشد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات لیزر درمانی پس از جراحی ترمیمی قطع عصب مدیان در نیمه دیستال ساعد و مقایسه آن با روش استاندارد می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت کارآزمایی بالینی مورد و شاهد روی ۳۶ بیمار که با پارگی سطح ولار نیمه انتهایی ساعد در بخش اورژانس جراحی پلاستیک بیمارستان بستری شده بودند و کمتر از ۷۲ ساعت از آسیب آنها گذشته بود و در معاینه آسیب عصب مدیان به صورت پارستزی در انگشتان یک، دو و سه داشتند، انجام شد. بیماران به گروه روش ترمیم استاندارد و روش ترمیم همراه با لیزر کم توان تقسیم شدند و توسط یک جراح تحت جراحی قرار گرفتند. در گروه لیزر تا ۲۰ روز ۱۰ جلسه به صورت یک روز در میان جهت انجام لیزر درمانی مراجعه می‌کردند. معاینات بالینی و نوار عصب و عضله هفته سوم، ماه سوم و ماه ششم مورد بررسی قرار گرفت و با یکدیگر مقایسه شد.

یافته‌ها: در مورد تست تمایز دو نقطه بهبودی در انگشت دوم گروه لیزر نسبت به گروه کنترل تفاوت معنادار آماری داشت، همچنین در مورد نوار عصب و عضله در مورد موتور اختلاف معنادار آماری حاصل برتری گروه لیزر بود و با معاینات فیزیکی ما نیز مطابق بود که در معاینات عضلانی در بررسی اپوزیشن انگشت اول و ابداکسیون آن بهبودی در گروه لیزر اختلاف معنادار آماری نسبت به گروه کنترل داشت.

نتیجه‌گیری: در مجموع به نظر می‌رسد که لیزر درمانی طبق پروتکل ما تأثیر بر روی برخی پارامترهای رشد عصب دارد که این تأثیر در مورد فیبرهای موتور به نظر بیشتر از فیبرهای سنسوری است.

واژه‌های کلیدی: لیزر کم توان، عصب مدیان، ترمیم

نویسنده پاسخگو: دکتر سیامک فرخ فرقانی

تلفن: ۸۸۷۱۲۲۷۲

E-mail: siamakfarokh@yahoo.com

* دانشیار گروه جراحی ترمیمی و پلاستیک، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان حضرت فاطمه (س)

** استادیار گروه طب فیزیکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان حضرت فاطمه (س)

*** دستیار گروه جراحی ترمیمی و پلاستیک، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان حضرت فاطمه (س)

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۱

زمینه و هدف

آسیب‌های عصبی که توسط تروماهای مازور یا مینور ایجاد می‌شود، اغلب باعث ناتوانایی‌هایی برای بیماران می‌شوند. اگر این آسیب به طور مناسب اداره نشود، نتایج فاجعه‌آمیزی برای بیماران دارد. برعکس بازسازی مناسب آسیب‌های اعصاب محیطی باعث برگشت کارکرد بیمار و ایجاد اندامی کارا برای بیمار می‌شود.^۱ نوروتمزیس که با قطع آنا تومیکی کامل عصب بیمار مشخص می‌شود، شدیدترین فرم این آسیب می‌باشد که بدون جراحی ترمیمی هیچ بهبودی ندارد. این آسیب بطور شایع همراه تروماهایی نافذ یا زخم‌های باز همراه درگیری ساختارهای مجاور از قبیل تاندون، عضله، استخوان و عروق خونی می‌باشد.^۱ با توجه به اهمیت دست‌ها و تأثیر نامطلوب آسیب‌های عصبی دست‌ها بر کیفیت زندگی بیماران تلاش پزشکان بر این است که بهترین نتیجه ممکن حاصل شود و امروزه این آسیب‌های عصبی با تکنیک جراحی‌های میکروسرجیکال در حال ترمیم هستند.^۱ نتایج این ترمیم‌ها در مورد عصب مدیان در به دست آوردن کامل کارکرد حسی و حرکتی فقط ۱۰٪ درصد از ترمیم‌ها را شامل می‌شد^۱ که این می‌طلبد تلاشی در جهت ارتقاء این کیفیت حاصل شود. مدتی است که لیزر مورد استفاده پزشکی قرار گرفته است. سال‌های اخیر درمان با لیزرهای کم توان برای بهبود زخم‌ها، دردها، انفارکت قلبی و مغزی و اختلالات دژنراتیو مغزی استفاده شده است و تأثیرات آن در حد سلولی و بافتی می‌باشد.^{۲،۳} در برخی مطالعات تلاش شده تا با کمک لیزر کم توان و تأثیر روی رشد سلول‌های عصبی نتایج ترمیم اعصاب محیطی را تقویت کنند.^۴ در واقع لیزر کم توان می‌تواند یک ابزار کمکی مفید برای ترمیم‌های آسیب عصبی به دنبال جراحی باشد.^۴ در انسان نیز مطالعات نشان داده‌اند که لیزر درمانی پس از آسیب‌های عصبی آلوئولار تحتانی که به دنبال تروماهای کشیدن دندان مولار سوم و اعمال جراحی ارتوگناتیک استئوتومی ساژیتال ایجاد می‌شود، باعث بهبود نقایص عصبی بیماران می‌شود.^{۵،۶} هدف از این مطالعه بررسی اثرات لیزر درمانی پس از جراحی ترمیمی قطع عصب مدیان در نیمه دیستال ساعد و مقایسه آن با روش استاندارد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت کار آزمایشی بالینی مورد و شاهد روی ۳۶ بیمار که با پارگی سطح ولار نیمه انتهایی ساعد در بخش اورژانس جراحی پلاستیک بیمارستان حضرت فاطمه(س) بستری شده بودند و کمتر از ۷۲ ساعت از آسیب آنها گذشته بود و در معاینه آسیب عصب مدیان به صورت آنستزی در انگشتان یک و دو و سه داشتند، انجام شد. معیارهای خروج از مطالعه موارد زیر بودند:

۱. افراد زیر ۱۸ و بالای ۶۰ سال

۲. آسیب همزمان عصب اولنار یا رادیال یا آسیب در دو

سطح عصبی

۳. زنان حامله

۴. بیماران با سابقه تشنج

۵. سابقه ترومای قبلی دست

پس از دادن اطلاعات لازم در خصوص نوع عمل و احتمال استفاده از دو روش استاندارد و روش ترمیم همراه با لیزر برای آنان و جلب رضایت آنان بدون دخالت جراح به دو گروه تقسیم شدند. بدین ترتیب که هر یک از بیماران بر اساس اعداد تصادفی در هر یک از روش‌های ترمیم استاندارد یا ترمیم همراه با لیزر قرار می‌گرفتند و توسط یک جراح تحت جراحی قرار می‌گرفتند و اطلاعات هر دو گروه در فرم مربوطه بر اساس کد ثبت می‌شد. بیماران پس از پذیرش در اتاق عمل، تحت بی‌حسی آگزیلاری با لیدوکائین ۲٪ قرار می‌گرفتند، یک گرم آمپول کفلین وریدی پروفیلاکتیک دریافت می‌کردند، تورنیکه در پروگزیمال بازو با فشار ۲۵۰ میلی‌متر جیوه بسته می‌شد، پس از پرپ با بتادین و درپ، اکسیلور زخم انجام می‌گرفت در صورت نیاز زخم به صورت Z گسترش پیدا می‌کرد. در ابتدا آسیب‌های عروقی و تاندونی در صورت وجود با روش استاندارد ترمیم می‌شد و سپس دو سر عصب مدیان که قطع کامل بود پس از تمیز کردن با بیستوری شماره ۱۱ تحت بزرگنمایی لوپ ۴/۵ برابر با نخ نایلون ۸/۰ و با تکنیک اپی‌پرینورال ترمیم شدند.

می‌شد. روش نمونه‌گیری به صورت نمونه‌گیری در دسترس و به صورت جدول اعداد تصادفی بود و پس از ارائه توضیحات و اخذ رضایت از بیماران هر یک از آنان طبق جدول اعداد تصادفی یک شماره دریافت می‌کردند و به دو گروه شاهد و مورد تقسیم می‌شدند. گروه شاهد به روش ترمیم استاندارد و گروه مورد به روش ترمیم استاندارد همراه با لیزر تحت درمان قرار می‌گرفتند. بر اساس موارد انجام شده و فرمول محاسبه حجم نمونه، حجم نمونه لازم برای مطالعه ۲۶ بیمار محاسبه شد که به علت احتمال عدم پیگیری نمونه ۳۰٪ به حجم فوق افزوده شد و ۳۴ بیمار در دو گروه ۱۷ نفری انتخاب شد. در مجموع ۱۹ بیمار در گروه شاهد و ۱۷ بیمار در گروه لیزر تحت مطالعه قرار گرفتند. مقایسه دو گروه داده‌های کمی از تی تست استفاده شد و برای داده‌های کیفی در دو گروه از آزمون مان ویتنی استفاده شد.

یافته‌ها

از مجموع ۱۹ بیمار، گروه کنترل ۶ بیمار مطالعه را به اتمام رساندند و ۱۳ نفر مطالعه را کامل کردند و از این ۱۷ بیمار گروه لیزر نیز ۱۴ نفر مطالعه را به اتمام رساندند. در مجموع ۸۵٪ بیماران آقا و ۱۵٪ خانم بودند و توزیع جنسی بیماران در دو گروه مورد مطالعه تفاوت معنادار آماری نداشت ($P\text{-value} = ۰/۶۶$).

سن بیماران وارد شده به مطالعه در گروه لیزر ۴۷-۱۸ سال با میانگین ۲۶/۲ سال و انحراف معیار ۸/۰۳ و سن بیماران گروه کنترل بین ۴۴-۱۸ سال با میانگین ۳۰/۷ و انحراف معیار ۷/۷۴ و توزیع سنی در هر گروه از توزیع نرمال تبعیت می‌کرد و سن بیماران دو گروه تفاوت معنادار آماری نداشت ($P\text{-value} = ۰/۱۱$).

در مجموع ۶۳٪ بیماران آسیب دست راست و ۳۶٪ نیز آسیب دست چپ داشتند، ۳۹٪ بیماران طی ۲۴ ساعت پس از آسیب ۴۲٪ طی ۴۸ ساعت پس از آسیب و ۱۸٪ بیماران طی ۷۲ ساعت پس از آسیب تحت جراحی قرار گرفتند. محل آسیب در گروه لیزر از ۶۰-۱۰ میلی متر پروگزیمال به کریز مچ با میانگین ۲۶/۲ میلی متر و انحراف معیار ۱۶/۲۲ میلی متر و در گروه کنترل از ۷۰-۱۰ میلی متر پروگزیمال به کریز مچ بود با میانگین ۳۴/۱ میلی متر و انحراف معیار ۱۳/۱۰ (جدول ۱).

سپس در صورتیکه فلکسور رتیناکولوم باز شده بود به صورت Z ترمیم می‌شد، سپس پوست نیز با نایلون ۴/۰ ترمیم می‌شد و در محل ترمیم عصب روی پوست با نخ سیلک علامت‌گذاری می‌شد و فاصله آن تا کریز مچ دست ثبت می‌شد. سپس آتل گچی بلند برای بیماران در سطح دورسال دست و ساعد گذاشته می‌شد و مچ در وضعیت ۲۰-۳۰ درجه فلکسیون و مفصل متاکارپوفالانژیال، ۷۰-۸۰ درجه فلکسیون و مفصل اینترفالانژیال در وضعیت اکستانسیون ثابت می‌شد و پانسمان انجام می‌شد. فردای روز عمل بیماران گروه شاهد مرخص می‌شدند و گروه مورد پس از باز کردن پانسمان بدون برداشتن آتل تحت لیزر درمانی در محل مارکر پوستی قرار می‌گرفتند. سپس مجدداً پانسمان انجام می‌شد و بیمار مرخص می‌شد و تا ۲۰ روز ۱۰ جلسه به صورت یک روز در میان جهت انجام لیزر درمانی مراجعه می‌کردند. تکنیک انجام لیزر به این ترتیب بود که با حفظ پروتکشن چشمی پروب با سطح مقطع ۱ سانتی‌متر مربع لیزر کم توان دیود با طول موج ۸۱۰ نانومتر قدرت ۵۰ میلی‌وات، انرژی ۴ ژول بمدت ۳۰ ثانیه به صورت تماسی روی محل مارکر گذاشته می‌شد.

بعد از سه هفته در هر دو گروه شاهد و لیزر آتل برداشته می‌شد و جهت فیزیوتراپی ارجاع می‌شدند، بعد از شش ماه بیماران با اندازه‌گیری تست تمایز دو نقطه و انجام نوار عصب و عضله و معاینات عضلانی با یکدیگر مقایسه می‌شدند، برای انجام تمایز دو نقطه که از درجه یک تا پنج به ترتیب، ۱- هیچ نقطه‌ای درک نمی‌شود (بدون حس)، ۲- تنها یک نقطه را درک می‌کند (حفاظتی)، ۳- درک دو نقطه در فاصله از ۱۱-۱۵ میلی‌متر (ضعیف)، ۴- درک دو نقطه در فاصله از ۱۰-۶ میلی‌متر (خوب) و ۵- درک دو نقطه در فاصله کمتر از ۶ میلی‌متر (نرمال) و معاینات عضلات اپوننس پولیسیس و ابداکتور پولیسیس برویس که از درجه صفر تا پنج بر اساس درجه انجمن تحقیقات انگلستان اندازه‌گیری می‌شد. پس از اتمام مراحل فوق بیماران جهت انجام نوار عصب و عضله به متخصص طب فیزیکی و توان بخشی بیمارستان ارجاع می‌شدند و نوار گرفته می‌شد و بر اساس نظر متخصص طب فیزیکی به چهار درجه بدون رژنراسیون، رژنراسیون ضعیف، نسبی و خوب تقسیم‌بندی می‌شدند. اطلاعات بیماران اعم از شرح حال و معاینات فیزیکی و اطلاعات حین و پس از عمل و لیزرتراپی و نوار عصب در فرم مربوطه که بر اساس اهداف پژوهش تهیه شده بود، ثبت

جدول ۱ - مقایسه تمایز دو نقطه بین دو گروه لیزر و کنترل

جمع	انگشت						گروه	
	درجه ۴		درجه ۳		درجه ۲			
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد		
۱۴	۳	۲۱	۷	۵۰	۲۱	۴	لیزر	انگشت اول
۱۳	۱	۷۷	۶	۴۶	۴۶	۶	کنترل	
۱۴	۳	۲۱	۴	۴۲	۳۵	۵	لیزر	انگشت دوم
۱۳	۱	۷۷	۲	۱۵	۵۱	۱۰	کنترل	

جدول ۲ - مقایسه اپوزیشن و ابداکشن بین گروه لیزر و کنترل

جمع	کارکرد						گروه	
	درجه ۵	درجه ۴	درجه ۳	درجه ۲	درجه ۱			
۱۴	۰	۴	۱۰	۰	۰	۰	لیزر	اپوزیشن
۱۳	۱	۱	۱۱	۰	۰	۰	کنترل	
۱۴	۸	۶	۰	۰	۰	۰	لیزر	ابداکشن
۱۳	۱	۱۲	۰	۰	۰	۰	کنترل	

جدول ۳ - مقایسه نوار عصب و لیزر بین دو گروه لیزر و کنترل

جمع	EMG - NCV						گروه	
	خوب		مطلوب		ضعیف			
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد		
۱۴	۱۰	۷۱	۴	۲۸	۰	۰	لیزر	موتور
۱۳	۴	۳۰	۹	۶۹	۰	۰	کنترل	
۱۴	۵	۳۵	۸	۵۷	۷	۱	لیزر	سنسوری
۱۳	۴	۳۰	۷	۴۱	۱۵	۲	کنترل	

در تست تمایز دو نقطه در انگشت شست تفاوتی بین دو گروه لیزر و گروه کنترل نبود ($P\text{-value} = ۰/۲۵$). ولی در انگشت سبابه اختلاف معنادار حاصل برتری گروه لیزر بر گروه کنترل در بهبود حسی بود ($P\text{-value} = ۰/۰۴$).

۶۶٪ بیماران آسیب با شیشه ۲۱٪ آسیب با چاقو ۱۲٪ آسیب با وسایل ساختمانی و صنعتی داشتند، ۳۰٪ بیماران آسیب شریان رادیال و هیچ بیماری آسیب شریان و عصب اولنار نداشتند.

تیبیالیس قدامی ۶ داشتند. همچنین در مورد نوارعصب و عضله در مورد موتور اختلاف معنادار آماری حاصل برتری گروه لیزر بر گروه کنترل بود و این تأثیر با مطالعه حیوانی که در استرالیا روی رت‌ها انجام شده بود همخوانی داشت.^۸ ضمناً بهبود کارکرد موتور تا حد زیادی نیز با مطالعات فیزیکی ما نیز منطبق بود. با توجه به اینکه نتیجه نهایی بهبود عصب تا ۲/۵ سال طول می‌کشد، شاید مطالعات آینده با حجم بالاتر و بازده زمانی طولانی‌تر بتواند نتایج تأثیر لیزر را روی سایر پارامترهای ریکاوری عصب نیز نشان بدهد و همچنین مطالعات تکمیلی در مورد انواع لیزر، توان‌های مختلف، تعداد دفعات استفاده و مدت تابش اشعه جهت دستیابی به نتیجه بهتر توصیه می‌شود. در مجموع بنظر می‌رسد که لیزر درمانی طبق پروتکل ما تأثیر بسزایی روی برخی پارامترهای رشد عصب دارد که این تأثیر در مورد فیبرهای موتور به نظر بیشتر از فیبرهای سنسوری است و توصیه می‌شود لیزر درمانی در همه بیماران پس از ترمیم میکرو سرجیکال اعصاب محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

در تست معاینات عضلانی در بررسی اپوزیشن شست توسط عضله اپوننس پولیسیس و ابداکسیون توسط ابداکتور پولیسیس برویس بهبودی در گروه لیزر اختلاف معنادار آماری نسبت به گروه کنترل داشت به ترتیب: ($P\text{-value} = 0/008$)، ($P\text{-value} = 0/001$) (جدول ۲). در نوار تست عصب و عضله نیز در مورد موتور گروه لیزر بر گروه کنترل برتری داشت ($P\text{-value} = 0/04$). ولی در مورد سنسوری گروه لیزر برتری بر گروه کنترل نداشت ($P\text{-value} = 0/62$) (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

در مورد تست تمایز دو نقطه برتری که در انگشت دوم گروه لیزر نسبت به گروه کنترل داشت، مشابه مطالعه‌ای بود که روی عصب آلوئولار تحتانی در ترکیه انجام شده بود.^۷ در مورد معاینات عضلانی برتری گروه لیزر نسبت به گروه کنترل تأییدکننده مطالعات حیوانی بود که روی رت‌ها در بهبود اثر پاها (Foot Print) پس از لیزر درمانی در ترمیم عصب سیاتیک^{۸-۱۱} و بهبود کارکرد عضله سولئوس ۱۳ و

Abstract:

The Comparison of Treatment Results of Standard Repair of Traumatic Injury of the Distal Third of the Median Nerve With the Case of Applying Laser Therapy after Repair

Forootan S. K. MD^{}, Farokhforghani S. MD^{**}, Madani S. P. MD^{***}, Fatemi M. J. MD.^{*}*

(Received: 9 Jan 2013 Accepted: 1 June 2014)

Introduction & Objective: Nerve injuries resulting from major or minor trauma, often cause some disabilities for the patients. Neurotmesis which is characterized with a complete anatomical rupture of the nerve is the most severe form of the injury that would not recover without reconstructive surgery. Nowadays such neural damages are improved by microsurgical procedures. Some studies have used low power lasers in nerve cell's growth in order to improve the peripheral nerves' rehabilitation results. In fact, low power laser can be a beneficial complement in the reformation of post surgical nerve injuries. This study's goal is to find the effects of lasertherapy after the constructive surgery of median nerve rupture in the distal half of the forearm, and to compare the results with the standard method.

Materials & Methods: This study is a case-control clinical trial of 36 patients with volar surface rupture of the distal half of forearm who had been admitted to the emergency ward of Hospital within 72 hours of trauma and in examination they had paresthesia in first, second and third fingers as a result of median nerve injury. Patients were divided into two groups. The first group included patients who had been treated with standard methods and second group includes the ones who had taken low power laser along with standard method. The two groups had gone through the surgery by the same surgeon. The second group took 10 sessions of lasertherapy every other day. Clinical Examination, myelography and nerve conduction velocity was done at the third week, third month and the sixth month and the results were compared with each other.

Results: The two-point discrimination test of the index finger had a prominent result in laser group compared to the control group and NCV and EMG findings of the motor section had a significant statistical difference. This showed preference of the laser group over the control one and this was compatible with our physical exams. First finger opposition and abduction too had improved in the laser group as compared with the control group.

Conclusions: Accordingly, Laser therapy in our protocol, Laser therapy seems to have an effect on some of the nerve growth parameters and this is mostly on motor fibers, rather than the sensory ones.

Key Words: Low Power Laser, Median Nerve, Repair

** Associate Professor of Plastic Surgery, Iran University of Medical Sciences and Health Services, Fatemeh Hospital Tehran, Iran*

*** Assistant Professor of Plastic Surgery, Iran University of Medical Sciences and Health Services, Fatemeh Hospital Tehran, Iran*

**** Assistant Professor of Physiatry, Iran University of Medical Sciences and Health Services, Fatemeh Hospital Tehran, Iran*

References:

1. Winograd JM, Mackinnon SE, 181, Peripheral Nerve injuries Repair and Reconstruction, Mathes SJ, Plastic surgery, 2nd edition, Saunders Elsevier Philadelphia. 2006, 471 - 514.
2. Khullar SM, Emami B, Westermarck A, Haanaes HR. Effect of low-level laser treatment on neurosensory deficits subsequent to sagittal split ramus osteotomy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996 Aug; 82(2): 132-8
3. Khullar SM, Brodin P, Haanaes HR. Preliminary study of Low-level laser for treatment of long-standing sensory aberration in the inferior alveolar nerve. J Oral Maxillofac Surg. 1996 Jan; 54(1):2-7; discussion 7-8.
4. Yazdani So: Golestaneh AF, shafiee A, Hafizi M, Omrani HA, soleimani M. Effects of Low-level laser therapy on proliferation and neurotrophic factor gene expression of human Schwann cells in vitro. J Photochem Photobiol B. 2012 Feb 6; 107: 9-13.
5. Medalha CC, DI Gongi GC, Barbosa CB, Fernandes M, Aguiar O, Faloppa F, Leite VM, Renno AC, Low-level laser Therapy improves repair following complete resection of the sciatic nerve in rats. Lasers Med Sci. 2012 May; 27(3): 629-35.
6. Gigo-Benato D, Russo TL, Tanaka EH, Assis L, Salvini TF, Parizotona. Effects of 660 and 780 nm Low-level laser Therapy on neuromuscular recovery after crush injury in rat sciatic nerve. Laser surg Med. 2010 Nov; 42(9): 673-82.
7. Ozen T, Orhan K, Gorur I, Ozturk A. Efficacy of low level laser therapy on neurosensory recovery after injury to the inferior alveolar nerve. Head Face Med. 2006 Feb 15; 2: 3.
8. Yan W, Chow R, Armati PJ. Inhibitory effects of visible 650-nm and infrared 808-nm laser irradiation on somatosensory and compound muscle action potentials in rat sciatic nerve: implications for laser-induced analgesia. J Peripheral Nerve System 2011 Jun; 18(2): 130-5.
9. Barbosa RI, Marcolino AM, DE Jesus Gurro RR, Mazzer N, Brabieri CH, de cassia Registro Fonseca M. Comparative effects of Wavelengths of low-power laser in regeneration of sciatic nerve in rats following crushing lesion. Lasers Med Sci. 2010 May; 25(3): 423-30.
10. Belchior AC, dos Reis FA, Nicolas RA, Silva IS, Perreira DM, de carvalho Pdet. Influence of laser (660 nm) on functional recovery of the sciatic nerve in rats following crushing lesion. Lasers Med Sci. 2009 Nov; 24(6): 893-9.
11. Wux, Dmitriev AE, Cardoso MJ, Viers-costello AG, Borke RC, Streeter J, Anders JJ, 810 nm Wavelength light: an effective therapy for transected or contused rat spinal cord. 2009 Jan; 41(1): 36-41.
12. Rochkind S, Leider-Trejo L, Nissan M, Shamir MH, Kharenko O, Alon M, Efficacy of 780 nm laser phototherapy peripheral nerve regeneration after neurotube reconstruction procedure (double-blind randomized study). 2007 Jun; 25(3): 137-43.
13. Medalha CC, DI Gongi GC, Barbosa CB, Fernandes M, Aguiar O, Faloppa F, Leite VM, Renno AC, Low-level laser Therapy improves repair following complete resection of the sciatic nerve in rats. 2012 May; 27(3): 629-35.