


Comparison of Therapeutic Ultrasound and Laser Therapy in Treatment of patient with Mild-to-Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Clinical Trial

Mohammad Reza Asadi^{1,*} , Hossein Saremi², Hojat Radinmehr¹, Soulmaz Rahbar¹, Ailin Talimkhani¹, Gholamreza Hajvalie³, Lobat Majidi⁴

¹ Assistant Professor, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

² Associate Professor, Department of Orthopedics, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

³ MSc in Physical Therapy, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

⁴ Assistant Professor, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

* **Corresponding Author:** Mohammad Reza Asadi, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: reza.asadi21@yahoo.com

Abstract

Received: 06.08.2020

Accepted: 09.11.2020

How to Cite this Article:

Asadi MR, Saremi H, Radinmehr H, Rahbar S, Talimkhani A, Hajvalie G, Majidi L. Comparison of Therapeutic Ultrasound and Laser Therapy in Treatment of patient with Mild-to-Moderate Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *Avicenna J Clin Med.* 2020; 27(3): 149-156. DOI: 10.29252/ajcm.27.3.149

Background and Objective: Carpal Tunnel Syndrome (CTS) is the most common compressive neuropathy of the upper limb and one of the causes of disability. The current study aimed to compare the therapeutic effects of Low-Level Laser Therapy (LLLT) and therapeutic ultrasound (US) in patients with mild to moderate carpal tunnel syndrome.

Materials and Methods: This single-blind randomized trial was conducted on 30 patients with CTS (58 wrists) who were randomly assigned to two treatment groups: laser therapy group (15 patients, 29 wrist) and Ultrasound therapy group (15 patients, 29 wrists). Low-level laser therapy (9 joules, 808 nm infrared laser at five points) and Ultrasound treatment (1 MHz, 1.5 W/cm², duty cycle 20%, 5 min/session) were applied to the carpal tunnel for 10 daily treatment sessions (5 sessions/week). Outcome measures were Visual analogue scale, pinch & grip strength and Boston questionnaire (BQ), which measured before and after treatment (the end of the study). The pair and independent t-test were used to evaluate the variables.

Results: In both groups (laser therapy and Ultrasound therapy), there was a significant improvement in visual analog scale (P=0.000 and P=0.000, respectively), grip strength (P=0.01 and P=0.004, respectively), and pinch strength (P=0.001 and P=0.009, respectively). The results of the Boston Questionnaire also demonstrated an improvement (P=0.000 and P=0.000, respectively) at the end of the study, compared to baseline values. However, there was no significant difference in any of the measured variables between the two treatment groups.

Conclusion: As evidenced by the obtained results, both low-level laser therapy and ultrasound are effective in the reduction of pain and improvement of hand function in patients with mild-to-moderate CTS in the short-term.

Keywords: Carpal Tunnel Syndrome, Laser Therapy, Ultrasonic Therapy

مقایسه اولتراسوند درمانی و لیزر درمانی در درمان سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط: یک کار آزمایی بالینی تصادفی

محمد رضا اسدی^{۱*}، حسین صارمی^۲، حجت رادین مهر^۱، سولماز رهبر^۱، آیلین طلیم‌خانی^۱، غلامرضا حاج‌ولی^۳، لعبت مجیدی^۴

^۱ استادیار، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

^۲ دانشیار، گروه ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

^۳ کارشناس ارشد فیزیوتراپی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

^۴ استادیار، گروه طب فیزیکی و توان‌بخشی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

* نویسنده مسئول: محمد رضا اسدی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
reza.asadi21@yahoo.com ایمیل:

چکیده

سابقه و هدف: سندرم تونل کارپ شایع‌ترین نوروپاتی فشاری در اندام فوقانی و یکی از علت‌های ناتوانی دست است. هدف این مطالعه مقایسه اثرات درمانی لیزر کم‌توان و اولتراسوند درمانی در بیماران مبتلا به سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط است.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۱۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۱۹

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

مواد و روش‌ها: ۳۰ بیمار مبتلا به سندرم تونل کارپ (۵۸ مچ دست) در این کار آزمایی یک‌سویه‌کور به صورت تصادفی در دو گروه درمانی شامل گروه لیزر کم‌توان (۱۵ بیمار، ۲۹ مچ دست) و گروه اولتراسوند درمانی (۱۵ بیمار، ۲۹ مچ دست) تقسیم شدند. لیزر کم‌توان درمانی (لیزر دیودی مادون قرمز با طول موج ۸۰۸ نانومتر و شدت کل ۹ ژول روی ۵ نقطه) و اولتراسوند درمانی (اولتراسوند با فرکانس ۱ مگاهرتز و شدت ۱/۵ وات بر سانتی‌متر مربع، دیوتی سیکل ۲۰ درصد به مدت ۵ دقیقه هر جلسه) روی تونل کارپ برای ۱۰ جلسه اعمال شد. متغیرهای بررسی شده شامل مقیاس بینایی درد، قدرت Pinch و Grip دست بود. پرسش‌نامه بوستون قبل و بعد از درمان اندازه‌گیری شد. از آزمون‌های تی مستقل و تی زوجی برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: در هر دو گروه درمانی لیزر و اولتراسوند مقیاس بینایی درد (به ترتیب $P=0/000$ و $P=0/000$)، قدرت Grip دست (به ترتیب $P=0/001$ و $P=0/004$)، قدرت Pinch دست (به ترتیب $P=0/001$ و $P=0/009$) و نتایج پرسشنامه بوستون (به ترتیب $P=0/000$ و $P=0/000$) در انتهای مطالعه در مقایسه با مقدار پایه در جلسه اول به طور معنی‌داری بهبود یافت؛ اما بین دو گروه درمانی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: هر دو روش لیزر درمانی و اولتراسوند درمانی در کاهش درد و بهبود فعالیت‌های عملکردی دست در بیماران مبتلا به سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط در دوره زمانی کوتاه‌مدت مؤثر هستند.

واژگان کلیدی: اولتراسوند درمانی، سندرم تونل کارپ، لیزر درمانی

مقدمه

شب‌شدت می‌یابد و با استفاده از دست یا فعالیت‌هایی که با حفظ وضعیت نامناسب دست همراه است (مانند رانندگی) بدتر می‌شود. ابتلا به سندرم تونل کارپ با فعالیت‌های دستی (حرکات تکراری مچ دست) ارتباط دارد، به طوری که خطر ابتلا به این سندرم در افرادی بیشتر است که به طور مکرر از حرکات صاف کردن و خم کردن مچ دست استفاده می‌کنند [۱].

به طور معمول برای بیماران مبتلا به سندرم تونل کارپ

سندرم تونل کارپ (CTS: Carpal Tunnel Syndrome) یکی از شایع‌ترین نوروپاتی‌های محیطی است که باعث فشردگی عصب مدین هنگام عبور از کانال کارپ می‌شود و شیوع آن بین ۴ تا ۵ درصد جمعیت تخمین زده شده است. شکایت اصلی این بیماران به صورت پارستزی (درد، گزگز و بی‌حسی) در ناحیه عصب‌دهی عصب مدین در دست است که می‌تواند با ضعف و آتروفی عضلات ناحیه تنار همراه باشد. به طور معمول علائم در

سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط مؤثرتر است. در مطالعه مقایسه‌ای دیگری، Ahmed و همکاران [۱۹] گزارش کردند لیزر کم‌توان و اولتراسوند در درمان بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط مؤثر هستند و تفاوت معنی‌داری بین اثرات این دو روش وجود ندارد.

با توجه به اینکه مطالعات اندکی به مقایسه اثرات درمانی دو روش لیزردرمانی و اولتراسوند درمانی در بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ پرداخته‌اند و با وجود گزارش‌های متناقض، هنوز مشخص نیست که کدام روش درمانی در درمان سندرم تونل کارپ مؤثرتر است؛ بنابراین، مطالعه حاضر با هدف مقایسه اثرات لیزردرمانی و اولتراسوند درمانی در بهبود درد و عملکرد دست در بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی یک‌سوکور بود. جامعه مطالعه شامل تمام بیماران (مرد و زن) مبتلابه سندرم تونل کارپ مراجعه‌کننده به کلینیک فیزیوتراپی دانشکده توان‌بخشی دانشگاه علوم پزشکی همدان در فاصله زمانی اردیبهشت ۱۳۹۸ تا شهریور ۱۳۹۹ بودند. نمونه‌ها از افراد واجد شرایط معیارهای ورود انتخاب و با دادن توضیحات به آنان و در صورت پذیرش حضور در مطالعه به‌صورت داوطلبانه و پس از تکمیل فرم رضایت آگاهانه وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل داشتن سن بین ۲۰ تا ۶۰ سال و ابتلا به سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط بر اساس یافته‌های بالینی و معیارهای الکتروفیزیولوژیک بود که پزشک متخصص تشخیص می‌داد (در نوع خفیف فقط درگیری فیبرهای حسی بدون درگیری فیبرهای حرکتی وجود دارد، به این شرط که موج حسی غایب نباشد؛ یعنی $3/6$ میلی‌ثانیه \langle sensory peak latency و $4/1$ میلی‌ثانیه \langle motor onset latency و در نوع متوسط درگیری هم در فیبرهای حسی و هم در فیبرهای حرکتی وجود دارد، با این شرط که هیچ‌یک از این دو موج غایب نباشد؛ یعنی $3/6$ میلی‌ثانیه \langle sensory peak latency و $4/1$ میلی‌ثانیه \langle motor onset latency).

معیارهای خروج از مطالعه شامل داشتن سندرم تونل کارپ شدید بر اساس معیارهای الکتروفیزیولوژیک، وجود نوروپاتی ثانویه، رادیکولوپاتی گردنی، سندرم دابل کراش، سندرم خروجی قفسه سینه، گزارش درمان قبلی سندرم با اولتراسوند یا لیزر یا استفاده منظم از داروهای ضد درد و ضدالتهابی، بیماران با سابقه تزریق استروئید داخل تونل مچ دست، بیماری‌های تیروئیدی، دیابت یا نوروپاتی سیستم عصبی بود.

حجم نمونه در هر گروه با در نظر گرفتن توان ۸۰ درصد، خطای (α) ۵ درصد و با توجه به مطالعات مشابه قبلی [۲۰]، ۱۵ نفر محاسبه شد. در مجموع ۳۰ بیمار مبتلابه سندرم تونل کارپ

خفیف و متوسط، درمان محافظه‌کارانه شامل استفاده از دارودرمانی، استفاده از اسپلینت استراحت و روش‌های فیزیوتراپی شامل اولتراسوند، لیزردرمانی، متحرک‌سازی، درمان دستی و ماساژدرمانی تجویز می‌شود. نتایج ضدونقیضی درباره اثربخشی روش‌های فیزیوتراپی در مقالات به چشم می‌خورد. هنوز مؤثرترین و بهترین روش درمانی فیزیوتراپی برای بیماران سندرم تونل کارپ مشخص نشده است [۲، ۳]. در میان درمان‌های محافظه‌کارانه، اولتراسوند درمانی و لیزردرمانی می‌توانند اثرات بیوفیزیکی در بافت عصب ایجاد کنند [۴، ۵] و بر اساس شواهد آزمایشگاهی بازسازی عصب آسیب‌دیده را تسهیل می‌کنند [۶، ۷]. چندین مطالعه کارآزمایی بالینی گزارش کرده‌اند که اولتراسوند درمانی اثرات مفیدی در درمان سندرم تونل کارپ دارد [۸-۱۰]. در یک مقاله مروری کاکران نتیجه‌گیری کردند که هنوز شواهد کافی در ارتباط با مؤثرتر بودن اولتراسوند درمانی نسبت به پلاسبو یا دیگر مداخلات غیرجراحی برای درمان سندرم تونل کارپ وجود ندارد [۱۱] و تحقیقات بیشتری برای مقایسه اثرات درمانی اولتراسوند با سایر روش‌ها برای بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ نیاز است.

لیزر کم‌توان (LLLT: Low Level Laser Therapy) یکی از روش‌های فیزیوتراپی است که به دلیل داشتن اثرات ضد درد و ضدالتهابی در آسیب‌های اعصاب محیطی استفاده می‌شود [۱۲]. برای نخستین بار Pauda [۱۳] و Weintraub [۱۴] درباره کارآمدی لیزر کم‌توان در درمان سندرم تونل کارپ تحقیق کردند. البته مطالعات آن‌ها گروه کنترل نداشت. بعدازآن، مطالعات کارآزمایی بالینی متعددی کارایی لیزر کم‌توان را در بیماران سندرم تونل کارپ بررسی کردند که بعضی از این مطالعات اثرات مفیدی برای لیزر کم‌توان در درمان سندرم تونل کارپ گزارش کردند [۱۲]. درحالی‌که دیگران اثرات مثبتی برای لیزر کم‌توان در درمان سندرم تونل کارپ نیافتند [۱۵].

محققان در یک مطالعه مروری سیستماتیک در سال ۲۰۱۸ نتیجه‌گیری کردند که در کوتاه‌مدت لیزر کم‌توان در درمان سندرم تونل کارپ مؤثرتر از پلاسبو است [۱۶]. از طرف دیگر، در تازه‌ترین مطالعه فراتحلیل انجام‌شده در سال ۲۰۲۰ گزارش شده است که اضافه‌کردن لیزر کم‌توان به اسپلینت تأثیر معنی‌داری در کاهش درد، شدت علائم و بهبود عملکرد دست نسبت به اسپلینت تنها ندارد؛ بنابراین، توصیه نمی‌شود که برای درمان بیماران سندرم تونل کارپ همراه با اسپلینت از لیزر کم‌توان استفاده شود [۱۷].

تاکنون مطالعات اندکی به مقایسه اثرات لیزردرمانی و اولتراسوند درمانی در درمان سندرم تونل کارپ پرداخته‌اند. بختیاری و همکاران [۸] و Saeed و همکاران [۱۸] گزارش کردند لیزردرمانی و اولتراسوند درمانی اثرات درمانی مثبتی در درمان سندرم تونل کارپ دارند، اما اولتراسوند درمانی در مقایسه با لیزردرمانی در بهبود علائم و عملکرد دست بیماران مبتلابه

گزینه و هر گزینه یک نمره از ۱ تا ۵ دارد. نمره ۱ نشان‌دهنده نبود علائم و ۵ نشان‌دهنده شدیدترین علائم است. برای بخش شدت علائم نمرات تمام ۱۱ سؤال و برای وضعیت عملکردی نمرات تمام ۸ سؤال با هم جمع و از آن‌ها میانگین گرفته می‌شود. هرچه میانگین به دست‌آمده بیشتر باشد، نشان‌دهنده شدت بیشتر علائم یا ناتوانی بیشتر بیمار است. رضازاده و همکاران در سال ۲۰۱۴ این پرسش‌نامه را به فارسی ترجمه و اعتبارسنجی کردند [۲۳]. تمام ارزیابی‌ها قبل از اولین و بعد از آخرین جلسه درمانی انجام شد.

برای تجزیه و داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. برای مقایسه داده‌ها بین دو گروه از آزمون تی مستقل و برای مقایسه داده‌ها در هر یک از گروه‌ها از آزمون تی زوجی استفاده شد. سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۵۸ مچ دست (۳۰ بیمار) مبتلابه سندرم تونل کارپ ارزیابی شدند و تا انتها در مطالعه باقی ماندند. در هر دو گروه، ۱۴ نفر (۹۴ درصد) از بیماران زن بودند و ۱ نفر (۶ درصد) مرد بود. در ۲۸ بیمار هر دو دست و در ۲ بیمار یک دست درگیر بود. شدت سندرم تونل کارپ بر اساس ارزیابی الکترودیآگنوستیک در گروه اولتراسوند درمانی ۵۶ درصد خفیف و ۴۴ درصد متوسط و در گروه لیزر ۵۴ درصد خفیف و ۴۶ درصد متوسط بود. آمار توصیفی و جمعیت‌شناختی افراد شرکت‌کننده در جدول ۱ آورده شده است. پیش از انجام هرگونه آزمون آماری، ابتدا توزیع داده‌ها با کمک آزمون کولموگروف اسمیرنوف در دو گروه بررسی شد. بررسی توزیع فراوانی متغیرها نشان داد تمام متغیرهای بررسی‌شده در هر دو گروه توزیع نرمال دارد ($P > 0.05$). دو گروه از لحاظ شاخص‌های دموگرافیک، شاخص‌های الکترودیآگنوستیک و سایر متغیرها قبل از درمان مقایسه شدند و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد که حاکی از یکسانی دو گروه در این موارد بود.

در مقایسه درون‌گروهی مشاهده شد که شدت درد در هر دو گروه اولتراسوند درمانی ($P = 0.000$) و لیزردرمانی ($P = 0.000$) در جلسه آخر (بعد از ۱۰ جلسه درمان) نسبت به قبل از مداخله در جلسه اول کاهش معنی‌داری داشت. همچنین قدرت فشار نوک انگشت شست و اشاره (به ترتیب $P = 0.009$ و $P = 0.001$) و قدرت گرفتن دست (به ترتیب $P = 0.004$ و $P = 0.001$) نیز در هر دو گروه بعد از مداخله نسبت به قبل از مداخله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که نشان‌دهنده بهبود قدرت گرفتن دست و قدرت فشار نوک انگشت شست و اشاره در هر دو گروه است. بررسی دو متغیر مربوط به پرسش‌نامه بوستون شامل شدت علائم و وضعیت عملکرد دست نشان داد هر دو گروه بعد از مداخله نسبت به قبل از مداخله به‌طور معنی‌داری کاهش داشتند

منطبق با معیارهای ورود وارد مطالعه شدند. بیماران به‌صورت غیرتصادفی (ساده) انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان در مطالعه پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه، به‌صورت تصادفی بر اساس روش تصادفی ساده با استفاده از جدول ارقام تصادفی در دو گروه اولتراسوند درمانی (۱۵ بیمار) و لیزردرمانی (۱۵ بیمار) قرار گرفتند. مشخصات آنترپومتری شامل سن، جنسیت، قد، وزن، دست مبتلا، مدت‌زمان ابتلا به سندرم تونل کارپ از تمام افراد شرکت‌کننده جمع‌آوری شد. روش کورسازی به این صورت بود که فردی که پارامترهای اصلی را اندازه‌گیری و تحلیل آماری می‌کرد، از گروه‌بندی نمونه‌ها اطلاع نداشت؛ اما بیماران و فیزیوتراپیستی که درمان را انجام می‌داد، از گروه‌بندی نمونه اطلاع داشتند. در گروه اولتراسوند درمانی، درمان اولتراسوند با فرکانس ۱ مگاهرتز و شدت ۱/۵ وات بر سانتی‌متر مربع به‌صورت منقطع (دیوتی سیکل ۲۰ درصد) و با اپیلیکاتور ۵ سانتی‌متر مربع (دستگاه اولتراسوند P۲۱۰ نوین، شرکت مهندسی پزشکی نوین، محصول ایران) به مدت ۵ دقیقه روی منطقه کانال مچ دست در هر جلسه اعمال شد [۲۱]. در گروه لیزردرمانی، لیزر دیودی مادون‌قرمز (دستگاه لیزر کم‌توان مدل ۸۶ ایکس نوین، شرکت مهندسی پزشکی نوین، محصول ایران) با طول‌موج ۸۰۸ نانومتر، توان خروجی ۵۰۰ میلی‌وات و شدت کل ۹ ژول روی ۵ نقطه در امتداد مسیر عصب مدیان در منطقه کانال مچ دست اعمال شد [۸]. در هر دو گروه، درمان بیماران به‌صورت روزانه به مدت ۱۰ جلسه انجام شد (۵ روز در هفته). برای هر دو گروه بیماران اسپلینت استراحت برای استفاده شبانه تجویز شد. بیماران طی مدت فیزیوتراپی نباید از درمان دیگری استفاده می‌کردند.

متغیرهای ارزیابی‌شده شامل شدت درد، قدرت فشار نوک انگشت شست و اشاره (Pinch grip)، قدرت گرفتن دست (Hand grip)، شدت علائم و وضعیت عملکردی دست بود. برای سنجش شدت درد از مقیاس بصری درد (VAS: Visual Analogue Scale) استفاده شد. از بیمار خواسته شد بیشترین میزان ناراحتی و درد در دست و انگشتان را روی آنالوگ ۱۰ سانتی‌متری علامت‌گذاری کند. قدرت فشار نوک انگشت شست و اشاره و قدرت گرفتن دست به‌وسیله دینامومتر اندازه‌گیری شد. وضعیت قرارگرفتن بیمار برای اندازه‌گیری قدرت فشار نوک انگشت شست و اشاره و قدرت گرفتن دست به‌صورت نشسته بود و متوسط نیروی ایجادشده در سه تلاش بیمار محاسبه و ثبت شد [۸].

از پرسش‌نامه بوستون (BQ: Boston Questionnaire) برای ارزیابی شدت علائم و وضعیت عملکردی دست استفاده شد. پرسش‌نامه بوستون شامل دو بخش است که بخش اول ۱۱ سؤال برای ارزیابی شدت علائم و بخش دوم ۸ سؤال برای ارزیابی وضعیت عملکردی دارد. Levine و همکاران اعتبار نسخه انگلیسی این پرسش‌نامه را تأیید کرده‌اند [۲۲]. هر سؤال ۵

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک افراد شرکت کننده در مطالعه

P	گروه لیزردرمانی میانگین (انحراف معیار)	گروه اولتراسوند درمانی میانگین (انحراف معیار)	
۰/۱	۴۶/۰۷ (۷/۷)	۳۹/۷ (۱۰/۷)	سن (سال)
۰/۳	۹۴/۶	۹۴/۶	جنس مرد/ زن (درصد)
۰/۱	۷۵/۵ (۴/۴۵)	۷۰/۷۳ (۵/۲۵)	وزن (کیلوگرم)
۰/۹	۱۶۸/۴ (۵/۵)	۱۶۶/۳۶ (۸/۱)	قد (سانتی متر)
۰/۸	۱۴/۹۳	۱۶	مدت ابتلا به سندرم تونل کارپ (ماه)
۰/۷	۴/۰۶ (۰/۷)	۴/۱۴ (۰/۶۲)	تأخیر انتهایی حسی (متر بر ثانیه)
۰/۰۹	۳/۹۳ (۰/۶۶)	۴/۳ (۰/۹)	تأخیر انتهایی حرکتی (متر بر ثانیه)
			شدت سندرم تونل کارپ (درصد)
۰/۱۶	۵۴	۵۶	خفیف
۰/۱۷	۴۶	۴۴	متوسط

جدول ۲: نتایج مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیرهای بررسی شده در هر دو گروه اولتراسوند درمانی و لیزردرمانی

P	گروه لیزردرمانی میانگین (انحراف معیار)	گروه اولتراسوند درمانی میانگین (انحراف معیار)	
			قدرت گرفتن دست (نیوتن)
۰/۱۹	۴۱/۵۹ (۱۲/۲۵)	۳۶/۶۶ (۱۲/۷۵)	جلسه اول
۰/۱	۴۶/۵۱ (۱۵/۰۸)	۴۲/۰۵ (۹/۸۷)	جلسه آخر
	۰/۰۱	۰/۰۰۴	P
			قدرت فشار نوک انگشت شست و اشاره (نیوتن)
۰/۴	۱۰/۷ (۲/۸۷)	۹/۸۹ (۳/۹)	جلسه اول
۰/۳	۱۲/۴۷ (۳/۵)	۱۱/۲۸ (۴/۱)	جلسه آخر
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	P
			شدت درد (مقیاس بصری درد)
۰/۷	۶/۵۲ (۱/۷)	۶/۶۸ (۱/۲)	جلسه اول
۰/۱۶	۳/۴۴ (۱/۱)	۳/۶۳ (۱/۶)	جلسه آخر
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	P مقدار
			شدت علائم (SS)
۰/۴	۳۸/۹۲ (۱۰/۱)	۳۶/۱۶ (۷)	جلسه اول
۰/۸	۱۹/۷ (۶/۸)	۱۹/۲۵ (۷/۲)	جلسه آخر
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	P
			وضعیت عملکردی (FS)
۰/۹	۲۷/۰۷ (۹/۹)	۲۶/۶۶ (۷/۹)	جلسه اول
۰/۵	۱۴/۹۲ (۶/۱)	۱۳/۵ (۶/۳)	جلسه آخر
	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	P

هر دو گروه اولتراسوند درمانی و لیزردرمانی در جلسه آخر (بعد از ۱۰ جلسه درمان) نسبت به قبل از مداخله در جلسه اول بهبود پیدا کرده‌اند.

برای درمان سندرم تونل کارپ از مداخلات درمانی متعددی استفاده می‌شود، اما اتفاق نظری درباره بهترین و مؤثرترین روش درمانی وجود ندارد [۲۴، ۲]. هدف این مطالعه مقایسه تأثیر اولتراسوند درمانی و لیزر کم توان در درمان بیماران با سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط بود. نتایج نشان داد در متغیرهای

که نشان دهنده کاهش ناتوانی عملکردی دست و علائم بیماری است. مقایسه متغیرهای بررسی شده بین دو گروه اولتراسوند درمانی و لیزردرمانی در جلسه آخر نشان داد تغییرات آماری معنی داری بین دو گروه وجود ندارد (جدول ۲).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد تمام متغیرهای ارزیابی شده شامل شدت درد، قدرت گرفتن دست و شدت علائم و عملکرد دست در

درمانی در بهبود علائم سندرم تونل کارپ وجود ندارد؛ به عبارتی دیگر، هر دو مداخله تأثیر مثبت و یکسانی در درمان سندرم تونل کارپ دارند و هیچ کدام بر دیگری ارجحیت ندارد. این نتایج با نتایج مطالعه بختیاری و همکاران [۸] همخوانی دارد. این محققان در مطالعه‌ای اثرات درمانی اولتراسوند و لیزر کم‌توان را در بیماران سندرم تونل کارپ مقایسه کردند. در یک گروه درمان با اولتراسوند شامل ۱۵ دقیقه اولتراسوند پالس با فرکانس ۱ مگاهرتز و شدت ۱ وات در سانتی‌متر مربع روی کانال کارپ و در گروه دوم لیزردرمانی با طول موج ۸۳۰ نانومتر و شدت کل ۹ ژول در امتداد مسیر عصب مدیان برای ۱۵ جلسه به صورت روزانه انجام گرفت. نتایج به این صورت بود که هر دو روش درمانی در بهبود علائم سندرم تونل کارپ مؤثر بودند، اما اثرات اولتراسوند به‌طور معنی‌داری بهتر از لیزردرمانی بود. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد هر دو گروه اولتراسوند درمانی و لیزردرمانی در درمان سندرم تونل کارپ مؤثر هستند، اما نبود تفاوت معنی‌دار بین دو گروه درمانی در مقایسه با نتایج بختیاری و همکاران ممکن است به مدت‌زمان استفاده از اولتراسوند و تعداد جلسات مربوط باشد که در مطالعه بختیاری ۱۵ دقیقه اولتراسوند روی تونل کارپ به صورت روزانه برای ۱۵ جلسه اعمال شد، درحالی‌که در مطالعه حاضر ۵ دقیقه اولتراسوند به صورت روزانه برای ۱۰ جلسه استفاده شد.

در مطالعه مقایسه دیگری Ahmed و همکاران [۱۹] تأثیر لیزر کم‌توان و اولتراسوند درمانی را در بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ بررسی کردند. نتایج آن‌ها با نتایج مطالعه حاضر تطابق داشت. این محققان در گروه لیزردرمانی از طول موج ۹۰۴ نانومتر، توان ۲۰ میلی‌وات با انرژی کل ۴/۸ ژول در مسیر عصب مدیان و در گروه اولتراسوند از اولتراسوند پالس با فرکانس ۱ مگاهرتز، شدت ۱ وات بر متر سانتی‌مربع، به مدت ۱۵ دقیقه روی تونل کارپ استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد هر دو روش لیزر کم‌توان و اولتراسوند در درمان بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط مؤثر است و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد.

اخیراً رایگانی و همکاران [۳۱] در یک مطالعه فراتحلیل تأثیر لیزردرمانی و اولتراسوند درمانی را در درمان سندرم تونل کارپ بررسی و مقایسه کردند. این محققان گزارش کردند تفاوت معنی‌داری بین این دو روش درمانی وجود ندارد و هر دو روش اثرات مشابهی در بهبود علائم سندرم تونل کارپ دارند.

مکانیسم دقیق اثرات مفید لیزر کم‌توان و اولتراسوند در درمان سندرم تونل کارپ شناخته‌شده نیست. بر اساس یافته‌های مطالعات قبلی [۶، ۷]، اولتراسوند می‌تواند موجب ایجاد اثرات ضدالتهابی و تحریک‌کننده بافتی شود؛ بنابراین، با توجه به پاتوفیزیولوژی سندرم تونل کارپ، مکانیسم احتمالی اثرگذاری اولتراسوند درمانی بر بهبود علائم و نشانه‌های سندرم تونل کارپ را می‌توان به کاهش فشار داخل تونل کارپ، کاهش

بررسی‌شده شامل شدت درد، قدرت گرفتن دست، قدرت فشار نوک انگشت شست و اشاره و نمره پرسش‌نامه بوستون (شدت علائم و وضعیت عملکردی دست) در هر دو گروه بعد از درمان نسبت به قبل آن تفاوت معنی‌داری وجود دارد، اما بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج نشان می‌دهد هر دو مداخله درمانی اولتراسوند درمانی و لیزردرمانی در بهبود علائم و عملکرد دست در بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ مؤثر هستند و هیچ کدام نسبت به دیگری ارجحیت ندارد.

نتایج مشاهده‌شده در گروه اولتراسوند مطابق با مطالعات قبلی است [۲۱، ۲۱]. مطالعات Page و همکاران [۱۱] و انصار و همکاران [۲۱] که تأثیر اولتراسوند پالس و تزریق کورتون را در درمان سندرم تونل کارپ مقایسه کردند، نشان داد اعمال ۴ هفته اولتراسوند نسبت به تزریق کورتون به‌طور معنی‌داری موجب افزایش قدرت دست و بهبود علائم بیماران می‌شود. از طرف دیگر، Oztas و همکاران [۲۵] در مطالعه‌ای گزارش کردند اولتراسوند مداوم با شدت جریان‌های مختلف (۰/۸ و ۱/۵ میلی‌وات در سانتی‌متر مربع) تأثیر معنی‌داری در بهبود سرعت هدایت عصب مدیان و علائم بیمار ندارد. با توجه به اینکه اولتراسوند پالس نسبت به اولتراسوند مداوم اثرات مکانیکی و ضدالتهابی دارد، نتایج متناقض این مطالعه با مطالعه حاضر می‌تواند به نوع اولتراسوند استفاده‌شده مربوط باشد. در مطالعه حاضر از اولتراسوند پالس استفاده شد که اثرات مکانیکی و ضدالتهابی دارد، درحالی‌که در مطالعه Oztas از اولتراسوند مداوم استفاده شد که اثرات گرمایی دارد و اثرات ضدالتهابی ندارد [۲۶].

نتایج به‌دست‌آمده در گروه لیزردرمانی با نتایج مطالعات قبلی Lazovic [۲۷]، Jiang [۲۸]، Chang [۱۵]، Tascioglu [۲۹] و Evcik [۳۰] همخوانی دارد. در این مطالعات گزارش شده است که لیزر کم‌توان در مقایسه با گروه پلاسبو به‌طور مؤثری موجب کاهش درد و علائم بیماران مبتلابه سندرم تونل کارپ می‌شود. در مقابل، Cheung در یک مطالعه مروری نظام‌مند گزارش کرد هر دو لیزر کم‌توان و اسپلینت در کاهش علائم سندرم تونل کارپ مؤثر بوده است و لیزر کم‌توان در مقایسه با استفاده از اسپلینت اثرات مفید بیشتری در کاهش درد، کاهش شدت علائم و بهبود عملکرد دست ندارد [۱۷]. به نظر می‌رسد گزارش نتایج متفاوت در ارتباط با تأثیر لیزردرمانی در بهبود سندرم تونل کارپ به به‌کارگیری طیف گسترده‌ای از پارامترهای لیزر شامل طول موج، توان لیزر، مدت‌زمان تابش و محل اعمال تابش لیزر مربوط باشد. هنوز اتفاق نظر عمومی در ارتباط با مؤثرترین پارامترهای لیزر در درمان سندرم تونل کارپ به‌دست نیامده است.

با وجود اینکه هر دو مداخله درمانی استفاده‌شده در این مطالعه (اولتراسوند درمانی و لیزردرمانی) اثرات مثبتی در بهبود علائم سندرم تونل کارپ داشتند، اما مقایسه نتایج به‌دست‌آمده در دو گروه نشان داد تفاوت معنی‌داری بین این دو مداخله

همدان به شماره ۹۷۱۲۰۷۷۴۴۴ گرفته شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه و همکاری بیمارانی تشکر و قدردانی کنند که ما را در انجام این مطالعه یاری کردند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان با شناسه IR.UMSHA.REC.1397.790 و از مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی کشور با کد IRCT20190202042581N1 تأییدیه دارد. همچنین قبل از شرکت در مطالعه، ضمن توضیح درباره اهداف تحقیق، از تمام افراد رضایت‌نامه آگاهانه کتبی گرفته شد.

سهم نویسندگان

نویسنده اول (پژوهشگر اصلی): مسئول مکاتبات، تدوین چارچوب کلی طرح، نگارش مقدمه، تجزیه و تحلیل آماری، تدوین نتایج و بحث، نگارش و ویرایش مقاله ۵۰ درصد؛ نویسنده دوم (پژوهشگر اصلی): مشارکت در ویرایش پروپوزال و جمع‌آوری نمونه‌ها ۱۰ درصد؛ نویسندگان سوم، چهارم و پنجم (پژوهشگران همکار): جمع‌آوری نمونه و گردآوری داده‌ها هر کدام ۱۰ درصد؛ نویسنده ششم (پژوهشگر همکار): مشارکت در تدوین و طراحی پروژه و نگارش مقاله ۵ درصد؛ نویسنده هفتم (پژوهشگر همکار): گردآوری داده‌ها ۵ درصد.

حمایت مالی

این پروژه با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام شده است.

التهاب در اطراف عصب و تسریع روند التیام در ترمیم بافت‌های صدمه‌دیده نسبت داد [۳۲-۳۴]. در ارتباط با لیزر کم‌توان نیز شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد لیزر کم‌توان با تحریک میکروسیرکولاسیون و بلوک آنزیم‌های درد و فعال‌سازی آنزیم‌های اندورفین باعث کاهش درد و همچنین التهاب موضعی می‌شود [۳۵-۳۷]؛ بنابراین، به نظر می‌رسد اثرات مفید لیزر کم‌توان در بهبود علائم بیماران سندرم تونل کارپ می‌تواند به اثرات ضد درد و ضدالتهابی این روش مربوط باشد.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به کمبود تعداد نمونه‌ها، پیگیری نکردن بیماران (Follow up) و نبود ثبت یافته‌های الکترومیوگرافی در جلسه آخر اشاره کرد؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعاتی در این زمینه با حجم نمونه بیشتر، تعداد بیشتر جلسات درمانی و با زمان پیگیری بیماران همراه با ثبت یافته‌های الکترومیوگرافی انجام شود. همچنین با توجه به اینکه در این مطالعه هر دو روش لیزر کم‌توان و اولتراسوند در بهبود علائم بیماران سندرم تونل کارپ مؤثر بودند، پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی اثرات ترکیبی لیزر و اولتراسوند بررسی شود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی بر اساس یافته‌های این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که هر دو روش لیزر درمانی و اولتراسوند درمانی در کاهش درد و بهبود فعالیت‌های عملکردی دست در بیماران مبتلا به سندرم تونل کارپ خفیف و متوسط در کوتاه‌مدت مؤثر هستند؛ اما برای بررسی اثرات بلندمدت و ماندگاری اثرات مطلوب این دو روش و نیز بررسی اثرات ترکیبی آن‌ها مطالعات بیشتری نیاز است.

تشکر و قدردانی

این مقاله از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه علوم پزشکی

REFERENCES

- Wang L. Guiding treatment for carpal tunnel syndrome. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2018;**29**(4):751-60. PMID: 30293628 DOI: 10.1016/j.pmr.2018.06.009
- Huisstede BM, Hoogvliet P, Franke TP, Randsdorp MS, Koes BW. Carpal tunnel syndrome: effectiveness of physical therapy and electrophysical modalities. an updated systematic review of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;**99**(8):1623-34.e23. PMID: 28942118 DOI: 10.1016/j.apmr.2017.08.482
- Banan KS, Etekef OM, Taghipour M, Talebi GA. The effects of manual therapy on hand symptoms and median nerve tension in patients with carpal tunnel syndrome. *Sci J Rehabil Med*. 2016;**5**(2):184-92. DOI: 10.22037/jrm.2016.1100188
- Ebenbichler GR, Resch KL, Nicolakis P, Wiesinger GF, Uhl F, Ghanem AH, et al. Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised "sham" controlled trial. *BMJ*. 1998;**316**(7133):731-5. PMID: 9529407 DOI: 10.1136/bmj.316.7133.731
- Naeser MA, Hahn KA, Lieberman BE, Branco KF. Carpal tunnel syndrome pain treated with low-level laser and microamperes transcutaneous electric nerve stimulation: a controlled study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;**83**(7):978-88. PMID: 12098159 DOI: 10.1053/apmr.2002.33096
- Hong CZ, Liu HH, Yu J. Ultrasound thermotherapy effect on the recovery of nerve conduction in experimental compression neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988;**69**(6):410-4. PMID: 3377665
- Kramer JF. Effect of therapeutic ultrasound intensity on subcutaneous tissue temperature and ulnar nerve conduction velocity. *Am J Phys Med*. 1985;**64**(1):1-9. PMID: 3970155
- Bakhtiari AH, Rashidy-Pour A. Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Aust J Physiother*. 2004;**50**(3):147-51. PMID: 15482245 DOI: 10.1016/s0004-9514(14)60152-5
- Chang YW, Hsieh SF, Horng YS, Chen HL, Lee KC, Horng YS. Comparative effectiveness of ultrasound and paraffin therapy in patients with carpal tunnel syndrome: a randomized trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;**15**:399. PMID: 25428566 DOI: 10.1186/1471-2474-15-399
- Dincer U, Cakar E, Kiralp MZ, Kilac H, Dursun H. The effectiveness of conservative treatments of carpal tunnel syndrome: splinting, ultrasound, and low-level laser therapies. *Photomed Laser Surg*. 2009;**27**(1):119-25. PMID:

- 19196106 DOI: 10.1089/pho.2008.2211
11. Page MJ, O'Connor D, Pitt V, Massy-Westropp N. Therapeutic ultrasound for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;2013(3):Cd009601. PMID: 23543580 DOI: 10.1002/14651858.CD009601.pub2
 12. Bekhet AH, Ragab B, Abushouk AI, Elgebaly A, Ali OI. Efficacy of low-level laser therapy in carpal tunnel syndrome management: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2017;32(6):1439-48. PMID: 28580494 DOI: 10.1007/s10103-017-2234-6
 13. Padua L, Padua R, Aprile I, Tonali P. Noninvasive laser neurolysis in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 1998;21(9):1232-3. PMID: 9703457 DOI: 10.1002/(sici)1097-4598(199809)21:9<1232::aid-mus23>3.0.co;2-s
 14. Weintraub MI. Noninvasive laser neurolysis in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 1997;20(8):1029-31. PMID: 9236795 DOI: 10.1002/(sici)1097-4598(199708)20:8<1029::aid-mus14>3.0.co;2-q
 15. Chang WD, Wu JH, Jiang JA, Yeh CY, Tsai CT. Carpal tunnel syndrome treated with a diode laser: a controlled treatment of the transverse carpal ligament. *Photomed Laser Surg.* 2008;26(6):551-7. PMID: 19025407 DOI: 10.1089/pho.2007.2234
 16. Franke TP, Koes BW, Geelen SJ, Huisstede BM. Do patients with carpal tunnel syndrome benefit from low-level laser therapy? a systematic review of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(8):1650-9.e15. PMID: 28629992 DOI: 10.1016/j.apmr.2017.06.002
 17. Cheung WK, Wu IX, Sit RW, Ho RS, Wong CH, Wong SY, et al. Low-level laser therapy for carpal tunnel syndrome: systematic review and network meta-analysis. *Physiotherapy.* 2019;106:24-35. PMID: 32026843 DOI: 10.1016/j.physio.2019.06.005
 18. Saeed FU, Hanif S, Aasim M. The effects of laser and ultrasound therapy on carpal tunnel syndrome. *Pakistan J Med Heal Sci.* 2012;6:238-41.
 19. Ahmed OF, Elkharbotly AM, Taha N, Bekheet AB. Treatment of mild to moderate carpal tunnel syndrome in patients with diabetic neuropathy using low level laser therapy versus ultrasound controlled comparative study. *BBA Clin.* 2017;8:43-7. PMID: 28856107 DOI: 10.1016/j.bbacli.2017.07.001
 20. Fusakul Y, Aranyavalai T, Saensri P, Thiengwittayaporn S. Low-level laser therapy with a wrist splint to treat carpal tunnel syndrome: a double-blinded randomized controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2014;29(3):1279-87. PMID: 24477392 DOI: 10.1007/s10103-014-1527-2
 21. Ansar N, Adeel M, Liaqat S, Maqsood I, Ghafoor I. The comparison of therapeutic ultrasound and local steroid injection in treatment of mild to moderate carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Ann King Edward Med Univ.* 2017;23(3):335-42.
 22. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75(11):1585-92. PMID: 8245050 DOI: 10.2106/00004623-199311000-00002
 23. Reza zadeh A, Bakhtiari AH, Samaei A, Moghimi J. Validity and reliability of the Persian Boston questionnaire in Iranian patients with carpal tunnel syndrome. *Koomesh.* 2014; 15(2):138-45.
 24. Zaraliev A, Georgiev GP, Karabinov V, Iliev A, Aleksiev A. Physical therapy and rehabilitation approaches in patients with carpal tunnel syndrome. *Cureus.* 2020;12(3):e7171. PMID: 32257712 DOI: 10.7759/cureus.7171
 25. Oztas O, Turan B, Bora I, Karakaya MK. Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(12):1540-4. PMID: 9862296 DOI: 10.1016/s0003-9993(98)90416-6
 26. Prentice WE. Therapeutic modalities in sports medicine. 3rd ed. New York: WCB/McGraw-Hill; 1999.
 27. Lazovic M, Ilic-Stojanovic O, Kocic M, Zivkovic V, Hrkovic M, Radosavljevic N. Placebo-controlled investigation of low-level laser therapy to treat carpal tunnel syndrome. *Photomed Laser Surg.* 2014;32(6):336-44. PMID: 24905929 DOI: 10.1089/pho.2013.3563
 28. Jiang JA, Chang WD, Wu JH, Lai PT, Lin HY. Low-level laser treatment relieves pain and neurological symptoms in patients with carpal tunnel syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2011;23(4):661-5. DOI: 10.1589/jpts.23.661
 29. Tascioglu F, Degirmenci NA, Ozkan S, Mehmetoglu O. Low-level laser in the treatment of carpal tunnel syndrome: clinical, electrophysiological, and ultrasonographical evaluation. *Rheumatol Int.* 2012;32(2):409-15. PMID: 21120497 DOI: 10.1007/s00296-010-1652-6
 30. Evcik D, Kavuncu V, Cakir T, Subasi V, Yaman M. Laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Photomed Laser Surg.* 2007;25(1):34-9. PMID: 17352635 DOI: 10.1089/pho.2006.2032
 31. Rayegani SM, Moradi-Joo M, Raeissadat SA, Bahrami MH, Seyed-Nezhad M, Heidari S. Effectiveness of low-level laser therapy compared to ultrasound in patients with carpal tunnel syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Laser Med Sci.* 2019;10(Suppl 4):S82-9. PMID: 32021679 DOI: 10.15171/jlms.2019.S15
 32. Crisci AR, Ferreira AL. Low-intensity pulsed ultrasound accelerates the regeneration of the sciatic nerve after neurotomy in rats. *Ultrasound Med Biol.* 2002;28(10):1335-41 PMID: 12467860 DOI: 10.1016/s0301-5629(02)00576-8
 33. Johns LD. Nonthermal effects of therapeutic ultrasound: the frequency resonance hypothesis. *J Athl Train.* 2002;37(3): 293-9. PMID: 16558674
 34. ter Haar G. Therapeutic ultrasound. *Eur J Ultrasound.* 1999;9(1):3-9 PMID: 10099161 DOI: 10.1016/s0929-8266(99)00013-0
 35. Bingöl U, Altan L, Yurtkuran M. Low-power laser treatment for shoulder pain. *Photomed Laser Surg.* 2005;23(5):459-64. PMID: 16262574 DOI: 10.1089/pho.2005.23.459
 36. Brosseau L, Robinson V, Wells G, Debie R, Gam A, Harman K, et al. Low level laser therapy (Classes I, II and III) for treating rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;4:CD002049. PMID: 16235295 DOI: 10.1002/14651858.CD002049.pub2
 37. Jablecki CK, Andary MT, So YT, Wilkins DE, Williams FH. Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. AAEM Quality Assurance Committee. *Muscle Nerve.* 1993;16(12):1392-414. PMID: 8232399 DOI: 10.1002/mus.880161220