

د: روش‌های فیزیکی (Physical Modalities)

گرما درمانی

دکتر منصور ثالثی

Thermotherapy یا حرارت درمانی استفاده از گرما یا سرما برای تغییر درجه حرارت پوست، درجه حرارت داخل مفصلی و درجه حرارت کلی بدن می‌باشد. به علاوه برای بستن دروازه درد Thermotherapy می‌تواند باعث تسکین درد به وسیله افزایش حرارت بافتی گردد که خود باعث افزایش جریان خون، میزان متابولیسم و کشسانی بافتی می‌گردد. درحالی که سرد کردن بافتی ابتدا باعث کاهش جریان خون بافتی به وسیله انقباض عروقی و سپس انبساط عروقی به دنبال آن برای جلوگیری از آسیب بافتی ناشی از هیپوکسی می‌شود (رفلکس شکار)، باعث کاهش متابولیسم بافتی، تحریک پذیری نورون‌ها و میزان هدایت آن‌ها، التهاب و کشسانی بافتی می‌گردد. از آنجایی که گرما و سرما هر دو می‌توانند باعث کاهش درد شوند انتخاب آن‌ها با بیمار است که کدام را ترجیح دهند. گرم کردن بافت‌های سطحی می‌تواند به وسیله بسته‌های گرم کننده، حمام‌های موم، تشعشعات مادون قرمز، نور خورشید و اتاق‌های سونا یا بخار صورت گیرد. سرد کردن بافت با استفاده از بسته‌های یخ، حمام یخ و بسته‌های ژله‌ای سرد کننده تجاری و همچنین اسپری آنها انجام می‌گردد. فرم‌های ساده ترموتراپی (بسته‌های گرما/یخ) برای افرادی که حس پوستی نرمال دارند و همچنین افرادی

که راهنماهای ساده را ملاحظه می‌کنند مشکلی ندارد، ولی ترموتراپی ممکن است برای افرادی که احساس حرارتی پوستی ضعیفی دارند مناسب نباشد. این فرم‌های درمانی برای millennia به صورت استفاده شخصی مورد استفاده قرار گرفته است چرا که بی‌ضرر، مؤثر و دوست داشتنی هستند.^{۲،۱}

گرم کردن بافت‌های عمقی تر سخت‌تر است ولی با استفاده از مداخلات الکتروتراپی مثل اشعه مادون قرمز و دیاترمی امواج کوتاه در دسترسی قرار گیرد. البته این روش‌ها نیاز به وسایل گران قیمت تخصصی و همچنین مراقبت از نزدیک دارد.

برای آرتروز زانو ماساژ با یخ گزارش شده که باعث بهبود حرکت مفصل، درد و عملکرد آن می‌گردد، در حالی که بسته‌های یخی می‌تواند باعث کاهش تورم و بهبود حرکت گردد. اما شاید نتواند باعث بهبود درد شود. در RA پک‌های سرد یا گرم گزارش شده که تاثیری بر آدم، درد، حرکت، قدرت و عملکرد مفصل ندارد.^۳ علی‌رغم شواهد پراکنده و متناقض ترموتراپی بطور وسیعی برای بسیاری از شرایط اسکلتی عضلانی پیشنهاد شده زیرا سالم، استفاده آسان و مؤثر برای تسکین درد براساس گزارش‌های قدیمی، نظریه افراد وارد و همچنین ترجیح دادن بیماران بوده است، و همچنین نیازی به وسایل پیچیده و گران قیمت ندارد.^۴ اگر مردم منفعت کوتاه مدت از یک روش ساده ترموتراپی داشته باشند و بنابراین بتوانند به راحتی خودشان از آن استفاده کنند، این راه روش مؤثر برای استفاده طولانی مدت شخصی خواهد بود و همچنین مقرون به صرفه است. روش‌های ترموتراپی پیچیده که نیاز به وسایل مخصوص دارد، مراقبت از آنها کمتر امکان دارد، گران قیمت‌تر هستند و همچنین با خطراتی همراه هستند که استفاده از آنها را محدود کرده است. استئوآرتریت یک بیماری دژنراتیو مفاصل است که که معمولاً مفاصل تحمل‌کننده وزن مثل زانو و لگن را درگیر می‌کند. با درگیری این مفاصل درد و محدودیت حرکت ظاهر می‌گردد. در بعضی موارد التهاب می‌تواند رخ دهد که به صورت آدم ظاهر می‌گردد. درمان بیشتر بر کاهش درد و بهبود حرکت متمرکز است.

در یک مطالعه ماساژ با یخ اثرات خوبی بر دامنه حرکت، عملکرد و قدرت زانو در مقایسه با گروه کنترل داشته است. پک‌های سرد باعث کاهش تورم شده است ولی پک‌های داغ تأثیر زیادی بر آدم در مقایسه با گروه کنترل و یا استفاده از سرما نداشته است. پک‌های سرد درد را به صورت واضحی در مقایسه با گروه کنترل که آرتروز داشته‌اند کاهش نداده است.^۵

گرما درمانی استفاده درمانی از هر ماده‌ای است که باعث افزایش درجه حرارت بافتی گردد.

مشخصات روش‌های گرما درمانی در (جدول شماره ۱) لیست شده است. گرما درمانی که می‌تواند سطحی یا عمقی باشد همانند سرما درمانی احساس آنالژزی و کاهش تون عضلات ایجاد می‌کند.

	Method of application	Indications	Precautions	Adverse treatment effects
Thermotherapy	Conduction Hydrocollator pack Low-level heat wrap Paraffin bath	Acute muscular pain Delayed onset muscle soreness Menstrual pain	Diabetes mellitus Multiple sclerosis Peripheral vascular disease Spinal cord injuries Rheumatoid disease	Burns
Thermotherapy ((continued	Convection Fluidotherapy Hydrotherapy Conversion Ultrasound Heatlamp Diathermy	Wound debridement Tendonitis Joint contractures Muscle spasms Osteoarthritis	Pregnancy Laminectomy sites Spinal cord Malignancy Vascular insufficiency Eye, testes, heart Growth plates Anesthetic area Joint prosthesis Total hip replacement	Infections Cardiovascular issues Burns Increased pain Increased inflammation
Contrast Therapy	Alternating cryotherapy and thermotherapy	Complex reflex sympathetic dystrophy Desensitization of skin		Burns Frostbite Cold urticaria Raynaud's phenomenon

(Table 1.Characteristics of hot treatment modalities)

برخلاف سرما درمانی، گرما درمانی باعث افزایش درجه حرارت بافتی، جریان خون و افزایش کشسانی بافت همبند می‌گردد. (تصویر شماره ۱) گرما درمانی با سه مکانیسم عمل می‌کند: هدایت، انتقال گرما و تبدیل.



	Cold	Heat
Pain	↓	↓
Spasm	↓	↓
Metabolism	↓	↑
Blood Flow	↓	↑
Inflammation	↓	↑
Edema	↓	↑
Extensibility	↓	↑

(Figure-1: Pathophysiologic effect of topical modalities)

افزایش جریان خون بهبودی بافت را به وسیله تهیه میزان کافی پروتئین، مواد مغذی، و اکسیژن در محل ضایعه تسهیل می‌کند. به ازای هر یک درجه سانتی گراد افزایش حرارت بافتی ۱۰ تا ۱۵٪ افزایش متابولیسم بافتی در موضع داریم. این افزایش متابولیسم به پروسه بهبودی توسط افزایش واکنش‌های کاتابولیک و آنابولیک کمک می‌کند. این فرایندها باعث تخریب و برداشت مواد حاصل از متابولیسم و تخریب بافتی شده و محیطی مناسب برای ترمیم بافتی فراهم می‌کند.

بعضی از منافع حرارت موضعی ممکن است مستقیماً توسط مغز ایجاد گردد. تحقیقات تصویر برداری عملی مغز شواهدی از اثرات مرکزی گرم شدن غیر سمی پوست را نشان داده است. این اثرات با افزایش فعالیت تالاموس و اینسولای خلفی در مغز صورت می‌گیرد. به علاوه تحریک ملایم پوست باعث فعال شدن تالاموس و ناحیه S2 کورتکس مغز می‌گردد^۶ این اثرات مستقیم بر روی مغز می‌تواند احساس درد در مغز را تسکین دهد و باعث کاهش درد گردد. درمان با حرارت موضعی که به صورت مستقیم بر روی پوست استفاده می‌شود هم باعث افزایش حرارت بافت‌های عمقی و هم افزایش جریان خون می‌گردد. Mulkern و همکاران دریافتند که درمان با پدهای حرارتی بر روی پوست ناحیه تحتانی کمر در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد باعث افزایش حرارت بافت عضلانی عمقی به میزان ۵ درجه سانتی‌گراد برای عمق ۱۹ میلی‌متر، ۳/۵ درجه برای عمق ۲۸ میلی‌متر و ۲ درجه برای عمق ۳۸ میلی‌متر از سطح پوست می‌گردد^۷ درمان موضعی هدایت حرارتی زانو در افراد نرمال باعث افزایش جریان خون شریان پوپلیته به میزان ۲۹٪ برای پدهای حرارتی ۳۸ درجه، ۹۴٪ برای پد ۴۰ درجه و ۲۰۰٪ برای پد ۴۳ درجه می‌گردد^۸ Erasala و همکاران ثابت کردند که جریان خون عمقی در عضله تراپزیوس افراد نرمال با درمان پد حرارتی باعث افزایش درجه حرارت پوست می‌گردد به این صورت که به ترتیب ۲۷٪ و ۷۷٪ و ۱۴۴٪ افزایش جریان خون باعث

افزایش درجه حرارت پوست ۳۸ و ۴۰ و ۴۲ درجه می‌گردد^{۱۰} دو مطالعه آخر نشان داد که حدود دو تا سه برابر افزایش جریان خون بافت عمقی با استفاده از سطح متوسط درمان حرارتی هدایتی بر روی پوست دیده می‌شود. به علاوه گزارش شده که درمان با پد داغ در درجه حرارت متوسط باعث افزایش قابل توجهی در سرعت هدایت عضله تراپیوس گردیده است که این ناشی از افزایش جریان خون می‌باشد^{۱۱} اگرچه اختلاف بین حرارت مرطوب و خشک هنوز ثابت نشده است یک مطالعه در سال ۱۹۴۶ نشان داد حرارت مرطوب بافت را سریع‌تر از حرارت خشک گرم می‌کند^{۱۱} رطوبت باعث افزایش میزان انتقال انرژی حرارتی و گرمای بافت می‌گردد. اگر چه این یافته‌ها از استفاده از حرارت مرطوب در مواردی که گرم کردن سریع بافت مدنظر است حمایت می‌کند ولی نتایج نتوانست این موضوع را ثابت کند که از نظر درمانی حرارت مرطوب از خشک بهتر باشد. حرارت درمانی مداوم سطح پایین که مستقیماً بر روی پوست قرار بگیرد نشان داده شده که در درمان بیماری‌های عضلانی اسکلتی از نظر درمانی سالم و مؤثر است. یک مطالعه بالینی کنترل شده اثر لوازم پزشکی پوشیدنی که می‌تواند هشت ساعت به طور مداوم گرما درمانی سطح پایین را برای درمان تندرینس عضلانی مزمن عضله چهارسر فراهم کند را گزارش کرده است^{۱۲} نتایج نشان داده است که هشت ساعت پوشش‌های گرمایی زانو در دمای ۳۸ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش چشم‌گیر درد در مقایسه گروه کنترل شده است. حرارت درمانی سطح پایین مداوم بر روی پوست دیده شده که بر روی کمردرد عضلانی و درد دوران پرئود مؤثر است. Steiner و همکاران در یک مطالعه کنترل شده این موضوع را نشان داده‌اند^{۱۳} کاهش درد واضح در افرادی که حرارت درمانی شده‌اند تا ۲۴ ساعت پس از توقف درمان باقی می‌ماند. Akin و همکاران ثابت کردند که حرارت درمانی مداوم سطح پایین به توسط لوازم پزشکی پوشیدنی که در تماس مستقیم با پوست قسمت تحتانی شکم قرار می‌گیرند به مدت ۱۲ ساعت در روز برای دو روز متوالی باعث کاهش درد واضح در بیماران با دیسمنوره در مقایسه با گروه کنترل شده است. کاهش درد مشابه با مصرف دوز حداکثر ایبوپروفن بوده است^{۱۴} به علاوه یک مطالعه اخیر کنترل شده نشان داد که استفاده موضعی از حرارت درمانی مستقیم بر روی پوست بر استفاده از استامینوفن و ایبوپروفن در درمان تمام حالت‌های کمر درد شامل کاهش درد، سفتی عضلات و انعطاف پذیری ستون فقرات ارجح می‌باشد^{۱۵} دو روز پس از توقف درمان کاهش درد در حرارت درمانی بیش از استامینوفن و ایبوپروفن بوده است. گرما درمانی مداوم سطح پایین برای درمان درد میچ دست ناشی از کش آمدگی، پیچیدن و آرتروز مؤثر بوده است. Michlovitz و همکاران کاهش درد فزاینده‌ای در طی استفاده ۸ ساعته مداوم از گرما درمانی در طی سه روز

متوالی را گزارش کرده‌اند^{۱۶} کاهش درد در طی روزهای درمان بطور فزاینده‌ای بیشتر می‌شده و پس از قطع درمان نیز تا ۴ یا ۵ روز ادامه پیدا می‌کرده است. اثرات درمانی گرما درمانی در گروهی که مچ درد داشتند شامل افزایش قابل توجه قدرت مشت کردن دست پس از سه روز متوالی استفاده از گرما درمانی سطح پایین بود که تا دو روز پس از کامل همه درمانها ادامه داشت. اثرات درمانی مشابهی در افرادی که سندرم تونل کارپ داشتند نیز مشاهده گردید.

عوارض گرما درمانی

گرما درمانی می‌بایست با احتیاط در بیماران دیابتی، مالتیپل اسکلروز، گردش خون ضعیف، ضایعه ستون فقرات و آرتریت روماتوئید مورد استفاده قرار گیرد زیرا می‌تواند باعث پیشرفت بیماری، سوختگی، زخم‌های پوستی و افزایش التهاب گردد^{۱۷} در بیماران پر خطر و یا حساس به گرما هنگامی که از گرمادرمانی استفاده می‌شود از پوست باید محافظت شود خصوصاً در نواحی که اختلال حسی دارد. در هنگام کار با موادی که گرما با شدت زیاد تولید می‌کند (بیش از ۴۵ درجه سانتی‌گراد) مانند پک‌های هیدروکلاتور یا پدهای گرم کننده الکتریکی می‌بایست احتیاط زیادی کرد. زمان استفاده می‌بایست در مواردی که پک‌ها یا پدهای حرارتی با شدت بالا استفاده می‌گردد محدود باشد. عفونت پوستی، دستگاه ادراری، دستگاه تنفسی، با استفاده از استخرهای حرارتی دیده می‌شود. عوارض اولتراسوند شامل تغییر عملکرد سلولی، تخریب غشای پلاسمایی، تسریع پروسه‌های متابولیک و توقف موقتی جریان خون. اولتراسوند در موارد زیر کنتراست‌دیکاسیون دارد: بر روی چشم، بیضه‌ها، قلب، رحم حامله، ضایعات نخاعی، مناطق لامینکتومی، مناطق بیحسی، سرطان‌ها، صفحه رشد و نارسایی عروقی. به علاوه اولتراسوند نباید در بیماران با پروتز مفصلی استفاده شود. اولتراسوند ممکن است باعث گرم شدن بیش از حد، ترک خوردن و خرد شدن مفصل پروتز شده گردد. علت این امر به خاطر جذب بیشتر انرژی در پروتز نسبت به بافت نرم اطراف آن می‌باشد^{۱۸}. شل شدن سیمان در تعویض کامل هیپ شایع‌ترین مورد تأثیر بر پروتز در اثر اولتراسوند می‌باشد.

درمان متضاد (Contrast Therapy)

درمان متضاد (درمانی که سرمادرمانی و گرمادرمانی به طور متناوب انجام می‌گردد) به طور شایعی در بیماری‌های روماتیسمی و سندرم‌های درد ناحیه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو مطالعه کنترل شده نشان دادند که درمان متضاد با وجود اثرات مفید ضد درد، بر روی درجه حرارت بافت عضلانی تأثیری ندارد^{۱۹}.

References:

- 1- Brosseau L, Yonge KA, Robinson V et al. Thermotherapy for treatment of osteoarthritis. CochraneDatabase of Systematic Reviews 2003; (4): CD004522
- 2- Robinson V, Brosseau L, Casimiro L et al. Thermotherapy for treating rheumatoid arthritis. CochraneDatabase of Systematic Reviews 2002; (Issue 2): CD002826.
- 3- Ivey M, Johnston RV & Uchida T. Cryotherapy for postoperative pain relief following knee arthroplasty. *Journal of Arthroplasty* 1994; 9: 285–290.
- 4- Brosseau L, Wells GA, Tugwell P et al. Ottawa panel evidence based clinical practice guidelines forelectrotherapy and thermotherapy interventions in the management of rheumatoid arthritis. *PhysicalTherapy* 2004; 8: 1016–1043
- 5- Brosseau L, YongeKA, WelchV, Marchand S, JuddM, Wells GA, Tugwell P. Thermotherapy for treatment of osteoarthritis. Cochrane Database of Systematic Reviews 2003, Issue 4. Art. No.: CD004522. DOI: 10.1002/14651858.CD004522.
- 6- Davis KD, Kwan CL, Crawley AP et al. Functional MRI study of thalamic and cortical activations evoked by cutaneous heat, cold, and tactile stimuli. *J Neurophysiol* 1998; 80:1533-1546.
- 7- Mulkern R, McDannold N, Hynynen K et al. Temperature distribution change in low back muscles during applied topical heat: A magnetic resonance thermometry study. *ProcIntSoc Mag Res in Med, Philadelphia, May 22-28, 1999.*
- 8- Reid RW, Foley JM, Prior BM et al. Mild topical heat increases popliteal blood flow as measured by MRI. *Med Sci Sports Exer* 1999; 31:S208.
- 9- Erasala GN, Rubin JM, Tuthill TA et al. The effect of topical heat treatment on trapezius muscle blood flow using power Doppler ultrasound. *Physical Therapy* 2001; 81:A5.
- 10- Nadler SF, DePrince ML, Stitik TP et al. Experimentally induced trapezius fatigue and the effects of topical heat on the EMG power density spectrum. *Am J Phys Med Rehab* 1999; 80:1123.
- 11- Martin GM, Roth GM, Elkins EC et al. Cutaneous temperature of the extremities of normal subjects and of patients with rheumatoid arthritis. *Arch Phys Med* 1946; 27:665.
- 12- Weingand KW, Hengehold D, Knight E et al. Topical heat provides pain relief of delayed muscle soreness of the distal quadriceps muscles. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31:S75.
- 13- Steiner D, Ersala G. Hengehold D et al. Continuous low-level heat therapy for acute muscular low back pain. In *Proceedings of the 19th Annual Scientific Meeting of the American Pain Society* 2000; 112.
- 14- Akin MD, Weingand KW, Hengehold DA et al. Continuous low-level topical heat in the treatment of dysmenorrhea. *ObstetGynecol* 2001; 97:343-349.
- 15- Nadler SF, Steiner DJ, Erasala GN et al. Continuous low level heat wrap therapy provides more efficacy than ibuprofen and acetaminophen for acute low back pain. *Spine* 2002; 27:1012-1014.
- 16- Michlovitz SL, Erasala GN, Hengehold DA et al. Continuous low-level heat therapy for wrist pain. *Orthopedics* 2002; 25:S1467.
- 17- Berger JR, Sheremata WA. Persistent neurological deficit precipitated by hot bath test in multiple sclerosis. *JAMA* 1983; 249:1751-1753.
- 18- Lehmann JF, Warren CG, Wallace JE et al. Ultrasound: Considerations for use in the presence of prosthetic joints. *Arch Phys Med Rehabil* 1980; 61:502.

- 19- Myrer JW, Measom G, Durrant E et al. Cold- and hot-pack contrast therapy: subcutaneous and intramuscular temperature change. *J Athletic Training* 1997; 32:238.

سرما درمانی

دکتر منصور کریمی فر

مقدمه:

سرما درمانی یا کرایوتراپی یک تکنیک درمانی است که شامل استفاده سرما به شکل جامد، مایع یا گاز بر روی یک نقطه (Local Cryotherapy=LC) یا کل بدن (Whole Body Cryotherapy= WBC) است. هدف از کرایوتراپی کاهش سوخت و ساز سلولی، افزایش بقای سلولی، کاهش التهاب، کاهش درد و اسپاسم است. از موارد کاربرد آن کنترل و درمان بیماری سالک، هموروئید، یبوست، دردهای بعد از عمل جراحی و پرتو درمانی، از بین بردن چربی‌های اضافه بدن و کاهش التهاب در بعضی بیماری‌های روماتیسمی می‌باشد.

آثار سرما درمانی

ورزش و مصدومیت با هم گره خورده‌اند. همه ما در ورزش فوتبال شاهد تأثیر سرما درمانی در تروماهای ورزشی بوده‌ایم. مجموعه قوانینی به اسم RICE وجود دارد که به معنی ۴ عمل اصلی در برخورد با آسیب دیدگی یعنی: استراحت (Rest)، استفاده از یخ (Ice)، کمپرس کردن (Compression) و بالا گرفتن عضو (Elevation) آسیب دیده می‌باشد. سرما درمانی می‌تواند در بهبود آسیب‌های جزئی، مفید واقع شود. استراحت و قرار دادن یخ در دو زمان ده دقیقه‌ای با ده دقیقه استراحت در این بین، این فاصله زمانی باعث می‌شود پوست به حرارت طبیعی خود بازگردد

و بر اثر سرما آسیب نبیند. طول مدت استعمال یخ بر اساس روش و محل آسیب متفاوت است. مناطقی که چربی کمتری دارند (زانو، قوزک و آرنج) به اندازه محل‌هایی که چربی زیادی دارند (باسن و ران) سرما را تحمل نمی‌کنند. پس بر روی مناطق استخوانی یخ را در مدت زمان کمتری به کار می‌برند. تکرار این عمل، سه بار در روز، بهترین شیوه است. تحت این شرایط نباید یخ دقیقاً و مستقیم با عضو آسیب دیده برخورد کند (استفاده از کیسه یخ پیشنهاد می‌شود). و در نهایت بستن عضو آسیب دیده با باند الاستیک گام‌های ابتدائی در برخورد با اعضای آسیب دیده هستند. استفاده از سرما پس از تمرین وضعیت اکسیژن را در بافت‌ها بهتر می‌کند، از سوخت و ساز بی جهت جلوگیری می‌کند، کوفتگی را مدیریت می‌کند، اسپاسم عضلانی را به حداقل می‌رساند و با بی‌حسی، درد را کاهش می‌دهد. فراموش نکنید که کرایوتراپی بیشتر در تمرین‌های مربوط به سیستم متابولیک مانند تمرینات هوازی و سرعت می‌تواند مؤثر واقع شود. پس از تمرینات قدرتی، سرما نمی‌تواند چندان مؤثر باشد و حتی شاید باعث کاهش قدرت و از بین رفتن دستاوردها شود.^۱

آثار سرما درمانی در بیماری‌های التهابی مفاصل

درمان بیماری‌های التهابی مفاصل نظیر RA (Rheumatoid Arthritis)، با ساخت داروهای جدید بیولوژیک وضعیت بهتری بخود گرفته است و باعث افزایش میزان رمیسیون و تخریب کمتر مفاصل شده است.^{۲،۳} داروهای بیولوژیک بسیار گران قیمت هستند و گه گاه عوارض تهدیدکننده حیات، نظیر عفونت و یا لکوانسفالوپاتی با مصرف آن‌ها دیده شده است^۴، بنابراین درمان‌های کمکی نظیر سرما درمانی به همراه استروئید و داروهای ذخیره‌کننده استروئید مفید واقع می‌گردد. سرما درمانی نه تنها در بیماری‌های التهابی مفاصل نظیر کریستال آرتروپاتی‌ها، AS (Ankylosing Spondylitis) و RA بلکه در استئوآرتریت، فیبرومیالژیا، کپسولیت شانه، و آسیب‌های عضلات مفید است. از سرما درمانی به صورت تجربی در بسیاری از بیماری‌های روماتیسمی استفاده شده است که باعث کاهش درد، ریلکس عضلات، انقباض عروق، آثار ضد درد و تورم، بلوک آنزیم‌ها و اثرات آنتی‌اکسیداتیو شده است.^{۵-۷}

WBC اثراتی روی بیو مارکرهای استخوان داشته است.^۸ سرما درمانی یک درمان کمکی ارزان و در دسترس حداقل به صورت LC به راحتی تحمل می‌شود. روش‌های انجام سرما درمانی به صورت موضعی یا جنرال، مدت زمان، تعداد جلسات، فواصل جلسات، دوره‌های درمانی و فرم فیزیکی انجام آن‌ها بسیار متفاوت و فاقدیک استاندارد مشخص می‌باشند.^۹

سرما درمانی LC باعث کاهش درجه حرارت داخل مفصل انسان تا 30°C (درجه سانتی‌گراد) می‌شود^{۱۱}. هیپودرمی خفیف مفصل بین ۲۸ تا 34°C خاصیت ضدالتهابی در افراد سالم داشته است^{۱۳}. همچنین دارای خاصیت ضدالتهابی در حالات پاتولوژیک نظیر ایسکمی مغز در انسان و مدل‌های موشی^{۱۵}، آسیب‌های تروماتیک بافتی در موش‌ها و انسان^{۱۶-۱۸}، هموراژیک شوک در موش‌ها و ارست قلبی در انسان، کوما در خوک‌ها، اثرات روی عروق کرونر و بای پاس قلب و ریه و پرفیوژن مجدد ایسکمی آئورت در موش‌ها، تهویه مکانیکی موش‌ها و دژنراسیون ماکولا در کشت سلول‌های شبکه در محیط خارج بدن و بالاخره پانکراتیت در موش‌ها بوده است^{۱۹-۲۱}. این مطالعات اثرات بالقوه سرما درمانی در مکانیسم‌های سلولی-مولکولی درگیر در التهاب بافت سینویوم و تخریب مفاصل مثل سیتوکین‌های پیش التهابی (VEGF (Vascular endothelial growth factor) و راه‌های آنزیماتیک (متالوپروتئینازها، کلاژنازها) مولکول‌های چسبندگی ICAM1 (Intercellular adhesion molecule-1) و انفیلتراسیون گلبول‌های سفید در انسان و موش‌ها، نوراپی نفرین در انسان را نشان داد^{۲۲}. شواهد فوق نشان می‌دهد، سرما درمانی اثرات بالقوه درمانی در بیماری‌های التهابی مفاصل نظیر RA دارند، چنان‌که بعضی از این راه‌های مولکولی مرتبط با درد، DAS-28 (28-joint Disease Activity Score)، التهاب بیولوژیکی و آسیب رادیولوژیک مفاصل می‌باشند.

اثرات سرما درمانی در RA

سرما درمانی بعنوان یک درمان کمکی در RA به صورت LC یا WBC حدود ۱۴ تا ۲۰ جلسه باعث کاهش بارز (VAS (Visual Analogic Scale) و DAS-28 می‌گردد. باید خاطر نشان کرد که این اثرات درمانی در کنار مصرف داروهای مرسوم برای درمان RA نظیر NSAIDs (Nonsteroidal anti-inflammatory drugs)، استروئیدها، DMARDS (Disease activity-modifying drugs)، و داروهای بیولوژیک حاصل می‌گردد و در طول استفاده از این روش‌ها نباید داروهای اصلی بیمار را قطع نمود. سرما درمانی به صورت LC می‌تواند به مدت ۲ تا ۳ ساعت درجه حرارت مفصل را به 30°C برساند و باعث تنظیم منفی (downregulation) راه‌های پروآنژیوژنیک و پیش التهابی نظیر VEGF، سیتوکین‌های پیش التهابی، فعالیت آنزیم‌های درگیر در هیپرپلازی میکروواسکولرسینوویوم گردد که همگی منجر به کم شدن تخریب مفصل می‌شوند، گردد.

دیس فونکسیون سینوویال و آندوتلیوم عروق در RA باعث القای درد التهاب مفصل و تخریب مفصل و افزایش موربیدیتی و مرگ و میر قلبی عروقی می‌گردد. سرما درمانی با تنظیم مثبت (upregulation) مسیر نورآدرنالین می‌تواند باعث تنظیم منفی IL6 و Inducible i-NOS (NO-synthase) (گردد که عوامل شناخته شده درگیر در دیس فونکسیون آندوتلیال و التهاب هستند. سرما درمانی با روش LC به صورت بارزی باعث کاهش سطح سرمی تومور نکروز فاکتور آلفا و IL6 شده است. LC و WBC هر دو به صورت بارزی سطح IL6 را کاهش می‌دهد. WBC به صورت بارزی سطح هیستامین را در بیماران RA کاهش می‌دهد. رسانیدن درجه حرارت مفصل به ۳۳°C به صورت بارزی تخریب کلاژن را کاهش می‌دهد.

کنتراندکاسیون‌های سرما درمانی

سرما درمانی در بیماری‌های زیر ممنوع است، لوپوس اریتماتوز سیستمیک، cold hypersensitivity، واسکولیت‌ها، کرایوگلوبولینمی، آلرژی یا کهیر، برونکواسپاسمی که با سرما تشدید یابد، رینود فنومن، آکروسیانوز، آنمی داسی شکل، اختلالات گردش خون پوست، هموگلوبینوری حمله‌ای سرد، آریتمی‌های قلبی، بیماری علامت دار قلبی عروقی یا ریوی، فشار خون کنترل نشده، دیابت قندی پیشرفته و هیپوستزی پوستی همچنین از سرما درمانی نباید در اسکلرودرمی، آسیب‌های نخاعی و اعضاء با گردش خون ضعیف استفاده شود زیرا ریسک سرما زدگی و نکروز را بالا می‌برد.

تکنیک‌های انجام LC

LC بوسیله COLD PACK (تصویر شماره ۱)، هوای سرد و یا نیتروژن مایع روی مفاصل درگیر انجام می‌شود، این روش‌ها در جدول شماره ۱ خلاصه شده‌اند.

Local cryotherapy	Physical form	Temperature	Pressure	Duration	Skin temperature
Ice bags	Ice cubes, mixture of water and crushed Fee	0°C	Straps for compression	min 30–10 min 30	15°C in–13 15–30 min G°C (mini- 1 (mal value
Cold packs prerefrigerated gels	Joint-shaped, flexibility CryoCuff_); Polar Care_) Gel-filled cold pack (TMP _Tiishaus 12X29 cm	-15°C	+	min; 30–10 three times a day for days 7 min; 5/ 20 day 20 min	24°C–22 5°C ,5
Gas (thermal shock)	Cold air (filtered ambient air: no (consumables Cryo 5:40001/ min	-30°C to -20 -30°C	0	min 5 min; 30–10 ;3/day days 7 min 3 min 3	9.7°C in 5 min data not) (available 23.1°C after 1 min 6°C
	Liquid Nitrogen vapors (Medivent)	-160°C	0	min 6.5 min 3	9.8°C (mini- (mal value 17,9°C after 1 min
	CO2 microcristals (_Cryotron)	-78°C	bars 50 (bars 75–2)	s–2 min 45 ;((2/day flare dura- tion (90s (3/day	7.3°C 2°C in 20–30S 12°C

(Table 1. Local cryotherapy techniques)

تکنیک‌های انجام WBC

این نوع از سرمادرمانی برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۷۰ در ژاپن توسط توشیرو یاموچی برای درمان روماتیسم مفصلی مورد استفاده قرار گرفت. اما استفاده از این روش در سال ۱۹۸۲ در اروپا و در دهه‌های اخیر در آمریکا شیوع پیدا کرده است. سرمادرمانی کل بدن (WBC) شامل قرار گرفتن در معرض دمای بسیار سرد در یک محفظه کنترل شده‌ی دما می‌باشد. این تکنیک

یک روش جدید از سرمادرمانی است که در وضعیت‌های پزشکی، درمانی و ورزشی استفاده می‌شود. به کارگیری WBC می‌تواند بر وضعیت ذهنی و کیفیت زندگی و درمان بیماریها اثرات مثبتی داشته باشد. این تکنیک در محیط ورزشی به عنوان یک روش ریکآوری از آسیب‌های عضلانی شناخته می‌شود. همچنین برای استفاده با رویکرد ورزشی، در درمان آسیب دیدگی‌ها و مشکلات استفاده بیش از حد به کار گرفته می‌شود. به طور عمومی پذیرفته شده است که WBC برای کاهش درد، گرفتگی، ورم و التهاب سودمند است. اثرات استفاده مکرر از WBC به فعالیت آنزیم‌های عضلانی، پاسخ‌های هورمونی تعدیل شده و تغییرات در خون ربط داده شده است. نحوه‌ی اجرای WBC مدت زمان قرار گرفتن تحت سرما و مقدار دمای کاهش یافته که فرد در معرض آن قرار می‌گیرد دو فاکتور اصلی در اجرای این متد است. معمولاً زمان قرار گرفتن در معرض هوای بسیار سرد برای مدت ۱ الی ۵ دقیقه در محفظه اتاقک‌های کنترل کننده دما به طول می‌انجامد. دمایی که معمولاً برای داخل محفظه استفاده می‌شود بین ۱۰۰- الی ۲۰۰- درجه سانتی‌گراد است. مدت زمان دقیق و دمای ایده آل برای اجرای WBC بسته به شرایط هر فرد می‌تواند متفاوت باشد. احتمالاً برخی افراد به علت تفاوت‌های فردی حتی تحمل زمان‌های کوتاه در چنین شرایطی برایشان سخت باشد و نتوانند زمان زیادی را در معرض این هوای بسیار سرد باشند. قطعاً استفاده از این تکنیک نیازمند احتیاط و در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی هر شخص می‌باشد. زمان‌های بیش از آنچه که اشاره شد نه تنها اثرگذاری مضاعفی ندارد بلکه برای افراد غیرقابل تحمل می‌شود و حتی می‌تواند خطرناک باشد. اگرچه در این روش فرد در معرض هوای بسیار سرد قرار می‌گیرد اما قابلیت ضعیف رسانایی هوا مانع از کاهش قابل توجه دمای مرکزی بدن می‌شود. به عبارت ساده‌تر آن عددی که ما بر روی صفحه مانیتور دستگاه سرمادرمانی می‌بینیم عدد دمای بدن فرد نیست بلکه دمای هوای محفظه است و با توجه به اینکه هوا قابلیت انتقال گرمایی ضعیفی دارد فرد می‌تواند این دما را برای مدت مختصری تحمل کند. تنظیم دمای داخل محفظه‌ها به وسیله تزریق کوتاه مدت (۱ الی ۵ ثانیه) نیتروژن مایع انجام می‌شود. دمای داخل محفظه نیز ثابت نیست و دمای واقعی که گیرنده‌های دمایی پوست فرد احساس می‌کند به طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت از آن چیزی است که دیده می‌شود. استفاده از سرمادرمانی کل بدن به ۲ طریق اجرا می‌شود، یا با قرارگیری در کابین سرمادرمانی (تصویر ۲) و یا با قرار گرفتن در اتاقک سرمادرمانی (تصویر ۳) در هنگام اجرا با کابین سر خارج از محفظه سرما قرار می‌گیرد اما در طی اجرا در اتاقک، کل بدن تحت سرما قرار می‌گیرد. در هر دو روش لازم است تا توجهات و مراقب‌های لازم صورت گیرد. تحقیقات

انجام شده نشان دادند که بین اثرات استفاده از سرما درمانی کل بدن از طریق کابین یا اتاقک تفاوتی آنچنانی وجود ندارد. زمان‌های استفاده از هر دو روش هم مشابه است و زمان قرار گرفتن در محفظه بین ۹۰ الی ۱۵۰ ثانیه در هر دو روش مورد پذیرش عموم و ایمن است. اگر بیش از زمان‌های توصیه شده در دمای منفی ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار بگیرید، مرگ قطعی است. اما با روشی خاص، دراز کشیدن در این دما می‌تواند برای شما لذت‌بخش هم باشد. این درجه از سرما باعث می‌شود که مغز شما اندورفین آزاد کند، که این امر به نوبه خود موجب بروز بی‌حسی نسبت به درد در بدن می‌شود. گفته می‌شود که سرما درمانی برای سلامت پوست مفید بوده و از میزان دردهای مفصلی و اضطراب می‌کاهد. مدت‌زمان هر جلسه حداکثر هشت دقیقه است. چند ثانیه بیشتر ماندن در این دما به این معناست که بدن منجمد شده و مرگ رخ می‌دهد. روش‌های انجام WBC را در جدول شماره ۲ مشاهده می‌فرمائید.

Technique	Physical form	Temperature	Pressure	Duration	Skin temperature
Ice-water immersion					
Ice water		20°C-0	+	2°C for-0 20 s (three times a week for 12 weeks)	
Whole-body cryotherapy					
Cryogenic chambers	Dehydrated air (Criost-ream Cold air cooled by liq-nitrogen uid (Zimmer (KR2005N	-60°C to 140°C or 2 1) > acclimation (chambers -130°C	0	min 3-2 min (three- 2 times/week; (12 weeks min; three- 2 day; times a 7 days min/day- 3 days 10	12-16°C (110*0) 11°C (fore-arm)

(Table 2. Ice-water and whole-body cryotherapy techniques.)

در شکل ۴ مکانیسم‌های پیشنهادی سرما درمانی در کاهش تورم و التهاب مفاصل خلاصه شده‌اند. مطالعات دیگری مورد نیاز است تا تاثیرات مولکولی کرایوتراپی را بخصوص در RA به اثبات برساند. البته در نرولوژی اثر درمانی هیپودرمی خفیف بعد از ایسکمی مغزی به اثبات رسیده است. اگر در مطالعه‌ای تأثیر کرایوتراپی در بیماران RA که تاکنون درمان دارویی نگرفته‌اند بررسی شود، شواهد قوی‌تری مبنی بر اثبات تأثیر آن بدست خواهد آمد^{۳۳}.



(تصویر شماره ۱ سرما درمانی LC روی زانو)



(تصویر شماره ۲ سرما درمانی WBC در کابین سرما درمانی)



(تصویر شماره ۳ سرما درمانی WBC در اتاقک سرما درمانی)

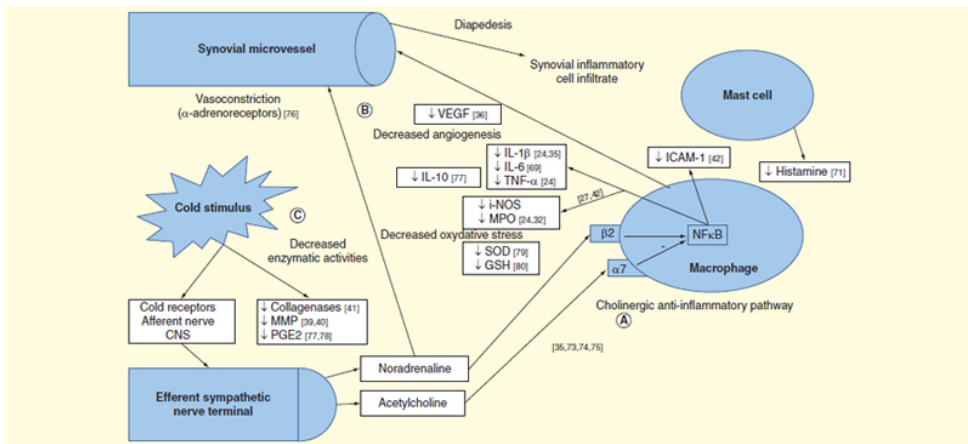


Figure 4. Molecular pathways involved in cryotherapy (proposed model). In rheumatoid arthritis, local and systemic inflammation promote neoangiogenesis which in turn favors inflammatory cell infiltrate and proinflammatory cytokine release. **(A)** After cold stimulation, the autonomic nervous system is activated [73] and efferent sympathetic neurons release acetylcholine that binds a7nAChR receptor and noradrenaline that binds β 2-adrenoceptor. These ligand-receptor interactions may then inhibit the NF κ B pathway and subsequently downregulate proinflammatory cytokine, oxidative stress agent and adhesion molecule gene transcription [23,35,38,73-75]. **(B)** Noradrenaline also induces vasoconstriction through α -adrenoceptor binding on the vascular wall [76], which could contribute to limit inflammation. Cryotherapy might also downregulate the expression of proangiogenic factors such as VEGF [36]. **(C)** Cryotherapy might also downregulate important enzymatic pathways involved in joint inflammation and destruction [39,59,77,78]. Citations refer to studies conducted in humans [23,35,39,41,69,71,73,76-79], human cell [41] or cell line [36] cultures, rats [24,38,40,42,80], mice [23,32], dogs [76] and two review articles [74,75]. ICAM-1: Intercellular adhesion molecule-1; i-NOS: Inducible NO-synthase; MMP: Metalloproteinase; PGE2: Prostaglandin E2; VAS: Visual Analogic Scale; WBC: Whole-body cryotherapy. Data taken from the articles cited below and in the figure.

References:

- 1) Michel P.J, van den Bekerom, Peter A.A, Struijs LB, Lieke W. C, Niek van Dijk, et al. What Is the Evidence for Rest, Ice, Compression, and Elevation Therapy in the Treatment of Ankle Sprains in Adults?. *Journal of Athletic Training* 2012; Jul/Aug; 47(4): 435-443.
- 2) Schipper LG, Vermeer M, Kuper HH. A tight control treatment strategy aiming for remission in early rheumatoid arthritis is more effective than usual care treatment in daily clinical practice: a study of two cohorts in the Dutch Rheumatoid Arthritis Monitoring registry. *Ann. Rheum. Dis* 2012;850–845:(6)71 .
- 3) Kavanaugh A, Fleischmann RM, Emery P. Clinical, functional and radiographic consequences of achieving stable low disease activity and remission with adalimumab plus methotrexate or methotrexate alone in early rheumatoid arthritis. 26-week results from the randomised, controlled OPTIMA study. *Ann. Rheum. Dis* 2013; 72(1): 64–71.
- 4) Woodrick RS, Ruderman EM. Safety of biologic therapy in rheumatoid arthritis. *Nat. Rev. Rheumatol* 2011; 7(11): 639–652.
- 5) Chatap G, De Sousa A, Giraud K, Vincent JP. Pain in the elderly: prospective study of hyperbaric CO2 cryotherapy (neurocryostimulation). *Joint Bone Spine* 2007;621–617 :(6)74 .
- 6) Demoulin C, Vanderthommen M. Cryotherapy in rheumatic diseases. *Joint Bone Spine* 2012; 79(2): 117–118.
- 7) Oosterveld FG, Rasker JJ. Treating arthritis with locally applied heat or cold. *Semin. Arthritis Rheum* 1994; 24(2): 82–90.
- 8) Galliera E, Dogliotti G, Melegati G, Corsi Romanelli MM, Cabitza P, Banfi G. Bone remodelling biomarkers after whole body cryotherapy (WBC) in elite rugby players. *Injury* 2013; 44(8): 1117–1121.
- 9) Welch V, Brosseau L, Shea B, McGowan J, Wells G, Tugwell P. Thermotherapy for treating rheumatoid arthritis. *CochraneDatabase Syst. Rev* 2011; (2): CD002826.
- 10) Kim YH, Baek SS, Choi KS, Lee SG, Park SB. The effect of cold air application on intra-articular and skin temperatures in the knee. *Yonsei Med J* 2002; 43(5): 621–626.
- 11) Oosterveld FG, Rasker JJ. Effects of local heat and cold treatment on surface and articular temperature of arthritic knees. *Arthritis Rheum* 1994;37(11): 1578–1582.
- 12) Lubkowska A, Szygula Z, Chlubek D, Banfi G. The effect of prolonged whole-body cryostimulation treatment with different amounts of sessions on chosen proand anti-inflammatory cytokines levels in healthy men. *Scand. J. Clin* 2011; 425–419:(5)71 .
- 13) Dugue B, Leppanen E. Adaptation related to cytokines in man: effects of regular swimming in ice-cold water. *Clin. Physiol* 2000;121–114:(2)20 .
- 14) Yenari MA, Han HS. Influence of hypothermia on post-ischemic inflammation: role of nuclear factor kappa B (NFkappaB). *Neurochem. Int* 2006; 49(2):169–164 .
- 15) Zhang H, Zhou M, Zhang J, Mei Y, Sun S, Tong E. Therapeutic effect of post-ischemic hypothermia duration on cerebral ischemic injury. *Neurol. Res* 2008; 30(4): 332–336.
- 16) Hildebrand F, van Griensven M, Giannoudis P. Effects of hypothermia and re-warming on the inflammatory response in a murine multiple hit model of trauma. *Cytokine* 2005; 31(5): 382–393.
- 17) Truettner JS, Suzuki T, Dietrich WD. The effect of therapeutic hypothermia on the expression

- of inflammatory response genes following moderate traumatic brain injury in the rat. *Brain Res. Mol* 2005; 138(2): 124–134.
- 18) Nandate K, Vuylsteke A, Crosbie AE, Messahel S, Oduro-Dominah A, Menon DK. Cerebrovascular cytokineresponses during coronary artery bypasssurgery: specific production of interleukin-8 and its attenuation by hypothermic cardiopulmonary bypass. *Anesth. Analg* 1995; 89(4): 823–828.
- 19 blunts the inflammatory response and reduces organ injury after acute hae) Gundersen Y, Vaagenes P, Pharo A, Valo ET, Opstad PK. Moderate hypothermia morrhage. *Acta Anaesthesiol* 2001; 45(8): 994–1001.
- 20) Hastbacka J, Tiainen M, Hynninen M. Serum matrix metalloproteinases in patients resuscitated from cardiac arrest. The association with therapeutic hypothermia. *Resuscitation* 2012; 83(2): 197–201.
- 21) Meybohm P, Gruenewald M, Zacharowski KD. Mild hypothermia alone or in combination with anesthetic post-conditioning reduces expression of inflammatory cytokines in the cerebral cortex of pigs after cardiopulmonary resuscitation. *Crit. Care* 2010; 14(1): R21.
- 22) Pournot H, Bieuzen F, Duffield R, Lepretre PM, Cozzolino C, Hausswirth C. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. *Eur. J. Appl. Physiol* 2011;111(7): 1287–1295.
- 23) Guillot X, Tordi N, Mourot L, Demougeot C, Dugué B, Prati C, Wendling D. Cryotherapy in inflammatory rheumatic diseases: a systematic review. *Clin Immunol* 2014; 10(2):281-94.

درمان با امواج الکتریکی

دکتر ایراندخت شناور

تاریخچه

از زمان مصریان قدیم و بقراط، الکتروتراپی در درمان بیماران استفاده می‌شده است. از مرمایه‌ی الکتریکی و ماهی قادر به تولید برق، در درمان سردرد و درد مفصل استفاده می‌شد. تحریک الکتریکی عصب از روی جلد (TENS) از اواخر قرن ۱۹، برای موارد پزشکی مانند رفع مرگ‌ظاهری به کار گرفته شد^۱. استفاده بیش از حد از این روش فانتزی، منجر به بروز انتقادهای گسترده در اواسط قرن بیستم شد و استفاده از آن کاهش یافت. در ۱۹۶۵ Melzack و Wall تئوری کنترل دروازه درد را منتشر کردند^۲، که باعث احیای علاقه جامعه پزشکی به استفاده از الکتریسیته در درمان درد گردید. از آن پس، دستگاه‌های TENS و سایر دستگاه‌های الکتروتراپی به طور گسترده و با اندیکاسیون‌های گوناگون در پزشکی به کار رفته است.

تحریک الکتریکی عملکردی (functional electrical stimulation) یا FES روشی است که در آن مقادیر امن و بی‌خطر جریان الکتریکی برای فعال کردن دستگاه عصبی آسیب دیده یا ناتوان به کار



می‌رود. FES می‌تواند به طور نسبی یا کامل (برای مثال در پوست (percutaneously) کاشته شود، یا بر روی پوست (transcutaneously) به کار برده شود. از FES گاهی به عنوان تحریک عصبی عضلانی عملکردی [functional neuromuscular stimulation (FNS)] و یا تحریک الکتریکی عصبی عضلانی [neuromuscular electrical stimulation (NMES)] نیز نام می‌برند. بسته به دیدگاه، NMES ممکن است یک اصطلاح عمومی یا اختصاصی در نظر گرفته شود زیرا اهداف درمانی و عملکردی؛ هر دو را در بر می‌گیرد. در مواردی که تحریک الکتریکی فقط برای عصب حسی مانند پروتز کوهله آر یا محرک کاشته شده در نخاع به کار می‌رود، دستگاه تعدیل کننده عصبی نامیده می‌شود و از FES متفاوت است.

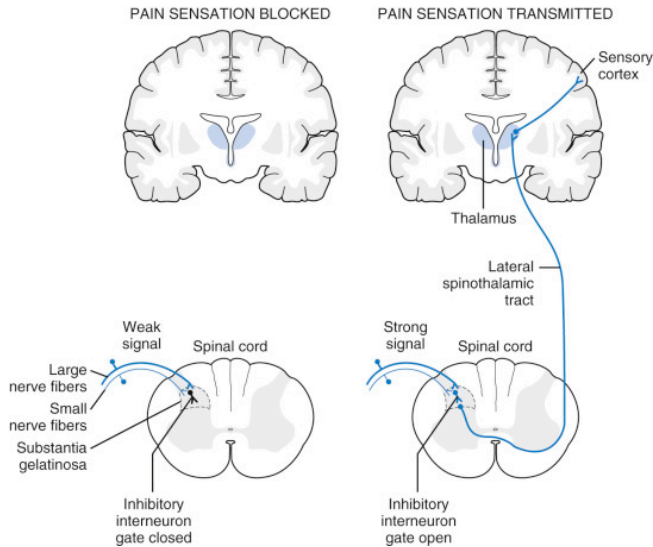
وقتی تحریک الکتریکی را برای بهبودی صدمات فیزیکی (مانند آدم یا آتروفی) بکار می‌بریم، آن را NMES می‌نامیم، و وقتی می‌خواهیم به فعالیت عملکردی یا وظایفی مانند راه رفتن، ایستادن از وضعیت نشسته، گرفتن با دست یا دستکاری اشیاء دست یابیم، اصطلاح FES را به کار می‌بریم.^۳

فیزیولوژی مکانیسم عملکرد

به طور خلاصه مکانیسم عملکرد الکتروتراپی در درمان درد اینچنین است:

۱- مهار سگمنتال پیام‌های درد به مغز و شاخ خلفی طناب نخاعی (تئوری کنترل دروازه توسط Wall و Melzack)^۲

۲- فعال کردن مسیرهای مهاری پایین رونده و تحریک آزادسازی مخدرهای درون زا و سایر ناقل‌های عصبی مانند سروتونین، گاما آمینوبوتیریک اسید، نورآدرنالین و استیلکولین^۴ بر اساس تئوری دروازه، درد آوران‌های کوچک (nociceptive) فیبرهای دلتا A و C، دروازه مرکزی را باز نگه می‌دارند، در حالی که تحریک فیبرهای بزرگ آوران بتا A (که حس لمس، فشار و لرزش را منتقل می‌نماید)، می‌تواند دروازه را ببندد و انتقال پیام درد به مغز را مهار نماید. مطالعات حیوانی و انسانی متعدد، تئوری تحریک مسیر مهاری پایین رونده و آزادسازی مخدرهای درون زا و سایر ناقل‌های عصبی را تأیید کرده‌اند^۵ (تصویر شماره ۱).



(تصویر شماره ۱- تحریک مسیر مهاری پایین رونده)

تحریک الکتریکی واحدهای حرکتی با دپلاریزه کردن اکسون های حرکتی در اعصاب مختلط یا در پایانه های عصبی شان در محل اتصال عصب-عضله صورت می گیرد. یک عضله می تواند به طور مستقیم توسط جریان الکتریکی دپلاریزه شود، اما مقدار جریان لازم برای این کار (آستانه) به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از جریان لازم برای عصب است. بنابراین، به دلیل اهداف کاربردی، دستگاه های FES به جای عضله، عصب را تحریک می کنند.

عضلاتی که با دستگاه FES تحریک شده اند، همانند عضلاتی که تحت ورزش اختیاری قرار دارند، دچار تغییرات شکلی و فیزیولوژیک می شوند. بسته به شدت و تواتر تحریک، در طی چند هفته تا چندماه، برخی از فیبرهای گلیکولیتیک تیپ ۲، به فیبرهای اکسیداتیو تیپ ۱ تبدیل می گردند. این پدیده با تغییراتی در عروق خون رساننده و نیز افزایش در مقاومت به خستگی در عضله همراه است.^۳ امروزه، الکتروتراپی در موارد بالینی گوناگونی مانند درمان درد، بیماری های عصبی عضلانی، محدودیت حرکت، ترمیم بافتی و زخم ها، و آدم استفاده می شود.^۱ مبنای استفاده از الکتروتراپی در موارد فوق، این است که می تواند اسپاسم عضله را کاهش دهد، آتروفی عدم استفاده را پیشگیری یا کند نماید، جریان خون عضله را تحریک کند، دامنه حرکتی مفصل را زیاد کند و ترمیم زخم را تسریع نماید.

روش‌های الکتروتراپی و اندیکاسیون آن‌ها

اندیکاسیون	روش
درد ناسیسپتیو: دردهای حاد، تحت حاد، مزمن و درد نوروپاتیک	تحریک الکتریکی عصب از روی پوست TENS
درد خفیف تا متوسط	تحریک الکتریکی عصب از داخل پوست PENS
سندرم درد میوفشیال MPS	تحریک الکتریکی منجر به انقباض عضله ETOIMS
وضعیت‌های اسکلتی عضلانی وضعیت‌های نورولوژیک بی اختیاری	جریان اینترفرنشیال IFC
سارکوپنی، MPS	تحریک الکتریکی عضله EMS
زخم‌ها ضعف Fatigue	تحریک گالوانیک با ولتاژ بالا HVGS
افسردگی اختلال هیجانی پس از صدمه اضطراب درد نوروپاتیک فیبرومیالژی	جریان کوچک
درمان درد: حاد، تحت حاد، مزمن التهاب نسج نرم پیشگیری درد تورم	یونوفورزیس

انواع الکتروتراپی

تحریک الکتریکی عصب از روی پوست (TENS)

دستگاه‌های TENS کوچک بوده، به طور گسترده استفاده می‌شود، قابل جابجایی بوده، معمولاً با باتری کار می‌کند و جریان الکتریکی را از طریق الکترودهای روی پوست منتقل می‌نماید. بیمار می‌تواند پس از آموزش چگونگی استفاده توسط فیزیوتراپ، خودش طبق آنچه یاد گرفته، انجام دهد. گاهی اوقات چندین جلسه آموزشی لازم است تا تنظیمات و جاگذاری مناسب الکتروود انجام شود.

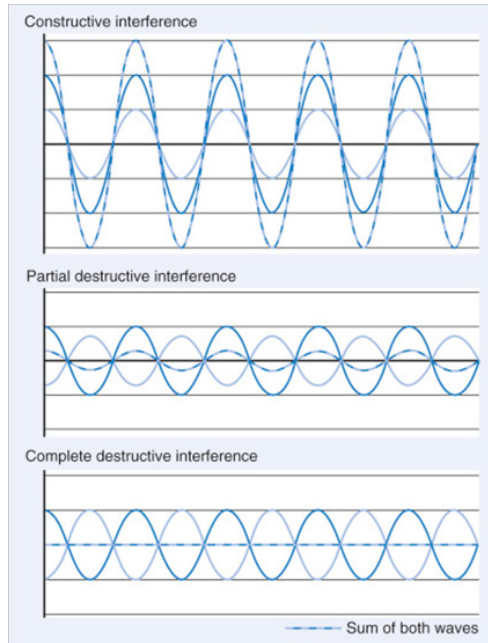
اختصاصیت و مشخصات دستگاه‌های TENS رایج بسیار گوناگون بوده، بسته به ترجیح پزشک، به کار گرفته می‌شود.^۱

دستگاه‌های TENS رایج؛ یا TENS معمولی است، یا سنتی (با تواتر بالای ۵۰ هرتز)، و یا TENS طب سوزنی مانند؛ با تواتر کم (تواتر ۱ تا ۱۰ هرتز) می‌باشند.^۲ در هر نوع، بیمار می‌تواند شدت (آمپلیتود)، پهنا (مدت)، تواتر، و مد (الگو) جریان الکتریکی را بر اساس تأثیر دلخواه تنظیم نماید.^۳ دستگاه TENS معمولی، در بیمار احساس سوزن سوزن شدن ایجاد می‌کند، در حالی که TENS طب سوزنی مانند؛ احساس سوزش و سوزن کاری شدن ایجاد می‌کند. دستگاه TENS همچنین می‌تواند طوری تنظیم شود که مقادیر تحریک، به طور دوره‌ای در طی یک برنامه درمانی تنها، تغییر نماید. مؤثر بودن دستگاه TENS به طور گسترده بررسی شده است. در اوایل، ملزاک و واک گزارش کردند که دیگر تردیدی در تأثیر TENS در درد مزمن وجود ندارد. با این وجود از آن زمان، مؤثر بودن TENS در درمان درد و دیگر اختلالات بالینی، به طور گسترده‌ای مورد پرسش و تحقیق قرار گرفته است. کارآزمایی‌های بالینی؛ با طراحی ضعیف، و جمعیت بیماران ناهمگون، به شدت موجب کاهش قدرت، و کیفیت شواهد به دست آمده؛ و در نتیجه تعمیم ناپذیری آن گردیده است.^۴ علی‌رغم نبود مطالعات تأیید کننده با کیفیت بالا، TENS به طور گسترده برای درمان کمردرد مزمن به کار رفته است. یک مرور بر پایه شواهد، در درمان کمردرد مزمن با TENS، نتیجه گرفت که به دلیل کیفیت پایین شواهد، مدرکی وجود ندارد که نشان دهد TENS برای کاهش درد و بهبودی عملکرد بالینی، از دارونما یا TENS قلبی بهتر باشد.^۵ مرور سیستماتیک، روی تأثیر TENS در درمان کمردرد مزمن، نشان داد که TENS، تأثیر بیش از TENS قلبی نداشته است.^۶ مرکز خدمت‌رسانی Medicare و Medicaid در ۲۰۱۲ منتشر کرد که TENS در درمان کمردرد مزمن، موجه نبوده،

مورد نیاز نمی‌باشد^۹. با این وجود، چندین مطالعه، TENS را در درمان نوروپاتی محیطی دیابتی دردناک، مؤثر یافته‌اند^۴. گزارش شده است که با ادامه درمان؛ بروز تحمل مانع ادامه تأثیر طولانی مدت TENS می‌گردد. همچنین دیده شده است که TENS در درمان درد نوروپاتیک ناشی از صدمه طناب نخاعی مؤثر است^{۱۰}. در یک مطالعه در درمان MPS، در یکی از گروه‌های کنترل، از TENS استفاده شده است؛ و شواهد سطح ۲، بر علیه استفاده از TENS در درمان MPS بدست آورده‌اند^{۱۱}. برای نقاط تریگر میوفشیال، TENS در مقایسه با دارونما برتری داشت. با این وجود؛ بهبودی کوتاه مدت بوده، پس از ۱ تا ۳ ماه هیچ بهبودی نمانده بود. در مقایسه، به نظر می‌رسید بهبودی که با تحریک عصبی با تواتر تعدیل شده (نوعی از TENS) بدست آمده بود، برای مدت طولانی‌تر (بیش از سه ماه) نسبت به بهبودی با TENS معمولی باقی بماند^{۱۲}.

جریان تداخلی (اینترفِرِنشِیال)

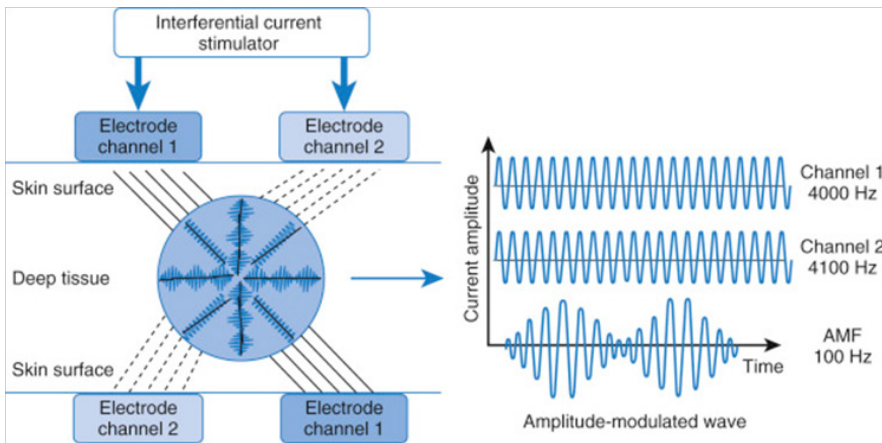
جریان تداخلی (IFC)، نوعی از الکتروتراپی است که سیگنال‌های جریان با تواتر متوسط نوسان دار (۴۰۰۰ هرتز)، که فرکانس‌های تا حدی گوناگون دارند، را استفاده می‌نماید. هنگامی که دو موج با تواتر تا حدی متفاوت، تعامل می‌نمایند، دو نوع تداخل شکل می‌گیرد: وقتی که موج‌ها در فاز هستند (قله یا ژرفای آنها هم زمان است)، آن‌ها با هم جمع می‌شوند و تداخل سازنده پیدا می‌کنند. هنگامی که دو موج هماهنگ نیستند؛ از همدیگر کم شده، تداخل تخریبی نشان می‌دهند^{۱۳}. بسته به درجه هماهنگی، موج نهایی، دامنه‌ای از آمپلیتود؛ از دو برابر دو موج (هماهنگی کامل دو موج)، تا صفر (ناهماهنگی کامل دو موج)، خواهد داشت (تصویر شماره ۲)



(تصویر شماره ۲ - تداخل سازنده یا تخریبی دو موج)

این منجر به تنظیم سیکلیک آمپلیتود می‌گردد. فرکانس موج نهایی، برابر تفاوت دو موج اولیه می‌باشد^{۱۳}. در عمل در دستگاه‌های IFC، می‌توان فرکانس موج، فرکانس ضربه، آمپلیتود و زمان چرخه را بر حسب نیاز تغییر داد. مزیت ادعا شده درمان با IFC نسبت به TENS با تواتر کم، توانایی IFC در کاهش مقاومت پوست و در نتیجه نفوذ آسان‌تر به بافت‌ها است^{۱۳}. تغییر و تنظیم فرکانس، می‌تواند عادت پذیری عصب را کاهش دهد! همچنین آمپلیتود می‌تواند ثابت باشد یا تغییر داده شود، به این ترتیب نقطه حداکثر تداخلی آمپلیتود تغییر می‌کند. این خود، برتری دیگر درمان با IFC است، چرا که با توجه به پارامترهای تعدیل شده آمپلیتود، می‌توان در منطقه درمان، جریان عمقی با فرکانس کم تولید نمود!

دستگاه‌های IFC، دو، چهار یا شش اپلیکاتور دارند، که می‌تواند در یک سطح، یا سطوح مختلف قرار داده شود^{۱۴}. با این تنظیمات، می‌توان حتی در هنگامی که منطقه درمان گسترده بوده، یا محدوده مبهمی دارد نیز از دستگاه IFC به طور موثری سود برد (تصویر شماره ۳).

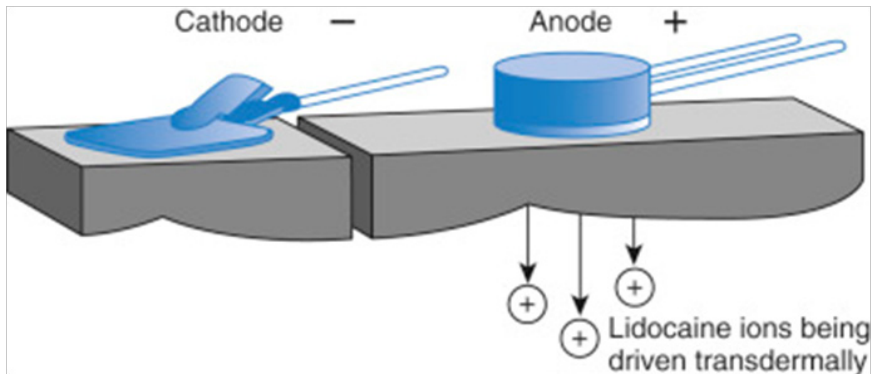


تصویر شماره ۳- اصول تولید موج تداخلی با تنظیم آمپلیتود (فرکانس با تنظیم آمپلیتود یا AMF) تصور می‌شود که یک موج تداخلی که آمپلیتود آن تنظیم می‌شود، به وسیله ایجاد دو جریان ناهماهنگ در روی پوست، تولید شود. به نظر می‌رسد AMF موجب تحریک بافت عصبی عمقی؛ و در نتیجه تسکین درد شود، چرا که فرکانسی مشابه دامنه تحریک پذیری این بافت‌ها دارد. برخی از دستگاه‌های IFC، همچنین امکان سیکل‌های روشن-خاموش را می‌دهند.^{۱۵} مقادیر درمانی IFC را می‌توان طوری تنظیم نمود که مقادیر تحریکی مشابه انواع مختلف دستگاه‌های TENS تولید نماید. با این وجود، برتری آشکار IFC نسبت به TENS این است که می‌تواند جریان بالاتری از دستگاه TENS تولید نماید.^{۱۵}

درمان با IFC به طور موفق در وضعیت‌های مختلف اسکلتی عضلانی و نورولوژیک، و همچنین در مدیریت بی‌اختیاری به کار رفته است.^{۱۵} هرچند که برخی مطالعات نتوانسته‌اند برتری آن به دیگر روش‌ها یا دارونما را نشان دهند.^{۱۶} Fuentes و همکاران، مرور سیستماتیک کامل و متاآنالیزی روی استفاده از IFC در دردهای اسکلتی عضلانی انجام دادند.^{۱۶} آنان ۲۲۳۵ مقاله را بررسی کردند، که فقط ۲۰ عدد از آنان کیفیت لازم ورود به مطالعه را داشتند. بر اساس این مرور، آنان نتیجه گرفتند که اگر IFC به تنهایی به کار برود، هیچ برتری به دارو ندارد. ولی در یک برنامه درمانی چندوجهی، دیده شد که IFC بر دارو نما برتری دارد. ترکیب درمانی IFC، در کمر درد مزمن، حتی در سه ماه تأثیر داشت. آنان همچنین اظهار کردند که به دلیل ناهمگونی؛ هم در جمعیت مورد مطالعه و هم در طراحی مطالعات، نمی‌توان هیچ بیانیه قطعی درباره تک درمانی با IFC اعلام کرد، و تحقیقات بیشتر پیشنهاد شده است.^{۱۶}

یونوفورزیس

یونوفورزیس تکنیکی است که در آن تحت تأثیر میدان الکتریکی، با استفاده از بار یونها و ذرات، آن‌ها را از بافت‌ها و مامبران‌ها می‌گذرانند. از یونوفورزیس، با نام تزریق بدون سوزن نیز یاد می‌شود. برای چنین تاثیری، بار منفی و مثبت به پوست اعمال می‌شود تا دارویی از طریق پوست تجویز گردد. محلول مورد فورزیس، در الکتروود هم قطب خودش قرار داده می‌شود و سپس الکترودهای مثبت، منفی و زمین، روی پوست قرار می‌گیرد. جریان مستقیمی، به‌طور تپیک بین ۱۰ تا ۳۰ میلی آمپر، برقرار می‌شود تا محلول از الکتروود به سمت بافت‌های اطراف رانده شود.^{۱۷} برای مثال، لیدوکائین یک محلول با بار مثبت است، بنابراین هنگامی که زیر آنود یونوفورزیس قرار می‌گیرد، به لایه اپیدرم وارد می‌شود (تصویر شماره ۴).



(تصویر شماره ۴ - یونوفورزیس)

دوزی از محلول که با موفقیت منتقل می‌گردد، به عوامل مختلفی؛ از جمله تراکم جریان موضعی، مقاومت پوستی، مدت درمان، و غلظت محلول بستگی دارد. استفاده اولیه یونوفورزیس در پزشکی؛ کمک به تجویز مواد و داروها به‌طور موضعی و سیستمیک، از طریق پوست می‌باشد. از آنجا که در این روش، متابولیسم کبدی عبور اول وجود ندارد و به علاوه مشکلات همراه با تجویز خوراکی یا وریدی مانند تحریک معده و یا سطح سرمی متغیر رخ نمی‌دهد، می‌تواند برای تجویز سیستمیک دارو به کار رود؛ با این وجود در طب فیزیکی، یونوفورزیس بیشتر برای تجویز مستقیم دارو به بافت‌های نرم، مانند درمان شرایط التهابی؛ مثل اپی کوندیلیت لترال^{۱۸} و تاندونیت شانه^{۱۹} به کار می‌رود.



داروهایی که بدین منظور، از طریق یونوفورزیس تجویز می‌شوند؛ شامل کورتیکواستروئید مانند دگزامتازون، بی‌حسی موضعی مانند لیدوکائین، و استیک اسید می‌باشند. در خلال سوزن‌گذاری برای رگ‌گیری شریانی یا وریدی، برای تخفیف درد، به طور موثری از یونوفورزیس لیدوکائین (۱ تا ۴٪ با یا بدون اپی نفرین، با ۲۰ تا ۸۰ میلی‌آمپر در دقیقه به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه) استفاده شده است.^{۲۰} در سوزن‌گذاری برای الکترومیوگرافی نیز، آماده‌سازی با یونوفورزیس، به طور ارزشمندی درد آن را کم می‌کند.^{۲۱}

ریزجریان (میکروکارنت)

دستگاه‌های ریز جریان، از جریان‌های الکتریکی با آمپلیتود بسیار پایین (یک میلیونیم یک آمپر) استفاده می‌نمایند. دستگاه‌های ریزجریان می‌توانند جریان تحریک الکتریکی را از طریق الکتروود؛ با گیره روی گوش، مستقیماً به مغز، و یا به طور مستقیم به بدن برسانند. تحریک الکتروود روی گوش، معمولاً با روشی به نام تحریک الکتروتراپی مغز (CES) انجام می‌شود. مطالعات زیادی روی CES، در درمان وضعیت سلامت مغزی مانند اضطراب، افسردگی و بی‌خوابی انجام شده است.^{۲۲} در اختلالات دردناک مانند فیبرومیالژی و دردهای نوروپاتیک نیز CES مطالعه شده است.^{۲۳} و Taylor مطالعه همکاران نشان داد که CES در بیماران مبتلا به فیبرومیالژی، می‌تواند در مقایسه با CES تقلبی یا درمان‌های معمول؛ قدری بهبودی در درد، خستگی، خواب و عملکرد ایجاد نماید.^{۲۴} در یک مطالعه که توسط Tan و همکاران انجام شد، گزارش شد که CES بهبودی مختصر، ولی ارزشمندی در درد نوروپاتیک ناشی از آسیب طناب نخاعی ایجاد نمود.^{۲۵}

سایر روش‌های الکتریکی

تحریک الکتریکی منجر به انقباض عضله

تحریک الکتریکی منجر به انقباض عضله (ETOIMS)، یک روش نوین و رو به رشد است.^{۱۱} در تکنیک ETOIMS؛ پزشک، جریان الکتریسیته را از طریق سوزن الکتروود تک قطبی الکترومیوگرافی، وارد می‌نماید؛ تا صفحه انتهایی (end-plate) عصب حرکتی عمقی را بالقوه تحریک نماید، و به این وسیله یک پاسخ کششی ایجاد گردد.^{۲۵} اصولی که زیر بنای مکانیسم عملکرد طب سوزنی و سوزن خشک می‌باشد، با اصلاحاتی؛ مبنای تکنیک ETOIMS را تشکیل می‌دهد.

سه مطالعه case series درباره اثرات ETOIMS در MPS، توسط یک محقق گزارش شده است.^{۲۵} این مطالعات، برای استفاده از ETOIMS در درد مقاوم مزمن MPS، شواهد سطح ۴ بدست آوردند؛ که نه به سود و نه به ضرر چنین استفاده‌ای می‌باشد.^{۱۱} تحریک گالوانیک با ولتاژ بالا (HVGS)؛ از یک الکترود با قطب منفی، فرکانس ۱۰۰ در ثانیه و شدت ۵۰ تا ۷۵ ولت استفاده می‌نماید. روش HVGS، به طور گسترده‌ای در ترمیم زخم بررسی شده است و نتایج، مختلط بوده است.^{۲۶}

هشدارها و عوارض

به دلیل احتمال تداخل با عملکرد محرک‌های موقت یا کاشته شده، دستگاه‌های الکتروتراپی نباید در نزدیک دستگاه‌هایی مانند پیس میکرها، پمپ‌های اینتراتکال، محرک‌های طناب نخاعی و غیره، به کار رود.^{۱۳ و ۱۵} همچنین هنگامی که الکتروتراپی در نزدیک سینوس کاروتید یا گانگلیون سمپاتیک به کار رود، احتمال پاسخ غیر طبیعی عروقی وجود دارد.^{۱۵} بدلیل احتمال تجمع جریان الکتریکی، نباید IFC را در نزدیک خراش‌ها یا زخم‌های باز به کار برد. همچنین به دلیل احتمال عوارض در تکوین جنین یا احتمال تحریک انقباضات رحمی، دستگاه‌های الکتروتراپی نباید در نزدیک رحم باردار به کار رود.^{۱۳ و ۱۵} در موارد ترومبوز ورید عمقی، در صورت تحریک عضلات صاف عروقی با الکتروتراپی؛ احتمال جابجایی لخته درون رگ، و گسترش ترومبوز و آمبولی ریه وجود دارد.^{۱۳ و ۱۴} سایر موارد هشدار، شامل پوست بی‌حس و اختلالات تشخیصی است. همچنین ممکن است در صورت جاگذاری نادرست دستگاه‌های الکتروتراپی؛ عوارضی چون سوختگی کامل یا نسبی رخ دهد. به علاوه، در صورتی که الکترودهای اختصاصی همان دستگاه به کار گرفته نشوند، خطر سوختگی را بیشتر می‌نمایند. درباره یونوفورزیس، گزارشاتی از شکایات گذرای ملایم مانند خارش، قرمزی و احساس گرمی وجود دارد، با این وجود به طور عمومی خوب تحمل می‌گردد.^۱

References

1. Chen WS. :Physical Agent Modalities , in: Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation . 2016 by Elsevier, Inc.Chapter 17, 369-396.e4.
2. Melzack R, and Wall PD: Pain mechanisms: a new theory. Science 1965; 150: pp. 971-979.
3. Gorman P. H. Electrotherapy: Medical Treatment Using Electrical Currents in Physical Medicine & Rehabilitation Secrets. Third Edition. O'Young Chapter 29, 226-232.
4. Heidland A, Fazeli G, Klassen A, et al. Neuromuscular electrostimulation techniques: historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle wasting. Clin Nephrol 2013; 79: pp. S12-S23.
5. Mathews JA. The effects of spinal traction. Physiotherapy 1972; 58:64-66.
6. Sheon RP. Transcutaneous electrical nerve stimulation. From electric eels to electrodes. Postgrad Med 1984; 75: pp. 71-74.
7. Chou R. Low back pain (chronic). Clin Evid 2010; 2010: pp. 1-41.
8. Khadilkar A, Milne S, Brosseau L, et al: Transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of chronic low back pain. a systematic review. Spine 2005; 30: pp. 2657-2666.
9. CMS.gov Centers for Medicare and Medicaid Services: Decision memo for transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic low back pain (CAG-00429N). Baltimore: Centers for Medicare and Medicaid Services, 2012
10. Celik EC, Erhan B, Gunduz B, and Lakse E. The effect of low-frequency TENS in the treatment of neuropathic pain in patients with spinal cord injury. Spinal Cord 2013; 51: pp. 334-337.
11. Annaswamy TM, De Luigi AJ, O'Neill BJ, et al. Emerging concepts in the treatment of myofascial pain: a review of medications, modalities, and needle-based interventions. PM&R 2011; 3: pp. 940-961.
12. Borg-Stein J and Iaccarino MA. Myofascial pain syndrome treatments. Phys Med Rehabil Clin N Am 2014; 25: pp. 357-374.
13. Goats GC. Interferential current therapy. Br J Sports Med 1990; 24: pp. 87-92.
14. Alon G. Interferential current news. Phys Ther 1987; 67: pp. 280-281.
15. Kloth L. Electrotherapeutic alternatives for the treatment of pain. In Gersh MR (eds): Electrotherapy in rehabilitation (Contemporary perspectives in rehabilitation). Philadelphia: FA Davis, 1992.
16. Fuentes JP, Armijo Olivo S, Magee DJ, and Gross DP. Effectiveness of interferential current therapy in the management of musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. Phys Ther 2010; 90: pp. 1219-1238.
17. Shrivastava SN, and Singh G. Tap water iontophoresis in palmo-plantar hyperhidrosis. Br J Dermatol 1977; 96: pp. 189-195.
18. Yarrobino TE, Kalbfleisch JH, Ferslew KE, and Panus PC. Lidocaine iontophoresis mediates analgesia in lateral epicondylalgia treatment. Physiother Res Int 2006; 11: pp. 152-160.
19. Leduc BE, Caya J, Tremblay S, et al. Treatment of calcifying tendinitis of the shoulder by acetic acid iontophoresis: a double-blind randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2003; 84: pp. 1523-1527.
20. Sherwin J, Awad IT, Sadler PJ, et al. Analgesia during radial artery cannulation: comparison of the effects of lidocaine applied by local injection or iontophoresis. Anaesthesia 2003; 58: pp. 474-476.

21. Annaswamy TM, and Morchower AH. Effect of lidocaine iontophoresis on pain during needle electromyography. *Am J Phys Med Rehabil* 2011; 90: pp. 961-968.
22. Rose KM, Taylor AG, and Bourguignon C. Effects of cranial electrical stimulation on sleep disturbances, depressive symptoms, and caregiving appraisal in spousal caregivers of persons with Alzheimer's disease. *Appl Nurs Res* 2009; 22: pp. 119-125.
23. Tan G, Rintala DH, Jensen MP, et al: Efficacy of cranial electrotherapy stimulation for neuropathic pain following spinal cord injury. a multi-site randomized controlled trial with a secondary 6-month open-label phase. *J Spinal Cord Med* 2011; 34: pp. 285-296.
24. Taylor AG, Anderson JG, Riedel SL, et al. Cranial electrical stimulation improves symptoms and functional status in individuals with fibromyalgia. *Pain Manag Nurs* 2013; 14: pp. 327-335.
25. Chu J. Twitch-obtaining intramuscular stimulation (TOIMS): long term observations in the management of chronic partial cervical radiculopathy. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2000; 40: pp. 503-510.
26. Peters EJ, Lavery LA, Armstrong DG, and Fleischli JG. Electric stimulation as an adjunct to heal diabetic foot ulcers: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: pp. 721-725.

درمان با لیزر

دکتر سید حبیب زینی

درد مزمن در ۳۰ سال اخیر یکی از معضلات مهم اپیدمیولوژیک در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. لیزر درمانی با توان پایین (کم توان) تحت عنوان low level laser therapy (LLLT) یک روش غیر تهاجمی و مؤثر جهت کنترل درد و علائم بیماران مبتلا به بیماری‌های موسکولواسکلتال می‌باشد. این روش تقریباً بدون عارضه جانبی بوده و هزینه سنگینی به بیمار تحمیل نمی‌کند^۱. مکانیسم اثربخشی لیزر در بهبودی بیماران به خوبی مشخص نمی‌باشد. ولی چند مکانیسم محتمل برای آن وجود دارد. که شامل موارد زیر است^۲.

- ۱- افزایش آزادسازی نوروپپتیدهای آپئوئید آندروژن
- ۲- افزایش آستانه تحمل پذیری به درد بدنبال افزایش پرفیوژن موضعی.
- ۳- افزایش اکسیژن رسانی موضعی به سلول‌های بافت (از طریق افزایش فعالیت زنجیره‌های تنفسی میتوکندری) باعث کاهش هیپوکسمی بافتی و نهایتاً کاهش درد می‌شود.

- ۴- افزایش آزادسازی ATP در سطح سلولی
 - ۵- افزایش ترشح سیتوکین های ضد التهابی
 - ۶- مهار سیگنال های nociceptive در اعصاب محیطی.
 - ۷- مهار انتخابی هدایت عصبی در فیبرهای d و C fiber. این اثر مهارى از طریق به هم خوردن جریان نوروها یا مهار آنزیمی نورال می باشد.
- اثرات بافتی فوق الذکر به دنبال تابش لیزر می تواند یک بستر وسیع و گسترده برای درمان ایجاد کند^{۱،۲}.

متغیرهای مختلف روی میزان اثربخشی لیزر تأثیر دارد. به عنوان مثال طول موج، دانسیته انرژی، تعداد جلسات و مدت زمان درمان با لیزر، همگی در پاسخ درمانی مؤثر است. یکی از پارامترهای اساسی طول موج لیزر می باشد، که می تواند توانائی و قدرت نفوذپذیری بافتی آن را تعیین نماید.

برای درمان و اثر بخشی LLLT در بافت های عمقی، بهترین طول موج گزارش شده ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر است.

اشعه لیزر بدنبال تحریک الکتریکی باشدت بالا و با یک مدیوم تولید می شود.

این مدیوم می تواند گاز، مایع، کریستال، ذره یا یک نیمه هادی باشد.

نور تولید شده بایک طول موج مشخص در (طیف نور مادون قرمز) می باشد.

لیزر می تواند به صورت امواج منفرد (pulse mode) یا پیوسته به بافت تابانده شود^{۳،۱}.

کاربردهای لیزر با توان بالا در جراحی، با واسطه افزایش موضعی حرارت و برش بافتی با واسطه دما می باشد، که کاملاً با LLLT متفاوت است.

LLLT یک نوع اشعه با انرژی سبک است که باعث تعدیل فعالیت و فیزیولوژی سلول های بافتی می شود که بدون ایجاد اثرات حرارتی ماکروسکوپی، منجر به پاسخ درمانی به صورت کاهش درد و ترمیم بافتی می شود.

به همین دلیل به آن لیزر سرد هم می گویند.

این روش درمانی، غیر تهاجمی بوده و به آسانی در بخش مراقبت های اولیه (Primary care) قابل

استفاده بوده و عوارض جانبی آن کم است^{۳،۱}.

در مطالعات مختلف عوارض آن در مقایسه با دارونما ناچیز بوده و هیچگونه مشکلات جدی با آن

گزارش نشده است.

در بررسی‌های گسترده روی حیوانات آزمایشگاهی و انسان نشان داده شده است که LLLT باعث تعدیل قابل توجه در مارکرهای التهابی شامل پروستاگلاندین E، سیکلواکسیژناز 2، TNF α و 1، IL β و فعال کننده پلاسمینوژن (activator) Plasminogen می‌شود.^۱

همچنین پروسه‌های التهابی شامل ادم، خون‌ریزی، نکروز و نفوذ سلول‌های نوتروفیل به محل التهاب، کاهش یافته و فعالیت لنفوسیت‌ها، ماکروفاژها و نوتروفیل‌ها نیز تعدیل می‌یابد. در کارآزمایی‌های بالینی متعدد در بیماری‌های عضلانی اسکلتی کاربرد LLLT در کاهش درد نشان داده شده است.

افزایش در میزان اثرات فتوبیومدولاسیون آن بستگی به اجرای پروتوکول‌های با دانسیته انرژی بالاتر، تعداد جلسات درمانی بیشتر و استفاده مکرر از آن دارد.^{۲،۳}

مطالعات با LLLT در مدل‌های حیوانی نشان داده است که در کپسول مفصلی، میزان پروستاگلاندین E 2 کاهش می‌یابد. این اثر بخشی در دوزهای بین ۰/۴ تا ۱۹ ژول ودانسیته بین ۵ تا ۲۱/۲ وات بر سانتیمتر مربع مشاهده شده است. مطالعات نشان داده است که در این محدوده، التهاب در کپسول مفصلی کاهش می‌یابد بدون آن که در متابولیسم فیبروبلاست‌ها خللی ایجاد کند.^۳

استفاده از لیزر با انرژی کمتر تاثیری در کاهش میزان پروستاگلاندین E ۲ نشان نداده است. در مطالعات، هنوز اثر بخشی مفید در دوزهای بالاتر و میزان حداکثر مجاز انرژی مشخص نشده است. به عنوان مثال مطالعات نشان داده است که انرژی با دانسیته بالای ۲۰ میلی وات بر سانتی‌متر مربع، تنها باعث کاهش موقت (و نه پایدار) در فعالیت فیبروبلاست‌ها و متابولیسم آن‌ها می‌شود.^۳ اندازه‌گیری میزان نفوذ لیزر و جذب آن در بافت‌های بیولوژیک بستگی به متغیرهای متعددی دارد. سه فاکتور آناتومیک برای محاسبه میزان و دوز لیزر کم توان را باید مدنظر داشت.^۳

۱- میزان فاصله بافت سینویال از پوست

۲- مساحت منطقه‌ای از بافت سینویال که قرار است در معرض لیزر قرار بگیرد.

برای مفاصل انگشتان مفصل زانو (انترومدیال و انترولاترال) و تمپورماندیبولر، میزان فاصله مفصل از پوست، بین ۱/۵ تا ۵ میلی‌متر می‌باشد. این میزان در مفاصل زیگواپوفیزیال مهره‌های گردن، بین ۸ تا ۲۰ میلی‌متر و برای مهره‌های کمری بین ۲۵ تا ۳۵ میلی‌متر می‌باشد.

۳- میزان طول موج لیزر هم مهم است. بعنوان مثال لیزر مادون قرمز به طور تیپیک ۳ میلی‌متر و لیزر قرمز فقط ۱ میلی‌متر نفوذ بافتی دارد.



اگرچه میزان افت انرژی در فواصل نزدیک به منبع لیزر به طور تصاعدی است، ولی اندازه‌گیری‌های اوپتیک نشان می‌دهد که افت انرژی در فواصل دورتر از منبع لیزر آهسته‌تر و به صورت خطی خواهد بود. به عبارت دیگر افزایش در دفعات درمان و استفاده از لیزر با انرژی بالاتر باعث نتیجه‌گیری بهتر می‌شود^۲. طول موج‌های توصیه شده برای LLLT توسط مجمع جهانی درمان با لیزر 780 World Association of Laser Therapy (WALY). ۸۶۰ و ۹۰۴ نانومتر می‌باشد، که براساس شرایط درمان انتخاب می‌شود^۲. البته برای درمان بافت‌های عمقی طول موج ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر کاربرد دارد^۲.

کاربرد LLLT در بیماری آرتریت روماتوئید

همان‌طوری که می‌دانیم درمان بیماری آرتریت روماتوئید (RA) بسیار پیچیده و مشکل بوده و به همین دلیل در سال‌های اخیر بعضی از مطالعات، اثرات LLLT را در درمان این بیماری مورد بررسی قرار داده‌اند^۴.

در یک مطالعه از موش‌های آزمایشگاهی (Wistar Rat) (که بیماری RA در آن‌ها با تزریق ادجوانت القاء شده بود) استفاده شد و اثرات LLLT در درمان RA مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق روی ۲۰ موش در سن ۳ ماهگی و با وزن ۲۵۰-۳۰۰ گرم انجام شد. موش‌ها به گروه‌های ۴ گانه تقسیم شدند.

گروه اول سالم بودند. گروه دوم بیماری RA داشتند ولی تحت درمان قرار نگرفتند. گروه‌های سوم در مراحل اولیه بیماری (EARLY RA) و چهارم در مراحل دیرتر (LATE RA) تحت درمان قرار گرفتند. (گروه سوم ۱۲ ساعت پس از القاء RA و گروه چهارم ۷ روز بعد درمان شدند).

موش‌های مورد مطالعه ابتدایی حرکت شده و تا بش لیزر با زاویه ۹۰ درجه روی مفاصل آن‌ها انجام شد. لیزر استفاده شده با طول موج ۷۸۰ nm (نانومتر) و با ولتاژ ۲۲ mv (میلی وات) بوده است. گروه سوم به مدت ۱۴ روز و گروه چهارم به مدت ۷ روز لیزرتراپی شدند^۴.

همه افراد مورد مطالعه روز ۱۴ پس از شروع درمان، تحت بیوپسی مفصل قرار گرفتند. نمونه‌های بافتی پس از بیوپسی سینویال توسط ۲ پاتولوژیست به طور مستقل مورد بررسی قرار گرفت. بافت سینویوم از نظر پاتولوژیک (میزان اگزودای پروتئینی، توزیع فیبروکارتیلاژ، پرخونی، انفیلتراسیون سلول‌های التهابی تک هسته‌ای، خونریزی مدولاری، نکروز، وضعیت سلول‌های استئوبلاست و کندروسیت‌ها) به طور کامل بررسی شدند.

البته میزان پرخونی و پرمثابلیتی عروقی در گروه تاخیری کمتر از گروه ابتدائی بوده است. پس از بررسی‌های پاتولوژیک گروه‌های سوم و چهارم اثرات خوبی در درمان با لیزر از خود نشان داده و این اختلاف نسبت به گروه درمان نشده (گروه دوم، سوم) از نظر آماری قابل ملاحظه بود ($P < 0.05$). ولی تفاوت در میزان بهبودی در گروه‌های درمان شده (سوم و چهارم) قابل توجه نبود. میزان آگزودا، خون‌ریزی، نکروز سلولی، پرمثابلیتی عروقی، تخریب فیبروکارتیلاژ و سایر پارامترهای پاتولوژیک در مفاصل، به طور قابل توجهی در گروه‌های درمان شده کاهش یافته بود. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق، LLLT روی بیماری RA در مدل‌های حیوانی مؤثر است. اگر چه مطالعه فوق در مدل‌های تجربی RA در حیوان آزمایشگاهی انجام شد، ولی بدلیل شباهت زیاد با انسان، می‌توان نتایج مشابهی را در بیماران مبتلا به RA پیش‌بینی کرد. این مطالعه همچنین نشان داد که لیزر تراپی در تمامی مراحل پیشرفت (Late, early) RA می‌تواند اثرات مفید در درمان نشان دهد.^۴

این مطالعه نشان داد که در مدل‌های حیوانی LLLT در درمان RA مؤثر است. در مطالعات مروری مرکز Cochrane گزارش شده که لیزر درمانی در کوتاه مدت، در درمان علائم بیماری RA (شامل درد و خشکی صبحگاهی) مؤثر می‌باشد.^۵

در مطالعه Meireles و همکاران، استفاده LLLT با طول موج ۷۸۵nm و با دوز ۳ ژول بر سانتی‌متر مربع و قدرت ۷۵ میلی‌وات، هیچگونه اثر قابل توجه و مهمی دیده نشد.^۶ Balint و همکارانش بافت سینویال ۵ بیمار مبتلا به RA که تحت عمل جراحی سینوکتومی قرار گرفته بودند، مورد تأثیر اشعه لیزر (با طول موج نزدیک به مادون قرمز با دوز ۲۵ ژول بر سانتی‌متر مربع) قرار دادند و کاهش بیان آنولاز و ویمکتین در غشاء سینویال بیماران دیده شد. محققین نتیجه گرفتند، تابش لیزر می‌تواند پیشرفت پاتولوژیک بیماری را تعدیل کند.^۷

Honmura و همکارانش از تأثیر لیزر با طول موج ۷۸۰ نانومتر و قدرت ۱۰ میلی‌وات در موش‌های آزمایشگاهی، به نتایج مشابه رسیدند و نشان داد که LLLT در کاهش حجم آگزودا و نفوذپذیری عروق مؤثر می‌باشد.^۸

Sandoval و همکارانش اثرات LLLT در درمان خرگوش‌های مبتلا به آرتریت التهابی زانو را پس از بیوپسی سینویال مورد بررسی قرار دادند و در نتیجه میزان التهاب و انفیلتراسیون سلولی به طور قابل توجهی کاهش یافت و بیماران بخصوص در مراحل اولیه بیماری، پاسخ سریع‌تر و بهتر نشان دادند.^۹



بنابراین مطالعات فوق نشان دادند که لیزر درمانی در درمان بیماری آرتریت روماتوئید می‌تواند مؤثر باشد.

لیزر تراپی در سایر بیماری‌های بافت همبند

کاربرد لیزر در بیماری‌های پوستی به طور وسیعی در حال گسترش است.^{۱۰} این بیماری‌ها شامل آکنه، اسکار ناشی از آکنه، ضایعات عروقی، ضایعات پیگمانته، برطرف کردن اسکار و آسیب‌های ناشی از تابش نور (Photo damage) می‌باشد. استفاده از LLLT در بسیاری از عوارض پوستی بیماری بافت همبند بررسی شده است.^{۱۱}

بیماری لوپوس (SLE)

اکثر گزارشات لیزر درمانی در ضایعات پوستی بیماری لوپوس به روش Co2 , Argon, pulsed dye , cerbium IpL, Neodymium-doped YAG می‌باشد.

استفاده از لیزر PDL (Pulsed Dye Laser) با طول موج ۵۸۵ تا ۵۹۵ نانومتر در ۸ مطالعه (جمعاً ۳۱ بیمار) مورد بررسی قرار گرفته است (۲ مطالعه آینده نگر و ۶ مطالعه گذشته‌نگر). در ۲ مطالعه (از مطالعات گذشته نگر)، ضایعات پوستی شامل لوپوس تومیدوس، لوپوس تحت حاد و لوپوس مزمن (DLE) با موفقیت درمان شده بود.

بدنبال LLLT کاهش واضح در درجه بالینی ضایعات پوستی (شامل اندازه آریتیم و ادم)، همراه با بهبودی قابل توجه عوارض پوستی در ۱۲ نفر (از ۱۹ نفر) دیده شد و هیچ‌گونه عارضه‌ای در بیماران گزارش نشد.

۷ بیمار باقیمانده پاسخ خوبی نداده بودند. در ۱۲ بیمار باقیمانده که در گروه مطالعه آینده‌نگر بودند، استفاده از PDL نتایج درخشانی داشته و بهبودی قابل توجه در بیماران دیده شد. و اندکس شدت بیماری پوستی بعد از ۳ جلسه درمان از ۴/۴ به ۱/۳ کاهش یافت.

در مورد کاربرد PDL، گزارش‌های متعدد دیگری هم وجود دارد که نتایج خوب بوده و اکثر بیماران هیچ‌گونه عودی در طول دوره‌ی زمانی بین یک تا ده ماه نشان نداده بودند. عوارض PDL محدود و قابل توجه نبوده است.

در یک مطالعه در ۶۱ بیمار، فقط در ۶ مورد عارضه پوستی آن‌هم به طور گذرا بصورت

هیپرپیگمانتاسیون و تنها در یک مورد پیگمانتاسیون دائمی گزارش شد و در یک بیمار اسکار ضعیف بدنبال درمان گزارش شده است. در ۵۵ نفر باقیمانده، هیچ عارضه‌ای گزارش نشده است.^{۱۰} Raulin اثرات PDL را در درمان ضایعات پوستی SLE مورد بررسی قرار داد.^{۱۱}

در این تحقیق ۵۰ بیمار درمان شدند. در نهایت پاسخ مناسبی دیده نشد، اگر چه شواهدی مبنی بر فواید آن در درمان و بخصوص تحمل پذیری خوب بیماران وجود داشت، ولی در نتیجه تحقیق، مؤثر بودن آن ثابت نشد.

Reason و Raulin مخالف استفاده روتین از PDL توسط متخصصین پوست در درمان ضایعات پوستی بودند و علت آن را عدم آگاهی کامل و مهارت آن‌ها در کاربرد استفاده از لیزر می‌دانستند. استفاده از موج لیزر مداوم (Continuous Wave laser) اخیراً در درمان ضایعات پوستی با موفقیت بکار رفته است.

در دو مطالعه استفاده از لیزر آرگون با طول موج‌های ۴۸۸ و ۵۱۴ نانومتر در ۶ بیمار مبتلا به DLE نتایج خوبی نشان داد.

در ۲ بیمار بهبودی کامل و در ۲ نفر بهبودی ۶۰ تا ۷۰٪ و در یک بیمار اسکار ضعیف گزارش شده است.

در یک مطالعه گزارش موردی استفاده از لیزر CO₂ (با طول موج ۶۰۰، ۱۰ نانومتر) در ۲ بیمار، بهبودی قابل توجهی در اسکار ناشی از DLE با ماندگاری ۱ تا ۲ سال بدون عود نشان داده است. در یک گزارش موردی، استفاده از لیزر yttrium aluminum garnet (YAG) در درمان ضایعات مزمن (DLE)، در دو بیمار بهبودی قابل توجه و بدون عارضه جانبی نشان داده است.

پس از یک تا ۲ سال پیگیری هیچگونه عودی گزارش نشده است. از آنجائی که اشعه ماوراء بنفش (نوع A و B) منجر به حساسیت به نور در بیماران لوپوس می‌شود، طبیعی است که استفاده از لیزر با طول موج‌های فوق) تحت عنوان Excimer laser کاربردی نداشته و حتی می‌تواند منجر به بدتر شدن عارضه فوق شود.

با این حال استفاده از لیزرهای مرئی شامل PDL، آرگون و Intense pulse Light (Ipl) با طول موج ۵۱۵ نانومتر نسبتاً خوب تحمل می‌شود.

یافته‌های فوق این نظریه را تقویت می‌کند که استفاده از لیزر تک رنگی در بیماران مبتلا به لوپوس، منجر به حساسیت به نور نمی‌شود و اگر به طور درست بکار رود، می‌تواند یک درمان ایمن و مطمئن در بیماران باشد.



البته در برخی موارد عوارض جانبی به دنبال استفاده از لیزر، در ضایعات پوستی بیماران گزارش شده است. (بخصوص به دنبال استفاده از لیزر CO₂، لیزر آرگون و PDL). بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ چندین گزارش در ارتباط با عوارض فوق موجود می‌باشد که علت آن تکنولوژی قدیم و استفاده از دوره‌های لیزر درمانی طولانی‌تر و با استفاده از لیزر با دقت کمتر بوده و خوشبختانه امروزه این نقایص برطرف شده است.^{۱۰}

علیرغم پیشرفت‌های امروزه در درمان با لیزر آسیب و شکنندگی پوستی یک عارضه مهم درمانی بوده و گزارشاتی از تاول و هیپرپیگمانتاسیون در بیماران گزارش شده است. مکانیسم احتمالی عوارض فوق، رسوب آنتی بادی در نواحی درم سالم نزدیک ضایعه پوستی (non lesional skin) است که پوست را مستعد بروز تاول یا سایر عوارض می‌کند. استفاده از لیزر کاملاً تهاجمی (Full ablative) که سال‌های قبل استفاده می‌شده، با عوارض جدی و شدیدتری همراه بوده است.

امروزه استفاده از روش‌های کم تهاجمی (Fractional ablative) و غیر تهاجمی (non ablative) ریسک کمتری برای بروز عوارض جانبی ایجاد می‌کند. اگرچه تاکنون مطالعه خاصی در استفاده از Fractional Laser در ضایعات پوستی بیماران مبتلا به لوپوس گزارش نشده است.^{۱۱}

اسکلرودرمی و مورفه آ

تاکنون ۱۱ مطالعه کاربرد لیزر درمانی برای انواع مختلف بیماری اسکلرودرمی و موضعی و مورفه آ گزارش شده است.

در ۴ مطالعه، استفاده از لیزر PDL در بیماران فوق ارائه شده است. بزرگ‌ترین آنها که یک Case Serie می‌باشد و ۸ بیمار مبتلا به مورفه آ و تلانژکتاری صورت، مورد درمان قرار گرفته‌اند. نتایج بسیار امیدوار کننده بوده، تلانژکتاری ظرف ۶ ماه تا ۲ سال از شروع درمان برطرف شد.^{۱۲}

در مورد بیماران مبتلا به اسکلرودرمی لوکالیزه (مورفه آ و En Coupe de sabre)، نتایج ناهمگون و متفاوت بوده است. در مورد درمان تلانژکتازی با لیزر، ارتباط مستقیم با پیشرفت بیماری در مورفه آ و اسکلرودرمی، داشته و مواردی از عود عارضه نیز گزارش شده است. یکی از عوارض ایجاد تلانژکتازی‌های جدید بدنبال درمان با لیزر بوده است. (بخصوص در افرادی که

بیماری زمینه‌ای خوب کنترل نشده بود.)

استفاده از لیزر IPL در درمان کوچکی دهان (میکروستومیا) در ۴ بیمار مبتلا به اسکلودرمی بکار رفته است.^{۱۳،۱۰}

نتایج این تحقیق خوب بود و پوست بیماران بهبود یافته و در ۳ نفر افزایش گشودگی دهان دیده شد.

۴ مورد گزارش (جمعاً ۱۱ بیمار) استفاده موفق از لیزر CO₂ تهاجمی و نیمه تهاجمی Fractional ablative Co₂ و (ablative Co₂) در درمان کنتراکچر، کلسینوز انگشتان و rhytides ارائه شد.^{۱۰}

لیزر Fractional ablative Co₂ در درمان کنتراکچر مفصل مچ پا ناشی از مورفه آ در یک بکار بیمار رفته است. بدنبال درمان، حرکات مفصلی (ROM) بسرعت بهبودی یافت.

استفاده موفق از لیزر در درمان مورفه آ، اسکلودرمی خطی، تالانژکتازی، میکروستومی، باندهای اسکروتیک، کلسیفیکاسیون و زخم انگشتان منجر به بهبودی شده است. اگرچه عوارضی مانند اروزبون و عفونت‌های ثانویه گزارش شده است.

در فواصل پیگیری پس از ۴ ماه و یکسال از یک جلسه درمان، بیمار همچنان احساس بهبودی داشت و هیچگونه عارضه ناشی از درمان گزارش نشد. علاوه بر بهبودی حرکات مفصلی، پوست بیماران نیز همچنان نرم بود.

بدنبال استفاده از لیزر excimer با طول موج ۳۰۸ نانومتر در ۵ بیمار مبتلا به مورفه آ، بهبودی در قوام و پیگمانتاسیون پوست بخوبی دیده شد.^{۱۰}

استفاده از لیزر YAG با طول موج ۱۰۶۴ نانومتر در یک بیمار مبتلا به رینود شدید و زخم انگشتان، منجر به بهبودی پرفوزیون بافتی و درمان زخم شد.^{۱۰}

سارکوئیدوز

درگیری پوست در ۲۵٪ بیماران دیده می‌شود. بیش از ۲۰ نوع ضایعه پوستی اختصاصی، در این بیماری وجود دارد.

در مورد سارکوئیدوز استفاده از لیزر در ضایعات نودولر، اسکار و لوپوس پرنیو بکار رفته است، ولی از طرف دیگر عوارض جانبی مانند عود ضایعات زخمی، اسکار و دپیگمانتاسیون، ممکن است بروز نماید. در یک بررسی مروری ۱۰ مورد گزارش درمان با لیزر در ضایعات پوستی ارائه شده است.



لیزر PDL در ۵ بیمار بکار رفته که ۴ نفر بهبودی کامل یافته، ولی یک بیمار دچار عارضه زخم در محل درمان و ناحیه مجاور آن شده بود.^{۱۴}

لیزر با گاز CO₂ در عارضه Lupus pernio ناحیه بینی در ۵ بیمار بکار رفته، که پاسخ مطلوب بود و تا سالها استمرار داشت. همانطوریکه اشاره شد، لیزر تراپی در پاره ای از موارد منجر به بهبودی می‌گردد، اگر چه عوارض مهمی مانند دپیگمانتاسیون و اسکار، بیماران را تهدید می‌کند.

قابل توجه اینکه در مقایسه با سایر بیماری‌های بافت همبند، عوارض لیزر درمانی در بیماران مبتلا به سارکوئیدوز بیشتر گزارش شده است.

به عنوان مثال در یک گزارش در بیمار مبتلا به سارکوئیدوز ایزوله پوست و صورت، درمان با لیزر CO₂ منجر به اسکار وسیع در صورت شده است.^{۱۰،۱۴}

درماتومیوزیت

در ۳ مطالعه مجزا جمعا در ۵ بیمار مبتلا به درماتومیوزیت، استفاده از لیزر (PDL یا Organ) بهبودی قابل توجه در تلائزکتازی، پوئیکیلودرما و پاپول‌های گوترون گزارش شده است. در مطالعات دیگر نیز تلائزکتازی، پوئیکیلودرما، آریتم و پاپول‌های گوترون، با لیزر به خوبی درمان شده و برعکس سارکوئیدوز، هیچ‌گونه عوارض جانبی مهمی گزارش نشده است.^{۱۰}

خلاصه

همان‌طوری که اشاره شد، استفاده از لیزر در بیماری‌های بافت همبند منجر به سودمندی قابل توجهی می‌شود که در بسیاری از موارد منجر به بهبودی کامل یا نسبی می‌گردد.

متأسفانه بسیاری از مطالعات انجام شده به صورت پراکنده و با حجم نمونه کم بود.

از نقاط مثبت اکثر مطالعات فوق این بود که پروتکل‌های درمانی کاربردی لیزر بصورت پالس تراپی با زمان طولانی مدت همراه با انرژی کمتر بوده است که این خود منجر به گزارشات کمتری از عوارض جانبی شده است.

همانطور که اشاره شد، از اشکالات مطالعات فوق می‌توان به محدود بودن حجم نمونه و گذشته نگر بودن در اکثر موارد اشاره کرد.^{۱۰}

اثرات LLLT در درمان مهره‌های گردن

در این مورد نیز اخیراً یک متاآنالیز بزرگ انجام شد. در این تحقیق ۳۸ مطالعه مشابه RCT مورد آنالیز قرار گرفت.

تمامی مطالعات در مورد تاثیر LLLT در درمان دردهای تحت حاد و مزمن گردن بود. پس از بررسی تمامی مقالات نهایتاً ۱۶ مطالعه انتخاب شد که شامل ۸۲۰ بیمار بود (۷۹ % زن و ۲۱ % مرد).

سن متوسط بیماران ۴۳ سال و دوره متوسط بیماری ۹۰ ماه بود. در ابتدای مطالعه، قبل از درمان مداخله‌ای و براساس متد VAS، متوسط درد بیماران (بین صفر تا صد میلی‌متر) ۵۶/۹ میلی‌متر گزارش شد. از بیماران (مربوط به گروه‌های ۱۶ گانه) ۵ مطالعه اجازه استفاده همزمان از فیزیکیال تراپی، ۴ مطالعه داروهای مسکن را قطع کرده، ولی ۴ مطالعه اجازه استفاده از آنالژیک‌های ساده به صورت گه‌گاه را حین مطالعه دادند.

نهایتاً در متاآنالیز انجام شده، درمان با LLLT در دردهای مزمن گردن با کاهش متوسط در VAS به میزان ۱۹/۸۶ (بین ۲۹/۶۸ تا ۱۰/۰۴ میلی‌متر) دیده شد که این کاهش، نشان دهنده تغییرات مهم و قابل قبولی می‌باشد.

مطالعه فوق نشان داد که شواهد آماری متوسطی برای اثربخشی LLLT در درمان دردهای حاد و مزمن هم در کوتاه مدت و هم در یک دوره زمانی متوسط وجود دارد.

در متاآنالیز انجام شده معلوم گشت چنانچه لیزر با طول موج LLLT بین ۸۲۰ تا ۸۳۰ نانومتر، دوز ۸ تا ۹ ژول و زمان ۱۵ تا ۱۸۰ ثانیه انتخاب شود، بهترین تاثیر درمانی را دارد.

در صورتی که لیزر با طول موج ۹۰۴ نانومتر انتخاب شود، میزان انرژی مورد نیاز ۰/۸ تا ۴/۲ ژول و زمان تأثیر طولانی‌تر (۶۰۰-۱۰۰ ثانیه) خواهد بود.

در متاآنالیز اخیر، چون تمام مقالات انگلیسی زبان و غیر انگلیسی بررسی شده بودند، نسبت به مطالعات مروری قبلی از قدرت و جامعیت بیشتری برخوردار بود.

یکی از مشکلات مطالعات مربوط به اثر LLLT در دردهای گردن این است که اتیولوژی دقیق در دردهای غیراختصاصی گردن مشخص نبوده در نتیجه عضلات، لیگامان‌های و مفاصل، هر کدام می‌تواند در اتیولوژی بیماری مؤثر باشند.

بنابراین تمامی مطالعاتی که تابش لیزر روی عضلات و لیگامان‌های مفاصل گردن صورت گرفته،



بود وارد متآنالیز شد.

در مطالعاتی که لیزر به صورت زیر جلدی استفاده شده بود، نسوج گردن به طور سه بعدی تا عمق ۵ سانتی متر تحت تأثیر لیزر قرار گرفتند. در استفاده از لیزر سوزنی (Accupuncture point)، نیز نتایج مشابه بود.

در متآنالیز، همچنین مطالعاتی را که تابش لیزر به صورت کانونی و نقطه‌ای انجام شده بود، مورد بررسی قرار داد.

شواهد نشان می‌دهد که نقاط تحریک گردن (Trigger point) از نظر آناتومیک با نقاط حساس در طب سوزنی منطبق می‌باشد.

بنابراین اثر درمانی تابش لیزر در نقاط تندر تحریکی (Trigger) و یا نقطه‌ای (Accupuncture)، مشابه هم و یکسان خواهد بود.

نکته دیگر آن است که استفاده از دوز مناسب LLLT برای تفسیر نتایج، لازم است به طوری که شکست در رسیدن به دوز اثر مناسب، می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در نتایج منفی این روش درمانی تلقی شود.

به همین دلیل در این متآنالیز با خارج کردن مطالعاتی که از دوزهای پائین‌تر از حد استاندارد در درمان استفاده کرده بودند، ناهمگونی آماری از بین برده شد. از طرف دیگر مطالعاتی که دوزهای بسیار بالا (بیش از ۵۴ ژول در طول موج ۸۳۰ نانومتر) استفاده کردند، پاسخ مناسبی در بیماران ایجاد نکرد.

این یافته‌ها بخوبی نشان می‌دهد اگرچه LLLT بی‌خطر است ولی استفاده از دوزهای بالاتر نیز همانند دوزهای پایین‌تر از حد استاندارد، در درمان مؤثر نیست!

یکی از علل درد مزمن گردن مربوط به مفاصل آپوفیزیال می‌باشد. اثرات ضد التهابی لیزر در مفاصل فوق، منجر به کاهش درد و افزایش تحرک می‌گردد. فاصله بین پوست و مفاصل فوق در قسمت لاترال گردن حدود ۱/۵ الی ۳ سانتی متر است، با توجه به این که LLLT با طول موج‌های ۹۰۴ و ۸۳۰ نانومتر، چند سانتی متر به عمق بافت نفوذ می‌کند بنابراین اثرات ضد التهابی آن روی مفاصل فوق یکی از مکانیسم‌های محتمل برای کاهش درد بدنبال درمان می‌باشد. علاوه بر آن کاهش استرس‌های اکسیداتیو و رفع خستگی عضلات به دنبال LLLT گزارش شده است.

با توجه به بررسی مطالعات و متآنالیز انجام شده دوز مناسب و اپتیمال (برای طول موج ۸۲۰ تا ۸۳۰ نانومتر) را به میزان ۵/۹ ژول و زمان رادیاسیون ۳۹/۸ ثانیه و در طول موج ۹۰۴ نانومتر، دوز مناسب

۲/۲ ژول و زمان مناسب را ۲۳۸ ثانیه پیشنهاد شده است. در متآنالیز فوق در ۷ مطالعه، بیماران به مدت ۲۲ هفته پیگیری شدند و مشاهده شد اثرات مطلوب درمانی تا آن زمان تداوم داشته است. بنابراین اثرات لیزر تراپی در بلند مدت هم (بیش از ۳ ماه) تداوم دارد.

در انتهای درمان، میزان کاهش درد در درمان مزمن گردن براساس VAS به میزان ۱۹/۸ و در طول پیگیری پس از درمان به میزان ۲۳/۴۴ میلی‌متر دیده شد، که نشان دهنده ادامه روند بهبودی پس از پایان درمان است و این امر با ارزش بودن اثرات کلینیکال LLLT می‌باشد.

بنابراین بررسی سیستماتیک فوق نشان داد، لیزر می‌تواند (علاوه بر کوتاه مدت) اثرات طولانی مدت در بهبودی درد گردن داشته باشد^۱. در حالی که درمان‌های دارویی در این زمینه پاسخ مشابهی را با این قاطعیت نشان نمی‌دهند.

اگرچه نیاز به مطالعات کنترل شده بالینی جهت مقایسه رژیم‌های دارویی و LLLT جهت تأیید ادعای فوق لازم است. در متآنالیز انجام شده در ۵۰٪ مطالعات، عوارض درمان با لیزر هم گزارش شده است که تنها در ۳ مطالعه عوارضی چون خستگی و کوفتگی را گزارش کردند، که در یکی از مطالعات میزان آن قابل توجه بوده است. چون درمان با لیزر موجب گرمای قابل توجهی در موضع درمان می‌شود، می‌بایست مراقب آسیب چشم‌ها باشیم.

استفاده از عینک مخصوص (ضد تابش) برای لیزر کلاس B ۳ و ۴ لازم است. برای اطمینان از safe بودن لیزر در کوتاه مدت و دراز مدت نیاز به مطالعات آینده‌نگر می‌باشد^۱.

آرتروز زانو

با توجه به اینکه تاکنون داروهای DMARD مؤثر برای درمان آرتروز زانو وجود ندارد، عمده روش‌های مؤثر و موجود شامل درمان‌های تسکین دهنده و نیز دارویی می‌باشد. بیشتر هدف درمانی کاهش درد و بهبودی عملکرد مفصل زانو می‌باشد. با توجه به اینکه استفاده متداول از داروهای NSAID در درمان، منجر به عوارض گوارشی، کلیوی و سایر مشکلات می‌شود. بسیاری از پزشکان استفاده از سایر روش‌های اولتراسونیک الکتریکی، ورزش‌های مقاومتی و حرارت درمانی را پیشنهاد کرده‌اند.

این روش‌ها عمدتاً تهاجمی بوده، از طرفی عوارض قابل توجهی دارند. امروزه استفاده از LLLT در درمان آرتروز زانو در مطالعات مختلف مورد استفاده قرار گرفته است.

در یک متآنالیز که شامل ۶۱۲ مطالعه بود، نهایتاً ۱۷ مطالعه کنترل شده انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به اهداف طرح و محتوای مطالعات تنها ۹ مطالعه انتخاب شد که جمعاً شامل

۵۱۸ بیمار بود، از این بیماران ۲۶۴ نفر در گروه شاهد و ۲۵۴ بیمار در گروه دارونما قرار گرفتند. دستورالعمل WALT برای دفعات جلسات لیزردرمانی به مدت ۲ هفته روزانه و در ادامه به مدت ۳ تا ۴ هفته یک روز در میان می‌باشد (نهایتاً ۶ تا ۱۲ جلسه). براساس دستورالعمل WALT دوز مناسب برای لیزردرمانی زانو حداقل ۴J/Point می‌باشد^{۱۵}. مطالعات فوق دستورالعمل WALT را رعایت کرده بودند و بر این اساس هر کدام از مطالعات فوق حداقل ۸ نوبت درمان با LLLT را برای بیمارانشان انجام داده بودند (بین ۸ تا ۲۰ نوبت) و طول مدت درمان در مطالعات بین ۲ تا ۶ هفته بوده است. براساس ارزیابی‌های متدولوژیک کیفی، هر ۹ مطالعه از کیفیت بالایی برخوردار بودند.

(PEDro score > 7) اندازه‌گیری نتایج براساس ساختار و طراحی مطالعات بوده است.

نتایج

براساس معیارهای اندازه‌گیری چشمی درد (vas pain score) استفاده از LLLT هیچگونه برتری نسبت به دارونما نداشته است. میزان تفاوت در میزان بهبودی بیماران، براساس معیارهای VAS (با توجه به رعایت دستورالعمل WALT) و همچنین معیارهای اندازه‌گیری WOMAC Pain Score. از نظر آماری بین گروه‌های درمان شده با LLLT و گروه دارونما قابل ملاحظه نبود. از هفته ۱۲ بعد از درمان، براساس آنالیزاطلاعات جمع‌آوری شده (Pooled data) تفاوت بین دو گروه براساس معیارهای VAS و WOMAC از نظر آماری قابل توجه نبود. براساس معیارهای اندازه‌گیری عملکردی WOMAC پس از ۱۲ هفته نیز تفاوت بین گروه‌های درمانی و دارونما دیده نشد. مقایسه دو گروه براساس میزان بهبودی دامنه حرکات مفاصل زانو (ROM) نیز تفاوت قابل ملاحظه نبود^{۱۵}.

نتیجه نهایی

مطالعه مروری و متاآنالیز انجام شده فوق نشان داد که استفاده از LLLT چه در کوتاه مدت و چه در بلند مدت، آثار سودمندی در کاهش درد و بهبودی عملکرد مفاصل در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو ندارد.

در متاآنالیز فوق یک آنالیز زیر گروه نیز انجام شد و بیماران با استئوآرتریت شدید (براساس معیارهای رادیولوژیک Kallegrén-Lawrence) با گروه‌های با آرتروز ضعیف تا متوسط مقایسه شدند که آنالیز فوق نتوانست این تفاوت در پاسخ به درمان راحتی در بیماران با درجات متفاوت استئوآرتریت نشان

سایر مطالعات

Stelian و همکارانش در یک مطالعه RCT (تصادفی و کنترل شده) استفاده از LLLT با طول موج ۶۳۰ نانومتر (محدوده نورقرمز)، و طول موج ۸۳۰ نانومتر (محدوده مادون قرمز) و دارونما را با هم مقایسه کردند. در مطالعه فوق گروه‌های درمان شده نسبت به دارونما، بهبودی بیشتری در عملکرد زانو و درد بیماران دیده شد که این تفاوت از نظر آماری ارزشمند بود^{۱۴}.

یک مطالعه کنترل شده تصادفی دو سوکور توسط Bulow و همکارانش انجام شده است. در این مطالعات هیچ‌گونه تفاوت قابل ملاحظه بین گروه درمان شده با LLLT و دارونما (براساس پارامترهای درد، قدرت یا فعالیت مفصلی) دیده نشده.

Tascioglu و همکارانش نیز نتایج مشابهی بدست آوردند حتی تعداد جلسات درمانی را به ۲۰ جلسه افزایش دادند، ولی باز هم تفاوت آماری با گروه دارونما، قابل توجه نبود^{۱۷}.
 اخیراً چند مطالعه تصادفی با کیفیت بالا در این مورد انجام شده است و در هیچکدام، اثربخشی LLLT را در استئوآرتریت زانو به‌خوبی نشان نداده است.

البته چند مطالعه مؤثر بودن لیزر را در درمان آرتروز زانو مؤثر نشان داده‌اند، به عنوان مثال در مطالعه Fukuda و مطالعه Alghadir به این نتیجه رسیدند که چنانچه از LLLT با دانسته بالاتر از ۳J/point استفاده شود می‌تواند در کاهش درد و علائم استئوآرتریت زانو مؤثر و مفید باشد^{۱۵}.
 از طرفی طول موج‌های مناسب براساس دستورالعمل WALT شامل ۷۸۰، ۸۶۰ و ۹۰۴ نانومتر می‌باشد.

لیزر با طول موج‌های ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر (محدوده مادون قرمز) نسبت به لیزر مرئی (محدوده موج قرمز) نفوذ بهتری دارد و مؤثرتر می‌باشد^{۱۵}.

عوامل مربوط به بافت هدف علاوه بر موارد فوق، خود بافت‌ها مقاومت‌های مختلف نسبت به تأثیر لیزر از خود نشان می‌دهند و نفوذ پذیری‌شان متفاوت است. براساس مطالعه Joensen میزان نفوذ انرژی در طول موج ۸۱۰ نانومتر ۲۰٪ و در طول موج ۹۰۴ نانومتر به میزان ۵۸٪ می‌باشد^{۱۸}.

در مطالعه King میزان نفوذ لیزر در پوست تنها چند میلی‌متر بوده است^{۱۹}.
 این تفاوت‌ها می‌تواند بخوبی توضیح دهد که چرا بعضی از مطالعات نتوانستند مؤثر بودن LLLT را در مفاصل بزرگ نشان دهند و برعکس در مفاصل کوچک نسبتاً خوب بوده است. یکی از فاکتورهای

دیگر مربوط به میزان شدت استئوآرتروز می‌باشد. به عنوان مثال در مطالعه Conti که روی مفصل تمپورومانندیبولار انجام شد، افرادی که آرتروز خفیف‌تری داشتند، نتایج بهتری نشان دادند^{۲۰}. ولی در متآنالیز و مطالعه مروری ذکر شده در این مقاله، همانطوری که اشاره شد تفاوت در درجات مختلف استئوآرتروز از نظر پاسخ به لیزر دیده نشده است^{۱۵}.

کمر درد

کمر درد یکی از شایعترین بیماری‌های عضلانی اسکلتی است و یکی از علل مهم ناتوانی دردناک می‌باشد. علت اصلی آن نامشخص است به همین دلیل به آن کمر درد غیر اختصاصی Non Specific (Low Back Pain (NSLBP می‌گویند.

در دهه اخیر به‌طور وسیع استفاده از LLLT جهت کاهش درد و بهبود عملکرد در بیماران به کمر درد استفاده شده است. یک متآنالیز بزرگ روی کاربرد لیزر در درمان کمر درد انجام شده است^۲. در این تحقیق کلیه مقالات و مطالعات بین سال‌های ۱۹۹۰ تا پایان سال ۲۰۱۴ میلادی مورد بررسی قرار گرفته است نهایتاً از ۲۲۱ مقاله با توجه به عناوین و خلاصه مقالات، تعداد ۱۹ مقاله به طور جامع انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت و به دلایل مختلف تنها ۷ مطالعه وارد متآنالیز شد که شامل ۳۹۴ بیمار بود. از این افراد ۲۰۲ نفر در گروه LLLT و ۱۹۲ نفر در گروه دارونما قرار گرفتند. در ۳ مطالعه (از ۷ مقاله انتخاب شد) از ورزش به عنوان درمان مکمل و همراه استفاده شده است. ۶ مطالعه در ارزیابی کیفی نمره خوبی کسب کردند ($\text{PEDro Score} > 7$).

نتایج

میزان شدت درد بیماران براساس معیارهای VAS در گروه درمان شده با LLLT کمتر بود. ورزش به عنوان یک درمان مکمل و همراه (براساس آنالیز ساب گروپ) در نتایج تأثیرگذار نبوده است. نهایتاً میزان بهبودی با توجه به متآنالیز انجام شده براساس معیارهای VAS، از نظر آماری به طور قابل توجهی بهتر از گروه دارونما بوده است. در چهار مطالعه کیفیت زندگی و میزان توانایی بیمار براساس معیارهای ODI بررسی شده است (ODI یک روش ارزشیابی کیفی است که وضعیت بهبودی بیمار را با معیارهای مختلف می‌سنجد که شامل درد، توانایی خود مراقبتی، راه رفتن، نشستن، ایستادن، فعالیت جنسی، فعالیت اجتماعی، کیفیت خواب و توانایی در مسافرت را شامل می‌شود) در ۴ مطالعه

انجام شده براساس معیارهای ODI تفاوت بین گروه شاهد و دارونما قابل ملاحظه نبود. در ۳ مطالعه میزان بهبودی در وضعیت حرکتی مفاصل ستون فقرات (ROM) مورد ارزیابی قرار گرفت. (که شامل میزان توانائی در فلکسیون، میزان فلکسیون براساس سانتی‌متر و میزان اکستانسیون می‌باشد). باز هم همانند موارد قبلی، تفاوت بین دو گروه قابل توجه نبود. همانطوریکه قبلاً اشاره شد طول موج پیشنهاد شده برای LLLT توسط انجمن جهانی لیزر درمانی World Association of laser therapy (WALT) شامل ۷۸۰، ۸۶۰ و ۹۰۴ نانومتر می‌باشد. مطالعات گذشته نشان داده است که استفاده از لیزر با انرژی بالاتر و تعداد دفعات (فرکانس) بیشتر درمانی، باعث نتیجه‌گیری بهتر می‌شود.

در متاآنالیز انجام شده تمام مطالعات وارد شده استاندارد فوق را رعایت کرده بودند. تنها نتیجه‌ای که از LLLT در درمان دوره‌های غیر اختصاصی حاصل شد، کاهش درد بیماران در یک دوره زمانی کوتاه (و نه در یک دوره زمانی متوسط) بوده است. اگر چه این اثر درمانی لیزر روی درد بیماران قابل قبول می‌باشد ولی هیچگونه بهبودی در حرکات ROM ستون فقرات و کیفیت زندگی آن‌ها دیده نشد. یکی از دلایل عدم نتیجه‌گیری، مربوط به اتیولوژی کم‌درد مزمن می‌باشد، چون هنوز علت مشخص NSLBP آشکار نشده است.

دلایل دیگری هم می‌تواند توجیه کننده شکست درمانی با لیزر باشد که شامل موارد زیر است: یکی از تئوری‌های مرتبط با علت کم‌درد مزمن، مرتبط به پاسخ رفلکسی و انقباض عضلات اکستانسور ستون فقرات است که باعث می‌شود موقع فلکسیون، عضلات اکستانسور انبساط و انعطاف‌پذیری از خود نشان ندهند و به دلیل افزایش کشیدگی عضلات، درد ایجاد می‌گردد و از طرفی یکی از مکانیسم‌های LLLT افزایش خون‌رسانی و اکسیژن به عضلات پاراسپینال و در نتیجه کاهش علائم و درد بیمار می‌باشد.

از طرف دیگر NSLBP یک گروه هتروژن از بیماران با علل متفاوت ایجاد کننده را شامل می‌شود. بنابراین طبیعی است که براساس اتیولوژی، پاسخ متفاوت درمانی بین بیماران مشاهده شود، که این می‌تواند بهبودی ROM را فقط در ۲ مطالعه (از ۷ مطالعه بررسی شده) توجیه کند.

یکی دیگر از دلایل ناهمگون بودن پاسخ به درمان، مربوط به کیفیت و قدرت مطالعات می‌باشد. به عنوان مثال بعضی از مطالعات از کیفیت بهتری برخوردار بودند و ROM و بسیاری از پارامترهای دیگر را بررسی کرده بودند، ولی گروه‌های دیگر از کیفیت و آنالیز پایین‌تری برخوردار بودند. نقاط قوت متاآنالیز شامل موارد زیر بود:



- ۱- مطالعه فوق فقط روی کمردردهای مزمن متمرکز شده بود، در نتیجه ناهمگونی متآنالیز کمتر بود
- ۲- از طرف دیگر در بررسی اخیر ۲ مطالعه بدلیل $PEDro\ Score < 5$ حذف شدند و دو مطالعه با کیفیت مناسب اضافه شد که توانست به حجم نمونه بهتر و همگون‌تری برسد.
- ۳- دلیل سوم این بود که متآنالیز براساس و استفاده از مقالات و یافته‌های مرکز کاکرین (Cochrane) بوده که در نتیجه با یک استراتژی بسیار محکم تدوین شد.
- ۴- مقالات وارد شده در متآنالیز همگی از کیفیت بالایی برخوردار بودند و CIS مقالات در یک محدوده باریک بوده است.

نقات ضعف و محدودیت‌های متآنالیز فوق شامل موارد زیر است:

- ۱- محدودیت نتایج در اکثر مطالعات، بعنوان مثال فقط ۲ مطالعه ROM را در نظر گرفته بودند.
 - ۲- ناهمگونی نسبی پروتکل‌های درمانی با توجه به پارامترهای لیزر انتخابی، برنامه ریزی نحوه لیزر درمانی و ناهمگون بودن بالای نتایج.
 - ۳- ۳ در ۳ مطالعه، از ورزش درمانی در هر دو گروه شاهد و دارونما استفاده شده بود، ولی ۴ مطالعه دیگر از آن استفاده‌ای نشد که این خود می‌تواند باعث تشدید ناهمگونی مطالعه گردد.
 - ۴- در کشورهای اروپایی و روسیه، LLLT طرفداران زیادی دارد، محدود کردن متآنالیز به مقالات انگلیسی زبان می‌تواند باعث حذف مطالعات به زبان‌های غیر انگلیسی شود.
 - ۵- حجم کم بیماران در متآنالیز انجام شده^۲.
- در سال ۲۰۰۸ یوسفی نورائی و همکارانش یک متآنالیز مشابه مطالعه فوق روی NSLBP انجام دادند که شامل کمردردهای حاد و مزمن می‌شد. در این تحقیق ۷ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت^{۲۱}. مطالعه نورائی نیز فاقد شواهد محکم و کافی جهت اثبات اثربخشی لیزر در کمردردهای حاد و مزمن بود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج بسیاری از مطالعات و متآنالیزهای انجام شده شواهد خوبی در استفاده از LLLT در NSLBP وجود دارد، و درد بیماران را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد، ولی شواهد کافی و

مطمئن برای بهتر شدن عملکرد عضلات و مفاصل ستون فقرات و حرکات ROM کم است.^۲

کاربرد LLLT در استئونکروز فک به دنبال عارضه درمان با بیسفسونات‌ها

عارضه استئونکروز آرواره (B R O N J) Bisphosphonate Related Osteonecrosis Jaw به دنبال

مصرف داروهای متداول در درمان استئوپوروز ایجاد می‌شود.^۲

در درجه اول توجه به بهداشت فک و افزایش مراقبت از بیماری‌های لثه و دندان، باعث پیشگیری و در صورت بروز، کند کردن پیشرفت آن می‌گردد. در سال‌های اخیر استفاده از لیزر برای درمان عارضه فوق، گسترش قابل توجهی یافته است .

برای تشخیص عارضه فوق، سه علامت می‌بایست حتماً وجود داشته باشد :

۱- سابقه مصرف بیسفسونات‌ها

۲- دیدن استخوان برهنه و بدون پوشش لثه در ناحیه ماگزیلوفاشیال که بیش از ۸ هفته تداوم داشته باشد.

۳- عدم سابقه تابش اشعه (رادیوتراپی) ناحیه آرواره در گذشته.

علاوه بر آن، علائم بالینی شامل بوی بد دهان و درد شدید، زخم، آدم، ترشح چرکی و فیستول معمولاً دیده می‌شود.

عارضه فوق به دنبال درمان با بیسفسونات‌های وریدی بیشتر از خوراکی دیده می‌شود .

عوامل مستعد کننده شامل درمان بیش از ۳ سال با داروهای فوق، سن بالا، مصرف همزمان کورتیکواستروئید، دیابت، سابقه بیماری‌های دهان و دندان، بهداشت ضعیف ، سابقه عمل جراحی دندانپزشکی، تروما و نژاد سفید می‌باشد.

همان طوری که می‌دانیم عارضه (BRONJ) منجر به موربیدیتی قابل توجه در بیماران شده، علاوه برآنکه کیفیت زندگی بیماران را تحت تأثیر قرار می‌دهد، درمان آن نیز مشکل است و یک چالش مهم بین دندانپزشکان، جراحان فک و صورت و انکولوژیست‌ها می‌باشد.

استفاده از درمان‌های دارویی، جراحی، حمایتی و درمان‌های ترکیبی (دارویی و جراحی) نتوانسته است نتایج قاطع و مطمئنی برای عارضه فوق ایجاد کند .

علاوه بر اکسیژن هیپرباریک و PRP blood Reach Platlate ، استفاده از انواع مختلف لیزر شامل ، LLLT ، Co₂ ، Argon ، Helium/Neon(He:Ne) ، Nd:YAG همگی با اثرات محرک بیولوژیک



در استخوان، با نتایج امیدوارکننده در درمان BRONJ همراه بوده است. در سال‌های اخیر استفاده از لیزر درمانی به صورت تنها و یا همراه با سایر روش‌های درمانی به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه استفاده از LLLT به عنوان یک درمان مکمل، کاربرد خوبی در درمان عارضه فوق داشته است. این نوع لیزر می‌تواند متابولیسم سلولی را تعدیل نموده، باعث بهبودی زخم شده، درد را نیز کاهش دهد.

استفاده از آن در ترمیم ورژنرسانس استخوان، اخیراً بسیار مورد توجه قرار گرفته است. اثرات تحریک بیولوژیک لیزر، باعث توسعه ماتریکس ارگانیک استخوان و افزایش درمیتوز استئوبلاست‌ها و همچنین پرولیفراسیون و دیفرانسیه شدن آن‌ها می‌گردد. بنابراین سرعت ایجاد و در نتیجه ترمیم استخوان آسیب دیده، افزایش می‌یابد. علاوه بر آن اثرات آنژیوژنیک آن باعث سرعت بخشیدن به پدیده ترمیم می‌گردد. متأسفانه هنوز یک دستورالعمل و پروتکل مبتنی بر شواهد، برای اعمال جراحی دهان و دندان در بیماران مصرف کننده بیسفوسفونات‌ها ارائه نشده است. مطالعه مروری اخیر، تأثیر درمان‌های دارویی و جراحی رایج همراه با لیزر تراپی را در درمان عارضه فوق بررسی کرده است.^{۲۲}

«درمان توأم دارویی و LLLT»

استفاده از درمان توأم آنتی بیوتیک‌ها و LLLT مؤثر می‌باشد و بعضی محققین معتقدند که مکانیسم اثربخشی لیزر، تحریک بیولوژیک در بافت هدف می‌باشد. Vescovi نشان داد که LLLT باعث بهبودی نتیجه درمانی از طریق کاهش التهاب و تسکین درد می‌شود.^{۲۳}

«درمان ترکیبی جراحی و لیزر»

استفاده از لیزر Nd:YAG چه به صورت ترکیبی با جراحی و چه تنها (در کسانی که کاندید خوبی برای جراحی نیستند) پیشنهاد شده است.

«درمان توأم دارویی، جراحی و لیزر»

یک روش بسیار مناسب در درمان است. در مطالعه Vescovi، از ۷ بیماری که از درمان ترکیبی فوق

استفاده کرده بودند ۶ بیمار بهبودی کامل و بیمار هفتم پاسخ نسبی به درمان داد^{۲۴}. در تحقیق مشابه دیگری که باز هم توسط Vescovi انجام شد، در ۴۵ بیماری که مورد درمان قرار گرفتند بهبودی ۸۸/۸٪ دیده شد^{۲۵}. در مطالعه Martin و همکارانش در ۲۲ بیمار مبتلا به کانسر که مبتلا به ONJ شده بودند، در ۱۶ نفر بهبودی دیده شد^{۲۶}. Vescovi اذعان داشت که اضافه کردن LLLT در کسانی که جراحی شده، یا درمان محافظه کارانه گرفته بودند بهتر از درمان هر کدام به تنهایی بوده است. استفاده از جراحی با تهاجم کم به روش بی حسی موضعی، می تواند بافت نکروز را تخلیه کرده، بافت آسیب دیده را بهبود ببخشد و بدنبال آن لیزر می تواند رژنرسانس بافتی و آنژیوژنز را تقویت کند و در نتیجه روند بهبودی با سرعت بیشتر ادامه خواهد یافت. از نظر آماری در مقایسه با جراحی تنها، درمان توأم جراحی و LLLT به طور قابل توجهی موثرتر است.

استفاده از جراحی با لیزر پرتوان به همراه LLLT

یک نوع لیزر پرتوان تحت عنوان Er. YAG برای درمان بافت استخوانی مناسب است و تمایل بالایی برای تأثیرروی بخش معدنی (هیدروکسی اپاتیت) و آب داخل استخوان دارد. لیزر E.r.YAG با برداشتن کامل یا نسبی استخوان مبتلا به نکروز، آسیب کمتری بر بافتهای اطراف آن وارد می کند. استفاده توأم آن با LLLT باعث بهبودی مخاطی کامل در اکثر بیماران در پیگیری طولانی مدت می شود. Vescovi در افراد مبتلا به BRAVN ابتدا به کمک لیزر پرتوان، استخوان نکروتیک را خارج کرده (این نوع لیزر، میکروبها را نیز از بین می برد) و پس از آن بکمک LLLT با تحریک بیولوژیک نسوج نرم و بافتهای استخوانی اطراف آن، توانست ترمیم ضایعه را تسریع کند^{۲۷}.

نتیجه

اگرچه در مورد اثرات تحریک بیولوژیک لیزر توافق کامل وجود ندارد، ولی همانطوریکه اشاره شد درمان توأم آنتی بیوتیک و جراحی با لیزر پرتوان (E.r.VAG) و یا کم توان (LLLT) درمان استاندارد و مؤثر در مراحل اولیه BRONJ می باشد.

علی رغم کاربرد وسیع لیزر در مطالعات انجام شده، بدلیل عدم ثبت دقیق و مستمر متغیرهای بیولوژیک و فیزیکی (شامل نوع لیزر، قدرت خروجی آن، دوره استفاده از آن، فاصله منبع نور لیزر

با بافت هدف) ما را در رسیدن به یک نتیجه‌گیری قطعی و مشخص (در مورد کاربرد لیزر در درمان عارضه فوق) محروم می‌کند.^{۲۲}

اثر بخشی LLLT در تاندونیت های شانه

تاندونیت های روتاتور کاف، شایع‌ترین بیماری مفصل شانه می‌باشد و مطالعات نشان داده است که تنها در ۵۰ درصد بیماران، ظرف یکسال بهبودی دیده می‌شود. علاوه بر درمانهای رایج که شامل مصرف مسکن‌ها، تزریق استروئید و فیزیوتراپی می‌باشد، استفاده از لیزر درمانی نیز در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

در یک متآنالیز بزرگ، ۳۹۵ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و ۳۴۰ مورد حذف شده و ۵۵ مطالعه انتخاب شد. نهایتاً ۱۷ مقاله کنترل شده از جمع مقالات انتخاب شدند.

در نهایت نشان داده شد که به دنبال LLLT چه به صورت مونوتراپی و چه به عنوان ترکیبی با فیزیوتراپی و ورزش باعث کاهش درد و بهبودی حرکات شانه در بیماران می‌شود. البته به صورت تنها (و نه به صورت ترکیبی) روی عملکرد شانه نیز تا حدودی مؤثر است.

در درمان مونوتراپی، اثرات آن مانند آرنج تنیس بازان (اپی کوندیلیت خارجی) بوده است. اضافه شدن به ورزش درمانی می‌تواند عملکرد مفصلی را هم بهبود بخشد. که علت آن کنترل التهاب و از طرفی تحریک مکانیسم‌های ترمیم تاندونی می‌باشد.

در تاندونیت های شانه علاوه بر محدودیت، شدت نیز درد برنامه‌های ورزش درمانی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد.

مطالعه حاضر کامل‌ترین و جدیدترین مطالعه مروری و متآنالیز در کاربرد لیزر در تاندونیت‌های شانه می‌باشد.

از نظر آنالیز کیفی همه مطالعات بررسی شده بجز دو مورد $PEDro\ score > 7$ را کسب کردند. در این مطالعه از لیزر با طول موج ۹۰۴ نانومتر استفاده شد که همان طوری که می‌دانیم مرئی نبوده و این خود تصادفی و دوسو کور بودن مطالعات را تسهیل می‌نمود.^{۲۸}

نتیجه

بر اساس مطالعه فوق میزان بهبودی درد بیماران (بر اساس معیارهای VAS) در صورتی که LLLT به صورت مونوتراپی بکار رفته به میزان ۲۰/۴۱ میلی‌متر، در صورتی که در ترکیب با ورزش ۱۶

میلی‌متر و در صورتی که به عنوان یک روش در بستر یک فیزیوتراپی مولتی‌مودال بکار رود به میزان ۱۲/۸ میلی‌متر، که تمامی موارد فوق نسبت به دارونما از نظر آماری به طور قابل ملاحظه‌ای بهتر و مفیدتر بوده است. ولی بهبودی قابل توجه از نظر آماری در بهبودی عملکرد عضلات و مفصل شانه فقط در مونتراپی با LLLT دیده شد^{۲۸}.

References:

- 1-Chow RT, Johnson MI, Lopes-Martins RA, Bjordal JM. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. *The Lancet*. 2009 Dec 11;374(9705):1897-908.
- 2- Huang Z, Ma J, Chen J, Shen B, Pei F, Kraus VB. The effectiveness of low-level laser therapy for nonspecific chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Arthritis Research & Therapy*. 2015 Dec 15;17(1):1.
- 3- Bjordal JM, Couppe C, Chow RT, et al. Efficacy of laser therapy with location- specific doses for pain from chronic joint disorders. *Australian Journal of Physiotherapy* 49:107-116
- 4-Alves A, Carvalho P, Parente M, et al. Low-level laser therapy in different stages of rheumatoid arthritis: a histological study: *Lasers Med Sci*. 2013; 28:529-536
- 5- Brosseau L, Welch V, Wells GA, de Bie R, Gam A, Harman K, Morin M, Shea B, Tugwell P. Low level laser therapy (Classes I, II and III) for treating rheumatoid arthritis. *The Cochrane Library*. 2005 Jan 1. 4:CD002049
6. Meireles SM, Jones A, Jennings F, Suda AL, Parizotto NA, Natour J. Assessment of the effectiveness of low-level laser therapy on the hands of patients with rheumatoid arthritis: a randomized double-blind controlled trial. *Clinical Rheumatology*. 2010 May 1;29(5):501-9.
- 7-Bálint G, Barabás K, Zeitler Z, Bakos J, Kékesi KA, Pethes A, Nagy E, Lakatos T, Bálint PV, Szekancz Z Ex vivo soft- laser treatment inhibits the synovial expression of vimentin and α - enolase, potential autoantigens in rheumatoid arthritis. *Phys Ther* 2011;91:665–674
- 8- Honmura A, Yanase M, Obata J, Haruki E Therapeutic effect of Ga-Al-As diode laser irradiation on experimentally induced inflammation in rats. *Lasers Surg Med* 1992; 12:441–449.
9. Sandoval MC, Mattiello-Rosa SM, Soares EG, Parizotto NA. Effects of laser on the synovial fluid in the inflammatory process of the knee joint of the rabbit. *Photomedicine and laser surgery*. 2009 Feb 1;27(1):63-9.
- 10 Brauer JA, Gordon Spratt EA, Geronemus RG. Laser therapy in the treatment of connective tissue diseases: a review. *Dermatologic Surgery*. 2014 Jan 1;40(1):1-3.
- 11- Raulin C, Hammes S. Commentary: treatment of cutaneous lupus erythematosus using the pulsed dye laser. *Dermatol Surg* 2011; 37(7):982–84.
- 12 Ciatti S, Varga J, Greenbaum SS. The 585 nm flashlamp- pumped pulsed dye laser for the treatment of telangiectases in patients with scleroderma. *J Am Acad Dermatol* 1996;35(3 Pt 1): 487–88
13. Kineston D, Kwan JM, Uebelhoer NS, Shumaker PR. Use of a fractional ablative 10.6- μ m carbon dioxide laser in the treatment of a morphea-related contracture. *Arch Dermatol* 2011;14 (10):1148- 50
14. Green JJ, Lawrence N, Heymann WR. Generalized ulcerative sarcoidosis induced by therapy with the flashlamp-pumped pulsed dye laser. *Arch Dermatol* 2001;137(4):507–8
- 15 . Z. Huang ,J. Chen, J. Ma ,et al. Effectiveness of low-level laser therapy in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015 September ; 23(9): 1437–1444
16. Stelian J, Gil I, Habet B, Rosenthal M, Abramovici I, Kutok N, Khahil A. Improvement of pain and disability in elderly patients with degenerative osteoarthritis of the knee treated with narrow-band light therapy. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1992 Jan 1;40(1):23-6.

17. Tascioglu F, Armagan O, Tabak Y, Corapci I, Oner C. Low power laser treatment in patients with knee osteoarthritis. *Swiss Med Wkly.* 2004; 134(17–18):254–8.
18. Joensen J, Ovsthus K, Reed RK, Hummelund S, Iversen VV, Lopes-Martins RA, et al. Skin penetration time-profiles for continuous 810 nm and Superpulsed 904 nm lasers in a rat model. *Photomed Laser Surg.* 2012; 30(12):688–94. [PubMed: 23025702]
19. King PR. Low level laser therapy: a review. *Lasers Med Sci.* 1989; 4(3):141–50
- 20- Conti PC. Low level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders (TMD): a double-blind pilot study. *Cranio.* 1997; 15(2):144–9. [PubMed: 9586517]
- 21- Yousefi-Nooraie R, Schonstein E, Heidari K, Rashidian A, Penneck V, Akbari-Kamrani M, et al. Low level laser therapy for nonspecific low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008:CD00510.
- 22- Weber JB, Camilotti RS, Ponte ME. Efficacy of laser therapy in the management of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw (BRONJ): a systematic review. *Lasers in medical science.* 2016 Mar 30:1-2.
- 23-. Vescovi P, Merigo E, Manfredi M, Meleti M, Fornaini C, Nammour S Surgical approach and laser applications in BRONJ osteoporotic and cancer patients. *J Osteoporos* 2012;1–8
24. Vescovi P, Merigo E, Manfredi M, Meleti M, Fornaini C, Bonanini M, Rocca JP, Nammour S (2007) Nd:YAG laser biostimulation of bisphosphonate-associated necrosis of the jawbone with and with-out surgical treatment. *Br J Oral Maxillofac Surg* 45(8):628–32
25. Vescovi P, Manfredi M, Merigo E, Guidotti R, Meleti M, Pedrazzi G et al Early surgical laser-assisted management of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws (BRONJ): a retrospective analysis of 101 treated sites with long-term follow-up. *Photomed Laser Surg.* 2012; 30(1):5–13
26. Martins MA, Martins MD, Lascala CA, Curi MM, Migliorati CA, Tennis CA, Marques MM. Association of laser phototherapy with PRP improves healing of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws in cancer patients: a preliminary study. *Oral oncology.* 2012 Jan 31;48(1):79-84.
27. Vescovi P, Manfredi M, Merigo E, Meleti M, Fornaini C, Rocca JP et al Surgical approach with Er:YAG laser on osteonecrosis of the jaws (ONJ) in patients under bisphosphonate therapy (BPT). *Lasers Med Sci* 2010;25(1):101–13
- 28- Haslerud S, Magnussen H L, Joensen J et al. The efficacy of Low-Level Laser Therapy for Shoulder Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials . *Physiother. Res. Int.* 2015;20:108–125

درمان با امواج اولتراسوند

دکتر اصغر حاجی عباسی

مقدمه

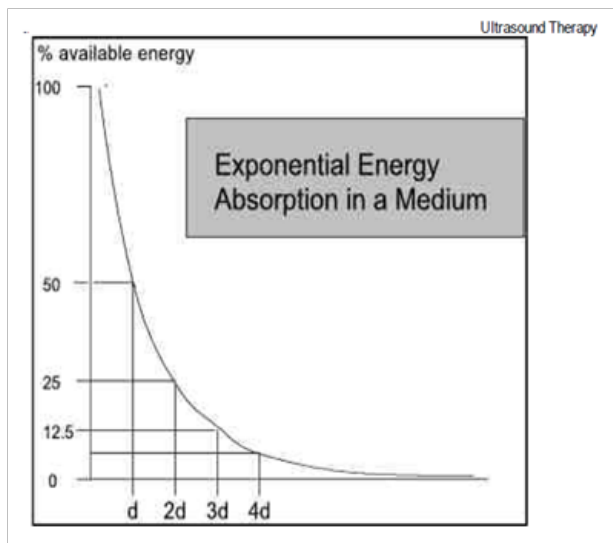
اولتراسوند نوعی انرژی مکانیکال است، که هم کاربرد تشخیصی و هم درمانی دارد. فرکانس امواج اولتراسوند با کاربرد تشخیصی، بین ۳ تا ۲۵ مگاهرتز می‌باشد که در آن اثرات گرمایشی و بیولوژیک در حد قابل اغمازی است. برخلاف امواج اولتراسوند استفاده شده برای کاربردهای تشخیصی، در مصارف درمانی، از این امواج، یا در مدت طولانی‌تر، یا به شکل غیر متمرکز و با شدت بیشتر، و یا به شکل متمرکز استفاده می‌شود^۱.

نخستین بار در دهه‌ی سوم قرن بیستم از این امواج با اهداف درمانی استفاده شد. در دهه‌های بعدی در درمان بیماری منییر (۱۹۵۴)، پارکینسون (۱۹۶۳)، برای فیزیوتراپی (۱۹۷۷) و برای درمان کانسر (۱۹۷۹) اولتراسوند مورد استفاده قرار گرفت. امروزه محققین همچنان به دنبال کشف کاربردهای دیگر آن و نیز بررسی safety این روش می‌باشند^۲.

اولتراسوند منجر به نوسان ملکول‌ها حول یک نقطه‌ی ثابت شده (نه منجر به حرکت موجی شکل آنها) و این افزایش نوسان ملکول‌ها منجر به تولید گرما می‌شود، اگرچه اولتراسوند تاثیرات دیگری

هم بر بافت‌ها می‌گذارد که می‌تواند همزمان فاقد اثرات گرمایشی چشمگیری باشد (نظیر Shock Pulsed wave).

انرژی مکانیکال امواج اولتراسوند حین عبور از بافت‌ها کاسته می‌شود^۳. میزان جذب انرژی بر حسب نوع بافت‌ها و دوز امواج اولتراسوند است. برای اثر بخشی اولتراسوند جذب بافتی، که الگوی expo-nential دارد، می‌باید صورت بگیرد (تصویر شماره ۱)، بدان معنی که در بافت‌های سطحی حداکثر میزان جذب رخ می‌دهد. نفوذ exponential امواج اولتراسوند باعث می‌شود نتوان نقطه‌ای را تعیین کرد که تمام انرژی ناشی از امواج در آن متمرکز باشد اما می‌توان نقطه‌ای را که اولتراسوند فاقد اثر درمانی است مشخص نمود^۱.



(تصویر شماره ۱ - الگوی جذب امواج اولتراسوند در بافت‌ها)

Half Value Depth فاصله‌ای است که انرژی منتقل شده به آن، نیمی از انرژی منتقل شده به بافت سطحی است (جدول شماره ۱)، بافت‌هایی که پروتئین بیشتری دارند، بیشتر امواج را جذب می‌کنند و بافت‌هایی که دارای آب بیشتری می‌باشند انرژی را بیشتر از خود عبور می‌دهند^۱. در عمل اگر نگوئیم که غیر ممکن است، اما قطعاً باید گفت که دشوار است که در هر بیمار ضخامت بافت‌های بدن مشخص گردد. به طور کلی گفته می‌شود HVD امواج ۱ مگاهرتز ۱ سانتی‌متر و امواج ۳ مگاهرتز ۲ سانتی‌متر است. اگرچه این اعداد مورد توافق همگانی نیست و مطالعات نشان داده‌اند

که اعداد واقعی می‌یابد به طور بارزی کوچک‌تر از این اعداد باشند^۱.

	1MHz	3MHz
عضله	9 mm	3 mm
چربی	50 mm	16.5 mm
تاندون	6.2 mm	2 mm

(جدول شماره ۱ - half value Depth بافت‌های بدن)

همانگونه که بدان اشاره شد، انرژی اولتراسوند می‌تواند تغییرات بیولوژیک متعددی ایجاد کند (جدول شماره-۲)^۲ که بر حسب مشخصه‌های امواج آن یعنی فرکانس، قدرت، تمرکز، پیوسته متفاوت بوده و شامل اثرات بیولوژیک اولیه نظیر تولید گرما (گرمای ملایم، coagulative necrosis، tissue vaporization و یا هر سه)، gas body activation، cavitation، اثرات فشاری، کشش بافتی، ایجاد برش و اثرات بیولوژیک ثانویه نظیر vasoconstriction، ایسکمی، extravasation، immune response می‌باشد^۲.

THERMAL	NONTHERMAL	MIXED
<ul style="list-style-type: none"> • Physical therapy • Hyperthermia 	<ul style="list-style-type: none"> • Extracorporeal Shock Wave³ • Intracorporeal lithotripsy 	<ul style="list-style-type: none"> • Catheter Based Ultrasound¹
<ul style="list-style-type: none"> • High Intensity Focused Ultrasound⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • Kilohertz-Frequency Ultrasound Devices⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> • Skin Permeabilization
		<ul style="list-style-type: none"> • Low Intensity Pulsed Ultrasound*²

(جدول شماره ۲- انواع اولتراسوند براساس مکانیسم اثر)

۱- برای درمان Deep Vein Thrombosis و رساندن داروهای ترومبولیتیک به ترومبوز عروق کاربرد دارد.

۲. LIPUS یا Low Intensity Pulsed Ultrasound این نوع از سونوگرافی دارای مشخصات یک سونوگرافی تشخیصی است با فرکانس ۱,۵ مگاهرتز و 30 mW/cm² spatial average



temporal average intensity

۳. در Extracorporeal Shock Wave یا ESWT ، پالس‌های قوی با فرکانس کم ارسال می‌شود. این متد در ابتدا فقط برای درمان سنگ کلیه مورد استفاده قرار می‌گرفت اما در حال حاضر در درمان بیماری‌های عضلانی اسکلتی هم کاربرد دارد. Shock wave پالس‌های فشاری سه محوره‌ای هستند که مدتشان کمتر از میکروثانیه است. این امواج در ناحیه‌ی ۲ تا ۸ میلیمتری متمرکز می‌شوند تا بیشترین اثر را در بافت هدف داشته باشند و بعلاوه بافت‌های اطراف از اثرات ناخواسته آن ایمن باشند. اگرچه اجماعی بر تقسیم بندی ESWT به low energy و high energy وجود ندارد اما این تقسیم بندی بر اساس Energy Flux Density یا EFD انجام می‌شود (Low energy ESWT دارای EFD کمتر و یا مساوی ۰/۱۲ می‌باشد). در برخی مطالعات به جای low energy ESWT از عبارت Radial Pulse Therapy یا RPT استفاده می‌شود. مکانیسم پیشنهادی ESWT بر سیستم عضلانی اسکلتی عبارتست از اثر بر کلسیفیکاسیون های بافتی، cavitation در سلول‌ها، تغییر نفوذپذیری غشا سلولی، تأثیر بر رسپتور درد از طریق hyperstimulation و بلوک کردن مکانیسم control Gate^۴.

۴. در جراحی‌های جنرال یا پیشرفته برای برش بافتی و یا برقراری هموستاز کاربرد دارد.

۵. جهت thermal ablation بافت‌ها کاربرد دارد.

بر اساس "پزشکی مبتنی بر شواهد" (Evidence Based Medicine: EBM) که جهت حل مشکلات بالینی بنیان گذاری شده است، سطح شواهد به دست آمده از مطالعات را می‌توان به ۵ سطح تقسیم بندی کرد^۵.

در مطالعاتی که جهت بررسی سودمندی یک مداخله در درمان یک بیماری (Treatment Bene-fits Studies) انجام می‌گیرد، سطح بندی مطالعات به شرح زیر است^۶.

۱. سطح ۱: مرورسیستماتیک کارآزمایی های بالینی ، کارآزمایی های n از یک^{۱۶}

۲. سطح ۲: کارآزمایی های بالینی، مطالعات مشاهده‌ای که اثرات دراماتیکی را نشان دادند

۳. سطح ۳: کوهورت های تصادفی نشده، مطالعات طولی (Study follow up)

۱۶- کارآزمایی‌های n از (1 N of 1 Trial) در پزشکی عبارتست از چندین Cross Over Trial در یک بیمار. این Cross Over Trials

ها ، معمولاً randomized و blind شده هستند^۷. N Of 1.

۴. سطح ۴: Case series، مطالعات مورد شاهدهی، Historically controlled studies

۵. سطح ۵: Mechanism based reasoning

کاربرد اولتراسونوگرافی در بیماری‌های عضلانی اسکلتی:

در این بخش ما به ارائه شواهد موجود در خصوص فواید درمانی اولتراسوند شامل مطالعات مرورسیستماتیک و متآنالیز خواهیم پرداخت. البته در صورت فقدان این مطالعات که بالاترین سطح شواهد را در مطالعات بررسی سودمندی مداخلات دارد (سطح ۱)، شواهد به دست آمده از کارآزمایی‌های بالینی ارائه خواهد شد.

۱- استئوآرتریت:

sanchaze و همکاران^۸ برای رسیدن به پاسخ این سؤال که آیا استفاده از اولتراسوند می‌تواند به کاهش درد، بهبود عملکرد بیمار، کاهش شدت بیماری از نظر بیمارکمک کند، مطالعه مرورسیستماتیک و متآنالیزی را انجام دادند و در سال ۲۰۱۰ نتایج آن را در ژورنال Osteoarthritis & Cartilage منتشر کردند. نتایج این مطالعه که از آنالیز داده‌های ۳۷۸ بیمار مبتلا به استئوآرتریت زانو به دست آمده بود، حاکی از آن بود که اگرچه به نظر می‌رسد استفاده از اولتراسوند منجر به کاهش درد و بهبود عملکرد مبتلایان به اولتراسوند می‌گردد، اما هنوز به مطالعات اولیه‌ی بیشتری برای نتیجه‌گیری قطعی نیاز است. یک مرورسیستماتیک و متآنالیز دیگر هم توسط Rutjes و همکاران^۹ به منظور مقایسه‌ی تأثیر اولترا سوند با، شم یا درمان‌های غیر اختصاصی، در کاهش درد و عملکرد مبتلایان به استئوآرتریت زانو یا لگن به انجام رسید. نتایج این مطالعه در سال ۲۰۱۰ در Cochrane به چاپ رسید. این محققین به این نتیجه رسیدند که شواهد موجود به نفع کاربرد اولتراسوند در درمان استئوآرتریت زانو یا لگن جهت بهبود درد و عملکرد بیماران قوی نبوده و نیاز به طراحی مطالعات اولیه با کیفیت بالا می‌باشد. cakil و همکاران^{۱۰} برای مقایسه تأثیر پالس اولتراسوند، اولتراسوند پیوسته باشم در درمان استئوآرتریت زانو کارآزمایی بالینی دوسوکوری را طراحی نمودند. هر سه گروه تحت ورزش درمانی قرار گرفتند. پیامدهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه عبارت بودند از subscale درد، خشکی صبحگاهی و عملکرد ابزار WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis) در سال ۲۰۱۴ در ژورنال Am

J Phys Med Rehabil به چاپ رسید حاکی از آن بوده است که اگرچه درد و عملکرد بیماران در همه گروه‌ها به طور معنا داری بهبود یافت، اما بین سه گروه از نظر پیامدهای مذکور تفاوت معنا داری وجود نداشت، فقط در انتهای درمان، میانگین درصد کاهش درد در گروه تحت درمان با اولتراسوند پیوسته به طور معنا داری بیشتر از گروه دریافت کننده درمانش بود (۴۶٫۵٪ در برابر ۲۸٫۹٪).

دو سال بعد، برای مقایسه اثر اولتراسوند با شم یا یک مداخله غیراختصاصی بر درد و عملکرد مبتلایان به استئوآرتریت زانو و بررسی safety این روش درمانی، zeng و همکاران^{۱۱} مرورسیستماتیک و متآنالیزی را انجام دادند که نتایج آن در اکتبر سال ۲۰۱۶ در ژورنال Clin Rehabil منتشر شد. در این مطالعه داده‌های ۶۴۵ بیمار از ده کارآزمایی بالینی مورد آنالیز قرار گرفت. شواهد به دست آمده حاکی از آن بود که اولتراسوند در کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران مؤثر بوده و روشی ایمن است. Jia و همکاران^{۱۲} کارآزمایی بالینی‌ای را با هدف بررسی تأثیر پالس اولتراسوند متمرکز با شدت پائین (Focused Low intensity Pulsed Ultrasound یا Focused LIPUS) بر درد و عملکرد بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو به انجام رساندند و نتایج آنرا در سال ۲۰۱۶ در ژورنال Sci Report منتشر کردند. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که Focused LIPUS مدالیته‌ی درمانی ایمن و موثری برای کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران است.

ظفدل و همکاران^{۱۳} برای بررسی تأثیر اولتراسوند مداوم و پالس در درمان بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو، مرور سیستماتیک و متآنالیزی انجام دادند که نتایج آن در سال ۲۰۱۴ در ژورنال Osteoarthritis & Cartilage به چاپ رسید. یافته‌های آن‌ها پس از بررسی داده‌های به دست آمده از ۸۱۵ بیمار مبتلا به استئوآرتریت زانو حاکی از آن بود که الف- بیماران که پالس اولتراسوند دریافت کنند در مقایسه با بیماران گروه کنترل بهبود بیشتری در درد و عملکرد خواهند داشت. ب- اولتراسوند پیوسته را فقط می‌توان به عنوان کاهنده درد در روند درمانی مبتلایان به استئوآرتریت زانو در نظر گرفت. ج- هیچ یک از انواع اولتراسوند (پالس یا پیوسته) برای مبتلایان به استئوآرتریت زانو خطرناک نمی‌باشد.

۲.الف. Distraction Osteogenesis (DO)

بر اساس مطالعات حیوانی، کاربرد LIPUS برای DO روشی درمانی برای درمان نقص‌های استخوانی در استخوان‌های بلند^{۱۴} نتایج امید بخشی در بر داشته است و برای پاسخ صحیح به این سؤال که آیا DO در درمان نقص‌های استخوانی مؤثر است یا خیر، نیاز به مطالعات بیشتری است. Raza و همکاران^{۱۵} برای بررسی کاربرد LIPUS برای DO مروری سیستماتیک و متاآنالیزی به انجام رساندند که نتایج آن را در سال ۲۰۱۶ منتشر کردند. در ۴ کارآزمایی بالینی کاربرد LIPUS در Tibial DO و در یک مطالعه در Mandible DO مورد ارزیابی قرار گرفته بود. شواهد به دست آمده نشان دادند که ممکن است پالس اولتراسوند منجر به کوتاه شدن مدت درمان شود، با وجود risk of bias متوسط تا بالا در مطالعات اولیه‌ی وارد شده به این مروری سیستماتیک و متاآنالیز، این یافته می‌یابد با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد.

۲.ب. شکستگی

در سال ۲۰۰۰ کاربرد LIPUS برای درمان nonunion توسط FDA مورد تأیید قرار گرفت. در سال ۲۰۱۴ Griffin و همکاران^{۱۶} برای Update مروری سیستماتیک و متاآنالیزی که در سال ۲۰۱۲^{۱۷} انجام شده بود، بررسی متونی را آغاز کردند و نتایج آن در Cochrane به چاپ رسید، اما دریافتند که در این فاصله مطالعاتی انجام نشده است. این محققین پیشنهاد کردند که اگرچه نمی‌توان فواید اولتراسوند در درمان شکستگی‌های حاد بزرگسالان را نادیده گرفت، اما به علت شواهد هتروژن و ناکافی‌ای که در این زمینه موجود است، نمی‌توان آن را به طور روتین در درمان شکستگی‌های حاد بالغین استفاده کرد و می‌بایست مطالعات اولیه‌ی بیشتری در این زمینه صورت گیرد. Patel و همکاران^{۱۸} در کارآزمایی بالینی‌ای که نتایج آن در سال ۲۰۱۵ منتشر گردید به بررسی تأثیر اولتراسوند بر بهبود شکستگی‌های جدید و مینور فک باجانبائی ناچیزی پرداختند. شواهد به دست آمده حاکی از آن بود که این روش درمانی منجر به تسریع بهبودی این نوع شکستگی می‌گردد.

۲.ج. تراکم استخوان

ozdmir و همکاران^{۱۹} برای بررسی تأثیر اولتراسوند بر تراکم استخوان به بررسی رتروسپکتیو پرونده ۱۶۱۰ بیمار مراجعه کننده به درمانگاه استئوپوروز پرداختند. از این تعداد ۳۶ بیمار طی ۵ سال گذشته، حداقل دوبار تحت درمان با اولتراسوند قرار گرفته بودند. این افراد هیچ درمان دیگری قبل و طی درمان با اولتراسوند برای استئوپوروز دریافت نکرده بودند. تراکم استخوان این افراد با ۳۸ بیمار که آن‌ها هم تا کنون هیچ درمانی برای استئوپوروز دریافت نکرده بودند، مقایسه گردید. نتایج این مطالعه که در ژورنال Rheumatol Int در سال ۲۰۰۸ منتشر گردید، نشان داد که تراکم استخوان این دو گروه با هم تفاوت معنا داری نداشت، اما این روش درمانی به طور معناداری دردهای اسکلتال بیماران را کاهش و توانائی آن‌ها در انجام فعالیت‌های ورزشی را افزایش داده بود.

۳ - Low back pain (LBP)

برای پاسخ به این سؤال که آیا اولتراسوند روش مؤثر و ایمنی در درمان مبتلایان به LBP می‌باشد، Ebadi و همکاران^{۲۰} مروریسیستماتیک و متاآنالیزی را به انجام رساندند که نتایج آن در سال ۲۰۱۴ در Cochrane به چاپ رسید. داده‌های مربوط به ۳۶۲ بیمار مورد آنالیز قرار گرفت. نتایجی که این محققین اعلام داشتند به این شرح است که اگرچه شواهدی مبنی بر اینکه اولتراسوند دارای اثرات درمانی کوچک و کوتاه مدتی بر بهبود عملکرد مبتلایان به LBP است موجود می‌باشد، اما اولاً احتمالاً این میزان از سودمندی اهمیت بالینی ندارد و ثانیاً مطالعات انجام شده کیفیت بالا و حجم نمونه کافی ندارند. لذا برای نتیجه گیری درست می‌باید در آینده مطالعات با کیفیت و حجم نمونه کافی طراحی و اجرا شوند.

۴ - تاندینوپاتی پاتلا یا Jamper 's Knee

کارآزمایی‌های بالینی متعددی جهت بررسی تأثیر ESWT در درمان تاندینوپاتی پاتلا یا Jamper 's Knee به انجام رسیده‌اند. میزان موفقیت گزارش شده در این مطالعات بین ۷۳.۵٪ تا ۸۷.۵٪ بوده است^{۲۱-۲۴}.

۵- پیچ خوردگی حاد مچ پا^{۲۵}:

Verhagen EA و همکاران جهت ارزیابی کاربرد اولتراسوند در درمان پیچ خوردگی حاد مچ پا مرور

سیستماتیک و متآنالیزی انجام دادند که نتایج آن در سال ۲۰۱۳ در ژورنال Clin J Spor Med. به چاپ رسید. در این مطالعه داده‌های مربوط به ۶۰۶ بیمار مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که اولتراسوند اثر سودمند ناچیزی بر بهبود درد یا توانایی weight bearing ایجاد می‌کند. پیگیری این بیماران به مدت ۲ تا ۴ هفته نشان داد که اکثر شرکت کنندگان بدون مداخله نیز بهبود خواهند یافت.

۶- درد پاشنه^{۲۶}:

هرچند در کارآزمایی بالینی کرافولد و همکاران میزان بهبود بالینی در گروه تحت درمان با اولتراسوند بیشتر از گروه پلاسبو بود اما این تفاوت از نظر بالینی معنادار نبود. مطالعات متعددی به بررسی تأثیر ESWT در درمان فاشییت پلانتار پرداخته‌اند. نتایج بسیاری از این مطالعات حاکی از این بوده که این روش مؤثر و دارای success rate بین ۳۴٪ تا ۸۸٪ می‌باشد. البته در مطالعات کمی نیز نتایج متفاوتی اخذ شده، مبنی بر اینکه این روش درمانی مؤثر نمی‌باشد (۳، ۲۷-۴۰)، که در ادامه به تعدادی از این مطالعات اولیه اشاره می‌کنیم. در مطالعه Weil و همکاران مشاهده گردید که عملکرد بیماران بعد از درمان جراحی (فاسیاتومی پلانتار) قابل مقایسه با عملکردشان بعد از ESWT بوده است، علاوه بر اینکه در ESWT بیماران درد جراحی را تجربه نمی‌کنند^{۳۷}. در مطالعه Greve و همکاران مشاهده گردید که، اگرچه فیزیوتراپی نتایج قابل مقایسه با ESWT داشته اما نیاز به زمان بیشتری داشته، و سهولت ESWT را ندارد^{۴۱}. در مطالعه Haake و همکاران، محققین مشاهده کردند که اگرچه تزریق کورتیکواستروئید اثرات درمانی کوتاه مدت بهتری از ESWT داشته است، اما در دراز مدت ESWT نتایج بهتری را در بر داشته است^{۳۸}. عوارض ESWT ناچیز بوده و قابل اغماض است. این عوارض شامل قرمزی موضعی، اکیموز، هماتوم کوچک و میگرن می‌باشد^{۴۲}.

در مرور سیستماتیکی که در سال ۲۰۱۴ در ژورنال BMJ به چاپ رسید^۴ Speed به بررسی کاربرد ESWT در بیماری‌های بافت نرم پرداخت، وی اعلام داشت که ESWT متمرکز، در درمان فاشییت پلانتار مؤثر است. شواهدی که برضد کاربرد نوع متمرکز و با دوز پایین ESWT موجودند، دارای کیفیت پائینی هستند.

Dizon و همکاران^{۴۳} برای پاسخ به این سؤال که آیا ESWT در درمان مبتلایان به فاشییت پلانتار مزمن موثر است یا خیر؟ یک مرور سیستماتیک و متآنالیز انجام دادند. داده‌های ۱۲ کارآزمایی بالینی

که کیفیت بالائی داشتند وارد این مرورسیستماتیک و متآنالیز شدند. این محققین نتیجه گرفتند که استفاده از ESWT با شدت متوسط یا بالا در درمان فاسئیت پلانتار مزمن مؤثر است.

۷- درد تاندون آشیل^{۲۶،۴۴،۴۷}:

مطالعات متعددی جهت بررسی اثرات ESWT در درمان تاندینوپاتی آشیل انجام گردیده که اکثر آن‌ها حاکی از اثرات مثبت این روش درمانی بودند اما در حال حاضر این شواهد قوی نیست.

۸- تاندینیت کلسیفیه شانه^{۴۲}

بر اساس بررسی‌های ما تاکنون مرورسیستماتیک و متآنالیزی برای تعیین تأثیر اولتراسوند، نوع ESWT، در درمان تاندینیت کلسیفیه شانه انجام نشده است. در کارآزمایی‌های بالینی انجام شده، میزان موفقیت ESWT در درمان تاندینیت کلسیفیه شانه بین ۷۸٪ تا ۹۱٪ گزارش شده است.

۹- تاندینوپاتی روتاتور کاف:

Desmeules و همکاران^{۴۸} به بررسی تاثیر اولتراسوند در درمان تاندینوپاتی روتاتور کاف پرداختند. این محققین مرورسیستماتیک و متآنالیزی انجام دادند که نتایج آن در سال ۲۰۱۵ به شرح زیر در ژورنال Phys Ther Sport به چاپ رسید: اولتراسوند با پلاسبو از نظر کاهش درد و بهبود عملکرد تفاوتی ندارد. بیمارانی که همزمان از ورزش و اولتراسوند استفاده می‌کنند در مقایسه با بیمارانی که تنها از ورزش بعنوان روش درمانی استفاده می‌کنند، بهبود بیشتری در درد و عملکرد را تجربه نمی‌کنند. درمان با لیزر در مقایسه با درمان با اولتراسوند کاهش بیشتری در درد بیمارانی ایجاد نمی‌کند. از آنجائی که این شواهد قدرت پائین تا متوسطی دارد، لذا مطالعات بیشتری در این زمینه ضرورت دارد.

Analan و همکاران^{۴۹} کارآزمایی بالینی دوسوکور با گروه کنترل، به بررسی اثر اولتراسوند در درمان تاندینوپاتی روتاتور کاف پرداختند. بیمارانی به دو گروه ۱۱ نفره تقسیم شدند، هر دو گروه تحت برنامه درمانی‌ای شامل Hot pack، Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation، و ورزش درمانی قرار گرفتند، یک گروه اولتراسوند و گروه دیگرشم اولتراسوند دریافت نمودند. نتایج حاکی از آن بود که افزودن اولتراسوند به برنامه درمانی این بیمارانی، سبب بهبود بیشتری در این بیمارانی نمی‌گردد.

۱۰- اپی کوندیلیت خارجی

بر اساس بررسی‌های ما، مرورسیستماتیک و متاآنالیزی که در سال ۲۰۰۵ توسط Stasinopoulos و همکاران^{۵۰} انجام شده تا کنون Update نگردیده است. بر اساس نتایج آن مطالعه، شواهد موجود مبنی بر مؤثر بودن ESWT در درمان اپی کوندیلیت خارجی متناقض بوده و برای تصمیم‌گیری در خصوص اثربخشی این روش، به کارآزمایی‌های بالینی بیشتری نیاز است. در چندین کارآزمایی بالینی که در این زمینه به انجام رسیده است^{۴۲،۵۱،۵۸}، نشان داده شد که ESWT روشی موفق در درمان اپی کوندیلیت خارجی است (success rate برابر با ۶۸٪ تا ۹۱٪). تعداد مطالعاتی که نشان داده‌اند این روش درمانی بی‌اثر بوده یا اثری معادل پلاسبو دارد، ناچیز است.

۱۱- سندرم تونل کارپ^{۵۹}

Page و همکاران نظراتشان را در مورد کاربرد اولتراسوند در درمان سندرم تونل کارپ در مرور سیستماتیک و متاآنالیزی که در Cochrane منتشر کرده‌اند، بیان داشتند. این محققین داده‌های ۴۱۴ بیمار را مورد آنالیز قرار داده و نظرشان را اینگونه اعلام داشتند: بر اساس مطالعاتی که تاکنون در این زمینه انجام شده است، به نظر می‌رسد تأثیر اولتراسوند بر بهبود علائم کوتاه مدت و دراز مدت سندرم تونل کارپ از پلاسبو بیشتر است. هرچند شواهد موجود دارای کیفیت پائینی می‌باشند. بعلاوه شواهد کافی وجود ندارد که بتوان گفت نوعی از اولتراسوند بر نوع دیگری از آن ارجح باشد، یا اینکه کاربرد همزمان اولتراسوند یا سایر روش‌های درمانی نظیر splinting، ورزش یا داروی خوراکی مفید باشد.

۱۲- Trigger point sensitivity (TPS)

Srbely و همکاران^{۶۰} در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۷ به یافته جالبی در خصوص کاربرد اولتراسوند در درمان trigger points دست یافتند. این محققین اعلام کردند که استفاده از اولتراسوند TPS را برای مدتی می‌کاهد (کوتاه مدت) و پیشنهاد کردند که، شاید اولتراسوند روش مفیدی در درمان و مراقبت از بیماران مبتلا به TPS باشد.

از آن تاریخ به بعد، مطالعات دیگری هم در این زمینه توسط Draper (۲۰۱۰)، اولان (۲۰۱۱)، صراف زاده (۲۰۱۲)، مانکا (۲۰۱۴) و Morishita (۲۰۱۴) انجام گردید. در جدیدترین مطالعه در

این زمینه Morishita و همکاران^{۶۱} نشان داده شد که اثر اولتراسوند بر range of motion تا ۲۰ دقیقه پس از مداخله ادامه می‌یابد.

۱۳- آرتريت روماتوئيد^{۶۲}:

اینکه آیا استفاده از اولتراسوند منجر به کاهش فعالیت آرتريت روماتوئيد (subjective) و یا (objective) می‌شود، سوالی است که Casimiro و همکاران در مرورسیستماتیک و متآنالیزشان که در سال ۲۰۰۲ در Cochrane به چاپ رسید بدان پرداختند. این محققین یافته‌های خود را به شرح زیر منتشر کردند: استفاده همزمان از اولتراسوند و سایر مدالیت‌های درمانی شامل ورزش، faradic current and wax bath, را نمی‌توان توصیه نمود. اگرچه این روش به تنهایی می‌تواند grip strength دست‌ها را بیفزاید و تا حدی dorsal flexion مچ دست‌ها را کاهش داده، خشکی صبحگاهی را بهبود بخشد، از تعداد مفاصل متورم بکاهد و نیز تعداد مفاصل دردناک را کاهش دهد. البته شایان ذکر است که این شواهد به علت کیفیت پائین مطالعات اولیه، تعداد کم آن‌ها و حجم نمونه پائین آنها می‌یابد با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس دانش ما از آن تاریخ به بعد هیچ مطالعه اولیه یا ثانویه‌ای جهت بررسی تأثیر درمانی اولتراسوند در مبتلایان به آرتريت روماتوئيد به انجام نرسیده است.

نتیجه گیری:

در روماتولوژی، اولتراسوند علاوه بر کاربرد تشخیصی، دارای کاربردهای درمانی متعددی می‌باشد. مطالعات متعددی که در این زمینه به انجام رسیده است و بیشترین آن‌ها در زمینه کاربرد درمانی اولتراسوند در استئوآرتريت و بیماری‌های پره آرتیکولار بوده، حاکی از نتایج امید بخشی در این زمینه هستند اما متأسفانه، اغلب این مطالعات کیفیت بالایی ندارند. لذا برای تصمیم‌گیری در مورد کاربرد درمانی اولتراسوند در روماتولوژی، می‌باید کارآزمایی‌های بالینی با کیفیت بالا و متعاقب آن مطالعات مرور سیستماتیک و متآنالیز انجام گیرد.

References:

1. Electrotherapy on the Web. Ultrasound Therapy. 2016. Available from: <http://www.electrotherapy.org/modality/ultrasound-therapy>
2. Miller DL, Smith NB, Bailey MR, Czarnota GJ, Hynynen K, Makin IR. Overview of Therapeutic Ultrasound Applications and Safety Considerations. *Journal of Ultrasound in Medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*. 2012;31(4):623-34.
3. Gerdesmeyer L, Frey C, Vester J, Maier M, Weil L, Jr., Weil L, Sr., et al. Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy is Safe and Effective in the Treatment of Chronic Recalcitrant Plantar Fasciitis: Results of a Confirmatory Randomized Placebo-Controlled Multicenter Study. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(11):2100-9.
4. Speed C. A Systematic Review of Shockwave Therapies in Soft Tissue Conditions: Focusing on the Evidence. *British journal of sports medicine*. 2014;48(21):1538-42
5. OCEBM Levels of Evidence Working Group. "The Oxford 2011 Levels of Evidence". Available from: <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>
6. Gordon Guyatt, Brian Haynes, Roman Jaeschke, Maureen O. Meade, Mark Wilson, Victor Montori, and Scott Richardson. The Philosophy Of Evidence-Based Medicine. In: Guyatt G, Rennie D, Meade MO, Cook DJ. *Users' guides to the medical literature: a manual for evidence-based clinical practice*. Chicago, IL: AMA press; 2008. pp: 9-16
7. Richard L. Kravitz, Naihua Duan, Sunita Vohra, Jiang Li. Introduction to N-of-1 Trials: Indications and Barriers. In: Kravitz RL, Duan N. *Design and Implementation of N-of-1 Trials: a user's guide*. Agency for healthcare research and quality, US Department of Health and Human Services. 2014 . pp: 1-11
8. Loyola-Sanchez A, Richardson J, MacIntyre NJ. Efficacy of Ultrasound Therapy for the Management of Knee Osteoarthritis: a Systematic Review with Meta-Analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2010;18(9):1117-26
9. Rutjes AW, Nuesch E, Sterchi R, Juni P. Therapeutic ultrasound for osteoarthritis of the knee or hip. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2010(1):CD003132.
10. Cakir S, Hegguler S, Ozturk C, Korkmaz M, Isleten B, Atamaz FC. Efficacy of therapeutic ultrasound for the management of knee osteoarthritis: a randomized, controlled, and double-blind study. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2014;93(5):405-12.
11. Zhang C, Xie Y, Luo X, Ji Q, Lu C, He C, et al. Effects of therapeutic ultrasound on pain, physical functions and safety outcomes in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*. 2016;30(10):960-71.
12. Jia L, Wang Y, Chen J, Chen W. Efficacy of focused low-intensity pulsed ultrasound therapy for the management of knee osteoarthritis: a randomized, double blind, placebo-controlled trial. *Scientific reports*. 2016;6:35453.
13. Zeng C, Li H, Yang T, Deng Zh, Yang Y, Zhang Y, et al. Effectiveness of continuous and pulsed ultrasound for the management of knee osteoarthritis: a systematic review and network meta-analysis. *Osteoarthritis and cartilage*. 2014;22(8):1090-9.
14. contributors W. Distraction osteogenesis. 2016. Available in: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Distraction_osteogenesis&oldid=754028392.
15. Raza H, Saltaji H, Kaur H, Flores-Mir C, El-Bialy T. Effect of Low-Intensity Pulsed Ultrasound

- on Distraction Osteogenesis Treatment Time: A Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*. 2016;35(2):349-58.
16. Griffin XL, Parsons N, Costa ML, Metcalfe D. Ultrasound and shockwave therapy for acute fractures in adults. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2014(6):Cd008579.
 17. Griffin XL, Smith N, Parsons N, Costa ML. Ultrasound and shockwave therapy for acute fractures in adults. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2012(2):Cd008579.
 18. Patel K, Kumar S, Kathiriya N, Madan S, Shah A, Venkataraghavan K, et al. An Evaluation of the Effect of Therapeutic Ultrasound on Healing of Mandibular Fracture. *Craniofacial trauma & reconstruction*. 2015;8(4):299-306.
 19. Ozdemir F, Zateri C, Murat S. Evaluation of the efficacy of therapeutic ultrasound on bone mineral density in postmenopausal period. *Rheumatology international*. 2008;28(4):361-5.
 20. Ebad S, Henschke N, Nakhostin Ansari N, Fallah E, van Tulder MW. Therapeutic ultrasound for chronic low-back pain. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2014(3):Cd009169.
 21. Hsu RW, Hsu WH, Tai CL, Lee KF. Effect of shock-wave therapy on patellar tendinopathy in a rabbit model. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*. 2004;22(1):221-7.
 22. Wang CJ, Ko JY, Chan YS, Weng LH, Hsu SL. Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(6):972-8.
 23. Van Leeuwen MT, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Extracorporeal shockwave therapy for patellar tendinopathy: a review of the literature. *British journal of sports medicine*. 2009;43(3):163-8.
 24. Zwerver J, Dekker F, Pepping GJ. Patient guided Piezo-electric Extracorporeal Shockwave Therapy as treatment for chronic severe patellar tendinopathy: A pilot study. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2010;23(3):111-5.
 25. Verhagen EA. What does therapeutic ultrasound add to recovery from acute ankle sprain? A review. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2013;23(1):84-5.
 26. Shanks P, Curran M, Fletcher P, Thompson R. The effectiveness of therapeutic ultrasound for musculoskeletal conditions of the lower limb: A literature review. *Foot (Edinburgh, Scotland)*. 2010;20(4):133-9.
 27. Hammer DS, Adam F, Kreutz A, Kohn D, Seil R. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis: a 2-year follow-up. *Foot & ankle international*. 2003;24(11):823-8.
 28. Hyer CF, Vancourt R, Block A. Evaluation of ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of chronic plantar fasciitis. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*. 2005;44(2):137-43.
 29. Ibrahim MI, Donatelli RA, Schmitz C, Hellman MA, Buxbaum F. Chronic plantar fasciitis treated with two sessions of radial extracorporeal shock wave therapy. *Foot & ankle international*. 2010;31(5):391-7.
 30. Kudo P, Dainty K, Clarfield M, Coughlin L, Lavoie P, Lebrun C. Randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial evaluating the treatment of plantar fasciitis with an extracorporeal shockwave therapy (ESWT) device: a North American confirmatory study.

Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society. 2006;24(2):115-23.

31. Ogden JA, Alvarez RG, Levitt RL, Johnson JE, Marlow ME. Electrohydraulic high-energy shock-wave treatment for chronic plantar fasciitis. The Journal of bone and joint surgery American volume. 2004;86-a(10):2216-28.
32. Rajkumar P, Schmitgen GF. Shock waves do more than just crush stones: extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis. International journal of clinical practice. 2002;56(10):735-7.
33. Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Nafe B. Shock wave application for chronic plantar fasciitis in running athletes. A prospective, randomized, placebo-controlled trial. The American journal of sports medicine. 2003;31(2):268-75.
34. Rompe JD, Schoellner C, Nafe B. Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. The Journal of bone and joint surgery American volume. 2002;84-a(3):335-41.
35. Wang CJ, Chen HS, Huang TW. Shockwave therapy for patients with plantar fasciitis: a one-year follow-up study. Foot & ankle international. 2002;23(3):204-7.
36. Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Ko JY. Long-term results of extracorporeal shockwave treatment for plantar fasciitis. The American journal of sports medicine. 2006;34(4):592-6.
37. Weil LS, Jr., Roukis TS, Weil LS, Borrelli AH. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: indications, protocol, intermediate results, and a comparison of results to fasciotomy. The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons. 2002;41(3):166-72.
38. Haake M, Buch M, Schoellner C, Goebel F, Vogel M, Mueller I, et al. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. BMJ (Clinical research ed). 2003;327(7406):75.
39. Othman AM, Ragab EM. Endoscopic plantar fasciotomy versus extracorporeal shock wave therapy for treatment of chronic plantar fasciitis. Archives of orthopaedic and trauma surgery. 2010;130(11):1343-7.
40. Labek G, Auersperg V, Ziernhold M, Poullos N, Bohler N. [Influence of local anesthesia and energy level on the clinical outcome of extracorporeal shock wave-treatment of chronic plantar fasciitis]. Zeitschrift fur Orthopadie und ihre Grenzgebiete. 2005;143(2):240-6.
41. Greve JM, Grecco MV, Santos-Silva PR. Comparison of radial shockwaves and conventional physiotherapy for treating plantar fasciitis. Clinics (Sao Paulo, Brazil). 2009;64(2):97-103.
42. Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. Journal of orthopaedic surgery and research. 2012;7:11.
43. Dizon JN, Gonzalez-Suarez C, Zamora MT, Gambito ED. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in chronic plantar fasciitis: a meta-analysis. American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists. 2013;92(7):606-20.
44. Rasmussen S, Christensen M, Mathiesen I, Simonson O. Shockwave therapy for chronic Achilles tendinopathy: a double-blind, randomized clinical trial of efficacy. Acta orthopaedica. 2008;79(2):249-56.
45. Furia JP. High-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for chronic noninsertional Achilles tendinopathy. The American journal of sports medicine. 2008;36(3):502-8.
46. Furia JP. High-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for insertional

- Achilles tendinopathy. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(5):733-40.
47. Furia JP. [Extracorporeal shockwave therapy in the treatment of chronic insertional Achilles tendinopathy]. *Der Orthopade*. 2005;34(6):571-8.
 48. Desmeules F, Boudreault J, Roy JS, Dionne C, Fremont P, MacDermid JC. The efficacy of therapeutic ultrasound for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*. 2015;16(3):276-84.
 49. Analan PD, Leblebici B, Adam M. Effects of therapeutic ultrasound and exercise on pain, function, and isokinetic shoulder rotator strength of patients with rotator cuff disease. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(10):3113-7.
 50. Stasinopoulos D, Johnson MI. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy for tennis elbow (lateral epicondylitis). *British journal of sports medicine*. 2005;39(3):132-6.
 51. Haake M, Hunerkopf M, Gerdesmeyer L, Konig IR. [Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in epicondylitis humeri radialis. A review of the literature]. *Der Orthopade*. 2002;31(7):623-32.
 52. Wang CJ, Chen HS. Shock wave therapy for patients with lateral epicondylitis of the elbow: a one- to two-year follow-up study. *The American journal of sports medicine*. 2002;30(3):422-5.
 53. Rompe JD, Hope C, Kullmer K, Heine J, Burger R. Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1996;78(2):233-7.
 54. Spacca G, Necozone S, Cacchio A. Radial shock wave therapy for lateral epicondylitis: a prospective randomised controlled single-blind study. *Europa medicophysica*. 2005;41(1):17-25.
 55. Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Theis C. Repetitive low-energy shock wave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(3):734-43.
 56. Radwan YA, ElSobhi G, Badawy WS, Reda A, Khalid S. Resistant tennis elbow: shock-wave therapy versus percutaneous tenotomy. *International orthopaedics*. 2008;32(5):671-7.
 57. Ko JY, Chen HS, Chen LM. Treatment of lateral epicondylitis of the elbow with shock waves. *Clinical orthopaedics and related research*. 2001(387):60-7.
 58. Furia JP. Safety and efficacy of extracorporeal shock wave therapy for chronic lateral epicondylitis. *American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ)*. 2005;34(1):13-9; discussion 9.
 59. Page MJ, O'Connor D, Pitt V, Massy-Westropp N. Therapeutic ultrasound for carpal tunnel syndrome. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2013(3):Cd009601.
 60. Srbely JZ, Dickey JP. Randomized controlled study of the antinociceptive effect of ultrasound on trigger point sensitivity: novel applications in myofascial therapy? *Clinical rehabilitation*. 2007;21(5):411-7.
 61. Morishita K, Karasuno H, Yokoi Y, Morozumi K, Ogihara H, Ito T, et al. Effects of therapeutic ultrasound on range of motion and stretch pain. *Journal of physical therapy science*. 2014;26(5):711-5.
 62. Robinson V, Brosseau L, Casimiro L, Judd M, Shea B, Wells G, et al. Thermotherapy for treating rheumatoid arthritis. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2002(2):CD00282

Shock wave

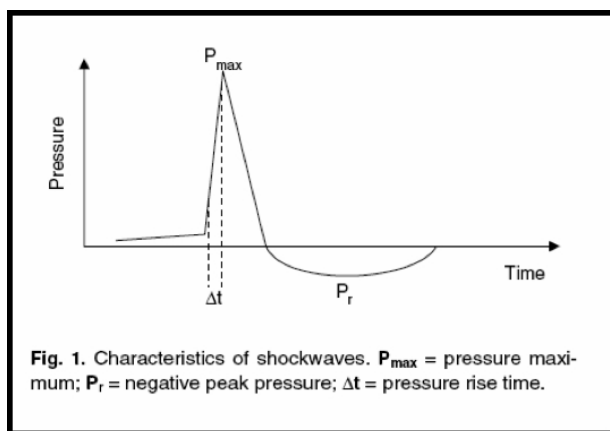
دکتر آرش اصلیان

تاریخچه

امواج شوکی (shock wave) بیش از ۳ دهه برای درمان سنگ‌های سیستم ادراری به کار رفته‌اند. اولین مورد استفاده از Extra corporeal Shock wave Therapy (ESWT) در مونیخ آلمان و در سال ۱۹۸۰ در یک بیمار مبتلا به سنگ کلیه بوده است. دستگاه به کار رفته، موسوم به Dornier Lithotripter HM1 بود که بعداً در سال ۱۹۸۳ نوع تجارتي آن به نام HM3 به بازار آمد. موفقیت این روش به حدی بود که به یک Gold standard در درمان سنگ‌های ادراری تبدیل شد. استفاده از ESWT بیماری‌های عضلانی اسکلتی در اواخر دهه هشتاد میلادی شروع شد. ابتدا در درمان نان یونیون‌های استخوانی (non unions) که پس از برخی شکستگی‌ها رخ داده و منجر به مفصل کاذب (pseudoarthrosis) شده بودند به کار رفت. در اوایل دهه ۹۰ م. نیز در تاندینوز کلیسفییه شانه به کار رفت. اولین دستگاه تخصصی ESWT به منظور استفاده در بیماری‌های عضلانی اسکلتی به نام OssaTron مجهز به یک اپلیکاتور آزاد قابل حرکت در سال ۱۹۹۳ عرضه شد.

فیریک

امواج شوکی که در امور پزشکی استفاده می‌شوند از نوع امواج مکانیکال ضربانی (pulsed) با شدت (intensity) زیاد و فرکانس تکرر (repetition) نسبتاً پایین هستند. در این روش، برخلاف اولتراسوند درمانی، حرارت آزاد شده در بافت هدف کم است. آمپلی تود فشار ایجاد شده می‌تواند از چند اتمسفر ($1\text{bar} = 1\text{atmospheric pressure}$) تا یکصد مگاپاسکال (هر مگا پاسکال برابر با 100 bar) باشد. سرعت حرکت امواج حاصله، کمی بیشتر از امواج صوت است. در پیشانی موج (Wave Front) فشار مثبت، به شدت بالاست و بلافاصله پس از آن، یک فاز طولانی‌تر فشار منفی ایجاد می‌شود (جدول شماره ۱)



(جدول شماره ۱: منحنی یک موج مکانیکی شوکی)

امواج کانونی شده (focused) از طریق سه نوع مولد (generator) قابل استحصال هستند: الکتروهیدرولیک، الکترومگنتیک و پیزوالکتریک. در مولدهای الکتروهیدرولیک، جریان با ولتاژ بالا به نوک یک الکترود منتقل می‌شود و موجب ایجاد یک جرقه (spark) می‌گردد. این جرقه آب را بخار نموده و موج شوکی مکانیکی ایجاد می‌شود. موج حاصله از طریق یک منعکس‌کننده فلزی (reflector) بیضی شکل در نقطه کانونی اول و سپس دوم متمرکز می‌گردد. این نقطه کانونی دوم محلی است که در بدن بیمار هدف‌گیری شده است. مولدهای الکترومگنتیک، شامل یک کویل (coil) تخت و یک مامبران هدایتی مجزا هستند. وقتی

یک پالس با سرعت بالا توسط کوپل آزاد شد، یک میدان مغناطیسی قوی ایجاد می‌شود که قادر است یک میدان مشابه اما با جهت مخالف خود در مامبران فوق‌الذکر ایجاد نماید. پالس‌های به دست آمده، در مامبران فلزی تشدید می‌شوند و در جهت خلاف کوپل منتقل می‌گردند. در نهایت، پالس‌های آکوستیک تولید می‌شوند که توسط یک عدسی آکوستیک در محل در نظر گرفته شده در بدن بیمار کانونی می‌شوند.

مولد پیزوالکتریک، دارای چندصد تا چند هزار کریستال پیزوالکتریک (Piezoelectric) است که در سطح داخلی یک کره، جا داده شده‌اند. وقتی یک پاس با ولتاژ بالا به کریستال‌ها وارد می‌شود، انقباض و سپس انبساطی آنی در آن‌ها رخ می‌دهد. به این ترتیب، یک پالس فشاری در فضای اطراف ایجاد می‌شود که با توجه به شکل ژئومتریک کره متمرکز شده و آمپلی تود امواج، در مسیر رسیدن به نقطه کانونی این کره، که همان محل هدف در بیمار است مرتباً افزایش می‌یابد.

امواج شوکی، به هر طریق که ایجاد شده باشند، معمولاً در یک محدوده با قطر ۲ تا ۸ میلی‌متر در بدن بیمار متمرکز می‌شوند. کوچک بودن این محدوده بستگی به نوع مولد دارد و برای اثر بخشی درمانی بهتر و ایجاد عوارض کمتر، بسیار مهم است. میزان (dose) امواج شوکی براساس واحد مگاژول بر میلی‌مترمربع اندازه‌گیری شده و (EFD (Energy Flux Density نامیده می‌شود که در جهت عمود به بدن بیمار محاسبه می‌گردد.

این که چه میزان انرژی را در روش ESWT بالا یا پایین بنامیم دارای حدود تعریف شده‌ای نیست. با این حال، مقادیر EFD از ۰/۰۸ تا ۰/۲۸ mj/mm^2 را معمولاً کم انرژی و مقادیر بالای ۰/۶ mj/mm^2 را پر انرژی می‌نامند^۱.

در سال‌های اخیر، یک نوع جدید از امواج شوکی به نام رادیال (شعاعی=radial) در درمان تاندنیوپاتی‌ها به کار رفته است. امواج شوکی رادیال (RSWT) برخلاف نوع معمول، در نقطه هدف‌گیری شده در بدن بیمار متمرکز نمی‌شوند، یعنی امواج به طور مرکز گریز (اکسانتریک) از نوک اپلیکاتور آزاد می‌گردند. این روش با هدف اثرگذاری روی مناطق وسیع‌تر بافتی ابداع شده و نیازی به مکان یابی دقیق محل اثر در بدن بیمار ندارد. امواج فشاری RSWT به وسیله سرعت بخشی به یک پرتابه (projectile) از طریق هوای فشرده ایجاد می‌شوند. در این روش، میزان انرژی در حد چند اتمسفر (bar) است که بسیار کمتر از روش معمول کانونی است.



تکنیک‌ها

فواصل درمان معمولاً یک هفته بوده و در هر جلسه، به تعداد ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ موج شوکی به بدن بیمار وارد می‌شود. معمولاً درمان در سه هفته متوالی صورت می‌گیرد. قبل از شروع، محل مورد نظر از طریق اولتراسوند مکان‌یابی می‌شود و عمق آن مشخص می‌گردد. با این وجود، توافق همگانی در خصوص میزان پالس‌ها و دفعات درمان در ضایعات مختلف وجود ندارد. سعی می‌شود تا بیشترین انرژی قابل تحمل در محدوده شدت متوسط (medium intensity) اعمال گردد. درمان با شدت بالا معمولاً در موارد نان یونیون استخوانی به کار می‌رود و ممکن است باعث تورم موضعی و درد شود. به همین دلیل در مورد اخیر، لازم است از بی‌حسی موضعی استفاده شود. بنابراین، ESWT با انرژی بالا معمولاً در بیمارستان‌ها یا مراکز جراحی محدود انجام می‌گیرد. انواع کم انرژی و انرژی متوسط را می‌توان در مطب به کار برد و نیازی به بی‌حسی نیز وجود ندارد.

اندیکاسیون‌ها و شواهد بالینی

۱- فاشییت پلانتار

اثر بخشی ESWT در فاشییت پلانتار در مطالعات متعددی بررسی شده و توسط FDA نیز مورد تأیید قرار گرفته است. مکانیسم‌های درمانی عنوان شده عبارتند از:

۱- تأثیر ساختمانی یا عملکردی بر روی گیرنده‌ها و فیبرهای عصبی غیر میلینیزه حسی و ایجاد تغییر در فیزیولوژی آنها.

۲- تحریک روند نئو واسکولاریزاسیون در فاشیای آسیب دیده و پیشبرد روند ترمیم بافتی از طریق آزادسازی عوامل مولکولی و فاکتورهای رشد بافتی^۲

برخی مطالعات، اثربخشی ESWT را با پلاسبو و یا با خود ESWT با دوز زیر-درمانی (sub-therapeutic) مقایسه کرده‌اند^{۳،۴،۵}. این مطالعات، دارای کیفیت‌های روش شناختی متفاوتی بوده‌اند و نتایج ناهمگونی را نشان داده‌اند. یک بررسی سیستماتیک که در سال ۲۰۰۵ منتشر شده، ۱۱ مطالعه قبلی را بررسی نموده و اطلاعات به دست آمده از ۶ مطالعه را متشکل از ۸۹۷ بیمار تحت آنالیز قرار داد نویسندگان به این نتیجه رسیدند که هیچ تأثیر بالینی مهمی به واسطه استفاده از ESWT به دست نیامده است. تنها تفاوتی که از نظر آماری معنا دار بود، عبارت بود از کمتر بودن شدت درد به میزان ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متر در معیار VAS

(Visual Analogue Scale) در گروه مداخله که از نظر نویسندگان، کم اهمیت تلقی شد. در مطالعه بعدی که بر روی ۲۵ بیمار مبتلا به فاشئیت پلانتار درمان شده با ESWT رادیال پنوماتیک با انرژی کم (RSWT) انجام شد، هیچگونه تأثیر معنا داری درمان با ESWT مشاهده نشد^{۷،۸}. در یک مطالعه دیگر، نشان داده شد که میزان پاسخ درمان، با میزان انرژی به کار رفته رابطه مستقیم دارد^۶. بیشترین عارضه، درد موقتی در زمان پروسیجر بوده است. در خصوص spur های کالکانثال (خارپاشنه)، مطالعه مستقلی توسط Lee در سال ۲۰۰۳ انجام شده که مؤثر بودن درمان با ESWT را نشان داده است این نتایج در مطالعات دیگر تکرار نشده‌اند. در مجموع، این موضوع که آیا ESWT دارای اثرات مستقل و قابل تفکیکی در بافت هدف بوده یا خیر هنوز ناشناس است اگر چه یک متا آنالیز که بر روی ۲۰ مطالعه دیگر قبلی انجام شد، مؤثر بودن این درمان را در فاشئیت پلانتار نشان داد^{۱۱}، بررسی سیستماتیکی که سه سال بعد در سال ۲۰۰۵ انجام شد، دال بر بی تأثیر بودن ESWT در این ارتباط بود

۲- تاندنیوپاتی کلسیفیه روتاتور کاف

شواهد سطح اول (Level-1) همسانی در خصوص مؤثر بودن ESWT در درمان این ضایعه وجود دارد^۱. بهترین نتایج با استفاده از شدت متوسط انرژی به دست آمده است. در این مطالعات، ESWT توانسته است درد بیماران را تخفیف داده و عملکرد شانه را بهبود بخشد و از طرف دیگر، جذب کلسیفیکاسیون نیز تسریع شده است. اثرات یاد شده به مدت ۶ ماه پایدار بوده‌اند و حتی بعد از آن نیز ادامه یافته‌اند اثرات درمانی ESWT رادیال، کمتر از نوع کانونی بوده است^{۱۳}. در حال حاضر شواهد قابل توجهی به نفع استفاده از ESWT در درمان تاندنیوپاتی غیر کلسیفیه شانه وجود ندارد^{۱۴}.

۳- اپی کندیلیت خارجی

استفاده از ESWT در درمان اپی کندیلیت خارجی مورد تأیید FDA می‌باشد. با این حال، نتایج به دست آمده، متناقض و سردرگم کننده هستند. یک مطالعه سیستماتیک و متاآنالیز توسط Bisset و همکاران در سال ۲۰۰۵ در خصوص درمان اپی کندیلیت خارجی انجام شده که نشان دهنده عدم اثر بخشی ESWT می‌باشد^{۱۵}.

مطالعات بیشتر، شامل یک مطالعه سیستماتیک Cochrane در سال ۲۰۰۲ و یک مطالعه کنترل شده در سال ۲۰۰۴ نیز دلالت بر بی تأثیری این روش درمانی داشتند^{۱۶،۱۷}. در خصوص کاربرد



رادپال SWT در این بیماری، مطالعه کنترل شده تصادفی وجود ندارد.

۴- تاندنیوپاتی آشیل

در مطالعه Scott و همکاران در سال ۲۰۱۱ بر روی بیماران مبتلا به تاندنیوپاتی آشیل، نتایج معنادار آماری به دست نیامد. نویسندگان به این نتیجه رسیدند که شواهد کافی برای توصیه به درمان تاندنیوپاتی‌های آشیل با ESWT وجود ندارد.^{۱۸}

۵- نان یونیون های استخوانی (nonunions)

نشان داده شده است که ESWT می‌تواند باعث افزایش remodeling استخوانی شود. موفقیت بالینی این روش به عنوان یک آلترناتیو برای عمل جراحی در برخی شکستگی‌ها و نان یونیون های استخوانی و تأخیر در یونیون در برخی مطالعات مورد تأیید قرار گرفته است. در این مطالعات، پیش آگهی کوتاه مدت استفاده از ESWT بهتر از جراحی بوده است. میزان موفقیت، در درمان نان یونیون های هیپر تروفیک، بیشتر از موارد آتروفیک بوده است.^{۱۹}

ممنوعیت استفاده و موارد احتیاط

استفاده از ESWT در حاملگی و در بیماری‌های خون‌ریزی دهنده ممنوع است. عوارض جانبی این روش درمانی محدود و معمولاً خفیف هستند. در صورتی که از شدت کم یا متوسط پالس استفاده شود و بافت هدف نیز غیر استخوانی باشد این عوارض به حداقل می‌رسد.^۱ (جدول شماره ۲)

تورم بافت نرم	اروزیون های پوستی
اکیموز یا هماتوم	ضایعات عصبی
قرمز شدن پوست	آدم گذرا در مغز استخوان
افزایش درد	استئونکروز سر هومروس

(جدول شماره ۲: عوارض درمان یا ESWT)

با این حال لازم است به خاطر داشت که مواردی از استئو نکروز سر هومروس پس از درمان تاندنیوپاتی روتاتورکاف با ESWT گزارش شده است. به نظر می‌رسد این عارضه در اثر آسیب به

خون‌رسانی سر هرمروس ایجاد شده باشد.

خلاصه

درمان با امواج شوکی ارسال شده از خارج بدن (Extra Corporal Shock Wave therapy) اختلالات عضلانی اسکلتی، به طور روز افزونی به کار گرفته می‌شود. کم‌تهاجمی بودن، سهولت نسبی در به‌کارگیری، عوارض جانبی کم و در دسترس قرار گرفتن هر چه بیشتر دستگاه‌های مربوطه از علل این روند هستند. با این حال، نتایج به دست آمده از مطالعات سیستماتیک و متآنالیز، در بیشتر موارد نشان‌دهنده پاسخ بالینی کم و غیرمعنادار از نظر آماری می‌باشد. دو استثناء مهم عبارتند از: نان‌یونیون‌های استخوانی و تاندینیت کلسفیه‌شانه، که نتایج به دست آمده دال‌بر قابل‌توصیه بودن این روش درمانی است. بنابراین در خصوص مؤثر بودن ESWT عدم اطمینان زیادی وجود دارد. بسیاری از دیدگاه‌ها یک سوپه (polarized) هستند و خلاء انجام مطالعات تصادفی شده حس می‌شود. بسیاری از مطالعات موجود، اشکالات روش‌شناختی (Methodological) دارند و تفاوت در نوع تجهیزات به کار رفته زیاد است. روش‌های اعمال شده در رساندن امواج متفاوتند و دوز انرژی به کار رفته نیز نزدیک به هم نبوده است.

References:

1. Bisset L, Paungmali A, Vicenzino B, Beller E. A systematic review and meta-analysis of clinical trials on physical interventions for lateral epicondylalgia. *Br J Sports Med* 2005; 39:411.
2. Scott A, Huisman E, Khan K. Conservative treatment of chronic Achilles tendinopathy. *CMAJ* 2011; 183:1159.
3. Buchbinder R, Green S, White M, et al. Shock wave therapy for lateral elbow pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; CD003524.
4. Chung B, Wiley JP. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in the treatment of previously untreated lateral epicondylitis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2004; 32:1660.
5. Costa ML, Shepstone L, Donell ST, Thomas TL. Shock wave therapy for chronic Achilles tendon pain: a randomized placebo-controlled trial. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 440:199.
6. Lebrun CM. Low-dose extracorporeal shock wave therapy for previously untreated lateral epicondylitis. *Clin J Sport Med* 2005; 15:401.
7. Spacca G, Necozone S, Cacchio A. Radial shock wave therapy for lateral epicondylitis: a prospective randomised controlled single-blind study. *Eura Medicophys* 2005; 41:17.
8. Ho C. Extracorporeal shock wave treatment for chronic rotator cuff tendonitis (shoulder pain). *Issues Emerg Health Technol* 2007 Jan;(96(part2)):1-4.
9. Buchbinder R, Green SE, Youd JM, et al. Systematic review of the efficacy and safety of shock wave therapy for lateral elbow pain. *J Rheumatol* 2006; 33:1351.
10. Thomson CE, Crawford F, Murray GD. The effectiveness of extra corporeal shock wave therapy for plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2005; 6:19.
11. Kudo P, Dainty K, Clarfield M, et al. Randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial evaluating the treatment of plantar fasciitis with an extracorporeal shockwave therapy (ESWT) device: a North American confirmatory study. *J Orthop Res* 2006; 24:115.
12. Malay DS, Pressman MM, Assili A, et al. Extracorporeal shockwave therapy versus placebo for the treatment of chronic proximal plantar fasciitis: results of a randomized, placebo-controlled, double-blinded, multicenter intervention trial. *J Foot Ankle Surg* 2006; 45:196.
13. Marks W, Jackiewicz A, Witkowski Z, et al. Extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) with a new-generation pneumatic device in the treatment of heel pain. A double blind randomised controlled trial. *Acta Orthop Belg* 2008; 74:98.
14. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, et al. Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2002; 288:1364.
15. Alvarez RG, Ogden JA, Jaakkola J, Cross GL. Symptom duration of plantar fasciitis and the effectiveness of Orthotripsy. *Foot Ankle Int* 2003; 24:916.
16. Gerdesmeyer L, Wagenpfeil S, Haake M, et al. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotator cuff: a randomized controlled trial. *JAMA* 2003; 290:2573.
17. Huisstede BM, Gebremariam L, van der Sande R, et al. Evidence for effectiveness of Extracorporeal Shock-Wave Therapy (ESWT) to treat calcific and non-calcific rotator cuff tendinosis--a systematic review. *Man Ther* 2011; 16:419.

18. Rees JD, Wilson AM, Wolman RL, Current concepts in the management of tendon disorders. *Rheumatology (Oxford)* 2006; 45:508
19. Zelle BA, Gollwitzer H, et al: Extracorporeal shockwave therapy: current evidence, *J Orthop Trauma* 2010;24:566-570,

درمان با مگنت

دکتر محمدحسین فره‌وش

میدان مغناطیس از ۲۰۰۰ سال قبل برای درمان مورد استفاده قرار گرفته است.^۱ مگنت ایجاد انرژی به فرم میدان مغناطیس می‌کند. دو نوع مگنت وجود دارد: مگنت ثابت یا دائمی که میدان مغناطیس ایجاد می‌کند و نوع دیگر مگنت به فرم الکترو مگنت است که میدان مغناطیس با استفاده از جریان الکتریک ایجاد می‌شود. بیشتر مگنت‌ها که در فروشگاه‌ها به مصرف کنندگان برای اهداف سلامتی ارائه می‌شوند، مگنت‌های ثابت با قدرتهای مختلف ۳۰ و ۵۰۰ mT می‌باشند.^۲ تولیدات شامل دستبندها و زیور آلات مگنتیک، نوارهای مگنتیک برای مچ دست، مچ پا، زانوها و پشت، کفی کفش، تشک و بالش، پوشش‌های مگنتیک، کرم‌های مگنتیک، مکمل‌های مگنتیک، گچ و آب که مگنت به آن اضافه شده، در خواست معمولاً توسط بیمار می‌باشد.^۳ مگنت‌های ثابت که با ادعای تأثیر بر کاهش درد با منشاء‌های مختلف به فروش می‌رسند بلیون‌ها دلار درآمدزایی دارند.^۴ در یک بررسی در بیماران با آرتریت روماتوئید، استئوآرتریت و فیبرومیالژی ۲۸٪ بیماران از دستبندهای مگنت یا مس استفاده می‌کرده‌اند.^۵ شواهد بر اساس اصول علمی یا مکانیسم‌های بیولوژیک محدود می‌باشند. براساس یک مکانیسم مطرح شده میدان مغناطیس به طور انتخابی

دیپلاریزاسیون C-Fibers را تضعیف می‌کند.^۷ و تئوری دیگر تأثیر میدان مغناطیس بر افزایش جریان خون در پوست و بافت‌های زیر پوستی و عضلات که منجر به کاهش درد می‌شود را مطرح می‌کند.^۸ اما میدان ایجاد شده توسط وسائل مگنت تراپی، بسیار ضعیف و با فاصله می‌باشد و سریعاً ضعیف‌تر می‌شوند و نمی‌توانند به طور قابل ملاحظه به هموگلوبین و اجزاء خون، بافت عضلانی، استخوان‌ها، عروق و یا ارگان‌ها تأثیر گذار باشند و براکسیژناسیون بافت نیز تأثیر ندارند.^۹ بعضی متخصصین ادعا می‌کنند که مگنت بالانس انرژی الکترومگنتیک فرضی بدن را احیا می‌کند، اما این بالانس از نظر پزشکی مشخص نشده است. حتی در میدان مغناطیسی استفاده شده در MRI، که چندین برابر قویتر می‌باشد، هیچ کدام از اثرات مطرح شده مشاهده نمی‌شود. اگر بدن تحت تأثیر مگنت ضعیف که در مگنت تراپی استفاده می‌شود قرار گیرد، نمی‌توان از MRI در تصویر برداری استفاده نمود.^{۱۰} در مطالعه تأثیر مگنت تراپی در درمان درد مچ دست به علت سندرم کانال کارپ توسط RICHARD و همکاران فرقی بین تأثیر مگنت تراپی و دارو نما در کاهش درد سندرم کانال کارپ مشاهده نشد و در مطالعه دو سویه کور و تصادفی مگنت تراپی در درمان کمردرد و پا درد فایده‌ای نداشت.^{۱۱} در مطالعه کنترل شده اتفاقی در تأثیر النگوهای مگنتیک مچ دست برای کاهش درد در استئوآرتریت هیپ و زانو که توسط اثر Tim Harflow و همکاران انجام شده، در مگنت‌های ضعیف‌تر (۵۰-۱۹) تأثیری روی درد مشاهده نشد. در مگنت‌های قویتر (۱۸۰-۴۷ Tesla) که از نظر قدرت مشابه مگنت استاندارد بودند تأثیر روی درد مشاهده شد. این یافته‌ها نشانگر اهمیت قدرت میدان مغناطیس بودند. اما در واقعیت به طور کامل مشخص نشده که تأثیر اختصاصی مگنت بوده یا تأثیر پلاسبو یا هر دو.^{۱۲} در مطالعه مروری سیستمیک مگنت تراپی برای همه اندیکاسیون‌ها در سال ۲۰۰۸، شواهد برای نتیجه‌گیری تأثیر مگنت تراپی در از بین رفتن درد ناکافی می‌باشند.^{۱۳} و مطالعه مروری که در سال ۲۰۱۲ متمرکز بر استئوآرتریت بود نیز همین نتیجه مطرح شد.^{۱۴} هر دو مطالعه مروری گزارش کردند که حجم نمونه کم، اتفاقی بودن ناکافی، و مشکل در کور کردن نمونه منجر به مثبت شدن مطالعه و سوگرایی شده و قدرت نتیجه‌گیری را محدود کرده است.

دستگاه قابل پوشیدن میدان‌های پالس الکترومغناطیس (PEMF) Pulsed electromagnetic fields دستگاهی است که تولید الکترو مغناطیس غیر یونیزه بی خطر می‌کند. در مطالعه بالینی Ban-gato GL و همکاران در درمان بیماران با استئوآرتریت زانو که درد پایدار و شواهد رادیولوژیک استئوآرتریت زانو را داشتند مورد بررسی قرار گرفت.^{۱۴} روش مطالعه بالینی اتفاقی دو سویه کور کنترل شده با دارو نما بود. نتایج به دست آمده از درمان با PEMF حاکی از مؤثر بودن بر درمان

درد، آستانه درد و عملکرد فیزیکی در بیماران با استئوآرتریت زانو بود. در ۲۶ درصد بیماران مصرف داروهای ضد درد و NSAID متوقف شده بود و عوارض منفی در درمان مشاهده نشد. معه‌ذا مطالعات بزرگ‌تر، شامل مطالعات head-to-head برای مقایسه درمان با PEMF و داروهای استاندارد در دسترس برای استئوآرتریت الزامی می‌باشد. در مطالعه بالینی GÖksen N و همکاران تأثیر درمان مگنتیک رزونانس (MRT) Magnetic resonance therapy در درمان بیماران با استئوآرتریت خفیف و متوسط زانو به طور اتفاقی دو سویه کور کنترل شده با دارو نما انجام شد^{۱۵}. بعد از ۱۲ هفته بهبود قابل توجهی در هر دو گروه مشاهده شد و میانگین تغییرات در هر دو گروه مشابه بود. MRT بی خطر است، اما ارجحیت به دارو نما در بهبود علائم بالینی و تصویری بعد از ده روز درمان در استئوآرتریت خفیف تا متوسط ندارد. در این بیماران دوره درمانی ۱۰ روزه آرتروز- با MRT توصیه نمی‌شود. در بررسی تأثیر مگنت تراپی متاسفانه نکات قابل توجهه که تأثیرگذار در نتیجه گیری بودند شامل اختصاص بودجه‌های تحقیقاتی ناچیز و با توجه به تأثیر آهن ربائی مگنت نمی‌توان به درستی از بدل برای مطالعه کور استفاده نمود، زیرا اکثر اوقات بیمار متوجه این موضوع می‌شود، لذا متدولوژی نامناسب مطالعه موجب اغراق بیمار در تأثیر درمانی می‌شود، مخصوصاً اگر این تاثیرات کم باشد و کمبود حجم نمونه و ناکافی بودن مطالعه اتفاقی موجب سوگرائی در مطالعات می‌شود. این وسائل بی طور کلی بی خطر می‌باشند اما مشکل در این است که بیماران برای کاهش درد مورد استفاده قرار می‌دهند و می‌تواند موجب تأخیر در درمان مناسب یا تشخیص بشود. امید است با رفع اشکالات در مطالعات نتایج واقعی به دست آیند.

References:

1. Macklis RM. Magnetic healing, quackery, and the debate about the health effects of electromagnetic fields. *Ann Intern Med* 1993;118:376-83.
2. Ernst E, Pittler MH, Wider B, et al. Complementary and alternative therapies for pain management. London: Mosby/Elsevier;2007.
3. Singh, Simom; Edzard Ernst(2008-04-08)"Are we being hoodwinked by alternative medicine? Two leading scientists examine the evidence". *Daily Mail*. Retrieved 2009-08-18.
4. Magnets and magnet materials . Norwalk (CT): BCC Research;2006.Available for purchase through Market Research. Com(www.marketresearch.com). Com/product/display.asp? productid=13544^{60&XS=r}.
5. Rao JK, Mihaliak K, Kroenke K, et al. use of complementary therapies for arthritis among patients of rheumatologists. *Ann Intern Med* 1999;131:409-16.
6. Lednev vv. Possible mechanism of weak magnetic fields on biological systems. *Bioelectromagnetics* 1991;12:71-5.
7. Trock DH. Electromagnetic fields and magnets: investigational treatment for musculoskeletal disorders. *Rheum Dis Clin North Am* 2000;26:51-62.
8. Polk, Charles; Elliot Postow(1996). *Handbook of Biological Effects of Electromagnetic fields*. CRC Press.p.161. ISBN 0-8493-0641-8.
9. Does MRI attract the iron in your blood? "revising MRI . Retrieved 13 December 2012.
10. Richard Carter, et al. The Effectiveness of Magnet Therapy for Treatment of Wrist pain Attributed to carpal Tunnel syndrome. *The journal of family practice*. JANUARY 2002:Vol 51,NO1.
11. Tim Harlow , et al. Randomised Controlled Trial of magnetic bracelets for relieving pain in osteoarthritis of the hip and knee. *BMJ* 2004; 329 doi: [http:// dx. doi.org/10,1136/bmj.329.7480.1450](http://dx.doi.org/10.1136/bmj.329.7480.1450)(Published 16 December 2004) cite this as: *BMJ* 2004;329:145.
12. Pittler, Max H.(March 2008)." Static magnets for reducing pain". *Focus on Alternative and Complementary Therapies* 13(1): 5. doi: 10.1211/fact.13.1.0003.Retrieved 2009-08-18.
13. Macfarlane GJ1, et al. A systematic review of evidence for the effectiveness of practitioner based complementary and alternative therapies in the management of rheumatic diseases: osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)*.2012 Dec;51(12):2224-33.PMID 22923762.
14. Göksen N, et al. Pulsed electromagnetic fields in Knee osteoarthritis: a double blind, Placebo- Controlled, randomized Clinical trial. *Rheumatology(Oxford)*. 2016 Apr; 55(4):755-62. doi:101093/rheumatology Kev 426. E Pub 2015 oec 24.
15. GÖksen N, et al. Mangnetic resonance therapy for knee osteoarthritis: a randomized double blind Placebo Controlled Trial. *Eur J, Phys Rehabil Med* . 2016 Aug;52(4):431-9. Epub 2016 Jan 22.