

APPLICATION OF SHOCK WAVE THERAPY IN THE TREATMENT OF CALCIFIC TENDINOPATHIES

PRIMENA MEHANIČKOG UDARNOG TALASA U LEČENJU KALCIFIKOVANIH TENDINOPATIJA

Ivana Topalović^{1,2}, Dejan Nešić^{1,3}

¹ Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Beograd, Srbija

² Visoka sportska i zdravstvena škola, Beograd, Srbija

³ Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Institut za medicinsku fiziologiju "Rihard Burijan", Beograd, Srbija

Correspondence: ivana177@hotmail.com

Abstract

Tendons are the soft tissue that connects muscles to bones. They are made of collagen and elastin, they are strong and solid, and have no possibility of contraction. Their strength helps us to move. Recovery of tendon injuries is long-lasting and can take more than six months. If a tendon is shed during a time injury, calcification occurs at the site of the injury and the disease is called calcifying tendinopathy.

The very existence of calcifications is an indication for treatment with a mechanical shock wave (Shock wave). Mechanical shock waves can act in focus or radially. The difference between focused and radial waves is primarily in their physical basis. Focused shock waves differ from radial shock waves in terms of therapeutic depth of penetration into the tissue. The basic biological effect of a mechanical shock wave is stimulating. The energy of the mechanical shock wave acts at the cellular level by stimulating the reduction of inflammation and pain in the tissue. Using mechanical shock wave in the treatment of calcified tendinopathies, a safe method for breaking calcifications was obtained. Shock wave can be applied to using: different frequency, different number of strokes, as well as different strength of strokes in their studies. The choice of parameters for the application depends on whether it is calcified or non-calcified tendinopathy.

Indications for the use are: painful shoulder, heel spur, plantar fasciitis, tennis elbow, Achilles tendon tendinopathy, jumping knee, patellar tendinitis, myalgia, myogelosis and muscular tendon overstrain syndrome. Contraindications for the use are: the existence of prostheses, knees and hips, as well as various orthopedic material, pacemaker, as well as the presence of chronic diseases such as multiple sclerosis, amyotrophic lateral sclerosis or tumors.

The application of a mechanical shock wave is new, non-invasive method, easy to apply, always reduces pain and practically without side effects. This method has a special role in the treatment of chronic inflammation of diseased tendons, with or without calcification. The only dilemma in the application of a mechanical shock wave can be in the number of applications as well as the time break between the applications of two consecutive mechanical shock waves therapy.

Keywords:

tendinopathy,
calcification,
mechanical shock wave,
plantar fasciitis,
tennis elbow

Sažetak

Tetive povezuju mišiće s kostima. Građene su od kolagena i elastina, snažne su i čvrste i nemaju mogućnost kontrakcije. Njihova čvrstina nam pomaže pri kretanju. Oporavak povreda tetiva je dugotrajan i može trajati i više od šest meseci. Ako pri povredi tetive dođe do izliva krvi, tokom vremena na mestu povrede nastaje kalcifikat i tada nastaje kalcifikantna tendinopatija.

Samo postojanje kalcifikata je indikacija za lečenje mehaničkim udarnim talasom (engl. *Shock wave*). Mehanički udarni talas deluje fokusirano ili radijalno. Razlika između fokusiranih i radijalnih talasa je, pre svega, u njihovoj fizičkoj osnovi. U odnosu na radijalne udarne talase, fokusirani udarni talasi se razlikuju u pogledu terapijske dubine prodiranja u tkivo. Osnovni biološki efekat mehaničkog udarnog talasa je stimulativni. Energija mehaničkog udarnog talasa deluje na ćelijskom nivou tako što u tkivu stimuliše smanjenje inflamacije i bola. Korišćenjem mehaničkog udarnog talasa u terapiji kalcifikovanih tendinopatija dobijen je siguran metod za razbijanje kalcifikata. Mehanički udarni talas se može primeniti na različite načine korišćenjem: različite frekvencije, različitog broja udaraca, kao i različite jačine udaraca prilikom terapije. Izbor parametara za aplikaciju zavisi od toga da li se radi o kalcifikovanoj ili nekalcifikovanoj tendinopatiji.

Indikacije za primenu mehaničkog udarnog talasa su: bolno rame, petni trn, plantarni fascitis, teniski lakat, tendinopatija Ahilove tetive, skakačko koleno, tendinitis patele, mialgija, miogeloze i sindrom prenaprezanja mišićno-tetivnog sistema. Kontraindikacije za primenu mehaničkog udarnog talasa su: postojanje proteza kolena i kuka, kao i različitog ortopedskog materijala, pejsmejker, i pristustvo hroničnih oboljenja kao što su multipla skleroza, amiotrofična lateralna skleroza ili tumori.

Primena mehaničkog udarnog talasa je nova, neinvazivna metoda, jednostavna za primenu, uvek smanjuje bol i praktično je bez neželjenih efekata tokom primene. Ova metoda ima posebnu ulogu u lečenju hroničnih upala bolesnih tetiva, sa kalcifikacijama ili bez njih. Jedina nedoumica u primeni mehaničkog udarnog talasa može biti u broju aplikacija i vremenskoj pauzi između primene dva uzastopna mehanička udarna talasa.

Ključne reči:

tendinopatija,
kalcifikat,
mehanički udarni talas,
plantarni fascitis,
teniski lakat

Uvod

Tetive su veza mišića sa kostima. Njihova primarna građa se sastoji od kolagena i elastina. Čvrste su i ta čvrstina im omogućava pružanje jakog otpora prilikom kretanja mišića (1). Tetive ne mogu da se kontrahuju (2). Njihova karakteristika je slaba prokrvljenost, zbog čega je njihov oporavak posle povrede spor i dugotrajan i može trajati i do šest meseci.

Simptomi oboljenja i povreda tetiva najviše variraju u odnosu na lokaciju. Kod *calcar calcanei* bol postoji u peti pri hodu, kod teniskog lakta bol je u spoljnom epikondilu humerusa sa otežanom supinacijom. Kod tendinopatija *m. supraspinatusa* pacijenti imaju bolove u ramenu sa nemogućnošću pokretanja ramena, kada je dijagnostikovano smrznuto rame do ograničenja samo spoljašnje rotacije. Ako se radi o tendinopatiji Ahilove tetive pacijenti imaju otežan hod, zadebljanu Ahilovu tetivu i bol u predelu *m. soleusa*.

Tetive mogu da se povrede tako što dolazi do njihovog zapaljenja, istegnuća ili do njihovog kompletnog prekida (3). Kod zapaljenja tetive proces je najčešće lokalizovan na sinovijalnom omotaču i označen je kao tendovaginitis ili tendosinovitis (4). Kada je tetiva izložena prenaprezanju, dolazi do njene upale (inflamacije). Ta povreda se može u potpunosti izlečiti. Kod pucanja tetive (rupture) lečenje je dugotrajno i može se lečiti imobilizacijom ili operativno. Po novoj izmenejnoj i dopunjenoj klasifikaciji povreda tetiva, sve promene na tetivama označene su kao tendinopatije (5). Prilikom kalcifikacije hematoma u samoj tetivi nastaju kalcifikovane tendinopatije.

Postojanje kalcifikata kod pomenutih tendinopatija može se precizno potvrditi rendgenom ili ultrazvučnom dijagnostikom. Kalcifikovane tendinopatije predstavljaju veliki problem pacijentima zato što su praćene ograničenim pokretima i bolom, a samim tim i smanjenim kvalitetom života (6). Kalcifikati mogu da se jave u svim tetivama u organizmu, ali su najčešći kod Ahilove tetive, tetive *m. supraspinatusa*, *m. infraspinatusa* i *m. extensor digitorum*. Tendinitis u predelu lakta veoma je često udružen sa lateralnim epikondilitisom (7). Klinički utvrđene kalcifikovane tendinopatije predstavljaju svakodnevnu tegobu pacijentima u obavljanju uobičajnih funkcija.

Svi pacijenti koji se javljaju na lečenje tendinopatija mehaničkim udarnim talasima skoro uvek osećaju bol. On je motiv da se jave lekaru i podvrgnu ispitivanju rendgenom ili ultrazvučnom dijagnostikom. Praktično kod svih bolesnika bol je bio pokretač da započnu lečenje.

Modaliteti lečenja kalcifikovanih tendinopatija

Lečenje kalcifikovanih tendinopatija klasičnim metodama fizikalne terapije bila je jedna od mogućnosti do pojave mehaničkog udarnog talasa (engl. *Shock wave*). Kombinacijom različitih fizikalnih agenasa kao što su: elektroforeza lekova, impulsno magnetno polje niske frekvence, terapijski ultrazvuk, lasero terapija, kao i drugih fizikalnih agenasa, dolazi do smanjenja bola i povećanja obima pokreta (8-10).

Povoljan efekat fizikalnih agensa dovodi do povećane vaskularizacije mekog tkiva u kom se nalazi kalcifikat. Delovanje fizikalnih agensa nema uticaja na razbijanje i uklanjanje samog kalcifikata u tetivama (11). Lečenje kalcifikata u tetivama može biti i hirurško, ali je taj metod dao delimično pozitivan rezultat. Hirurška primena u lečenju kalcifikata pokazala je mnoštvo problema, od kojih je najvažniji pristup samom kalcifikatu. Na primer, kod *calcar calcanei* rezom se prolazi kroz osetljivo meko tkivo pete i kalcifikat nije uvek moguće izvaditi u celini. To je čest slučaj kod kalcifikata i u tetivi *m. supraspinatusa*. Oporavak posle hirurške intervencije vađenja kalcifikata iz tetive bio je duži, nelagodniji i neprijatniji za pacijenta. Lečenje kalcifikata u tetivama rađeno je i blokadom kortikosteroidnim preparatima. Kortikosteroidni preparati koji se aplikuju lokalno, na mestu gde se nalazi kalcifikat, dovode do smanjenja bola i povećanja obima pokreta na ekstremitetu koji je lečen.

Mehanički udarni talas je metoda fizikalne terapije koja koristi mehaničku energiju za razbijanje i smanjenje kalcifikata u tetivama i mišićima (12). Udarni talas prenosi mehaničku energiju kroz meka tkiva do mesta koje lečimo. U pitanju je inovativni, neinvazivni tretman koji visoku frekvenciju kratkih eksplozivnih i visokoenergetskih impulsa prenosi na mesto povrede. Impulse karakteriše brza i diskontinuirana promena kvaliteta tkiva kroz koje mehanički udarni talas prolazi (13). Istovremeno postoji brz rast pritiska, temperature i gustine protoka talasa (14). Prednosti terapije mehaničkim udarnim talasom su što se usmerava na ciljano područje. To je eksterna (spoljašnja) terapija. Lečenje ovom metodom ne dovodi do promena na koži, nema reza i zato ona ima prednost nad tradicionalnim hirurškim metodama. Njena primena ima manje mogućih komplikacija, neželjenih efekata, oporavak pacijenata je brži, kao i njihov povratak uobičajnim aktivnostima (11, 12).

Mehanička energija se prenosi putem amplifikatora (pojačivača) i preko kontaktnog gela, da ne bi došlo do trenja i iritacije kože na mestu primene. Amplifikator je u direktnom kontaktu sa kožom i potkožnim tkivom i na taj način se kinetička energija amplifikatora preko sonde prenosi u telo pacijenta. Početak aplikacije predstavlja pozitivan impuls potiska sa velikom amplitudom. Posle svakog prvog impulsa dolazi do pojave malog zaostalog talasa (12, 14, 15). Terapija mehaničkim udarnim talasom je inovativni neinvazivni tretman koji visoku frekvenciju kratkotrajnih eksplozivnih i visokoenergetskih impulsa prenosi na povređena tkiva (16). Mehanički udarni talas se prostire kroz tkivo do postojećeg kalcita bez oštećenja mekog tkiva. Tokom terapije mehaničkim udarnim talasima kroz izabrani aplikator mehanička energija se fokusira na mesto kalcifikacije, gde se generiše toplota koja deluje na samo mesto kalcifikacije (17-19). Zbog svega navedenog upotreba terapije mehaničkim udarnim talasom omogućava smanjenje kalcifikacije i bola kod pacijenata sa kalcifikacijama (13, 15, 18).

Biološki efekti mehaničkog udarnog talasa

Osnovni biološki efekat mehaničkog udarnog talasa je stimulativni (18). On svojim dejstvom pokreće biološke

processe unutar tkiva. Pokušaj da se razume stimulativni efekat ove terapije doveo je do povećanog interesovanja istraživača u poslednjih nekoliko godina (19-22). Kompletni biološki mehanizmi delovanja mehaničkih udarnih talasa nisu precizno poznati. Dokazane su biološke reakcije u kojima se oslobađaju različiti medijatori, kao što su vaskularni endotelni faktor rasta (VEGF), endotelni azot-oksidi (ENOS) i nuklearni antigen proliferacije (PCNA) (23-25). Prisustvo ovih medijatora potvrđeno je metodama imunohistohemije. Proučavajući uticaj na ćeliju i to na supcelularni nivo utvrđeno je da mehanički udarni talas povećava propustljivost ćelijske membrane, smanjuje leziju citoskeleta, dovodi do promena na mitohondrijama, endoplazmatičnom retikulumu i membrani jedra ćelije (21).

Terapijski efekat mehaničkog udarnog talasa

Mehanički udarni talas je, kao medicinski tretman za razbijanje kamena u bubregu, korišćen još pre dvadeset godina (26, 27). Postoje dva tipa u širenja mehaničkih udarnih talasa:

1. radijalno širenje pneumatski generisanih mehaničkih udarnih talasa koji se šire kroz tkiva energijom udarca od 0,1 mJ/mm². To znači da se sa svakim centimetrom prodiranja radijalnog talasa u tkivo smanjuje njegov efekat za jednu trećinu (26, 28, 29);

2. fokusirano širenje obuhvata tri različito orijentisana udarna talasa: elektrohidraulični, piezoelektrični i elektromagnetni. Fokusirano širenje mehaničkih udarnih talasa razlikuje se u pogledu terapijske dubine prodiranja u tkivo u odnosu na radijalno širenje udarnih talasa (27, 28).

I radijalni i fokusirani mehanički udarni talasi uspešno se primenjuju kod kalcifikovanih tendinopatija. Pomenuti udarni talasi koriste se i za lečenje entenzopatija, kod poremećaja pripoja tetiva, peritrohanteritisa i dr. Pulsirajuća, visoka i intenzivna mehanička energija usmerena je na povređeno tkivo. Ona deluje na ćelijskom nivou tako što stimuliše zarastanje povređenih mišića, tetiva i ligamenata (27-30).

Sama tehnika aplikacije mehaničkog udarnih talasa je jednostavna, ali se mora poštovati nekoliko postulata prilikom aplikacije (31). Aplikacija se vrši putem pištolja u kome se nalazi titanijumska cev. U cevi se nalazi „metak” prilagođen veličini titanijumske cevi. Svaka cev je zatvorena amplifikatorom za radijalno ili fokusirano širenje mehaničkih udarnih talasa. Amplifikatori se menjaju prema potrebi. Da bi se precizno odredili parametri za rad sa mehaničkim udarnim talasima na ekranu aparata postoji mogućnost njihovog podešavanja. Na samom aparatu podešavamo sledeće parametre: frekvenciju u Hz, jačinu udaraca u barima i broj udaraca. Primena mehaničkih udarnih talasa se izvodi u razmaku od nekoliko dana. Ako je u pitanju kalcifikat, njegovo razbijanje se radi jedanput nedeljno (32-34).

Istraživači su u svojim studijama primenjivali različitu frekvenciju, različiti broj udaraca, kao i različitu jačinu udaraca prilikom terapije (32-36). Ako se mehanički udarni talas koristi kod tendinopatija bez kalcifikata, prema

literaturi se najčešće primenjuju frekvencija od 6 do 12 Hz, 800-1000 udaraca i jačina od 1,0 i 1,2 Bara (35).

Kod tendinopatija koje nisu imale kalcifikat primena terapije mehaničkim udarnim talasima bila je sa razmakom od tri do pet dana. Kod kalcifikovanih tendinopatija najčešće se primenjenju frekvencije od 10 do 12 Hz, broj udaraca od 1200 do 1800 i jačina udarca od 1,2 do 1,6 Bara (36). Preporuke koje su date u literaturi bazirane su na uspešnosti smanjenja kalcifikata. Ishod lečenja je osnova za primenu određenih parametara u lečenju (37). Terapija kalcifikovanih tendinopatija mehaničkim udarnim talasom bila je sa pauzama od 5 do 7 dana (38). Da bi primena mehaničkog udarnog talasa bila uspešna za pacijenta on mora biti u položaju relaksacije, u položaju koji je komforan i lekaru koji izvodi terapiju. Pištolj kojim se vrši terapija mora da bude pod uglom od 90° u odnosu na mesto aplikacije (37). Obavezno je da se koristi odgovarajući gel da bi se smanjilo trenje i da bi pacijentu bilo udobno. Postoje tehnološki veoma sofisticirani aparati koji omogućavaju i pacijentu i lekaru adekvatnu i skoro bezbolnu primenu. Prvi aparati koji su bili u upotrebi za terapiju mehaničkim udarnim talasima su pacijentima bili toliko bolni da su pre aplikacije bili primenjivani lokalni anestetici (36-39).

Indikacije i kontraindikacije za primenu mehaničkog udarnog talasa

Indikacije za primenu mehaničkog udarnog talasa su: bolno rame, petni trn, plantarni fascitis, teniski lakat, tendinopatija Ahilove tetive, skakačko koleno, tendinitis patele, mialgija, miogeloze i sindrom prenaprezanja mišićno-tetivnog sistema (36-39). Kontraindikacije za primenu mehaničkog udarnog talasa su: postojanje proteza, kolena i kuka, kao i različitog ortopedskog materijala, pejsmejker i pristustvo hroničnih oboljenja kao što su multipla skleroza, amiotrofična lateralna skleroza ili tumori (40). Postoji nedoumica oko primene mehaničkog udarnog talasa kod dece (39-41). Smatra se da kod dece ne treba primenjivati mehanički udarni talas do petnaeste godine života, a i posle na mestima gde postoji rast kostiju, na primer kod Šlaterove bolesti, gde bi primena mehaničkog udarnog talasa dovela do pogoršanja kliničke slike (41).

Zaključak

Primena mehaničkog udarnog talasa je nova, neinvazivna metoda, jednostavna za primenu, uvek smanjuje bol i praktično je bez neželjenih efekata tokom primene. Ova metoda ima posebnu ulogu u lečenju hroničnih upala bolesnih tetiva, sa kalcifikacijama ili bez njih. Jedina nedoumica u primeni mehaničkog udarnog talasa može biti u broju aplikacija i vremenskoj pauzi između primene dva uzastopna mehanička udarna talasa. Primena mehaničkog udarnog talasa (engl. *Shock wave*) važna je za lečenje patoloških stanja i oboljenja koja imaju kalcifikat, a koja ne mogu da se uklone standardnim metodama lečenja.

Literatura

- Cheng JH, Wang CJ. Biological mechanism of shockwave in bone. *Int J Surg*. 2015; 24(Pt B):143-6.
- Speed C. A sytemic review of shockwave therapies in soft tissue conditions: focusing on the evidence. *Br J Sports Med* 2014; 48(21):1538-42.
- Crupnik J, Silveti S, Wajnstein N, Rolon A, Vollhardt A, Stiller P, et al. Is radial extracorporeal shock wave therapy combined with a specific rehabilitation program (r ESWT + RP) more effective than sham – r ESWT + RP for acute hamstring muscle complex injury type 3b in athletes? Study protocol for a prospective, randomized, double - blind, sham - controlled single centre trial. *J Orthop Surg Res*. 2019; 14(1):234.
- Ordegen JA, Toth - Kischak A, Shultheiss R. Principles of shock wave therapy. *Clin Orthop Relat Res*. 2001; (387):8-17.
- Al-Abbad H, Simon JV. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy chronic Achilles tendinopathy: a systemic review. *Foot Ankle Int*. 2013; 34(1):33-41.
- Tailly GG. Extracorporeal shock wave lithotripsy today. *Indian J Urol*. 2013; 29(3):200-7.
- Császár NB, Angstman NB, Milz S, Sprecher CM, Kobel P, Farhat M. Radial shock wave devices generate cavitation. *PLoS One*. 2015; 10:e0140541.
- Gerdesmeyer L, Schaden W, Besch L, Stukenberg M, Doemer L, Muehlhofer H, et al. Osteogenic effect of extracorporeal shock waves in human. *Int. Nj Surg*. 2015; 24(PtB):115-9.
- Takahashi N, Orthori S, Saisu T, Moriya H, Wada Y. Second application of low-energy shock wave has a cumulative effect on free nerve endings. *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 443:315-9.
- Lohren H, Nauck T, Korakakis V, Malliaropoulos N. Historical ESWT paradigms are overcome: narative review. *Biomed Res Int*. 2016; 2016:3850461.
- Moya D, Ramón S, Schaden W, Wang CJ, Guillof L, Cheng JH. The role of extracorporeal shock wave treatment in musculoskeletal disorders. *J Bone Joint Surg Am*. 2018; 100(3):251-63.
- Dedes V, Stergioulas A, Kipreos G, Dede A, Mitseas A, Panoutsopoulos G. Effectiveness and Safety of Shockwave therapy in Tendinopathies. *Mater Sociomed*. 2018; 30(2):141-6.
- Malliaropoulos N, Thompson D, Meke M, Pyne D, Alaseires D, Atkinson H, et al. Individualised radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) for symptomatic calcific shoulder tendinopathy: a retrospective clinical study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017; 18:513.
- Thiel S, Thiele R, Gerdesmeyer L. Lateral epicondylitis: this is still a main indication for extracorporeal shockwave therapy. *Int J Surg*. 2015; 24(Pt B):165-70.
- Crema MD, Guermazi A, Top JL, Hamilton B, Roemer FW. Acute hamstring injury in football players: association between anatomical location location end extent of injury-a large single-center MRI report. *J Sci Med Sport*. 2016; 19(4):317-22.
- Heide M, Mørk M, Røe C, Brox IJ, Hoksrud AF. The effectiveness of radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT), sham-rESWT, standardised exercise programme or usual care for patients with plantar fasciopathy: study protocol for a double-blind, randomised, sham-controlled trial. *Trials*. 2020; 21(1):589.
- Leung R, Malliaropoulos N, Korakakis V, Padhiar N. What are patients knowledge, expectation and experience of radial extracorporeal shockwave therapy for the treatment of their tendinopathies? A qualitative study. *J Foot Ankle Res*. 2018; 11:11.
- Zella BA, Gollwitzer H, Zlowodzki M, Bühren V. Extracorporeal shock wave therapy current evidence. *J Orthop. Trauma*. 2010; 24 Suppl 1:S66-70.
- Foldager CB, Kearney C, Spector M. Clinical application of extracorporeal shockwave therapy in orthopedics: focused versus unfocused shock-wave. *Ultrasound Med Biol* 2012; 38(10):1673-80.
- Thiele S, Thiele R, Gerdesmeyer L. Lateral epicondylitis: this is still a main indication for extracorporeal shockwave therapy. *Int J Surg*. 2015; 24(Pt B):165-70.
- Chung B, Wiley J.P. Extracorporeal shockwave therapy: a review. *Sports Med*. 2002; 32(13):851-65.

22. Odgen JA, Toth-Kischkat A, Schultheiss R. Principeles of shock wave therapy. Clin Orthop Relat Res. 2001; (387):8-17.
23. Duymaz T, Singel D. Comparison of radial extracorporeal shock wave therapy and traditional physiotherapy in rotator cuff calcific tendinitis treatment. Arch Rheumatol. 2019; 34(3):281-7.
24. Kearney R, Costa ML, Insertional Achilles tendinopathy management: a systemic review. Foot Ankle Int Foot Ankle Int. 2010; 31(8):689-94.
25. Zhang JZ, Lee WC, Fu SN. One session of extracorporeal shockwave therapy-induced modulation on tendon shear modulus is associated with reduction in pain. J Sports Sci Med. 2020; 19(2):309-16.
26. Harniman E, Carette S, Kennedy C, Beaton D. Extracorporeal shock wave therapy for calcific and noncalcific tendonitis of the rotator cuff: a systemic review. J Hand Ther. 2004; 17(2):132-51.
27. Arirachakaran A, Boonard M, Yamaphai S, Prommahachai A, Kesprayura S, Kongtharvonskul J. Extracorporeal shock wave therapy, ultrasound-guided percutaneous lavage, corticosteroid injection and combined treatment for the treatment of rotator cuff calcific tendinopathy: a network meta-analysis of RCTs. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2017; 27(3):381-90.
28. Rowe V, Hemmings S, Malliaras P, Maffulli N, Morrissey D. Conservative management of midportion Achilles tendinopathy: a mixed methods study, integrating systematic review and clinical reasoning. Sports Med. 2012; 42(11):941-67.
29. Umamahesvaran B, Sambandam S, Mounasamy V, Gokulakrishnan P, Ashraf M. Calcifying tendinitis of shoulder: a concise review. Journal of Ortopedics. 2018; 15(3):776-82.
30. Okur SÇ, Aydın A. Comparison of extracorporeal shock wave therapy with custom foot orthotics in plantar fasciitis treatment: A prospective randomized one-year follow-up study. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2019; 19(2):178-86.
31. Pakos E, Gkiatas I, Rakkas G, Papadopoulos D, Gelalis I, Verkis M. et al. Calcific deposit needling in combination with extracorporeal shock wave therapy (ESWT): a proposed treatment for supraspinatus calcified tendinopathy. SICOT J. 2018; 4:45.
32. Mateo V, Naim NR, Pierluigi P, Andreas D, Di Carlo G, Anshuman C. et al. ESWT and nutraceutical supplementation (Tendisulfur Forte) vs ESWT-only in the treatment of lateral epicondylitis, Achilles tendinopathy, and rotator cuff tendinopathy: a comparative study. J Drug Assess. 2019; 8(1):77-86.
33. Li W, Zhang SX, Yang Q, Li BL, Meng QG, Guo ZG. Effect of extracorporeal shock -wave therapy for treating patients with chronic rotator cuff tendonitis. Medicine (Baltimore). 2017; 96(35):e7940.
34. Çelik A, Altan L, Ökmen BM. The effects of extracorporeal shock wave therapy on pain, disability and life quality of chronic low back pain patients. Altern Ther Health Med. 2020; 26(2):54-60.
35. Taheri P, Khosrawi S, Ramezani M. Extracorporeal shock wave therapy combined with oral medication and exercise for chronic low back pain: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2021; 102(2):1294-99.
36. Burton I. Autoregulated heavy slow resistance training combined with radial shockwave therapy for plantar heel pain: Protocol for a mixed-methods pilot randomised controlled trial. Musculoskelet Care. 2021; 19(3):319-30.
37. Defoort S, De Smet L, Brys P, Peers K, Degreef I. Lateral elbow tendinopathy: surgery versus extracorporeal shock wave therapy. Hand Surg Rehabil. 2021; 40(3):263-7.
38. Yoon SY, Kim YW, Shin IS, Moon HI, Lee SC. Does the type of extracorporeal shock therapy influence treatment effectiveness in lateral epicondylitis? a systematic review and meta-analysis. Clin Orthop Relat Res. 2020; 478(10):2324-39.
39. Mihai EE, Dumitru L, Mihai IV, Berteau M. Long-term efficacy of extracorporeal shock wave therapy on lower limb post-stroke spasticity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Clin Med. 2020; 10(1):86.
40. Yue L, Sun MS, Chen H, Mu GZ, Sun HL. Extracorporeal shockwave therapy for treating chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Biomed Res Int. 2021; 2021:5937250.
41. Lange T, Deventer N, Gosheger G, Lampe LP, Bockholt S, Schulze Boevingloh A. et al. Effectiveness of radial extracorporeal shockwave therapy in patients with acute low back pain-randomized controlled trial. J Clin Med. 2021; 10(23):556.