

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Filip Begić

**Indikacije i liječenje udarnim valom u fizikalnoj medicini i
rehabilitaciji**

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2021.

Ovaj diplomski rad izrađen je u Katedri za fizikalnu medicinu i opću rehabilitaciju, Medicinski fakultet Zagreb, Klinika za reumatske bolesti i rehabilitaciju, KBC Zagreb pod vodstvom prof.dr.sc. Porina Perića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2020./2021.

POPIS KRATICA

ESWT – Izvantjelesna terapija udarnim valom

EUV - Ekstrakorporalni udarni val

fEUV - Fokusirani ekstrakorporalni udarni val

rEUV - Radijalni ekstrakorporalni udarni val

Sadržaj

1. Sažetak	
2. Summary	
3. Uvod	1
4. Udarni val	2
4.1. Fizička svojstva udarnog vala	3
4.2. Način djelovanja udarnog vala	4
4.3. fEUUV	5
4.4. rEUUV	6
5. Indikacije za primjenu udarnog vala	7
5.1. Lateralni epikondilitis	7
5.2. Plantarni fascitis	9
5.3. Kalcificirajući tendinitis ramena	11
5.4. Ahilova tendinopatija i Skakačko koljeno	14
5.5. Udarni val kod spastičnosti u bolesnika s moždanim udarom	16
6. Zaključak	18
7. Zahvale	19
8. Literatura	20
9. Životopis	27

1. Sažetak

Indikacije i liječenje udarnim valom u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji

Filip Begić

Fizikalna i rehabilitacijska medicina je klinička grana medicine koja se bavi dijagnostikom, prevencijom, liječenjem i rehabilitacijom različitih poremećaja i nesposobnosti. Najčešći uzroci onesposobljenosti su neuromuskularne i muskuloskeletne bolesti, zatim ozljede, kronična bol, te prirođeni i stečeni poremećaji. Fizikalna terapija označava primjenu fizikalnih agensa u prevenciji, liječenju i rehabilitaciji, dok je rehabilitacija proces pomaganja osobni da postigne svoj maksimum fizičke osposobljenosti u odnosu na njegovo fiziološko ili anatomsko oštećenje te želje i planove.

Udarni val neinvazivan je postupak koji koristi zvučne valove za cijeljenje tkiva. Zvučni udarni val se stvara u uređaju te se usmjeruje na ciljano područje. Služi kao učinkovita metoda za liječenje lokaliziranih muskuloskeletalnih patologija. Prednost udarnoga vala, prema kirurškim metodama, je to što je neinvazivan odnosno nema kirurškoga reza što omogućuje brži oporavak i povratak aktivnostima te manje komplikacija.

Glavne indikacije za koje se koristi udarni val su lateralni epikondilitis lakta, plantarni fascitis, kalcificirajući tendinitis ramena i zakašnjelo koštano cijeljenje. Učinci koje udarni val postiže je stimulacija cijeljenja tkiva i smanjenje boli.

2. Summary

Indications and shock wave treatment in physical medicine and rehabilitation

Filip Begić

Physical and rehabilitation medicine is a clinical branch of medicine that deals with the diagnosis, prevention, treatment and rehabilitation of various disorders and disabilities. The most common causes of disability are neuromuscular and musculoskeletal diseases, followed by injuries, chronic pain, and congenital and acquired disorders. Physical therapy refers to the application of physical agents in prevention, treatment and rehabilitation, while rehabilitation is the process of helping a person to achieve his maximum physical fitness in relation to his physiological or anatomical impairment and desires and plans.

A shock wave is a non-invasive procedure that uses sound waves to heal tissue. An audible shock wave is generated in the device and directed to the target area. It serves as an effective method for the treatment of localized musculoskeletal pathologies. The advantage of the shock wave, according to surgical methods, is that it is non-invasive, ie there is no surgical incision, which enables faster recovery and return to activities and fewer complications.

The main indications for which shock wave is used are lateral epicondylitis of the elbow, plantar fasciitis, calcifying shoulder tendinitis, and delayed bone healing. The effects that the shock wave achieves are stimulation of tissue healing and reduction of pain.

3. Uvod

Fizikalna i rehabilitacijska medicina je klinička grana medicine koja se bavi dijagnostikom, prevencijom, liječenjem i rehabilitacijom različitih poremećaja i nesposobnosti. Svrha ovog specijaliziranog oblika medicinske intervencije je rehabilitacija onesposobljenih, posebice obnova motornih funkcija organizma. Najčešći uzroci onesposobljenosti su neuromuskularne i muskuloskeletne bolesti, zatim ozljede, kronična bol, te prirođeni i stečeni poremećaji (1).

Fizikalna terapija označava primjenu fizikalnih agensa u prevenciji, liječenju i rehabilitaciji, dok je rehabilitacija proces pomaganja osobni da postigne svoj maksimum fizičke osposobljenosti u odnosu na njegovo fiziološko ili anatomske oštećenje te želje i planove. U liječenju se mogu primijeniti različiti fizikalni agensi i tako imamo 5 glavnih skupina. Tu spada mehanoterapija, elektroterapija, termoterapija, fototerapija te prirodni čimbenici. Također se može primijeniti i relativno novi terapijski postupak u liječenju, a to izvantjelesna terapija udarnim valom (ESWT prema engl. Extracorporeal Shock Wave Therapy). Udarni val neinvazivan je postupak koji koristi zvučne valove u svrhu smanjenja boli i cijeljenja tkiva. Zvučni udarni val se stvara u uređaju te se usmjeruje na ciljano područje. Služi kao učinkovita metoda za liječenje lokaliziranih muskuloskeletalnih patologija. Prednost udarnoga vala, prema kirurškim metodama, je to što je neinvazivan odnosno nema kirurškoga reza što omogućuje brži oporavak i povratak aktivnostima te manje komplikacija. Danas se udarni val primjenjuje u liječenju mnogih stanja te pokazao izrazito učinkovitim kod stanja koja se teško i dugo liječe standardnim metodama fizikalne terapije (1).

Cilj ovoga rada je opisati način primjene udarnoga vala, sve njegove učinke na organizam te indikacije za primjenu udarnoga vala.

4. Udarni val

Izvan tjelesna terapija udarnim valom (ESWT) je neinvazivna metoda fizikalne terapije prvobitno primijenjena za razbijanje bubrežnih kamenaca. Zanimanje za bioefekte udarnih valova pojavilo se 1971. godine kada je prvi put pokazano da udarni valovi mogu uništiti bubrežne kamence. Ekstrakorporalni udarni valovi prvi put su se primijenili 1980. godine za uništavanje bubrežnih kamenaca u bolesnika (2). Uspjeh u liječenju ubrzo je učinio udarni val prvom linijom liječenja bubrežnih kamenaca. Prilikom te uporabe primijećeni su i pozitivni učinci na okolno tkivo u smislu bržega cijeljenja okolnog tkiva. Stoga su se počela provoditi daljnja istraživanja koja su dovela do uporabe udarnih valova u ortopediji i traumatologiji (1). 1980-ih godina su provedene studije na životinjama, koje su pokazale da ESWT može povećati koštano-cementnu površinu, pojačati osteogeni odgovor i poboljšati zarastanje prijeloma (3). Valchanova je 1991. godine ESWT primijenio za nesrasle prijelome te je došlo do bolje percepcije i razumijevanja ove tehnologije (4). Prva izvješća o liječenju bolesnika sa zakašnjelim koštanim cijeljenjem ili nesraslim prijelomima pojavila su se 1991. godine. Primjenom udarnog vala došlo je do indukcije cijeljenja prijeloma u 85% slučajeva (2). Na razvoj ove tehnike je bitno utjecao i Wang sa svojim istraživanjima gdje je pokazao da udarni valovi uzrokuju značajnu neovaskularizaciju u tretiranome tkivu, bez provociranja pogoršanja stanja. Pomoću regulacije i ekspresije različitih pro-angiogenih i pro-osteogenih čimbenika rasta cijeljenje kosti je značajno stimulirano. Došlo je do povećanja neovaskularnih, angiogenih i osteogenih biljega rasta uključujući vaskularni endotelni faktor rasta (VEGF), endotelni dušikov oksid sintaza (eNOS), jezgrin antigen proliferirajućih stanica (PCNA) te koštani morfogenetski protein 2 (BMP 2) (5,6).

Danas se ESWT najčešće primjenjuje u liječenju epikondilitisa lakta i plantarnoga fascitisa, ali također i u drugim mišićno-koštanim bolestima poput kalcificirajućeg tendinitisa ramena, zakašnjelog koštanog cijeljenja i drugih. Opće kontraindikacije za primjenu udarnog vala su trudnoća, životna dob manja od 18 godina, koagulopatije, infekcije, artritis, neurološka oštećenja, neurološka bol, pacemaker, maligne bolesti i druge. Udarni valovi se ne smiju usmjeravati na šuplja, plinovita tkiva kao što su pluća ili crijeva (1). Udarni val oslobađa svoju energiju u okolini gdje mediji imaju razlike u impedanciji, te ukoliko bi došlo do djelovanja na pluća ili crijeva uzrokovao bi rupturu tkiva, krvarenje te pneumotoraks pluća (7).

4.1. Fizička svojstva udarnog vala

Izvantjelesni udarni valovi stvaraju se u posebno razvijenim uređajima putem elektromagnetskog, elektrohidrauličnog ili piezoelektričnog efekta. Putem ovih mehanizama dolazi do pretvorbe električne energije u udarni val unutar fluidnoga medija. Val karakteriziraju visoke amplitude pozitivnoga tlaka, do 100 megapaskala (Mpa), kratko trajanje, do 10 milisekundi (ms), kratko vrijeme rasta tlaka (<10 ns), zatim spektar frekvencija od 16 do 20MHz te niski negativni val od 5 do 10 Mpa, koji djeluje posredno stvaranjem kavitacija. Energija koja se prenosi se izražava u milidžulima (mJ), a gustoća energije u ciljnoj točki u mJ/mm^3 . Broj impulsa i gustoća energije određuju jačinu tretmana. Udarni val se usmjeruje u uređaju i fokusira na ciljani dio tijela. Što je veća sposobnost fokusiranja, veća je gustoća energije čime je i učinkovitost veća. Generirani udarni valovi mogu biti niskoenergijski ($<0,27 \text{ mJ/mm}^3$) i visokoenergijski ($>0,27 \text{ mJ/mm}^3$) (1).

4.2. Način djelovanja udarnog vala

Udarni valovi se kreću kroz meka i tekuća tkiva te se njihov učinak očituje na mjestima promjene akustične impedancije, odnosno na prijelazima koštanog i mekog tkiva. Na tim mjestima dolazi do odbijanja i loma vala i time se oslobađa kinetička energija koja utječe na tkivo. Smatra se da udarni val djeluje na dva načina. Izravan učinak je postignut pozitivnim valom i kratkotrajnim porastom tlaka, a negativan mali val djeluje posredno i uzrokuje kavitacije (1).

Učinak udarnih valova nije potpuno jasan i postoji više hipoteza o njihovom učinku na cijeljenje tkiva i smanjenje boli. Smatra se da mehaničkim djelovanjem udarni valovi izazivaju mikrotraume u tkivu te se time pokreću mehanizmi cijeljenja, stvaranje novih krvnih žila i povećan dotok nutrijenata u tkivo (1). Prijenos udarnog vala vodi ka učincima na tkivo. Transformacija energije u biološki odgovor slična je kaskadnom procesu. Prvo se aktiviraju skeletni aneksi stanica, koji vode do oslobađanja mRNA iz staničnih jezgri. Zatim se aktiviraju stanični organeli, mitohondriji, endoplazmatski retikulum i stanični mjehurići, koji oslobađaju specifične proteine zacjeljivanja (7). Također udarni valovi smanjuju depozite kalcija tako što olabave okolne strukture, potiču njegovu resorpciju i time smanjuju bol. Te na kraju udarni valovi stimuliraju osteoblaste koji su odgovorni za stvaranje i cijeljenje kosti i fibroblaste, čime potiču i cijeljenje vezivnog tkiva (1). Stanični učinak ESWT-a sve se bolje razumije na molekularnoj razini. Regeneracija stanica složen je proces koji uključuje aktivaciju, migraciju i interakciju različitih tipova stanica, koje su stimulirane putem citokina i tako aktiviraju interakcije među stanicama. Te procese pokreće, inducira i pojačava djelovanje ESWT-a (7).

Udarni val djeluje i na osjet boli. Jedan od glavnih razloga primjene je njegov analgetski učinak. Mišljenje je da kratkotrajno prestimuliranje smanjuje aktivnost živaca i uzrokuje hiperstimulacijsku anesteziju. Danas se glavnom smatra teorija nadzora ulaza koja kaže da podraživanjem aferentnih osjetnih

vlakana perifernih živaca se aktiviraju mehanizmi koji inhibiraju osjet boli u stražnjem rogu leđne moždine, te da udarni val uzrokuje otpuštanje tvari koje blokiraju bolni podražaj (1).

4.3. Fokusirani ekstrakorporalni udarni val (fEUV)

fEUV je akustični impuls generiran izvan tijela, visoke energije, proizveden putem specifičnih generatora koji se prijenosnim sustavom prenose u tijelo i fokusiraju na željeno područje. Od klasičnoga ultrazvuka se razlikuju po impulsnoj transmisiji i po tome što dosežu veći gradijent tlaka. Karakterizirani su velikim pozitivnim i malim negativnim tlakom, te također brzim usponom vala i kratkim trajanjem. Puls tlaka velike amplitude generira se izvan tijela i njegova energija se koncentrira na ciljano područje u tijelu. Također što je uži fokus to je preciznija isporuka energije. fEUV bez većih gubitaka prolazi kroz vodeni kontaktni medij i prodire u tkivo. Generatori fokusiranog udarnog vala mogu biti: elektrohidraulični, elektromagnetski i piezoelektrični.

Dubina prodiranja je različita i ovisni o generatoru aparata. Elektrohidraulični generator prodire do dubine od 7 do 60 mm, elektromagnetni od 2,5 do 30 mm, a piezoelektrični od 2,4 do 17 mm. Osnovni terapijski parametri fEUV-a su gustoća energije, broj udara (impulsa) tijekom jedne aplikacije i frekvencija (8). Generirani udarni valovi mogu biti niskoenergijski ($<0,27 \text{ mJ/mm}^3$) i visokoenergijski ($>0,27 \text{ mJ/mm}^3$).

Kod uporabe fEUV-a najveća energija postiže se dakle u žarištu, na željenoj dubini, a koža i potkožno tkivo je pošteđeno iritacije visokom energijom. Na mjesto aplikacije se nanese kontaktni gel koji ima ulogu prijenosa valova i regulacije dubine prodiranja.

Terapija niskoenergijskim ESWT-om se sastoji najčešće od 3 tretmana u tjednom ili mjesečnom ritmu, dok je terapija visokoenergijskim najčešće jednokratni tretman. Tretman obično traje od 10 do 30 minuta. Nakon postupka

se osjeti poboljšanje zbog učinka analgezije, no za potpuni učinak je potrebno i do 12 tjedana. Nuspojave primjene udarnih valova su prolazne, a u njih spadaju bol tijekom i nakon tretmana, crvenilo kože, spazam mišića, edem, hematoma, obamrlost i ukočenost zglobova (1).

Direktno djelovanje se bazira na pozitivnom valu, koji je veći što je veća razlika u akustičnim impedancijama na granici dvaju tkiva. Indirektno djelovanje bazira se na fenomenu kavitacije. U smjeru prodora udarnoga vala dolazi do brzog porasta tlaka, te zbog toga dolazi do formiranja zračnih mjehurića koji implodiraju i stvaraju tekuće mikromlazove velike brzine. Upravo su ti mikromlazovi odgovorni za razbijanje kalcifikata u tkivima (8).

4.4 Radijalni EUV (rEUV)

U novije vrijeme počinje se i koristiti radijalni udarni val. Karakteriziran je aplikatorima koji stvaraju nefokusirani udarni val. Ovi uređaji izravno generiraju najjaču energiju na mjestu ulaska u tretiranu regiju tijela. Dakle najveći učinak postiže se na kožu i potkožje, a zatim proporcionalno opada s udaljenošću od aplikatora. Radijalni val se ne koristi toliko zbog destruktivnih sposobnosti vala, već zbog trofičkih sposobnosti i izazivanja hiperemije tkiva. Ciljevi tretmana radijalnim udarnim valom su analgezija, izazivanje hiperemije tkiva i pojačana vaskularizacija te potaknuti prirodni wash-out organizma. Gustoća energije (0,01 – 0,23 mJ/mm²), a dubina prodiranja 0-35mm. Neke od indikacija su tendinopatije i miofascijalni sindromi, a kontraindikacije su jednake kao kod fEUV-a (8).

5. Indikacije za primjenu udarnog vala

Danas se ESWT primarno primjenjuje u liječenju epikondilitisa lakta i plantarnoga fascitisa, za te dvije indikacije odobren od strane Američke agencije za lijekove (FDA), osim toga primjenjuje se i kod kroničnih tendinitisa koji traju najmanje 6 mjeseci, a neuspješno je liječen metodama standardne terapije (1). Kako je udarni val relativno nova metoda rehabilitacije u fizikalnoj medicini danas se sve više primjenjuje i za druge indikacije za koje ima povoljne učinke. Provede se nova istraživanja gdje se prate i bilježe učinci udarnoga vala na različita stanja i neka od njih će biti prikazana u ovom radu. Tu spadaju stanja poput kalcificirajućeg tendinitisa ramena, primjena kod oporavka bolesnika nakon moždanog udara te spastičnosti donjeg motoneurona.

5.1. Lateralni epikondilitis

Lateralni epikondilitis je bolni sindrom u području lakta najčešće s lateralne strane prilikom pokreta. Ovo stanje primjer je za entezitis, upalu spoja tetive na kost, i primjer je sindroma prenaprezanja gdje nastaje oštećenje kao posljedica uzastopnih mikrotrauma. Ta ponavljanja trauma nadvlada sposobnost reparacije tkiva. Kroničnim naprežanjem razvije se aseptička upala s pojavom boli pri svakoj kretnji. Najčešće zahvaća zajedničku glavu ekstenzora šake i prstiju na lateralnom epikondilu humerusa. Kako mu incidencija u profesionalnih tenisača iznosi 5-10% naziva se još i teniski lakat. U općoj populaciji incidencija je između 1-3%. Osim sportaša, češće se može susresti kao profesionalna bolest zidara, postolara, kuhara, kirurga i zubara (9). Glavni simptomi uključuju smanjenu snagu stiska i snagu gornjeg ekstremiteta zajedno sa boli u području lakta. Bol je izrazito jaka na pritisak iznad lateralnog epikondila. Ova patologija veliki je izazov jer se teško liječi, sklona je recidiviranju i može trajati nekoliko mjeseci, s prosjekom trajanja tipične epizode između 6 mjeseci i 2 godine (10). Dijagnoza je jednostavna i potvrđuje se testovima koji mogu se koristiti u svakodnevnoj kliničkoj praksi poput palpacije na aspektu bočnog epikondila.

Palpatorna osjetljivost te bol u epikondilu pouzdani su znak epikondilitisa (9). Iako je dijagnoza ovog stanja jednostavna i laka, liječenje nije lagano. Važno je što prije započeti s terapijom. Konzervativni tretman je primarni izbor, dakle odmor od radnih i sportskih aktivnosti te se uz to često primjenjuju oralni nesteroidni protuupalni lijekovi. Postoji još mnogo medicinskih i fizioterapeutskih intervencija s različitim mehanizmom djelovanja, ali u konačnici istim ciljem, smanjenje boli i poboljšanje funkcije. Glavni ciljevi terapije su kontrola boli i održavanje ili poboljšanje funkcije. Jednom kada se kontrolira bol, funkcija se može poboljšati vježbama za jačanje lakta i povećavanje opsega pokreta. ESWT se primarno koristi zbog svog analgetskog učinka. U istraživanju Rompa i suradnika u kontroliranoj prospektivnoj studiji nasumično je odabrano 100 bolesnika koji su imali simptome dulje od 12 mjeseci. Bolesnici su podjeljeni u dvije grupe gdje je grupa 1 primila ukupno 3000 impulsa niske energije, a grupa 2, kontrolna grupa, 30 impulsa. Pratilo se stanje bolesnika 3,6 i 24 tjedna nakon terapije. Zabilježeno je značajno ublažavanje boli i poboljšanje funkcije nakon liječenja u grupi 1 gdje je ishod bio dobar ili odličan u 48% bolesnika i prihvatljiv u 42% kod završnog pregleda, u usporedbi s grupom 2 gdje su iznosili 6% i 24% zadovoljavajućih rezultata (11). Wang i suradnici su istraživali učinak nakon duljeg vremena praćenja, nakon godinu dana i nakon 2 godine. 49 bolesnika je dobilo tretman s 1000 impulsa i 6 njih je bila kontrolna grupa. 27 bolesnika (61,4%) bilo je bez pritužbi, 13 (29,5%) je bilo znatno bolje, 3 (6,8%) bilo je nešto bolje, a 1 (2,3%) je bilo nepromijenjeno. U kontrolnoj skupini rezultati su bili nepromijenjeni kod svih šest bolesnika. Donesen je zaključak da je terapija udarnim valovima siguran je i učinkovit način liječenja bolesnika s lateralnim epikondilitisom lakta (12). Pettrone i McCall su istražili učinak ESWT-a na teniski lakat kod bolesnika kojima barem 2 vrste konzervativne terapije nisu bile uspješne. Rezultati su pokazali značajno poboljšanje u ocjeni boli, ocjeni funkcionalne aktivnosti i specifične aktivnosti te općenito stanja bolesti u ESWT grupi u

usporedbi s kontrolnom grupnom. Stoga bi udarni val bio dobra metoda terapije teniskog lakta kada konzervativne metode ne uspiju (13). Turgay i suradnici su usporedili učinak udarnoga vala s laserom male izlazne snage (LLLT). Dokazali su u studiji da, iako su oba načina liječenja bila učinkovita u liječenju lateralnog epikondilitisa, ESWT je djelovao učinkovitije u ublažavanju boli i funkcionalnom oporavku od LLLT-a (14). Ozturan i suradnici napravili su studiju, i cilj ove studije bio je procijeniti kratkoročne, srednjoročne i dugoročne učinke injekcije kortikosteroida, injekcije autologne krvi i terapije ekstrakorporalnim udarnim valom u liječenju lateralnog epikondilitisa. I dok je kortikosteroidna terapija imala bolje učinke 4 tjedna nakon terapije, autologna injekcija krvi i terapija ekstrakorporalnim udarnim valom dale su bolje dugoročne rezultate, posebno uzimajući u obzir visoku stopu recidiva s injekcijom kortikosteroida. Nakon 52 tjedna uspješnost kortikosteroidne injekcije je bila 50%, dok je učinkovitost udarnoga vala bila 89% (15). Međutim postoje i studije koje nisu izvijestile o učinku ESWT-a ili je učinak bio manji i usporediv s placeboom (16-19). S obzirom na to da postoje jasni dokazi u pozitivnim učincima udarnoga vala primjena kod lateralnoga epikondilitisa je opravdana.

5.2. Plantarni fascitis

Bol na prednjem dijelu pete koja nastaje zbog natezanja plantarne fascije pri spuštenim stopalima ili prevelikog opterećenja. Uzrok bolesti može biti i calcar calcanei, odnosno petni trn. Karakteristično bol se pojavi ujutro prilikom prvih koraka, te dolazi do smanjenja boli da bi se ona opet pojačala nakon dužeg stajanja, hodanja, trčanja. Bolest je češća u sportaša, osobito trkača, te osoba sa spuštenim stopalima (9). Liječenje se provodi ortopedskim ulošcima, lokalno injekcija anestetika s kortikosteroidom te fizikalna terapija. Otprilike 10-20% bolesnika s plantarnim fascitisom liječeni konzervativnim metodama ne pokazuju zadovoljavajuće rezultate (20). Također se kirurško liječenje smatra

posljednjim oblikom terapije zbog mogućih ozljeda, te operativnih rizika i postoperativnih komplikacija. Stoga se u liječenju plantarnog fascitisa počeo koristiti ESWT kao alternativna opcija zbog svoje neinvazivne prirode, brzog vremena oporavka i praktičnost za svakodnevni život bolesnika. Wang i suradnici su istražili učinak ESWT-a kod 79 bolesnika s plantarnim fasciitisom s praćenjem nakon godinu dana od terapije. U studiji je bilo 59 žena i 20 muškaraca prosječne dobi od 47 godina, a raspona od 15 do 75 godine. Svaki bolesnik je liječen s 1000 impulsa udarnoga vala. Za ocjenjivanje je korišten sustav bodovanja od 100 bodova, uključujući 70 bodova za bol i 30 bodova za funkciju. Intenzitet boli temeljio se na vizualnoj analognoj skali od 0 do 10. Rezultati su pokazali da je 75.3% bolesnika bilo bez tegoba, 18,8% je bilo značajno bolje, a 5,9% malo bolje dok nijedan bolesnik nije bio lošije nakon terapije. Stopa recidiva je bila 5%. Došli su do zaključka da je terapija udarnim valovima siguran i učinkovit način liječenja bolesnika s plantarnim fasciitisom (21). Također u usporedbi s bolesnicima koji su primili drugi oblik terapije za kronični plantarni fasciitis, bolesnici su nakon primjene ESWT-a bolje reagirali, imali su manje komplikacija i pokazali su jasnu razliku u učinkovitosti između ESWT-a i drugih terapija (22). Malliaropoulos i suradnici proveli su istraživanje individualiziranog protokola radijalne ekstrakorporalne terapije udarnim valom (rESWT). Protokol je prilagođen individualnim potrebama bolesnika i stoga je puno fleksibilniji od ostalih korištenih protokola. Prilagodavanjem programa bolesniku, omogućuje bolje rezultate kao i liječenje program može napredovati brzinom prikladnom za bolesnika, zbog sposobnosti omogućavanja povratnih informacija bolesnika. Značajno smanjenje bolova procijenjeno je pomoću vizualne analogne skale (VAS) nakon 1-mjesečnog, 3-mjesečnog i 1-godišnjeg praćenja. Stope uspjeha procijenjene su kao postotak bolesnika koji imaju više od 60% VAS boli smanjenje pri svakom praćenju. Stope uspjeha procijenjene su na 19% (1 mjesec), 70% (3 mjeseca) i 98% (1 godina). Jednogodišnja stopa recidiva bila je 8%. Donesen je zaključak da

individualizirani rESWT protokol predstavlja prikladan tretman plantarnog fasciitisa (23). Li i suradnici proveli su meta-analizu kojoj je cilj bio procijeniti učinak osam različitih terapija plantarnoga fascitisa. Terapije uključene u analizu bile su nesteroidni protuupalni lijekovi, injekcije kortikosteroida (CS), autolognu punu krv, plazmu bogatu trombocitima (PRP), izvantjelesna terapija udarnim valovima (ESWT), ultrazvučna terapija (US), botulin toksin A (BTX-A) i suho iglanje (DN). Procijenili su učinak na smanjenje boli prema vizualnoj analognoj skali (VAS) i to 1 mjesec nakon terapije, 2 mjeseca, 4 mjeseca i 6 mjeseci nakon. ESWT je imao najbolju ukupnu učinkovitost među osam oblika intervencije s obzirom na činjenicu da je zauzeo prvo mjesto u sva četiri ishoda (24). Fizikalna terapija se pokazala jednako učinkovitom kao i terapija udarnim valom nakon tromjesečnog praćenja, ali je tu nedostatak dulje trajanje fizikalne terapije (25).

5.3. Kalcificirajući tendinitis ramena

Kalcificirajući tendinitis rotatorne manšete je poremećaj koji se očituje nakupljanjem kalcijeva hidroksiapatita u području hvatišta tetiva za kost uz spontanu resorpciju kalcifikata i cijeljenje tetive. Za to vrijeme resorpcije kalcifikata rame je izrazito bolno. Osnovni mehanizam nastanka boli je vaskularna proliferacija koja uzrokuje porast intratendinoznog tlaka. Ovo stanje se češće javlja u žena i u dijabetičara. Depozit kalcija je najčešće lokaliziran unutar tetive mišića supraspinatusa i nije dodiru s kosti. Glavni simptomi su bol u ramenu za vrijeme formiranja kalcifikata te posljedično dolazi do smanjene pokretljivosti ramena (9). Konzervativni načini liječenja su vježbe radi održavanja pokretljivosti, lokalne injekcije kortikosteroida, krioterapija za smanjenje boli. ESWT se sve češće počinje primjenjivati u muskuloskeletnim bolestima. Udarni val izaziva hiperemiju tkiva i neoangiogenezu, uz to svojim djelovanjem razbija kalcifikate koji se zbog hiperemije i neoangiogeneze brže i razgrade (2). Saznanja o učincima udarnoga vala navela su mnoge da krenu

ispitivati učinak i na kalcificirajući tendinitis ramena. Za jedno od prvih istraživanja učinka udarnoga vala na kronični tendinitis ramena zaslužni su Loew i suradnici. Na pilot grupu od 5 bolesnika primijenili su visokoenergijski udarni val. Neposredno nakon 1 tretmana kod jednog bolesnika došlo je do potpunog oslobađanja boli i kalcijski depozit je nestao na rentgenskoj kontroli. U 3 slučaja do smanjenja boli došlo je za 6 tjedana nakon tretmana, te je kod jednog bolesnika došlo do dezintegracije kalcifikacija bez smanjenja boli (26). Nedugo nakon toga Rompe i suradnici proveli više istraživanja o učincima udarnoga vala. Četrdeset bolesnika s perzistirajućim kalcificirajućim tendinitisom liječili su s jednom terapijom udarnim valom. Svi bolesnici dobili su 1500 impulsa gustoće energije 0.28 mJ/mm^2 u anesteziji, zatim su bili praćeni nakon 6 i 24 tjedna. U 62,5% bolesnika primijećen je djelomični ili potpuni raspad kalcifikata. Statistička analiza pokazala je značajno poboljšanje subjektivnih i objektivnih kriterija. Prema konstantnoj ocjeni, 60% bolesnika postiglo je normalne vrijednosti, a 72,5% bolesnika nije imalo ili je samo povremeno osjećalo nelagodu. Samo 6 bolesnika, odnosno njih 15% nije izvijestilo o poboljšanju tijekom praćenja od 24 tjedna. U daljnjim istraživanjima Rompe i suradnici dobili su povoljne učinke u preko 50 % bolesnika, te predložili da se terapija udarnim valom može uvesti u rutinsku praksu. Također su ju preporučili i prije kirurške intervencije jer je terapija udarnim valom neinvazivna metoda terapije s bržim oporavkom te nije potrebna hospitalizacija (27-29). Wang i suradnici su odlučili liječene bolesnike pratiti kroz duži period od 2 do 3 godine da bi se utvrdila učinkovitost. Trideset sedam bolesnika, odnosno 39 ramena, liječeno je terapijom udarnih valova od 1000 impulsa praćeni s kontrolnom grupom od 6 bolesnika. Evaluacija je uključivala upotrebu sustava bodova Constant score od 100 bodova i radiografiju ramena. Ukupni rezultati u ispitivanoj skupini bili su u 60,6% bolesnika izvrsni, 30,3% dobri, 3,0% umjereni i u 6,1% bili su loši rezultati, a rezultati kontrolne skupine bili su u 16,7% bolesnika umjereni i lošu u njih 83,3%. Stopa recidiva

simptoma u ispitivanoj skupini bila je 6,5%. Otapanje naslaga kalcija bilo je potpuno u 57,6% ispitivane skupine, djelomično u 15,1% i nepromijenjeno u 27,3%. Fragmentacija je viđena u 16,7% bolesnika kontrolne skupine, a u 83,3% depoziti su nepromijenjeni. Tijekom 2 godine praćenja ispitivane skupine nije primijećen recidiv naslaga kalcija. Na temelju rezultat zaključili su da je terapija udarnim valovima siguran je i učinkovit neinvazivan tretman za bolesnike s kalcificirajućim tendinitisom ramena (30). Avancini-Dobrović i suradnici usporedili su učinkovitost radijalnoga i fokusiranoga udarnoga vala. Ispitivanje je provedeno na 60 bolesnika s kalcificirajućim tendinitisom ramena, podijeljenih u dvije skupine po 30 ispitanika. Uzete su mjere opsega pokreta (MOP) i subjektivna procjena bola prema tzv. vizualno-analognoj ljestvici bola (VAS). Svaki bolesnik dobio je 3 do 5 tretmana u razmaku od barem tjedan dana. Terapija je dovela do vrlo dobre i brze regresije bola kod obje vrste udarnoga vala, no valja naglasiti da je kod fokusiranog bila izraženija supresija boli nakon 6 mjeseci. Nakon tretmana nisu bile zabilježene nepoželjne komplikacije niti nuspojave. Zbog smanjenja boli došlo je do povećanja opsega pokreta i poboljšanja funkcije ramenoga obruča. Radiološkom obranom nakon 6 mjeseci dokazano je značajno smanjenje veličine kalcifikata ramena nakon obje vrste terapije. Kod jednog dijela bolesnika liječenih fokusiranom udarnim valom došlo je do potpune regresije kalcifikata. Također prednost fokusiranoga udarnoga vala nad radijalnim bila je u smanjenju gustoće kalcifikata. Upravo suprotno kod radijalnog vala došlo je do povećanja gustoće. Poznato je da je učinak radijalnog vala najjači na mjestu ulaska u tretiranu regiju tijela pa je njegovo djelovanje bilo jače na površinske dijelove kalcifikata. No samim smanjenjem kalcifikata smanjila se i iritacija tkiva te samim time i bol, što je dovelo do povećane pokretljivosti. Zaključno u liječenju kalcificirajućeg tendinitisa ramena dokazana je učinkovitost obje vrste udarnog vala, sa statistički značajno boljim rezultatima fokusiranog udarnog vala (31).

Potkrijepljeno mnogim radovima ESWT se čini učinkovitim, sigurnom i neinvazivnom metodom za liječenje kalcificirajućega tendinitisa ramena.

5.4. Ahilova tendinopatija i Skakačko koljeno

Ahilova tendinopatija kliničko je stanje koje se karakterizira bolovima i oteklinom u Ahilovoj tetivi i oko nje, koje uglavnom proizlaze iz prekomjerne uporabe, ali se često javljaju i u bolesnika srednje dobi s prekomjernom tjelesnom težinom. Ahilova tendinopatija čest je uzrok invaliditeta kod mnogih sportaša zbog kontinuiranog produženja intenzivnih funkcionalnih zahtjeva nametnutih Ahilovoj tetivi. U posljednja 3 desetljeća učestalost Ahilove tendinopatije porasla je kao rezultat većeg sudjelovanja u rekreativnom i natjecateljskom sportu (32). "Skakačko koljeno", koje se naziva i patelarna tendinopatija, bolno je stanje koljena uglavnom vezano uz prekomjernu aktivnost, uzrokovano malim razdorima u tetivi patele. Javlja se uglavnom u sportovima koji zahtijevaju na naporene i učestale skokove te rezultiraju lokalnom osjetljivošću tetive patelarne kosti. Razdori su obično uzrokovani učestalim naprežanjem na patelarnoj ili kvadricepsnoj tetivi gdje postoji velika potražnja za brzinom i snagom ekstenzora nogu. Kao što i samo ime govori, stanje je uobičajeno za sportaše u skakačkim sportovima poput košarke, odbojke, skoka u vis i u dalj te trčanja i skijanja (33). Eksperimenti su pokazali da ESWT potiče neovaskularizaciju, diferencijaciju mezenhimskih matičnih stanica i lokalno oslobađanje angiogenetskih faktora rasta u kostima i tetivama. Neovaskularizacija može igrati ulogu u poboljšanju krvne opskrbe i cijeljenju tetiva. Neki su autori pretpostavljali da udarni valovi ublažavaju bol u tendinopatiji hiperstimulacijskom analgezijom. ESWT smanjuje ekspresiju visoke razine upalnih medijatora. Stoga ESWT proizvodi regenerativni učinak i učinak obnavljanja tkiva u mišićno-koštanom tkivu (34). Spoznaje o pozitivnim učincima navela su mnoge da istraže učinak ESWT-a na tendinopatije. Rompe i suradnici usporedili su učinak ESWT terapije u 25 bolesnika, s 25 bolesnika

koji su primili konzervativnu terapiju i fizioterapiju. Studija je pokazala da je ekscentrično opterećenje dalo slabije rezultate od ESWT-a u liječenju bolesnika s kroničnom Ahilovom tendinopatijom (35). Furia i suradnici došli su do zaključka da je terapija ekstrakorporalnim udarnim valovima učinkovit lijek kronične Ahilove tendinopatije te da lokalna anestezija polja može smanjiti učinkovitost ovog postupka (36). Dobre rezultate dobili su Rasmussen i suradnici te zaključili da se terapija ekstrakorporalnim udarnim valom čini kao dodatak za liječenje kroničnih Ahilova tendinopatija (37). Osim Ahilove tendinopatije cilj istraživanja bio je učinak ESWT-a na patelarnu tendinopatiju. Wang i suradnici usporedili su učinak ESWT-a kod 27 bolesnika s 30 bolesnih koljena s učinkom konzervativne terapije u 23 bolesnika, odnosno 24 zahvaćena koljena. Tijekom 2 do 3 godine praćenja, ukupni rezultati ispitivane skupine bili su u 43% slučajeva izvrsni, u 47% dobri, u 10% poštenu i nijedan loš. Za kontrolnu skupinu rezultati u nijednom slučaju nisu bili izvrsni, u 50% dobri, 25% poštenu i 25% loši. Osim toga pregledom ultrazvuka vidljiv je značajan porast vaskularnosti patelarne tetive i smanjenje debljine tetive (38). Vulpiani i suradnici u svom istraživanju su obuhvatili 73 sportska bolesnika (83 koljena), 54 muškarca i 19 žena, u dobi između 15 i 69 godina s prosječnom dobi 32 godine. Terapija se sastojala od prosječno 4 sesije (najmanje 3, najviše 5), u razmaku od 2 do 7 dana. U svakoj je sesiji primijenjeno 1.500-2.500 impulsa s energijom koja se kretala između 0,08 i 0,44 mJ / mm². Dobili su zadovoljavajuće rezultate u 73,5% slučajeva (54,2% izvrsnih rezultata i 19,3 dobrih rezultata). U sportaša koji su nastupali (16 tetiva), liječenje je bilo zadovoljavajuće u 87,5% slučajeva, s prosječnim vremenom nastavka bavljenja sportom od približno 6 tjedana (39). Pregledom literature van Leeuwena uključeno je sedam članaka koji opisuju učinkovitost ESWT-a na tendinopatiju patele, svi objavljeni nakon 2000. godine. Ovim studijama obuhvaćeno je ukupno 283 bolesnika (298 tetiva), od kojih je 204 (215 tetiva) dodijeljeno liječenju ESWT-a. Donesen je zaključak da se ESWT čini sigurnim i

perspektivnim liječenjem tendinopatije patele s pozitivnim učinkom na bol i funkciju (40). ESWT se pokazao dosta učinkovitim za ove dvije indikacije, ali do danas nije učinjen veliki broj radova. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se utvrdila učinkovitost i mehanizam rada ESWT-a.

5.5. Udarni val kod spastičnosti u bolesnika s moždanim udarom

Spastičnost se odnosi na abnormalni porast tonusa mišića uzrokovan ozljedom gornjeg motoneurona, koja je povezana sa smanjenjem ili prekidom inhibicije silaznog motornog puta leđne moždine i povećanom ekscitacijom alfa motoneurona (41). Spastičnost je čest simptom kod moždanog udara, ozljeda kralježnične moždine, cerebralne paralize i multiple skleroze. Moždani udar označava naglo nastali neurološki poremećaj uzrokovan poremećajem moždane cirkulacije zbog čega dolazi do nedovoljne opskrbe određenih dijelova mozga kisikom i hranjivim tvarima. Nedostatak kisika i hranjivih tvari uzrokuje oštećenje i odumiranje živčanih stanica što ima za posljedicu oštećenje mozga i gubitak funkcija koje taj dio mozga kontrolira (42). Prema podacima WHO iz 2019. godine moždani udar bio je drugi najčešći uzrok smrti u ljudi u svijetu (43). Trenutno postoji više načina liječenja spastičnosti nakon moždanog udara. Neke od metoda su fizikalna terapija, farmakološka terapija antispastičnim lijekovima i kemijska blokada živaca te botulinum toksin (44). Napretkom ESWT tehnologije i sve široj njezinoj primjeni počela su se provoditi i istraživanja da bi se promatrali učinci ESWT-a u bolesnika u rehabilitaciji moždanog udara. Taheri i suradnici proveli su studiju s ciljem procjene učinka ESWT-a na spastičnost bolesnika s moždanim udarom. Bolesnici su dobili jedan ESWT tretman u tjednu kroz tri tjedna, uz to dobili su oralne antispastične lijekove i vježbe istezanja, dok kontrolna grupa je imala posljednja 2 oblika terapije ista bez ESWT terapije. Nakon jednog tjedna, 3 i 12 tjedna su pratili i usporedili rezultate na temelju Modificirane Ashworthove ljestvice (MAS), rezultata klonusa, pasivnog opsega pokreta (ROM) zgloba, rezultata boli,

trajanja hoda od 3 m i funkcionalnog rezultata donjih ekstremiteta (LEFS). Nakon jedne sesije ESWT tretmana, MAS, bol, ROM i LEFS značajno su se poboljšali u usporedbi s početnim vrijednostima. Nakon tri tjedna ESWT tretmana, MAS, bol i trajanje hoda od 3 m značajno su se poboljšali u usporedbi s 1. tjednom. U 12. tjednu MAS, bol, ROM, trajanje hoda od 3 m i LEFS značajno su se poboljšali u usporedbi s kontrolnom skupinom nakon kontrole početne vrijednosti. Dakle, ESWT u kombinaciji s oralnim antispastičnim lijekovima i vježbama istezanja mogao bi biti koristan za poboljšanje spastičnosti kod bolesnika s moždanim udarom (45). Jia i suradnici došli su do sličnih rezultata gdje je ESWT pokazao dugoročne učinke na ublažavanje spastičnosti, istodobno smanjujući bol, pojačavajući ROM i motoričku funkciju kod bolesnika s moždanim udarom (46). U posljednjih nekoliko godina objavljeno je još radova koji su potvrdili dosadašnje rezultate (47-49). Opara i suradnici stoga su u siječnju 2021. proveli veliki pregled literature s podacima od siječnja 2000. godine do prosinca 2020. godine. Ukupno 22 studije, uključujući 468 bolesnika nakon moždanog udara, pokazano je da ESWT učinkovito smanjuje tonus mišića kod ljudi sa spastičnim udom nakon moždanog udara. Nadalje, ESWT je siguran i bez neželjenih nuspojava. Mehanizam djelovanja ESWT-a na mišiće zahvaćene spastičnošću još uvijek nije poznat. Do danas nisu utvrđeni standardni parametri ESWT-a u spastičnosti nakon moždanog udara s obzirom na intenzitet, učestalost, mjesto i broj sesija. Potrebna su daljnja istraživanja koja udovoljavaju najvišim standardima kako bi se uspostavili ujednačeni parametri stimulacije mišića pomoću ESWT-a (50).

6. Zaključak

Udarni val je relativno nova metoda u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji. Kroz brojna istraživanja pokazao je mnoge pozitivne učinke na tkivo. Glavni učinci su mu smanjenje boli na primijenjeno područje te poboljšanje funkcije zahvaćenog dijela tijela. Prednost udarnog vala je to što je to neinvazivna metoda koja omogućuje brz oporavak i povratak aktivnostima te manje komplikacija.

Godinama se provode brojna istraživanja gdje se pokazala dobra učinkovitost udarnoga vala u mnogim muskuloskeletnim patologijama. Tako se već ustalio u liječenju teniskoga lakta i plantarnoga fascitisa, ali napretkom medicine sve više se primjenjuje i kod drugih stanja poput kalcificirajućeg tendinitisa ramena, kroničnih tenidinopatija te čak i kod oporavka nakon moždanoga udara.

Potrebno je provesti dodatna istraživanja kako bi se utvrdio učinak i mehanizam djelovanja u navedenim bolestima, ali udarni val je svakako zanimljiva i korisna metoda fizikalne terapije kojoj bi se dodatni učinci i indikacije mogli tek otkriti.

7. Zahvale

Prvenstveno zahvaljujem roditeljima i obitelji – majci Kristini, ocu Vladi, bratu Luki te sestrama Katarini i Barbari na potpori i razumijevanju prilikom cijelog studija.

Zahvaljujem svim svojim prijateljima koje sam stekao prilikom studiranja i ranije tijekom srednje škole na svim uspomenama koje smo dijelili i potpori koju su mi pružili.

Također, bih zahvalio mentoru prof. dr. sc. Porinu Periću na potpori i pomoći prilikom pisanja ovog diplomskoga rada.

8. Literatura

1. Đ. Babić-Naglić i sur. Fizikalna i rehabilitacijska medicina. Medicinska naklada, 2013.
2. Delius, M. Medical applications and bioeffects of extracorporeal shock waves. *Shock Waves* 4, 55–72 (1994). <https://doi.org/10.1007/BF01418569>
3. Haupt G, Haupt A, Ekkernkamp A, Gerety B, Chvapil M. Influence of shock waves on fracture healing. *Urology*. 1992 Jun;39(6):529-32. doi: 10.1016/0090-4295(92)90009-1. PMID: 1615601.
4. Valchanou VD, Michailov P. High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures. *Int Orthop*. 1991;15(3):181-4. doi: 10.1007/BF00192289. PMID: 1743828.
5. Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, Yang LC. Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits. *J Orthop Res*. 2003 Nov;21(6):984-9. doi: 10.1016/S0736-0266(03)00104-9. PMID: 14554209.
- 6 Wang CJ, Wang FS, Yang KD. Biological effects of extracorporeal shockwave in bone healing: a study in rabbits. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008 Aug;128(8):879-84. doi: 10.1007/s00402-008-0663-1. Epub 2008 Jun 17. PMID: 18560855.
7. Auersperg V, Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: an update. *EFORT Open Rev*. 2020 Oct 26;5(10):584-592. doi: 10.1302/2058-5241.5.190067. PMID: 33204500; PMCID: PMC7608508.
8. Zati A, Valent A. Onde d'urto radiali. In: Zati A, Valent A (eds). *Terapia fisica. Nuove tecnologie in Medicina Riabilitativa*. Edizioni Minerva Medica, 2006;100-4.

9. Pećina M i sur. Ortopedija, Zagreb: Naklada Ljevak, 2004.
10. Murtagh JE. Tennis elbow. Aust Fam Physician. 1988 Feb;17(2):90-1, 94-5. PMID: 3358752.
11. Rompe JD, Hope C, Küllmer K, Heine J, Bürger R. Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow. J Bone Joint Surg Br. 1996 Mar;78(2):233-7. PMID: 8666632.
12. Wang CJ, Chen HS. Shock wave therapy for patients with lateral epicondylitis of the elbow: a one- to two-year follow-up study. Am J Sports Med. 2002 May-Jun;30(3):422-5. doi: 10.1177/03635465020300031901. PMID: 12016085.
13. Pettrone FA, McCall BR. Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. J Bone Joint Surg Am. 2005 Jun;87(6):1297-304. doi: 10.2106/JBJS.C.01356. PMID: 15930540.
14. Turgay T, Günel Karadeniz P, Sever GB. Comparison of low level laser therapy and extracorporeal shock wave in treatment of chronic lateral epicondylitis. Acta Orthop Traumatol Turc 2020
15. Ozturan KE, Yucel I, Cakici H, Guven M, Sungur I. Autologous blood and corticosteroid injection and extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis. Orthopedics. 2010 Feb;33(2):84-91. doi: 10.3928/01477447-20100104-09. PMID: 20192142.
16. Haake M, Hünerkopf M, Gerdesmeyer L, König IR. Extrakorporale Stosswellentherapie (ESWT) bei Epicondylitis humeri radialis. Eine Literaturübersicht [Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in epicondylitis humeri radialis. A review of the literature]. Orthopade. 2002 Jul;31(7):623-32. German. doi: 10.1007/s00132-002-0321-1. PMID: 12219659.

17. Haake M, König IR, Decker T, Riedel C, Buch M, Müller HH; Extracorporeal Shock Wave Therapy Clinical Trial Group. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis : a randomized multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Nov;84(11):1982-91. doi: 10.2106/00004623-200211000-00012. PMID: 12429759.
18. Melikyan EY, Shahin E, Miles J, Bainbridge LC. Extracorporeal shock-wave treatment for tennis elbow. A randomised double-blind study. *J Bone Joint Surg Br.* 2003 Aug;85(6):852-5. PMID: 12931804.
19. Guler NS, Sargin S, Sahin N. Efficacy of extracorporeal shockwave therapy in patients with lateral epicondylitis: A randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *North Clin Istanb.* 2018 Dec 3;5(4):314-318. doi: 10.14744/nci.2017.82435. PMID: 30859161; PMCID: PMC6371991.
20. Rompe JD, Furia J, Weil L, Maffulli N. Shock wave therapy for chronic plantar fasciopathy. *Br Med Bull.* 2007;81-82:183-208. doi: 10.1093/bmb/ldm005. Epub 2007 Apr 24. PMID: 17456546.
21. Wang CJ, Chen HS, Huang TW. Shockwave therapy for patients with plantar fasciitis: a one-year follow-up study. *Foot Ankle Int.* 2002 Mar;23(3):204-7. doi: 10.1177/107110070202300303. PMID: 11934061.
22. Sun K, Zhou H, Jiang W. Extracorporeal shock wave therapy versus other therapeutic methods for chronic plantar fasciitis. *Foot Ankle Surg.* 2020 Jan;26(1):33-38. doi: 10.1016/j.fas.2018.11.002. Epub 2018 Nov 13. PMID: 30502222.
23. Malliaropoulos N, Crate G, Meke M, Korakakis V, Nauck T, Lohrer H, Padhiar N. Success and Recurrence Rate after Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy for Plantar Fasciopathy: A Retrospective Study. *Biomed Res Int.*

2016;2016:9415827. doi: 10.1155/2016/9415827. Epub 2016 Jul 5. PMID: 27478843; PMCID: PMC4949339.

24. Li H, Lv H, Lin T. Comparison of efficacy of eight treatments for plantar fasciitis: A network meta-analysis. *J Cell Physiol.* 2018 Jan;234(1):860-870. doi: 10.1002/jcp.26907. Epub 2018 Aug 4. PMID: 30078188.

25. Greve JM, Grecco MV, Santos-Silva PR. Comparison of radial shockwaves and conventional physiotherapy for treating plantar fasciitis. *Clinics (Sao Paulo).* 2009;64(2):97-103. doi: 10.1590/s1807-59322009000200006. PMID: 19219314; PMCID: PMC2666476.

26. Loew M, Jurgowski W. Erste Erfahrungen mit der Extrakorporalen Stosswellen-Lithotripsie (ESWL) in der Behandlung der Tendinosis calcarea der Schulter [Initial experiences with extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL) in treatment of tendinosis calcarea of the shoulder]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1993 Sep-Oct;131(5):470-3. German. doi: 10.1055/s-2008-1040056. PMID: 8256497.

27. Rompe JD, Rumler F, Hopf C, Nafe B, Heine J. Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1995 Dec;(321):196-201. PMID: 7497669.

28. Rompe JD, Eysel P, Hopf C, et al. [Extracorporeal shockwave therapy in orthopedics. Positive results in tennis elbow and tendinosis calcarea of the shoulder] *Fortschritte der Medizin.* 1997 Jun;115(18):26, 29-33.

29. Rompe JD, Zoellner J, Nafe B. Shock wave therapy versus conventional surgery in the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Jun;(387):72-82. doi: 10.1097/00003086-200106000-00010. PMID: 11400897.

30. Wang CJ, Yang KD, Wang FS, Chen HH, Wang JW. Shock wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder: a prospective clinical study with two-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2003 May-Jun;31(3):425-30. doi: 10.1177/03635465030310031701. PMID: 12750138.
31. Avancini-Dobrović V, Pavlović I, Frlan-Vrgoč Lj, Schnurrer-Luke-Vrbanić T. Klinička primjena ekstrakorporalnog udarnog vala u liječenju kalcificirajućeg tendinitisa ramena: fokusirani vs. radijalni udarni val. *Medicina Fluminensis* [Internet]. 2012 [pristupljeno 06.06.2021.];48(4):480-487. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/95734>
32. Longo UG, Ronga M, Maffulli N. Achilles Tendinopathy. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2018 Mar;26(1):16-30. doi: 10.1097/JSA.000000000000185. PMID: 29300224.
33. Santana JA, Mabrouk A, Sherman AL. Jumpers Knee. 2021 Mar 17. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan–. PMID: 30422564.
34. Notarnicola A, Moretti B. The biological effects of extracorporeal shock wave therapy (eswt) on tendon tissue. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2012 Jun 17;2(1):33-7. PMID: 23738271; PMCID: PMC3666498.
35. Rompe JD, Furia J, Maffulli N. Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Jan;90(1):52-61. doi: 10.2106/JBJS.F.01494. PMID: 18171957.
36. Furia JP. High-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for insertional Achilles tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2006 May;34(5):733-40. doi: 10.1177/0363546505281810. PMID: 16627628

37. Rasmussen S, Christensen M, Mathiesen I, Simonson O. Shockwave therapy for chronic Achilles tendinopathy: a double-blind, randomized clinical trial of efficacy. *Acta Orthop.* 2008 Apr;79(2):249-56. doi: 10.1080/17453670710015058. PMID: 18484252.
38. Wang CJ, Ko JY, Chan YS, Weng LH, Hsu SL. Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2007 Jun;35(6):972-8. doi: 10.1177/0363546506298109. Epub 2007 Feb 16. PMID: 17307892.
39. Vulpiani MC, Vetrano M, Savoia V, Di Pangrazio E, Trischitta D, Ferretti A. Jumper's knee treatment with extracorporeal shock wave therapy: a long-term follow-up observational study. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007 Sep;47(3):323-8. PMID: 17641600.
40. van Leeuwen MT, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Extracorporeal shockwave therapy for patellar tendinopathy: a review of the literature. *Br J Sports Med.* 2009 Mar;43(3):163-8. doi: 10.1136/bjism.2008.050740. Epub 2008 Aug 21. PMID: 18718975.
41. Sheean G. The pathophysiology of spasticity. *Eur J Neurol.* 2002 May;9 Suppl 1:3-9; discussion 53-61. doi: 10.1046/j.1468-1331.2002.0090s1003.x. PMID: 11918643.
42. HZJZ.int; Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/aktualnosti/mozdani-udar-kod-zena-simptomi-cimbenici-rizika-i-prevencija/>
43. WHO.int; Dostupno na: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
44. Francisco GE, McGuire JR. Poststroke spasticity management. *Stroke.* 2012 Nov;43(11):3132-6. doi: 10.1161/STROKEAHA.111.639831. Epub 2012 Sep 13. PMID: 22984012.

45. Taheri P, Vahdatpour B, Mellat M, Ashtari F, Akbari M. Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Lower Limb Spasticity in Stroke Patients. *Arch Iran Med.* 2017 Jun;20(6):338-343. PMID: 28646841.
46. Jia G, Ma J, Wang S, Wu D, Tan B, Yin Y, Jia L, Cheng L. Long-term Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Poststroke Spasticity: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2020 Mar;29(3):104591. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104591. Epub 2019 Dec 31. PMID: 31899073.
47. Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Urrütia G, Serra-Llobet P, Pérez-Bellmunt A, Germán-Romero A. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy to reduce lower limb spasticity in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil.* 2020 Mar;27(2):137-157. doi: 10.1080/10749357.2019.1654242. Epub 2019 Nov 11. PMID: 31710277.
48. Mihai EE, Dumitru L, Mihai IV, Berteanu 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 Dec 29;10(1):86. doi: 10.3390/jcm10010086. PMID: 33383655; PMCID: PMC7795167.
49. Xiang J, Wang W, Jiang W, Qian Q. Effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in post-stroke patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Rehabil Med.* 2018 Nov 7;50(10):852-859. doi: 10.2340/16501977-2385. PMID: 30264850.
50. Opara J, Taradaj J, Walewicz K, Rosińczuk J, Dymarek R. The Current State of Knowledge on the Clinical and Methodological Aspects of Extracorporeal Shock Waves Therapy in the Management of Post-Stroke Spasticity-Overview of 20 Years of Experiences. *J Clin Med.* 2021 Jan 12;10(2):261. doi: 10.3390/jcm10020261. PMID: 33445623; PMCID: PMC7826726.

9. Životopis

Rođen sam 14. prosinca 1996. godine u Zagrebu.

Pohađao sam Osnovnu školu Sesvete i Srednju školu Sesvete, smjer opća Gimnazija. Tijekom školovanja sam se više godina bavio košarkom.

Medicinski fakultet u Zagrebu upisao sam 2015. Godine.

Služim se engleskim jezikom, aktivno u govoru i pismu

Osim košarke nastupao sam za svoju školu i u rukometu , te bio član veslačke sekcije na faksu. Od hobija istaknuo bih jos biciklizam i pub kvizove.