Terapijski ultrazvuk u liječenju reumatskih bolesti

Vidas, Alen

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:514080

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Alen Vidas

Terapijski ultrazvuk u liječenju reumatskih bolesti

DIPLOMSKI RAD

Zagreb 2016.

Ovaj diplomski rad izrađen je u Katedri za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc. dr. sc. Porina Perića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2015./2016.

POPIS KRATICA

UZ – ultrazvuk

TRPV - Transient Receptor Potential Vanilloid

EKG – elektrokardiogram

NSAID – nesteroidni protuupalni lijekovi

NHS – national health service

SADRŽAJ

1 **Sažetak**.....

2 **Summary**.....

3 **Uvod**..... 1

4 **Metode termoterapije i biofizika**..... 2

5 **Učinci topline na organizam**..... 4

Metabolizam..... 5

Cirkulacija..... 5

Kolagena vlakna..... 6

Mišić..... 6

Živčano tkivo..... 6

Ožiljno tkivo..... 7

Lokalni i sustavni učinci..... 7

6 **Netermički učinci**..... 8

7 **Klinička primjena ultrazvuka terapijskog intenziteta**..... 9

Kontraktura zgoba i ožiljkastog tkiva..... 10

Lateralni epikondilitis (teniski lakat)..... 11

Bolesti mekog tkiva ramena..... 12

Smanjenje boli i spazma mišića..... 12

Degenerativne reumatske bolesti..... 15

Burzitisi i tendinitisi..... 15

Uganuće gležnja..... 16

Zacjeljivanje rane..... 16

Miofascijalna bol i bol temporomandibularnog zgloba..... 18

Odlaganje kalcija..... 18

8 **Mjere opreza i kontraindikacije**..... 19

9 **Kombinacije ultrazvuka s drugim fizikalnim metodama**..... 19

10 **Rasprava**..... 20

11 **Zaključak**..... 21

12 **Zahvale**..... 23

13 **Popis literature**..... 24

14 **Životopis**..... 28

1 Sažetak

Terapijski ultrazvuk u liječenju reumatskih bolesti

Alen Vidas

Od samih početaka razvoja ultrazvuka ubrzo se prepoznao njegov kako dijagnostički, tako i terapijski potencijal. Veoma smo dobro upoznati sa njegovim dijagnostičkim mogućnostima koji osim što je u širokoj primjeni kod gotovo svih organskih sustava, relativno je jednostavan za korištenje i jeftin, što ga čini jednom od prvih u nizu dijagnostičkih metoda za otkrivanje patologije. S druge strane, njegove su terapijske mogućnosti ograničene na uske indikacije i njegovi učinci na organizam su najviše našli primjenu u fizikalnoj medicini kao sredstvo terapije kod reumatskih muskuloskeletnih bolesti. Cilj ovoga rada je evaluacija ultrazvučne terapije kod pojedinih muskuloskeletnih bolesti te njegov učinak na najčešće manifestacije tih bolesti kao što su bol i smanjenje opsega pokreta. S obzirom na to da se razvoj suvremene medicine temelji na dokazima, jako je malo kvalitetnih istraživanja provedeno na temu uspješnosti ultrazvučne terapije u liječenju muskuloskeletnih stanja, a još ih je manje pokazalo klinički vrijedan rezultat, odnosno, relevantnu razliku uspješnosti terapije između pravog i placebo ultrazvuka. Danas je ultrazvuk uvriježena metoda fizikalne terapije, međutim, njegova korist kod liječenja reumatskih muskuloskeletnih bolesti je temeljena na empirijskom iskustvu te nedostaju čvrsti dokazi iz dobro dizajniranih istraživanja.

Ključne riječi : ultrazvučna terapija, reumatske muskuloskeletne bolesti, bol, opseg pokreta, studije

Summary

Therapeutic ultrasound in the treatment of rheumatic diseases

Alen Vidas

Shortly after the very beginnings of the development of ultrasound, its diagnostic and therapeutic potential was soon recognised. Diagnostic possibilites of ultrasound are very well known and used worldwide not just because it is cheap but also for its easy use which makes it a first in line of many diagnostic methods for pathology detection. On the other hand, its therapeutic possibilities are limited to narrow indications and its effects on the organism have found a frequent use in physical medicine as a method of therapy in rheumatic musculoskeletal conditions. The purpose of this paper is to evaluate ultrasound therapy in specific musculoskeletal disorders and its effect on the common manifestations like pain and joint immobillity. Having in mind that we are living in an era of evidence-based medicine, there are very few high quality studies published on the subject of ultrasound treatment in musculoskeletal conditions. Also, there are only several studies out of these high quality published papers which showed a statistically significant or clinically important difference between true and sham ultrasound. Today, ultrasound is an ingrained method of physical therapy, however, the use of ultrasound in treatment of musculoskeletal disorders is based on empirical experience, but lacks firm evidence from well designed controlled studies.

Keywords : ultrasound therapy, rheumatic musculoskeletal conditions, pain, joint immobility,studies

3 Uvod

Terapija ultrazvukom je od njenih početaka vrlo brzo postala izrazito raširenom i pogodnom metodom u fizikalnoj medicini kao sredstvo terapije akutnih, ali isto tako i kroničnih zbivanja u mišićnom i koštanom sustavu. Korišten je od strane gotovo svakog fizijatra u Kanadi (94%) te dvije trećine njih (65%) u SAD-u. U Ujedinjenom Kraljevstvu ultrazvučna terapija je aplicirana u otprilike polovice svih tretmana kod privatno osiguranih pacijenata i u 20% tretmana unutar usluge za javno zdravstvo NHS („National Heath Service“).

Za ultrazvuk se pretpostavlja da ima termičke i mehaničke učinke na ciljano tkivo rezultirajući povećanim lokalnim metabolizmom, cirkulacijom, rastezljivošću i regeneracijom tkiva. Dodatni učinci za pacijenta sa muskulosketnom bolešću bi trebali biti smanjenje boli te povećanje opsega pokreta. Unatoč širokoj primjeni, čvrsti dokazi učinkovitosti terapijskog ultrazvuka u smislu randomiziranih kontrolnih studija izgleda da nedostaju. Stoga, učinkovitost ultrazvučne terapije ostaje kontroverzna (1,2).

4 Metode termoterapije i biofizika

Ultrazvuk (UZ) je metoda konverzivne terapije u kojoj se ultrazvučne mehaničke vibracije u ljudskom organizmu pretvaraju u toplinu. Zvučni su valovi oblik mehaničke energije koja se prenosi česticama materije gibanjem molekula u smjeru vala. Za prijenos ultrazvuka potreban je medij i najbrže se prenosi kroz guste medije (zrak 330 m/s, voda 1 540 m/s, kost 4 000 m/s). Početci primjene ultrazvuka u medicini datiraju još od 1938. g. u Njemačkoj, kad je prvi put demonstriran „terapijski" učinak na humana tkiva. Tada se smatralo da je to „terapija za sve" pa se primjenjivao za brojne internističke i neurokirurške indikacije s ozbiljnim komplikacijama postupka. Danas je ultrazvuk etabliran u svim granama medicine kao dijagnostička metoda i nezaobilazan termoterapijski postupak na svakom odjelu fizikalne medicine. Osim termalnih, ultrazvuk ima i biostimulirajuće učinke na regeneraciju vezivnoga tkiva, proizvodi akustično mikrostrujanje u stanici i oko nje te ugodan učinak mikromasaže. Aplikacijom preko ultrazvučne glave usmjerava se ultrazvučni snop prema nekom izabranom dijelu tijela, gdje izaziva određene efekte. Piezoelektrični kristal (prirodni - kvarc, sintetički - barijev titanat) nalazi se u polju djelovanja visokofrekventne električne struje i tad u rezonantnoj frekvenciji nastaju mehaničke oscilacije kristala koje preko ultrazvučne glave unosimo u bolesnika. U zoni djelovanja ultrazvučnog snopa dolazi do kompresije i dekompresije čestica i oslobađanja topline. Ultrazvučni valovi podliježu zakonima optike pa se na granici dvaju tkiva različite gustoće događa refleksija i refrakcija snopa. Na putu od površine tijela do patološkoga supstrata energija se apsorbira i gubi. Na granici dvaju tkiva različite gustoće refleksija je najveća i potencira učinak. Atenuacija snopa ponajprije ovisi o stupnju apsorpcije i konverzije u toplinu, čime gubi 60-80% ukupne energije. Tkiva s mnogo proteina (vezivo, mišići, živci) bolje apsorbiraju ultrazvuk. Djelovanje ultrazvuka najizraženije je na granici dvaju tkiva različite gustoće, na hvatištima mišića i tetiva za kost, gdje se longitudinalni valovi ultrazvučnog snopa reflektiraju, a jedan dio u kosti pretvara se u transverzalne valove (ultrazvuk se kroz vodu i meka tkiva širi longitudinalno, a kroz krute medije transverzalno i longitudinalno). Stojni valovi nastaju interferencijom reflektiranih i nadolazećih valova stvarajući tzv. tople točke s velikom količinom energije i mogu oštetiti tkivo. Dubina prodiranja je obrnuto proporcionalna frekvenciji. Terapijske frekvencije ultrazvuka kreću se u

rasponu od 0,5 do 5 MHz, a u praksi se koriste ultrazvučne glave od 1 i 3 MHz. Što je frekvencija veća (3 MHz), apsorpcija je bolja, divergencija manja te je snop usmjeren na određeno manje područje do dubine 1-2 cm. S manjim frekvencijama (1 MHz) snop je divergentan, obuhvaća šire područje i dublje prodire (3-5 cm). Ultrazvučni snop može biti kontinuiran i isprekidan s pauzama između valova energije. Kontinuirani ultrazvuk primjeren je kad se žele postići termalni i netermalni učinci, a impulsni kad se žele ubrzati cijeljenje i regeneracija bez porasta temperature tkiva. Pri propisivanju ultrazvuka određuje se mjesto i način aplikacije, intenzitet, trajanje pojedinačne procedure i ukupni broj procedura, a prema potrebi i vrsta kontaktnoga sredstva. Razumljivo da mjesto primjene ovisi o dijagnozi. Najčešće su to enteze, mišići, zglobovi i miofascijalne bolne točke. Nekoliko je načina aplikacije, a to su: kontaktna metoda, sonoforeza, primjena kroz vodu i preko vodenoga jastučića. Osnovni je tehnički zahtjev postići idealni kontakt ultrazvučne glave i površine tijela da dođe do neometanog prijenosa ultrazvučne energije u organizam. Kod najraširenije, kontaktne primjene na kožu se nanosi gel da se izbjegne i najmanji sloj zraka između sonde i kože. Sonoforeza je metoda kod koje se kao kontaktno sredstvo rabi neka ljekovita krema ili gel (antireumatici, anestetici, glukokortikoidi). Na taj se način lijek usmjeruje prema mjestu patologije, prodire dublje zbog mehaničkog „utiskivanja" ultrazvučnim valovima i apsorbira bolje zbog hiperemije. Ultrazvučna glava polako se pomiče cirkularnim ili uzdužnim pokretima po površini tijela. Ultrazvuk se širi kroz vodu pa je primjena kroz vodu ili preko vodenoga jastučića (gumena rukavica ili balon napunjen vodom) prikladna za male neravne površine jer se kontaktnom metodom ne postiže optimalni kontakt. U kadicu s prokuhanom ili destiliranom vodom bez mjehurića zraka urone se ultrazvučna sonda i npr. bolesnikova šaka, a ultrazvučni snop se usmjeri na bolesno mjesto. Kako voda i meka tkiva imaju podjednaku impedanciju, praktički nema gubitaka energije na putu do objekta. Istu funkciju ima vodeni jastučić koji se postavi na neravninu i preko njega insonira neki dio tijela. Obje strane jastučića oblažu se gelom.

Terapijski intenzitet izražava se u W/cm^2 površine ultrazvučne glave u rasponu od 0,25 do 2 W/cm^2. Može se odrediti i biodozom tako da se intenzitet povećava dok bolesnik ne osjeti tupu, duboku bol (povećanje temperature periosta) i tad se smanji za 10%. Što je intenzitet veći, veće je

povećanje temperature tkiva. Ultrazvučnom terapijom temperatura tkiva se povećava za najviše 4-5 ^{o}C na dubini od 5 cm. Intenzitet pada eksponencijalno s udaljenošću od izvora energije. Sonda od 1 MHz primjerena je za dublje smještene strukture, a 3 MHz za površinske procese. Trajanje i broj procedura su individualni. Primjena najčešće traje 4-8 minuta, a nakon 10 aplikacija provjerava se učinak i po potrebi nastavlja s terapijom (3).

5 Učinci topline na organizam

Termoterapija je primjena topline u svrhu liječenja bolesti, stanja ili ozljede. Izvori topline mogu biti kemijski, mehanički i elektromagnetski. Toplina je energija koju materija pohranjuje u obliku gibanja čestica (elektroni, atomi, molekule). Doživljaj topline ovisi o broju podraženih receptora za toplo. To su slobodni živčani završetci osjetnog neurona koji prenosi podražaj do stražnjih rogova leđne moždine, odakle se širi do središnjeg živčanog sustava. Termalni su receptori transmembranski proteini koji se aktiviraju promjenom temperature , što izaziva osjet topline, od blagog pa sve do jake boli. TRPV (*Transient Receptor Potential Vanilloid*) su receptori za toplinu i razlikujemo 4 vrste:

TRPV4 - receptori za **blagi osjećaj topline** , aktivacija >**25^{o}C**

TRPV3 - receptori za **jači osjećaj topline** , aktivacija >**31 ^{o}C**

TRPV1 - receptori za **vruće** ili **kapsaicin** , aktivacija >**43 ^{o}C**

TRPV2 – receptori za **bol** , aktivacija >**52 ^{o}C**

Termoregulacija je kontrolni mehanizam u središnjem živčanom sustavu koji reagira na signale receptora. Receptori za toplo se nalaze u koži, dubokim tkivima i u središnjem živčanom sustavu. Podražajem termoreceptora impulsi odlaze u hipotalamus, gdje se regulacija tjelesne temperature odražava povratnom spregom. Bez obzira na vrstu toplinske procedure, učinci u organizmu su uvijek jednaki jer ovise o stupnju povećanja ili smanjenja temperature tkiva, a ne o načinu na koji je to

postignuto. Samo je jedna vrsta topline, a ona se u organizam može unijeti i stvoriti na više načina, po čemu se i razlikuju termalni postupci. Postoji više vrsta termoterapijskih aparata i metoda koje su osmišljene zbog različitih struktura od kojih je građeno ljudsko tijelo, praktičnosti primjene i udobnosti bolesnika. Kad se energija jednom apsorbira, sasvim je svejedno iz kojeg je izvora toplina dovedena u tkiva. Važno je postići terapijsko povećanje temperature tkiva koje iznosi od 38 ^{o}C do 44 ^{o}C. U fizikalnoj se terapiji toplina primjenjuje isključivo lokalno, aplikacijom modaliteta na određeno mjesto na tijelu, gdje izazivaju lokalne promjene koje se očituju u modulaciji metabolizma, cirkulacije, tonusa mišića, vezivnih struktura, živčanog i ožiljnog tkiva (3).

Metabolizam

Povišenjem temperature metabolizam se ubrzava za 13% svaki 1^{o}C porasta temperature tkiva. Pri povišenju temperature na više od 45^{o}C, proteini i enzimatski sustavi propadaju uslijed koagulacije što je čini gornjom sigurnosom granicom povišenja temperature tkiva. Ubrzanje metabolizma korisno je kod kroničnih zbivanja, potpomaže uklanjanje upalnih produkata, cijeljenje i remodeliranje oštećenih struktura. Kod akutnih stanja toplinu bi trebalo izbjegavati jer se zagrijavanjem potiče aktivnost degradaijskih enzima, krvarenje i edem okolnih struktura (3).

Cirkulacija

Zagrijavanjem kože nastaje hiperemija. Vazodilatacija arteriola i venula nastaje uslijed izravnog učinka topline na glatke mišiće stijenke krvnih žila te pojačanog lokalnog oslobađanja bradikinina, prostaciklina i dušikovog oksida (NO). Povišenje temperature kože stimulira vaniloidne receptore (TRPV1) te vazodilatacijske neurotransmitere, što aktivira aksonski refleks. Edem zagrijanog tkiva nastaje zbog povećane permeabilnosti kapilara i kapilarnog tlaka, što može pogoršati akutna stanja, a napose traumu (3).

Kolagena vlakna

Viskoelastična svojstva kolagenih vlakana se mijenjaju pod utjecajem topline. Zglobni aparat u čovjeka je najvećim dijelom građen od kolagenih vlakana (tetiva sadražava 90% kolagenih i 10% vlakana elastina). Na normalnoj temperaturi kolagena vlakna pucaju pri naglom istezanju za više od 8% izvorne dužine, dok se vlakna elastina mogu napeti i do 200% bez opasnosti od rupture. Zagrijavanjem veziva se povećava ekstenzibilnost tkiva, što uvjetuje lakše izvođenje pokreta. Istodobno zagrijavanje i vježbanje je najefikasniji način povećanja opsega pokreta zglobova (3).

Mišić

Relaksacija mišića dobro je poznat učinak zagrijavanja bez obzira na vrstu hipertonusa. Ovakvi su učinci posebno izraženi kod zaštitnog mišićnog spazma kao reakcija na lokalnu leziju. Toplina povećava motornu i senzornu provodljivost što rezultira bržom mišićnom kontrakcijom i refleksnim odgovorom. To čini osnovu za naknadnu terapiju – kineziterapiju, odnosno elektrostimulaciju mišića te je jedno od najvažnijih pravila fizikalne terapije (3).

Živčano tkivo

Od pamtivijeka je poznato da toplina ublažava bol. Analgetski učinak nije u potpunosti razjašnjen. Smatra se da se relaksacijom mišića kod zaštitnog spazma otklanja sekundarni izvor boli (spastični mišić - ishemija – kiseli medij – sniženi prag podražljivosti nociceptora). Analgetsko djelovanje topline se može objasniti tako da zagrijavanjem neke regije, aferentni termalni impulsi prethode nociceptivnim aferentim impulsima pri ulasku u stražnje rogove leđne moždine te na taj način inhibiraju prijenos bolnih podražaja (teorija ulaza , „Melzack i Wall, 1965.). Modulacija boli postiže se i povišenjem razine endorfina zbog efekta topline na morfinske receptore (3).

Ožiljno tkivo

U ranoj fazi cijeljenja ozljede toplina može imati štetne posljedice zbog izazivanja hiperemije , edema i ubrzanja biokemijske aktivnosti, što povećava bol i opsežnost oštećenja tkiva. U kasnijim fazama toplina ima više povoljnih učinaka, a to su: ubrzana oksigenacija tkiva, povećanje protoka krvi, brže uklanjanje posrednika upale, a povećanje elastičnosti potpomaže remodeliranje ožiljka u funkcionalno i histološki punovrijedno tkivo (3).

Lokalni i sustavni učinci

U fizikalnoj se terapiji iskorištavaju isključivo lokalni učinci povećanja temperature tkiva. Postoje i sustavni učinci na koje treba misliti kao na mogući razlog nastanka nuspojava. Lokalno zagrijavanje povećava temperaturu tkiva i izaziva refleksnu vazodilataciju u dubljim i udaljenim mjestima. Ako zagrijavanje duže traje i zahvaća veću površinu tijela, dolazi do porasta središnje temperature. Lokalno zagrijana krv cirkulacijom prenosi toplinu do hipotalamusa i zajedno s podražajima iz perifernih termoreceptora stimulira hipotalamus. Neposredni odgovor je generalizirana vazodilatacija kože sa svrhom hlađenja krvi konvekcijom i kondukcijom. Istodobno se u visceralnoj regiji smanjuje protok krvi. Pri snažnijem zagrijavanju kožna temperatura cijelog tijela raste do 35^{o}C i na toj točki se stabilizira jer započinju stvaranje kapljica znoja i evaporacija, a isparavanjem se postiže dodatno hlađenje. Ljudski organizam podnosi visoke temperature suhog zraka čak do 100^{o}C dok vlažnost bitno smanjuje toleranciju jer se tad znoj ne isparava (gubi funkciju hlađenja) nego se cijedi niz kožu. Pri porastu središnje temperature na 41^{o}C i više, dolazi do sloma termoregulacijskog mehanizma (3).

6 Netermički učinci

Neki učinci ultrazvuka ne mogu biti objašnjeni termičkim mehanizmom. Ti netermički učinci uključuju kavitaciju i mehaničke ili kemijske promjene.

1**. Kavitacija** je vibracijski učinak na mjehuriće plina pomoću ultrazvučnoga zračenja. Promjene u lokalnom tlaku stvorene ultrazvukom mogu izazvati ekspanziju i kompresiju malih mjehurića plina koji mogu biti prisutni u krvi ili u tkivnoj tekućini. Za vrijeme razrjeđenja mali će se mjehurići širiti, a za vrijeme kondenzacije ti se mjehurići komprimiraju. Ako je pulsacija mjehurića u ultrazvučnom polju dovoljno intenzivna, može prouzročiti promjene u aktivnosti stanica i opterećenje tkiva. Ako mjehurići u polju pulsiraju, ali nedovoljnom amplitudom, nastaju stabilne kavitacije. Te stabilne kavitacije mogu dovesti do mijenjanja difuzije staničnih membrana i tako mijenjaju funkciju stanice. Nestabilna ili prolazna kavitacija odnosi se na snažan kolaps mjehurića unutar zvučnog polja dovodeći do destrukcije tkiva. Prolazna kavitacija može biti odgovorna za oštećenje krvnih žila. Prag intenziteta za nestabilnu kavitaciju viši je nego za stabilnu kavitaciju. Intenzitet praga za kavitaciju može biti unutar raspona intenziteta koji se upotrebljava u terapiji i premda mnoga pitanja ostaju nejasna, postavljeni su dokazi koji upućuju da se kavitacija može pojaviti pri terapijskoj primjeni ultrazvuka. Nije poznato postoji li koristan netermalni učinak zbog kavitacije.

2. **Akustično strujanje** odnosi se na kretanje tekućine uzduž granice stanične membrane kao rezultat mehaničkog tlaka vala. To strujanje ima udjela u promjeni tokova iona i u posljedičnim promjenama u aktivnosti stanica koje se nađu kod primjene ultrazvuka. Povećanje propusnosti stanične membrane i krvnožilne stijenke nađeno je unutar terapijskog raspona primjene ultrazvuka. Propuštanje kalija iz crvenih krvnih tjelešaca in vitro rezultat je primjene ultrazvuka u rasponu od 0,5 do 3 W/cm^2, a porast u aktivnosti fibroblasta (primjerice sinteza proteina) i povećanje u protoku kalija kroz membranu glatkih mišića uterusa u miša nađeno je kod primjene pulsirajućeg ultrazvuka. Te promjene mogu biti rezultat mehaničkog djelovanja ultrazvuka stanične membrane.

S druge strane, promjene u difuziji iona kroz epitelne stanice u koži žabe pripisane su termalno-mehaničkoj sastavnici. Uporabom stacioniranog aplikatora ultrazvuk intenziteta od 1,5 W/cm^2

primijenjen na male krvne žile na lice hrčka rezultira petehijama i vidljivim povećanjem propusnosti krvnih žila postkapilarnih venula.

Ta pojava može biti posljedica termički induciranih promjena propusnosti ili kavitacija koja je posljedica oštećenja endotelnih stanica krvnih žila. Također su nađene petehije u miševa nakon izlaganja ultrazvuku. To je objašnjeno mehanizmom stvaranja kavitacija. Druge nuspojave uključuju zastoj krvnog optjecaja i oštećenje endotela, što je dokazano u embriju pileta, te agregaciju trombocita u krvnim žilama u uhu zamorca. Ti su odgovori pripisani netermičkim mehanizmima jer je bio primijenjen ili pulsirajući ili kontinuirani ultrazvuk malog intenziteta.

Kako bi još bolje objasnili učinak ultrazvuka u mikrocirkulaciji, Hogan i suradnici proučavali su učinke ultrazvuka na krvni optjecaj štakora u preparatu ishemićnog mišića. Kada je primijenjen pulsirajući ultrazvuk od 2,5 W/cm^2, 5 minuta svaki drugi dan, povećao se protok krvi u kapilarama i u srednje velikim arteriolama. Nađeno je da se kod jačeg intenziteta pulsirajućeg ultrazvuka povećala vazomotorika malih arteriola i smanjio protok krvi. Kako mehanizam te pojave nije poznat, vjerojatno nije termičkog podrijetla, jer su slični nalazi primijećeni pri zagrijavanju skeletnog mišića, a u odsutnosti primjene ultrazvuka (4).

7 Klinička primjena ultrazvuka terapijskog intenziteta

Ultrazvuk se često upotrebljava u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji kao dodatak kod raznih disfunkcija mekoga tkiva uključujući kontrakture zglobova, ožiljkastoga tkiva, tendinitisa, burzitisa, spazma skeletnih mišića i boli. Usto se ultrazvuk u terapijskom intenzitetu upotrebljava u liječenju varikoznih ulceracija, dekubitusa i drugih stanja te kao neinvazivna tehnika unosa lijeka kroz kožu (sonoforeza) (4).

Kontraktura zgoba i ožiljkastog tkiva

Kontrakture zgloba posljedica su imobilizacije ili traume. Ako je raspon pokreta ograničen zbog promjene periartikularnoga vezivnoga tkiva, obično se primjenjuju vježbe istezanja kojima se pokušava povećati pokret. Povišenje temperature tkiva do 45 ^{o}c prije ili za vrijeme aktivnog i pasivnog istezanja povećat će učinkovitost u povećanju raspona pokreta. Taj koncept zagrijavanja i istezanja dokazan je u laboratorijskim studijama. Analiza duljine napetosti otkrila je povećanje rastezljivosti tkiva pri primjeni ultrazvuka intenziteta 1,0 do 3,0 W/cm^2. To je rezultiralo podizanjem temperature tkiva na 39 i 47 ^{o}C.

Zagrijavanje tkiva dovodi do promjena visokoelastičnih osobina kolagenskih tkiva i kolagenskih molekularnih vcza, što olakšava istezanje. Duboka tkiva odgovorna za smanjenje opsega pokreta zgloba bogata su kolagenom. Zbog toga je ultrazvuk logično izabran kao termalni agens koji selektivno djeluje na duboke strukture i povećava njihovu pokretljivost.

Dokazano je da je ultrazvuk djelotvoran pri povećanju temperature zgloba kuka kad se primjenjuje unutar terapijskog intenziteta bar 5 minuta. Uspoređena je kombinacija ultrazvuka i vježbi primjenom infracrvenoga svjctla i vježbi za povećanje raspona pokreta zgloba kuka u starijih bolesnika nakon interne fiksacije zbog frakture. Ultrazvuk je primijenjen sprijeda, lateralno i straga na zglob kuka u intenzitetu 1,0 do 2,5 W/cm^2 i tijekom 5 minuta po pojedinom polju. Druga skupina primala je infracrveno svjetlo tijekom 30 minuta. Rezultati liječenja bili su vrednovani mjerenjem raspona pokreta. U bolesnika koji su primali ultrazvuk poboljšao se raspon pokreta, dok kod onih bolesnika koji su primali infracrveno svjetlo nije došlo do znatnijeg poboljšanja. Podaci dobiveni tom studijom dokazuju da se ultrazvuk može sigurno primjenjivati u liječenju kontrakture zglobova raznih lokalizacija. Zglobovi s manjom količinom mekoga tkiva, npr. lakat, ručni zglob ili talokruralni zglob, obično se liječe intenzitetom u prosjeku 1,0 W/cm^2 ili manje.

Led i primjena ultrazvuka uspoređeni su i u liječenju bolnoga ramena. Ultrazvuk je primijenjen u jednoj skupini bolesnika u intenzitetu 0,5 W/cm^2 tijekom 5 do 8 minuta 3 puta na tjedan, a 15 puta. Led preko ručnika primijenjen je kod druge skupine bolesnika tijekom 15 minuta, 3 puta na tjedan, kad je provedeno ukupno 12 aplikacija. Obje skupine provodile su program pasivnih i aktivnih vježbi

nakon termičkih agensa (ultrazvuka i krioterapije). Svi su bolesnici opisali smanjenje boli i povećanje raspona pokreta, ali bez znatne razlike izmedu skupina bolesnika.

Intenzitet primijenjenog ultrazvuka bio je manji nego onaj za koji je pokazano da podiže temperaturu zglobnih struktura koljena s približno jednakom količinom masnoga tkiva kao na ramenu. Ta opservacija ističe važnost primjene dovoljnog intenziteta ultrazvuka u liječenju ako se očekuje koristan terapijski učinak.

Ožiljkasto je tkivo veće gustoće nego okolna tkiva i može se selektivno zagrijavati s pomoću ultrazvučne energije prije masaže i vježbi za povećanje raspona pokreta. Bierman je opisao povećanje raspona pokreta u malim skupinama bolesnika koji su imali ožiljkasto tkivo nakon laceracije i zračenja rendgenskim zrakama, te Dupuytrenovu kontrakturu. Ultrazvuk je davan u intenzitetu od 1,0 do 2,0 W/cm^2 kroz 6 do 8 minuta svaki drugi dan. S druge pak strane, Wright i Haase našli su da ultrazvuk manjeg intenziteta od onog što ga je upotrijebio Bierman, nije djelotvoran za smanjenje veličine keloida (4).

Lateralni epikondilitis (teniski lakat)

Učinak ultrazvučne terapije procijenjen je kod pacijenata sa ovom dijagnozom u 7 različitih studija (Binder et al., 1986; Halle et al., 1986; Lundeberg et al., 1988; Haker and Lundeberg, 1991; Vasseljen, 1992; Pienimaki et al., 1996). Trima placebo-kontroliranim studijama dodijeljen je relativno visok indeks važnosti i smatraju se klinički homogenim, unatoč varijaciji u vremenskom ishodu liječenja (4-8 tjedana). Samo je jedna studija (Binder et al.1986) pokazala statistički značajan i klinički relevantan rezultat u prilog ultrazvučnoj terapiji. Stoga, donešen je zaključak da inkonzistencija rezultata ovih visoko kvalitetnih studija ukazuje na slabu uspješnost ove vrste liječenja kod bolesnika sa teniskim laktom. Lundeberg (1988) je opisao statistički i klinički značajnu razliku u odnosu na netretirane bolesnike, međutim, studiji je dodijeljen relativno niski indeks važnosti. U preostale tri studije učinak terapije ultrazvukom je uspoređen sa različitim drugim intervencijama (injekcije hidrokortizona, elektroterapija i laserska terapija u kombinaciji sa masažom), ali su rezultati

također bili inkonzistentni (proporcija visoko vrijednih pozitivnih studija je 33%) (Danielle A.W.M. van der Windt,1999). Još je jedna studija pokazala pozitivan i klinički signifikantan učinak, međutim, samo na olakšanje boli (Reginiussen, 1990) (2,5,6,7,8,9,10).

Bolesti mekog tkiva ramena

Učinak terapijskog ultrazvuka je procijenjen u 7 studija kod pacijenata sa bolestima ramena (Inaba and Piorkowski, 1972; Berry et al., 1980; Downing and Weinstein, 1986; Herrero-Lasso et al., 1993; Nykanen, 1995; Van der Heijden et al., 1996; Perron and Malouin, 1997). Nijedna od ovih studija nije prijavila statistički značajan rezultat koji ide u prilog ovoj vrsti terapije. Općenito, za one studije sa adekvatnim indeksima važnosti, samo su male razlike prijavljene za stopu uspješnosti, bol i opseg pokreta. Klinička heterogenost rezultata i nezadovoljavajuća količina podataka o ishodima terapije dovode do zaključka da ultrazvučna terapija nije učinkovita u liječenju bolesti ramena (proporcija visoko vrijednih pozitivnih studija je 0%). Usporedba ultrazvučne terapije sa elektroterapijom, injekcijama prednizolona i medikacijom, također je pokazala male razlike u uspješnosti terapije (Danielle A.W.M. van der Windt,1999) (2,11,12,13,14,15,16,17).

Smanjenje boli i spazma mišića

Nakon primjene ultrazvuka prag boli obično se poveća. Premda mehanizam smanjenja boli nije jasan, stvaranje topline ultrazvukom može djelovati kao suprotni podražaj, toplinska aktivacija debelih vlakana ili promjena odgovora na podraživanje receptora boli (slobodni živčani završetci). Pokazano je da je prag boli bio povišen nakon primjene ultrazvuka intenziteta od 1,5 W/cm2 kroz 2 minute na

ruci. Budući da su slične promjene bile nađene s infracrvenim zrakama i mikrovalnom dijatermijom, to pokazuje da mehanizam djelovanja nastaje zbog sposobnosti svih triju agensa da povećavaju prag boli aktiviranjem slobodnih živčanih okončina.

Ultrazvuk s vježbama uspoređivan je sa samim vježbama u bolesnika s bolnim ramenom. Ultrazvuk je primijenjen tri puta na tjedan ukupno deset puta, a intenzitet je iznosio 1,5 W/cm2, tijekom 3 do 5 minuta. Primijenjen je na prednju, donju i stražnju stranu ramena. Bolesnici koji su primali ultrazvuk opisali su u većem postotku ublaživanje boli (81%) nego oni koji su primali samo vježbe (44%). Usto je opseg aktivnog i pasivnog pokreta bio veći u skupini koja je liječena ultrazvukom. Nakon tri mjeseca u 73% bolesnika koji su primali ultrazvuk došlo je do smanjenja boli u usporedbi s 55% bolesnika koji su primali samo vježbe.

Bolesnici s hemiplegijom koji su imali bolno rame bili su liječeni trima različitim postupcima:

1. vježbama za povećanje raspona pokreta pozicioniranjem i ultrazvukom intenziteta od 0,5 do 2,5 W/cm^2

2. vježbama za povećanje raspona pokreta, pozicioniranjem i placebo Ultrazvukom, i

3. vježbama za povećanje raspona pokreta i pozicioniranjem.

Nije opažena značajna promjena u rasponu pokreta između skupina. Autori zaključuju da u tih bolesnika ultrazvuk vjerojatno nema koristan učinak u dozi koja je upotrijebljena.

Neurom u amputiranih bolesnika može biti izvor boli i utjecati na odgodu rehabilitacije. Ultrazvuk je bio upotrebljen u konzervativnom liječenju neuroma. Kad je Soren primijenio ultrazvuk na bolni neurom, u intenzitetu 1,5 W/cm^2, 5 od 6 bolesnika imalo je smanjenu bol i poboljšanje funkcije.

Terapija ultrazvukom često se uključuje u liječenje bolesnika s križoboljom različite etiologije. Unatoč širokoj uporabi u literaturi postoji malo dokaza koji potvrđuju ili opovrgavaju učinak ultrazvuka u liječenju toga kliničkog stanja. Tehnika se obično sastojala od ozvučivanja

paravertebralne muskulature. Kuiwert je opisao šest bolesnika s boli zbog degenerativne bolesti kralježnice, odnosno hernije intervertebralnoga diska. Doza se ultrazvuka kretala od 0,5 do 1,5 W/cm2, a primjenjivana je paravertebralno svakoga dana, ukupno 6 do 12 puta, u prosjeku 10 minuta po postupku. Opaženo je smanjenje boli i smanjenje mišićnog tonusa te poboljšanje pokreta u 5 bolesnika, dok u jednog bolesnika nije bilo poboljšanja.

U jednom drugom pokusu, 209 bolesnika s križoboljom zbog hernije intervertebralnog diska liječeno je ultrazvukom, Nakon liječenja intenzitetom 0,3 do 0,8 W/cm^2 kroz 8 dana simptomi su bili ublaženi u 86% bolesnika. Ultrazvuk je bio primijenjen paravertebralno i uzduž velikog glutealnog mišića, hamstring skupine mišića i mišića gastroknemijusa u bolesnika s radikulitisom. Budući da su u liječenje također bili uključeni i topli oblozi te masaža, opaženo je da je površinsko zagrijavanje dalo bolje rezultate nego ultrazvuk. Upotrijebljen intenzitet ultrazvuka bio je niži nego što se obično rabi za područja s mnogo vezivnoga tkiva. Također je ultrazvuk primijenjen kod križobolje koja je nastala zbog hernije intervertebralnog diska od L4 do S2 trima različitim postupcima. Svi su bolesnici pregledani u roku od 2 tjedna od početka boli. Tri su skupine primale:

1. analgetike i odmor u krevetu,

2. odmor u krevetu i placebo-ultrazvuk i

3. ultrazvuk intenziteta 1,0 do 2,0 W/cm^2 kroz 10 minuta i odmor u krevetu.

Ultrazvuk i placebo-ultrazvuk davani su tri puta na tjedan u tijeku 4 tjedna. Mjereni su Lasegueov test, inklinacija, reklinacija, lateralna fleksija u lijevo i u desno i rotacija, te subjektivna ocjena boli. Skupina liječena ultrazvukom imala je najbolje rezultate s najvećim poboljšanjem inklinacije, reklinacije, Lasegueova testa i smanjenja boli.

Tri placebo-kontrolirane studije su ocijenile učinak ultrazvučne terapije na bolnu petu, međutim, široke razlike u postavljanju dijagnoze i mjerenju ishoda terapije sprječavaju objektivno zaključivanje o rezultatima.

Mehanizam djelovanja ultrazvuka na smanjenje povišenog tonusa skeletnih mišića nije jasan, ali to može biti posljedica termičkog učinka koji izravno utječe na kontraktilni proces skeletnih mišića, smanjenje aktivnosti mišićnih vretena ili smanjenje boli, prekidajući krug *bol-spazam-bol* (4).

Degenerativne reumatske bolesti

U deset studija je učinak ultrazvučne terapije ocijenjen kod pacijenata sa degenerativnim reumatskim bolestima (Griffin et al., 1970; Bansil and Joshi, 1975; Esmat, 1975; Falconer et al., 1986; Hawkes et al., 1986; Knorre and Keitel, 1990; Jan and Lai, 1991; Krasilnikova et al., 1991; Tamas and Eleme´r, 1991; Uhlemann, 1993). Nijednoj od studija nije dodijeljen indeks važnosti veći od 4 boda (10 = najveća važnost, 1 = najmanja važnost). Zbog manjka visoko vrijednih istraživanja i nekonzistentnih rezultata slabije kvalitete, dolazi se do zaključka da je nedovoljno dokaza po pitanju učinkovitosti ultrazvučne terapije kod reumatskih degenerativnih bolesti (Danielle A.W.M. van der Windt,1999) (2,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27).

Burzitisi i tendinitisi

Druga je česta primjena ultrazvuka u bolesnika s burzitisima i tendinitisima. Smanjenje boli, povećanje raspona pokreta i smanjenje osjetljivosti opisano je u bolesnika sa subakromijalnim burzitisom. Slični su rezultati nađeni u bolesnika s tendinitisom bicepsa.

Najnovije studije uspoređuju kombinacije placebo-ultrazvuka i vježbi s ultrazvukom i vježbama u bolesnika sa subakromijalnim burzitisom u trajanjem duljem od mjesec dana. Ultrazvuk je primijenjen u prosjeku 1,0 do 2,0 W/cm^2 tijekom 6 minuta 3 puta na tjedan u tijeku 4 tjedna. Intenzitet je određen povećanjem jakosti sve dok bolesnik nije osjetio muklu bol i probadanje, a potom se jakost smanjila za 10%. Stoga je intenzitet ultrazvuka određen individualno. Na kraju nije nađena razlika između skupina

u pogledu smanjenja boli, raspona pokreta ramena i drugih znakova. Stoga su autori zaključili da ultrazvuk nije koristan u liječenju subakromijalnog burzitisa. Premda ima malo znanstvenih dokaza o primjeni ultrazvuka kod tendinitisa i burzitisa, ultrazvuk se široko primjenjuje. Još je jedna studija pokazala pozitivan i klinički signifikantan učinak, međutim, samo na olakšanje boli kod tendinitisa (Reginiussen, 1990) (4).

Uganuće gležnja

Četiri studije su ocijenjene na temu učinkovitosti ultrazvučne terapije uganutog gležnja. Tri studije sa adekvatnim indeksom važnosti nisu pokazale statistički ni klinički važnu razliku između terapije ultrazvukom i placebo-učinka (Van Lelieveld, 1979; Williamson et al., 1986; Oakland, 1993). Posljedično tome, postoje dokazi da ultrazvučna terapija nije učinkovita u oporavku bolesnika od distorzije gležnja (proporcija pozitivnih visoko kvalitetnih studija je 0%) (Danielle A.W.M. van der Windt,1999) (2,28,29,30).

Zacjeljivanje rane

Primijenjen je ultrazvuk małog intenziteta (kontinuirani i pulsirajući) u liječenju akutnih i kroničnih rana u svrhu ubrzanja reparatornoga procesa.

U prvih 24 i 48 sati nakon traume najvažnije je sprječavanje ili smanjenje edema. Perzistentni edem može produljiti upalni proces i povećati bol te smanjiti funkciju. Upotrebljavajući animalni model, Fyfe i Chahl izazvali su edem abdominalnoga tkiva intrakutanom injekcijom srebrovog nitrata (osłobadanje histamina i prostaglandina i drugih kemijskih posrednika upale). Životinje liječene 2 do 4 minute pulsirajućim ultrazvukom u dozi od 0,5 W/cm^2 imałe su manju propusnost kapilara nego neliječene životinje.

Odredivanje kliničke djelotvornosti te tehnike u ljudi za vrijeme akutne faze nakon traume bilo bi vrlo korisno.

Dyson i suradnici opisali su da ultrazvuk ubrzava rast tkiva u kunića u usporedbi s onim neliječenim nakon ekscizije male količine tkiva uha. Ultrazvuk je primijenjen 2 puta na tjedan nakon ranjavanja, a potom je primjena nastavljena 3 puta na tjedan. Nađeno je da je najkorisnija doza od 0,25 i 0,5 W/cm^2 kontinuiranog ultrazvuka kroz 5 minuta. Kod većeg intenziteta , 4,0 do 8,0 W/cm^2 pulsirajućeg ultrazvuka javila se oteklina. Budući da je temperatura tijela porasla samo 0,53^{o}C do 1,35^{o}C u uspješno liječenih rana, ispitivači su predložili da zacjeljivanje može biti djelomično olakšano akustičnim strujanjem. Strujanje može zapravo promijeniti protok iona kroz membranu. Ta preliminarna ispitivanja cjeljenja rane sugeriraju da je vrijednost u tijeku zacjeljivanja, kad se terapija ultrazvukom primjenjuje, vrlo važna. Kad se terapija započne u vrijeme ranijih stadija cijeljenja rane unutar prvoga tjedna, cijeljenje može biti spriječeno. S druge strane, ako terapija małog intenziteta započne nakon dva tjedna za vrijeme proliferativne faze (fibroblastična infiltracija) i stvaranja kolagena, u fazi remodeliranja, ultrazvuk niskog intenziteta može biti koristan.

Ultrazvuk se primjenjuje u liječenju kroničnih kožnih ulceracija, pogotovo kada drugi načini terapije zataje. Paul i suradnici primijenili su dozu ultrazvuka od 0,5 do 1 W/cm^2 triput na tjedan u liječenju boli kod dekubitusa u bolesnika s ozljedom medule spinalis. Trinaest od dvadeset tri ulceracije liječeno je ultrazvukom, u pet se stanje poboljšalo, a u ostalih nije opažena korist od liječenja. U kasnijem radu Dyson i suradnici opisali su na seriji bolesnika s kroničnim varikoznim ulceracijama primjenu placebo-ultrazvuka i ultrazvuka u dozi od 1,0 W/cm^2 tijekom 5 do 10 minuta triput na tjedan. Nakon 28 dana od početka liječenja ulceracije su bile smanjene u 66% u odnosu na 10% u skupini liječenih placebo-ultrazvukom. Prije primjene ultrazvuka ulceracija mora biti očišćena, a izmedu liječenja ultrazvukom rana treba biti suha i bez pritiska.

Novije kliničke studije pokazuju da ultrazvuk utječe na bol kod burzitisa, tendinitisa i artroze te drugih mišićno-skeletnih stanja. Dokazano je da ultrazvuk podiže prag za bol. Učinak ultrazvuka na živčana tkiva možemo sažeti u sljedećem:

1. selektivno zagrijavanje perifernih živaca

2. mijenjanje vodljivosti podražaja
3. povećanje propusnosti membrana
4. povećanje metabolizma tkiva.

Utvrđeno je da su vlakna B i C osjetljivija na ultrazvuk nego A, što je moguće objašnjenje smanjenja prijenosa boli. Dok su rezultati istraživanja djelovanja ultrazvuka na vodljivost motornih živaca nekonzistentni, studije osjetnih živaca više upućuju na usporedni odnos između povećanja brzine vodljivosti osjetnih živaca (4).

Miofascijalna bol i bol temporomandibularnog zgloba

Četiri studije su evaluirale učinke ultrazvučne terapije kod navedene dvije dijagnoze (Talaat et al., 1986; Taube et al., 1988; Gray et al., 1994; Kavuncu et al., 1994). Nijednoj od studija nije dodijeljen indeks važnosti više od 4 boda. Zbog nedostatka visoko kvalitetnih i dobro planiranih studija, nedovoljno je dokaza o učinkovitosti ultrazvučne terapije kod boli temporomandibularnog zgloba i miofascijalne boli. Sam ultrazvuk nije tako djelotvoran kao ultrazvuk upotrijebljen s akupunkturom, udlagama i vježbama mišića u bolesnika s disfunkcijom temporomandibularnoga zgloba (2,31,32,33,34).

Odlaganje kalcija

Neki su kliničari utvrdili da ultrazvuk može biti koristan agens u reapsorpciji odloženog kalcija u mekim tkivima, iako kontrolne ili prospektivne studije nisu učinjene. Ipak, ultrazvuk može pomoći ublaživanju upale pri odlaganju kalcija, što uzrokuje ublaženje boli i poboljšanje funkcije (4).

8 Mjere opreza i kontraindikacije

Ultrazvuk ima intenzivan termički , a u posebnim uvjetima i potencijalno destruktivne netermičke učinke kao što su pulsni val te kavitacije. Tekućinom ispunjene šupljine kao što je oko i gravidni uterus ne bi trebali biti izloženi terapijskom ultrazvuku zbog djelovanja topline na osjetljivi fetus (niska porođajna težina, smanjenje veličine mozga i ortopedske deformacije u eksperimentalnih životinja) odnosno mrežnicu i leću (katarakta). Ultrazvuk se ne primjenjuje ni na srcu radi opažene promjene na EKG-u psa u smislu elevacije ST-spojnice nakon neposrednog izlaganja u dozi od 2.5 W/cm^2. Također bi trebalo izbjegavati izlaganje srčanog stimulatora (pacemaker) ultrazvuku. Maligne lezije jesu kontraindikacija zbog mogućnosti proširenja metastaza dok pozitivna obiteljska anamneza malignoma nije. Područja sa slabom cirkulacijom i ishemijom , a isto tako i tkiva sa akutnim i postakutnim krvarenjem se ne izlažu ultrazvuku. Tromboflebitisi i tkiva sa aktivnom infekcijom također, jer bi povišenje temperature dodatno ubrzalo enzimatsku aktivnost. Zone rasta kosti (epifizne pukotine) te leđna moždina smiju biti izlagane samo malim dozama dok bi područja laminektomije trebala biti izbjegnuta. Ženu ne treba izlagati preko abdomena i križa za vrijeme generativne dobi, osim u prvih deset dana nakon početka menstruacije. Također se ultrazvuk ne primjenjuje na testise jer može izazvati prolaznu sterilnost. Iako stroge indikacije i kontraindikacije ne postoje, mnogi izbjegavaju korištenje ultrazvuka blizu metala. Intenziteti viši od 3,0 W/cm^2 može izazvati demineralizaciju kosti, oštetiti epifizne fuge, usporiti rast kostiju u duljinu (4,35,36,37).

9 Kombinacije ultrazvuka s drugim fizikalnim metodama

Primjena ultrazvuka prije kineziterapije vrlo je korisna jer se analgetičkim i relaksirajućim djelovanjem ultrazvuka omogućuje veća i bezbolna pokretljivost. Toplinski se postupci često kombiniraju s ultrazvukom. Osobito je važna njihova primjena prije primjene ultrazvuka. Postoji mogućnost da djeluje sinergistički sa dijadnamičkim strujama, naravno u malim dozama. U 13 studija, vježbe su dodane kao ko-intervencija ultrazvučnoj terapiji, međutim, nijedna od studija nije pokazala

statistički ni klinički značajniji učinak od onog dobivenog vježbama bez ultrazvuka odnosno vježbama sa placebo-ultrazvukom (proporcija pozitivnih visoko kvalitetnih studija je 0%). Potrebna su nova dobro dizajnirana randomizirana klinicka istraživanja koja će dati odgovor na pitanje da li ultrazvuk može suplementirati drugim fizikalnim metodama (1,2,4).

10 Rasprava

Gam i Johannsen su 1995.g. objavili sistematski pregled 22 randomiziranih kliničkih studija na temu učinkovitosti ultrazvučne terapije kod muskuloskeletnih bolesti. Oni su zaključili da postoji jako malo dokaza o učinkovitosti terapije ultrazvukom od strane dobro dizajniranih studija, ali su postavili hipotezu da ultrazvuk može suplementirati učinku kineziterapije. Danielle A.W.M. van der Windt se osvrnula na ovu hipotezu u svom sistematskom pregledu literature („Ultrasound therapy for musculoskeletal disorders: a systematic review“) 1999.g. , ali bez puno uspjeha u potvrđivanju hipoteze. Taj rad također pokazuje slabe dokaze o efektivnosti ove vrste terapije kod poremećaja muskuloskeletnog sustava. Od 18 placebo-kontroliranih studija, od kojih je 13 ocijenjeno adekvatnim indeksom važnosti, samo su dvije pokazale statistički važan i klinički značajan rezultat koji ide u prilog ultrazvučnoj terapiji, a one su se odnosile na lateralni epikondilitis (teniski lakat). Međutim, u većini studija koje su statistički obrađivane, je postojala razlika u uspješnosti liječenja prave ultrazvučne terapije sa placebo-ultrazvukom, odnosno nekom drugom vrstom terapije (injekcije hidrokortizona, vježbe, elektroterapija, masaže i druge). Procijenjena razlika je iznosila 15% u prilog ultrazvučnoj terapiji, što može imati određenu vrijednost, ali definitivno nije zadovoljila kriterij ovog sistematskog pregleda čija je donja granica iznosila 20%. Klinička heterogenost i oskudne informacije o mjerama ishoda su zakomplicirale računicu o uspješnosti postupaka što je posljedično i spriječilo osjetljivo statističko izvođenje rezultata i ekstrapolaciju podataka.

Važno je znati da li rezultati studija uključenih u ovo istraživanje pokazuju sličnosti sa korištenjem ultrazvučne terapije u svakodevnoj kliničkoj praksi i da li dopuštaju generalizaciju nalaza. Anketa, provedena među nizozemskim fizijatrima, pokazala je da se za ultrazvuk pretpostavlja da je

učinkovit i da se najčešće koristi za poremećaje sa kratkim trajanjem simptoma, sa akutnim nastupom te za područja ramena, lakta, zapešća, šake, gležnja i stopala (Van den Berg et al., 1997). Ovo se većinom slaže sa kriterijima za adekvatnu uporabu ultrazvuka koju je predložio Roebroeck sa sur. (1998) :

Ultrazvuk bi se primarno trebao koristiti :

1) za mekotkivne ozljede, posebno ramena i lakta
2) u nedavnim ozljedama i u prvim fazama liječenja
3) za liječenje znakova upale (bol, edem, ograničenost pokreta)
4) u kombinaciji sa drugim oblicima terapije, posebno sa vježbama

Studije uključene u ovaj sistematski pregled koreliraju sa rezultatima ankete i kriterijima navedenim pod 1, 3 i 4 dok je učinkovitost ultrazvučne terapije u nedavnim ozljedama manje proučavana. S druge strane, rezultati u slučajevima uganutog gležnja ne podupiru pretpostavku da je ova vrsta terapije pogodna za traumatske ozljede (2).

11 Zaključak

Velika većina od 13 randomizoranih studija koje su imale adekvatne metode rada ne potvrđuju postojanost statistički važnih, odnosno klinički relevantnih razlika između prave i placebo-ultrazvučne terapije muskuloskeletnih poremećaja. Opseg prijavljenih učinaka tretmana se čini malim i vjerojatno je od malog kliničkog značaja. Do sada, čini se da postoji jako malo dokaza koji podržavaju ultrazvučnu terapiju kod mišićnokoštanih bolesti. Rezultati prijavljeni u liječenju lateralnog epikondilitisa su manje konzistentni, ali postoje naznake veće uspješnosti terapije te zahtijevaju daljnju evaluaciju u sklopu dobro dizajniranih istraživanja.

Ultrazvuk je korišten globalno od 1950-ih u olakšanju boli i redukciji zglobne nepokretnosti. Gam i suradnici su iznijeli meta-analizu kako bi procijenili učinak ultrazvučne terapije da olakša bol. Dok je učinak nesteroidnih protuupalnih lijekova (NSAID) kod muskuloskeletnih bolesti izvan svake sumnje,

veličina učinka NSAID-ova u meta-analizama kontroliranih studija iznosila 0.75 ($d_{d/s}$=75), rezultat Gam-a i suradnika za veličinu učinka ultrazvuka je iznosio 0.24 ($d_{d/s}$=0.24). Prema tome, ovaj rezultat ukazuje na zapravo neznatan učinak ultrazvučne terapije u olakšanju boli.

Upotreba ultrazvučne terapije je temeljena na empirijskom iskustvu te nedostaje bitna podrška kontroliranih studija. Dobro dizajniranih studija je malo ; opis drop-outs-a, metode randomizacije, aparatura i potvrda aparature, način aplikacije i veličina glave ultrazvuka, tretirana površina te vrijeme praćenja su informacije koje su općenito bile nedostatne u objavljenim radovima (1,2).

12 Zahvale

Zahvaljujem se doc. dr. sc. Porinu Periću, dr. med., na svim savjetima i poduci te na velikoj pomoći pri izradi ovog diplomskog rada, također zahvaljujem se svojoj majci te obitelji na velikoj potpori.

U Zagrebu, lipanj 2016.

Alen Vidas

13 Popis literature

1. Gam A.N. and Johannsen F. Ultrasound therapy in musculoskeletal disorders: a meta-analysis. Copenhagen (Denmark):Pain 63;1995
2. Danie¨lle A.W.M. van der Windt. Geert J.M.G., van der Heijden,Suzanne G.M. van den Berg, Gerben ter Riet, Andrea F. de Winter, Lex M. Bouter, Ultrasound therapy for musculoskeletal disorders: a systematic review,The Netherlands:Pain 81;1999.
3. Babić-Naglić Đ.,Ćurković B.,Grazio S.,Grubišić F.,Ivanišević G.,Kovač I.,Fizikalna i rehabilitacijska medicina.Zagreb:Medicinska Naklada;2013. Str. 144-150,
4. Jajić I.,Jajić Z.,Ljubin Č.,Simeon G.,Dubravica M.,Marčić A.,Fizikalna medicina i opća rehabilitacija.Zagreb:Medicinska Naklada;2000.Str. 80-85,88-90.
5. Binder, A., Hodge, G., Greenwood, A.M., Hazleman, B.L. and PageThomas, D.P., Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions, Br. Med. J., 290 (1985) 512–514.
6. Halle, J.S., Franklin, R.J. and Karalfa, B.L., Comparison of four treatment approaches for lateral epicondylitis of the elbow, J. Orthop. Sports Phys. Ther., 8 (1986) 62–69.
7. Lundeberg, T., Abrahamsson, P. and Haker, E., A comparative study of continuous ultrasound, placebo ultrasound and rest in epicondylagia, Scand. J. Rehabil. Med., 20 (1988) 99–101.
8. Haker, E. and Lundeberg, T., Pulsed ultrasound treatment in lateral epicondylalgia, Scand. J. Rehabil. Med., 23 (1991) 115–118.
9. Vasseljen, O., Low-level laser versus traditional physiotherapy in the treatment of tennis elbow, Physiotherapy, 78 (1992) 329–334.
10. Pienimaki, T.T., Tarvainen, T.K., Siira, P.T. and Vanharanta, H., Progressive strengthening and stretching exercises and ultrasound for chronic lateral epicondylitis, Physiotherapy, 82 (1996) 522–530.

11. Inaba, M.K. and Piorkowski, M., Ultrasound in treatment of painful shoulders in patients with hemiplegia, Phys. Ther., 52 (1972) 737– 741.
12. Berry, H., Fernandes, L., Bloom, B., Clark, R.J. and Hamilton, E.B.D., Clinical study comparing acupuncture, physiotherapy, injection and oral anti-inflammatory therapy in shoulder-cuff lesions, Curr. Med. Res. Opin., 7 (1980) 121–126.
13. Downing, D.S. and Weinstein, A., Ultrasound therapy of subacromial bursitis. A double blind trial, Phys. Ther., 66 (1986) 194–199.
14. Herrera-Lasso, I., Mobarak, L., Ferna´ndez-Domı´nguez, L., Cardiel, M. and Alarco´n-Segovia, D., Comparative effectiveness of packages of treatment including ultrasound or transcutaneous electrical nerve stimulation in painful shoulder syndrome, Physiotherapy, 79 (1993) 251–253.
15. Nykanen, M., Pulsed ultrasound treatment of the painful shoulder: a randomized, double-blind placebo-controlled study, Scand. J. Rehabil. Med., 27 (1995) 105–108.
16. Van der Heijden, G.J.M.G., Leffers, P., Wolters, P.J.M.C., Verheijden, J.J.D., Van Mameren, H., Houben, J.P., Bouter, L.M. and Knipschild, P.G., The efficacy of ultrasound therapy and electrotherapy for shoulder disorders. In: Results of a randomized placebo-controlled clinical trial (Thesis), University Press, Maastricht, 1996.
17. Perron, M. and Malouin, F., Acetic acid iontophoresis and ultrasound for the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder: a randomized control trial, Arch. Phys. Med. Rehabil., 78 (1997) 379–384.
18. Griffin, J.E., Echternach, J.L. and Bowmaker, K.L., Results of frequency differences in ultrasonic therapy, Phys. Ther., 50 (1970) 481– 486.
19. Bansil, C.K., Joshi, J.B., Effectiveness of shortwave diathermy and ultrasound in the treatment of osteoarthritis of the knee joint, Med. J. Zambia, 9 (1975) 138–139.
20. Esmat, N., Treatment of arthrosis deformans by simultaneous application of interferential current and ultrasonic waves, J. Egypt Med. Assoc., 58 (1975) 328–333.
21. Falconer, J., Hayes, K.W. and Chang, R.W., Effect of ultrasound on mobility in osteoarthritis of the knee. A randomized clinical trial, Arthritis Care. Res., 5 (1992) 29–35.

22. Hawkes, J., Care, G., Dixon, J.S., Bird, H.A. and Wright, V., A comparison of three different physiotherapy treatments for rheumatoid arthritis of the hands, Physiother. Pract., 2 (1986) 155–160.

23. Knorre, B. and von Keitel, W., Vergleichende Therapiestudie: Ultraschall, Kryotherapie und intraartikula¨re Kortisonoide bei Vera¨nderungen des Schultergelenkes aus entzu ¨ndlicher Ursache, Z. Physiother., 42 (1990) 221–225.

24. Jan, M.H. and Lai, J.S., The effects of physiotherapy on osteoarthritic knees of females, J. Formosan Med. Assoc., 90 (1991) 1008–1013.

25. Krasilnikova, R.G., Anokhin, V.N. and Adla, K.M., Comparative efficacy of thiophosphamide electrophoresis and ultrasound in multimodality treatment of rheumatoid arthritis, Terapevticeskij. Arch., 63 (1991) 72–74.

26. Tamas, B. and Eleme´r, G., The effect of ultrasonic therapy in rheumatoid arthritis of the temporomandibular joint, Fogorvosi Szemle, 84 (1991) 229–232.

27. Uhlemann, C., Changes of pain in rheumatic diseases with application of different frequencies of ultrasound, Zeitschr. Rheumatol., 52 (1993) 236–240.

28. Van Lelieveld, D.W., Vaerdien af ultralyd og el-stimulation ved behandling af distorsioner, En kontrolleret undersøgelse, Ugeskr. Laeger, 141 (1979) 1077–1080.

29. Williamson, J.B., George, T.K., Simpson, D.C., Hannah, B. and Bradbury, E., Ultrasound in the treatment of ankle sprains, Injury, 17 (1986) 176–178.

30. Oakland, C., A comparison of the efficacy of the topical NSAID felbinac and ultrasound in the treatment of acute ankle injuries, Br. J. Clin. Res., 4 (1993) 89–96.

31. Talaat, A.M., El-Dibany, M.M. and El-Garf, A., Physical therapy in the management of myofacial pain dysfunction syndrome, Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., 95 (1986) 225–228.

32. Taube, S., Ylipaavalniemi, P., Ko¨no¨nen, M. and Sunde´n, B., The effect of pulsed ultrasound on myofacial pain. A placebo controlled study, Proc. Finn. Dent. Soc., 84 (1988) 241–246.

33. Gray, R.J.M., Quayle, A.A., Hall, C.A. and Schofield, M.A., Physiotherapy in the treatment of temporomandibular joint disorders: a comparative study of four treatment methods, Br. Dental J., 76 (1994) 257–261.

34. Kavuncu, V., Danisger, S., Kozakcioglu, M., Omer, S.R., Aksoy, C. and Yucel, K., Comparison of the efficacy of TENS and ultrasound in temporomandibular joint dysfunction syndrome, Romatol. Tib. Rehab., 5 (1994) 38–42.

35. Watson T. Electrotherapy blog (Internet). University of Hertfordshire. Dostupno na: http://www.electrotherapy.org/modality/ultrasound-therapy#Return to Top .

36. Prentice, William E., Therapeutic Modalities for Allied Health Professionals, McGraw-Hill. 1998.

37. Jaskoviak, Paul A., Schafer, R.C., Applied Physiotherapy. The American Chiropractic Association. 1993.

14 Životopis

OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Alen Vidas

Datum rođenja: 4.8.1991. godine

Mjesto rođenja: Split, Hrvatska

ŠKOLOVANJE I IZOBRAZBA

Osnovna škola: Osnovna škola Skalice, Split, Hrvatska

Srednja škola: III. gimnazija, Split, Hrvatska

Fakultet: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet (2010.-2016.)

POSEBNA ZNANJA I VJEŠTINE

Strani jezici: aktivno služenje engleskim jezikom