

VILNIAUS UNIVERSITETAS

MEDICINOS FAKULTETAS

Baigiamasis darbas

**SMŪGINĖS BANGOS TERAPIJOS TAIKYMAS REABILITACIJOJE: IŠPLĖSTINĖ
SISTEMINĖ LITERATŪROS APŽVALGA**

SHOCKWAVE THERAPY IN REHABILITATION: A SYSTEMATIC REVIEW

Evita Vaisburg VI kursas, 16gr.

Vilniaus Universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų institutas

Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra

Darbo vadovas

dr. Tomas Aukštikalnis

Katedros vadovas

dr. Tomas Aukštikalnis

2024-03-25

evita.vaisburg@mf.stuf.vu.lt

TURINYS

SANTRAUKA	1
SUMMARY	1
SANTRUPOS	2
ĮVADAS.....	3
LĒTINIS NUGAROS SKAUSMAS	4
LIGOS PATOFIZIOLOGIJA IR MECHANIZMAS	5
GYDYMO METODAI.....	6
LITERATŪROS ŠALTINIŲ ATRANKOS STRATEGIJA.....	9
REZULTATAI.....	11
APTARIMAS	12
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	12
LITERATŪROS SĄRAŠAS	13

SANTRAUKA

Darbo tikslas – apžvelgti paskutinių 10 metų klinikinius tyrimus, aprašančius smūginės bangos terapijos taikymą lėtiniam apatiniam nugaros skausmui gydyti, įvertinti problemos aktualumą bei pateikti išvadas dėl terapijos efektyvumo gydant lėtinį nugaros skausmą, remiantis atrinktais straipsniais.

Lėtinis apatinis nugaros skausmas yra apibrėžiamas kaip skausmas nugaros apačioje, liumbosakraliniame regione bei sėdmenyse. Šis sutrikimas - tai itin aktuali sveikatos problema visame pasaulio kontekste. Apklauso rodo, jog 84proc. gyventojų nugaros skausmą yra patyrę bent kartą gyvenime (1,2). Remiantis 2002m. Jungtinių Amerikos valstijų studija, nustatyta, jog 26,4proc. iš 30,000 dalyvių patyrė bent vieną visą dieną trukusį nugaros skausmo epizodą per praėjusius 3 mėnesius (3). 2019m. lėtinis nugaros skausmas buvo įvardytas kaip viena iš dažniausių negalios priežasčių, kurios pikas yra 45-54 gyvenimo metai (4). Tai parodo, jog lėtinis nugaros skausmas yra tiek asmeninė, tiek socialinė našta (5). Smūginės bangos terapija – tai modernus, neinvazyvus ir pakankamai plačiai prieinamas gydymo metodas įvairių raumenų ir skeleto sutrikimų gydymui. Metodo veikimo principas susijęs su akustinių bangų generavimu ir impulso perdavimu per daviklį į audinius. Nors smūginių bangų efektyvumas yra plačiai ištirtas tokių patologijų, kaip lateralinis epikondilitas, tendinopatijos, plantarinis fasciitas, gydyme, tačiau lėtinių nugaros skausmų gydymo efektyvumas yra neapibrėžtas. Šioje išplėstinėje sisteminėje literatūros apžvalgoje, remiantis straipsnių atrinkimo kriterijais, buvo atrinkti 8 klinikiniai tyrimai, kurių tikslas – ištirti smūginės bangos poveikį lėtiniam apatiniams nugaros skausmams bei funkcijos atstatymui. Pagrindinis analizės objektas – pateikti klinikinių tyrimų rezultatai, pagal kuriuos suformuotos išvados ir rekomendacijos dėl smūginės bangos terapijos taikymo lėtinio apatinio nugaros skausmo gydymui.

Raktiniai žodžiai: lėtinis apatinis nugaros skausmas, smūginės bangos terapija, sisteminė literatūros apžvalga.

SUMMARY

The aim of this study is to review past 10 year clinical trials, which focus on shockwave therapy application as treatment for chronic low back pain, recognize and assess the relevance of this health problem, evaluate and present conclusions on therapy's effectiveness in treating chronic low back pain, based on the selected articles.

Chronic low back pain is defined as pain in the lower back, lumbosacral region, and buttocks. This disorder represents a highly relevant health issue globally. Surveys indicate that 84 percent of the population have experienced back pain at least once in their lifetime (1,2). According to a 2002 study in the United States of America, it was determined that 26,4 percent of 30,000 participants

experienced at least one full day of back pain episode in the past 3 months (3). In 2019, chronic back pain was named as one of the most common causes of disability, peaking at ages 45-54 (4). This shows that chronic back pain is a burden both personally and socially (5). Shock wave therapy is a modern, non-invasive, and widely accessible treatment method for various musculoskeletal disorders. The method's principle of action is associated with the generation of acoustic waves and the transmission of impulse through a sensor into the tissue. While the effectiveness of shock waves has been widely studied for such pathologies as lateral epicondylitis, tendinopathies, and plantar fasciitis, the effectiveness in treating chronic low back pain remains undefined. In this extended systematic literature review, based on article selection criteria, 8 clinical trials were selected, aiming to investigate the impact of shockwaves on chronic low back pain and function restoration. The main object of analysis are the presented results of clinical trials, based on which conclusions and recommendations for the application of shockwave therapy in treating chronic back pain were formulated.

Key words: chronic low back pain, shockwave therapy, systematic literature review.

SANTRUPOS

SBT – Smūginės bangos terapija

LNS – lėtinis nugaros skausmas

JAV - Jungtinės Amerikos valstijos

MRT – Magnetinio rezonanso tyrimas

KT – Kompiuterinė tomografija

CNS – Centrinė nervų sistema

NVNU – Nesteroidiniai vaistai nuo uždegimo

VAS – Vizualinė analoginė skalė

ODI – Oswestry negalios indeksas (*angl. Oswestry disability index*)

TNF- α - Tumoro nekrozės faktorius

IL-1 β - Interleukinas-1 β

ĮVADAS

Smūginės bangos terapija (sin. SBT) – tai neinvazinė procedūra, sulaukusi pripažinimo įvairiose medicinos srityse ir ypač plačiai naudojama ortopedijoje bei reabilitacijoje. Jos metu yra panaudojamos didelės energijos akustinės bangos įvairioms raumenų ir skeleto būklėms gydyti. Audinių metabolizmo ir kraujotakos stimuliacijos dėka yra skatinamas audinių atsinaujinimas ir regeneracija. SBT tą pasiekia keliais būdais. Pirmiausia, akustinės bangos sukelia mikrotraumas audiniuose, kurios stimuliuoja natūralų organizmo gijimo procesą. Tai sukelia fibroblastų – jungiamojo audinio ląstelių, kurios atsakingos už kolageno gamybą – aktyvaciją. Kadangi kolagenas yra būtinas sveikam ir stipriam audiniui, pažeisti audiniai gali greičiau ir efektyviau atsistatyti. Antra, šios bangos padidina vietinį kraujo tekėjimą į pažeidimo vietą. Padidėjęs kraujo tekėjimas ne tik aprūpina audinius deguonimi ir maistinėmis medžiagomis, bet ir skatina išsivalymo procesus, kurie apima pažeisto audinio likučių ir uždegiminių mediatorių šalinimą. Be to, smūginės bangos sukelia kapiliarų pralaidumo padidėjimą, kas leidžia baltymams ir kitoms gyvybiškai svarbioms molekulėms lengviau patekti į audinius, tokiu būdu skatinant gijimą. Tyrimai rodo, jog SBT sumažina uždegimą ir palengvina skausmą nuo lėtinio nugaros skausmo (sin. LNS) kenčiantiems pacientams. Kadangi SBT yra nukreipta į pagrindinį skausmo židinį, lyginant su tradiciniu nuskausminimu, tai yra labiau holistinis metodas. SBT yra itin patrauklus pasirinkimas pacientams, ieškantiems alternatyvių terapinių intervencijų, kadangi yra neinvazyvi, turi nedaug pašalinių efektų. SBT – tai vienas iš reabilitacijos metodų, taikomų ir lėtiniam nugaros skausmui gydyti. Lėtinis nugaros skausmas – tai opi problema, paliečianti visų amžiaus grupių ir socioekonominių sluoksnių pacientus. Jungtinėse Amerikos Valstijose (sin. JAV) nustatyta, jog suaugusiųjų populiacijoje su lėtiniais nugaros skausmais susiduria 10-30proc. žmonių (6). Globaliai nuo 1990m. iki 2015m. dėl negalios, sukeltos lėtinio nugaros skausmo, prarastų darbingumo metų skaičius padidėjo 54proc. (7). Nors skaičiuojama, jog nugaros skausmas vidutiniškai praeina per 6 savaites 80-90proc. atvejų, tačiau 5-10proc. pacientų tai virsta lėtine liga (8). Lėtinis nugaros skausmas tampa ne tik neurologine, fizine ir psichologine našta pacientams, bet ir per metus pareikalauja nemažų kaštų socioekonominiame kontekste. Lėtinis nugaros skausmas taip pat siejamas su ilgesniu hospitalizacijos laikotarpiu, didesniu ligotumu ir mirtingumu. Rizikos faktoriai lėtiniam nugaros skausmui išsivystyti gali būti suskirstyti į kelias grupes: nemodifikuojami rizikos faktoriai (amžius, lytis, genetika, darbo pobūdis praeityje, žemas socioekonominis lygis bei išsilavinimas), modifikuojami rizikos faktoriai (psichologinės ligos, fizinis aktyvumas, rūkymas, socialinė aplinka, komorbidiškumas, kritimai, ypač vyresniame amžiuje), gydymas (nepakankamas arba netinkamas analgetikų vartojimas, neefektyvūs konservatyvūs gydymo metodai), vertinimas (pacientų skausmo neišreiškimas, neadekvatus skausmo vertinimas, gydymo efektyvumo neįvertinimas/neteisingas įvertinimas) (9). Pagrindinės strategijos ligai gydyti apima

skausmo kontrolę, funkcijos atstatymą ir paūmėjimų prevenciją, ko ir siekiama panaudojant smūginės bangos terapiją

LĒTINIS NUGAROS SKAUSMAS

Lėtinis nugaros skausmas – tai itin populiacijoje paplitęs sveikatos sutrikimas, paveikiantis įvairaus amžiaus pacientus, dažniausiai pasireiškiantis suaugusiųjų ir geriatrinių pacientų tarpe. JAV – tai antra pagal dažnumą negalios priežastis. Skaičiuojama, jog kas metus dėl LNS yra prarandama vidutiniškai 149mln. darbo dienų bei išleidžiama 100-200mlrd. JAV dolerių (10). Senesni tyrimai rodė, jog LNS dažnis progresyviai didėja nuo paauglystės iki 60m. amžiaus, vėliau mažėja (11). Tai buvo siejama su skausmo suvokimo kaita bei darbingo amžiaus žmonių fiziniu aktyvumu (8,12). Vis dėlto naujesnės publikacijos atskleidžia, jog LNS yra paplitęs tiek tarp darbingo amžiaus tiek geriatrinių pacientų (13,14). Nustatyta, jog rizika LNS išsivystyti didėja su amžiumi (15–17). Įvairios epidemiologinės publikacijos pabrėžia šios ligos aktualumą bei padarinius žmogaus gyvenimo kokybei, darbingumui, psichologinei būklei (18). LNS etiologija yra įvairi ir apima tokias sveikatos problemas, kaip raumenų ir skeleto ligos, degeneraciniai stuburo tarpslankstelių diskų pakitimai, psichologiniai sutrikimai. Esminė ligos patofiziologija yra kompleksinė - dalyvauja tiek struktūriniai, biomechaniniai, tiek neurofiziologiniai faktoriai. Tokie rodikliai, kaip amžius, lytis, darbo pobūdis ir gyvenimo būdas plačiai studijuojami, kaip potencialūs rizikos faktoriai lėtiniam nugaros skausmui atsirasti (19). Amžius – yra vienas iš esminių demografinių elementų, atliekančių svarbų vaidmenį LNS išsivystyme ir progresavime. Tyrimai rodo, jog vyresnio amžiaus pacientai turi didesnę riziką LNS išsivystymui dėl degeneracinių stuburo pakitimų (20). Tam tikras darbo pobūdis taip pat turi įtaką – nustatyta, jog sunkių krovinių kėlimas ar sėdimas darbas, ypač sėdint netaisyklinga laikysena, yra predisponuojantys faktoriai LNS išsivystymui (21). Praeityje buvusios stuburo ar minkštųjų audinių traumas taip pat gali lemti uždegiminį atsaką, nervo suspaudimo sindromą, kurie ilgainiui virsta LNS. Liga apima įvairaus pobūdžio ir masto simptomus - nuo diskomforto iki sekinančios agonijos, dėl kurios žymiai suprastėja tiek žmogaus psichologinė, tiek fizinė būklė ir kaip pasekmė mažėja gyvenimo kokybė. Simptomų sunkumą apsprendžia tokie faktoriai, kaip pagrindinė sutrikimo priežastis, bendra paciento būklė, komorbidiškumas ir simptomų trukmė. LNS diagnozuojamas remiantis paciento anamneze, fiziniu ištyrimu, atliekant rentgenografiją, Kompiuterinės tomografijos (sin. KT) ar Magnetinio rezonanso tomografijos (sin. MRT) tyrimą. Klinikinis paciento ištyrimas būtinas norint nustatyti esminę skausmo patologiją bei pritaikyti tinkamiausią gydymo būdą. Diagnostinio proceso metu stengiamasi pirmiausia diferencijuoti tarp ūminio ir lėtinio nugaros skausmo, taip pat atmesti „*raudonas vėliavėles*“ – požymius, kurie gali signalizuoti apie rimtą ir potencialiai paciento gyvybei grėsmingą būklę, tokią kaip infekcija, lūžis, navikinis procesas. Dianozavimui taip pat padeda klausimynai, skausmo vertinimo skalės, nervo ir raumens funkciniai

tyrimai (elektromiografija, elektroneuromiografija). Pieš nustatant LNS svarbu diferencijuoti simptomus su kitomis patologijomis – raumenų ar raiščių patempimu, radikulopatija, stuburo kanalo stenoze, inkstų akmenligė ir kt. LNS gydymas gali būti konservatyvus (nemedikamentinis ir medikamentinis) arba chirurginis. Medikamentiniam gydymui priklauso farmakoterapija bei injekcinių skausmo blokadų taikymas, o nemedikamentiniam – reabilitacija ir alternatyviosios metodikos. SBT priklauso nemedikamentiniam reabilitaciniam gydymui ir šiuo metu yra vienas iš populiarėjančių būdų, kurį renkasi nuo LNS kenčiantys pacientai. Tai yra neinvazyvus ir saugus metodas skausmo malšinimui bei funkcijos atstatymui.

LIGOS PATOFIZIOLOGIJA IR MECHANIZMAS

Prieš renkantis LNS gydymą svarbu suprasti ligos patofiziologiją. Apatinė nugaros dalis – tai dažniausia vieta, kurioje pacientai jaučia lėtinį skausmą. Apatinis nugaros skausmas yra apibrėžiamas kaip skausmas ir diskomfortas, lokalizuotas žemiau šonkaulių lanko ir aukščiau apatinių sėdmėnų raukšlių, su arba be kojų skausmo. Lėtinis nugaros skausmas yra laikomas tokiu, kuris tęsiasi daugiau nei 12 savaičių (22). Skausmą apatinėje nugaros dalyje gali sukelti organiniai ir funkciniai sutrikimai. Organiniams priklauso tokios patologijos, kaip degeneraciniai stuburo pakitimai, tarpšlankstelinio disko išvarža, stuburo stenoze, osteoartritas, lūžiai, spondilolistezė, infekcijos ir navikai. Funkciniai sutrikimai – tai raumenų ar raiščių patempimas, prasta laikysena, stresas ir psichologiniai faktoriai. Dauginis raumuo (*lot. Musculus multifidus*) - pagrindinis stuburo stabilizatorius, todėl dažnai yra susijęs su apatinės nugaros dalies skausmu (23). Šio raumens disfunkcija ar silpnumas gali lemti stuburo nestabilumą ir predisponuoti LNS. Kiti svarbūs nugaros raumenys – nugaros tiesiamasis (*lot. Musculus erector spinae*) bei skersinis pilvo raumuo (*lot. Musculus transversus abdominis*) (24). Šių raumenų pažeidimas ar nusilpimas taip pat gali prisidėti prie LNS. Norint taikyti SBT yra būtina suprasti šių raumenų svarbą ir vaidmenį stuburo biomechanizme, kadangi terapijos metu smūginė banga yra nukreipiama būtent į skausmo židinį.

SBT metu yra taip pat fokusuojamasi į nugaros raumenų inervaciją. Apatinė (liumbalinė) nugaros dalis sensorinę inervaciją gauna iš užpakalinių spinalinių nervų šakų. Šios skaidulos perduoda skausmo signalą smegenims, taip prisidedamos prie LNS percepcijos (24). Simpatinė nervų sistema, atsakinga už kraujotaką ir uždegiminiuosius procesus, taip pat yra svarbus ligos mechanizmo komponentas, kuris lemia skausmą apatinėje nugaros dalyje. Nocicepcinis signalas iš pažeistų audinių inicijuoja kaskadą įvykių, kurių rezultatas yra skausmo percepcija ir moduliacija Centrinėje nervų sistemoje (sin. CNS). Uždegiminis procesas dažniausiai užima svarbiausią vaidmenį tiek ūminio, tiek lėtinio nugaros skausmo patologijos mechanizme. Esant audinių pažeidimui ar mechaniniam stresui yra išskiriami prouždegiminiai citokinai (tumoro nekrozės faktorius – (sin. TNF- α), interleukinas-1 β (sin. IL-1 β)), o tai nulemia lokalų uždegimą (25). Uždegimo aktyvacijos metu

dalyvauja imuninės ląstelės – makrofagai, neutrofilai, kurios, gavusios signalą iš mediatorių, telkiasi aplink pažeidimo židinį ir skatina dar didesnę audinių pažeidimą bei sukuria nuolatinį skausmo ir disfunkcijos ciklą (25).

Degeneraciniai pakitimai – dar viena patologinė grandis, lemianti LNS. Dažniausiai degeneracinių pakitimų yra paveikiami tarpslanksteliniai diskai, sąnariai ir kitos stuburo struktūros. Jų pažeidimas lemia struktūrinius pakitimus, dėl kurių atsiranda skausmas bei apribotas funkcionalumas (26). Degeneracinis procesas vystosi dėl įvairių priežasčių: amžinių pakitimų, genetinių faktorių, gyvenimo būdo. Degeneracinius stuburo pakitimus itin patogu identifikuoti pasitelkiant vaizdinius tyrimus – rentgenografiją, MRT, KT. Vaizdiniuose tyrimuose audinių degeneraciją apsprendžia keli esminiai požymiai: sumažėjęs raumens dydis, sumažėjęs radiografinis tankis, padidėję riebalinio audinio depozitai (23). Nustatyta, jog riebalinio audinio atsidėjimas yra tiesiogiai proporcingas raumeninio audinio mažėjimui ir žymi vėlyvą raumenų degeneracijos stadiją. Riebalinio audinio depozicija dauginiame raumenyje (*lot. Musculus multifidus*) yra asocijuojama su LNS atsiradimu suaugusiųjų, ypač moterų, amžiaus grupėje (23).

GYDYMO METODAI

Gydymo pasirinkimas priklauso nuo įvairių veiksnių: paciento amžiaus, simptomų trukmės ir intensyvumo, pagrindinės skausmą lemiančios patologijos, paciento pasirinkimo ir kt. Įprastai LNS gydymas yra kompleksinis ir apima farmakologinę terapiją, reabilitaciją, gyvenimo būdo keitimą, rečiau – chirurgines intervencijas.

Medikamentinė terapija sudaro nugaros skausmo gydymo pagrindą, kadangi pirmas žingsnis – suteikti adekvačią analgeziją pacientui, tačiau atlikti tyrimai atskleidžia, jog medikamentinis gydymas yra labiau tinkamas pasirinkimas trumpalaikiam – ūminiam – nugaros skausmui malšinti. Tyrimai rodo, jog nesteroidiniai vaistai nuo uždegimo (sin. NVNU), lyginant su placebo, suteikė nedidelį-vidutinį skausmo sumažėjimą (27–29). Funkcijos atstatymui NVNU įtakos nepadarė (28–31). Lyginant rezultatus tarp skirtingų NVNU žymus skirtumas tarp efektų taip pat nepastebėtas (32). Opioidiniai vaistai (morfinas, hidromorfonas, oksimorfonas) – dar viena plati farmakologinė grupė, taikoma pacientams, kenčiantiems nuo nugaros skausmų. Tyrimai rodo, jog opioidai sukėlė trumpalaikį skausmo palengvėjimą (1 balo pakitimas pagal vizualinę analoginę skalę (sin.VAS)) ir nedidelį funkcijos pagerėjimą, lyginant su placebo (33–36). Tarp skirtingų opioidų preparatų nepastebėtas reikšmingas skirtumas skausmo sumažėjime (33,37–40). Vartojant tramadolį pacientai sugebėjo pasiekti vidutinišką trumpalaikį skausmo numalšinimą bei nedidelį funkcijos pagerėjimą, lyginant su placebo (41,42). Nors rezultatai su opioidais buvo teigiami – rekomenduojama juos skirti tik trumpalaikiam skausmo malšinimui dėl didelės priklausomybės rizikos. Vartojusiems

antidepresantus (triciklius bei selektyvius serotonino reabsorbcijos inhibitorius) pacientams tyrimai reikšmingo simptomų pagerėjimo neparodė (43). Kadangi medikamentinė farmakologinė terapija stiprius lėtinius nugaros skausmus kenčiantiems pacientams dažniausiai nėra pakankama, kaip alternatyvus konservatyvus metodas yra taikomos skausmo blokados. Procedūros metu vaistai yra leidžiami tiesiai į nugarą (epidurinę tarpą, facetinius sąnarius, sakroileinį sąnarį ar nervų šakneles). Tyrimai rodo, jog apie 70proc. pacientų nurodė daugiau nei 50proc. skausmo pagerėjimą po blokados taikymo (44–46).

Chirurginis gydymas yra labiau orientuotas į stuburo kanalo patologiją ir rekomenduojamas pacientams su ilgalaikiu nepraeinančiu stipriu skausmu, kai konservatyvus gydymas nepasiteisino. Chirurginės intervencijos yra gana retai taikomas gydymo būdas LNS (iki 8proc. visų pacientų) (47). Chirurginiams gydymo metodams priklauso tokios operacijos, kaip slankstelių sintezė, tarpslankstelinio disko keitimas, stuburo stabilizacija, dekompresinės operacijos (laminektomija, diskektomija), nugaros smegenų stimuliavimas. Slankstelių sintezė yra dažnai nukreipta į degeneracinius stuburo pakitimus, stuburo traumą ar spondilolistezę. Jos metu yra sujungiami du ar daugiau slankstelių, norint užtikrinti stuburo stabilumą ir numalšinti skausmą (48). Atlikti tyrimai rodo, jog liumbalinių slankstelių sintezės operacija ilgalaikio (11m. po operacijos) efekto skausmo mažinime nesuteikė (49,50). Lyginant su konservatyviu LNS gydymu stuburo sintezės efektas buvo minimalus (51,52). Lyginant stuburo sintezės ir intensyvią reabilitaciją kartu su kognityvine elgesio terapija išėitis ženklių skirtumų taip pat nerasta (53,54). Tarpslankstelinio disko keitimo operacijos rezultatai rodo, jog skausmo ir funkcijos pagerėjimas yra reikšmingiausias iki 2m. po operacijos (55–57). Dekompresinių operacijų metu yra pilnai ar dalinai pašalinamos struktūros (pvz.: slankstelio keterinės ataugos, tarpslankstelinio disko dalis), spaudžiančios nervines skaidulas. Tyrimai rodo, jog minimaliai invazyvių operacijų rezultatai yra žymiai geresni nei atvirų dekompresinių operacijų (58). Nugaros smegenų stimuliacija veikia implantuojant elektrodus, kurie išskiria elektrinius impulsus, į epidurinę tarpą. Šie impulsai moduluoja nervinius kelius, taip mažindami skausmo pojūtį (59). Atlikti tyrimai rodo, jog lyginant su placebo, 6mėn. laikotarpyje skausmo sumažėjimas buvo nežymus nugaros smegenų stimuliaciją taikytoje grupėje. Vienas tyrimas parodė, kad skausmo sumažėjimas buvo tik 4 balais (100 balų sistemoje) mažesnis už placebo (60). Nors chirurginis LNS gydymas yra itin puikus pasirinkimas tam tikrais atvejais, tačiau tokios intervencijos sudaro geresnes sąlygas infekcijai išsivystyti, taip pat galimas nervo pažeidimas operacijos metu ar nepavykusios stuburo operacijos sindromas (*angl. Failed Back Surgery Syndrome*) (61). Taikant chirurginį gydymą pailgėja pacientų hospitalizacijos ir nedarbingumo laikas. Tyrimai rodo, jog, lyginant su konservatyviu gydymu, chirurginis nėra ženkliai efektyvesnis ilgalaikiam skausmo numalšinimui. Taigi, chirurginės intervencijos rutiniškai neturėtų būti naudojamos LNS gydymui, išskyrus atvejus, kai esama

patologija yra aiški indikacija operaciniam gydymui arba pacientą kankina ilgalaikiai konservatyviam gydymui nepasiduodantys skausmai (62,63).

Reabilitacijos metu taikoma kineziterapija atlieka svarbų vaidmenį lėtinio nugaros skausmo gydyme. Terapijos metu siekiama pagerinti raumenų jėgą, lankstumą, bendrą funkciją bei sumažinti jaučiamą skausmą. Dalis tyrimų rodo, jog fizinis aktyvumas sumažina skausmo intensyvumą ir pagerina funkciją, tačiau ilgalaikis efektas yra minimalus (64,65). Motorinės kontrolės pratimai naudojami norint pagerinti koordinaciją, kontrolę, padidinti nugaros raumenų jėgą. Tyrimai rodo, jog motorinės kontrolės pratimai suteikė vidutinį tiek ilgalaikį, tiek trumpalaikį skausmo palengvėjimą pacientams (66). Rezultatuose, lyginant motorinės kontrolės pratimus ir motorinės kontrolės pratimus kartu su papildoma fizine veikla, reikšmingų skirtumų nepastebėta (67,68). Pilates treniruočių tyrimo rezultatai skausmo palengvėjimo neparodė (69–73). Tyrimai su Tai Chi bei jogos pratimais atskleidė teigiamus, tačiau trumpalaikius rezultatus, lyginant su kontroline grupe. Tai Chi grupė atžymėjo vidutinišką skausmo palengvėjimą, viename iš tyrimų nustatytas nedidelis funkcijos pagerėjimas (74). Jogos pratimai, lyginant su įprasta sporto veikla, suteikė mažesnę skausmo numalšinimą (75–79). Geriausi rezultatai buvo trumpalaikiam skausmo mažinimui (iki 12 savaičių), tačiau ne ilgalaikiam (1m. ir ilgiau) (80). Psichoterapija – dar viena kompleksinio reabilitacinio LNS gydymo dalis. Tyrimai parodė, jog relaksacinė terapija nežymiai pagerino pacientų funkcinę būklę bei skausmą (86). Biogrižtamojo ryšio (*angl. Biofeedback*) treniravimas bei kognityvinė elgesio terapija vidutiniškai sumažino skausmą 5-13 balų 100 balų skalėje, tačiau funkcijos pagerėjimas – neužfiksuotas (86). Įsisamoninimo (*angl. Mindfulness*) terapijos rezultatai atskleidė, jog tai – efektyvus lėtinio nugaros skausmo mažinimo būdas. Vienas tyrimas rodė funkcinį pagerėjimą 26 tyrimo savaitę bei nedidelį skausmo sumažėjimą 26 ir 52 savaitę (86,87). Žymių skirtumų rezultatuose nepastebėta taikant psichoterapiją, psichoterapiją su fiziniu aktyvumu ar psichoterapiją su reabilitacija (86). Smūginės bangos terapija sulaukia vis daugiau dėmesio tiek tarp pacientų, tiek specialistų dėl potencialaus naudojimo įvairių raumenų ir skeleto sutrikimų, tarp jų ir LNS, gydyme. Tai – modernus, saugus ir neinvazyvus metodas, kurio veikimo principas yra akustinių smūginių bangų aplikacija specifinėse kūno vietose. Smūginė banga inicijuoja biologinį atsaką, skatinantį audinių regeneraciją ir neovaskuliarizaciją. SBT galima suskirstyti į du tipus: radialinę ir fokusuotą. Vienas iš skirtumų tarp jų – paveiktos zonos dydis. Naudojant fokusuotas bangas, maksimali energija yra nukreipta į specifinį pažeidimo tašką iki 12cm gylyje. Radialinės smūginių bangų terapijos metu mažesnės energijos impulsai yra paskirstomi platesnėje zonoje labiau paviršiniuose sluoksniuose (iki 3-4cm gylyje) (81). Bangų generavimas ir perdavimas taikant radialinę ir fokusuotą SBT taip pat skiriasi. Fokusuotos smūginės bangos yra generuojamos daviklyje, tada sufokusuojamos lęšio ir perduodamos į audinį. Radialinės bangos yra generuojamos stumiant sviedinį suspaustu oru per vamzdelį. Vamzdelio gale sviedinys atsitrenkia į daviklį, kuris kontaktuoja su audiniu. Nepaisant šių

skirtumų, terapinis efektyvumas tyrimuose nesiskiria (82). Tyrimai rodo, jog SBT yra efektyvi gydant tokias patologijas, kaip platarinis fasciitas, lateralinis epikondilitas, peties tendinopatijos bei ilgųjų skeleto kaulų nesugijimas (83). Nors duomenų už SBT taikymą LNS gydymui yra nedaug, tačiau atlikti tyrimai rodo teigiamus rezultatus (84,84,85).

Alternatyvių gydymo metodų, tokių kaip masažai ar akupunktūra, tyrimų rezultatai varijuoja. Akupunktūrą taikiusiems pacientams skausmo sumažėjimas atžymimas iškart po procedūros ir tęsiasi iki 12 savaičių be funkcinio pagerėjimo (88–93). Tyrimai su masažais didelio efekto skausmui bei funkcijos atstatymui neparodė. Nedidelis pagerėjimas buvo matomas minimalų skausmą jaučiantiems pacientams (94,95).

LITERATŪROS ŠALTINIŲ ATRANKOS STRATEGIJA

Mokslinės literatūros sisteminė apžvalga buvo rengiama remiantis PRISMA (Preferred Reporting Item for Systematic Review and Meta-Analyses) sisteminės apžvalgos reikalavimais (96). Duomenų bazė, naudota paieškai: „PubMed“ per Medline. Straipsniai turėjo būti publikuoti ne seniau nei prieš 10m. (2014-2024m. laikotarpis). Paieška duomenų bazėje buvo atliekama naudojantis šiais raktiniais žodžiais: „chronic“, „low“, „back“, „pain“, „and“, „shock“, „wave“.

Paieškos metu rasti straipsniai buvo atrenkami naudojantis įtraukimo ir atmetimo kriterijais, kurie buvo nustatyti naudojantis PICO (Patient, Intervention, Comparison, Outcome) (97) metodika.

Lentelė 1. Šaltinių įtraukimo į sisteminę literatūros apžvalgą PICO lentelė

Population	Intervention	Comparison	Outcome
Įvairaus amžiaus ir demografijos pacientai, kenčiantys nuo lėtinio nugaros skausmo	Smūginės bangos terapijos taikymas	Kiti farmakologiniai ir nefarmakologiniai gydymo būdai lėtiniam nugaros skausmui	Skausmo palengvėjimas, funkcijos atstatymas

Įtraukimo kriterijai:

Moksliniai straipsniai, publikuoti 2014-2024m. laikotarpyje.

Moksliniai straipsniai pateikiami anglų arba lietuvių kalba.

Tiriamąją imtį sudaro tiek vyrai, tiek moterys.

Moksliniai straipsniai iš bet kurios pasaulio šalies.

Neįtraukimo kriterijai:

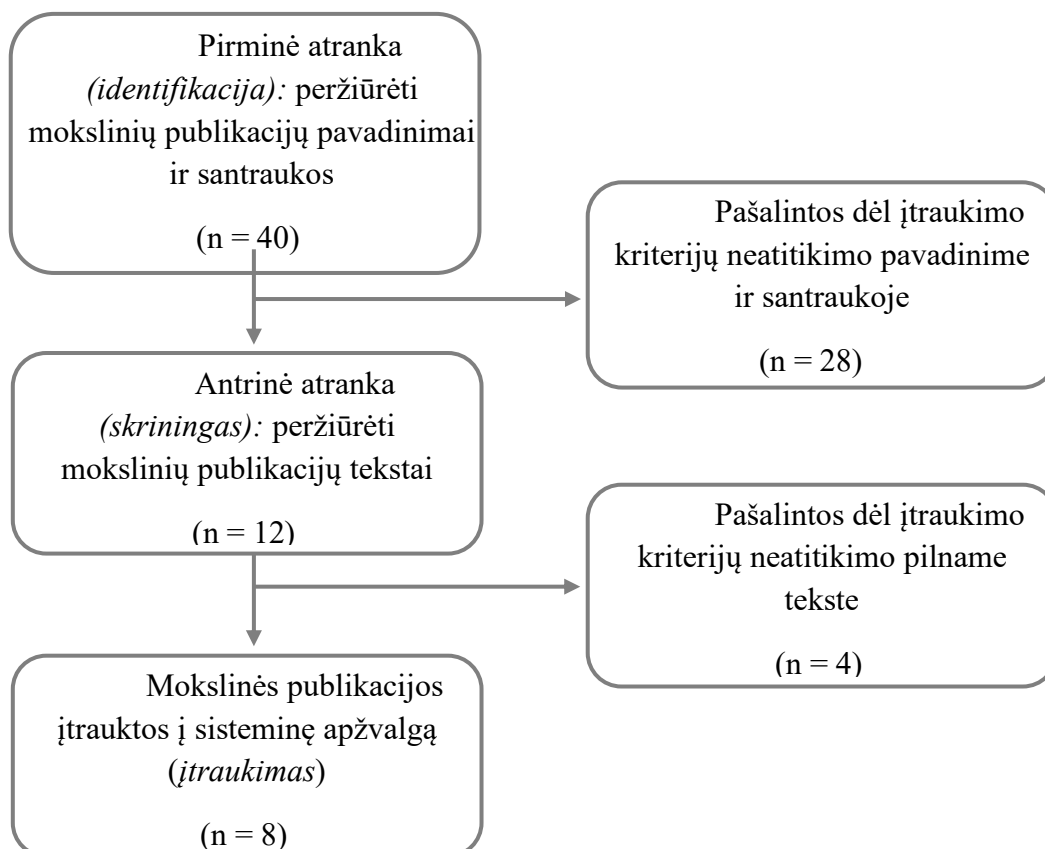
Pasikartojančios mokslinės publikacijos.

Smūginės bangos terapijos literatūros apžvalgos ir metaanalizės.

Nepilno teksto moksliniai straipsniai.

Moksliniai straipsniai yra senesni nei 10m.

Šaltinių atranka buvo atliekama 2024m. vasario mėn. – 2024m. kovo mėn. ir vykdoma 3 etapais: identifikacija (peržiūrėti mokslinių publikacijų pavadinimai ir santraukos), skringas (perskaityti mokslinių publikacijų tekstai) ir įtraukimas (mokslinės publikacijos, atitinkančios kriterijus įtraukiamos į sisteminę apžvalgą). Į duomenų bazės paieškos laukelį suvedus raktinius žodžius iš viso gauta 40 rezultatų. Pirmojo etapo metu pagal įtraukimo ir neįtraukimo kriterijus pritaikyti filtri: 2014-2024m. publikacijos, klinikiniai tyrimai, randomizuoti kontroliniai tyrimai, vyrai, moterys, anglų ir lietuvių kalba. Po filtravimo atmesti 28, o tinkamais atrinkti 12 šaltinių. Po antro etapo perskaičius pilnus publikacijų tekstus buvo atmesti dar 4 straipsniai dėl kriterijų neatitikimo pilname tekste. Galutiniam vertinimui į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktos 8 publikacijos.



REZULTATAI

Atrinktuose klinikuose tyrimuose iš viso dalyvavo 433 pacientai. Simptomų trukmė varijavo nuo 5 iki 36 mėn. Visose studijose skausmas buvo lyginamas pagal VAS prieš ir po tyrimo. Tyrimų rezultatai atskleidžia, jog eksperimentinėje grupėje pacientų VAS balai iškart po terapijos buvo žemesni nei kontrolinėje grupėje (98–101). Tai indikuoja, kad skausmo kontrolė buvo geresnė SBT grupėje. 3 iš 8 studijų pateikė pakartotinus VAS rezultatus po 3 mėn. nuo tyrimo pabaigos. Rezultatai išliko panašūs – VAS balai buvo žemesni SBT grupėje (100–102). Dalis tyrimų rezultatų matavimui taikė ir Oswestry negalios indeksą (sin. ODI) iškart po tyrimo ir po 3 mėn. Rezultatai koreliavo su VAS – tiek iškart, tiek po 3 mėn. eksperimentinėje grupėje ODI buvo mažesnis nei kontrolinėje (98–101). Vienoje iš studijų taip pat minimas teigiamas efektas psichologinei pacientų būklei (matavimui naudotas Beko depresijos klausimynas) (99). Viename iš tyrimų buvo lyginami SBT ir kortikosteroidų injekcijų į kvadratinį juosmens raumenį (*lot. Musculus quadratus lumborum*). Rezultatai parodė, jog trumpalaikis efektas (iki 2 sav.) buvo didesnis kortikosteroidų injekcijas gaunančioje grupėje lyginant VAS ir ODI, tačiau praėjus 4 sav. po procedūrų, nustatyta jog SBT grupė turėjo 1,46 karto didesnę 30proc. balų sumažėjimą pagal VAS ir 2,67 karto didesnę 30proc. sumažėjimą pagal ODI (98). Kitoje studijoje buvo lyginama SBT, SBT kartu su celekoksibu ir eperisonu ir tik celekoksibas su eperisonu. Rezultatai atskleidė, jog visose trijose grupėse buvo pagerėjimas pagal ODI ir skaitinę skausmo skalę, tačiau geriausi pasiekimai nustatyti tik SBT grupėje, lyginant su SBT ir farmakologine terapija ar tik farmakologine terapija (103).

Lentelė 2. Studijų charakteristikos

Publikacijos metai	Pacientų skaičius	Smūginės bangos tipas	Pulsacijų kartai	Energija	Dažnis (Hz)	Tyrimo trukmė
2022	40	Fokusuota	1000	0.15mJ/mm ²	4	5 savaitės
2021	140	Radialinė	4000	Nenurodyta	15	4 savaitės
2019	40	Radialinė	2000	0.1mJ/mm ²	5	5 savaitės
2021	69	Nenurodyta	4000	0.03-0.09mJ/mm ²	Nenurodyta	2 savaitės
2020	54	Radialinė	1500	0.1mJ/mm ²	10-16	5 savaitės
2015	30	Nenurodyta	1000	0.01-0.16mJ/mm ²	2.5	6 savaitės
2018	30	Radialinė	2000	0.18mJ/mm ²	10	4 savaitės
2020	30	Fokusuota	2000	0.1mJ/mm ²	5	6 savaitės

APTARIMAS

Senesnės SBT literatūros apžvalgos ir metaanalizės bendro konsensuso dėl SBT taikymo LNS gydyme nepateikia. Vienuose straipsniuose teigiama, jog SBT yra tinkama tik trumpalaikiam skausmo malšinimui (efekto trukmė iki 1 mėn.), kituose yra pabrėžiama, jog informacijos apie SBT saugumą ir taikymą LNS nepakanka (84,85). Daugumos išanalizuotų tyrimų įrodymo lygmuo yra žemas arba vidutinis. Juose rezultatams matuoti buvo naudojamos tik įvairios skalės (VAS, ODI, skaitinė skalė), o tai sukuria riziką mažiau tiksliais rezultatais. Labiau objektyvūs rodikliai būtų elektromiografija, kraujo tyrimai ar jėgos matavimas. Kraujo tyrimų pagalba būtų naudinga ištirti C-reaktyvinio baltymo, TNF- α ar IL-1 β koncentracijas, kurios indikuotų apie uždegiminio proceso pakitimus audiniuose. Tik nedidelėje dalyje aptartų tyrimų buvo matuojami su funkcija susiję rodikliai. Vienoje publikacijoje matuotas posturalinės stabilizacijos parametras (sin. TSP), kitoje elektromiografijos pagalba buvo matuojama juosmens raumenų funkcija (101,104). Nors tai ir suteikia tyrimams daugiau objektyvumo, tačiau visgi funkciją matuojančių tyrimų yra per mažai, kad būtų galima tiksliai įvertinti efektą.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Klinikinių tyrimų apžvalga atskleidė, jog SBT yra efektyvus būdas norint numalšinti lėtinius nugaros skausmus. Smūginių bangų veikimo mechanizmas yra susijęs su audinių regeneracijos inicijavimu, kuris lemia uždegimo sumažėjimą bei neovaskuliarizaciją. Veikiant šiems procesams pacientai jaučia simptomų pagerėjimą. Analizuojamose publikacijose daugiausiai įrodymų yra už trumpalaikį (iki kelių mėnesių išliekantį) efektą, tačiau ilgalaikiam efektui apibrėžti tyrimų nepakanka. Bendro konsensuso dėl funkcijos atstatymo bei paties metodo saugumo analizuotuose klinikiniuose tyrimuose nėra. Šios apžvalgos metu taip pat identifikuotas poreikis platesnėms SBT taikymo LNS gydymui studijoms, kurios optimizuotų gydymo protokolus, nustatytų ilgalaikį terapijos poveikį simptomų palengvinimui bet identifikuotų specifines populiacijos grupes SBT taikymui. Taigi, remiantis išanalizuotais paskutinių 10 metų SBT taikymo LNS klinikiniais tyrimais, smūginės bangos terapija – tai efektyvus, saugus ir neinvazyvus gydymo metodas trumpalaikiam lėtinių apatinių nugaros skausmų palengvinimui. SBT rekomenduojama pacientams, teikiantiems pirmenybę konservatyviam gydymui, jei įprastinis LNS gydymas (reabilitacija, farmakologinė terapija) yra neveiksmingas.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Strath LJ, Sims AM, Overstreet DS, Penn TM, Bakshi RJ, Stansel BK, et al. Dietary Inflammatory Index (DII) is Associated with Movement-Evoked Pain Severity in Adults with Chronic Low Back Pain: Sociodemographic Differences. *J Pain*. 2022 Aug 1;23(8):1437–47.
2. Ge L, Huang H, Yu Q, Li Y, Li X, Li Z, et al. Effects of core stability training on older women with low back pain: a randomized controlled trial. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2022 Apr 15;19(1):10.
3. Predictors of Pain and Disability Outcomes Following Spinal... : Topics in Pain Management [Internet]. [cited 2024 Mar 27]. Available from: https://journals.lww.com/topicsinpainmanagement/citation/2022/07000/predictors_of_pain_and_disability_outcomes.1.aspx
4. Chen S, Chen M, Wu X, Lin S, Tao C, Cao H, et al. Global, regional and national burden of low back pain 1990–2019: A systematic analysis of the Global Burden of Disease study 2019. *J Orthop Transl*. 2022 Jan 1;32:49–58.
5. Chenot JF, Greitemann B, Kladny B, Petzke F, Pfingsten M, Gabriele Schorr S. Non-Specific Low Back Pain. *Dtsch Arztebl Int*. 2017 Dec;114(51–52):883–90.
6. Urits I, Burshtein A, Sharma M, Testa L, Gold PA, Orhurhu V, et al. Low Back Pain, a Comprehensive Review: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Curr Pain Headache Rep*. 2019 Mar 11;23(3):23.
7. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet Lond Engl*. 2018 Jun 9;391(10137):2356–67.
8. Manchikanti L, Singh V, Falco FJE, Benyamin RM, Hirsch JA. Epidemiology of Low Back Pain in Adults. *Neuromodulation Technol Neural Interface*. 2014 Oct 1;17:3–10.
9. Wong AY, Karppinen J, Samartzis D. Low back pain in older adults: risk factors, management options and future directions. *Scoliosis Spinal Disord*. 2017 Apr 18;12(1):14.
10. Prego-Jimenez S, Pereda-Pereda E, Perez-Tejada J, Aliri J, Goñi-Balentziaga O, Labaka A. The Impact of Sexism and Gender Stereotypes on the Legitimization of Women’s Low Back Pain. *Pain Manag Nurs*. 2022 Oct 1;23(5):591–5.
11. Balagué F, Pellisé F. Adolescent idiopathic scoliosis and back pain. *Scoliosis Spinal Disord*. 2016;11(1):27.
12. Bernabei R, Gambassi G, Lapane K, Landi F, Gatsonis C, Dunlop R, et al. Management of Pain in Elderly Patients With Cancer. *JAMA*. 1998 Jun 17;279(23):1877–82.
13. Fernández-de-Las-Peñas C, Alonso-Blanco C, Hernández-Barrera V, Palacios-Ceña D, Jiménez-García R, Carrasco-Garrido P. Has the prevalence of neck pain and low back pain changed over the last 5 years? A population-based national study in Spain. *Spine J Off J North Am Spine Soc*. 2013 Sep;13(9):1069–76.
14. Palacios-Ceña D, Alonso-Blanco C, Hernández-Barrera V, Carrasco-Garrido P, Jiménez-García R, Fernández-de-las-Peñas C. Prevalence of neck and low back pain in community-dwelling adults in Spain: an updated population-based national study (2009/10-2011/12). *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2015 Mar;24(3):482–92.

15. Dionne CE, Dunn KM, Croft PR. Does back pain prevalence really decrease with increasing age? A systematic review. *Age Ageing*. 2006 May;35(3):229–34.
16. Cassidy JD, Carroll LJ, Côté P. The Saskatchewan health and back pain survey. The prevalence of low back pain and related disability in Saskatchewan adults. *Spine*. 1998 Sep 1;23(17):1860–6; discussion 1867.
17. Thomas E, Peat G, Harris L, Wilkie R, Croft PR. The prevalence of pain and pain interference in a general population of older adults: cross-sectional findings from the North Staffordshire Osteoarthritis Project (NorStOP). *Pain*. 2004 Jul;110(1–2):361–8.
18. Li C, Xiao Z, Chen L, Pan S. Efficacy and safety of extracorporeal shock wave on low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Dec 30;101(52):e32053.
19. Wong AY, Karppinen J, Samartzis D. Low back pain in older adults: risk factors, management options and future directions. *Scoliosis Spinal Disord*. 2017 Apr 18;12(1):14.
20. Kovacevic K. Treatment of Musculoskeletal Disorders- Scientific Review of the Literature. *Int J Biomed Res Pract* [Internet]. 2022 Jun 30 [cited 2024 Mar 25];2(1). Available from: <https://www.scivisionpub.com/pdfs/treatment-of-musculoskeletal-disorders-scientific-review-of-the-literature-2122.pdf>
21. Kovacevic K. Treatment of Musculoskeletal Disorders- Scientific Review of the Literature. *Int J Biomed Res Pract* [Internet]. 2022 Jun 30 [cited 2024 Mar 25];2(1). Available from: <https://www.scivisionpub.com/pdfs/treatment-of-musculoskeletal-disorders-scientific-review-of-the-literature-2122.pdf>
22. Burton AK, Balagué F, Cardon G, Eriksen HR, Henrotin Y, Lahad A, et al. Chapter 2 European guidelines for prevention in low back pain. *Eur Spine J*. 2006 Mar;15(Suppl 2):s136–68.
23. Kalichman L, Carmeli E, Been E. The Association between Imaging Parameters of the Paraspinal Muscles, Spinal Degeneration, and Low Back Pain. *BioMed Res Int*. 2017 Mar 20;2017:e2562957.
24. Hansen L, de Zee M, Rasmussen J, Andersen TB, Wong C, Simonsen EB. Anatomy and Biomechanics of the Back Muscles in the Lumbar Spine With Reference to Biomechanical Modeling. *Spine*. 2006 Aug 1;31(17):1888.
25. Abdulkhaleq LA, Assi MA, Abdullah R, Zamri-Saad M, Taufiq-Yap YH, Hezmee MNM. The crucial roles of inflammatory mediators in inflammation: A review. *Vet World*. 2018 May;11(5):627–35.
26. Diwan AD, Melrose J. Intervertebral disc degeneration and how it leads to low back pain. *JOR Spine*. 2022 Nov 14;6(1):e1231.
27. Roelofs PD, Deyo RA, Koes BW, Scholten RJ, Tulder MW van. Non-steroidal anti-inflammatory drugs for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2008 [cited 2024 Mar 25];(1). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD000396.pub3/full>
28. Katz N, Borenstein DG, Birbara C, Bramson C, Nemeth MA, Smith MD, et al. Efficacy and safety of tanezumab in the treatment of chronic low back pain. *PAIN*. 2011 Oct;152(10):2248.

29. Kivitz AJ, Gimbel JS, Bramson C, Nemeth MA, Keller DS, Brown MT, et al. Efficacy and safety of tanezumab versus naproxen in the treatment of chronic low back pain. *PAIN*. 2013 Jul;154(7):1009.
30. Katz N, Ju WD, Krupa DA, Sperling RS, Bozalis Rodgers D, Gertz BJ, et al. Efficacy and safety of rofecoxib in patients with chronic low back pain: results from two 4-week, randomized, placebo-controlled, parallel-group, double-blind trials. *Spine*. 2003 May 1;28(9):851–8; discussion 859.
31. Birbara CA, Puopolo AD, Munoz DR, Sheldon EA, Mangione A, Bohidar NR, et al. Treatment of chronic low back pain with etoricoxib, a new cyclo-oxygenase-2 selective inhibitor: improvement in pain and disability--a randomized, placebo-controlled, 3-month trial. *J Pain*. 2003 Aug;4(6):307–15.
32. Roelofs PD, Deyo RA, Koes BW, Scholten RJ, Tulder MW van. Non-steroidal anti-inflammatory drugs for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2008 [cited 2024 Mar 25];(1). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD000396.pub3/full>
33. Hale ME, Dvergsten C, Gimbel J. Efficacy and safety of oxymorphone extended release in chronic low back pain: results of a randomized, double-blind, placebo- and active-controlled phase III study. *J Pain*. 2005 Jan;6(1):21–8.
34. Cloutier C, Taliano J, O'Mahony W, Csanadi M, Cohen G, Sutton I, et al. Controlled-release oxycodone and naloxone in the treatment of chronic low back pain: a placebo-controlled, randomized study. *Pain Res Manag*. 2013;18(2):75–82.
35. Rauck RL, Nalamachu S, Wild JE, Walker GS, Robinson CY, Davis CS, et al. Single-entity hydrocodone extended-release capsules in opioid-tolerant subjects with moderate-to-severe chronic low back pain: a randomized double-blind, placebo-controlled study. *Pain Med Malden Mass*. 2014 Jun;15(6):975–85.
36. Wen W, Sitar S, Lynch SY, He E, Ripa SR. A multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled trial to assess the efficacy and safety of single-entity, once-daily hydrocodone tablets in patients with uncontrolled moderate to severe chronic low back pain. *Expert Opin Pharmacother*. 2015 Jul 24;16(11):1593–606.
37. Allan L, Richarz U, Simpson K, Slappendel R. Transdermal fentanyl versus sustained release oral morphine in strong-opioid naïve patients with chronic low back pain. *Spine*. 2005 Nov 15;30(22):2484–90.
38. Rauck RL, Bookbinder SA, Bunker TR, Alftine CD, Ghalie R, Negro-Vilar A, et al. The ACTION study: a randomized, open-label, multicenter trial comparing once-a-day extended-release morphine sulfate capsules (AVINZA) to twice-a-day controlled-release oxycodone hydrochloride tablets (OxyContin) for the treatment of chronic, moderate to severe low back pain. *J Opioid Manag*. 2006;2(3):155–66.
39. Nicholson B, Ross E, Sasaki J, Weil A. Randomized trial comparing polymer-coated extended-release morphine sulfate to controlled-release oxycodone HCl in moderate to severe nonmalignant pain. *Curr Med Res Opin*. 2006 Aug;22(8):1503–14.
40. Ueberall MA, Mueller-Schwefe GHH. Safety and efficacy of oxycodone/naloxone vs. oxycodone vs. morphine for the treatment of chronic low back pain: results of a 12 week

- prospective, randomized, open-label blinded endpoint streamlined study with prolonged-release preparations. *Curr Med Res Opin.* 2015;31(7):1413–29.
41. Lee JH, Lee CS, Ultracet ER Study Group. A randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study to evaluate the efficacy and safety of the extended-release tramadol hydrochloride/acetaminophen fixed-dose combination tablet for the treatment of chronic low back pain. *Clin Ther.* 2013 Nov;35(11):1830–40.
 42. Schiphorst Preuper HR, Geertzen JHB, van Wijhe M, Boonstra AM, Molmans BHW, Dijkstra PU, et al. Do analgesics improve functioning in patients with chronic low back pain? An explorative triple-blinded RCT. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* 2014 Apr;23(4):800–6.
 43. Urquhart DM, Hoving JL, Assendelft WJ, Roland M, Tulder MW van. Antidepressants for non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 2008 [cited 2024 Mar 25];(1). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD001703.pub3/full>
 44. Manchikanti L, Cash KA, Pampati V, Falco FJE. Transforaminal epidural injections in chronic lumbar disc herniation: a randomized, double-blind, active-control trial. *Pain Physician.* 2014;17(4):E489-501.
 45. Botwin K, Brown LA, Fishman M, Rao S. Fluoroscopically guided caudal epidural steroid injections in degenerative lumbar spine stenosis. *Pain Physician.* 2007 Jul;10(4):547–58.
 46. Manchikanti L, Singh V, Cash KA, Pampati V, Damron KS, Boswell MV. A randomized, controlled, double-blind trial of fluoroscopic caudal epidural injections in the treatment of lumbar disc herniation and radiculitis. *Spine.* 2011 Nov 1;36(23):1897–905.
 47. Nikolaidis I, Fouyas IP, Sandercock PA, Statham PF. Surgery for cervical radiculopathy or myelopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010 Jan 20;2010(1):CD001466.
 48. Willems PC, Staal JB, Walenkamp GHIM, de Bie RA. Spinal fusion for chronic low back pain: systematic review on the accuracy of tests for patient selection. *Spine J.* 2013 Feb 1;13(2):99–109.
 49. Mannion AF, Brox JI, Fairbank JCT. Comparison of spinal fusion and nonoperative treatment in patients with chronic low back pain: long-term follow-up of three randomized controlled trials. *Spine J.* 2013 Nov 1;13(11):1438–48.
 50. Harris IA, Traeger A, Stanford R, Maher CG, Buchbinder R. Lumbar spine fusion: what is the evidence? *Intern Med J.* 2018;48(12):1430–4.
 51. Brox JI, Nygaard ØP, Holm I, Keller A, Ingebrigtsen T, Reikerås O. Four-year follow-up of surgical versus non-surgical therapy for chronic low back pain. *Ann Rheum Dis.* 2010 Sep 1;69(9):1643–8.
 52. Froholdt A, Reikeraas O, Holm I, Keller A, Brox JI. No difference in 9-year outcome in CLBP patients randomized to lumbar fusion versus cognitive intervention and exercises. *Eur Spine J.* 2012 Dec 1;21(12):2531–8.
 53. Chou R, Loeser JD, Owens DK, Rosenquist RW, Atlas SJ, Baisden J, et al. Interventional Therapies, Surgery, and Interdisciplinary Rehabilitation for Low Back Pain: An Evidence-Based Clinical Practice Guideline From the American Pain Society. *Spine.* 2009 May 1;34(10):1066.

54. Chou R, Baisden J, Carragee EJ, Resnick DK, Shaffer WO, Loeser JD. Surgery for Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society Clinical Practice Guideline. *Spine*. 2009 May 1;34(10):1094.
55. Johnsen LG, Brinckmann P, Hellum C, Rossvoll I, Leivseth G. Segmental mobility, disc height and patient-reported outcomes after surgery for degenerative disc disease: A prospective randomised trial comparing disc replacement and multidisciplinary rehabilitation. *Bone Jt J*. 2013 Jan 1;95-B(1):81–9.
56. Gornet MF, Burkus JK, Dryer RF, Pelozo JH. Lumbar Disc Arthroplasty With MAVERICK Disc Versus Stand-Alone Interbody Fusion: A Prospective, Randomized, Controlled, Multicenter Investigational Device Exemption Trial. *Spine*. 2011 Dec 1;36(25):E1600.
57. Berg S, Tropp HT, Leivseth G. Disc height and motion patterns in the lumbar spine in patients operated with total disc replacement or fusion for discogenic back pain. Results from a randomized controlled trial. *Spine J*. 2011 Nov 1;11(11):991–8.
58. Smith ZA, Fessler RG. Paradigm changes in spine surgery: evolution of minimally invasive techniques. *Nat Rev Neurol*. 2012 Aug;8(8):443–50.
59. Caylor J, Reddy R, Yin S, Cui C, Huang M, Huang C, et al. Spinal cord stimulation in chronic pain: evidence and theory for mechanisms of action. *Bioelectron Med*. 2019 Jun 28;5:12.
60. Traeger AC, Gilbert SE, Harris IA, Maher CG. Spinal cord stimulation for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023 Mar 7;3(3):CD014789.
61. Morlion B. Chronic low back pain: pharmacological, interventional and surgical strategies. *Nat Rev Neurol*. 2013 Aug;9(8):462–73.
62. Paxton ES, Stock MV, Brophy RH. Meniscal repair versus partial meniscectomy: a systematic review comparing reoperation rates and clinical outcomes. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2011 Sep;27(9):1275–88.
63. Laupattarakasem P, Laopaiboon M, Kosuwon W, Laupattarakasem W. Meta-analysis comparing bioabsorbable versus metal interference screw for adverse and clinical outcomes in anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2014 Jan;22(1):142–53.
64. van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, van Tulder MW. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010 Apr 1;24(2):193–204.
65. Chou R, Huffman LH. Nonpharmacologic Therapies for Acute and Chronic Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society/American College of Physicians Clinical Practice Guideline. *Ann Intern Med*. 2007 Oct 2;147(7):492–504.
66. Byström MG, Rasmussen-Barr E, Grooten WJA. Motor Control Exercises Reduces Pain and Disability in Chronic and Recurrent Low Back Pain: A Meta-Analysis. *Spine*. 2013 Mar 15;38(6):E350.
67. Cairns MC, Foster NE, Wright C. Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine*. 2006 Sep 1;31(19):E670-681.

68. Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Phys Ther.* 2005 Mar;85(3):209–25.
69. Wells C, Kolt GS, Marshall P, Hill B, Bialocerkowski A. The Effectiveness of Pilates Exercise in People with Chronic Low Back Pain: A Systematic Review. *PLOS ONE.* 2014 Jul 1;9(7):e100402.
70. Borges J, Baptista AF, Santana N, Souza I, Kruschewsky RA, Galvão-Castro B, et al. Pilates exercises improve low back pain and quality of life in patients with HTLV-1 virus: a randomized crossover clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2014 Jan;18(1):68–74.
71. da Fonseca JL, Magini M, de Freitas TH. Laboratory gait analysis in patients with low back pain before and after a pilates intervention. *J Sport Rehabil.* 2009 May;18(2):269–82.
72. Miyamoto GC, Costa LOP, Galvanin T, Cabral CMN. Efficacy of the addition of modified Pilates exercises to a minimal intervention in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2013 Mar;93(3):310–20.
73. Wajswelner H, Metcalf B, Bennell K. Clinical Pilates versus General Exercise for Chronic Low Back Pain: Randomized Trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Jul;44(7):1197.
74. Tai chi exercise for treatment of pain and disability in people with persistent low back pain: A randomized controlled trial. [cited 2024 Mar 25]; Available from: <https://acrjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/acr.20594>
75. Williams K, Abildso C, Steinberg L, Doyle E, Epstein B, Smith D, et al. Evaluation of the Effectiveness and Efficacy of Iyengar Yoga Therapy on Chronic Low Back Pain. *Spine.* 2009 Sep 1;34(19):2066.
76. Sherman KJ, Cherkin DC, Erro J, Miglioretti DL, Deyo RA. Comparing Yoga, Exercise, and a Self-Care Book for Chronic Low Back Pain. *Ann Intern Med.* 2005 Dec 20;143(12):849–56.
77. Sherman KJ, Cherkin DC, Wellman RD, Cook AJ, Hawkes RJ, Delaney K, et al. A randomized trial comparing yoga, stretching, and a self-care book for chronic low back pain. *Arch Intern Med.* 2011 Dec 12;171(22):2019–26.
78. Tekur P, Nagarathna R, Chametcha S, Hankey A, Nagendra HR. A comprehensive yoga programs improves pain, anxiety and depression in chronic low back pain patients more than exercise: an RCT. *Complement Ther Med.* 2012 Jun;20(3):107–18.
79. Aboagye E, Karlsson ML, Hagberg J, Jensen I. Cost-effectiveness of early interventions for non-specific low back pain: a randomized controlled study investigating medical yoga, exercise therapy and self-care advice. *J Rehabil Med.* 2015 Feb;47(2):167–73.
80. A Systematic Review and Meta-analysis of Yoga for Low Back P... : The Clinical Journal of Pain [Internet]. [cited 2024 Mar 25]. Available from: https://journals.lww.com/clinicalpain/abstract/2013/05000/a_systematic_review_and_meta_analysis_of_yoga_for.10.aspx
81. Stania M, Juras G, Chmielewska D, Polak A, Kucio C, Król P. Extracorporeal Shock Wave Therapy for Achilles Tendinopathy. *BioMed Res Int.* 2019 Dec 26;2019:3086910.

82. Li C, Li Z, Shi L, Wang P, Gao F, Sun W. Effectiveness of Focused Shockwave Therapy versus Radial Shockwave Therapy for Noncalcific Rotator Cuff Tendinopathies: A Randomized Clinical Trial. *BioMed Res Int*. 2021 Jan 9;2021:6687094.
83. Chou R. Pharmacological Management of Low Back Pain. *Drugs*. 2010 Mar 1;70(4):387–402.
84. Ma J, Yan Y, Wang B, Sun W, Yue D, Wang W. Effectiveness and safety of extracorporeal shock wave treatment for low back pain : a systematic review and meta-analysis of RCTs. *Int J Osteopath Med*. 2022 Mar 1;43:39–48.
85. Liu K, Zhang Q, Chen L, Zhang H, Xu X, Yuan Z, et al. Efficacy and safety of extracorporeal shockwave therapy in chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of 632 patients. *J Orthop Surg*. 2023 Jun 24;18(1):455.
86. Henschke N, Ostelo RW, Tulder MW van, Vlaeyen JW, Morley S, Assendelft WJ, et al. Behavioural treatment for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2010 [cited 2024 Mar 25];(7). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD002014.pub3/full>
87. Cherkin DC, Sherman KJ, Balderson BH, Cook AJ, Anderson ML, Hawkes RJ, et al. Effect of Mindfulness-Based Stress Reduction vs Cognitive Behavioral Therapy or Usual Care on Back Pain and Functional Limitations in Adults With Chronic Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016 Mar 22;315(12):1240–9.
88. Lam M, Galvin R, Curry P. Effectiveness of Acupuncture for Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Spine*. 2013 Nov 15;38(24):2124.
89. Cho YJ, Song YK, Cha YY, Shin BC, Shin IH, Park HJ, et al. Acupuncture for Chronic Low Back Pain: A Multicenter, Randomized, Patient-Assessor Blind, Sham-Controlled Clinical Trial. *Spine*. 2013 Apr 1;38(7):549.
90. Haake M, Müller HH, Schade-Brittinger C, Basler HD, Schäfer H, Maier C, et al. German Acupuncture Trials (GERAC) for chronic low back pain: randomized, multicenter, blinded, parallel-group trial with 3 groups. *Arch Intern Med*. 2007 Sep 24;167(17):1892–8.
91. Leibing E, Leonhardt U, Köster G, Goerlitz A, Rosenfeldt JA, Hilgers R, et al. Acupuncture treatment of chronic low-back pain -- a randomized, blinded, placebo-controlled trial with 9-month follow-up. *Pain*. 2002 Mar;96(1–2):189–96.
92. Sator-Katzenschlager SM, Scharbert G, Kozek-Langenecker SA, Szeles JC, Finster G, Schiesser AW, et al. The short- and long-term benefit in chronic low back pain through adjuvant electrical versus manual auricular acupuncture. *Anesth Analg*. 2004 May;98(5):1359–64, table of contents.
93. Yeh CH, Suen LKP, Shen J, Chien LC, Liang Z, Glick RM, et al. Changes in Sleep With Auricular Point Acupressure for Chronic Low Back Pain. *Behav Sleep Med*. 2016;14(3):279–94.
94. Development and Application of a Newly Designed Massage Instrument for Deep Cross-Friction Massage in Chronic Non-Specific Low Back Pain [Internet]. [cited 2024 Mar 25]. Available from: <https://e-arm.org/journal/view.php?doi=10.5535/arm.2012.36.1.55>

95. Furlan AD, Imamura M, Dryden T, Irvin E. Massage for low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2008 [cited 2024 Mar 25];(4). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD001929.pub2/full>
96. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71.
97. Eriksen MB, Frandsen TF. The impact of patient, intervention, comparison, outcome (PICO) as a search strategy tool on literature search quality: a systematic review. *J Med Libr Assoc JMLA*. 2018 Oct;106(4):420–31.
98. Eftekharsadat B, Fasaie N, Gotalizadeh D, Babaei-Ghazani A, Jahanjou F, Eslampoor Y, et al. Comparison of efficacy of corticosteroid injection versus extracorporeal shock wave therapy on inferior trigger points in the quadratus lumborum muscle: a randomized clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Oct 19;21:695.
99. The effects of extracorporeal shock wave therapy on pain, disability, and depression of chronic low back pain patients [Internet]. [cited 2024 Mar 26]. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/2/27_jpts-2014-469/_article/-char/ja/
100. Rajfur K, Rajfur J, Matusz T, Walewicz K, Dymarek R, Ptazkowski K, et al. Efficacy of Focused Extracorporeal Shock Wave Therapy in Chronic Low Back Pain: A Prospective Randomized 3-Month Follow-Up Study. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res*. 2022 Jun 11;28:e936614-1-e936614-10.
101. Walewicz K, Taradaj J, Rajfur K, Ptazkowski K, Kuszewski MT, Sopol M, et al. The Effectiveness Of Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy In Patients With Chronic Low Back Pain: A Prospective, Randomized, Single-Blinded Pilot Study. *Clin Interv Aging*. 2019 Oct 30;14:1859–69.
102. Sun H. Comparison of Different Treatment Regimens of Extracorporeal Shockwave Therapy in Chronic Low-back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Pain Physician*. 2022;
103. Guo X, Li L, Yan Z, Li Y, Peng Z, Yang Y, et al. Efficacy and safety of treating chronic nonspecific low back pain with radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT), rESWT combined with celecoxib and eperisone (C + E) or C + E alone: a prospective, randomized trial. *J Orthop Surg*. 2021 Dec 4;16:705.
104. Elgendy MH, Mohamed M, Hussein HM. A Single-Blind Randomized Controlled Trial Investigating Changes in Electrical Muscle Activity, Pain, and Function after Shockwave Therapy in Chronic Non-Specific Low Back Pain: Pilot Study. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2022 Apr 30;24(2):87–94.