



Fakulteta za zdravstvo **Angele Boškin**
Angela Boškin Faculty of Health Care

Diplomsko delo
visokošolskega strokovnega študijskega programa prve stopnje
FIZIOTERAPIJA

**POMEN INFRARDEČE TERAPIJE PRI
ZDRAVLJENJU BOLEČINE V KRIŽU -
PREGLED LITERATURE**

**ROLE OF INFRARED THERAPY IN
TREATING LOWER BACK PAIN: A
LITERATURE REVIEW**

Mentorica:
doc. dr. Sedina Kalender Smajlović

Kandidatka:
Aneja Medved

Jesenice, december, 2025

ZAHVALA

Ob zaključku študijske poti bi se iskreno rada zahvalila vsem, ki so me na poti študija podpirali in v vseh trenutkih verjeli vame.

Posebna zahvala gre tukaj mentorici doc. dr. Sadini Kalender Smajlović za potrpežljivost in strokovno vodstvo pri nastajanju samega dela ter recenzentki dr. Maji Frangež predvsem za komentarje in predloge, ki so pripomogli k izboljšavi samega diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi lektorici, Vesni Deržek Sovinek univ. dipl. novinarki za slovnični pregled besedila in primerno strukturo jezika.

Iz vsega srca pa se zahvaljujem svoji mami Marjetki, ki mi, že odkar pomnim, stoji ob strani, me podpira ter verjame vame tudi takrat, ko sama ne. Iskrena hvala tudi stricu Klemenu, ki mi od malih nog deli praktične nasvete in me uči rasti na življenjskih poteh.

Zahvaljujem se tudi vsem ostalim družinskim članom in prijateljem, ki so mi pomagali priti do končnega cilja.

POVZETEK

Teoretična izhodišča: Visoka prevalenca bolečine v križu in pomemben vpliv na kakovost življenja posameznika poudarjata potrebo po učinkovitih terapevtskih pristopih. Infrardeča (IR) terapija se uveljavlja kot obetavna metoda znotraj fizikalne terapije. Namen diplomskega dela je bil analizirati njen doprinos k zmanjšanju bolečin v križu.

Cilj: Cilj diplomskega dela je bil ugotoviti učinkovitost IR terapije pri zdravljenju bolečin v križu.

Metoda: Izveden je bil pregled literature v podatkovnih bazah: Medline, Pub Med, ScienceDirect, Europe PMC, COBISS in spletnem iskalniku Google Učenjak. Uporabljeni so bili vključitveni kriteriji: angleški in slovenski jezik, članki, ki so bili objavljeni v obdobju od 2014 do 2024. Ključne iskalne besedne zveze: »low back pain«, »cause of pain«, »infrared therapy«, »infrared light therapy«, »effect of infrared therapy«, »infrared radiation«, »efficiency«, »systematic review«, »comparison group«, »bolečina v križu«, »vzrok pojava bolečine«, »IR terapija«, »IR svetlobna terapija«, »vpliv IR terapije«, z uporabo Boolovih logičnih operatorjev IN/AND in OR. Zadetki v polnem besedilu so bili obdelani z metodo analize vsebine.

Rezultati: Izmed 8.157 zadetkov je bilo v končni pregled vključenih 12 člankov. Na osnovi pogostosti določenih besed v končni analizi je bilo določenih 39 kod in 4 kategorije: (1) učinkovito zmanjšanje bolečine, (2) izboljšanje funkcionalne gibljivosti, (3) fiziološki mehanizmi delovanja ter (4) demografski in klinični dejavniki. Prevladovale so nerandomizirane klinične raziskave, sistematični pregledi neeksperimentalnih raziskav ter posamezne randomizirane klinične raziskave.

Razprava: Raziskave, ki so bile vključene v pregled literature, so pokazale, da IR terapija deluje na podlagi različnih valovnih dolžin, zaradi česar različno prodirajo v telo. Čeprav je na podlagi nekaterih raziskav mogoče podpreti pozitiven učinek infrardeče svetlobe na zmanjšanje bolečin v križu, so še vedno potrebne nadaljnje dolgoročne raziskave, ki bi temeljile na večji in raznovrstnejši populaciji.

Ključne besede: nelagodje v ledvenem predelu, izvor težav, obsevanje z IR svetlobo, odziv telesa na IR terapijo

SUMMARY

Theoretical background: The high prevalence of low back pain and its significant impact on an individual's quality of life emphasise the need for effective therapeutic approaches. Infrared therapy (IR) is emerging as a promising method in physiotherapy. The aim of this thesis was to analyse its contribution to the reduction of low back pain.

Goals: The aim of this study was to investigate the effectiveness of IR therapy in the treatment of low back pain.

Methods: A literature search was conducted in the following databases: Medline, Pub Med, ScienceDirect, Europe PMC, COBISS, and the web search engine Google Scholar. The filtering search criteria included articles written in English or Slovenian languages and published between 2014 and 2024. Key search terms included “low back pain”, “cause of pain”, “infrared therapy”, “infrared light therapy”, “effect of infrared therapy”, “infrared radiation”, “efficiency”, “systematic review”, “comparison group”, “low back pain”, “cause of pain occurrence”, “IR therapy”, “IR light therapy”, “effect of IR therapy”, using the Boolean logical operators IN/AND and OR. The full-text hits were processed using the content analysis method.

Results: Of the 8,157 hits, 12 articles were included in the final review. Based on the frequency of specific words in the final analysis, 39 codes and four categories were established: (1) effective pain reduction, (2) improvement in functional mobility, (3) physiological mechanisms of action, and (4) demographic and clinical factors. Non-randomised clinical trials, systematic reviews of non-experimental studies, and single randomised clinical trials predominated.

Discussion: The studies included in the literature review have shown that IR therapy works with different wavelengths, resulting in varying degrees of penetration into the body. Although some studies show the positive effects of infrared light on the relief of low back pain, further long-term studies with larger and more diverse populations are needed.

Key words: lumbar region discomfort, origin of the problem, irradiation with IR light, body's response to IR therapy

KAZALO

1 UVOD.....	1
2 EMPIRIČNI DEL.....	6
2.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVANJA.....	6
2.2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA.....	6
2.3 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA.....	6
2.3.1 Metoda pregleda literature.....	6
2.3.2 Strategija pregleda zadetkov.....	7
2.3.3 Opis obdelave podatkov pregleda literature.....	8
2.3.4 Ocena kakovosti pregleda literature.....	8
2.4 REZULTATI.....	9
2.4.1 Diagram PRISMA.....	9
2.4.2 Prikaz rezultatov po kodah in kategorijah.....	20
2.5 RAZPRAVA.....	22
2.5.1 Omejitve raziskave.....	30
2.5.2 Doprinos za stroko ter priložnosti za nadaljnje raziskovalno delo.....	31
3 ZAKLJUČEK.....	33
4 LITERATURA.....	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Diagram PRISMA	10
-------------------------------	----

KAZALO TABEL

Tabela 1: Rezultati pregleda literature.....	7
Tabela 2: Hierarhija dokazov v znanstvenoraziskovalnem delu	9
Tabela 3: Tabelarični prikaz rezultatov	10
Tabela 4: Razporeditev kod po kategorijah.....	21

SEZNAM KRAJŠAV

ATP	adenozin tri fosfat
CLBP	ang. Chronic Low Back Pain (kronična bolečina v križu)
FIR	ang. Far Infrared Radiation (dolgovalovno infrardeče sevanje)
HILT	ang. High-Intensity Laser Therapy (visoko intenzivna laserska terapija)
IR	ang. Infrared (infrardeča)
LBP	ang. Low Back Pain (bolečina v križu)
LLLT	ang. Low – Level Laser Therapy -level (nizkointenzivna laserska terapija)
MMST	ang. Modified-Modified Schober Test (Spremenjeni-spremenjeni Schoberjev test)
NIR	ang. Near-Infrared Therapy (bližnja infrardeča terapija)
NRS	ang. numerical Rating Scale (numerična ocenjevalna lestvica)
PBMT	ang. Photobiomodulation Therapy (fotobiomodulacijska terapija)
ROM	ang. Range of motion (obseg gibljivosti)

1 UVOD

Tsai in Hamblin (2017) definirata ledveno hrbtenico kot spodnji del hrbtenice med zadnjim prsnim (T12) in prvim križnim vretencem (S1). Ledveno hrbtenico na tem območju ščiti pet vzdržljivih in gibljivih vretenc (L1-L5). Te omogočajo razpršitev osnih sil, ki jih povzročajo glava, vrat in trup človeka. Ledvena vretenca tvorijo kanal, ki služi kot zaščita hrbtenjače in hrbtenjačnih živcev. Poleg zaščite ledveni del hrbtenice omogoča fleksijo, ekstenzijo, lateralno fleksijo ter rotacije trupa (Ts) (Tsai & Hamblin, 2017).

Glavni ligamenti, ki sestavljajo hrbtenico, so anteriorni longitudinalni ligament, posteriorni longitudinalni ligament, potek katerih je po celotni dolžini hrbtenice, ter ligamentum flavum. Hrbtenični kanal spredaj omejujejo telesa vretenc in diski, zadaj pa lamine in ligamentum flavum. Bočno iz medvretenčnega prostora izhajajo hrbtenični živci in žile. Simfizi sklepi med telesi vretenc omogočajo gibljivost hrbtenice, medtem ko so za stabilnost hrbtenice odgovorni fasetni sklepi ter vezi. Fasetni sklepi skrbijo predvsem za stabilnost s predelih vratu in križa. Vezi stabilizirajo sklepe ter preprečujejo morebitne poškodbe, nastale zaradi hiperekstenzije in hiperfleksije. Podporo, gibljivost in samo stabilizacijo hrbtenice prav tako zagotavljajo mišice hrbta, trebuha, mišice medeničnega dna, mišica psoas, glutealne mišice ter mišice spodnjega dela hrbta, kot na primer mišica quadratus lumborum, ki pomaga pri bočnem upogibanju hrbtenice. Ta kompleksen sistem mišic, vključno z mišicami hrbta, trebuha, medeničnega dna, iliopsoas mišicami in glutealnimi mišicami, zagotavlja osnovno podporo, gibljivost in stabilizacijo hrbtenice, kar je ključno za normalno delovanje in preprečevanje poškodb (Allegri, et al., 2016).

Kljub tej kompleksni zaščiti in podpori mišic pa se pogosto pojavijo težave, med katerimi je ena najpogostejših bolečina. Kot navajata Trouvin in Perrot (2019) je bolečina neprijetna čutna in čustvena izkušnja, povezana z dejansko ali potencialno poškodbo tkiva ali opisana v smislu takšne poškodbe. Je tudi dokaj pogosto stanje in predstavlja pogost vzrok za obisk zdravnika. Bolečina v spodnjem delu hrbta (ang. Low Back Pain – LBP) predstavlja vse večji zdravstveni izziv, saj predstavlja eno izmed najpogostejših mišično-kostnih težav, ki se lahko pojavi pri kateri koli starostni skupini. Prevalenca težav

drastično narašča, zaradi česar se potreba po učinkovitih terapevtskih pristopih povečuje. Bolečina v križu se lahko pojavi zaradi različnih vzrokov ter se kaže na različne načine. Na bolečino lahko vplivajo različni dejavniki, na primer genetski, fiziološki, psihološki, družbeni in okoljski (Allegri, et al., 2016).

Za bolečino v križu je značilen spekter različnih vrst bolečin, ki se med seboj pogosto tudi prekrivajo: nociceptivna, nevropatska, nocioplastična in nespecifična. Ledveno hrbtenico sestavljajo mehka tkiva, vretenca, zigapofizni sklepi, medvretenčne ploščice in živčno-žilne strukture. Te so podvržene različnim obremenitvam in vsaka od njih sama ali v kombinaciji prispeva k bolečini v križu (Knezevic, et al., 2021).

Prevalenca bolečine v križu znaša do 85 %. V večji meri jo spremljajo mišična napetost ter otrdelost v ledvenem predelu, ki se lahko širi v nogo. Upoštevanje bioloških in družbenih dejavnikov je ključno, saj je nespecifično bolečino težko pojasniti. Nespecifično bolečino delimo na akutno, subakutno in kronično. Kronično bolečino največkrat povezujemo z depresijo, tesnobo ter družbenim in ekonomskim primanjkljajem. Prevalenca bolečine v križu narašča in se v skoraj 40 % razvije iz akutne v kronično bolečino (Doupona, et al., 2023).

Bolečina v križu predstavlja velik javnozdravstveni problem, tako povsod v svetu kot tudi v Evropski uniji. Ena izmed raziskav je med letoma 2015 in 2019 predstavila, da so bolečine v ledvenem predelu v Sloveniji predstavljale 56,6 % delovnih dni v letu, kjer je povprečna izguba znašala približno 1 delovni dan na zaposlenega, sama odsotnost pa je zaradi tega trajala povprečno 30,7 dni (Zerbo Šporin, et al., 2021).

Veliko pojavnost bolečin v križu je prav tako mogoče razbrati iz članka (Skela-Savič, et al., 2017), v katerem natančno predstavijo, da so bolečine v ledvenem predelu pri medicinskih sestrah v Sloveniji velika težava. Približno 86 % jih ima težave s hrbtom, kar ne vpliva le na njihovo zdravje, ampak tudi na samo delo. To posledično povzroča manjšo učinkovitost na delovnem mestu ter dolgoročno poslabšanje samega stanja. Bolečine v križu pa vendarle niso težava, s katero se srečujejo samo odrasli. Iz raziskave Turk, et al. (2011) je jasno razvidno, da se z omenjeno težavo srečujejo tudi mlajše populacije. Skoraj

polovica osnovnošolcev in srednješolcev poroča o bolečinah v križu. Bolečine v križu lahko pripisujemo različnim dejavnikom kot so na primer slaba drža, težke torbe in druge.

Bolečina v križu je torej najpogostejša mišično-kostna bolezen, ki lahko prizadene katerokoli starostno populacijo. Razširjenost bolečin v križu pri odraslih se je v zadnjem desetletju podvojila in še naprej narašča. Bolezen lahko prizadene oba spola ter vpliva na funkcionalno zmogljivost. Kadar govorimo o kronični bolečini v križu (ang. Chronic Low Back Pain - CLBP), gre pravzaprav za sindrom kronične bolečine v spodnjem delu hrbta, ki traja najmanj 3 mesece in predstavlja enega izmed najpogostejših vzrokov za invalidnost po vsem svetu. Bolečino posredujejo nociceptorji, ki nas opozarjajo na morebitne potencialne škodljive dražljaje. V primeru vztrajanja teh dražljajev se pojavijo procesi, ki akutno bolečino spremenijo v kronično. Vrsta bolečine, ki se pojavi v hrbtenici, je odvisna od izvora bolečine. Bolečina v LBP najpogosteje nastane zaradi mišične napetosti ali krčev. V drugih primerih LBP pripisujemo različnim virom oziroma vzrokom bolečine kot so radikularna bolečina, bolečina v fasetnem sklepu, sakroiliakalna in diskogena bolečina ter spinalna stenoza. Simptomi LBP lahko izhajajo iz različnih delov telesa, kot so živčne korenine, mišice ali fascialne strukture ter kosti in sklepi (Allegri, et al., 2016).

Vpliv na samo bolečino imajo prav tako psihološki dejavniki kot so stres, depresija ter tesnoba. Pomembno je razumeti, da se bolečina razlikuje od nocicepcije in ne vključuje le aktivacije vlaken A-delta in C, temveč tudi kontekst odvisne čustvene, kognitivne in vedenjske elemente. To delno pojasnjuje slabo korelacijo s patologijo in simptomi. Dejavniki tveganja za prehod iz akutne v kronično bolečino so pogosto genetski dejavniki, življenjski slog, psihosocialni dejavniki (slaba socialna podpora, anksioznost, itd.), travmatske poškodbe ter poklicne nevarnosti (npr. gradbena dela in druge vrste fizičnega dela, slabo zadovoljstvo na delovnem mestu, mobing). CLBP je posledica interakcij, ki vključujejo biološke, psihološke in socialne dejavnike. Za sprožilce LBP pa se pogosto navajajo fizične in čustvene travme (Allegri, et al., 2016).

V literaturi najdemo veliko vzrokov za nelagodje v spodnjem delu hrbtenice. Casiano, et. al. (2023) navajajo, da gre za mehansko naravo ali pa je sam vzrok nespecifičen.

Bolečine v hrbtu so torej lahko posledica neposrednega ali posrednega stika z zunanjo silo. Lahko pa so posledica različnih drugih stanj. Med najpogostejšimi vzroki so degenerativna stanja mišično-kostnega sistema, ki je lahko posledica staranja, prekomerne uporabe ali že morebitno obstoječe predhodne patologije. Poleg tega se lahko v anatomskih strukturah hrbta pojavijo tumorske lezije, ki lahko vodijo do primarnih in sekundarnih malignih procesov. Zaradi neposredne inokulacije pa se lahko pojavijo bolečine v hrbtu, ki so posledica okužbe mišično-kostnih struktur. Do bolečin v križu vodijo dolgotrajno preživljanje časa v pokončnem položaju, prirojene anomalije, prav tako so lahko vir izvora bolečine psihiatrični dejavniki ali druge duševne motnje. Kadar bolezen traja manj kot 6 tednov, govorimo o akutni bolečini v hrbtu, ki je običajno posledica travme ali nenadnih sprememb v poteku kronične bolezni.

Zdravljenje bolečin v križu lahko poteka konzervativno v povezavi z farmakološkim zdravljenjem, lahko pa kot nefarmakološko obliko zdravljenja izberemo katero od oblik fizikalne terapije, ki dokazano lajša bolečino. Zdravila delujejo blagodejno na periferne in centralne nevrološke poti (Casiano, et al., 2023).

Ena od nefarmakoloških oblik zdravljenja je infrardeče (IR) sevanje. Gre za vrsto elektromagnetnega sevanja, ki ima daljšo valovno dolžino kot vidna svetloba. Ta vključuje valovne dolžine med 780 nm in 1000 μ m. IR svetloba je na podlagi fizikalnih lastnostih in zmožnosti prodiranja v samo tkivo razdeljena v tri glavne pasove, in sicer: IR -A (bližnja IR svetloba): 700 - 1400nm; IR - B (srednja IR svetloba): 1400 - 3000nm in IR - C (daljna IR svetloba): 3000nm do 0,1mm. Pri IR sevanju gre za dodatno lajšanje bolečine, ki temelji na uporabi elektromagnetnega sevanja z določeno valovno dolžino. Ta predstavlja ključni dejavnik, saj določa globino prodora IR svetlobe v človeško telo. Na sposobnost prodiranja IR svetlobe v plasti kože in fascije poleg valovne dolžine vplivajo tudi struktura tkiv, vaskularizacija ter pigmentacija kože. Krajša kot je valovna dolžina, globlji je lahko vpliv IR svetlobe na različne kožne plasti ter fascije. IR svetloba zaradi svoje sposobnosti prodiranja v globlje plasti kožno-fascialnega kompleksa lahko ustvari učinke kot je mehansko prevajanje toplote. Neposredno lahko doseže le epidermis. Učinki, ki jih povzroča IR svetloba, so različni. IR svetlobo uporabljamo za zmanjšanje bolečine, izboljšavo krvnega obtoka ter za hitrejšo regeneracijo tkiv (Horton, et al., 2023).

Uporaba terapije z nizko svetlobo ali fotobiomodulacijsko terapijo zajema različne svetlobne vire vključno z laserji, ki imajo nižjo moč, LED in širokopasovno svetlobo, ki se nahaja v infrardečem spektru. Terapije torej vključujejo obsevanje s svetlobo nizke jakosti, kjer pride do stimuliranja bioloških procesov, ne da bi pri tem povzročili prekomerno toploto. Biološki učinki vključujejo celjenje kožnih ran, lajšanje bolečin, okorelosti, utrujenosti pri revmatoidnem artritisu ter spodbujanje proliferacije mezenhimske in srčne matične celice. Poleg tega zdravi še oftalmološke, nevrološke ter psihiatrične motnje (Tsai & Hamblin, 2017).

V diplomskem delu smo se osredotočili na učinkovitost IR terapije kot potencialnega terapevtskega pristopa za lajšanje bolečin v križu. IR terapija dokazano učinkuje pri različnih stanjih, kot je na primer zmanjševanje bolečine, pospeševanje celjenja ran ter spodbujanje hitre regeneracije tkiv.

2 EMPIRIČNI DEL

V diplomskem delu smo izvedli pregled literature.

2.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVANJA

Namen diplomskega dela je bil analizirati doprinos IR terapije k zmanjšanju bolečin v križu. Cilj raziskovanja je bil ugotoviti učinkovitost IR terapije pri zdravljenju bolečin v križu.

2.2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

V diplomskem delu smo si na podlagi postavljenega cilja zastavili sledeče raziskovalno vprašanje: Kakšen je pomen IR terapije na zdravljenje bolečin v križu?

2.3 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA

V diplomskem delu smo izvedli pregled literature.

2.3.1 Metoda pregleda literature

Pri pisanju diplomskega dela smo uporabili kvalitativni raziskovalni pristop. Izvedli smo pregled literature iz podatkovnih baz: MEDLINE, Pubmed, ScienceDirect, Europe PMC, COBISS in brezplačnega spletnega iskalnika Google Učenjak. Pregledali smo strokovne in znanstvene članke, ki so bili pisani v slovenskem in angleškem jeziku. Vključitveni kriteriji so bili: iskanje članov v obdobju 2014 do 2024, dostopnost celotnega besedila brez plačila člankov, članki v slovenskem in angleškem jeziku ter vsebinska ustreznost. Za iskanje literature v slovenskem in angleškem jeziku smo uporabili različne kombinacije ključnih iskalnih besednih zvez. Za povezavo med ključnimi besedami smo v podatkovnih bazah uporabili operator IN/AND in OR (tabela 1).

2.3.2 Strategija pregleda zadetkov

Pregled literature smo prikazali tabelarično in shematsko. Tabelarični prikaz (tabela 1) vsebuje uporabljene podatkovne baze (domače in tuje), ključne besede, število pridobljenih zadetkov ter število izbranih zadetkov za pregled v polnem besedilu. Skupno smo pridobili 8157 zadetkov, od katerih smo s postopnim izločanjem na koncu uporabili 12. Za shematični prikaz smo uporabili PRISMA diagram (Page, et al., 2021) (slika 1).

Tabela 1: Rezultati pregleda literature

Podatkovne baze	Ključne besede	Število pridobljenih zadetkov	Število izbranih zadetkov za pregled v polnem besedilu
MEDLINE	"infrared radiation" AND "low back pain" AND "pain control"	6	0
	"infrared therapy" AND "low back pain"	4	0
PubMed	infrared laser AND on lower back pain	16	1
	efficiency AND infrared therapy AND infrared radiation AND back pain	0	0
	efficiency on humans AND infrared therapy AND infrared radiation	1272	1
	infrared radiation AND effects on human	3736	1
	infrared therapy AND back pain AND systematic review AND comparison group	0	0
	infrared therapy AND comparison group AND back pain	14	1
	infrared radiation AND effects on back pain	25	2
ScienceDirect	"infrared therapy" AND "low back pain" AND "systematic review"	6	0
	"biomechanical factors" AND "low back pain"	290	0
	"FIR therapy" AND "effects"	35	1
CINAHL	"pain relief" AND "infrared radiation"	0	0

Podatkovne baze	Ključne besede	Število pridobljenih zadetkov	Število izbranih zadetkov za pregled v polnem besedilu
	"infrared therapy" AND "low back pain"	0	0
Google Učenjak	»infrared therapy« AND "low back pain" AND "humans" AND "control group"	24	0
	"infrared therapy" AND "low back pain"	312	1
	"systematic review" AND "pain relief" AND "infrared light"	1350	2
	IR terapija IN vpliv IR terapije	563	0
	IR terapija IN IR svetlobna terapija IN vpliv IR terapije	9	0
	bolečina v križu IN vzrok pojava bolečine	344	0
	"pain relief" AND "infrared radiation" AND "chronic low back pain"	151	2
Skupaj		8157	12

2.3.3 Opis obdelave podatkov pregleda literature

V pregled smo uvrstili dostopne vire, ki so povezani z našim raziskovalnim ciljem in vprašanjem. Zadetki v polnem besedilu so bili obdelani z metodo analize vsebine – kvantitativno metodo. Uporabljena je bila tehnika odprtega kodiranja. Prvo branje je bilo branje naslovov in povzetkov, sledilo je drugo branje in označevanje delov besedila, ki so povezani s temo našega pregleda. Med analiziranjem virov, izbranih med drugim branjem, smo iskali vsebino, ki se ujema z našo temo ter raziskovalnim ciljem in vprašanjem. Izbrani vsebini so bile v procesu odprtega kodiranja dodane kode podobnega pomena, ki smo jih kategorizirali z analizo (Kordeš & Smrdu, 2015).

2.3.4 Ocena kakovosti pregleda literature

Hierarhija dokazov je v znanstvenoraziskovalnem delu ključnega pomena za ocenjevanje verodostojnosti in moči pridobljenih virov (Polit & Beck, 2021). Pri izboru literature smo se osredotočili na vsebinsko ustreznost in dostopnost člankov. Vsak izbrani vir je bil nato razvrščen v enega izmed osmih predhodno določenih nivojev hierarhije dokazov. Ta

proces zagotavlja, da so uporabljeni dokazi ocenjeni glede na njihovo metodološko kakovost in relevantnost za raziskovalno vprašanje. Vsak članek je bil individualno pregledan in ocenjen glede na vsebino in dostopnost, pri čemer smo posebno pozornost namenili metodološki ustreznosti. Na podlagi te lastne evalvacije so bili viri nato razvrščeni v enega izmed osmih nivojev hierarhije. To nam prikazuje spodnja tabela (tabela 2), kjer je predstavljena umestitev vključenih virov po avtorjih v hierarhijo dokazov v znanstveno raziskovalnem delu.

Tabela 2: Hierarhija dokazov v znanstvenoraziskovalnem delu

Raven	Hierarhija dokazov	Število vključenih virov	Avtorji in letnica
1	Sistematični pregledi/metaanalize randomiziranih kliničnih raziskav	1	De Oliveira, et al. (2022).
2	Posamezne randomizirane klinične raziskave	3	Abdelbasset, et al. (2020); Hsieh & Lee (2014); Klemm, et al. (2022).
3	Nerandomizirane klinične raziskave (kvazi eksperimenti)	4	Ansari, et al. (2014); Ervolino & Gazze (2015); Ojeniweh, et al. (2016); Ojeniweh, et al. (2018).
4	Sistematični pregledi neeksperimentalnih (opazovalnih) raziskav	3	Kyselovic, et al. (2023); Qin, et al. (2024); Tsagkaris, et al. (2022).
5	Neeksperimentalne/opazovalne raziskave	0	
6	Sistematični pregledi/metasinteze kvalitativnih raziskav	0	
7	Kvalitativne/opisne raziskave	0	
8	Neraziskovalni viri/mnenja	1	Tsai & Hamblin (2017).

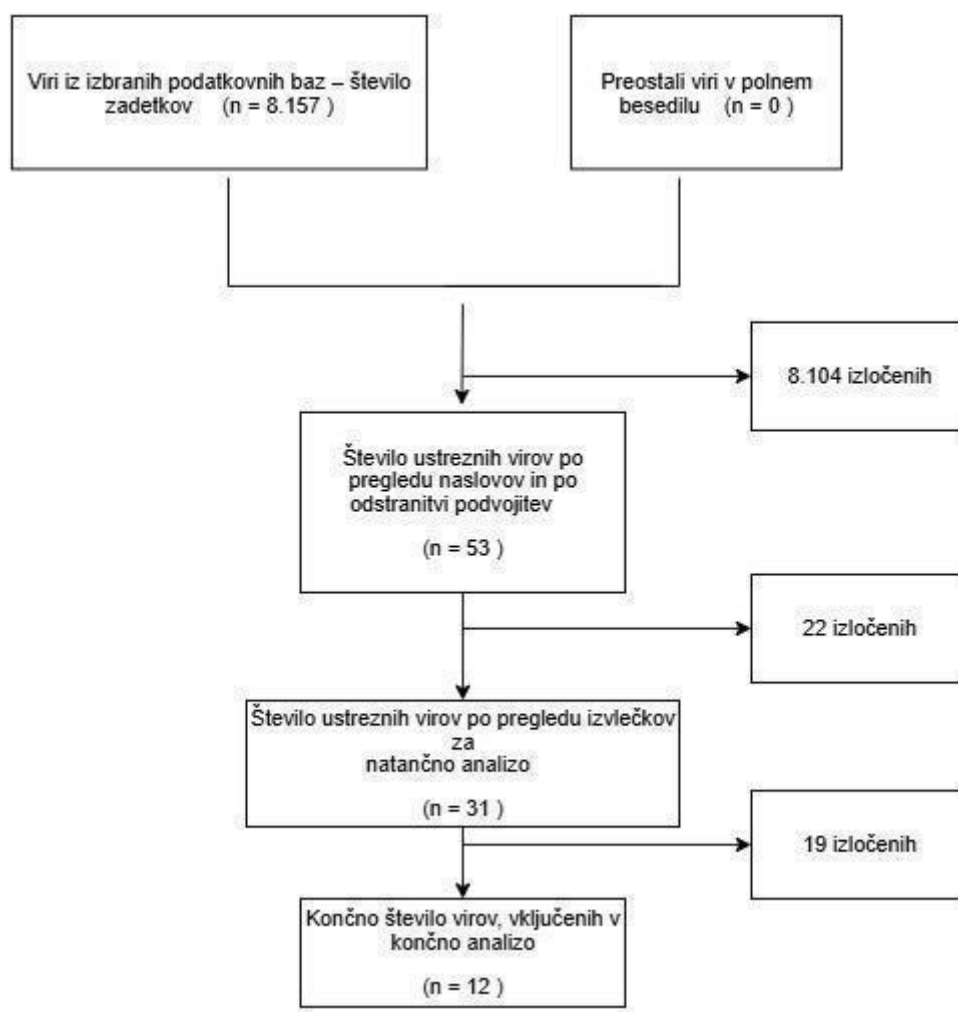
2.4 REZULTATI

V nadaljevanju prikazujemo PRISMA diagram (slika 1) in tabelarni prikaz rezultatov (tabela 3).

2.4.1 Diagram PRISMA

S PRISMA diagramom (Page, et al., 2021) smo na shematski način predstavili potek iskanja virov. V vseh podatkovnih bazah smo dobili skupno število zadetkov, in sicer 8.157 člankov. Po prebiranju naslovov in odstranitvi podvojitev smo izločili 8.104 člankov, ter jih za nadaljnjo obravnavo obdržali 53. Po pregledu izvlečkov za natančno

analizo smo izločili 22 člankov. Ostalo jih 31, od katerih smo se po analiziranju celotnega besedila odločili obdržati 12 (slika 1)



Slika 1: Diagram PRISMA
(Page, et al., 2021)

V tabeli 3 prikazujemo rezultate 10 virov po avtorjih, letu objave, uporabljeni metodologiji, vzorcu in ključnih spoznanjih.

Tabela 3: Tabelarični prikaz rezultatov

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
Abdelbasset, et al.	2020	Randomizirana primerjalna raziskava	Vključitveni kriteriji: osebe med 25 do 40 let, pri katerih je anamneza	Pri skupini 1 in skupini 2 so ugotovili vidno zmanjšanje

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			vključevala bolečino v ledvenem predelu hrbta, ki so trajale več kot 3 mesece. Izključene so bile osebe, ki so v zadnjih 3 mesecih prejele katero koli terapijo za lajšanje bolečin v križu. 60 udeležencev (3 skupine po 20 udeležencev). Skupina 1 (visokointenzivna laserska terapija in vadba doma). Skupina 2 (nizko intenzivna laserska terapija in vadba doma). Skupina 3 (vadba od doma). Država Savdska Arabija.	bolečine (merjena z VAS lestvico). Učinkovitejša je bila visokointenzivna IR svetlobna terapija. Mehanizem delovanja IR svetlobe (laserja) je deloval na področju mikrocirkulacije, prav tako je terapija povzročila biostimulacijo celic. Visokointenzivni laser, ki dosega višjo moč na podlagi IR svetlobe, ima sposobnost globljega prodiranja v tkivo.
Ansari, et al.	2014	Kontrolirana klinična raziskava	Velikost vzorca: 10 udeležencev s kronično nespecifično bolečino v spodnjem delu hrbta (5 moških in 5 žensk), povprečna starost je bila 36,40 let. Država: Iran	Udeleženci so bili zdravljeni z IR svetlobo (10 terapij, vsaka po 15 minut, 3 dni v tednu. Cilj raziskave je bil ovrednotiti učinek IR terapije na različne izide, kot so intenzivnost bolečine, funkcionalnost in gibljivost hrbtenice. Avtorji so ugotovili, da je IR terapija imela učinek na zmanjšanje bolečine. Intenzivnost bolečine so merili z NRS lestvico. Po 4 tednih

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				terapije se je povprečna ocena bolečine na NRS pomembno znižala iz 5,10 na 3,60 (zmanjšanje bolečine za približno 30 %). IR terapija je imela učinek tudi na funkcionalnost (merjeno z FRI). Po 4 tednih se je FRI rezultat, ki kaže na izboljšanje funkcionalnih sposobnosti, znižal iz 61,50 na 45,75, kar kaže na pomembno izboljšanje vsakodnevnih aktivnosti in funkcionalnosti. IR terapija je imela tudi učinek na gibljivost hrbta (merjeno z MMST). Statistično značilno izboljšanje je bilo opaženo pri fleksiji hrbta. Po 4 tednih se je fleksija izboljšala iz 6,60 cm na 7,01 cm, kar kaže na večjo prožnost in obseg gibanja. Izboljšala se je tudi ekstenzija hrbta.
De Oliveira, et al.	2022	Sistematični pregled literature (pregled posodobljenih dokazov (»up-to-dated evidence«))	54 randomiziranih kontroliranih raziskav, ki so obravnavale razna mišično-skeletna obolenja: od tega je ena raziskava poročala o nespecifičnih bolečinah v kolenu, 7 o	Uporabljena je bila LED in/ali LASER terapija, katera uporablja IR svetlobo. PBMT vključuje IR svetlobo v razponu od 700 – 1000 nm valovne dolžine. Pri vseh raziskavah je bila

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			osteoartritisu, 16 o bolečinah v vratu ter 12 raziskav o bolečinah v križu. Ostale raziskave pa so se osredotočala na fibromialgijo, temporomandibularne motnje in drugo. Države: Brazilija, Norveška, ZDA, Italija in druge.	opažena izboljšana mikrocirkulacija ter vpliv mehanizma na nevrottransferije pri PBMT v povezavi z IR svetlobo, ki se pogosto uporabljajo kot dopolnilna metoda za zmanjšanje bolečin v križu. Nespecifično bolečino v kolenu so zdravili 12 x. Obsevano je bilo koleno, ledvena hrbtenica. Kljub nekaterim negativnim rezultatom, ki so pogosto posledica neoptimalne uporabe parametrov PBMT, skupni dokazi kažejo, da je PBMT obetavna, varna in učinkovita nefarmakološka možnost za obvladovanje bolečine pri različnih mišično-skeletnih stanjih.
Ervolino & Gazze	2015	Kvantitativna opazovalna kohortna raziskava	50 udeležencev (pisarniški delavci) s kronično bolečino. Država: ZDA (Florida)	Raziskava je pokazala statistično značilno izboljšanje pri kar 9 od 10 pod lestvicah vprašalnika SF-36v2, ki ocenjuje tako fizične kot mentalne komponente zdravja. To vključuje pomembno zmanjšanje

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				bolečine in izboljšanje splošne kakovosti življenja pri udeležencih. Zabeležili so postopno izboljšanje na lestvicah telesne komponente in telesne bolečine iz tedna v teden v štiritedenskem obdobju uporabe FIR blazinice. FIR terapija z blazinico, nameščeno na stolu, se je izkazala za enostavno in varno strategijo, ki se lahko uporablja neposredno na delovnem mestu in minimalno prekine običajni delovni dan. Ugotovitve kažejo, da je FIR terapija učinkovita tudi pri pisarniških delavcih, ki so predhodno trpeli za »refraktorno« (trdovratno) bolečino v križu.
Hsieh & Lee	2014	Dvojno slepa randomizirana kontrolirana raziskava	60 udeležencev s kronično bolečino v križu (povprečna starost 60,3 leta; razpon 32 – 80 let). Država: Tajvan	Zdravljenje bolečin v spodnjem delu hrbta je potekalo 3 x / teden v dolžini dveh tednov kot 40 minutna terapija z vročimi oblogami v kombinaciji z aktivno ali placebo IR terapijo z valovno dolžino 890 nm. Zdravljenje s kombinacijo

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				vročih oblog in 890-nm IR (aktivna skupina) je privedlo do pomembnega zmanjšanja resnosti invalidnosti, merjeno z vprašalnikom ODQ ($p = 0,021$). Pri zdravljeni skupini so se pomembno zmanjšala tudi prepričanja o izogibanju strahu (FABQ vprašalnik), tako glede fizične aktivnosti ($p = 0,040$) kot glede dela ($p = 0,007$). To pomeni, da so se pacienti manj bali gibanja in aktivnosti, ki bi lahko povzročile bolečino, kar je pogosto pomemben dejavnik pri kronični bolečini.
Klemm, et al.	2022	Randomizirana kontrolirana raziskava	71 udeležencev z bolečino v spodnjem delu hrbta pri aksialnim spondiloartritisu. Država: Nemčija	Udeleženci so bili razdeljeni na dve skupini, in sicer: 35 pacientov je predstavljalo kontrolno skupino, kjer so v času raziskave prejeli kombinacije različnih fizioterapevtskih ukrepov, kot so vaje mobilizacija in podobno, medtem ko je 36 pacientov, prejelo poleg fizioterapevtskih ukrepov še sl-wIRA.

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				Sedem dnevna raziskava je kazala na zmanjšanje bolečine pri skupini, ki je prejela sl-wIRA. Prav tako je v tej skupini 76 % pacientov zmanjšalo uporabo nesteroidnih protivnetnih zdravil. Sama terapija je vplivala na boljšo prekrvavitev, odstranjevanje mediatorjev bolečin, pospešeno presnovo v tkivih ter zmanjšanje mišične togosti.
Ojeniweh, et al.	2016	Kvazi – eksperimentalna raziskava (predtestna in posttestna)	44 udeležencev z nespecifično kronično bolečino v spodnjem delu hrbta. Država: Nigerija	Udeleženci so med zdravljenjem šest tednov 3 x / teden prejeli IR terapijo na spodnjem delu hrbta v ležečem položaju. Intenzivnost bolečine je bila ocenjena z 10-stopenjsko številčno lestvico bolečine (NRS). Funkcionalna nezmožnost je bila ocenjena z ODIQ. Šesttedenska terapija z IR je učinkovita pri zmanjševanju bolečine in izboljšanju indeksa funkcionalne invalidnosti pri kroničnih bolečinah v

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				spodnjem delu hrbta.
Ojeniweh, et al.	2018	Pre eksperimentalna raziskava	15 udeležencev (7 moških in 8 žensk) s NSLBP. Država: Nigerija	Udeleženci so IR terapijo prejeli 6 tednov, 3x / tedensko, po 30 min. Po šestih tednih IR terapije so poročali o statistično značilnem zmanjšanju intenzivnosti bolečine (ugotovljeno s primerjavo rezultatov na 10-stopenjski številčni lestvici bolečine pred in po zdravljenju). Raziskava zaključuje, da je šesttedenska infrardeča radiacijska terapija učinkovita pri zmanjšanju bolečine pri kronični bolečini v križu.
Qin, et al.,	2024	Sistematični pregled literature	Mednarodni pregled literature. Države: Japonska, Tajvan, Nemčija	FIR omogoča regulacijo ionskih tokov in s tem spreminja bolečinske in vnetne signale. Vpliva na zmanjševanje vnetnih procesov, delovanje avtonomnega živčnega sistema in spodbuja spodbuja regeneracijske procese v tkivu.
Kyselovic, et al.	2023	Sistematični pregled literature	14 publikacij: 5 o zmanjšanju bolečine, 5 o vadbeni zmogljivosti in 4	IR terapija prodre v globino tkiva in deluje na mišične celice, kjer na podlagi zmanjšanja

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			raziskave o artritisu. Države: Brazilija, Italija, Tajvan, ZDA	vnetnih mediatorjev IR terapija doseže protivneten učinek. Terapija omogoča zmanjšanje mišične togosti ter izboljšuje regeneracijo tkiva. IR terapija posredno vpliva tudi na zmanjšanje jakosti in čas trajanja bolečine.
Tsagkaris, et al.	2022	Sistematični pregled literature	13 publikacij: 3 raziskave o osteoartritisu, 4 raziskave o fibromialgiji in 6 raziskav o širšem naboru bolezni (ankilozirajoči spondilitis, okrevanje po športnih poškodbah, miofascialni bolečinski sindrom). Države: Brazilija, Tajvan, Kitajska, Italija, Nemčija, Španija, Japonska, Egipt in ZDA	Pregled literature, je pokazal mešane, a obetavne rezultate glede učinkovitosti IR terapije pri lajšanju bolečin in izboljšanju kakovosti življenja pri določenih boleznih.. Medtem ko sta dve raziskavi zaključili, da ni bilo pomembnega učinka, je ena raziskava pokazala zmanjšanje bolečine (12,5 % po enem tednu, 25 % po štirih tednih) pri pacientih z osteoartritisom kolena z uporabo obližev, ki oddajajo daljno IR svetlobo. Različne oblike IR terapije (tkanine, prevlečene z biokeramiko, WAON terapija, NI-WBH) so pokazale

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				zmanjšanje bolečine med 21 % in 52,7 % na različnih ocenjevalnih lestvicah. IR se je izkazala za koristno pri lajšanju kronične bolečine, utrujenosti in psihosomatskih simptomov pri različnih mišično-kostnih stanjih, kot so ankilozirajoči spondilitis, miofascialni bolečinski sindrom, sindrom kronične utrujenosti in kronične bolečine v križu. Pri slednjem je ena oblika IR terapije (MIPE) pokazala 25 % večjo učinkovitost kot laserska fototerapija, medtem ko je druga raziskava poročala o odsotnosti pomembne razlike med IR terapijo in placebom. Medtem ko keramična oblačila, ki oddajajo FIR, niso pokazala kratkoročnih koristi pri poškodbah mišic, povzročenih z vadbo, je fototerapija z 830 nm svetlobo bistveno zmanjšala bolečino in za 50 % pospešila čas

Avtor	Leto objave	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
				vrnitve v igro pri univerzitetnih športnikih z različnimi vrstami poškodb.
Tsai & Hamblin	2017	Uvod v tematiko IR sevanja in njegove uporabe v fotobiomodulaciji (PBM).	V članku so vključene številne celične ter klinične in eksperimentalne raziskave s področja IR svetlobe. Države: Tajvan, ZDA	IR sevanje omogoči aktivacijo citokroma c oksidazo, kar sproži celične odzive, vpliva na občutljive ionske kanalčke in s tem tudi na delovanje živcev. Prav tako mogoča nevrološko stimulacijo ter vpliva na sproščanje endorfinov

Legenda: FABQ – Vprašalnik o strahu in izogibanje (Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire); FIR – daljna infrardeča terapija (Far-Infrared Radiation therapy); FRI - Funkcionalni vprašalnik za hrbtenico (Functional Rating Index); IR – Infrardeče sevanje (Infrared radiation); LED - Svetleča dioda (Light Emitting Diode); MIPE – Multidimenzionalni inventar bolečinskih izkušenj (Multidimensional Pain Experience Inventory); MMST - Mini mentalni statusni test (Mini-Mental State Examination); NRS - Numerična ocenjevalna lestvica bolečine (Numeric Rating Scale); ODIQ - (Oswestry vprašalnik za invalidnost); Oswestry (Disability Index Questionnaire); ODQ – Oswestry vprašalnik za invalidnost (Oswestry Disability Questionnaire); PBMT - Fotobiomodulacijska terapija (Photobiomodulation Therapy); SF-36v2 – Kratka oblika vprašalnika o zdravju – različica 2 (Short Form Health Survey – version 2); sl-wIRA - Lokalno usmerjeno voda-filtrirano infrardeče sevanje tipa A (spot-localized water-filtered Infrared-A); VAS – Vizualna-analogna lestvica (Visual Analog Scale)

2.4.2 Prikaz rezultatov po kodah in kategorijah

V tabeli 4 smo predstavili kategorije, kode in avtorje z letnico, ki smo jih razporedili na podlagi izbranih raziskav, ki smo jih vključili v končni pregled literature. Pri procesu kodiranja smo odkrili 39 kod, katere smo razvrstili v štiri glavne kategorije, in sicer: (1) učinkovito zmanjšanje bolečine, (2) izboljšanje funkcionalne gibljivosti, (3) fiziološki mehanizmi delovanja ter (4) demografski in klinični dejavniki. V zadnjem stolpcu nam tabela omogoča vpogled, pri katerih avtorjih je bilo možno razbrati posamezne kategorije oziroma kode.

Tabela 4: Razporeditev kod po kategorijah

Kategorija (n = 4)	Kode (n = 39)	Avtorji (letnica)
Učinkovito zmanjšanje bolečine	zmanjšanje intenzivnosti bolečine - zmanjšanje zaznave bolečine - dolgotrajno olajšanje simptomov - zmanjšanje akutne bolečine - zmanjšana togost mišic - VAS lestvica - numerična ocenjevalna lestvica - funkcionalni ocenjevalni indeks - modificiran Schoberjev test - Biering-Sorensenov test	Abdelbasset, et al. (2020); Ansari, et al. (2014); De Oliveira, et al. (2022); Ervolino & Gazze (2015); Hsieh & Lee (2014); Klemm, et al. (2022); Kyselovic, et al. (2023); Qin, et al. (2024); Ojeniweh, et al. (2016); Ojeniweh, et al. (2018); Tsagkaris, et al. (2022); Tsai & Hamblin (2017).
Izboljšanje funkcionalne gibljivosti	zmanjšanje mišične togosti - izboljšanje gibljivosti - večji ROM ledvene fleksije in ekstenzije - izboljšanje splošne funkcionalnosti - izboljšanje kakovosti življenja	Ansari, et al. (2014); De Oliveira, et al. (2022); Ervolino & Gazze (2015); Hsieh & Lee (2014); Klemm, et al. (2022); Kyselovic, et al. (2023); Ojeniweh, et al. (2016); Ojeniweh, et al. (2018); Tsagkaris, et al. (2022).
Fiziološki mehanizmi delovanja	spodbujanje regeneracije tkiva - izboljšanje mikrocirkulacije - spodbujanje ATP - stimulacija mitohondrijev - protivneten učinek – biostimulacija - sproščanje endorfenov - vazodilatacija - vpliv na nevtrotransmijo - odstranjevanje mediatorjev bolečine - vpliv na delovanje avtonomnega živčnega sistema - zmanjšanje mišične togosti	De Oliveira, et al. (2022); Ervolino & Gazze (2015); Tsai & Hamblin (2017); Klemm, et al. (2022); Kyselovic, et al. (2023); Qin, et al. (2024).
Demografski in klinični dejavniki	spol (moški, ženske) - starost (mlajši in starejši odrasli) - bolečina ob začetku zdravljenja - trajanje simptomov - mišično-skeletna obolenja - nespecifična kronična bolečina v spodnjem delu hrbta – zaposleni - pisarniški delavci - prejem terapije 6 tednov – terapija 3-krat tedensko po 30 minut - 10 terapij po 15 minut v treh tednih - terapija v 14 dneh 3-krat tedensko po 40 minut	Abdelbasset, et al. (2020); De Oliveira, et al. (2022); Ervolino & Gazze (2015); Hsieh & Lee (2014); Ojeniweh, et al. (2016); Ojeniweh, et al. (2018); Tsai & Hamblin (2017); Tsagkaris, et al. (2022).

2.5 RAZPRAVA

Namen diplomskega dela je bil s pregledom literature preučiti učinkovitost IR pri zdravljenju bolečin v križu. Namen diplomskega dela je bil dosežen. Z izvedenim pregledom literature, ki je vključeval 12 virov, podajamo v nadaljevanju odgovor na zastavljeno raziskovalno vprašanje.

Pregled v končno analizo vključenih virov je zajemal vire iz naslednjih držav: Brazilija, Egipt, Iran, Italija, Japonska, Kitajska, Nemčija, Nigerija, Norveška, Savdska Arabija, Španija, Tajvan, ZDA in druge. Vključeni viri so bili različnih metodologij, od sistematičnih pregledov/metaanaliz randomiziranih kliničnih raziskav, posameznih randomiziranih kliničnih raziskav, nerandomiziranih kliničnih raziskav (kvazi eksperimenti), sistematičnih pregledov neeksperimentalnih (opazovalnih) raziskav do neraziskovalnih virov/mnenj.

Z izvedenim pregledom literature smo ugotovili, da ima IR terapija velik pomen na zdravljenje bolečin v križu. Za začetek smo ugotovili, da ima IR terapija kar nekaj pozitivnih učinkov, ki pripomorejo k zmanjšanju bolečin v ledvenem predelu. Nekateri izmed teh so povečanje krvnega obtoka, zmanjšanje togosti mišic, stimulacija regeneracije tkiv ter protivneten učinek. Vnetje samo po sebi pa predstavlja enega izmed glavnih vzrokov za pojav bolečin v križu.

V sklopu diplomskega dela smo opredelili štiri kategorije, in sicer smo v prvi kategoriji opredelili samo učinkovitost zmanjšanja bolečine. V slednji smo predstavili izboljšanje funkcionalne gibljivosti. Tretja je zajemala fiziološke mehanizme delovanja IR terapije. V zadnji, četrti kategoriji, pa smo izpostavili demografske in klinične dejavnike.

Fizioterapija omogoča različne terapevtske metode, pristope ter uporabo fizikalnih agensov, s katerimi lahko vplivamo na zmanjšanje bolečine. Ena izmed takšnih terapij je uporaba IR terapije. Različne valovne dolžine IR terapije različno prodrejo v telo. Krajša kot je valovna dolžina, dlje lahko svetloba prodre. Prav tako na samo prodornost vplivajo tudi lastnosti kože, kot so debelina kože, prekrvavitev ter pigmentacija. IR - A ima

najkrajšo valovno dolžino, kar pomeni, da lahko svetloba neposredno doseže povrhnjico, usnjico ter del podkožja in s tem v primerjavi z IR - B in IR - C najgloblje prodre v človeško telo. Čeprav sama svetloba (IR- A) ne prodre več kot 5 milimetrov globoko, pa lahko zaradi mehanskega prenašanja toplote v globlja tkiva IR svetloba doseže posreden vpliv na mišice, fascije, vezi ter živčne končiče. IR terapijo lahko izvajamo na različne načine. Možna je torej uporaba svetlečih ali nesvetlečih IR svetilk, z nošenjem različnih keramičnih tkanin ter pri obisku infrardeče savne (Tsagkaris, et al., 2022).

Oblačila, prepojena z materiali, ki oddajajo daljno IR svetlobo, imajo vpliv na zvišanje lokalne temperature, s čimer zmanjšujejo bolečine pri pacientih z različnimi stanji ter omogočajo boljši pretok krvi skozi kapilare, arteriole in venule. Mikrocirkulacija je pomembna, saj dovaja kisik in hranila tkivom, odnaša odpadne snovi ter omogoča celjenje ran. Veliko ljudi obiskuje IR (FIR) savne, ker pozitivno vplivajo na paciente s srčnim popuščanjem, kronično obstruktivno pljučno boleznijo, fibromialgijo in celo depresijo. Pri tem načinu IR terapije gre za postopno, varno segrevanje telesa, ki spodbudi predvsem moč sproščanja mišic ter znižuje vnetne markerje (Tsai & Hamblin 2017). Omenjena avtorja nam za lažje razumevanje na podlagi številnih eksperimentalnih raziskav ponujata dober vpogled v mehanizem delovanja IR svetlobe na biološka tkiva. Učinek IR sevanja ne izhaja samo iz toplotnega učinka, ampak predvsem iz zmožnosti vpliva na procese, ki se dogajajo v celicah in molekulah. IR svetloba cilja predvsem na točno določen encim, ki ima ključno vlogo pri celičnem dihanju in tvorbi adenoizina trifosfata. Ta predstavlja energijski vir celic. IR svetloba na območju bližnje infrardeče svetlobe povzroči povečano aktivnost encima, ki spodbudi povečanje proizvodnje ATP. To povzroči okrepljeno celično odpornost, splošno regeneracijo ter izboljšanje presnove celic. Iz tega lahko razberemo, da IR terapija pri celicah povzroči hitrejše okrevanje ter jim omogoča lažje obnavljanje. Ker pa ima IR terapija poleg že omenjenih učinkov vpliv tudi na živčne končiče, ki samo bolečino zaznavajo, nam na podlagi zmanjšanja prevodnosti bolečinskih signalov omogoča analgetični učinek, kar pomeni, da se zaznava same bolečine pri človeku znižuje. Tako se zaradi zmanjšane zaznave bolečine izboljša funkcionalnost pri mišično-skeletnih težavah, zaradi česar se kasneje zmanjša tudi mišična napetost.

Iz članka (Tsagkaris, et al., 2022) lahko natančno razberemo celični vpliv ter vpliv na tkiva v našem telesu. Pri obsevanju telesa z IR svetlobo telo segrevamo in s tem povzročimo način delovanja celičnih membran na takšen način, da celice začnejo v svojo notranjost prepuščati več kalcija, s čimer spodbudimo biološke odzive telesa, kot je celjenje. Prav tako spodbujamo nastajanje dušikovega oksida, ki v telesu predstavlja naravni antioksidant, ki ščiti celice pred poškodbami. Poleg antioksidativnega učinka dušikov oksid spodbuja vazodilatacijo, kar vpliva na obnovo poškodovanih tkiv ter zmanjšanje togosti v mišicah ter izboljšanje prevajanja živčnih signalov. Z IR svetlobo tako spodbudimo nastanek rastnih faktorjev, ki obnavljajo naša vezivna tkiva. Pri različnih obolenjih je bilo učinkovitost IR terapije možno razbrati, medtem ko je sam vpliv terapije na zmanjšanje bolečine v križu ostal vprašljiv.

Za razliko od te raziskave pa Abdelbasse, et al. (2020) navajajo, da IR terapija zmanjšuje oziroma lajša bolečine v križu. Pred začetkom raziskave so izključili posameznike z nevrološkimi motnjami, nenormalnimi laboratorijskimi izvidi, zlomi, spondilozo, spinalno stezo, vnetnimi, infekcijskimi ali drugimi duševnimi boleznimi. Prav tako so bile iz raziskave izključene osebe s predhodnimi operacijami hrbtenice, nosečnice ter kdorkoli, ki bi v zadnjih 90 dneh prejemal katerokoli terapijo za zdravljenje bolečin v križu. Razbrali smo lahko, da tako LLLT kot HILT spodbujata mitohondrije v celicah k večji proizvodnji ATP, pospešujeta presnovo celic, celjenje ter regeneracijo tkiva. Poleg biomehanskega učinka IR svetlobe nam ta omogoča lajšati bolečine, saj zaradi vpliva na živčne receptorje zmanjšuje prevodnost bolečinskih dražljajev. Z IR terapijo se izboljša mikrocirkulacija ter zmanjša vnetne mediatorje, kar lahko iz same raziskave tudi dokažemo. Skupini, ki sta prejeli LLLT in HILT terapijo, v kombinaciji z vadbo doma, sta tako poročali o znatnem zmanjšanju pojavnosti bolečin v križu. Pri tem pa je bila učinkovitejša HILT terapija, ki zaradi svoje valovne dolžine omogoča večji prodor v globino in ima s tem večji vpliv na strukture kot so mišice, fascije in druge.

Uspešnost zmanjšanja bolečine in izboljšanje funkcionalnih zmožnosti pri uporabi IR terapije pa nam dokazuje tudi raziskava Ojeniweh, et al. (2016). Bolečine v križu, ki pogosto vodijo od raznih omejitev v vsakdanjem življenju do resnejše funkcionalne oviranosti ali invalidnosti, nam predstavljajo pomemben dejavnik, ki ima lahko na

posameznikovo kakovost življenja negativen vpliv. Na podlagi podatkov lahko zaključimo, da je IR terapija učinkovita pri zmanjšanju intenzivnosti bolečine ter nam pomaga pri izboljšanju funkcionalne invalidnosti. Poleg tega spodbuja cirkulacijo ter zmanjšuje vnetne procese.

Zaradi izjemno pogostega pojava bolečin v križu, s katerimi se srečujejo različne populacije ne glede na delovna mesta, so Ojeniweh, et al. (2018) izvedli še eno raziskavo, s katero so poglobljeno ovrednotili učinkovitost IR terapije. V tokratno analizo so avtorji vključili 15 oseb, 7 moških in 8 žensk, starih med 24 in 65 let. Ocenjevanje pred preiskavo in po njej je bilo zgolj subjektivno ocenjeno. Vključitveni kriteriji za raziskavo so vključevali osebe afriškega porekla brez specifičnega travmatskega vzroka ter brez prisotnosti kakršnih koli drugih obolenj. Izključitveni kriteriji so nam omogočili izključiti osebe, ki bi imele specifične patologije, ter osebe, ki bi predhodno že prejele fizioterapevtsko obravnavo, zaradi česar končni rezultat ne bi bil ustrezen. Skupina, ki je IR terapijo prejemale 3-krat tedensko, po 30 minut v trajanju šestih tednov, se je soočala z NSLBP že dalj časa. Po šestih tednih so preiskovanci poročali o zmanjšanju bolečine. Terapija z IR svetlobo je učinkovita, saj nam pripomore k lajšanju bolečin v ledvenem predelu. S sproščanjem histamina in prostaglandina, ki spodbujata vazodilatacijo, se povečuje aktivnost nemieliziranih C - vlaken, ki v našem telesu na podlagi zaviranja nociceptivnega signala v hrbtenjači in možganskem deblu bolečino blokirajo. IR terapija poleg tega pripomore k zmanjšanju mišičnega spazma in s tem omogoča lahtotnejše gibanje.

Za lajšanje bolečin ljudje posegamo po različnih oblikah pomoči, kot so uporabe krem, masaža, fizioterapije, protibolečinske tablete in druge metode. Ker pa lahko uporaba nekaterih zdravil povzroča razne neželene učinke, so v raziskavi De Oliveira, et al. (2022), želeli dokazati, da za obvladovanje bolečine in vnetja obstajajo tudi druge, povsem neškodljive terapevtske alternative. Za primer so izbrali fotobiomodulacijsko terapijo, kar pomeni terapije, ki uporabljajo IR svetlobo, ki omogoča stimulacijo bioloških procesov v telesu. V našem primeru, sta bili v ospredju LASER in LED napravi. Obe napravi delujeta znotraj spektra 700 - 1000 nm, na podlagi česar lahko razberemo, da vključujeta IR svetlobo za terapevtski učinek. LED in LASER naprave oddajajo

svetlobo, ki ne povzroča poškodb tkiva, zaradi česar postavi PMBT med neinvazivne metode. Terapija vpliva na zmanjšanje bolečine tako, da uravnava delovanje živčnih celic, ki prenašajo bolečinske signale. Določeni deli celice morajo svetlobo najprej absorbirati, da lahko fotoreceptorji ali kromofori, ki delujejo kot sprejemniki svetlobe, sprožijo želeni odziv v celici. Vpliv na encim citokorom c-oksidozo, ki sodeluje pri tvorbi energije v celice, pospešuje proizvodnjo ATP in spodbudi celjenje ter protivnetne odzive. Poleg vpliva na celične procese IR svetloba vpliva tudi na živčne celice, ki omogočajo prenos bolečinskih dražljajev. Ko se v živčnih celicah sproži akcijski potencial kot posledica pretoka natrijevih in kalijevih ionov skozi celično membrano, nastane bolečina. Ta proces nam omogoča razumeti, zakaj se bolečinski prenos signalov zaustavi po uporabi PBMT, ki ima neposreden vpliv na membrano žičnih celic. To se torej zgodi zaradi ponovne vzpostavitve ravnovesja med natrijem in kalijem. Učinkovitost te terapije so želeli dokazati pri različnih mišično-skeletnih obolenjih, med katere je spadala tudi bolečina v križu. Terapija je pripomogla k izboljšanju splošnih funkcionalnih sposobnosti ter zmanjšanju mišično-skeletnih bolečin. Ni pa terapija kot sama pripomogla k zmanjšanju bolečin v križu v večji meri. Čeprav je pri nekaterih posameznikih terapija vplivala na zmanjšanje same bolečine v križu, je bila kakovost dokazov prenizka, da bi lahko terapijo PBMT uporabljali kot samostojno terapijo za lajšanje bolečin v križu. Lahko pa sklepamo, da bi jo v tem primeru lahko uporabili kot dopolnilno metodo za analgetični učinek LBP.

Izmed različnih valovnih dolžin, ki jih IR svetloba omogoča, smo za podrobnejšo analizo izbrali valovno dolžino 890 nm, ki se v terapevtskih namenih pogosto uporablja. To nam je omogočila raziskava Hsieh in Lee (2014), ki je preučevala kratkoročne učinke te terapije pri osebah s kronično nespecifično bolečino v ledvenem predelu. Kot smo do sedaj lahko razbrali, bolečine v križu pogosto vplivajo na kakovost posameznikovega življenja, gibljivost, sposobnost na delovnem mestu, tako da bolečina vpliva na strah pred gibanjem ter izogibanjem vsakodnevnim aktivnostim. Na podlagi rezultatov je bilo možno predpostaviti, da ima IR terapija pozitivne učinke na ravnotežje, kakovost življenja ter najpomembnejše vpliva na zmanjšanje bolečine. Ker v raziskavi ni bilo opaženih nobenih stranskih učinkov, so avtorji lahko zaključili tudi to, da je IR terapija z valovno dolžino 890 nm povsem varna metoda. Dodatno podporo tem ugotovitvam

ponuja raziskava Ansari, et al. (2014), kjer so avtorji ugotavljali, ali IR terapija vpliva na zmanjšanje bolečine v križu, ali se je zmožnost opravljanja vsakodnevnih življenjskih aktivnosti pri posamezniku izboljšala ter s tem izboljšala sama kakovost življenja, ali je obseg giba v ledvenem predelu hrbtenice po terapiji večji, kar bi nakazovalo na izboljšanje prožnosti ter zmanjšanje togosti mišic ter ali IR terapija pripomore k boljši mišični vzdržljivosti. Raziskava je dokazala, da ima IR terapija pozitivne vplive. Intenzivnost bolečine, ki je bila ocenjena z numerično ocenjevalno lestvico, se je zmanjšala iz 5,10 na 3,60. Prav tako je bilo znatno zmanjšanje opazno pri funkcionalni sposobnosti, in sicer iz 61, 50 % na 45,75 %. Izboljšali so se tudi fleksija in ekstenzija ledvenega dela hrbtenice ter čas vzdržljivosti hrbtnih mišic. Ne glede na pozitivne lastnosti, ki smo jih lahko razbrali, je zaradi majhnega vzorca potrebna nadaljnja bolj obsežna raziskava, na kar opozarjajo tudi avtorji.

Kljub temu da raziskava Ansari et al. (2014), kaže na to, da ima IR terapija vpliv na zmanjšanje bolečine v ledvenem delu hrbta ter izboljšuje funkcionalnost pri pacientih z NSLBP, so lahko rezultati zaradi malega števila ljudi, ki so bili v raziskavo vključeni, manj zanesljivi. Pozivu, da je potrebnih več obsežnejših raziskav, sta sledila avtorja Ervolino in Gazze (2015), ki sta na večji skupini ljudi želela preučiti učinkovitost IR, natančneje FIR terapije. Pri FIR terapiji gre za daljno valovno IR sevanje, ki omogoča globinsko prodiranje nevidne svetlobe globoko v tkiva. FIR svetloba na podlagi vazodilatacije izboljšuje dotok kisika in hranil v prizadeta območja. Poleg tega ima globinska toplota moč sproščanja mišične togosti, zmanjševanja lokalnega vnetja ter spodbujanja regeneracije tkiva. FIR ima tudi analgetični učinek, saj vpliva na živčne končiče, ki zaznavajo bolečinske dražljaje. Rezultati so ponovno pokazali, da IR - FIR terapija učinkuje pri zmanjšanju bolečin v križu. Največji vpliv je FIR terapija dosegla na področju bolečine. Udeleženci so poročali tudi o manjši utrujenosti, zaradi lažjega opravljanja vsakodnevnih življenjskih aktivnosti pa so se počutili bolj energične, prav tako pa je to v celoti pripomoglo k boljšemu počutju ter boljši kakovosti življenja. Terapija se je zopet izkazala za varno fizikalno terapijo, ki pa kljub tej raziskavi potrebuje več nadaljnjih analiz, na podlagi večjega števila sodelujočih z uporabo kontrolnih skupin. To je potrebno, da bi dokazali dolgoročne učinke IR terapije pri osebah z bolečinah v križu.

Za lažje razumevanje kliničnih učinkov delovanja FIR terapije je smiselno preveriti, kaj se pri prejemu same terapije dogaja znotraj telesa. Kot smo do sedaj spoznali, kratica FIR pomeni daljno valovno infrardečo svetlobo, ki ima poleg globinskega vpliva vpliv na celične membrane, mitohondrije ter vpliva na tekočine znotraj telesa. Glavna tekočina, na katero cilja FIR, so vodne molekule. Ta terapija povzroči, da se prek trkov med molekulami absorbirana energija začne prevajati v toploto. To se zgodi, ko se prej prosto vrteče, premikajoče molekule vode umirijo. Umiri se gibanje vode, ki povzroči biološke učinke kot sta premier sprostitvev ter izboljšanje prekrvavitve. Daljno valovna infrardeča svetloba ima zmožnost povečati celično presnovo, zaradi česar omogoča hitrejšo celjenje ter hitrejšo in boljšo regeneracijo tkiv. Poleg tega pripomore k zmanjšanju oksidativnega stresa. Omenjena terapija zaradi dviga temperature v telesu sproži proces vazodilatacije, zaradi katerega se pretok krvi poveča, omogoči telesu boljšo preskrbo s kisikom in potrebnimi hranili ter zaradi širjenja žil vpliva na lažje odvajanje odpadnih snovi iz tkiv ter vnetne snovi iz človekovega telesa.

FIR je, kot navajajo Qin, et al. (2024), nevidna svetloba, katere naše oko ne more zaznati. Učinkovitost daljno infrardečega sevanja je odvisna od zadostnega odmerka fotonske energije, ki omogoča prehajanje IR žarkov v globlje plasti kože. Tam deluje na ciljno tkivo in povzroči želeni biološki učinek. Poleg celične stimulacije in termičnega učinka lahko na podlagi zaviranja provnetnih citokonov in spodbujanja protivnetnih mediatorjev razberemo, da sama terapija zmanjšuje vnetne procese ter s tem dokazuje protivnetni učinek daljno-valovne infrardeče terapije. Z zaustavljanjem vnetja tako vpliva na lajšanje bolečin. Za uspešnost pri sami terapiji je potrebno poznati parametre, s katerimi se pri sami terapiji soočamo. To so predvsem valovna dolžina IR svetlobe, razdalja obsevanega mesta ter čas trajanja posamezne terapije. Rezultati omenjenih avtorjev opisujejo različne časa trajanja terapij, kjer imajo različno dolgi prejemi terapije različne rezultate. Povprečno pa se čas ene seje giblje okoli 30 minut. Prav tako imajo poleg različno dolgih prejemov terapij različne razdalje pri posameznih terapijah. Razdalje obsevanj se gibljejo med 20 do 40 cm in med 3 do 4 cm, kjer je potrebno upoštevati intenzivnost daljno-valovne IR svetlobe. Kjer so prisotne visoke intenzivnosti svetlobe, se terapijo prejema na daljši razdalji, medtem ko virom nižjih intenzivnosti zadostujejo krajše razdalje. Tako

IR terapija predstavlja učinkovito metodo pri lajšanju mišično-skeletnih obolenj, ki jo lahko izvajamo na različne načine.

Bolečine v križu so, kot že na začetku omenjeno, lahko posledica raznih dejavnikov tveganja, ki pa lahko v kasnejših fazah vodijo do resnejših in bolj opredeljenih diagnoz kot je bolečina v križu. Ena izmed takšnih je aksialni spondiloartritis, kjer gre za kronično vnetno revmatsko bolezen. Pacienti, katerim bolezen prizadene predvsem aksialni skelet, se soočajo z bolečinami v hrbtu, predvsem v spodnjem delu, kar sčasoma vodi do zmanjšanja funkcionalnosti ter kakovosti posameznikovega življenja. Klemm, et al. (2022) so v svoji raziskavi poleg klasičnih fizioterapevtskih ukrepov uporabili še sl-wIRA. Učinek zmanjšanja bolečine pri udeležencih, ki so prejeli sl-wIRA, je bil opazen po dveh aplikacijah terapije. Po koncu raziskave je bila prav tako izboljšana funkcionalnost in zmanjšana uporaba aplikacije protivnetnih zdravil. Raziskava je torej dokazala, da IR terapija vpliva na zmanjšanje pojavnosti bolečine v spodnjem delu hrbta. Pri tej vrsti infrardeče terapije gre za možnost prodiranja IR svetlobe globoko v tkiva, pri čemer je segrevanje površine kože minimalno. Sl-Wira deluje na naše telo na podlagi termičnega in netermičnega mehanizma. S temperaturo odvisni učinek nam predstavlja toplota, ki doseže mišice in vezivno tkivo, to izboljša prekrvavitev ter s tem pospeši človekov metabolizem. Ker sl-wIRA modulira imunski odziv ter znižuje raven protivnetne citokine, je mogoče razbrati, da lahko zmanjševanje vnetja ter bolečine dosežemo s celičnimi in biokemičnimi procesi. Raziskava ni beležila nobenih neželenih stranskih učinkov, kar pomeni, da je IR terapija varna fizikalna terapija in dosega zmanjšanje bolečine v ledvenem predelu ter izboljšanje gibljivosti.

Energija IR terapije je del elektromagnetnega spektra, kjer zajema različne valovne dolžine in s tem doseže različen prodor energije v tkiva. IR ob absorpciji povzroči pretvarjanje svetlobne energije v biološke signale, kar pa v celicah sproži različne procese, ki imajo pozitivne učinke na naše telo. Kot omenja Kyselovic, et al. (2023), IR terapija omogoči aktivacijo signalnih poti, ki v našem telesu aktivirajo kemijski proces fosforilacija. Ta pomeni povečanje tvorbe dušikovega oksida in s tem izboljšanje cirkulacije, zmanjšanje vnetja ter posledično mišične bolečine oziroma v našem primeru bolečine v ledvenem predelu hrbtenice. Poleg tega IR terapija zmanjšuje reaktivne

kisikove spojine, ki v našem telesu predstavljajo škodljive molekule, ki lahko poškodujejo celice in vodijo do vnetja. Prav tako pa sposobnost IR terapije omogoča zmanjševanje vnetnih snovi, kar pomeni manj dražljajev na nociceptorje in s tem manj občutka bolečine. Čeprav nam Kyselovic, et al. (2023) ne predstavi neposrednega delovanja IR terapije na bolečine v križu, je sama fiziologija bolečine v križu, kot so mišična togost, vnetje mehkih tkiv ter slaba mikrocirkulacija, enaka kot pri drugih mišično-skeletnih stanjih, na delovanje katerih učinkuje uporaba IR terapije. Tako lahko zaključimo, da IR terapija zaradi širjenja žil, torej vazodilatacije, v tkivo dovede več kisika in hranil, kar omogoči hitrejše odpravljanje odpadnih produktov, katerega rezultat je zmanjšana mišična togost. Poleg tega lahko z omenjeno terapijo vplivamo na zmanjšanje vnetnih snovi, zaradi česar je občutljivost tkiv manjša, bolečinski prag pa višji. Kot je možno razbrati že iz ostalih dosedanjih raziskav, IR zmanjša oksidativni stres v tkivih, v našem primeru zmanjšuje težjo prekomerno aktivacijo živčnih končičev v mišicah in vezeh ob hrbtenici ter nudi oziroma spodbuja obnovo tkiv.

2.5.1 Omejitve raziskave

Pri pisanju diplomskega dela smo v veliki večini naleteli na literaturo v tujem jeziku, saj literature v slovenskem jeziku skoraj ni bilo moč najti ali pa nam ta ni ustrezala. Veliko raziskav je poleg učinkovitosti IR terapije na bolečine v križu vključevalo še druga mišično-kostna obolenja.

Po temeljitem pregledu literature smo hitro naleteli na nekoliko nasprotujoča si mnenja posameznih avtorjev glede same učinkovitosti IR terapije pri zmanjšanju bolečin v križu. To so povzročile uporabe različnih valovnih dolžin IR svetlobe, trajanje posamezne terapije ter različni načini izvedbe same obravnave. Pri večini raziskav je ta vključevala manjše in bolj specifične vzorce populacij, odrasle določene starosti in diagnoze, zato je težko doreči, kakšni rezultati bi se pokazali pri širši populaciji ljudi, ki se soočajo z dotično težavo. Ker v nekaterih raziskavah ni jasno, ali so bili udeleženci razporejeni naključno ter seznanjeni s potekom same raziskave, bi to lahko vplivalo na objektivnost rezultatov. Zaradi različnih uporab lestvic za merjenje uspešnosti zdravljenja je bilo neposredno primerjavo med članki o učinkovitosti te terapije težje izvesti.

Kljub temu da podatki, ki smo jih zbrali, nakazujejo na učinkovitost IR terapije, so še vedno potrebne dodatne raziskave, saj manjka dolgoročnih raziskav, ki bi ocenjevale učinkovitost IR terapije na dolgi rok.

2.5.2 Doprinos za stroko ter priložnosti za nadaljnje raziskovalno delo

Na podlagi našega pregleda literature ponujamo boljši vpogled v razumevanje uporabe IR terapije kot varne, nekirurške metode pri lažšanju mišično-skeletnih bolečin, s poudarkom obvladovanja bolečine v ledvenem predelu hrbtenice. V diplomskem delu omenimo bližnjo in daljno infrardečo svetlobo ter razne naprave kot sta LED in LASER terapija, s čimer predstavimo različne valovne dolžine, specifične učinke ter terapevtski potencial in s tem omogočimo celostni vpogled v samo terapijo. S tem pa lahko terapevte usmerimo k izbiri ustrezne naprave, ki uporablja IR svetlobo.

Iz diplomskega dela lahko razberemo, da so povečana proizvodnja celične energije, izboljšana prekrvavitev in mikrocirkulacija ter zmanjšanje vnetja posledica vpliva IR svetlobe na naše telo. Poleg vpliva na biološke mehanizme delovanje infrardeče terapije vpliva tudi na naš živčni sistem ter splošno izboljša fizično počutje ter kakovost posameznikovega življenja. Ta spoznanja pripomorejo k zavedanju, da je IR terapijo možno uporabiti za različne medicinske oziroma terapevtske namene. S pregledom literature prav tako pridemo do spoznanja, da je učinkovitost infrardeče terapije odvisna od različnih dejavnikov, kot sta na primer način uporabe in kombinacija drugih terapij.

Doprinos za stroko pa je predvsem v tem, da lahko odgovorimo na vprašanja, kot so zakaj pride do bolečin v križu, oziroma na kakšen način lahko učinkovito zmanjšamo bolečino ali pa zakaj prav IR terapija omogoči učinkovito zmanjšanje bolečine, poleg tega pa vpliva še na izboljšano počutje.

Kljub raziskavam, ki nas na podlagi manjšega ali specifičnega vzorca populacije vodijo k pozitivnim vplivom infrardeče svetlobe na zmanjšanje bolečin v križu, še vedno menimo, da je v prihodnosti smiselno izvesti obsežnejše in dolgoročneje raziskave, ki bi

nam nudile natančnejšo oceno o učinkovitosti same terapije v primerjavi z drugimi in s tem pripomogle k razvoju smernic in kliničnih priporočil.

3 ZAKLJUČEK

Na podlagi pregleda zbrane literature lahko povzamemo, da IR terapija deluje na principu elektromagnetnega spektra z valovnimi dolžinami med 780 nm in 1000 nm, kjer samo svetlobo delimo v tri glavne pasove, in sicer bližnja IR svetloba, srednja IR svetloba ter daljna IR svetloba. Vsaka izmed naštetih svetlob ima različne fizikalne lastnosti in s tem doseže različni prodor svetlobe v telo. Krajša kot je valovna dolžina, dlje lahko svetloba neposredno prodira.

IR terapija ima pozitivne učinke na telo. Na podlagi zmanjšanja bolečinskih signalov ter blokad vnetnih mediatorjev omogoča protibolečinski učinek. Poleg tega vpliva še na obnovo tkiv, izboljša prekrvavitev in oskrbo tkiv, zmanjšuje oksidativni stres ter deluje protivnetno. Vpliv IR svetlobe sega še globlje, kjer je moč razbrati tudi nevrološke učinke kot so izboljšanje pretoka krvi v možganih, spodbujanje rasti novih nevronov ter zmanjšanje vnetja živčnega tkiva.

Ugotovili smo, da imajo avtorji različna mnenja o učinkovitosti IR terapije na zmanjšanje bolečin v križu. Dosedanji znanstveni izsledki o učinkovitosti IR terapije pri zdravljenju bolečin v križu so mešani. Nekatere raziskave so pokazale, da IR terapija zmanjša bolečino in izboljša funkcionalne sposobnosti, vendar so dokazi dokaj omejeni. Da bi lahko dokončno ocenili učinkovitost in varnost IR pri zdravljenju bolečin v križu, je potrebna izvedba več kakovostnih raziskav.

4 LITERATURA

Abdelbasset, W.K., Nambi, G., Alsubaie, S.F., Abodonya, A.M., Saleh, A.K., Ataalla, N.N., Ibrahim, A.A., Tantawy, S.A., Kamel, D.M., Verma, A. & Moawd, S.A., 2020. A randomized comparative study between high-intensity and low-level laser therapy in the treatment of chronic nonspecific low back pain. *Pain Research and Management*, 2020, p. 1350281. <https://doi.org/10.1155/2020/1350281>.

Allegri, M., Montella, S., Salici, F., Valente, A., Marchesini, M., Compagnone, C., Baciarello, M., Manferdini, M.E. & Fanelli, G., 2016. Mechanisms of low back pain: A guide for diagnosis and therapy. *F1000Research*, 5, p. 1530. <https://doi.org/10.12688/f1000research.8105.2>.

Ansari, N.N., Naghdi, S., Naseri, N., Entezary, E., Irani, S., Jalaie, S. & Hasson, S., 2014. Effect of therapeutic infra-red in patients with non-specific low back pain: A pilot study. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 18(1), pp. 75-81. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.05.014>.

Casiano, V.E., Sarwan, G., Dydyk, A.M. & Varacallo, M., 2023. *Back Pain*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing. <https://europepmc.org/article/nbk/nbk538173>.

De Oliveira, M.F., Johnson, D.S., Demchak, T., Tomazoni, S.S. & Leal-Junior, E.C., 2022. Low-intensity LASER and LED (photobiomodulation therapy) for pain control of the most common musculoskeletal conditions. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 58(2), pp. 282-289. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.07236-1>.

Doupona, T., Markovič Božič, J., Požlep, G. & Spindler Vesel, A., 2023. Nespecifična bolečina v križu. *Medicinski Razgledi*, 62(2), pp. 171-188. https://medrazgl.si/arhiv/mr23_2.pdf#page=65.

Ervolino, F. & Gazze, R., 2015. Far infrared wavelength treatment for low back pain: Evaluation of a non-invasive device. *Work (Reading, Mass.)*, 53(1), pp. 157-162. <https://doi.org/10.3233/WOR-152152>.

Horton, L., Brady, J., Kincaid, C.M., Torres, A.E. & Lim, H.W., 2023. The effects of infrared radiation on the human skin. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 39(6), pp. 500-509. <https://doi.org/10.1111/phpp.12899>.

Hsieh, R.L. & Lee, W.C., 2014. Short-term therapeutic effects of 890-nanometer light therapy for chronic low back pain: a double-blind randomized placebo-controlled study. *Lasers in medical science*, 29(2), pp. 671-679. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1378-2>.

Klemm, P., Aykara, I. & Lange, U., 2022. Water-Filtered Infrared A Irradiation in Axial Spondyloarthritis: Heat for Lower Back Pain. In: P. Vaupel, ed. *Water-filtered Infrared A (wIRA) Irradiation: From Research to Clinical Settings*. Cham: Springer, pp. 233-243. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92880-3_20.

Knezevic, N.N., Candido, K.D., Vlaeyen, J.W.S., Van Zundert, J. & Cohen, S.P., 2021. Low back pain. Review. *The Lancet*, 398(10294), pp. 78-92. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34115979/>.

Kordeš, U. & Smrdu M., 2015. *Osnove kvalitativnega raziskovanja*. Koper: Založba Univerza na Primorskem.

Kyselovic, J., Masarik, J., Kechemir, H., Koscova, E., Turudic, I.I. & Hamblin, M.R., 2023. Physical properties and biological effects of ceramic materials emitting infrared radiation for pain, muscular activity, and musculoskeletal conditions. *Photodermatology, photoimmunology & photomedicine*, 39(1), pp. 3-15. <https://doi.org/10.1111/phpp.12799>.

Ojeniweh, O.N., Ezema, C.I., Anekwu, E.M., Amaeze, A.A., Olowe, O.O. & Okoye, G.C., 2016. Efficacy of six weeks infrared radiation therapy on chronic low back pain and functional disability in National Orthopaedic Hospital, Enugu, South East, Nigeria. *The Nigerian Health Journal*, 15(4), p. 155. <https://doi.org/10.60787/tnhj.v15i4.241>.

Ojeniweh, O.N., Ezema, C.I. & Okoye, G.C., 2018. Efficacy of infrared radiation therapy on chronic low back pain: a case study of National Orthopaedic Hospital, Enugu, South East, Nigeria. *The Nigerian Health Journal*, 15(4), p. 155. <https://doi.org/10.60787/tnhj.v15i4.241>.

Qin, B., Fu, S.-J., Xu, X.-F., Yang, J.-J., Wang, Y., Wang, L.-N., Huang, B.-X., Zhong, J., Wu, W.-Y., Lu, H.-A., Law, B.Y.K., Wang, N., Wong, I.N. & Wong, V.K.W., 2024. Far-infrared radiation and its therapeutic parameters: A superior alternative for future regenerative medicine? *Pharmacological Research*, 208, p. 107349. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2024.107349>.

Page, M.J., Moher, D., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P. & McKenzie, J.E., 2021. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(160), pp. 1-30. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>.

Polit, D.F. & Beck, T.C., 2021. *Nursing Research: generating and assessing evidence for nursing practice*. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer.

Skela-Savič, B., Pesjak, K. & Hvalič-Touzery, S., 2017. Low back pain among nurses in Slovenian hospitals: cross-sectional study. *International nursing review*, 64(4), pp. 544-551. <https://doi.org/10.1111/inr.12376>.

Tsagkaris, C., Papazoglou, A.S., Eleftheriades, A., Tsakopoulos, S., Alexiou, A., Găman, M.A. & Moysidis, D.V., 2022. Infrared Radiation in the Management of Musculoskeletal Conditions and Chronic Pain: A Systematic Review. *European Journal of Investigative Health Psychology and Education*, 12(3), pp. 334-343. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8946909>.

Tsai, S.R. & Hamblin, M.R., 2017. Biological effects and medical applications of infrared radiation. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 170, pp. 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.04.014>.

Trouvin, A.P. & Perrot, S., 2019. New concepts of pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 33(3), p. 101415. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521694219300610>.

Turk, Z., Vauhnik, R. & Micetić-Turk, D., 2011. Prevalence of nonspecific low back pain in schoolchildren in north-eastern Slovenia. *Collegium antropologicum*, 35(4), pp. 1031-1035.

Zerbo Šporin, D., Kozinc, Ž., Prijon, T. & Šarabon, N., 2021. The Prevalence and Severity of Sick Leave due to Low Back Disorders among Workers in Slovenia: Analysis of National Data across Gender, Age and Classification of Economic Activities. *International journal of environmental research and public health*, 19(1), p. 131. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010131>.