



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

Diplomsko delo
visokošolskega strokovnega študijskega programa prve stopnje
FIZIOTERAPIJA

**POMEN TERAPEVTSKE VADBE PRI
PACIENTIH Z NEURODEGENERATIVNIMI
BOLEZNIMI – PREGLED LITERATURE**

**THE IMPORTANCE OF THERAPEUTIC
EXERCISE IN PATIENTS WITH
NEURODEGENERATIVE DISEASES: A
LITERATURE REVIEW**

Mentorica: dr. Monika Zadnikar, viš. pred.

Kandidatka: Ana Celec

Jesenice, marec, 2024

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici dr. Moniki Zadnikar, viš. pred., za vso pomoč, potrpežljivost in napotke v času pisanja in oblikovanja diplomskega dela.

Zahvaljujem se izr. prof. dr. Mirni Macur za recenzijo ter učiteljici slovenščine Mariji Jerše za lektoriranje.

Največja zahvala gre staršem za podporo in omogočitev študija.

Prav tako sem hvaležna za vso podporo ostale družine, prijateljev, sošolcev in partnerja.

POVZETEK

Teoretična izhodišča: Zaradi naraščajočega števila starejše populacije so postale nevrodegenerativne bolezni in druge nevrološke motnje eden izmed glavnih vzrokov za preučevanje in izvajanje obravnav v nefrofizioterapiji, s katero vplivamo na kvaliteto življenja posameznikov z le-temi. Terapevtska vadba je sestavni del fizioterapije, zato je smiselno raziskati in razumeti njene učinke na nevrodegenerativna obolenja.

Cilj: Ugotoviti učinkovitost terapevtske vadbe pri pacientih z nevrodegenerativnimi boleznimi in možnost upočasnitve njihovega napredovanja.

Metoda: V raziskovanju smo pregledali strokovno in znanstveno literaturo, objavljeno v obdobju od 2013 do 2023. Pregledali smo podatkovne baze PubMed, PEDro, COBISS in Google Učenjak, pri čemer smo kombinirali ključne besede v slovenskem in angleškem jeziku: »nevrodegenerativne bolezni«, »neurodegenerative diseases«, »terapevtska vadba«, »therapeutic exercise«, »Alzheimerjeva bolezen«, »Alzheimer's disease«, »Parkinsonova bolezen«, »Parkinson's disease«, »Huntingtonova bolezen«, »Huntington's disease« z Boolovim operatorjem IN oziroma AND. Zadetke smo izbirali z omejitvenimi kriteriji: leto objave, vsebinska ustreznost, članki s celotnim besedilom, slovenski in angleški jezik.

Rezultati: Od 1987 dobljenih zadetkov smo v končni pregled vključili 12 znanstvenih in strokovnih člankov, ki so ustrezali vsem kriterijem. Z vsebinsko analizo smo oblikovali 59 kod in jih razporedili v tri vsebinske kategorije: vrsta terapevtske vadbe in druge metode in tehnike pri rehabilitaciji nevrodegenerativnih bolezni, učinki terapevtske vadbe in drugih terapevtskih metod in tehnik na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi in spremembe v možganih, ki nastanejo kot posledica terapevtske vadbe.

Razprava: Terapevtska vadba se je izkazala za učinkovito metodo zmanjšanja motoričnih, senzoričnih, kognitivnih in duševnih simptomov nevrodegenerativnih obolenj, saj ohranja funkcionalno sposobnost in samostojnost ter izboljša kvaliteto življenja pacientov. Učinki terapevtske vadbe pozitivno učinkujejo na procese v možganih in izboljšanje funkcij, kar posledično vpliva na upočasnitev nevrodegeneracije.

Ključne besede: Parkinsonova bolezen, Alzheimerjeva bolezen, Huntingtonova bolezen, fizioterapija, nevrodegeneracija

SUMMARY

Theoretical background: With the rising elderly population, neurodegenerative diseases and other neurological disorders have become the main areas for studying and implementing interventions in neurophysiotherapy, aiming to influence the quality of life of individuals affected by these conditions. Since therapeutic exercise is an integral part of physiotherapy, it is pertinent to explore and understand its effects on neurodegenerative diseases.

Aims: This study aims to determine the effects of therapeutic exercise on patients with neurodegenerative diseases and evaluate its potential to slow down their progression.

Methods: In our research, we conducted a review of professional and scientific literature published between 2013 and 2023. We searched in PubMed, PEDro, COBISS, and Google Scholar databases and used Boolean operator AND to combine the following keywords: “neurodegenerative diseases”, “therapeutic exercise”, “Alzheimer's disease”, “Parkinson's disease”, “Huntington's disease”. We restricted results based on inclusion and exclusion criteria: year of publication, relevance of content, availability of articles in full text, and availability in Slovenian or English language.

Results: From an initial pool of 1,987 results we selected 12 scientific and professional articles that met all criteria. By employing content analysis, we identified 59 codes and categorized them into three thematic categories: (i) types of therapeutic exercise and other methods and techniques in the rehabilitation of neurodegenerative diseases, (ii) effects of therapeutic exercise and other therapeutic methods and techniques on patients with neurodegenerative diseases, and (iii) changes in the brain resulting from therapeutic exercise.

Discussion: Therapeutic exercise has been proven to be an effective method in reducing motor, sensorimotor, cognitive and mental symptoms of neurodegenerative diseases. The intervention preserves functional independence and improves the quality of patients' lives. The impact of therapeutic exercise has been proven to positively influence brain processes and could potentially contribute to slowing neurodegeneration.

Key words: Parkinson's disease, Alzheimer's disease, Huntington's disease, physiotherapy, neurodegeneration

KAZALO

1 UVOD	1
1.1 FIZIOLOGIJA NASTANKA NEVRODEGENERACIJE.....	1
1.2 NEVRODEGENERATIVNE BOLEZNI.....	2
1.3 TERAPEVTSKA VADBA PRI NEVRODEGENERATIVNIH BOLEZNIH	4
2 EMPIRIČNI DEL.....	7
2.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVANJA.....	7
2.2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA.....	7
2.3 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA.....	7
2.3.1 Metode pregleda literature.....	8
2.3.2 Strategija pregleda zadetkov.....	8
2.3.3 Opis obdelave podatkov pregleda literature	10
2.3.4 Ocena kakovosti pregleda literature	10
2.4 REZULTATI.....	11
2.4.1 PRISMA diagram	11
2.4.2 Prikaz rezultatov po kodah in kategorijah	21
2.5 RAZPRAVA.....	22
2.5.1 Omejitve raziskave	33
2.5.2 Doprinos za prakso ter priložnosti za nadaljnje raziskovalno delo	33
3 ZAKLJUČEK	35
4 LITERATURA	36

KAZALO SLIK

Slika 1: PRISMA diagram.....	12
------------------------------	----

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz rezultatov pregleda literature.....	9
Tabela 2: Ocena kakovosti literature	11
Tabela 3: Tabelarični prikaz rezultatov	12
Tabela 4: Razporeditev kod po kategorijah.....	21
Tabela 5: Prikaz učinkovitosti terapevtske vadbe za posamezno bolezen	31

SEZNAM KRAJŠAV

FZAB	Fakulteta za zdravstvo Angele Boškin
DALY	ang. »disability-adjusted life years« oz. invalidnosti prilagojena leta življenja
YLL	ang. »years of life lost« oz. izgubljena leta življenja
YLD	ang. »years lived with disability« oz. leta življenja z invalidnostjo
WHO	»World health organization« oz. Svetovna zdravstvena organizacija
ALS	amiotrofična lateralna skleroza
PB	Parkinsonova bolezen
NIH	»National Institute of Health« oz. Nacionalni inštituti za zdravje
HB	Huntingtonova bolezen
MAO-B	ang. »Monoamine oxidase B« oz. Monoamin oksidaza B
PASL MRI	ang. »pulsed arterial spin labeling magnetic resonance imaging« oz. magnetno resonančno slikanje z označevanjem pulznega arterijskega spina
APP	ang. »Amyloid Precursor Protein« oz. amiloidni prekursorjski protein

1 UVOD

Nevrološke motnje oziroma obolenja iz dneva v dan postajajo ene izmed večjih vzrokov za smrt in invalidnost. Leta 2016 so različne fakultete in inštituti (nevrološki sodelavci – GBD 2016 Neurology Collaborators) izvedli sistematično analizo, s katero so ugotavljali, kakšno breme so dejansko nevrološke bolezni globalno, regionalno in nacionalno (Feign, et al., 2016). Ocenjevali so prevalenco, incidenco, število smrti, število življenjskih let, prilagojenih invalidnosti (v nadaljevanju DALY), vsoto izgubljenih let življenja zaradi bolezni (v nadaljevanju YLL), ter skupno število let, preživetih z invalidnostjo (v nadaljevanju YLD) pri 15 različnih nevroloških obolenjih. Ugotovili so, da so bile v letu 2016 nevrološke bolezni glavni razlog za DALY in takoj za srčnimi obolenji drugi najpogostejši vzrok za smrt (Feign, et al., 2016). Svetovna zdravstvena organizacija (v nadaljevanju WHO) navaja, da je splošno globalno breme nevroloških in nevrološko-razvojnih bolezni visoko, približno 70 % bremena pa nosijo države z nizkimi in srednjimi dohodki. Nevrološke bolezni predstavljajo vodilni vzrok izgubljenih DALY in so odgovorne za približno 9 milijonov smrti letno. K največji izgubi k nevrološkim DALY v letu 2016 so največ pripomogle naslednje bolezni: možganska kap (42,2 %), migrena (16,3 %), demenca (10,4 %), meningitis (7,9 %) in epilepsija (5 %), Parkinsonova bolezen je zaradi vedno starejše populacije najhitreje rastoča nevrološka motnja (World Health Organisation (WHO), 2023). Naraščanje števila ljudi z nevrodegenerativnimi boleznimi je že in se bo še stopnjeval pritisk na družbe in njihove zdravstvene sisteme (Feign, et al., 2016).

1.1 FIZIOLOGIJA NASTANKA NEVRODEGENERACIJE

O nevrodegeneraciji govorimo, kadar gre za progresivno disfunkcijo oziroma okvaro nevronov v centralnem živčnem sistemu. Je proces, pri katerem nevroni v možganih ali drugih delih živčnega sistema postopoma izgubljajo funkcijo in odmirajo, kar v večini primerov privede do razvoja nevroloških bolezni, kot so Alzheimerjeva bolezen, multipla skleroza, Parkinsonova bolezen, Huntingtonova bolezen, amiotrofična lateralna skleroza (ALS) in druge. Z napredovanjem degeneracije in odmiranjem živčnih celic pride do primarnih in sekundarnih okvar v motorični kontroli, ravnotežju, koordinaciji in moči,

kar povzroči funkcionalno oviranost, izgubo samostojnosti in upad kognitivnih funkcij. Vse naštetu vpliva na samo kvaliteto življenja pacientov (Hojs Fabjan, 2020). Nevrodegeneracija je prisotna pri večini bolezni osrednjega živčevja. Osnovna patološka značilnost nevrodegeneracije je izguba funkcije in strukture nevronov, ki vodi v propad teh nenadomestljivih celic, posledično pride do razrasta podpornega možganskega tkiva. To imenujemo tudi reaktivna astroglioza, ki je fiziološki odgovor tkiva v predelu možganskih lezij, nastalih po možganski kapi in v sklopu multiple skleroze. Lahko gre tudi za napredujoči proces, ki je značilen za nevrodegenerativne bolezni (Potočnik, 2020).

1.2 NEVRODEGENERATIVNE BOLEZNI

Nevrodegenerativne bolezni so v osnovi povezane s staranjem prebivalstva, kot denimo Alzheimerjeva in Parkinsonova bolezen, lahko pa so povezane z genetskimi motnjami, kot so Huntingtonova bolezen in spinocerebralne ataksije, povzročene s prioni. Njihov klinični fenotip je raznolik in se med boleznimi pogosto prikriva. Nekatere povzročijo predvsem okvaro spoznavnih sposobnosti, druge vplivajo na motnje gibanja, v večini pa gre za kombinacijo okvar različnih funkcionalnih sistemov (Potočnik, 2020). Proces nevrodegeneracije je kompleksen preplet patoloških mehanizmov, njihov končni rezultat je izguba funkcije, smrt živčnih celic in reaktivna astroglioza. Bolezenski proces se razlikuje od možganske degeneracije v predelu omenjenih lezij, povzročenih zaradi znanih patofizioloških mehanizmov – hipoksije, okužbe, avtoimunosti in strupov (Potočnik, 2020).

Parkinsonova bolezen (PB) je kronična, napredujoča, nevrodegenerativna bolezen možganov, ki sčasoma povzroči motnje hoje in ravnotežja. Prizadene centralni del možganov, tako imenovano črno jedro (*substantia nigra*), posledica tega je manjša proizvodnja neurotransmitterja dopamina. Pri bolezni gre za degenerativno stanje možganov, ki je povezano predvsem z motoričnimi težavami (počasni gibi, tresenje, togost, hoja in motnje ravnotežja). Za bolezen je znan tudi širok spekter nemedicinskih zapletov, kot so kognitivne motnje, motnje duševnega zdravja, motnje spanja, bolečina in druge senzorične motnje (WHO, 2022). Spremenjen vzorec hoje zaznamujejo počasni, kratki in podrsavajoči koraki, sključena drža, zmanjšano ali odsotno gibanje rok, težave

s pričetkom hoje in z obračanjem ter zmanjšan obseg gibljivosti v sklepih spodnjih udov (Hernja Rumpf, 2020). V napredovani fazi postane bolezen težje obvladljiva, saj peroralna zdravila kljub številnim kombinacijam ne učinkujejo dovolj. Pojavijo se motorična nihanja, nehoteni gibi, izrazitejše pa so tudi nemotorične težave (Ornik Košan, 2020).

WHO Alzheimerjevo demenco opredeljuje kot nevrodegenerativno bolezen, ki prizadene možgane, povzroča izgubo spomina, težave pri običajnih vsakodnevnih dejavnostih ter spremembe v razpoloženju in vedenju. Je najpogostejša oblika demence po vsem svetu in predstavlja 60–80 % vseh primerov demence. Globalno prizadene približno 24 milijonov ljudi. Čeprav je Alzheimerjeva demenca načeloma bolezen starejših, se, čeprav redkeje, lahko pojavi tudi pri mlajših osebah. Pogostost bolezni se izrazito povečuje z višjo starostjo, pri čemer je pri starosti med 65 in 85 let opažen več kot 15-kratni porast (Erikkiken, et al., 2018). Znaki in simptomi bolezni se običajno pojavijo postopoma, po navadi se začnejo s težavo spominjanja nedavnih dogodkov, nato pa se pričnejo pojavljati tudi druge spremembe; v spominu, razmišljanju, jeziku in vedenju (WHO, 2023). Tako kot vse vrste demenc tudi Alzheimerjeva močno prizadene posameznika, njegove svojce in širšo družbo. Povezana je s poslabšanjem zdravstvenega stanja, upadom kakovosti življenja, tako obolelega kot njegovih svojcev, s številnimi preprekami, socialno izključenostjo, prikrajšanostjo, nerazumevanjem, strahom, nepoznavanjem, s stigmo, ki običajno zavira zgodnje diagnosticiranje demence in njeno zdravljenje. Demenca je trenutno med največjimi zdravstvenimi, socialnimi in finančnimi izzivi sodobne družbe. Ocene razširjenosti demence v Sloveniji se gibljejo od najmanj 22.822 primerov demence leta 2006 do največ 43.038 primerov leta 2019. Potrebno pa je upoštevati tudi, da se bo problematika v prihodnje še poslabševala, saj se vzporedno s podaljševanjem življenjske dobe povečuje tudi število primerov demence (Lovrečič, et al., 2022).

NIH (National Institute of Neurological Disorders and Stroke) Huntingtonovo bolezen (HB) opisuje kot dedno bolezen, ki povzroča postopno razgradnjo in odmiranje nevronov v delih možganov. Bolezen napada področja možganov, ki pomagajo pri nadzoru prostovoljnega oziroma namernega gibanja, prizadeta pa so tudi druga področja. Motorični simptomi HB se običajno pojavijo v zgodnjih fazah bolezni in vključujejo

horeo (nenamerno gibanje), distonijo (nenormalen mišični tonus) in bradikinezijo (počasnost gibanja). Horea je najbolj značilen motorični simptom HB in se kaže kot nenadzorovano krčenje mišic, ki povzroča nenamerno gibanje okončin, obraza ali trupa (McColan & Tabrizi, 2018). Horea ali vidiovica je v Slovenskem medicinskem slovarju opredeljena kot bolezen bazalnih ganglijev, ki se kaže s sunkovitimi nekoordiniranimi zgibki telesa in grimasiranjem. Distonija se kaže kot nenormalen mišični tonus, ki lahko povzroči nepravilno telesno držo ali nenavadne položaje telesa, bradikinezija pa se kaže kot upočasnjeno gibanje. Poleg motoričnih simptomov pa so pri HB značilni tudi kognitivni simptomi (poslabšanje spomina, pozornosti in izvršilnih funkcij – načrtovanje, organiziranje, izvajanje ciljno usmerjenih aktivnosti) in psihiatrični simptomi (depresija, anksioznost, razdražljivost in apatija) (McColan & Tabrizi, 2018). Glede na vir (McColan & Tabrizi, 2018) je pogostost HB 10,6–13,7 posameznikov na 100.000 v zahodnih populacijah, torej gre za redko bolezen.

Nevrodegenerativne bolezni so neozdravljive, zdravljenje je simptomatsko (Hojs Fabjan, 2020). Zdravljenje nevrodegenerativnih bolezni je običajno usmerjeno v lajšanje simptomov in upočasnitev napredovanja bolezni. Farmakoterapija, kot so levodopa, agonisti dopamina in inhibitorji MAO-B, je pogosto prva izbira zdravljenja. Poleg farmakoterapije se uporabljajo tudi druge vrste terapij, kot so globoka možganska stimulacija, fizioterapija, logopedija in psihološka podpora (Ornik Košan, 2020).

1.3 TERAPEVTSKA VADBA PRI NEVRODEGENERATIVNIH BOLEZNIH

Terapevtska vadba je vrsta vadbe, ki se uporablja kot del zdravljenja ali rehabilitacije po poškodbah ali boleznih. Namen terapevtske vadbe je izboljšati funkcionalnost in zmanjšati bolečine v telesu, prav tako pa učinkuje tudi na rast novih živčnih celic in povezav v možganih, kar izboljšuje učenje, spomin in plastičnost možganov. Na možgane učinkuje na anatomski, celični in molekularni ravni. Izboljša pretok krvi v možganih in zmanjša vnetje, kar lahko prispeva k zmanjšanju tveganja za nevrodegenerativne bolezni, kot je Alzheimerjeva bolezen. Ima pozitiven učinek na razpoloženje in zmanjšuje stres ter tesnobo. Lahko predstavlja strategijo za preprečevanje in zdravljenje Alzheimerjeve

in drugih nevrodegenerativnih boleznih. Aktivira potencialne zaščitne mehanizme za staranje možganov, vključno z angiogenezo (razvoj žil), nevrogenezo (razvoj živčevja), sinaptogenezo (razvoj sinaps) in stimulacijo nevrotrofičnih faktorjev (De la Rosa, et al., 2020). Med optimalno terapevtsko vadbo za paciente z nevrodegenerativnimi obolenji štejemo aerobno vadbo, vadbo proti uporabi za izboljšanje mišične moči, vadbo za ravnotežje in vadbo za gibljivost (Liu, et al., 2019). Aerobna vadba vključuje neprekinjene, ritmične gibe večjih mišičnih skupin, kot so tek, hoja, kolesarjenje ali plavanje, izboljša kardiovaskularno kondicijo, poveča pretok krvi v možgane ter poveča nevroplastičnost in nevrogenezo v različnih predelih možganov. Poleg tega je povezana z izboljšanjem kognitivnih funkcij, kot so pozornost, spomin, izvršilne funkcije in hitrost obdelave informacij. Stroka priporoča, da naj odrasli zmerno intenzivno aerobno vadbo izvajajo vsaj 150 minut za optimalne zdravstvene učinke (Liu, et al., 2019). Vadba proti uporabi oziroma vadba za moč vključuje gibanje proti uporabi s pomočjo pripomočkov (uteži, elastike) ali z lastno telesno težo za krepitev mišične moči in vzdržljivosti. Vadba proti uporabi ima pozitivni učinek na mišično maso, kostno gostoto in presnovno zdravje pri starejših. Prav tako pa je bila, tako kot aerobna vadba, povezana z izboljšanjem kognitivnih funkcij. Smernice priporočajo, naj se odrasli s to vrsto vadbe ukvarjajo vsaj dvakrat tedensko (Liu, et al., 2019). Vadba za ravnotežje vključuje počasne in nadzorovane gibe, ki izzivajo ravnotežje in stabilnost telesa. Sem sodijo vaje, kot so stoja na eni nogi, stoja na različnih podpornih ploskvah, različne vrste stoje, različne oblike hoje ter joga. Ta vrsta vadbe pomaga pri izboljšanju telesne drže in nadzora nad svojim telesom, izboljša kognitivne funkcije in propriopcijo. Ena izmed pomembnejših pozitivnih učinkov vadbe za ravnotežje je zmanjševanje tveganja za padce. Padci predstavljajo pomembno zdravstveno težavo za večino starejše populacije, sploh pa za paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi. Z redno vadbo za ravnotežje starejši ohranjajo ravnotežje in stabilnost med vsakodnevnimi dejavnostmi (hoja, vstajanje s stola, doseganje predmetov). Priporočljivo je, da se za preprečevanje padcev vadbo izvaja vsaj dva dneva na teden (Liu, et al., 2019). Vadba za gibljivost je vrsta telesne dejavnosti, ki vključuje raztezanje in podaljševanje mišic ter sklepov do polnega obsega giba in zadrževanje razteza za določen čas. Je optimalna vrsta vadbe za izboljšanje obsega giba in premičnosti oz. ohranjanje le-teh. Povezana je z zmanjševanjem tveganja za poškodbe, izboljšanjem telesne drže in kognitivnimi funkcijami. Vadba za gibljivost se lahko izvaja

kot del ogrevanja ali ohlajanja pred vadbo ali po drugih vrstah vadbe (aerobna vadba, vadba za moč). Primeri raztezanja so dinamično, statično in balistično raztezanje, bolj popularna oblika vadbe za gibljivosti v zadnjem času pa je joga (Liu, et al., 2019).

Na podlagi pregledane literature lahko trdimo, da so nevrodegenerativne bolezni globalni problem, ki se bo z vse daljšo življenjsko dobo v prihodnjih letih samo povečeval. Raziskave kažejo, da ima terapevtska vadba pozitiven učinek na nevrodegenerativne bolezni, zato smo podrobneje raziskali njene učinke. Tako lahko razvijemo učinkovitejše terapevtske strategije za preprečevanje in zdravljenje teh bolezni, poleg tega bo pregled literature pripomogel fizioterapevtom in drugim zdravstvenim ter strokovnim delavcem pri razumevanju mehanizmov, ki stojijo za ugodnimi učinki vadbe. Dodatno razumevanje prispeva k boljšemu obravnavanju nevrodegenerativnih bolezni in posledično izboljšanju kakovosti življenja pacientov z omenjenimi boleznimi.

2 EMPIRIČNI DEL

V diplomskem delu smo preučili in analizirali pomen terapevtske vadbe na nevrodegenerativne bolezni.

2.1 NAMEN IN CILJI RAZISKOVANJA

Namen diplomskega dela je s pregledom literature predstaviti učinkovitost terapevtske vadbe pri treh nevrodegenerativnih boleznih: Parkinsonovi bolezni, Alzheimerjevi bolezni in Huntingtonovi bolezni.

Cilji diplomskega dela:

- preučiti pomen terapevtske vadbe na nevrodegenerativne bolezni,
- ugotoviti ali terapevtska vadba s svojimi učinki lahko upočasni nevrodegenerativne bolezni.

2.2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

S pregledom literature bomo odgovorili na naslednji raziskovalni vprašanji:

1. Na kakšen način terapevtska vadba učinkuje na nevrodegenerativne bolezni?
2. Kako terapevtska vadba lahko upočasni napredovanje nevrodegenerativne bolezni?

2.3 RAZISKOVALNA METODOLOGIJA

V diplomskem delu smo izvedli deskriptivno metodo pregleda strokovne in znanstvene literature.

2.3.1 Metode pregleda literature

V raziskovanju smo uporabili pregled slovenske in tuje literature, objavljene v obdobju od leta 2013 do leta 2023. Pregledali smo podatkovne baze PubMed, PEDro, COBISS in Google Učenjak, pri čemer smo uporabili ključne besede v slovenskem in angleškem jeziku: »nevrodegenerativne bolezni«, »terapevtska vadba«, »Alzheimerjeva bolezen«, »Alzheimerjeva demenca«, »Parkinsonova bolezen«, »Huntingtonova bolezen«; »neurodegenerative diseases«, »therapeutic exercise«, »Alzheimer's disease«, »Alzheimer's dementia«, »Parkinson's disease« in »Huntington's disease«.

V podatkovnih bazah Google Scholar in Pubmed je bil za ustrežnejše vire in manjše število zadetkov uporabljen Boolov operator: »IN« oz. »AND«. Zadetke smo izbirali z omejitvenimi kriteriji: leto objave, vsebinska ustreznost, članki s celotnim besedilom, prosto dostopni, slovenski in angleški jezik.

2.3.2 Strategija pregleda zadetkov

Zadetke smo pregledali in jih prikazali shematsko s PRISMA diagramom v sliki 1 (Page, et al., 2021). Prav tako smo rezultate prikazali na tabelarični način, v katerem smo navedli število zadetkov glede na ključno besedo za posamezno podatkovno bazo ter koliko zadetkov smo pregledali v polnem besedilu. V strategiji iskanja v podatkovnih bazah smo skupno dobili 1987 zadetkov, v nadaljnjo analizo smo jih uvrstili 42. Po pregledu izvlečkov raziskav smo pridobili potencialno ustreznih 21 zadetkov ter izključili 21 zadetkov, ki niso ustrezali vsebinsko. Dve raziskavi sta se ponovili, zato smo ju izključili in v nadaljevanju ob podrobnem pregledu polnega besedila vključili 19 člankov. Po podrobnem branju smo izključili še 7 zadetkov, ki niso zajeli naših kriterijev in 12 zadetkov, ki so ustrezali vsem kriterijem, uvrstili v končno analizo (slika 1). Podrobnejši iskalni nizi in zadetki so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Prikaz rezultatov pregleda literature

Podatkovna baza	Ključne besede	Število zadetkov	Izbrani zasedki za pregled v polnem besedilu	Izbrani zasedki za končno analizo po pregledu v polnem besedilu
Google Scholar	“therapeutic exercise” AND “neurodegenerative diseases”	350	9	1
	“therapeutic exercise” AND “Alzheimer’s disease”	315	4	2
	“therapeutic exercise” AND “Alzheimer’s dementia”	16	1	0
	“therapeutic exercise” AND “Parkinson’s disease”	858	5	2
	“therapeutic exercise” AND “Huntington’s disease”	59	4	1
	“terapevtska vadba” IN “neurodegenerativne bolezni”	0	0	0
	“terapevtska vadba” IN “Alzheimerjeva bolezen”	1	0	0
	“terapevtska vadba” IN “Alzheimerjeva demenca”	0	0	0
	“terapevtska vadba” IN “Parkinsonova bolezen”	93	1	0
	“terapevtska vadba” IN “Huntingtonova bolezen”	5	0	0
	terapevtska vadba pri neurodegenerativnih boleznih	57	1	0
PubMed	“therapeutic exercise” AND “neurodegenerative diseases”	0	0	0
	“therapeutic exercise” AND “Alzheimer’s disease”	1	1	1
	“therapeutic exercise” AND “Alzheimer’s dementia”	0	0	0
	“therapeutic exercise” AND “Parkinson’s disease”	2	1	0
	“therapeutic exercise” AND “Huntington’s disease”	1	1	0
PEDro	Therapeutic exercise and neurodegenerative diseases	0	0	0
	Therapeutic exercise and Parkinson’s disease	32	8	5
	Therapeutic exercise and Alzheimer’s disease	12	3	0
	Therapeutic exercise and Alzheimer’s dementia	6	0	0
	Therapeutic exercise and Huntington’s disease	2	0	0
COBISS	Therapeutic exercise and neurodegenerative diseases	29	2	0
	Therapeutic exercise and Parkinson’s disease	41	0	0
	Therapeutic exercise and Alzheimer’s disease	39	1	0
	Therapeutic exercise and Alzheimer’s dementia	17	0	0

Podatkovna baza	Ključne besede	Število zadetkov	Izbrani zadetki za pregled v polnem besedilu	Izbrani zadetki za končno analizo po pregledu v polnem besedilu
	Therapeutic exercise and Huntington's disease	11	0	0
	Terapevtska vadba in nevrodegenerativne bolezni	6	0	0
	Terapevtska vadba in Parkinsonova bolezen	12	0	0
	Terapevtska vadba in Alzheimerjeva bolezen	9	0	0
	Terapevtska vadba in Alzheimerjeva demenca	9	0	0
	Terapevtska vadba in Huntingtonova bolezen	4	0	0
SKUPAJ		1987	42	12

2.3.3 Opis obdelave podatkov pregleda literature

S ključnimi besedami smo pridobljene vire analizirali in opisali po kvalitativni deskriptivni metodi. Prvo branje smo izvedli glede na ustrezen naslov in datum izdaje raziskave med letom 2013 in letom 2023. Drugo branje je bilo izvedeno po branju izvlečkov, tretje pa po temeljitem pregledu celotnega članka ter iskanju in označevanju podatkov, ki so se tematsko skladali z našimi raziskovalnimi vprašanji. Nato je sledil proces odprtega kodiranja (Kordeš & Smrdu, 2015). Med analizo izbranih strokovnih virov smo iskali izključno vsebino, ki se ujema z našimi cilji.

2.3.4 Ocena kakovosti pregleda literature

Kakovost pregleda literature smo določili po Polit & Beck (2021), ki sta hierarhijo dokazov razdelila na osem nivojev (tabela 2). Naš cilj je bil, da v diplomsko delo vključimo čim več virov visokega nivoja. Tako je bilo izmed 12 znanstvenih virov, ki smo jih zajeli v končni pregled literature, največ raziskav v nivoju 2: posamezne randomizirane klinične raziskave (6), sledile so raziskave, zajete v nivo 1: sistematični pregledi in metaanalize randomiziranih kliničnih raziskav (5) in v nivo 3: nerandomizirane klinične raziskave (kvazi eksperimenti) je bila zajeta ena nerandomizirana klinična raziskava.

Tabela 2: Ocena kakovosti literature

Nivo	Hierarhija dokazov	Število vključenih strokovnih besedil
Nivo 1	Sistematični pregledi in metaanalize randomiziranih kliničnih raziskav	5
Nivo 2	Posamezne randomizirane klinične raziskave	6
Nivo 3	Nerandomizirane klinične raziskave (kvazi eksperimenti)	1
Nivo 4	Sistematični pregledi neeksperimentalnih raziskav	0
Nivo 5	Neeksperimentalne/opazovalne raziskave	0
Nivo 6	Sistematični pregledi/metasinteze kvalitativnih raziskav	0
Nivo 7	Kvalitativne/opisne raziskave	0
Nivo 8	Neraziskovani viri (mnenja ...)	0

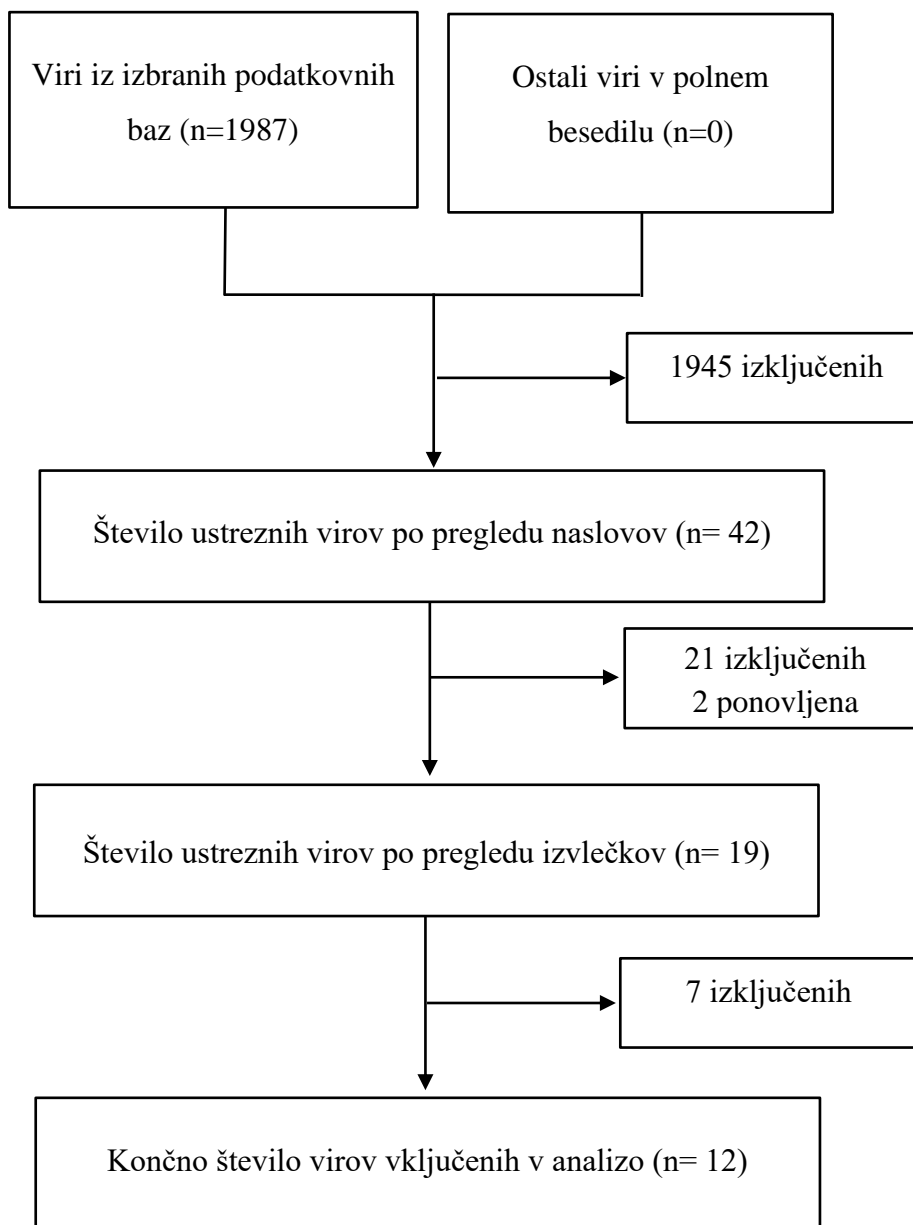
(Polit & Beck, 2021)

2.4 REZULTATI

Rezultati so v nadaljevanju prikazani tako shematsko kot tudi vsebinsko.

2.4.1 PRISMA diagram

S prizma diagramom (slika 1) smo prikazali potek iskanja strokovne in znanstvene literature ter kako smo prišli do končnega števila vključenih zadetkov. S ključnimi besedami smo skupno pridobili 1987 virov v polnem besedilu naslova. Na podlagi omejitvenih kriterijev smo izključili 1945 virov in za nadaljnjo obravnavo obdržali 42 virov. Po pregledu izvlečkov smo izključili 21 virov, 2 raziskavi sta se ponovili. Ostalo nam je 19 virov, ki smo jih po temeljiti analizi v polnem besedilu izključili še 7, tako da smo v končni analizi obdržali 12 virov (slika 1).

**Slika 1: PRISMA diagram**

(Page, et al., 2021)

V tabeli 3 so predstavljena ključna spoznanja avtorjev, ki smo jih izbrali za končni pregled. Navedeni so avtor, leto raziskave, uporabljena metodologija, vzorec in ključna spoznanja, do katerih so prišli v času raziskovanja.

Tabela 3: Tabelarični prikaz rezultatov

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
da Silva, et al., 2018	Sistematični pregled literature	9 randomiziranih, kontroliranih raziskav Nevrodegenerativne bolezni skupno 256 udeležencev starih med 59 in 74,4 letom tri so bile izvedene v Kanadi, dve v ZDA, dve v Braziliji, ena v Italiji in ena v Avstraliji	Bolezen: Parkinsonova Vrsta terapije: kombinacija kognitivnega in motoričnega treninga; <ul style="list-style-type: none"> - vaje z Wii Fit (vadba preko video igre), - aerobna vadba, - vadba z utežmi, - vadba za ravnotežje, - ples, - tai chi. Raziskovana področja učinkovitosti vadbe: kognitivna funkcija. Ugotovitve: <ul style="list-style-type: none"> - raziskave so pokazale, da so pacienti, ki so sodelovali v programih telesne vadbe, dosegli izboljšanje kognitivnih funkcij (pozornost, delovni spomin, izvršilne funkcije in vizualno-prostorske sposobnosti), medtem ko jih pacienti v kontrolni skupini niso dosegli. - programi telesne vadbe, ki so vključevali vadbo za moč in ravnotežje, aerobno vadbo, terapevtsko plesno vadbo in tai chi so pokazali pozitivne učinke na kognitivno funkcijo pacientov s Parkinsonovo boleznijo. Upočasnitev bolezni: ni omenjeno.
Dauwan, et al., 2019	Metaanaliza 122 kontroliranih randomiziranih raziskav	122 raziskav skupno 7231 pacientov Alzheimerjeva bolezen povprečna starost vseh udeležencev 57,8 let (med 15,4 do 83,0 letom) Nizozemska	Bolezen: Alzheimerjeva Vrsta terapije: <ul style="list-style-type: none"> - aerobna vadba, - nevrološka vadba, - vadba proti uporu. Raziskovana področja učinkovitosti vadbe: <ul style="list-style-type: none"> - kvaliteta življenja, - simptomi depresije, - pozornost in delovni spomin, - izvršilna funkcija, - spomin, - motorične sposobnosti, - verbalna tekočnost, - globalna kognitivne funkcije. Ugotovitve: <ul style="list-style-type: none"> - vadba je imela največji učinek na simptome depresije,

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			<ul style="list-style-type: none"> - srednji učinek na motorične sposobnosti in kvaliteto življenja, - majhen učinek na pozornost in delovni spomin, globalno kognitivne funkcije ter verbalno tekočnost, - minimalni učinek na izvršilno funkcijo in spomin. <p>Upočasnitev bolezn: Čeprav so posamezne raziskave namigovale, da bi lahko vadba upočasnila potek bolezn, sama metaanaliza tega ni potrdila, saj je na tem področju dokazov še premalo.</p> <hr/> <p>Bolezen: Parkinsonova Vrsta terapije: naštete zgoraj Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kvaliteta življenja, - simptomi depresije, - pozornost in delovni spomin, - izvršilna funkcija, - globalno kognitivne funkcije. <p>Ugotovitve:</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - vadba je imela največji učinek na globalno kognitivne funkcije, - srednji učinek na pozornost in delovni spomin, - majhen učinek na kvaliteto življenja in izvršilno funkcijo, - minimalen učinek na simptome depresije. <hr/> <p>Upočasnitev bolezn: Čeprav so nekatere posamezne raziskave namigovale, da bi lahko vadba upočasnila potek bolezn, sama metaanaliza tega ni potrdila, saj je na tem področju dokazov še premalo.</p> <hr/> <p>Bolezen: Huntingtonova Vrsta terapije: naštete zgoraj Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kvaliteta življenja, - simptomi depresije, - globalno kognitivne funkcije. <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - srednji učinek je vadba imela na simptome depresije, - majhen učinek pa na kvaliteto življenja in globalno kognitivne funkcije. <p>Upočasnitev bolezn: Čeprav so nekatere posamezne raziskave</p>

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			namigovale, da bi lahko vadba upočasnila potek bolezni, sama metaanaliza tega ni potrdila, saj je na tem področju še premalo dokazov.
Fernandez-del-Olmo, et al., 2014	Randomizirana kontrolirana pilotna raziskava	22 pacientov Parkinsonova bolezen 13 moških in 9 žensk povprečna starost 58,72 let Španija	Bolezen: Parkinsonova Vrsta terapije: - hoja na trenažerju, - hoja po tleh. Raziskovana področja učinkovitosti vadbe: - ekonomija hoje, - ravnotežje, - energetska poraba, - srčni utrip, - respiratorna izmenjava plinov, - funkcionalna sposobnost, - kognitivna sposobnost. Ugotovitve: - predhodna vadba na trenažerju izboljša ekonomijo hoje na prostem pri pacientih s Parkinsonovo boleznijo. - skupina, ki je trenirala na trenažerju je po 5-tedenskem programu pomembno zmanjšala porabo energije na meter. Srčni utrip posameznikov, ki so trenirali na trenažerju je bil višji od posameznikov, ki so hodili po tleh, - ostale razlike niso bile statistično pomembne. Upočasnitev bolezni: ni omenjeno.
Fritz, et al., 2017	Sistematični pregled literature	20 raziskav Huntingtonova bolezen 441 udeležencev, starost med 28 in 73 let Amerika in Združeno kraljestvo Velike Britanije in Severne Irske	Bolezen: Huntingtonova Vrsta terapije: - vaje za ravnotežje, - vaje za mišično moč, - različne stopnje aerobne vadbe (hoja, vadba na sobnem kolesu), - vaje za koordinacijo, - vaje za držo, - ples. Raziskovana področja učinkovitosti vadbe: - hitrost hoje, - vzdržljivost hoje, - ravnotežje, - mišična moč, - telesna pripravljenost, - kognitivne funkcije, - depresija in anksioznost, - funkcionalna sposobnost, - kvaliteta življenja. Ugotovitve:

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			<ul style="list-style-type: none"> - izboljšanje hitrosti hoje, vzdržljivosti pri hoji, - izboljšanje ravnotežja, - izboljšanje mišične moči, - izboljšanje funkcionalnih sposobnosti - raziskavi, ki sta primerjali Vo2max pred vadbenim programom in po njem sta zabeležili izboljšanje telesne pripravljenosti, - raziskavi, ki sta preučevali pljučno funkcijo sta pokazali izboljšanje le-te, - tri raziskave so preučevale težo oziroma indeks telesne mase. Prva je poročala o statistično pomembnem zmanjšanju indeksa telesne mase, druga je poročala o statistično nepomembnem učinku, tretja pa o statistično pomembnem povečanju telesne teže. - izboljšanje kognitivnih funkcij, - izboljšanje kvalitete življenja, - fizioterapija in vadba pozitivno vplivata na različne vidike motorične funkcije pri posameznikih s Huntingtonovo boleznijo. <p>Upočasnitev bolezni: Čeprav so nekatere raziskave poročale o izboljšavah ali ohranjanju motorične funkcije več kot 9 mesecev, ni izrecno navedeno, da terapevtska vadba lahko upočasni napredovanje bolezni.</p>
Khuzema, et al., 2019	Randomizirana kontrolirana raziskava	<p>27 posameznikov</p> <p>idiopatska Parkinsonova bolezen</p> <p>starost med 60 in 85 let</p> <p>Indija</p>	<p>Bolezen: Parkinsonova</p> <p>Vrsta terapije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tai chi, - joga, - vaje za ravnotežje. <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - funkcionalno ravnotežje, - premičnost. <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vse tri vrste vadb so izboljšale ravnotežje in premičnost pri posameznikih z idiopatsko Parkinsonovo boleznijo, - tai chi je najbolj učinkovit pri izboljšanju ravnotežja, medtem ko so konvencionalne

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			<p>vaje za ravnotežje najbolj učinkovite pri izboljšanju premičnosti.</p> <p>Upočasnitev bolezni: Ni dokazov, da bi tai chi, joga ali vaje za ravnotežje lahko upočasnile napredovanje bolezni.</p>
Kottaras, et al., 2022	Sistematični pregled randomiziranih kontroliranih raziskav, kvazi randomiziranih raziskav in nerandomiziranih raziskav	<p>14 raziskav</p> <p>3034 udeležencev</p> <p>Parkinsonova bolezen</p> <p>Grčija</p>	<p>Bolezen: Parkinsonova</p> <p>Vrsta terapije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vadba proti uporu, - vadba za vzdržljivost, - vadba za moč, - aerobna vadba, - pilates, - vadba na nestabilnih napravah, - raztezne vaje, - ravnotežne vaje, - dihalne vaje, - visoko intenzivna aerobna vadba, - nizko intenzivna aerobna vadba. <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - klinična slika pacientov s Parkinsonovo boleznijo, - kvaliteta življenja pacientov. <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - terapevtska vadba z utežmi in vzdržljivostno vadbo ima pozitiven učinek na motorične simptome Parkinsonove bolezni in izboljšuje kakovost življenja pacientov, - ugotovljeno je bilo tudi izboljšanje ravnotežja in hoje, - simptomi, kot so tremor, rigidnost in bradikinezija, so se zmanjšali, vendar jih je pri izbiri terapevtskih vaj oz. vadbe potrebno upoštevati in vadbo individualno prilagoditi tako, da se dosežejo najbolj možni rezultati. <p>Upočasnitev bolezni: ni omenjeno.</p>
Nagy, et al., 2021	Randomizirana klinična raziskava	<p>60 pacientov</p> <p>Alzheimerjeva bolezen</p> <p>starost med 65 in 75 let</p> <p>Egipt</p>	<p>Bolezen: Alzheimerjeva</p> <p>Vrsta terapije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zmerno intenzivna aerobna vadba in nizkoenergijskalaserska terapija (eksperimentalna skupina), - zmerno intenzivna aerobna vadba (kontrolna skupina). <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p>

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			<ul style="list-style-type: none"> - ravnotežje, - kvaliteta življenja, - razmerje med obsegom pasu in obsegom bokov, - indeks telesne mase, - raven hemoglobina. <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vadba je statistično pomembno izboljšala ravnotežje, kvaliteto življenja, razmerje med obsegom pasu in obsegom bokov, indeks telesne mase in raven hemoglobina v obeh skupinah, vendar je eksperimentalna skupina pokazala večje izboljšanje kot kontrolna. <p>Upočasnitev bolezni: ni omenjeno.</p>
Papatsimpas, et al., 2023	Randomizirana kontrolirana raziskava	<p>171 pacientov</p> <p>Alzheimerjeva bolezen</p> <p>starost med 65 in 91 let</p> <p>Grčija</p>	<p>Bolezen: Alzheimerjeva</p> <p>Vrsta terapije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aerobna vadba, - vadba proti uporu (z utežmi). <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kognitivna funkcija, - opravljanje vsakodnevnih aktivnosti. <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aerobna vadba in vadba z utežmi sta izboljšali kognitivne funkcije, izvršilne funkcije in delovnega spomina pri pacientih z blago obliko Alzheimerjeve bolezni, - kombinacija obeh vrst vadbe je najbolj učinkovita pri izboljšanju izvedbe vsakodnevnih aktivnosti, - vadba z utežmi je bila manj učinkovita kot aerobna vadba, vendar je še vedno pokazala izboljšanje kognitivnih funkcij in izvedbo vsakodnevnih aktivnosti. <p>Upočasnitev bolezni: ni omenjeno.</p>
Ribarič, 2022	Sistematični pregled literature	<p>243 opazovalnih prospektivnih raziskav</p> <p>in</p> <p>153 randomiziranih kontroliranih raziskav</p>	<p>Bolezen: Alzheimerjeva</p> <p>Vrsta terapije: zmerna do intenzivna fizična aktivnost.</p> <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kognitivne funkcije, - nevroinflamacija, - kardiovaskularna funkcija. <p>Ugotovitve:</p>

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
		Alzheimerjeva bolezen Slovenija	<ul style="list-style-type: none"> - telesna dejavnost in vadba izboljšata kognitivne funkcije pri pacientih z Alzheimerjevo boleznijo, - dolgotrajna vadba spodbuja preoblikovanje astrocitov (vrsta glijalnih celic), kar lahko prispeva h koristnim učinkom na Alzheimerjevo bolezen, - vadba spodbuja presnovno plastičnost v skeletnih mišicah in predhodno transkripcijsko aktivacijo gena PGC- 1α, kar lahko izboljša kardiovaskularno funkcijo in mišično moč. <p>Upočasnitev bolezni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ena izmed eksperimentalnih raziskav je pokazala, da dolgotrajna vadba na trenažer stezi lahko upočasni napredovanje nevropatologije Alzheimerjeve bolezni v hipokampusu transgenih miši, - čeprav vadba morda ni zdravilo za Alzheimerjevo bolezen, ima potencial, da upočasni napredovanje in izboljša kakovost življenja pacientov.
Sacheli, et al., 2019	Randomizirana kontrolirana raziskava	128 udeležencev Parkinsonova bolezen povprečna starost 67 let Kanada	<p>Bolezen: Parkinsonova</p> <p>Vrsta terapije: aerobna vadba.</p> <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sproščanje dopamina, - aktivacija striatuma (dela možganov, ki je vključen v nadzor gibanja in motivacije). <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - po treh mesecih redne aerobne vadbe je prišlo do povečanja sproščanja dopamina v možganskem kaudatumu in večje aktivacije bazalnih ganglijev, - tega v kontrolni skupini, ki je izvajala treninge raztezanja, niso opazili, - povečanje sproščanja dopamina je bilo opaženo le v kaudatumu stimulirane poloble in je bilo v skladu z izboljšano kortiko striatalno plastičnostjo v odzivu na

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			<p>vzdržljivo visoko intenzivno vadbo.</p> <p>Upočasnitev bolezn: ni bilo preučeno, omenja pa pomembnost preučevanja učinkov vadbe na potek bolezn skozi daljše obdobje.</p>
Siega, et al., 2020	Kohortna prospektivna raziskava	<p>18 udeležencev</p> <p>Parkinsonova bolezen</p> <p>povprečna starost 66,72 let</p> <p>Braziliija</p>	<p>Bolezen: Parkinsonova</p> <p>Vrsta terapije: vadba v vodi.</p> <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - motorične sposobnosti, - povprečna moč kolenskega sklepa (koliko dela lahko mišica opravi v določenem času), - maksimalna moč kolenskega sklepa. <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - po 12-tedenski večkomponentni vodni vadbi, ki je trajala dvakrat tedensko po 50 minut, so ugotovili pozitivne učinke na ravnotežje, hojo in kakovosti življenja. - po 12-tedenskem obdobju se je pokazal napredek v motoričnih sposobnostih (sedenje, vstajanje, hoja v različnih smereh), izboljšanje se je pokazalo tudi na povprečni moči kolenskega sklepa. <p>Upočasnitev bolezn: ni omenjeno.</p>
Silva-Batista, et al., 2016	Randomizirana kontrolirana raziskava	<p>39 pacientov</p> <p>Parkinsonova bolezen</p> <p>povprečna starost 64 let</p> <p>Braziliija</p>	<p>Bolezen: Parkinsonova</p> <p>Vrsta terapije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vadba proti uporu, - vadba proti uporu na nestabilnih napravah. <p>Raziskovana področja učinkovitosti vadbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ravnotežje, - gibljivost, - kognitivna funkcija, - kakovost življenja, - motorična funkcija. <p>Ugotovitve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - program vadbe z uporabo nestabilnih naprav je izboljšal ravnotežje in gibljivost pacientov s Parkinsonovo boleznijo, - ta vrsta vadbe je izboljšala mišično moč, kognitivno funkcijo in kakovost življenja,

Avtor	Uporabljena metodologija	Vzorec (velikost in država)	Ključna spoznanja
			<ul style="list-style-type: none"> - vadba z uporabo nestabilnih naprav je pokazala večje izboljšanje ravnotežja in gibljivosti pacientov s Parkinsonovo boleznijo kot vadba z utežmi, - ta oblika vadbe se je izkazala kot učinkovita metoda za izboljšanje motoričnih in kognitivnih funkcij pri pacientih s Parkinsonovo boleznijo. <p>Upočasnitev bolezni: ni omenjeno.</p>

2.4.2 Prikaz rezultatov po kodah in kategorijah

Iz ključnih spoznanj 12 virov, ki smo jih vključili v pregled literature, smo zapisali 59 kod, ki smo jih glede na vsebinsko povezanost in skupne lastnosti razvrstili v tri vsebinske kategorije (K), prikazane v tabeli 3:

1. K1: Vrste terapevtske vadbe in druge metode in tehnike pri rehabilitaciji nevrodegenerativnih bolezni,
2. K2: Učinki terapevtske vadbe in drugih terapevtskih metod in tehnik na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi.
3. K3: Spremembe v možganih, ki nastanejo kot posledica terapevtske vadbe.

Tabela 4: Razporeditev kod po kategorijah

Kategorija	Kode	Avtorji
K1: Vrste terapevtske vadbe in druge metode in tehnike pri rehabilitaciji nevrodegenerativnih bolezni	dihalne vaje – nevromišična vadba – vadba proti upor – raztezne vaje – vaje za koordinacijo – vadba za moč – vadba za ravnotežje – vaje za držo – vadba na sobnem kolesu – hoja po tleh – hoja po trenažerju – vadba na trenažerju – vadba z uporabo pripomočkov in naprav – aerobna vadba – visoko intenzivna aerobna vadba – nizko intenzivna aerobna vadba – terapevtska plesna vadba – vodna vadba – senzorična stimulacija – nizko energetska laserska terapija – tai chi – joga – pilates – akupunktura – vadba preko video igre	da Silva, et al., 2018; Dauwan, et al., 2019; Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Fritz, et al., 2017; Khuzema, et al., 2019; Kottaras, et al., 2022; Nagy, et al., 2021; Papatsimpas, et al., 2023; Ribarič, 2022; Sacheli, et al., 2019; Siega. Et al., 2020; Silva-Batista, et al., 2016.

Kategorija	Kode	Avtorji
	25 kod	
K2: Učinki terapevtske vadbe in drugih terapevtskih metod in tehnik na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi	respiratorna izmenjava plinov – aerobna zmogljivost – premičnost – gibljivost – ravnotežje – hoja – vzdržljivost – mišična moč – povprečna moč kolenskega sklepa – funkcionalne sposobnosti – motorične sposobnosti – vizualno-prostorske sposobnosti – izvršilne funkcije – kognitivne funkcije – spomin – pozornost – delovni spomin – verbalna tekočnost – psihično zdravje – simptomi depresije – energetska poraba – zmanjšanje razmerja med obsegom pasu in obsega bokov – zmanjšanje indeksa telesne mase – presnovna plastičnost v skeletnih mišicah – vsakodnevne aktivnosti – kakovost življenja	da Silva, et al., 2018; Dauwan, et al., 2019; Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Fritz, et al., 2017; Khuzema, et al., 2019; Kottaras, et al., 2022; Nagy, et al., 2021; Papatsimpas, et al., 2023; Sacheli, et al., 2019; Siega. Et al., 2020; Silva-Batista, et al., 2016.
	27 kod	
K3: Spremembe v možganih, ki nastanejo kot posledica terapevtske vadbe	transkripcijska aktivacija gena PGC -1 α – aktivacija bazalnih ganglijev – sproščanje dopamina v kaudatu stimulirane poloble – cerebrovaskularno zdravje – kortikostriatalna plastičnost – preoblikovanje astrocitov – nevroplastičnost	Ribarič, 2022; Sacheli, et al., 2019.
	7 kod	

2.5 RAZPRAVA

Namen diplomskega dela je s pregledom literature predstaviti učinkovitost terapevtske vadbe na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi in ugotoviti, če je s terapevtsko vadbo mogoče upočasniti napredovanje tovrstnih bolezni.

V sklopu diplomskega dela smo oblikovali tri kategorije. V prvo kategorijo smo razvrstili vse vrste oz. oblike terapevtske vadbe, na katere smo naleteli v procesu pregleda literature. V drugo kategorijo smo vključili vse omenjene učinke terapevtske vadbe na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi. V tretjo kategorijo smo vključili vse spremembe v možganih, ki so nastale z vadbo in vplivajo na upočasnitev oz. izboljšanje nevrodegenerativnih obolenj.

Nevrodegenerativne bolezni zaradi progresivne disfunkcije, okvare ali propada nevronov v centralnem živčnem sistemu običajno najbolj prizadenejo področja motoričnih funkcij, ravnotežja, koordinacije in moči. To sčasoma privede do funkcionalne oviranosti pacientov, izgube samostojnosti in posledično upada kognitivnih funkcij, kar negativno učinkuje na kvaliteto življenja pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi (Dauwan, et al., 2019). Z natančnim pregledom dvanajstih raziskav smo prišli do ugotovitev, da ima terapevtska vadba pozitiven učinek na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi in njihovo kvaliteto življenja (Silva-Batista, et al., 2016; Fritz, et al., 2017; Dauwan, et al., 2019;; Siega, et al., 2020; Nagy, et al., 2021; Kottaras, et al., 2022).

V sklopu prvega raziskovalnega vprašanja smo sicer raziskovali načine učinkov terapevtske vadbe na nevrodegenerativne bolezni, vendar nas je prijetno presenetilo število terapevtskih vadb, ki so bile omenjene v pregledani literaturi. Zato smo prvo kategorijo kod ustvarili specifično za vrste terapevtskih vadb in druge metode in tehnike, ki so bile omenjene v procesu rehabilitacije nevrodegenerativnih bolezni. V raziskavah (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Silva-Batista, et al., 2016; Fritz, et al., 2017; da Silva, et al., 2018; Dauwan, et al., 2019; Khuzema, et al., 2019; Sacheli, et al., 2019; Siega, et al., 2020; Ebstesam, et al., 2021; Kottaras, et al., 2022; Ribarič, 2022; Papatsimpas, et al., 2023) je bilo uporabljenih 25 različnih vrst terapevtskih vadb, ki smo jih v grobem razdelili na 13 skupin: aerobno vadbo, vadbo za mišično moč, vadbo za ravnotežje, nevromišično vadbo, vaje za koordinacijo, vaje za držo, raztezne vaje, dihalne vaje, vadbo v vodi, jogo, tai chi, ples in vadbo preko video igre. Na dejansko raziskovalno vprašanje smo odgovorili s pomočjo druge kategorije kod – učinki terapevtske vadbe in drugih terapevtskih metod in tehnik na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi. V procesu raziskovanja smo našli na 25 omenjenih pozitivnih učinkov terapevtske vadbe na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi. Učinki terapevtske vadbe so bili opaženi na motoriki (Fritz, et al., 2017; Dauwan, et al., 2019; Siega, et al., 2020; Kottaras, et al., 2022), mišični moči (Silva-Batista, et al., 2016; Fritz, et al., 2017; Nagy, et al., 2021; Ribarič, 2022), ravnotežju (Silva-Batista, et al., 2016; Fritz, et al., 2017; Khuzema, et al., 2019; Siega, et al., 2020; Kottaras, et al., 2022), hoji (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Fritz, et al., 2017; Siega, et al., 2020; Kottaras, et al., 2022), aerobni sposobnosti (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Fritz, et al., 2017), premičnosti (Khuzema, et al., 2019;

Siega, et al., 2020), kognitivnih funkcijah (Silva-Batista, et al., 2016; da Silva, et al., 2018; Dauwan, et al., 2019; Ribarič, 2022; Papatsimpas, et al., 2023), psihičnem zdravju (Dauwan, et al., 2019), kardiorespiratornem zdravju (Fritz, et al., 2017; Ribarič, 2022), cerebrovaskularnem zdravju (Sacheli, et al., 2019; Ribarič, 2022), sproščanju dopamina v možganskem kaudatu (Sacheli, et al., 2019) in na splošni kvaliteti življenja pacientov s tovrstnimi boleznimi (Silva-Batista, et al., 2016; Fritz, et al., 2017; Dauwan, et al., 2019;; Siega, et al., 2020; Nagy, et al., 2021; Kottaras, et al., 2022).

Nekatere izmed manj poznanih oziroma redkih terapevtskih vadb v Sloveniji so tai chi, joga, pilates in vadba preko video igre. Tai chi je tradicionalna borilna veščina, ki vključuje počasne in elegantne gibe ter dihalne tehnike. Prakticiranje tai chija je znano po svojih učinkih za izboljšanje ravnotežja, prožnosti in razpoloženja (Khuzema, et al., 2019). Joga prav tako spada med starodavne prakse, namenjena je doseganju ravnovesja med umom, telesom in duhom. Vključuje telesne vaje, dihalne tehnike in meditacijo (Khuzema, et al., 2019). Pilates je vadba, ki je zasnovana na izboljšanju moči, prožnosti, ravnotežja in telesne drže. Namenjena je povečanju stabilnosti telesa s poudarkom na krepitvi mišic trupa ter drugih stabilizacijskih mišic (Kottaras, et al., 2022). V zadnjih letih se je s povečanim tehnološkim razvojem seznamu terapevtskih vadb pridružila še vadba preko video igre, in sicer z namenom boljšega motiviranja za vadbo, izboljšanju koordinacije in ravnotežja, izboljšanju razpoloženja, povečanju interakcije in družabnosti (zaradi možnosti večigralskega načina – fizično ali virtualno), spodbujanja učenja in reševanja problemov in povečane telesne aktivnosti (da Silva, et al., 2018).

Motorične sposobnosti so ključnega pomena za ohranjanje funkcionalnosti, ki je pri pacientih z nevrodegenerativnimi boleznimi pogosto prizadeta. Ohranjanje oziroma izboljšanje teh sposobnosti pacientom omogoča, da ohranijo neodvisnost pri vsakodnevnih aktivnostih. Premičnost pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi je pomembna iz vidika fizične kondicije, preprečevanja zapletov (mišične oslabelosti, kontraktur, padcev in poškodb), kognitivnosti, socialne povezanosti, ohranjanja funkcionalne neodvisnosti ter izboljšanja kakovosti življenja. Avtorji (Khuzema, et al., 2019; Siega, et al., 2020), ki so se osredotočali na učinkovitost terapevtske vadbe na področje premičnosti, so odkrili, da so večkomponentna vodna vadba, tai chi, joga in

konvencionalne ravnotežne vaje, ki pozitivno učinkujejo na premičnost pacientov s Parkinsonovo boleznijo.

Ravnotežje lahko za velik delež pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi predstavlja problematično področje. Pacienti s Parkinsonovo boleznijo imajo pogosto težave z ravnotežjem in s koordinacijo zaradi simptomov bolezni, kot so togost, upočasnjena gibanja in mišična oslabelelost (Khuzema, et al., 2019). Slabo ravnotežje tako povzroča tveganje za padce in poslabša kakovost življenja. Na podlagi pregledanih raziskav (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Silva-Batista, et al., 2016; Khuzema, et al., 2019; Siega, et al., 2020; Kottaras, et al., 2022) ugotavljamo, da je več vrst terapevtskih vadb, s katerimi lahko pozitivno učinkujemo na ravnotežje in s tem na samo pacientovo funkcionalnost in počutje. Pričakovali smo, da bodo tradicionalne vaje za ravnotežje večkrat omenjene in uporabljene kot del programa rehabilitacije pacientov, presenetile pa so nas druge vrste terapevtskih vadb, ki so dokazano (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Silva-Batista, et al., 2016; Fritz, et al., 2017; Kottaras, et al., 2022) prav tako učinkovite ne samo pri izboljšanju ravnotežja, ampak tudi pri izboljšanju gibljivosti, koordinacije, hoje, mišične moči in bradikinezije. Na primer dodajanje nestabilne komponente vajam proti uporju (Silva-Batista, et al., 2016) je pokazalo statistično izboljšanje ravnotežja in gibljivosti, kombinacija pilatesa in vadbe proti uporju z elastičnimi trakovi (Kottaras, et al., 2022) je pozitivno učinkovala na ravnotežje in hitrost hoje, vadba hoje na trenažerju (Fritz, et al., 2017) je izboljšala rezultate testov za ravnotežje (Bergova lestvica ravnotežja), aerobna vadba pa je pripomogla k izboljšanju ravnotežja in ekonomičnosti hoje pacientov s Parkinsonovo boleznijo (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014).

V raziskavi Khuzema, et al., (2019) v kateri so primerjali učinkovitost tai chi, joga in konvencionalnih vaj za ravnotežje pri pacientih s Huntingtonovo boleznijo, so prišli do ugotovitev, da je bil tai chi najuspešnejši na področju izboljšanja ravnotežja, konvencionalne vaje za ravnotežje pa so bile uspešnejše pri testu hoje na 10 metrov. Raziskovalci so za izboljšanje ravnotežja pacientov s Parkinsonovo boleznijo priporočili še terapevtsko vadbo v vodi, ki vključuje vadbo proti uporju in vaje za ravnotežje.

Sarkopenija oziroma postopna izguba mišične mase se pri splošni populaciji začne nekje okoli 35. leta starosti in se s staranjem pospešuje. Pacienti z nevrodegenerativnimi boleznimi so pogosteje izpostavljeni sarkopeniji zaradi napredovanja bolezni, kar običajno privede do atrofije mišic in upada mišične moči. Zato je pomembno, da se v rehabilitacijo teh pacientov vključijo vaje za krepitev mišic in povečanje mišične mase, saj je le-ta pomembna za ohranjanje funkcionalne neodvisnosti – vstajanje, premičnost, hoja in dviganje predmetov (Silva Batista, et al., 2016). Vadba proti uporu je dokazano učinkovita terapevtska metoda za lajšanje tako motoričnih simptomov Parkinsonove bolezni, na primer bradikinezije, in težje premičnosti, kot tudi nemotoričnih simptomov, kot sta zmanjšanje stresa in boljše kakovost življenja (Kottaras, et al., 2022). Silva Batista, et al., (2016) so potrdili, da izvajanje klasičnih vaj proti uporu in vaj proti uporu na nestabilnih napravah izboljša mišično moč pacientov s Parkinsonovo boleznijo. Na izboljšanje mišične moči je pozitivno vplivala tudi vadba proti uporu v vodi (Siega, et al., 2020) in kombinacija pilatesa ter vaj proti uporu z elastičnimi trakovi (Kottaras, et al., 2022), Ribarič (2022) navaja, da že splošna fizična aktivnost spodbuja presnovno plastičnost skeletnih mišic, kar prav tako pripomore k preprečevanju izgube mišične mase.

Pacienti z napredovano obliko Parkinsonove bolezni so poznani po svoji značilni hoji. Ta tip hoje je značilen kot posledica bolezni zaradi številnih sprememb v motoričnih sposobnostih, kot je tremor, ki se kaže kot ritmično tresenje rok med korakanjem, počasna hoja, manjši in krajši koraki, manjša sklepna gibljivost (predvsem kolki in kolena), slabše ravnotežje in nestabilnost, težave pri obračanju ter neuspeh pri usklajevanju hoje in premikanja rok, kar pogosto vpliva na sposobnost zadrževanja ravnotežja in koordinacije (Kottaras, et al., 2022; Khuzema, et al., 2019). Fernandez-del-Olmo, et al., (2014) so dokazali pozitiven učinek vadbe hoje na prostem in na trenažerju na samo ekonomičnost hoje pacientov s Parkinsonovo boleznijo. Fritz, et al., (2017) so enako opazili pri pacientih s Huntingtonovo boleznijo, s tem, da so dokazali še izboljšanje vzdržljivosti pri hoji ter povečanje hitrosti med hojo. Podatek, da redna vadba hoje pri pacientih z nevrodegenerativnimi boleznimi pozitivno učinkuje na samo področje hoje, nas ni presenetil, nismo pa pričakovali ugotovitev raziskovalcev Siega, et al., (2020), da je terapevtska vadba v vodi pokazala izboljšanje pri vstajanju in hoji v različne smeri pri

pacientih s Parkinsonovo boleznijo ter raziskovalcev Kottaras, et al., (2022), ki so ugotovili, da je kombinacija vadbe proti uporabi vajami za ravnotežje in agilnost izboljšala bradikinezijo spodnjih in zgornjih udov pri pacientih z zmerno obliko Parkinsonove bolezni.

Aerobna zmogljivost je pomembna sposobnost telesa, da med fizično aktivnostjo učinkovito uporablja kisik. Za človeško telo je pomembna iz več razlogov, kot so zdravje srčno-žilnega sistema, povečanje kardiovaskularne kondicije, zmanjšanje tveganja za razvoj drugih bolezni, kot na primer diabetes tipa 2 ter povečanje energije in vzdržljivosti (Ribarič, 2022). Raziskovalci, ki so preučevali učinke vadbe na aerobno zmogljivost pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Fritz, et al., 2017; da Silva, et al., 2018; Sacheli, et al., 2019) so, kot smo pričakovali, dokazali učinkovitost aerobne vadbe pri pacientih z nevrodegenerativnimi boleznimi, kot so na primer hoja na stezi ali tleh ter vadba na sobnem kolesu. Pacienti, ki so 8 tednov hodili na stezi, so statistično pomembno izboljšali rezultate testov hoje in se izboljšali v aerobni zmogljivosti, ki so jo merili s 6-minutnim testom hoje (Fernandez-del-Olmo, et al., 2014). Izvajanje aerobne vadbe je dokazano varna, učinkovita in izvedljiva oblika terapevtske vadbe, ugotovili pa so še, da aerobna vadba pozitivno učinkuje tudi na druga področja, kot so ekonomičnost hoje, kognitivna funkcija, sposobnost izvedbe izvršilnih in vizualno-prostorskih funkcij, sproščanje dopamina in aktivacijo striatuma v možganih pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi (Fritz, et al., 2014; Dauwan, et al., 2019; Ribarič, 2022).

Paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi je smiselno spodbujati k fizični aktivnosti tudi iz vidika vitalnosti oziroma preprečevanju prekomerne telesne teže, ki je lahko dejavnik tveganja za razvoj drugih zdravstvenih težav, kot so srčno-žilne bolezni, diabetes ali težave s sklepi in posledično s premičnostjo. To bi potencialno lahko negativno učinkovalo na splošno zdravje in počutje pacienta. Nagy, et al., (2021) so po obdobju redne aerobne vadbe opazili zmanjšanje razmerja med obsegom pasu, obsega bokov in zmanjšanje indeksa telesne mase pacientov z Alzheimerjevo boleznijo, kar lahko prištejemo k pozitivnim učinkom terapevtske vadbe.

Pacienti z različnimi oblikami nevrodegenerativnih bolezni se lahko zaradi omejene telesne aktivnosti, slabšega nadzora dihalnih mišic in posledično plitvega dihanja soočajo tudi s kardiorespiratornimi težavami, kot so zmanjšan $VO_2\max$, hitra zadihanost in slabo predihana pljuča (Fritz, et al., 2014). Pomembno je, da paciente spodbujamo k aerobni vadbi in izvajanju dihalnih vaj, da izboljšajo oziroma ohranijo zdrave dihalne poti, omogočijo zadosten vnos kisika v telo in se izognejo pljučnim zapletom, kot so pljučnica, bronhitis in druge pljučne težave, ki bi lahko še dodatno poslabšale stanje nevrodegenerativne bolezni (Fritz, et al., 2014). Vzdržljivostna oziroma aerobna vadba izboljša kardiorespiratorno kondicijo in vaskularno prekrvavitev, poveča pretok krvi v možgane ter poveča nevroplastičnost in nevrogenezo v različnih predelih možganov. Raziskovalci (Kottaras et al., 2022; Ribarič, 2022; Fritz, et al., 2017) menijo, da vzdržljivostna vadba izboljša kardiorespiratorno moč in kardiorespiratorno vzdržljivost zaradi povečane količine $VO_2\max$ med vadbo. Inštituti za športno medicino svetujejo, da naj bi se vzdržljivostna vadba za najboljši učinek v zgodnjih fazah treninga izvajala v razponu 55–65-% maksimalnega srčnega utripa, postopoma pa lahko med treniranjem posameznik napreduje do 90-% maksimalnega srčnega utripa (Kottaras, et al., 2022).

Poleg izboljšanja motoričnih simptomov nevrodegenerativnih bolezni so raziskovalci (Silva-Batista, et al., 2016; da Silva, et al., 2018; Dauwan, et al., 2019; Ribarič, 2022; Papatsimpas, et al., 2023) poudarili učinek splošne in specifične terapevtske vadbe na kognitivne funkcije pacientov. Med nevrodegenerativnimi boleznimi je Alzheimerjeva bolezen najbolj znana in najbolj povezana z okvaro kognitivnih funkcij. Ta bolezen se kaže kot progresivno poslabšanje kognitivnih sposobnosti, zlasti v zvezi s spominom, z mišljenjem, jezikom, orientacijo, presojo, sposobnostjo reševanja problemov in izvršilnimi funkcijami (Papatsimpas, et al., 2023). Do teh okvar pride zaradi postopne izgube nevronov na področju hipokampusu, temporalnem ali parietalnem možganskem režnju. Izboljšanje kognitivnih funkcij so kot pozitiven izid terapevtske vadbe preučili in opazili v več raziskavah (Silva-Batista, et al., 2016; Fritz, et al., 2017; da Silva, et al., 2018; Dauwan, et al., 2019; Ribarič, et al., 2022; Papasimpas, et al., 2023) in ne samo pri pacientih z Alzheimerjevo boleznijo, temveč so izboljšanje kognitivnih funkcij opazili tudi pri pacientih s Parkinsonovo in Huntingtonovo boleznijo. Do izboljšanja kognitivnih funkcij pride zaradi povečanega pretoka krvi v možgane ter posledično dotoka kisika in

hranilnih snovi, kar spodbudi delovanje možganskih celic, ohranja in izboljša kognitivne sposobnosti. Redna telesna aktivnost lahko spodbudi tudi proces nevroplastičnosti in poveča faktor rasti živčnih celic, kar pozitivno učinkuje na zdravje možganov ter kognitivne funkcije (Ribarič, 2022). Učinek aerobne vadbe in vadbe proti uporabi na kognitivne funkcije in opravljanje vsakodnevnih aktivnosti pacientov z Alzheimerjevo boleznijo so preučili tudi Papatsimpas, et al. (2023). Raziskava je pokazala, da sta tako aerobna vadba kot vadba z utežmi učinkoviti pri izboljšanju kognitivnih in izvršilnih funkcij ter delovnega spomina. Poleg tega so ugotovili, da je kombinacija obeh vrst vadbe najučinkovitejša pri izboljšanju opravljanja vsakodnevnih aktivnosti. Sicer je bila vadba z utežmi manj učinkovita kot aerobna vadba, vendar je še vedno pokazala omembe vredno izboljšanje kognitivnih funkcij in opravljanje vsakodnevnih aktivnosti. Poleg tega so v raziskavi poudarili pomembnost izvajanje vadbe pod nadzorom strokovno usposobljene osebe, kot je fizioterapevt. Za učinkovite vrste terapevtske vadbe na tem področju so se izkazale še kombinacija nizkoenergijske laserske terapije z aerobno vadbo, vadba proti uporabi na nestabilnih napravah in splošna zmerna do intenzivna fizična aktivnost (Silva-Batista, et al., 2016; Nagy, et al., 2021; Ribarič, et al., 2022).

Terapevtska vadba preko video igre (na primer s sistemom Nintendo Wii Fit™) se je izkazala za učinkovito kombinacijo kognitivnega in motoričnega treninga (da Silva, et al., 2018). Običajno vključuje strukturiran program vaj ali iger, ki so zasnovane za izboljšanje fizične in kognitivne funkcije. Prednost te vrste vadbe je, da se program lahko prilagodi posameznikovim specifičnim potrebam in sposobnostim, saj lahko kombiniramo vaje za ravnotežje, vaje za moč in aerobno vadbo s kognitivnimi izzivi, kot so naloge za spomin in pozornost. Če vadbi dodamo še posebno ravnotežno desko (Wii Balance Board™), ali drugo napravo za zaznavanje gibanja, ki posamezniku omogoča integracijo z igro, lahko pridobimo povratne informacije o uspešnosti izvedbe naloge in tudi o napredku posameznika (da Silva, et al., 2018). Raziskave, ki so v sistematičnem pregledu da Silve in drugih (2018) preiskovale učinke vadbe preko video igre, so prišle do spoznanj, da ta vrsta terapevtske vadbe lahko izboljša ravnotežje, moč, aerobno zmogljivost ter kognitivne funkcije, kot so pozornost, hitrost obdelave informacij in izvršilne funkcije. Zanimivo je tudi, da so ugotovili, da je zaradi svojih zabavnih karakteristik vadba preko video igre običajno uporabnikom privlačnejša kot tradicionalna

vadba, kar lahko poveča interes in udeležbo v programih vadbe. Pozitivne učinke vadbe s pomočjo video igre so opazili tudi v sistematičnem pregledu Fritz, et al., (2017), v katerem so pacienti s Huntingtonovo boleznijo dvakrat na teden v šesttedenskem obdobju vadili plesno video igro. Učinki so bili opaženi pri hoji naprej in hoji vzvratno (Fritz, et al., 2017).

Zaradi diagnosticiranja nevrodegenerativne bolezni, izgube nekaterih ključnih življenjskih sposobnosti in spremenjenega življenjskega sloga so pacienti pogosto podvrženi še simptomom duševnih bolezni, kot sta anksioznost in depresija (Dauwan, et al., 2019). Z rednim izvajanjem aerobne vadbe so v raziskavi Sacheli, et al., (2019) povezali večjo stopnjo sproščanja dopamina, kar prav tako pripomore k zdravju možganov in posledično duševnemu zdravju. Poleg tega redna telesna vadba vzbudi še občutek samozavesti in samospoštovanja, izboljša spanec in po možnosti vadeče paciente poveže s socialnim okoljem (na primer z vključitvijo v skupinske vadbene programe ali druge aktivnosti). To potrjujejo tudi raziskovalci (Dauwan, et al., 2019; Fritz, et al., 2017; Nagy, et al., 2019; Sacheli, et al., 2019), ki so opazili vzorec izboljšanja duševnih simptomov Alzheimerjevih, Parkinsonovih in Huntingtonovih pacientov po izvajanju aerobne vadbe in vadbi proti upor. Z izboljšanjem duševnega zdravja pa se izboljša tudi sama kvaliteta življenja pacientov.

Mnenja glede optimalne terapevtske vadbe so glede na raziskave različne. Kottaras, et al., (2022) in Fritz, et al., (2014) v svojem sistematičnem pregledu pravijo, da naj bi bila vadba proti upor ena izmed najoptimalnejših izbir terapevtske vadbe za paciente s Parkinsonovo boleznijo, a žal nima dovolj velikega učinka na ravnotežje. Zato svetujejo kombinacije več terapevtskih vadb (primer: vadba proti upor ter vaje za ravnotežje in vzdržljivost) za izboljšanje različnih bolezenskih motenj in splošno izboljšanje fizičnega stanja pacientov. Da je kombinacija aerobne vadbe in vadbe z utežmi najbolj optimalna, je v svojem sistematičnem pregledu omenil tudi Ribarič, (2022).

Učinkovitost vadbe na Parkinsonovo, Alzheimerjevo in Huntingtonovo bolezen smo prikazali v spodnji tabeli (tabela 5), poleg tega navedli tudi vire, ki so potrdili učinkovitost vadbe v raziskovalnem delu.

Tabela 5: Prikaz učinkovitosti terapevtske vadbe za posamezno bolezen

Bolezen	Učinek vadbe na pacienta	Avtorji
Parkinsonova	Izboljšanje premičnosti	Khuzema, et al., 2019; Siega, et al., 2020.
	Izboljšanje motoričnih sposobnosti	Kottaras, et al., 2022; Siega, et al., 2020.
	Izboljšanje ravnotežja	Khuzema, et al., 2019; Kottaras, et al., 2022; Siega, et al., 2020; Silva-Batista, et al., 2016.
	Izboljšana ekonomičnost hoje	Fernandez-del-Olmo, et al., 2014; Kottaras, et al., 2022; Siega, et al., 2020.
	Izboljšanje povprečne moči kolenskega sklepa	Siega, et al., 2020
	Povečana mišična moč	Silva-Batista, et al., 2016
	Gibljivost	Silva-Batista, et al., 2016
	Izboljšanje kognitivnih funkcij (pozornost, delovni spomin, izvršilne funkcije in vizualno-prostorske sposobnosti)	Dauwan, et al., 2019; da Silva, et al., 2018; Silva-Batista, et al., 2016.
	Zmanjšanje simptomov depresije	Dauwan, et al., 2019,
	Povečano sproščanje dopamina	Sacheli, et al., 2019
	Zmanjšana energetska poraba	Fernandez-del-Olmo, et al., 2014
	Večja aktivacija bazalnih ganglijev	Sacheli, et al., 2019
	Izboljšanje kvalitete življenja	Dauwan, et al., 2019; Kottaras, et al., 2022; Siega, et al., 2020; Silva-Batista, et al., 2016.
Alzheimerjeva	Izboljšanje motoričnih sposobnosti	Dauwan, et al., 2019
	Izboljšanje ravnotežja	Nagy, et al., 2021
	Izboljšanje mišične moči	Ribarič, 2022
	Izboljšanje izvedbe vsakodnevnih aktivnosti	Papatsimpas, et al., 2023
	Izboljšanje kardiovaskularne funkcije	Ribarič, 2022
	Zmanjšanje razmerja med obsegom pasu in obsegom bokov	Nagy, et al., 2021
	Zmanjšanje indeksa telesne mase	Nagy, et al., 2021
	Izboljšanje kognitivnih funkcij (pozornost, delovni spomin, verbalna tekočnost in izvršilne funkcije)	Dauwan, et al., 2019 ; Papatsimpas, et al., 2023; Ribarič, 2022.
	Izboljšanje simptomov depresije	Dauwan, et al., 2019
	Izboljšanje kvalitete življenja	Dauwan, et al., 2019; Nagy, et al., 2021.
	Izboljšanje ravni hemoglobina	Nagy, et al., 2021
	Boljša presnovna plastičnost v skeletnih mišicah	Ribarič, 2022
	Preoblikovanje astrocitov	Ribarič, 2022
Huntingtonova	Izboljšanje motoričnih sposobnosti	Fritz, et al., 2017
	Izboljšanje funkcionalne sposobnosti	Fritz, et al., 2017
	Izboljšanje mišične moči	Fritz, et al., 2017
	Izboljšano ravnotežje	Fritz, et al., 2017
	Povečana hitrost hoje	Fritz, et al., 2017
	Vzdržljivost	Fritz, et al., 2017

Bolezen	Učinek vadbe na pacienta	Avtorji
	Izboljšanje telesne pripravljenosti (VO ₂ max)	Fritz, et al., 2017
	Izboljšanje pljučne funkcije	Fritz, et al., 2017
	Zmanjšanje indeksa telesne mase	Fritz, et al., 2017
	Izboljšanje kognitivnih funkcij	Fritz, et al., 2017
	Izboljšanje globalne kognicije	Dauwan, et al., 2019
	Zmanjšanje simptomov depresije	Dauwan, et al., 2019
	Izboljšanje kvalitete življenja	Dauwan, et al., 2019; Fritz, et al., 2017.

Naše drugo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na možnost učinkov terapevtske vadbe do te mere, da bi lahko upočasnili napredovanje bolezni. Na to raziskovalno vprašanje težko odgovorimo neposredno, saj je izmed 12 raziskovalnih člankov samo eden izmed njih temu področju namenil specifično pozornost. V sklopu odgovarjanja na raziskovalno vprašanje smo ustvarili še tretjo kategorijo kod – spremembe v možganih, ki so nastale z vadbo in vplivajo na upočasnitev oz. izboljšanje nevrodegenerativnih obolenj.

Raziskava Ribariča (2022) je pokazala, da je vadba učinkovita pri upočasnitvi napredovanja Alzheimerjeve bolezni pri ljudeh, ki že imajo diagnozo. Vadba je pripomogla k izboljšanju kognitivnih funkcij in zmanjšanju simptomov bolezni, kot so izguba spomina, zmedenost in težave pri opravljanju vsakodnevnih nalog. V sistematičnem pregledu Ribariča (2022) je bila omenjena tudi večja transkripcijska aktivacija gena PGC-1 α , kar se nanaša na vlogo beljakovine PGC-1 α , ki deluje kot regulator genov in ima pomembno vlogo pri zaščiti nevronov pred degeneracijo. Dokazano je bilo tudi, da vadba izboljša razpoloženje in zmanjša vedenjske simptome. Raziskovalec je mnenja, da bi redna in strukturirana telesna vadba morala biti obravnavana kot dodatna pomoč za upočasnitev napredovanja Alzheimerjeve bolezni, saj je dokazano povečala kardiovaskularno kondicijo in zmanjšala ponavljanje sistemskih in možganskih vnetij. Zaenkrat je učinkovitost vadbe na upočasnitev nevrodegenerativnih bolezni na ljudeh še premalo raziskana, so pa opravili več raziskav na živalih. Ena izmed raziskav v sistematičnem pregledu (Ribarič, 2022) je opazovala učinkovitost vadbe na transgene (gensko) spremenjene miši, na način, da so čim bolj podobne genetiki človeka. Miši so bile uporabljene kot model Alzheimerjeve bolezni, saj so jim vgradili gen, ki povzroča kopičenje toksičnih A β peptidov, kar je značilno tudi za Alzheimerjevo bolezen. Opazili so, da je telesna vadba izboljšala kardiovaskularno kondicijo in zmanjšala

procesiranje APP – proteina, ki ga najdemo v možganih in igra ključno vlogo v patogenezi Alzheimerjeve bolezni. V presnovi APP se pojavijo spremembe, ki povzročijo nepravilno razgradnjo A β peptidov, ki se nato kopičijo v možganih in povzročajo nevrovnetja. Vadba dokazano pospeši čiščenje toksičnih A β peptidov in oligomerov iz možganov ter spodbudi nevroplastičnost in preživetje živčnih celic. Čeprav druge raziskave niso dokazovale možnosti za upočasnitev bolezni, so nekateri raziskovalci (Sacheli, et al., 2019) izpostavili pozitivne učinke vadbe na možgane, ki bi potencialno lahko upočasnila nevrodegeneracijo. Na primer večja aktivacija bazalnih ganglijev, povečana količina izločenega dopamina in izboljšana kortikostriatalna plastičnost po rednem izvajanju aerobne in visoko intenzivne aerobne vadbe so učinki, ki ogromno pripomorejo k zdravju možganov pacientov. Kljub temu da upočasnitev nevrodegenerativnih bolezni s pomočjo terapevtske vadbe ni dokazana, glede na ugotovitve iz prvega raziskovalnega vprašanja, da ima terapevtska vadba pozitiven učinek na skoraj vsa prizadeta področja zaradi bolezni, sklepamo, da je velika verjetnost, da pozitivno učinkuje tudi na proces nevrodegeneracije. Seveda so potrebne še nadaljnje raziskave o učinkovitosti vadbe na paciente s to vrsto bolezni za razvoj optimalnih, personaliziranih protokolov, ki bodo v celoti izkoristili koristne učinke telesne vadbe na bolezen.

2.5.1 Omejitve raziskave

Pri iskanju primerne literature in ustreznih znanstvenih člankov za izdelavo diplomskega dela smo naleteli na pomanjkanje ustreznih virov, najbolj na področju raziskovanja učinkovitosti vadbe na paciente s Huntingtonovo boleznijo in glede učinkovitosti vadbe na upočasnitev nevrodegenerativnih bolezni. Izmed 12 člankov je bil samo eden specifično usmerjen na učinkovitost vadbe na paciente s Huntingtonovo boleznijo. Prav tako smo našli samo en ustrezen znanstveni članek v slovenskem jeziku, zato smo za pisanje diplomskega dela uporabili tujo literaturo.

2.5.2 Doprinos za prakso ter priložnosti za nadaljnje raziskovalno delo

Diplomsko delo preučevanja učinkovitosti terapevtske vadbe na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi v slovenščini prispeva k opolnomočenju in spodbujanju

uporabe različnih oblik terapevtske vadbe v procesu rehabilitacije pacientov s tovrstnimi boleznimi. Prav tako nas spodbuja, da je v praksi smiselno preizkusiti tudi nekatere izmed manj značilnih vadb, kot so tai chi, joga, pilates, vadba preko video igre in plesa, ki so prav tako zelo učinkovite. Po pregledu literature ugotavljamo, da bi bilo smiselno nadaljnje proučevanje učinkovitosti terapevtske vadbe na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi v smislu večjega vzorca preiskovancev ter večjega poudarka preučevanju učinkov terapevtske vadbe na upočasnitev napredovanja te vrste bolezni. Prav tako bi bilo nadaljnje raziskovanje kompatibilnosti terapevtske vadbe z drugimi vrstami fizioterapevtskih postopkov (metod in tehnik), optimalne kombinacije terapevtske vadbe ter optimalne frekvence in intenzivnosti za pozitivne učinke na simptomatiko nevrodegenerativnih bolezni. Diplomsko delo je dobra iztočnica za nadaljnje raziskovanje optimalnega rehabilitacijskega protokola pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi, v prvi vrsti pa bi se bilo dobro usmeriti v preučevanje terapevtske vadbe kot preventivnega ukrepa za preprečevanje razvoja nevrodegenerativnih bolezni.

3 ZAKLJUČEK

S pregledom literature ugotavljamo, da so nevrološke motnje vedno pogostejši vzrok za invalidnost in smrt po svetu. Naraščanje števila ljudi z nevrodegenerativnimi boleznimi predstavlja naraščajoč pritisk na družbo in zdravstvene sisteme. Terapevtska vadba se uporablja kot del zdravljenja ali rehabilitacije, njen namen je izboljšati funkcionalnost, zmanjšati bolečine, učinkuje pa tudi na rast novih živčnih celic in povezav v možganih, kar izboljšuje učenje, spomin in plastičnost možganov. V procesu pisanja smo poleg naštetih pozitivnih učinkov terapevtske vadbe na paciente z nevrodegenerativnimi boleznimi ugotovili, da ima vadba pozitivne učinke še na druga področja, kot so psihično zdravje, kognitivne funkcije, cerebrovaskularno zdravje, nevroplastičnost možganov, prekrvavitev možganov, sproščanje dopamina v možganskem kaudatu in izboljšanje kvalitete življenja. Presenetilo nas je število oblik terapevtskih vadb, ki smo jih zasledili v procesu raziskovanja, saj je bilo v raziskavah uporabljenih 23 različnih vrst terapevtskih vadb, ki smo jih v grobem razdelili na 13 skupin: aerobno vadbo, vadbo za mišično moč, vadbo za ravnotežje, nevro-mišično vadbo, vaje za koordinacijo, vaje za držo, raztezne vaje, dihalne vaje, vadbo v vodi, jogo, tai chi, ples in vadbo preko video igre. Čeprav se terapevtska vadba že uporablja kot del zdravljenja oziroma rehabilitacije pacientov z nevrodegenerativnimi boleznimi, se nam zdi koristno, da bi se učinki vadbe podrobneje preučili, saj smo prišli do ugotovitev, da s terapevtsko vadbo ne učinkujemo samo na gibalne in funkcionalne sposobnosti, ampak vplivamo tudi na mnogo širši spekter simptomov in s tem pacientom, ki so bili diagnosticirani s to vrsto bolezni, olajšamo vsakodnevne funkcije, psihično zdravje in razpoloženje ter vplivamo na samo kvaliteto njihovega življenja. Z novimi raziskavami bomo pridobili več dokazov oziroma podatkov o učinkovitosti terapevtske vadbe na upočasnjevanje nevrodegenerativnih bolezni pri ljudeh, da bi lahko vadbo v večji meri izkoristili kot koristen in učinkovit terapevtski pristop, saj je v primerjavi s farmakologijo in fizikalno terapijo cenovno dostopnejša vsem pacientom, poleg tega ima manjše stranske učinke in posledično manjše dejavnike tveganja za razvoj drugih zdravstvenih težav.

4 LITERATURA

Da Silva, F.C., Iop, R.D.R., de Oliveira, L.C., Boll, A.M., de Alvarenga, J.G.S., Gutierrez Filho, P.J.B., Bezzera de Melo, L.M.A., Xavier, A.J. & da Silva, R., 2018. Effects of physical exercise programs on cognitive function in Parkinson's disease patients: a systematic review of randomized controlled trials of the last 10 years. *PloS one*, 13(2), pp. 1-19. 10.1371/journal.pone.0193113.

Dauwan, M., Begemann, M.J., Slot, M.I., Lee, E.H., Scheltens, P., & Sommer, I.E., 2021. Physical exercise improves quality of life, depressive symptoms, and cognition across chronic brain disorders: a transdiagnostic systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of neurology*, 268(4), pp. 1222-1246. 10.1007/s00415-019-09493-9.

De la Rosa, A., Olaso-Gonzalez, G., Arc-Chagnaud, C., Millan, F., Salvador-Pascual, A., García-Lucerga, C. & Gomez-Cabrera, M.C., 2020. Physical exercise in the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *Journal of sport and health science*, 9(5), pp. 394-404. 10.1016/j.jshs.2020.01.004.

Erikkiken, M.G., Kim, M.O. & Geschwind, M.D., 2018. Clinical neurology and epidemiology of the major neurodegenerative diseases. *Cold Spring Hsrbor perspectives in biology*, 10(4), pp. 1-44. 10.1101/cshperspect.a033118.

Feign, V.L., Nichols E., Alam, T., Bannick, M.S., Beghi, E., Blake, N. & Fisher, F., 2019. Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease study 2016. *The Lancet Neurology*, 18(5), pp. 459-480. 10.1016/S1474-4422(18)30499-X.

Fernández-del-Olmo, M.A., Sanchez, J.A. & Bello, O., 2014. Treadmill training improves overground walking economy in Parkinson's disease: A randomized, controlled pilot study. *Frontiers in Neurology* 5(191), pp. 1-7. 10.3389/fneur.2014.00191.

Fritz, N.E., Rao, A.K., Kegelmeyer, D., Kloos, A., Busse, M., Hartel, L., Carrier, J. & Quinn, L., 2017. Physical therapy and exercise interventions in Huntington's disease: a mixed methods systematic review. *Journal of Huntington's disease*, 6(3), pp. 217-235. 10.3233/JHD-170260.

Hernja Rumpf, T., 2020. Padci pri bolnikih s Parkinsonov boleznijo. In: M., Menih, ed. *Parkinsonova bolezen in druge nevrodegenerativne bolezni*. Ljubljana: Univerzitetni klinični center Maribor, pp. 19-21.

Hojs Fabjan, T., 2020. Parkinsonova bolezen in druge nevrodegenerativne bolezni. In: M., Menih, ed. *Parkinsonova bolezen in druge nevrodegenerativne bolezni*. Ljubljana: Univerzitetni klinični center Maribor, p. 4.

Khuzema, A., Brammatha, A., & Arul Selvan, V., 2020. Effect of home-based Tai Chi, Yoga or conventional balance exercise on functional balance and mobility among persons with idiopathic Parkinson's disease: An experimental study. *Hong Kong physiotherapy journal*, 40(01), pp. 39-49. 10.1142/S1013702520500055.

Kordeš, U. & Smrdu, M., 2015. *Osnove kvalitativnega raziskovanja*. Založba Univerze na Primorskem, pp. 51-60.

Kottaras, A., Lytras, D., Iakovidis, P., Chatziprodromidou, I.P., Myrogiannis, I.S., & Apostolou, T., 2022. The Effect of Therapeutic Exercise on the Clinical Picture and Quality of Life of Patients with Parkinson's Disease: A Narrative Review and Update of Evidence-Based Physiotherapy Practice. *Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine*, 34(1), pp. 29-43.

Liu, Y., Yan, T., Chu, J.M.T., Chen, Y., Dunnett, S., Ho, Y.S. & Chang, R.C.C., 2019. The beneficial effects of physical exercise in the brain and related pathophysiological mechanisms in neurodegenerative diseases. *Laboratory Investigation*, 99(7), pp. 943-957. 10.1038/s41374-019-0232-y.

Lovrečič, M., Mavrič, N. & Lovrečič, B., 2022. Poznavanje demence med splošno javnostjo. In: M. Lovrečič & B. Lovrečič, eds. *Spregovorimo o demenci: Stanje in izzivi na področju Alzheimerjeve bolezni v Sloveniji: v luči nove realnosti, Javno zdravje, 2022.* p. 20.

McColan, P. & Tabrizi, S.J., 2018. Huntingtons disease: a clinical review. *European journal of neurology*, 2018, 25(1), pp. 26-34. 10.1111/ene.13413.

Nagy, E.N., Ali, A.Y., Behiry, M.E., Naguib, M.M., & Elsayed, M.M., 2021. Impact of combined photo-biomodulation and aerobic exercise on cognitive function and quality-of-life in elderly Alzheimer patients with anemia: A randomized clinical trial. *International Journal of General Medicine*, pp. 141-152. 10.2147/ijgm.S280559.

National Institute of Neurological Disorders and Stroke. *Huntingtons disease*. [online] Available at: <https://www.ninds.nih.gov/health-information/disorders/huntingtons-disease>. [Accessed 25 April 2023].

Ornik Košan, M., 2020. Zdravljenje napredovane Parkinsonove bolezni z duodopo v UKC Maribor. In: M., Menih, ed. *Parkinsonova bolezen in druge nevrodegenerativne bolezni*. Ljubljana: Univerzitetni klinični center Maribor, pp. 22-25.

Page, M.J., McKenzie, J.M., 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., Thomasab, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P. & Moher, D., 2021. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology*, 134(2021), pp. 178-189. 10.1016/j.jclinepi.2021.03.001.

Papatsimpas, V., Vrouva, S., Papathanasiou, G., Papadopoulou, M., Bouzineki, C., Kanellopoulou, S., Moutafi D. & Bakalidou, D., 2023. Does Therapeutic Exercise Support Improvement in Cognitive Function and Instrumental Activities of Daily Living

in Patients with Mild Alzheimer's Disease? A Randomized Controlled Trial.. *Brain Sci*, 13(7), p. 1112. 10.3390/brainsci13071112.

Polit, D., & Beck, C., 2021. *Essentials of nursing research: Appraising evidence for nursing practice*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.

Potočnik, J., 2020. Razdelitev nevrodegenerativnih bolezni. In: M., Menih, ed. *Parkinsonova bolezen in druge nevrodegenerativne bolezni*. Ljubljana: Univerzitetni klinični center Maribor, pp. 26-32.

Ribarič, S., 2022. Physical exercise, a potential non-pharmacological intervention for attenuating neuroinflammation and cognitive decline in Alzheimer's disease patients. *International journal of molecular sciences*, 23(6), pp. 1-37. 10.3390/ijms23063245.

Rumpf, H.T., 2020. Padci pri pacientih s Parkinsonovo boleznijo. In: M., Menih, ed. *Parkinsonova bolezen in druge nevrodegenerativne bolezni*. Ljubljana: Univerzitetni klinični center Maribor, pp. 19-21.

Sacheli, M.A., Neva, J.L., Lakhani, B., Murray, D.K., Vafai, N., Shahinfard, E., English, C., McCormick, S., Dinelle, K., Neilson, N., McKenzie, J., Schulzer, M., McKenzie, D.C., Appel-Cresswell, S., McKeown, M.J., Boyd, C.A., Sossi, V. & Stoessl, A. J., 2019. Exercise increases caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 34(12), pp. 1891-1900. 10.1002/mds.27865.

Siega, J., Iucksch, D.D., Da Silva, A.Z., Zotz, T.G.G., & Israel, V.L., 2021. Parkinson's disease and multicomponent aquatic exercise: effects on motor aspects, functional mobility, muscle function and aquatic motor skills. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 27, pp. 314-321. 10.1016/j.jbmt.2021.03.021.

Silva-Batista, C., Corcos, D.M., Roschel, H., Kanegusuku, H., Gobbi, L.T., Piemonte, M.E., Taucures Mattos, E.C., Tulio de Mello, M., Forjaz, C.L.M., Tricoli, V. &

Ugrinowitsch, C., 2016. Resistance training with instability for patients with Parkinson's disease. *Med Sci Sports Exerc*, 48(9), pp. 1678–1687. 10.1249/MSS.0000000000000945.

World Health Organisation. *Brain Health*. [online] Available at: https://www.who.int/health-topics/brain-health#tab=tab_1. [Accessed 25 April 2023].

World Health Organisation, 2023. *Dementia*. [online] Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>. [Accessed 25 April 2023].

World Health Organisation, 2022. *Parkinson disease*. [online] Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease>. [Accessed 25 April 2023].