



Evelin Colja¹,
Maja Pajek¹, Jernej Pajek², Špela Bogataj^{1,2}

Učinki meddializne kognitivne in telesne vadbe na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost

Izvleček

Hemodializni bolniki so pogosto telesno nedejavni in manj zmogljivi v primerjavi s splošno populacijo, pri njih so pogoste tudi kognitivne motnje. Namen študije je bil ugotoviti učinek meddializnega kognitivnega treninga v kombinaciji s telesno vadbo na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost v hemodializni populaciji.

V raziskavo smo vključili 44 bolnikov. Naključno smo jih razporedili v eksperimentalno skupino ($n = 22$), ki je trikrat tedensko izvajala meddializno kolesarjenje in kognitivni trening, ter kontrolno skupino ($n = 22$), ki je prejela le standardno oskrbo. Intervencija je trajala 12 tednov. Njene učinke smo preverjali s časovno merjenim testom vstani in pojdi (TUG) ter testom kodiranja (SDMT).

Raziskavo je zaključilo 42 bolnikov. Pri eksperimentalni skupini smo ugotovili izboljšanje v primerjavi s kontrolno skupino pri testih TUG ($p = 0,005$) in SDMT ($p < 0,001$). Krajši čas za izvedbo testa TUG je bil povezan z boljšim rezultatom pri testu SDMT ($r = -0,497$, $p = 0,001$).

Ugotovitve kažejo, da kombinacija meddializne vadbe in kognitivnega treninga lahko izboljša tako telesno zmogljivost kot kognitivne sposobnosti, kar odpira možnosti za nadaljnje raziskave in oblikovanje boljših terapevtskih smernic za hemodializne bolnike.

Ključne besede: hemodializa, telesna zmogljivost, kognitivne sposobnosti, dializno kolesarjenje, kognitivni trening



Effects of Inter-Dialysis Cognitive and Physical Training on Cognitive Abilities and Physical Performance

Abstract

Hemodialysis patients are often physically inactive and have lower performance levels compared to the general population. They frequently also experience cognitive impairments. The aim of the study was to determine the effect of inter-dialysis cognitive training combined with physical exercise on cognitive abilities and physical performance in the hemodialysis population.

There were 44 patients included in the study. They were randomly assigned to an experimental group ($n = 22$), which performed inter-dialysis cycling and cognitive training three times a week, or a control group ($n = 22$), which received standard care. The intervention lasted 12 weeks. Its effects were measured using the timed up and go test (TUG) and the symbol digit modalities test (SDMT).

Forty-two patients completed the study. The experimental group showed improvement compared to the control group in the TUG ($p = 0,005$) and SDMT test ($p < 0,001$). A shorter time to complete the TUG test was associated with a better result in the SDMT ($r = -0,497$, $p = 0,001$).

The results indicate that combination of inter-dialysis exercise and cognitive training can improve physical performance and cognitive abilities, presenting opportunities for further research and the development of better treatment guidelines for haemodialysis patients.

Keywords: hemodialysis, physical performance, cognitive abilities, intradialytic cycling, cognitive training

¹Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani

²Klinični oddelek za nefrologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana

Uvod

Bolniki na hemodializnem (HD) zdravljenju se srečujejo z različnimi zapleti in omejitvami. Poleg pridruženih težav in bolezni so tudi telesno nedejavni (Avesani idr., 2012), kar vodi v zmanjšano funkcionalno zmogljivost, ta pa k zmanjšani kakovosti življenja (Li idr., 2016) in povečanemu tveganju za umrljivost (Tentori idr., 2010). V primerjavi z gibalnimi sposobnostmi zdravih posameznikov imajo dializni bolniki največji primanjkljaj na področju ravnotežja in gibljivosti ter pri moči in vzdržljivosti mišic spodnjih okončin (Pajek in Pajek, 2018).

Poleg gibalnih izzivov se pri bolnikih na HD pojavljajo tudi kognitivne motnje. Njihova razširjenost je pri tej populaciji ocenjena na 30–60 % (Murray idr., 2006; Sehgal idr., 1997), kar je vsaj dvakrat več od razširjenosti pri starostno primerljivih kontrolnih skupinah. Kljub tolikšni pogostosti kognitivnih motenj pri bolnikih na HD so te v anamnezi dokumentirane pri manj kot 5 % bolnikov (Kurella, 2006; Murray idr., 2006). Kognitivni upad se stopnjuje s slabšanjem bolezni (Kurella idr., 2004; Madan idr., 2007) in lahko vodi v razvoj demence (Petersen idr., 2009). Pri osebah, ki se zdravijo s hemodializo, so kognitivne funkcije prizadete zlasti na področjih orientacije in pozornosti ter izvršilnih funkcij (O'Lone, 2016). Veliko študij poroča o povezanosti kognitivnih motenj pri bolnikih s kronično ledvično boleznijo in hemodializnim zdravljenjem s slabšimi izidi zdravljenja, povečanim številom hospitalizacij (Sehgal idr., 1997), opustitvijo dialize in povečano umrljivostjo (Kurella idr., 2006).

Študije in intervencije, ki se ukvarjajo s temi težavami, imajo pomembno vlogo pri izboljšanju oskrbe HD bolnikov. Rezultati študij kažejo, da telesna vadba pozitivno vpliva na njihovo telesno zmogljivost. Kot so poleg tega v sistematičnem pregledu ugotovili Bogataj idr. (2022), majhno število raziskav nakazuje, da ima vadba potencial tudi za izboljšanje kognitivnega delovanja oziroma upočasnitev kognitivnega upada pri bolnikih na HD, vendar so za trdnejše zaključke potrebne nadaljnje raziskave.

Za izboljšanje splošnih in specifičnih kognitivnih področij se poleg telesne vadbe vse pogostejše uporabljajo tudi programi kognitivnega treninga. V več študijah so poročali o močni povezavi med vključevanjem v kognitivno stimulatívno dejavnost skozi celotno življenjsko obdobje in izboljšano kognicijo v poznem življenju ter zmanjšanim tveganjem za kognitivne

motnje in demenco (Marioni idr., 2012; Verghese idr., 2003; Wilson idr., 2002). Narašča tudi število dokazov, da lahko intervencije kognitivnega treninga izboljšajo kognitivno delovanje pri zdravih starejših odraslih (Ball idr., 2002; Lampit idr., 2014).

O učinkih kognitivnega treninga pri bolnikih na HD so poročali v le redkih študijah. McAdams-DeMarco idr. (2018) so v pilotni študiji preučevali vpliv intradializnega kolesarjenja in kognitivnega treninga na ohranitev kognitivne funkcije. Psihomotorična hitrost in izvršilne funkcije so se prav tako ohranile pri skupini, ki je izvajala miselne igre na tabličnem računalniku, kot pri skupini, ki je izvajala meddializno kolesarjenje, v primerjavi s kontrolno skupino, ki je doživela upad merjenih sposobnosti. V eni študiji je 12 bolnikov na HD izvajalo 3-mesečni program kognitivnega treninga, ki je potekal med dializo na tabličnih računalnikih. Po končani intervenciji so poročali o izboljšanju kognitivnih sposobnosti in izvršilnih funkcij (Noguchi idr., 2020). Vendar imata obe študiji svoje omejitve, med drugim majhno velikost vzorca.

Na podlagi teh izsledkov je smiseln korak združiti intervencijo telesne vadbe in kognitivnega treninga z namenom izboljšanja funkcionalnega statusa bolnikov na HD, tako kognitivnega kot gibalnega. Njun kombinacijo so že preučevali pri zdravi populaciji in pri tej poročali o spodbudnih rezultatih (Fabre idr., 2002; Oswald idr., 2006). Hemodializni postopek predstavlja edinstveno priložnost za izvajanje tovrstnih kombiniranih intervencij, saj se s tem nadomestijo navadno bolj pasivne aktivnosti, ki jih bolniki izvajajo med dializo (McAdams-DeMarco idr., 2018).

Metode

Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 44 bolnikov iz dializnega centra Univerzitetnega kliničnega centra (UKC) Ljubljana.

Merila za vključitev v raziskavo so bila naslednja: starost nad 18 let, nadomestno zdravljenje s HD več kot 3 mesece, sposobnost samostojne hoje, stabilno zdravstveno stanje.

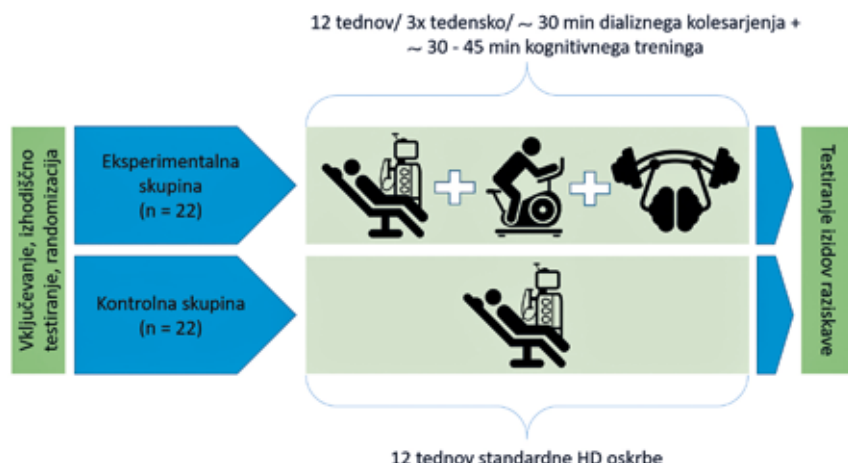
Merila za ne vključitev v raziskavo so bila: kronična maligna ali nalezljiva bolezen, nadzorovana arterijska hipertenzija, angina pectoris (razred 2–4 po CCS), srčno popuščanje (3. ali 4. razred NYHA), amputacija zgornjih ali spodnjih okončin ali katero koli drugo stanje, ki lahko povzroči kronično nestabilnost bolnika.

Merila za izključitev iz študije so bila: interkurentna bolezen ali travma, ki bolniku preprečuje nadaljevanje intervencije za dlje kot 14 dni, pojav akutne bolezni, ki traja dlje kot tri tedne ali se konča manj kot tri tedne pred koncem študije, diagnoza maligne bolezni ali cerebrovaskularni dogodek med raziskavo in samostojni preklic sodelovanja v raziskavi.

Pripomočki

V raziskavi smo ocenjevali kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost bolnikov pred izvedbo intervencije in po njej.

Za oceno kognitivnih sposobnosti smo uporabili test kodiranja (Symbol Digit Modalities Test – SDMT) (Smith, 1982). Testirane prejme list – na vrhu tega je ključ, ki združuje enomestne številke od 1 do 9 s



Slika 1. Zasnova študije

pripadajočimi simboli. V spodnjih vrsticah so samo simboli. Naloga testiranca je napisati ali ustno navesti pravilno številko k zapisanemu simbolu. Prvih 10 povezovanj simbolov z ustreznimi številkami izvede ob vodstvu, nato pa ima na voljo 90 sekund za reševanje preostalih odgovorov. Pri točkovanju je vsak pravilen odgovor vreden 1 točko (Benedict idr., 2017).

Za oceno telesne zmogljivosti smo uporabili časovno merjeni test vstani in pojdi (Timed Up and Go test – TUG). Za izvedbo potrebujemo standarden stol s sedalom v višini 46 cm ter naslonjalom za roke in hrbet. Poleg tega sta potrebni označba na tleh, ki je od stola oddaljena 3 m, in ročna štoparica. Pri testu se meri čas, ki ga preiskovanec potrebuje, da po znaku merilca vstane s stola, prehodi razdaljo treh metrov, se obrne, vrne k stolu in ponovno sede. Čas se zapiše v sekundah. Razdaljo mora preiskovanec prehoditi kar se da hitro, vendar varno. Če pri hoji uporablja pripomoček, ga uporabi tudi pri testu (Podsiađlo in Richardson, 1991).

Potek študije

Študija je bila izvedena v skladu z etičnimi standardi Helsinške deklaracije iz leta 1964, odobrila pa jo je Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (KME 0120-474/2021/10). Vsakemu bolniku smo pred vključitvijo v študijo opisali tveganja in koristi. Tveganja v raziskavi so bila povezana z morebitnim poslabšanjem zdravstvenega stanja zaradi telesnega napora, zato je bilo med ponovitvami gibalnega testa dovolj počitka, meddializna telesna vadba je bila prilagojena posameznikovim sposobnostim in oceni subjektivnega napora. Intervencijo so v celoti nadzorovali navzoči zdravniki in drugo medicinsko osebje.

Testiranja bolnikov so bila izvedena na nedializni dan. Test SDMT so bolniki opravili pod nadzorom psihologinje. Pri tem so morali pravilne rezultate zapisati. Pri testu TUG so bolniki opravili dve meritvi, kot rezultat smo upoštevali njuno povprečje.

Po opravljenih izhodiščnih testiranjih smo bolnike z uporabo računalniškega programa naključno razvrstili v eksperimentalno in kontrolno skupino v razmerju ena proti ena. Eksperimentalna skupina je med dializo (12 tednov po trikrat na teden) približno 30 minut izvajala program meddializnega kolesarjenja na prilagojenem ergometru. Program so začeli s triminutnim ogrevanjem, nato pa smo obremenitev prilago-

dili vsakemu posamezniku glede na oceno subjektivnega napora, ki je bila določena med 4. in 5. stopnjo po 10-stopenjski Borgovi lestvici. Po krajšem odmoru so dobili tablične računalnike, na katerih so na platformi CogniFit reševali miselne igre (30–45 minut). Težavnost miselnih iger se je samodejno prilagajala bolnikovim veščinam med treningom. Ciljne kognitivne domene teh iger so bile: spomin, sklepanje, koordinacija in pozornost s podkategorijami. Bolnikom smo ponudili podporo pri uporabi programske opreme in pomoč pri razumevanju nalog. Kontrolna skupina je bila deležna le standardne oskrbe na HD, kar vključuje splošne nasvete o prednostih telesne vadbe. Zasnova študije je prikazana na Sliki 1.

Po 12 tednih smo testirali izide raziskave. Končne izide smo poskušali pridobiti pri vseh bolnikih, ne glede na njihovo doslednost pri izpolnjevanju zahtev intervencije ali ohranjanju sodelovanja čez celotno obdobje študije. Pri osebah, ki so bile umaknjene iz končne analize, nam ni uspelo izvesti končnih meritev zaradi vzrokov, ki so bolnikom onemogočili sodelovanje, ali zato, ker so sami zavrnili sodelovanje.

Statistična obdelava podatkov

Za obdelavo podatkov smo uporabili program Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, ZDA) in jih statistično analizirali v programu IBM SPSS 22 (SPSS Inc., Armonk, New York, ZDA). Opisne spremenljivke smo prikazali s frekvenčno porazdelitvijo, medtem ko smo za številske spremenljivke podali povprečja in standardne odklone. Za primerjavo izhodiščnih značilnosti posamezne raziskovalne skupine smo uporabili t-test za neodvisne vzorce pri spremenljivkah z normalno porazdelitvijo, medtem ko smo za asimetrično porazdeljene spremenljivke uporabili Mann-Whitneyjev U-test. Primerjavo med začetnim in končnim stanjem posamezne raziskovalne skupine smo izvedli s t-testom za odvisne vzorce pri normalno porazdeljenih spremenljivkah, v primeru asimetrično porazdeljene spremenljivke pa Wilcoxonov test predznačenih rangov. Za analizo učinkovitosti intervencije med raziskovalnima skupinama smo uporabili dvofaktorsko analizo variance za ponovljene meritve, pri čemer smo izračunali interakcijo časa (začetne in končne meritve) ter skupine (eksperimentalne in kontrolne) in delni eta kvadrat. Vrednosti delnega eta kvadrata 0,02, 0,13 in 0,33 so bile ocenjene kot majhen, zmeren

in velik učinek (Pierce idr., 2004). Povezanost med začetnimi meritvami testa TUG in testa SDMT smo preverili s Pearsonovim korelacijskim koeficientom. Vse statistične analize smo izvedli pri stopnji statistične značilnosti $p < 0,05$.

Rezultati

V študijo smo vključili 44 bolnikov, ki se zdravijo s hemodializo. Končno testiranje je opravilo 22 bolnikov v eksperimentalni in 20 bolnikov v kontrolni skupini. V analizo ni bila vključena dva bolnika, pri katerih ni bilo mogoče opraviti končnega testiranja zaradi okužbe z enterokokom, odpornim proti vankomicinu ($n = 1$), in zavrnitve sodelovanja ($n = 1$).

V Tabeli 1 je prikazana primerjava napredka telesne zmogljivosti, merjene s testom TUG, med skupinama po končani intervenciji. Pri eksperimentalni skupini je prišlo do statistično pomembnega izboljšanja rezultatov pri testu TUG za 0,84 sekunde ($p = 0,000$). V kontrolni skupini nismo opazili statistično pomembnih razlik ($p = 0,184$). Ugotovili smo tudi statistično pomembno interakcijo med časom in skupino ($p = 0,005$, delni eta kvadrat = 0,181), kar kaže na zmeren vpliv intervencije na izboljšanje rezultatov v eksperimentalni skupini.

V Tabeli 2 je prikazana primerjava med skupinama v napredku kognitivnih sposobnosti, merjenih s testom SDMT, po izvedeni intervenciji. Pri obeh skupinah smo opazili statistično značilne spremembe. Pri eksperimentalni skupini smo ugotovili statistično pomembno izboljšanje rezultatov pri testu SDMT za 1,18 točke ($p < 0,001$). Nasprotno smo pri kontrolni skupini ugotovili poslabšanje rezultatov pri testu SDMT za 0,65 točke ($p = 0,019$). Prav tako smo ugotovili statistično pomembno interakcijo med časom in skupino ($p < 0,001$), kar kaže na pomemben vpliv intervencije na izboljšanje rezultatov v eksperimentalni skupini. Delni eta kvadrat za interakcijo časa in skupine je znašal 39,5 %, kar kaže, da je ta interakcija pojasnila visok delež variabilnosti spremembe rezultatov testa SDMT po koncu intervencije.

V Tabeli 3 je prikazana povezanost izhodiščne telesne zmogljivosti, merjene s testom TUG, in kognitivnih sposobnosti, merjenih s testom SDMT. Ugotovili smo statistično značilno zmerno negativno povezanost med spremenljivkama ($r = -0,497$, $p = 0,001$). To pomeni, da so nižje vrednosti

Tabela 1
Primerjava skupin v napredku telesne zmogljivosti po izvedeni intervenciji

Raziskovalna skupina	Časovno merjeni test vstani in pojdi (s)								
	Začetno stanje		Končno stanje		Razlika		Interakcija čas x skupina		
	N	μ	SO	μ	SO	p	F	p	delni η^2
Eksperimentalna skupina	22	7,50	1,08	6,66	1,03	< 0,001	8,854	0,005	0,181
Kontrolna skupina	20	7,53	2,14	8,21	2,76	0,184			

Opomba. N = število preiskovancev; μ = povprečje; SO = standardni odklon; p = statistična značilnost; F = testna statistika; delni η^2 = delni eta kvadrat.

Tabela 2
Primerjava skupin v napredku kognitivnih sposobnosti po izvedeni intervenciji

Raziskovalna skupina	Test kodiranja								
	Začetno stanje		Končno stanje		Razlika		Interakcija čas x skupina		
	N	μ	SO	μ	SO	p	F	p	delni η^2
Eksperimentalna skupina	22	27,59	11,65	28,77	11,83	< 0,001	26,125	0,000	0,395
Kontrolna skupina	20	28,35	12,89	27,70	12,99	0,019			

Opomba. N = število preiskovancev; μ = povprečje; SO = standardni odklon; p = statistična značilnost; F = testna statistika; delni η^2 = delni eta kvadrat.

Tabela 3
Povezanost izhodiščnih meritev telesne zmogljivosti in kognitivnih sposobnosti

		SDMT
TUG	Pearsonov korelacijski koeficient	-0,497
	p	0,001
	N	43

Opomba. p = statistična značilnost; N = število preiskovancev.

(oziroma krajši čas) pri testu TUG povezane z višjimi vrednostmi na testu SDMT.

Razprava

V študiji smo ugotavljali, kakšen je učinek meddializnega kognitivnega treninga v kombinaciji s telesno vadbo na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost v hemodializni populaciji. Rezultati so pokazali, da je meddializni kognitivni trening v kombinaciji s telesno vadbo izboljšal tako telesno zmogljivost kot tudi kognitivne sposobnosti.

Pri skupini, ki je izvajala meddializni kognitivni trening v kombinaciji s telesno vadbo, smo po 12 tednih ugotovili statistično značilno izboljšanje telesne zmogljivosti, merjene s testom TUG, v primerjavi z začetnim stanjem kot tudi v primerjavi s kontrolno skupino. Kot so poročali Storer idr. (2005) lahko pri bolnikih na HD že sama aerobna vadba privede do izboljšanja mišične moči in s tem telesne zmogljivosti, merjene s

funkcionalnimi testi. Zaradi pogoste izrazite mišične šibkosti lahko privede do večjih začetnih izboljšav, saj imajo večji prilagoditveni potencial na vadbo (Fleck in Kraemer, 2014). Bolniki so v raziskavi v povprečju kolesarili trikrat na teden, in sicer je ta vadba trajala 30–45 minut pri zmerni intenzivnosti. Čeprav s tem nismo dosegli priporočil za telesno dejavnost pri bolnikih na HD, ki znašajo 150 minut zmerne dejavnosti na teden oziroma 75 minut intenzivne vadbe (Baker idr., 2022), smo kljub temu ugotovili izboljšanje telesne zmogljivosti. Večina bolnikov je bila pred vključitvijo v raziskavo nedejavna, kar bi pojasnilo izboljšanje tudi pri manjšem obsegu in manjši intenzivnosti vadbe.

Učinke kombinirane intervencije telesne vadbe in kognitivnega treninga na kognitivne sposobnosti smo preverjali s testom SDMT, ki se uporablja predvsem za ocenjevanje hitrosti in učinkovitosti obdelave informacij (Benedict idr., 2017). Pri eksperimentalni skupini smo po 12 tednih

kombinirane kognitivne in telesne vadbe ugotovili statistično značilno izboljšanje kognitivnih sposobnosti, merjenih s testom SDMT. Do izboljšanja je prišlo v primerjavi z začetnim stanjem kot tudi pri primerjavi s kontrolno skupino. O izboljšanju kognitivnih sposobnosti po kombinirani intervenciji so poročali tudi pri drugih študijah. Zaradi odsotnosti skupine, ki bi izvajala le kognitivni trening ali le meddializno kolesarjenje, ne moremo poročati, ali je kombinacija intervencij prav tako superiorna pri bolnikih na HD, kot so poročali pri splošni populaciji (Fabre idr., 2002; Oswald idr., 2006; Shatil, 2013; Theill idr., 2013). Pri kontrolni skupini smo ugotovili upad kognitivnih sposobnosti v času trajanja intervencije. McAdams-DeMarco idr. (2018) so v študiji prav tako poročali o upadu kognitivnih sposobnosti pri kontrolni skupini med intervencijo. Kar lahko nakazuje, da imajo intervencije, ki se osredotočajo na kognitivni upad, potencial za njegovo upočasnitev. Ena izmed možnosti je tudi pomanjkanje motivacije pri kontrolni skupini, saj zaradi oblike intervencije uporaba slepe zasnove študije ni bila mogoča.

Tako telesna vadba kot kognitivni trening naj bi prek različnih mehanizmov vplivala na izboljšanje oziroma omilitev kognitivnega upada. Telesna vadba vpliva na plastičnost možganov prek procesov nevrogeneze, angiogeneze in vpliva na metabolizem (Cotman idr., 2007), poleg tega pa posredno vpliva na regulacijo sistemskih in perifernih dejavnikov, ki lahko vplivajo na kognitivne procese (Pedersen, 2006; Yaffe idr., 2004). Kognitivni trening poleg strukturnih sprememb, kot je povečana integriteta bele možganovine, povzroči tudi funkcionalne spremembe, ki se odražajo v boljši komunikaciji med možganskimi regijami in izboljšanjem delovanja živčnega sistema (Chapman idr., 2015). Čeprav naj bi telesna vadba in kognitivni trening delovala na kognicijo prek različnih mehanizmov, se njuni učinki seštevajo oziroma potencirajo (Fabel idr., 2009). Mogoče je, da ima vadba bolj splošne učinke, tj. spodbuja plastičnost, medtem ko kognitivni trening povzroči spremembe nevronov v specifičnih področjih, povezanih s trenirano spretnostjo (Hötting in Röder, 2013).

Ugotovili smo tudi zmerno povezanost izhodiščnih meritev telesne zmogljivosti in kognitivnih sposobnosti, in sicer je bil boljši rezultat pri testu TUG povezan z boljšim rezultatom pri testu SDMT. O podobni korelaciji so poročali tudi pri bolnikih

z multiplo sklerozo (Sebastião idr., 2016). Rezultati nakazujejo, da imajo posamezniki z boljšo funkcionalno mobilnostjo tudi boljše kognitivne sposobnosti. Test TUG kot funkcionalno merilo vsebuje kompleksnejše naloge, kot so vstajanje s stola in obračanje. Zaradi te značilnosti je povezan z več kognitivnimi domenami, predvsem izvršilnimi funkcijami, spominom in hitrostjo obdelave informacij (Mirelman idr., 2014). Ugotovljeno izboljšanje kognitivnih sposobnosti bi lahko vplivalo tudi na boljši rezultat pri testu TUG.

Medtem ko so dosedanje raziskave preučevale posamezne učinke telesne vadbe ali kognitivnega treninga, je naša raziskava med prvimi preverjala učinke kombinirane pristopa pri bolnikih na HD. Ima pa izvedena študija omejitve in pomanjkljivosti. Glavna pomanjkljivost je odsotnost aktivne kontrolne skupine, ki bi izvajala le meddializno kolesarjenje ali kognitivni trening. Tako bi lahko primerjali, ali kombinirana vadba pri bolnikih na HD povzroči večje učinke na kognitivne sposobnosti ali bi pri ločenih intervencijah prišlo do podobnih rezultatov. Na končne rezultate bi lahko vplivala tudi odsotnost »zaslepitve« kontrolne skupine, ki zaradi narave intervencije ni bila izvedljiva. To bi lahko zmanjšalo njihovo motivacijo in posledično vplivalo na rezultat pri končnih meritvah.

Zaključek

Namen naše raziskave je bil preučiti učinek meddializnega kognitivnega treninga v kombinaciji s telesno vadbo na kognitivne sposobnosti in telesno zmogljivost v hemodializni populaciji. Ugotovitve nakazujejo, da lahko kombinacija intervencij pozitivno vpliva na funkcionalno mobilnost in kognitivne funkcije, kot sta hitrost in učinkovitost obdelave informacij. Rezultati odpirajo možnosti za nadaljnje raziskave in oblikovanje boljših terapevtskih smernic za hemodializne bolnike, ki bi lahko pomembno vplivale na njihovo kakovost življenja.

Literatura

1. Avesani, C. M., Trolonge, S., Deléaval, P., Baria, F., Mafra, D., Faxén-Irving, G., ... in Fouque, D. (2012). Physical activity and energy expenditure in haemodialysis patients: an international survey. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 27(6), 2430–2434.

2. Baker, L. A., March, D. S., Wilkinson, T. J., Bil-lary, R. E., Bishop, N. C., Castle, E. M., Chilcot, J., Davies, M. D., Graham-Brown, M. P. M., Greenwood, S. A., Junglee, N. A., Kanavaki, A. M., Lightfoot, C. J., Macdonald, J. H., Rossetti, G. M. K., Smith, A. C. in Burton, J. O. (2022). Clinical practice guideline exercise and lifestyle in chronic kidney disease. *BMC nephrology*, 23(1), 1–36. <https://doi.org/10.1186/s12882-021-02618-1>
3. Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., Morris, J. N., Rebok, G. W., Smith, D. M., Tennstedt, S. L., Unverzagt, F. W., Willis, S. L. in ACTIVE Study Group. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: a randomized controlled trial. *Jama*, 288(18), 2271–2281. <https://doi.org/10.1001/jama.288.18.2271>
4. Benedict, R. H., DeLuca, J., Phillips, G., LaRocca, N., Hudson, L. D., Rudick, R. in Multiple Sclerosis Outcome Assessments Consortium. (2017). Validity of the Symbol Digit Modalities Test as a cognition performance outcome measure for multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 23(5), 721–733. <https://doi.org/10.1177/1352458517690821>
5. Bogataj, Š., Mesarič, K. K., Pajek, M., Petrušič, T. in Pajek, J. (2022). Physical exercise and cognitive training interventions to improve cognition in hemodialysis patients: A systematic review. *Frontiers in public health*, 10, 3813. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1032076>
6. Chapman, S. B., Aslan, S., Spence, J. S., Hart, J. J., Jr, Bartz, E. K., Didehbani, N., Keebler, M. W., Gardner, C. M., Strain, J. F., DeFina, L. F. in Lu, H. (2015). Neural mechanisms of brain plasticity with complex cognitive training in healthy seniors. *Cerebral cortex*, 25(2), 396–405. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht234>
7. Cotman, C. W., Berchtold, N. C. in Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences*, 30(9), 464–472. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.06.011>
8. Fabel, K., Wolf, S., Ehninger, D., Babu, H., Galicia, P. in Kempermann, G. (2009). Additive effects of physical exercise and environmental enrichment on adult hippocampal neurogenesis in mice. *Frontiers in neuroscience*, 3, 50. <https://doi.org/10.3389/fnneu.22.002.2009>
9. Fabre, C., Chamari, K., Mucci, P., Masse-Biron, J. in Préfaut, C. (2002). Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *International journal of sports medicine*, 23(06), 415–421. <https://doi.org/10.1055/s-2002-33735>
10. Fleck, S. J. in Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*, 4E. Human Kinetics.
11. Hötting, K. in Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(9), 2243–2257. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>
12. Kurella, M., Chertow, G. M., Luan, J. in Yaffe, K. (2004). Cognitive impairment in chronic kidney disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(11), 1863–1869. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52508.x>
13. Kurella, M., Mapes, D. L., Port, F. K. in Chertow, G. M. (2006). Correlates and outcomes of dementia among dialysis patients: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 21(9), 2543–2548. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfl275>
14. Lampit, A., Hallock, H. in Valenzuela, M. (2014). Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS medicine*, 11(11), e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
15. Li, Y. N., Shapiro, B., Kim, J. C., Zhang, M., Por-szasz, J., Bross, R., ... in Kopple, J. D. (2016). Association between quality of life and anxiety, depression, physical activity and physical performance in maintenance hemodialysis patients. *Chronic diseases and translational medicine*, 2(02), 110–119.
16. Madan, P., Kalra, O. P., Agarwal, S. in Tandon, O. P. (2007). Cognitive impairment in chronic kidney disease. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 22(2), 440–444. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfl572>
17. Marioni, R. E., van den Hout, A., Valenzuela, M. J., Brayne, C., Matthews, F. E. in MRC Cognitive Function and Ageing Study (2012). Active cognitive lifestyle associates with cognitive recovery and a reduced risk of cognitive decline. *Journal of Alzheimer's Disease*, 28(1), 223–230. <https://doi.org/10.3233/JAD-2011-110377>
18. McAdams-DeMarco, M. A., Konel, J., Warsame, F., Ying, H., González Fernández, M., Carlson, M. C., Fine, D. M., Appel, L. J. in Segev, D. L. (2018). Intradialytic cognitive and exercise training may preserve cognitive function. *Kidney international reports*, 3(1), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2017.08.006>
19. Mirelman, A., Weiss, A., Buchman, A. S., Bennett, D. A., Giladi, N. in Hausdorff, J. M. (2014). Association between performance on Timed Up and Go subtasks and mild cognitive impairment: further insights into the links between cognitive and motor function. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(4), 673–678. <https://doi.org/10.1111/jgs.12734>
20. Murray, A. M., Tupper, D. E., Knopman, D. S., Gilbertson, D. T., Pederson, S. L., Li, S., ... in Kane, R. L. (2006). Cognitive impairment in hemodialysis patients is common. *Neurology*, 67(2), 216–223.
21. Noguchi, Y., Ito, M., Mushika, M., Ito, T., in Kawamura, N. (2020). The effect of n-back training during hemodialysis on cognitive

- function in hemodialysis patients: a non-blind clinical trial. *Renal Replacement Therapy*, 6, 1–6. <https://doi.org/10.1186/s41100-020-00288-7>
22. O'Lone, E., Connors, M., Masson, P., Wu, S., Kelly, P. J., Gillespie, D., Parker, D., Whiteley, W., Strippoli, G. F., Palmer, S. C., Craig, J. C. in Webster, A. C. (2016). Cognition in people with end-stage kidney disease treated with hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Kidney Diseases*, 67(6), 925–935. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2015.12.028>
23. Oswald, W. D., Gunzelmann, T., Rupprecht, R. in Hagen, B. (2006). Differential effects of single versus combined cognitive and physical training with older adults: the SimA study in a 5-year perspective. *European journal of ageing*, 3, 179–192. <https://doi.org/10.1007/s10433-006-0035-z>
24. Pajek, M. B., in Pajek, J. (2018). Characterization of deficits across the spectrum of motor abilities in dialysis patients and the impact of sarcopenic overweight and obesity. *Clinical nutrition*, 37(3), 870–877.
25. Pedersen, B. K. (2006). The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays in biochemistry*, 42, 105–117. <https://doi.org/10.1042/bse0420105>
26. Petersen, R. C., Roberts, R. O., Knopman, D. S., Boeve, B. F., Geda, Y. E., Ivnik, R. J., Smith, G. E. in Jack, C. R., Jr (2009). Mild cognitive impairment: ten years later. *Archives of neurology*, 66(12), 1447–1455. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2009.266>
27. Pierce, C. A., Block, R. A. in Aguinis, H. (2004). Cautionary note on reporting eta-squared values from multifactor ANOVA designs. *Educational and psychological measurement*, 64(6), 916–924. <https://doi.org/10.1177/001316440426484>
28. Podsiadlo, D. in Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
29. Sebastião, E., Sandroff, B. M., Learmonth, Y. C. in Motl, R. W. (2016). Validity of the timed up and go test as a measure of functional mobility in persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(7), 1072–1077. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.12.031>
30. Sehgal, A. R., Grey, S. F., DeOreo, P. B. in Whitehouse, P. J. (1997). Prevalence, recognition, and implications of mental impairment among hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, 30(1), 41–49. [https://doi.org/10.1016/s0272-6386\(97\)90563-1](https://doi.org/10.1016/s0272-6386(97)90563-1)
31. Shatil, E. (2013). Does combined cognitive training and physical activity training enhance cognitive abilities more than either alone? A four-condition randomized controlled trial among healthy older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 5, 8. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00008>
32. Smith, A. (1982). *Symbol digit modalities test (SDMT)*. Western psychological services, Los Angeles.
33. Storer, T. W., Casaburi, R., Sawelson, S. in Kopple, J. D. (2005). Endurance exercise training during haemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 20(7), 1429–1437. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfh784>
34. Tentori, F., Elder, S. J., Thumma, J., Pisoni, R. L., Bommer, J., Fissell, R. B., ... in Robinson, B. M. (2010). Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 25(9), 3050–3062.
35. Theill, N., Schumacher, V., Adelsberger, R., Martin, M. in Jäncke, L. (2013). Effects of simultaneously performed cognitive and physical training in older adults. *BMC neuroscience*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-14-103>
36. Verghese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G., Ambrose, A. F., Sliwinski, M. in Buschke, H. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *New England Journal of Medicine*, 348(25), 2508–2516. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa022252>
37. Wilson, R. S., De Leon, C. F. M., Barnes, L. L., Schneider, J. A., Bienias, J. L., Evans, D. A. in Bennett, D. A. (2002). Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease. *Jama*, 287(6), 742–748. <https://doi.org/10.1001/jama.287.6.742>
38. Yaffe, K., Kanaya, A., Lindquist, K., Simonsick, E. M., Harris, T., Shorr, R. I., Tylavsky, F. A. in Newman, A. B. (2004). The metabolic syndrome, inflammation, and risk of cognitive decline. *Jama*, 292(18), 2237–2242. <https://doi.org/10.1001/jama.292.18.2237>

Evelin Colja, mag. kin., dipl. fiziot.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
colja.evelin@gmail.com