



Blanka Koščak Tivadar^a,
Aleš Dolenc^b, Maša Žvelc^c, Saša CeciĆ Erpič^b

Vpliv vadbe za vzdržljivost na upad pozornosti pri starejših odraslih

The impact of endurance exercise on attention decline in older adults.

Abstract

In the study, we examined whether an experimental intervention could influence the decline in attention in older adults. The experiment involved 80 elderly participants who were randomly assigned to three experimental groups, which performed endurance exercise, cognitive training, or a combination of both exercises three times a week for twelve weeks, and a control, fourth group. As a form of endurance exercise, we chose treadmill walking to avoid the influence of external factors that could affect task performance. In the context of cognitive training, participants performed memory, concentration, and mental exercises, which we adapted from published manuals. To verify the results, we used the Stroop test to assess selective attention. The study found a positive impact of endurance exercise on attention, where participants improved the inhibition of irrelevant stimuli. The results of the study confirm that proactive action, including appropriate physical exercise, is necessary for quality aging.

Keywords: older adults, attention, endurance exercise, cognitive exercise

Izveleček

V raziskavi smo preverjali, ali lahko z eksperimentalno intervencijo vplivamo na upad pozornosti pri starejših odraslih. Pri eksperimentu je sodelovalo 80 starostnikov, naključno so bili razporejeni v tri eksperimentalne skupine – te so trikrat tedensko 12 tednov izvajale vadbo za vzdržljivost, kognitivno vadbo ali kombinacijo obeh vadb – in četrto, kontrolno skupino. Kot obliko vadbe za razvoj vzdržljivosti smo izbrali hojo po tekalni preprogi, da bi se izognili vplivom zunanjih dejavnikov na izvajanje nalog. V okviru kognitivne vadbe so preizkušanci izvajali vaje za spomin, zbranost in preostale kognitivne sposobnosti, ki smo jih povzeli po izdanih priročnikih. Za preverjanje rezultatov smo uporabili Stroopov test za merjenje selektivne pozornosti. Z raziskavo smo ugotovili pozitiven vpliv vadbe za vzdržljivost na pozornost, saj se je izboljšala inhibicija irelevantnih dražljajev. Rezultati raziskave potrjujejo, da je za kakovostno starost potrebno proaktivno delovanje, kamor spada tudi ustrezna telesna vadba.

Ključne besede: starejši odrasli, pozornost, vadba za vzdržljivost, kognitivna vadba

■ Uvod

Starost, predvsem funkcionalna starost, predstavlja celovito in dinamično sposobnost sposobnost prilagajanja posameznika vplivom okolja in skupnosti. Zdravo staranje, pri katerem razvijamo in vzdržujemo funkcijske sposobnosti, nam omogoča dobro počutje ter opravljanje različnih bioloških, družbenih in poklicnih nalog (Chmielewski, 2020; Milavec Kapun, 2011; Physical activity strategy, 2015). Pod vplivom starostnih sprememb je celotno telo, torej tudi osrednje živčevje in posledično kognitivne sposobnosti. Med naj-

pomembnejša kognitivna področja spadajo spomin, pozornost, jezik, izvršilne funkcije, višje senzorno zaznavanje (prepoznavanje objektov, prostorsko procesiranje) in gibalni nadzor (Baddeley, 2010).

Spomin lahko opredelimo kot kompleksen proces, sestavljen iz petih procesov, tj. iz pozornosti, vkodiranja, shranjevanja, okrepitev in obnavljanja informacij. Proces je pomemben zaradi omejene količine informacij, ki jih lahko možgani procesirajo, in selekcije, ki omogoča informacijam nadaljnje procesiranje zaradi izstopajočih dražljajev ali zaradi povezav teh dražljajev (Praprotnik idr., 2007). V nasprotju z delovnim spominom je za dolgoročni spomin značilno, da informacijo priključimo po več kot eni minuti, potem ko je pozornost že preusmerjena drugam (Banich in Compton, 2018). Prenos iz delovnega spomina v dolgoročni spomin (Baddeley, 2010) je mogoč le ob dobro usklajenem delovanju vseh sistemov

^a Mediko, d. o. o., Dolenjska cesta 156b, 1000 Ljubljana;

^b Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Gortanova 22, 1000 Ljubljana

^c Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, 6000 Koper

(Gajewski in Falkenstein, 2015a). Vendar lahko iz dolgotrajnega spomina informacije izginejo zaradi interference, to je prepletanja starih in novih informacij, kar je del normalnega procesa propadanja (Kane in Engle, 2003). Z leti so prav na področju interference zaznane največje spremembe (Zarevski, 1995). Interferenco lahko merimo s Stroopovim testom, s katerim preverjamo poimenovanje barv in branje besed. Pri tem testu preverjamo inhibicijske funkcije, pri čemer mora posameznik voljno preglasiti prevladujoče odzive in se tako upreti odvrčanju pozornosti. Stroopov test vključuje naloge poimenovanja barv črk, s katerimi so zapisane besede, kjer je treba, ko se pojavi konfliktna situacija (npr. beseda »rdeča« zapisana v modri barvi), inhibirati avtomatski odziv branja besede in poimenovati barvo, s katero je beseda zapisana (Eysenk in Keane, 2015). Interferenca z barvami je značilna predvsem za desno hemisfero, ki je pomembna za pozornost pri prepoznavanju barv (Banich in Compton, 2018; Milham idr., 2003). Med izvajanjem testa skuša preizkušanec inhibirati avtomatično vedenje (branje besede) tudi pri izvajanju nadzorovane naloge (poimenovati barvo, s katero je napisana beseda) (Faria idr., 2015). Wühr (2007) pojasnjuje Stroopov učinek s počasnejšim voljnim procesom (poimenovanje barv), za katerega je v primerjavi z avtomatiziranim procesom (branje besed) potrebna selektivna pozornost. Po mnenju Golden idr. (2000) Stroopov test lahko nakaže prefrontalno disfunkcijo.

S pozornostjo, tj. sposobnostjo selektivnega zavedanja oziroma osredotočanja ter ohranjanja zanimanja za določeno nalogo oziroma dejavnost (Šešok, 2006), se lahko osredotočimo na posamezne relevantne izkušnje ali podatke in hkrati ignoriramo druge manj relevantne izkušnje ali podatke (Kraus Whitbourne, 2008; Logar, 2007; Zupančič, 2004). Z leti se pozornost oziroma sposobnost razlikovanja med relevantnimi in nerelevantnimi informacijami zmanjšuje (Banich in Compton, 2018), in sicer zaradi manjše inhibicije nerelevantnih dražljajev (Association for Psychological Science, 2011; Wecker idr., 2000). Upad deljene pozornosti in nadzora pozornosti (Lamers idr., 2010; Lavie idr., 2004; Zupančič, 2004) je lahko povezan tudi s pojavom Alzheimerjeve demence (Cox idr., 2013; Eggermont idr., 2006; Erickson idr., 2012; Repovš in Baddeley, 2006).

Čeprav je upad kognitivnih funkcij normalen proces in je del staranja, pri nekaterih starostnikih nekoliko odstopa od pričakovanega (Fratiglioni idr., 2004). Spremenjeno razmerje med izgubljanjem in pridobivanjem kognitivnih sposobnosti (Hertzog idr., 2008) lahko posameznik zmanjša z izvajanjem telesne dejavnosti (TD). Najprimernejši za zdravo staranje je celostni pristop, ki obravnava srčno-žilne sposobnosti, mišično moč in vzdržljivost, gibljivost ter sestavo telesa (Kisner in Colby, 2007; Grant idr., 2014; Ortega idr., 2018; Ruiz idr., 2009). Za populacijo nad 65 let smernice Svetovne zdravstvene organizacije priporočajo najmanj 150 minut zmerne do intenzivne aerobne TD na teden in vsaj 75 minut zelo intenzivne aerobne TD na teden, ki jo lahko posameznik izvaja tudi v več intervalih po najmanj 10 minut (Global recommendations on physical activity for health, 2010). Hkrati je za izboljšanje in ohranjanje zdravja priporočeno izvajanje vaj za moč in ravnotežje (Smernice EU o telesni dejavnosti, 2008) najmanj dvakrat tedensko (Global recommendations on physical activity for health, 2010). Vendar pa so starostniki pogosto zaradi različnih vzrokov nagnjeni k omejitvi TD (Nied in Franklin, 2002), zato so poleg slabše telesne pripravljenosti, ki lahko upočasni biološke procese v telesu, opazni tudi upadi nekaterih višjih kognitivnih sposobnosti (Chang in Etnier, 2009). Spremembe na področju kognitivne sposobnosti

se pojavijo kot posledica zmanjšanja števila nevronov, izgube mielinizacije, zmanjšanja razvejenosti dendritov, slabše prekravitve možganov in sproščanja nevrotansmitorjev (Colcombe idr., 2004; Cipolla, 2009; McDaniel idr., 2008). V pomoč je TD, saj poleg vpliva na srčno-žilni sistem in gibalne sposobnosti, kot so mišična moč, vzdržljivost ravnotežja in gibljivost (Strojniki, 2011), vpliva tudi na kognitivne sposobnosti (Ambrose, 2015; Coelho idr., 2013; Mohorko, 2014; Vanderah in Gould, 2015). Pozornost lahko npr. izboljša vadba za razvoj vzdržljivosti (Busse idr., 2009; Coelho idr., 2013; Kelly idr., 2014; Tseng idr., 2011). Ta je pomembna tudi kot preventiva pred razvojem Alzheimerjeve demence (Abbott idr., 2004; Barnes in Yaffe, 2011; Norton idr., 2014). Slednje je posledica nevropastičnosti možganov ter sposobnosti nevrogeneze (Mohorko, 2014) in angiogeneze (Swain idr., 2003), ki lahko nastopita pri vadbi za vzdržljivost (Baker idr., 2010; Graham idr., 2018; Swain idr., 2012).

Nekoliko nedodelan ostaja odgovor na vprašanje o najustreznejši obliki TD, ki izboljšuje kognitivne sposobnosti. Pregledi objavljenih študij med letoma 2001 in 2008 (Benedict idr., 2013), 2002 in 2013 (Kelly idr., 2014), 2003 in 2013 (Erickson idr., 2014) ter med letoma 2004 in 2009 (Busse idr., 2009) med najučinkovitejše uvrščajo vadbo za razvoj vzdržljivosti. Ta pozitivno vpliva na inhibicijo interference (Colcombe idr., 2004; Liu-Ambrose idr., 2008), Voss idr. (2010) so v raziskavi ugotovili, da vadba za vzdržljivost izboljšuje delovni spomin, ne pa tudi kratkoročnega. Učinek vadbe za vzdržljivost na kognitivne sposobnosti, strukturo možganov ali oboje je dokazan z diagnostičnimi napravami, kot so funkcionalni MRI, tomografija ipd. (Joubert in Chainay, 2018). Za ustrezen učinek je pomembna tudi količina TD (Barnes idr., 2013; Shatil, 2013). Forbes idr. (2015) na podlagi sistematičnega pregleda člankov v bazi Cochrane ugotavljajo, da večina študij poroča o izboljšanju kognitivnih funkcij, kot so spomin, sposobnost razmišljanja in prostorskega zavedanja. Kot intervencija je bila najpogostejše uporabljena 60-minutna vadba trikrat tedensko v obdobju 24 tednov, predvsem hoja, tek ali kolesarjenje (Tseng idr., 2011). Zaradi sovpadajočih obolenj in siceršnje krhkosti je za večino starostnikov primernejša TD z nizko intenzivnostjo, ki pa ima na kognitivne procese manjši vpliv (Chodsko-Zalko idr., 2009).

Kognitivna vadba je lahko usmerjena v posamezno kognitivno sposobnost ali v urjenje več sposobnosti (Lenze in Bowie, 2018), pri čemer lahko aktiviramo nevronske povezave s kognicijo (Lenze in Bowie, 2018). Pri kognitivni vadbi lahko izvajamo vadbo z uporabo izstopajočih dražljajev (angl. *Bottom up*). Pri tem spodbujamo senzorne in zaznavne dražljaje oz. pristope, s katerimi urimo mehanizme kognitivnega nadzora in druge izvršilne funkcije (angl. *Bottom down*) z namenom izboljšanja reševanja sistematičnih nalog (Lenze in Bowie, 2018). Za boljšo kognitivno plastičnost starostnikov so primerne tehnike za urjenje spomina s poudarkom na verbalnem in epizodičnem spominu (pomnjenje besed, izsekov iz besedila, podrobnosti v pripovedih), tehnike za spodbujanje logike (reševanje problemov, nalog, zaporedij števil, besed) ter tehnike za urjenje hitrosti reševanja problemov (hitro prepoznavanje predmetov (Ball idr., 2002)). S kognitivnimi nalogami urimo delovni spomin (Morrison in Chein, 2011), kar nam omogoča kognitivna plastičnost (Hertzog idr., 2008).

Vadba za vzdržljivost pozitivno vpliva na boljšo oksigenacijo možganov (Adlard idr., 2005; Radak idr., 2010), medtem ko kognitivna vadba nima takega učinka (Heinzel idr., 2014).

Namen raziskave je bil preveriti vpliv vadbe za vzdržljivost, kognitivne vadbe in kombinacije obeh na upad pozornosti pri starejših odraslih.

Metoda

Merjenci

V raziskavi je sodelovalo 80 zdravih, pokretnih starejših odraslih s povprečno starostjo 71 let ($\sigma = 3$ leta), od tega 16 % moških in 84 % žensk, s povprečnim ITM 26,8 ($\sigma = 4,39$). Vključili smo preizkušance brez kognitivnih odklonov in z urejenimi kroničnimi boleznimi ali simptomi (zvišan krvni tlak, bolezni srca in ožilja, kronična obstruktivna pljučna bolezen, astma, rakavo obolenje, duševno obolenje, inkontinenca, mišično-skeletno obolenje, bolečina in tiščanje v prsih, težave z dihanjem v mirovanju ali ob naporu, glavobol, vrtoглаvica, vnetje sklepov ipd.), take, ki najmanj dve leti pred raziskavo niso imeli akutnih srčno-žilnih obolenj, nimajo srčnega popuščanja ali nevrološke simptomatike (npr. Parkinsonovo obolenje, možganski tumor ipd.), zadnji dve leti niso imeli obsežne mišično-skeletne simptomatike, niso prejeli insulinske terapije ter zanje ni veljala omejitev za rekreativno vadbo ali druga gibalna omejitve. Iz raziskave smo izključili vse preizkušance, ki so navedli, da uživajo več kot pet zdravil dnevno in imajo neurejene vidne zaznave (npr. sivo mreno). Podatke smo pridobili z lastno izjavo preizkušancev in osebnim intervjujem.

Postopek

Preizkušance smo povabili k raziskavi ob predstavitvi projekta na Univerzi za tretje življenjsko obdobje v Ljubljani in dnevnem centru aktivnosti za starejše Moste. Z vsemi preizkušanci smo opravili vključitveni test MoCa. Preizkušance smo razdelili po spolu v dve skupini in jih nato z dvema žreboma naključno razdelili v štiri eksperimentalne skupine. Prva skupina je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti (VV), druga skupina je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti z dodano kognitivno vadbo (VV + KV), tretja skupina je izvajala samo KV, četrta skupina je bila kontrolna (KS).

Pred raziskavo smo z vsemi opravili prve meritve, tj. hojo in Stroopov test. Preizkušanci treh eksperimentalnih skupin so trikrat tedensko 12 tednov vadili skladno z eksperimentalno intervencijo. Po zadnji intervenciji oziroma po 12 tednih (KS) je sledila ponovna izvedba Stroopovega testa. Navzočnost preizkušancev pri eksperimentu smo beležili v dnevniku udeležbe, hkrati so preizkušanci podali izjavo, da v času raziskave ne bodo menjali življenjskega sloga, prehranjevalnih navad ali jemali prehranskih dodatkov ter da v času raziskave ne bodo začeli izvajati nove oblike telesne dejavnosti. Noben preizkušanec ni dobil plačila za sodelovanje v raziskavi. Vsi preizkušanci so o prostovoljni udeležbi v raziskavi podali pisno izjavo.

Testi

Test MoCa

Test MoCa, ki v 90 % zaznava že blažji kognitivni upad (Nasreddine idr., 2005), sestavlja 11 nalog z najvišjim možnim skupnim seštevkom 30 točk (Julayanont idr., 2014). S testom preverjamo vidno-prostorske in izvršilne funkcije, zmožnost poimenovanja živali, pozornost, jezik, abstrakcijo, odločen priklic. Preizkušanci so test reševali sede za mizo v mirnem in dobro osvetljenem prostoru. Vsak je dobil svoj list papirja, na katerem je bila predloga s testom

MoCa. Del nalog so izpolnjevali sami, preostale smo jim prebrali. Naloge v testu MoCa sestavljajo naloga za preverjanje kratkoročnega spomina (5 točk), pri kateri posameznik v dveh poskusih v petih minutah ponovi pet samostalnikov; nalogi za vidno-prostorske sposobnosti (risanje ure – 3 točke, risanje tridimenzionalne kocke – 1 točka); naloge za preverjanje izvršilnih funkcij (povezovanje točk in števil – 1 točka; fonemična fluentnost – navajanje čim več besed na določeno črko – 2 točki; test abstrakcije – iskanje skupnega dvema besedama – 2 točki); naloge za preverjanje pozornosti, koncentracije in delovnega spomina ter vzdrževanja pozornosti (ponavljanje zaporedja števil naprej in nazaj – 1 točka; opozarjanje na črko A v nizu črk – 1 točka, zaporedno odštevanje števil – 3 točke); nalogi za preverjanje sposobnosti uporabe jezika (poimenovanje živali – 3 točke, ponovitev dveh povedi – 2 točki) ter naloga za preverjanje orientacije v prostoru in času (dan, mesec, leto in kraj testiranja – 6 točk). Uspešnost nad 26 točkami je ovrednotena kot pričakovana za vse, ki nimajo kognitivnih odklonov (Nasreddine idr., 2005; Julayanont idr., 2014). Korelacijski koeficient zanesljivosti testa je 0,92, Cronbachov koeficient alfa $> 0,8$ (Nasreddine idr., 2005). Naši preizkušanci so v povprečju dosegli $28,2 \pm 0,7$ točke. V raziskavo smo vključili tiste, ki so dosegli nad 26 točk.

6-minutni test hoje

S kineziološkim 6-minutnim testom hoje smo preverjali vzdržljivost preizkušancev. Test smo izvajali v svetlem in zaprtem prostoru z ravno podlago in brez ovir v njem. Označili smo 30 metrov dolgo progo, na vsakih 5 metrov dodali oznake in s stožci določili obračališče. Preizkušancem smo naročili, naj šest minut hodijo, kolikor hitro morejo brez ustavljanja, vendar pri tem ne smejo teči. Po vsaki pretečeni minuti smo jih spodbujali in jih obvestili o preostalem času testiranja. Varnost preizkušancev smo zagotovili s preverjanjem vrednosti srčnega utripa (Jakovljevič in Knific, 2017). Po poteku šestih minut smo preizkušance ustavili in odčitali prehojeno pot. Vrednosti smo primerjali z normativnimi vrednostmi, predvidenimi glede na starost in spol (povzeto po Jakovljevič idr., 2017).

Stroopov test

Za preverjanje kapacitete za selektivno pozornost in inhibicijo dražljajev (Lamers idr., 2010) smo uporabili tri dražljajske predloge Stroopovega testa (Scarpina in Tagini, 2017). Pri prvi predlogi, pri tej smo uporabili nevtralne dražljaje, so bile v naključnem vrstnem redu s črno barvo na belem papirju z velikimi tiskanimi črkami zapisane besede z imeni barv (modra, rdeča, zelena). Pri drugi predlogi, kjer smo preverjali prepoznavanje barv, so bili znaki XXXX natisnjeni z različnimi barvami: modro, rdečo in zeleno. Na tretji predlogi so bili zapisani nekongruentni dražljaji: imena barv (modra, rdeča, zelena) so bila natisnjena z barvnim črnilom, ki ni bilo skladno z imenom barve. Preizkušanci so morali v 45 sekundah (čas 45 s smo izbrali, da smo se izognili kognitivni preobremenitvi pri testiranju) prebrati čim več dražljajskih predlog v vseh treh možnih različicah. Rezultate Stroopovega učinka smo preverjali tudi s čisto interferenco (ipsativna interferenca), in sicer po prilagojeni metodi točkovanja, ki jo je predlagal Golden leta 1978 in je bila uporabljena v številnih drugih raziskavah (Scarpina in Tagini, 2017). Čista interferenca prikaže nekoliko natančnejše podatke, saj je sposobnost poimenovanja besed natisnjenih v barvi lahko povezana z besednimi imeni (Chaetz in Matthews, 2004). Čista interferenca predvideva, da možgani dodajo besede k poimenovanju barv (Chafetz in Matthews, 2004). Negativna vrednost predstavlja

patološke zmožnosti za inhibicijo interference, pri čemer nižje vrednosti pomenijo večjo težavo za inhibicijo interference (Scarpina in Tagini, 2017). Zabeležili smo vse tri vrednosti (besede – W, barva – C, barva in besede – CW) in pravilno število pojmov, ki so jih preizkušanec navedli v 45 sekundah, ter izračunali predvidene vrednosti (Pcw) po formuli $Pcw = (W \times C) / (W + C)$. V nadaljevanju smo izračunali tako imenovano čisto interferenčno vrednost oziroma ipsativno vrednost (IG), pri čemer smo upoštevali tudi testiranje besed in testiranje barv v nekongruentnih pogojih po formuli $IG = CW - Pcw$.

Intervencija

Vadba za razvoj vzdržljivosti

Preizkušanec v prvi eksperimentalni skupini so izvajali VV po neprekinjeni metodi pri 74–81 % frekvence srčnega utripa (FSU), določene glede na starost (Baechel in Earl, 2008). Intenzivnost vadbe smo nadzorovali s FSU, ki smo jo spremljali z merilniki srčnega utripa Polar. Omenjeni FSU uvrščamo med lahko aerobno vadbo (Jansen, 2001) in je primeren za uporabo pri zdravi populaciji (Miller idr., 1993; Franckowiak idr., 2011).

Pred osnovnim vadbenim delom so se preizkušanec v telovadnici pod nadzorom ogreli, sledilo je 20 minut glavnega dela v vadbenem prostoru, hoja pri določenem naporu na tekalni preprogi. Hojo kot obliko TD smo izbrali kot elementarni način gibanja, za katerega ni potrebno predhodno učenje in urjenje. Tekalno preprogo smo izbrali, da bi se izognili vplivu zunanjih dejavnikov na izvajanje nalog (Jiménez-Pavón idr., 2011). Zaključili smo z 10-minutnim vodenim sproščanjem in ohlajanjem v telovadnici.

Kognitivna vadba

V skladu z eksperimentalnim protokolom so preizkušanec skupine KV trikrat tedensko po 20 minut izvajali KV v obdobju dvanajst tednov. V vadbenem prostoru, ki se ni spreminjal, so bili sami. Vadba je v vseh skupinah potekala v dopoldanskem času, vsak drugi delovni dan z izjemo konca tedna, ko so preizkušanec počivali. Izbira vaj je vključevala različne kognitivne vaje, ki smo jih povzeli po objavljenih priročnikih (Kavčič, 2017; Pentek idr., 1996; Pentek idr., 2013; Pentek idr., 2015; Pentek idr., 2017; Simon, 2014), sestavljale pa so jih vaje za urjenje delovnega spomina, usmerjene v pomnjenje besed in števil, v takojšnji in odloženi priklic informacij ter v pozornost z dodanimi vajami za vidno in slušno pozornost. V članku so predstavljeni učinki na pozornost in so del obsežnejše raziskave, v okviru katere smo preverjali učinek na več kognitivnih sposobnosti. Vaje smo izvajali s preizkušanci neposredno, brez uporabe računalnikov. Vadba je potekala ob hkratni navzočnosti vseh udeležencev, vendar so vaje izvajali samostojno.

Vadba za razvoj vzdržljivosti z dodano kognitivno vadbo

Preizkušanec v drugi skupini so izvajali VV in po hoji na tekalni preprogi nadaljevali z 20-minutno KV. To so sestavljale vaje za urjenje delovnega spomina, usmerjene v pomnjenje besed in števil, v takojšnji in odloženi priklic informacij ter v pozornost z dodanimi vajami za vidno in slušno pozornost. Pri eksperimentalni intervenciji nismo izbrali sočasnega izvajanja dveh nalog (motorične in kognitivne naloge), saj kombinacija obeh zaradi tekmovanja za vir pozornosti predstavlja za starostnika veliko težavo ali slabšo izvedbo ene ali druge naloge (Zaletel, 2011).

Analiza podatkov

Podatke smo računalniško obdelali v programih Microsoft Office Excel in SPSS 22.0. izračunani so bili parametri opisne statistike (aritmetična sredina, mediana, standardni odkloni), in sicer ločeno za vsako skupino preizkušancev. Pri analizi smo uporabili univariatne, bivariatne in multivariatne metode. Normalnost porazdelitve podatkov smo preverili s Shapiro-Wilkovim testom in na podlagi rezultatov uporabili ustrezne parametrične ali neparametrične teste. Razlike med dvema istima testoma, opravljenima pred eksperimentom in po njem, smo ocenili s t-testom za odvisna vzorca ali Wilcoxonovim testom predznačenih rangov ter opravili analizo s pomočjo analize kovarianc (ANCOVA).

Rezultati

V eksperimentu je sodelovalo skupno 90 oseb. Preizkušance, ki so pri eksperimentu manjkali več kot 25 % trajanja eksperimenta, smo iz raziskave izključili ter v statistični analizi upoštevali 80 oseb, ki so v celoti zadostovale pogojem. Število preizkušancev je bilo enakomerno porazdeljeno, v vsaki skupini jih je bilo po 20. Večina preizkušancev (60 %) je bila stara med 64 in 69 let, 17,5 % preizkušancev je bilo starih med 70 in 74 let in prav tako 17,5 % med 75 in 79 let. Med 80 in 84 let je bilo starih 5 % preizkušancev. Povprečna starost vseh preizkušancev je bila 71 let. Med preizkušanci v eksperimentu je bilo 84 % žensk in 16 % moških. V skupinah VV in VV + KV je bilo 90 % žensk in 10 % moških. Skupino KV je sestavljalo 80 % žensk in 20 % moških, v skupini KS je bilo 75 % žensk in 25 % moških. Povprečni indeks telesne mase je bil v vseh skupinah nad priporočeno mejo (25,0 kg/m²) v 27 % oziroma celo nad 30 kg/m², in sicer v 20 % (KV) in 30 % v preostalih skupinah. Večina je imela povišan ITM (nad 26 kg/m²), 99 % jih je živel v hiši ali stanovanju (Tabela 1).

Tabela 1

Demografski podatki

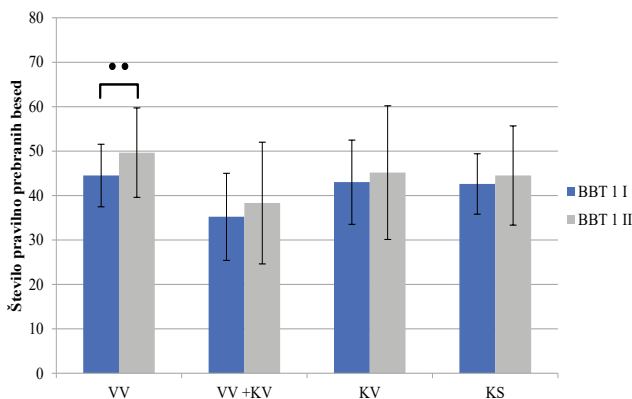
		VV	VV + KV	KV	KS	Skupaj
Spol	moški (N)	2	2	4	5	13
	ženski (N)	18	18	16	15	67
		27 kg/m ²	26 kg/m ²	27 kg/m ²	27 kg/m ²	27 kg/m ²
ITM	σ	3,89	5,61	3,89	4,2	4
	nad 30 kg/m ² (N)	6	6	4	6	22

Opomba. VV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost; VV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina; N – numerus; σ – standardni odklon.

Rezultate smo pridobili z izračunom razlike med doseženim številom točk pri nekongruentnem (tretjem) testu in doseženim številom točk pri kongruentnem (drugem) testu (Interferenca I) ter razliko med doseženim številom točk pri nekongruentnem (tretjim) testom in doseženim številom točk pri kongruentnem (prvem) testu (Interferenca II). Večja razlika pri rezultatu pomeni večjo interferenco. Rezultate Stroopovega učinka smo preverjali tudi s čisto interferenco.

Po eksperimentalni intervenciji je samo skupina VV (+5,15) dosegla statistično boljše rezultate ($p < 0,05$) pri številu pravilno prebranih besed v nalogi, pri kateri je bila barva črnila drugačna od imena barve. Preizkušanec v skupini VV + KV so pravilno prebrali 3,1 be-

sede več, v skupini KV 2,15 besede več in v skupini KS 1,9 besede več (Slika 1).



Slika 1. Primerjava rezultatov pravilno prebranih besed pred eksperimentalno intervencijo in po njej

Opomba. VV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost; VV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina; BBT I – barvno-besedni test pred eksperimentalno intervencijo; BBT II – barvno-besedni test po eksperimentalni intervenciji; ** $p \leq 0,01$.

Ker so se skupine v eksperimentalno intervencijo vključile z različnimi vstopnimi rezultati, smo za lažjo primerjavo med njimi izračunali prilagojene povprečne vrednosti. Te so pokazale, da so največ pravih besed pri rezultatih testa nekongruentnih dražljajev po eksperimentalni intervenciji v spomin priklicali preizkušanci iz skupine VV (46,11), najmanj pa preizkušanci v skupini KS (43,08). Preizkušanci skupine VV + KV so priklicali v spomin 45,13 pravilne besede, preizkušanci skupine KV pa 43,28 besede (Tabela 2). Prilagojeno povprečje za določeno obravnavanje je povprečna vrednost, ki bi veljala, če bi bila začetna vrednost pri vseh skupinah enaka.

Tabela 2

Primerjava prilagojenih povprečnih vrednosti BBT po eksperimentalni intervenciji

SKUPINA	N	M	SO	Prilagojena M
VZRV	20	49,650	10,0592	46,11
VZRV+KV	20	38,300	13,7040	45,13
KV	20	45,150	15,0413	43,28
KS	20	44,500	11,1521	43,08

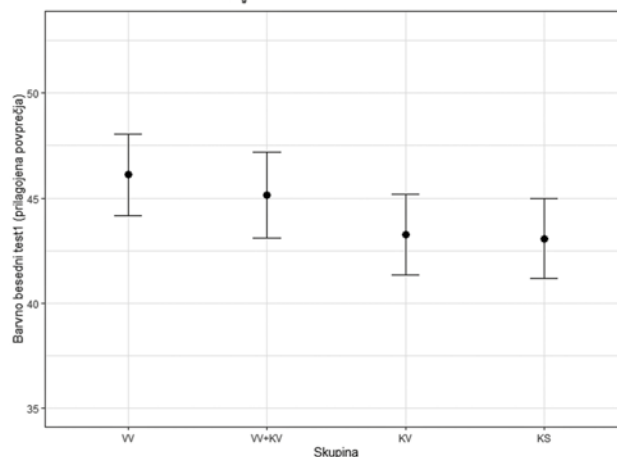
Opomba. VZRV – skupina, ki je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti; VZRV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina; N – število preizkušancev; M – povprečno število priklicanih besed; SO – standardni odklon; Prilagojena M – prilagojeno povprečno število priklicanih besed.

Na podlagi rezultatov ANCOVE je razvidno, da po eksperimentalni intervenciji med testiranimi skupinami ni statistično značilnih razlik v številu pravilno prebranih besed ($p > 0,05$) (Slika 2).

Preverjali smo tudi razlike (nižja vrednost pomeni boljši rezultat, tj. večjo inhibicijo interferenc) pri izračunu povprečnih vrednosti interferenc I in interferenc II med štirimi neodvisnimi skupinami:

Statistično pomemben napredek pri izračunu interferenc I ($p < 0,05$) po eksperimentalni intervenciji smo zaznali pri rezultatih

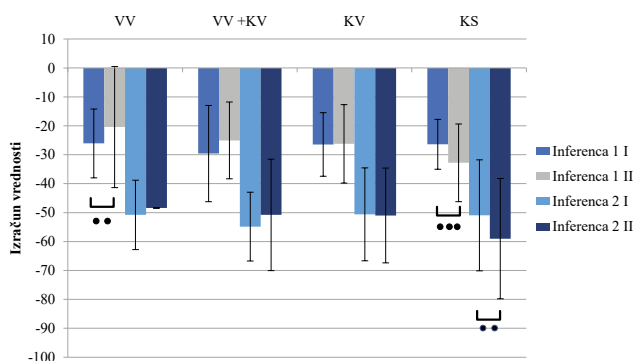
Ancova, $F(3,75) = 0,58$, $p = 0,63$, $\eta^2_p = 0,02$



Slika 2. Primerjava rezultatov prilagojenih povprečnih vrednosti pravilno prebranih besed med skupinami pred eksperimentalno intervencijo in po njej

Opomba. VV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost; VV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina.

skupine VV, medtem ko pri interferenci II rezultati niso bili statistično značilni ($p = 0,421$). Preizkušanci v skupini VV + KV pri nobenem izmed obeh testov niso dosegli statistično značilnih razlik pri testiranju interferenc I ($p = 0,365$) in interferenc II ($p = 0,177$). Prav tako preizkušanci skupine KV niso dosegli statistično pomembnih razlik v povprečnih izračunih pri testu interferenc I ($p = 0,938$) in interferenc II ($p = 0,876$) po eksperimentalni intervenciji. Pri udeležencih skupine KS smo zaznali statistično značilno slabše rezultate povprečnih vrednosti pri testu interferenc I ($p < 0,00$) po eksperimentalni intervenciji in interferenc II ($p < 0,00$) (Slika 3).



Slika 3. Primerjava rezultatov interferenc I in interferenc II pred eksperimentalno intervencijo in po njej

Opomba. VV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost; VV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina; Interferenca I I – pred eksperimentalno intervencijo; Interferenca I II – po eksperimentalni intervenciji; Interferenca 2 I – pred eksperimentalno intervencijo; Interferenca 2 II – po eksperimentalni intervenciji; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Rezultate smo preverili z ANCOVO in za relevantno primerjavo vseh skupin povprečja za vse skupine prilagodili na isto vrednost. Prilagojene povprečne vrednosti kažejo, da je po eksperimentalni intervenciji pri izračunu interferenc I največ točk dosegla skupina VZRV (-21,23), najmanj pa skupina KS (-33,36) (Tabela 3).

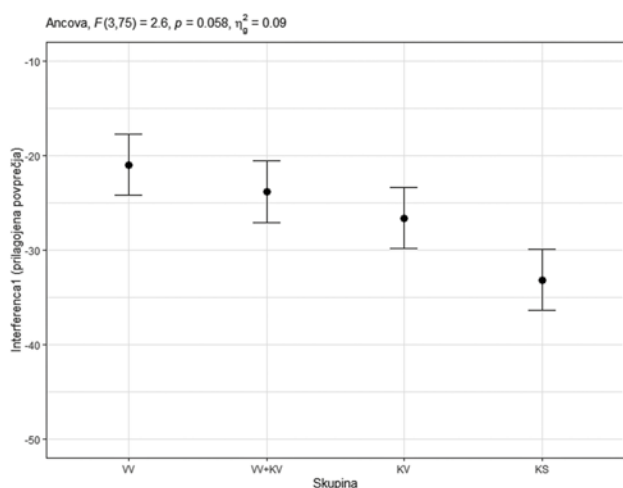
Tabela 3.

Prilagojene povprečne vrednosti interference I po eksperimentalni intervenciji

SKUPINA	N	M	SO	Prilagojena M
VZRV	20	-20,4500	16,05738	-21,23
VZRV + KV	20	-25,3000	14,57503	-23,44
KV	20	-26,2500	13,56417	-26,77
KS	20	-32,8000	8,19242	-33,36

Opomba. VZRV – skupina, ki je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti; VZRV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina; N – število preizkušancev; M – povprečna vrednost Interference I po eksperimentalni intervenciji; SO – standardni odklon; Prilagojena M – prilagojena povprečna vrednost Interference I po eksperimentalni intervenciji.

Prilagojene povprečne vrednosti so pokazale, da je po eksperimentalni intervenciji pri izračunu interference I največ točk dosegla skupina VV (-21,23), najmanj pa skupina KS (-33,36). Rezultati testa interference I med testiranimi skupinami niso statistično značilno različni ($p > 0,05$) (Slika 4).

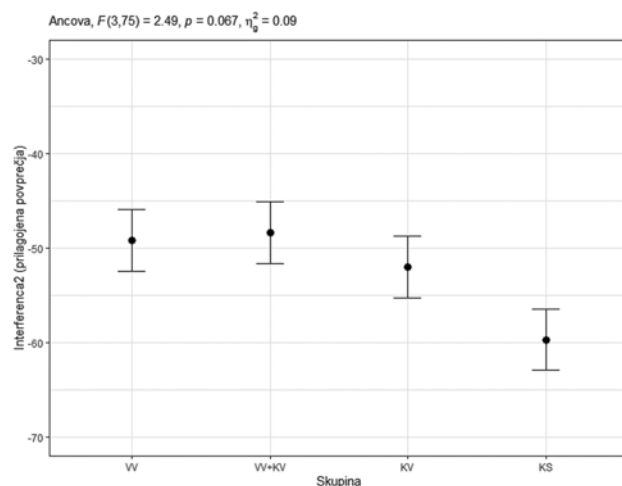


Slika 4. Primerjava rezultatov interference I med skupinami pred eksperimentalno intervencijo in po njej

Opomba. VV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost; VV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina.

Prilagojene povprečne vrednosti rezultatov testa interference II po eksperimentalni intervenciji so pokazale, da je največ točk dosegla skupina VV (-49,17), najmanj pa KS (-59,67). Med testiranimi skupinami (ANCOVA) po eksperimentalni intervenciji ni bilo statistično značilnih razlik ($p > 0,05$) (Slika 5).

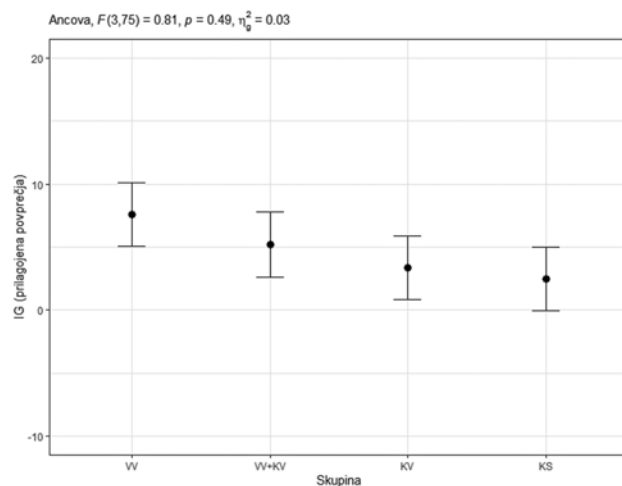
V nadaljevanju smo preverili čiste (ipsativne) vrednosti. Po eksperimentalni intervenciji so le preizkušanci skupine VV dosegli statistično značilno boljše ($p < 0,05$) ipsativne vrednosti (9,275) in s tem večjo inhibicijo interference. Pri preizkušancih skupine VV + KV ni bilo statistično značilnih razlik ($p = 0,709$). Prav tako ne pri skupinah KV (4,422; $p = 0,659$) in KS (3,479; $p > 0,05$). Sklenemo lahko, da je pri preizkušancih skupin VV + KV, KV in KS **vpliv interference ostal nespremenjen**. Prilagojene povprečne vrednosti so pokazale, da



Slika 5. Primerjava rezultatov interference II med skupinami pred eksperimentalno intervencijo in po njej

Opomba. VV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost; VV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina.

je najvišjo vrednost dosegla skupina VV (7,59), najnižjo pa skupina KS (2,47). Upoštevajoč rezultate ANCOVE, nismo zaznali statistično značilnih razlik v doseženih rezultatih med testiranimi skupinami ($p > 0,05$) po eksperimentalni intervenciji (Slika 6).



Slika 6. Primerjava rezultatov izračuna IG med skupinami pred eksperimentalno intervencijo in po njej

Opomba. VV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost; VV + KV – skupina, ki je izvajala vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo; KV – skupina, ki je izvajala kognitivno vadbo; KS – kontrolna skupina.

Razprava

Z raziskavo smo želeli pri starejših odraslih preveriti vpliv eksperimentalne intervencije na pozornost. Sestavili smo tri eksperimentalne skupine, ena je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti zmerne intenzivnosti (hojo), druga kognitivno vadbo in tretja vadbo za razvoj vzdržljivosti z dodano kognitivno vadbo. Rezultate pred intervencijo in po njej smo primerjali pri posamezni skupini, med eksperimentalnimi skupinami ter kontrolno skupino. Ključna ugotovitev je, da vadba za vzdržljivost pozitivno vpliva na inhibicijo in-

terference in s tem na pozornost. Kontrolna skupina je pri drugem testiranju dosegla statistično značilne slabše rezultate pri nekongruentnih dražljajih, medtem ko pri ipsiativni interferenci nismo ugotovili sprememb. Pri preostalih skupinah pri nobenem izmed testov nismo zaznali sprememb.

Preizkušanci v skupini VV so v povprečju napredovali za 5,1 besede pri testu za nekongruentne dražljaje. Tudi v raziskavi Predovan idr. (2012) so pri inhibiciji zabeležili za 3,41 besede boljši rezultat, ki pa ni bil statistično značilen. Naši preizkušanci v skupini VV so po eksperimentalni intervenciji napredovali tudi pri izračunanih inhibicijah. Po izračunu razlike med nekongruentnimi dražljaji in pravilno prebranimi barvami so preizkušanci v skupini VV napredovali za 5,6 besede. V raziskavi Predovan idr. (2012) so preizkušanci napredovali za 2,57 besede. Pri čisti interferenci so preizkušanci naše raziskave rezultat izboljšali v povprečju za 5,1 besede; v raziskavi Predovan idr. (2012) so napredovali za 3,61 besede. Njihovi preizkušanci so vadili dalj časa (60 minut), in sicer enkrat tedensko tri mesece. Poleg vadbe za vzdržljivost (hitra hoja in ples) so izvajali raztezne vaje. Čeprav so bili njihovi preizkušanci nekoliko mlajši (67,83 leta $\pm$ 6,74 leta), so njihovi rezultati slabši. Med razlogi za boljše rezultate naših preizkušancev v omenjeni raziskavi je lahko to, da so naši preizkušanci v skupini VV vadili trikrat tedensko in manj časa. Na podlagi prejšnjih raziskav lahko predvidevamo, da so pozitivni rezultati posledica izboljšanih fizioloških parametrov, kot so nevrogeneza, angiogeneza, sinaptogeneza, aktivnosti nevrofinov itd. (Ambrose, 2015; Coetsee in Terblanche 2017; Davranche idr., 2015; Erickson idr., 2011; Flodin idr., 2017; Pareja-Galeano idr., 2015; Predovan idr., 2012; van Praag, 2009).

Pri skupini, ki je izvajala kognitivno vadbo (KV), nismo zaznali vpliva na inhibicijo interference. Tudi v raziskavi Rahe idr. (2015) preizkušanci (68,44 leta $\pm$ 7,36 leta), ki so izvajali različne oblike kognitivne vadbe, niso zmanjšali vpliva inhibicije. Nasprotno rezultate pa so pri eksperimentalni intervenciji zaznali Burger idr. (2020). Njihovi preizkušanci (68,67 leta $\pm$ 6,77 leta) so dvakrat dnevno pet dni vadili tretjo predlogo Stroopovega testa in pri tem dosegli zmanjšanje inhibicije. Najverjetneje je razlog za izboljšanje v urjenju specifične naloge, medtem ko smo v naši raziskavi in raziskavi Rahe idr. (2015) urili različne kognitivne sposobnosti. Borella idr. (2017) na podlagi analize raziskav zaključujejo, da so učinki kognitivne vadbe pozitivni le na posamezne kognitivne sposobnosti ter da so učinki povezani s trajanjem vadbe in individualnimi sposobnostmi posameznika. Kot dodajajo, lahko pričakujemo večji pozitivni učinek na delovni spomin pri osnovnih procesih, ne pa tudi pri kompleksnejših procesih (npr. Stroopov učinek), ter da so odvisni od načina interpretacije rezultatov. Joubert in Chainay (2018) po drugi strani razlagata, da rezultati kognitivne vadbe temeljijo na nevroplastičnosti, ki jo lahko dosežemo z vadbo specifičnih kognitivnih sposobnosti, npr. spomina, pozornosti, ter jo izvajamo navadno z uporabo računalnika ali papirja in svinčnika. Posamezni avtorji (Kraft, 2012; Noack idr., 2009; Sala idr., 2018) ugotavljajo, da so učinki KV precejšnji. V našem eksperimentu nismo urili le posamezne kognitivne sposobnosti, zato se pridružujemo mnenju, da kognitivna vadba učinkuje le na posamezne kognitivne sposobnosti.

Preizkušanci v skupini, ki je izvajala vadbo za razvoj vzdržljivosti z dodano kognitivno vadbo (VV + KV), so izboljšali inhibicije nekongruentnih dražljajev pri Stroopovem testu (vendar ne statistično značilno), torej lahko sklepamo, da kombinacija obeh ne učinkuje enako kot VV. V raziskavi Rahe idr. (2015) preizkušanci niso napredovali. Rezultati Rahe idr. (2015) so v nasprotju z izsledki naše

raziskave ter raziskave Pellegrini-Laplagne idr. (2022), ki zaznavajo izboljšanje inhibicije. Drugače od naših preizkušancev so v obeh primerjanih raziskavah izvajali kognitivno vadbo z uporabo računalnika. Pri kombinaciji VV + KV je pomembno, ali se obe nalogi izvajata hkrati ali zaporedno. V prvem primeru je naloga, predvsem pri starejših odraslih, otežena; v drugem primeru izvajamo dve intervenciji (Joubert in Chainay, 2018). Pri naši eksperimentalni intervenciji smo se odločili za zaporedno urjenje motoričnih in kognitivnih sposobnosti. S tem smo želeli zmanjšati namenjanje (pre)več pozornosti izvajanju TD, saj večja intenzivnost narekuje več pozornosti TD in manj kognitivnim procesom (Davranche idr., 2015). V raziskavi Pellegrini-Laplagne idr. (2022) so preizkušanci 12 tednov dvakrat tedensko izvajali hkratno vadbo za vzdržljivost in kognitivno vadbo na računalniku. Rezultati so pokazali, da je pri izvršilnih funkcijah kombinirana vadba učinkovitejša kot samo TD ali KV. Naša raziskava tega ni potrdila v celoti, saj je bila samo TD enako učinkovita kot kombinirana vadba, je pa bila slednja učinkovitejša od KV. Nasprotno Rahne idr. (2015) ugotavljajo, da ni razlik med kombinirano vadbo in kognitivno vadbo. Joubert in Chainay (2018) v sistematičnem pregledu raziskav ugotavljata, da te zaznavajo pozitivne učinke TD na delovanje kognitivnih sposobnosti pogosteje kot pri intervencijah, pri katerih prevladuje kognitivna vadba, medtem ko rezultati raziskav, ki so kombinirale obe obliki vadbe, še ne dopuščajo prepričljivih sklepov. Dodajata, da se raziskave kombiniranih intervencij lotevajo različno, zato je potrebna previdnost pri interpretacijah, saj je dvojna naloga (sočasni TD in KV) za starostnika težja kot zaporedna naloga. Na podlagi naše raziskave se tudi mi pridružujemo mnenju, da je potrebna previdnost pri interpretaciji izsledkov kombiniranih intervencij. Poleg dvojne naloge, ki lahko vodi v utrujenost in s tem izničenje učinka TD na kognitivne sposobnosti, je izjemo pomembna tudi sposobnost vzdrževanja pozornosti v daljšem časovnem obdobju. Naši preizkušanci so izvajali KV neposredno po TD. Prav tako je pomembno, ali imajo preizkušanci že kognitivne odklone in kakšne stopnje so ti odkloni.

Na podlagi ugotovitev predhodnih raziskav lahko predvidevamo, da je v naši raziskavi pri preizkušancih VV po eksperimentalni intervenciji najverjetneje sledil vpliv na več možganskih predelov (senzomotorični del možganske skorje, medialni temporalni del in hipokampus, desni lateralni prefrontalni režanj, frontalni in parietalni režanj), medtem ko je pri skupini VV + KV sledil vpliv le v levem senzomotoričnem delu možganske skorje ter medialnem temporalnem delu in hipokampusu. Ob morebiti prezahtevni VV lahko KV inhibira nekatere učinke vadbe za vzdržljivost (Sudo idr., 2022). Preizkušanci skupine VV + KV so sicer izvajali TD zmerne intenzivnosti, vendar je KV sledila takoj za VV, kar prav tako lahko inhibira učinke VV (Sudo idr., 2022). Nadzor nad dominantnim in pričakovanim odzivom (inhibicijo) (Stroopov test) smo zaznali le pri skupini VV. Razlog, da naši preizkušanci v skupini VV + KV niso izboljšali inhibicije, je morda tudi v tem, da je bila vzajemna vadba zanje preveč zahtevna (Eggenberger idr., 2016), kar lahko vpliva na rezultate kognitivnih testov (Fraser idr., 2016). Kot opozarjajo Marmeleira idr. (2013), večina eksperimentalnih intervencij preučuje učinke avtomatiziranih spretnosti (npr. hoja), ki za izvajanje TD ne zahtevajo dodatnega kognitivnega navora, to pa lahko vpliva na rezultate merjenja kognitivnih sposobnosti. Izboljšanje kognitivnih sposobnosti v primeru KV se pojavi pri zahtevnejših nalogah (Marmeleira, 2013).

Razloge, da naši preizkušanci v skupini VV + KV niso napredovali toliko kot v skupini VV, vidimo v dominantni vlogi vadbe za vzdržljivost (Marmeleira, 2013), premalo zahtevni KV (Joubert in Chai, 2018) in utrujenosti, ki se pojavi zaradi dveh vadb (Gheysen idr., 2018), ter verjetno posledično manjši bilateralni oksigenizaciji prefrontalnega korteksa (Eggenberger idr., 2016; Fraser idr., 2016). Večja zahtevnost KV omogoča tudi večji napredek (Andreson-Hanley idr., 2018). Pogoji za izboljšavo sta motivacija in vključenost posameznika – morda sta bili pri naših preizkušancih majhni, saj je bila KV neposredno po TD, ko so bili že utrujeni. Raziskave še kažejo, da nevrogeneza nastopi kot posledica TD, diferenciacija novih celic pa po KV. Prav tako raziskave kažejo, da je boljše obratno sosledje, torej najprej KV in zatem TD, saj naj bi TD pospeševala kognicijo (Rieker idr., 2022).

Prednosti in omejitve raziskave

V eksperimentu smo skupine preizkušancev oblikovali slučajnostno, vendar so bili preizkušanci že del organizirane skupine. Prednost slednjega je v tem, da smo se izognili socialnemu vplivu, ki bi nastopil pri druženju vadečih skupin in ne bi bil prisoten pri kontrolni skupini.

Študijo smo izvedli v zaprtih prostorih, kar nam je omogočalo nadzorovano in redno intervencijo. Prednost take intervencije je, da so pogoji zagotavljali malo distrakcij. To je po drugi strani lahko tudi pomanjkljivost, saj smo v vsakodnevem življenju izpostavljeni številnim ekstrinzičnim vplivom.

Vadba za razvoj vzdržljivost je potekala na tekalni preprogi, kar je zagotavljalo varnost ter ustrezen motorični in kognitivni nadzor. Slednje je primerno za eksperimentalno intervencijo, saj si tako zagotovimo natančnejše rezultate. Da bi preverili vpliv samo ene oblike vadbe in zanemarili sočasni vpliv telesnih in kognitivnih nalog, smo vadbe izvajali ločeno oziroma zaporedno. Smiselno bi bilo preveriti sočasno izvajanje telesne dejavnosti in kognitivnih nalog, s čimer bi se približali resničnosti vsakodnevnega življenja. Prednost študije je tudi v tem, da preizkušanci niso bistveno menjali življenjskega sloga. V eksperimentu smo zaznali vpliv telesne dejavnosti na kognitivne sposobnosti takoj po končani intervenciji. Smiselno bi bilo preveriti, ali se učinki kažejo tudi po daljšem časovnem obdobju.

Pregled prebrane literature ima nekaj omejitev. Vključene raziskave se med seboj razlikujejo po definicijah TD (telesna dejavnost, neopredeljena vrsta aerobnega napora, anaerobna dejavnost); izbiri telesne (hoja, kolesarjenje, ples, vadba za moč, vadba za hipertrofijo ipd.) in kognitivne vadbe (vadba z uporabo računalniške tehnologije ali brez nje, vadba za spomin, vadba za računske naloge ipd.); trajanju intervencij (enkratna vadba, različno število tednov ipd.); sledenju učinka intervencije (sledenje v različnih časovnih intervalih ali brez sledenja); načinu preverjanja telesnih in izbranih kognitivnih sposobnosti (testiranje, preverjanje na podlagi samoporočanja, preverjanje nevrofizioloških parametrov ipd.); izbiri testov za preverjanje telesnih funkcij? (frekvenca srčnega utripa, funkcijski testi ipd.); številu udeležencev, starosti in izbiri (preiskovanci s kognitivnimi odkloni ali brez njih) preiskovancev; tehniki vzorčenja; številu posameznih merjenj v časovnem intervalu (enkratno merjenje, večkratno merjenje). Za pridobitev relevantnih podatkov bi bilo treba čim več parametrov poenotiti.

Pri preverjanju nekongruentnih dražljajev pri Stroopovem testu je lahko omejitev zmanjšana zmožnost vida, predvsem barvnega, kar bi lahko vplivalo na rezultate.

Smernice za prihodnje podobne študije

V smernicah za nadaljnje študije bi želeli poudariti pomen poenotenja nabora merskih sredstev, načinov vrednotenja in intervencij, saj bi to olajšalo vrednotenje rezultatov. Smiselno je preveriti dolgotrajnost pridobljenih učinkov s testiranjem v daljšem časovnem obdobju. Izziv za prihodnje študije je poiskati telesno in kognitivno vadbo, pri kateri se bomo izognili avtomatiziranim odgovorom, saj bo tako viden relevantnejši vpliv intervencij. Treba je tudi preveriti korelacije med vstopnimi pogoji in napredkom preizkušanca. Vadbo bi bilo smiselno razdeliti na daljše obdobje in krajše časovne enote, da se izognemo utrujenosti. Zanimivo bi bilo preveriti vpliv telesne dejavnosti na kognitivne sposobnosti z eksperimentalno intervencijo z vzporedno in zaporedno vadbo.

Zaključek

V naši raziskavi je bil pri skupini starejših odraslih brez večjih zdravstvenih odklonov raziskan vpliv vadbe za vzdržljivost, kognitivne vadbe ter kombinacije obeh na inhibicijo interference in selektivno pozornost. Potrdili smo, da se vzdržljivostna vadba lahko uporablja kot preventiva oziroma kot aktivnost z namenom zmanjšanja ali upočasnitve kognitivnih odklonov na področju pozornosti. Hojo kot najpogostejšo obliko vadbe smo prepoznali kot primerno ter bi jo bilo smiselno umestiti v zdravstvene institucije in institucionalne zavode. Taka oblika vadbe je ekonomsko sprejemljiva in varna ob predpostavki, da ima posameznik ustrezen motorični nadzor in kognitivne sposobnosti.

Literatura

1. Abbott, R. D., White, L. R., Ross, G. W., Masaki, K. H., Curb, J. D. in Petrovitch, H. (2004). Walking and dementia in physically capable elderly men. *Journal of the American Medical Association*, 292(12), 1447–1453. <https://doi.org/10.1001/jama.292.12.1447>
2. Ambrose, C. T. (2015). A therapeutic approach for senile dementias: Neuroangiogenesis. *Journal of Alzheimer's disease*, 43(1), 1–17.
3. Anderson-Hanley, C., Barcelos, N. M., Zimmerman, E. A., Gillen, R. W., Dunnam, M., Cohen, B. D., Yerokhin, V., Miller, K. E., Hayes, D. J., Arciero, P. J., Maloney, M. in Kramer, A. F. (2018). The aerobic and cognitive exercise study (aces) for community-dwelling older adults with or at-risk for mild cognitive impairment (MCI): Neuropsychological, neurobiological and neuroimaging outcomes of a randomized clinical trial. *Frontiers in aging neuroscience*, 10, 76. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00076>
4. Association for Psychological Science. (2011, February 26). *Making the 'irrelevant' relevant to understand memory and aging*. ScienceDaily. Pridobljeno s http://www.sinapsa.org/radovedni/novice/Procesiranje_relevantnih_in_irelevantnih_dra%C5%BEljajev_se_v_pro
5. Baechel, T. R. in Earl, R. W. (2008). *Essential of strength training and conditioning*. Fourth edition. Champaign, Human Kinetics: 2008.
6. Baker, L. D., Frank, L. L., Foster-Schubert, K., Green, P. S., Wilkinson, C. W., McTiernan, A., ... Craft, S. (2010). Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: A controlled trial. *Archives of Neurology*, 67(1), 71–79. <https://doi.org/10.1001/archneur.2009.307>
7. Banich, M. T. in Compton, R. J. (2018). *Cognitive neuroscience*, 4th ed. Cambridge university press.

8. Barnes, D. E. in Yaffe, K. (2011). The project effect of risk factor reduction on Alzheimer's disease prevalence. *The Lancet Neurology* 10(9), 819–828. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(11\)70072-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70072-2)
9. Benedict, C., Brooks, S. J., Kullberg, J., Nordenskjöld, R., Burgos, J., Le Grevès, M., ... Schiöth, H. B. (2013). Association between physical activity and brain health in older adults. *Neurobiology of Aging*, 34(1), 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2012.04.013>
10. Borella, E., Carbone, E., Pastore, M., De Beni, R. in Carretti, B. (2017). Working memory training for healthy older adults: The role of individual characteristics in explaining short- and long-term gains. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(March). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.0009>
11. Burger, L., Fay, S., Angel, L., Borella, E., Noiret, N., Plusquellec, P. in Taconnat, L. (2020). Benefit of practice of the stroop test in young and older adults: pattern of gain and impact of educational level. *Experimental aging research*, 46(1), 52–67. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2019.1693013>
12. Busse, A. L., Gil, G., Santarém, J. M. in Filho, W. J. (2009). Physical activity and cognition in the elderly. *Dementia & Neuropsychology* 3(3), 204–208. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN30300005>
13. Chafetz, M. D. in Matthews, L. H. (2004). A new interference score for the Stroop test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(4), 555–567. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2003.08.004>
14. Chang, Y-K. in Etner, J. L. (2009). Effect of an acute bout of localised resistance on cognitive performance in middle-aged adults: A randomized controlled trial study. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(1), 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2008.05.004>
15. Chmielewski, P. P. (2020). Human ageing as a dynamic, emergent and malleable process: from disease-oriented to health-oriented approaches. *Biogerontology*, 21(1), 125–130. <https://doi.org/10.1007/s10522-019-09839-w>
16. Cipolla, M. J. (2009). The cerebral circulation. *Integrated systems physiology: from molecule to function*, 1(1), 1–59.
17. Coelho, F. G., Gobbi, S., Andreatto, C. A., A., Iccasati Corazza, D., Pedroso, R. V. in Santos-Gualduróz, R. F. (2013). Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF). A systematic review of experimental studies in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 56(1), 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.06.003>
18. Coetsee, C. in Terblanche, E. (2017). The effect of three different exercise training modalities on cognitive and physical function in a healthy older population. *European review of aging and physical activity: official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity*, 14, 13. <https://doi.org/10.1186/s11556-017-0183-5>
19. Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., ... Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(9), 3316–3321. <https://doi.org/10.1073/pnas.0400266101>
20. Cox, K. L., Flicker, L., Almeida, O. P., Xiao, J., Greenop, K. R., Hendriks, J., ... Lautenschlager, N. T. (2013). The FABS trial: A randomised trial of the effects of a 6-month physical activity intervention on adherence and long-term physical activity and self-efficacy in older adults with memory complaints. *Preventive Medicine* 57(6), 824–830. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.09.010>. Epub 2013 Sep 25. PMID: 24076011.
21. Davranche, K., Brisswalter, J. in Radel, R. (2015). Where are the limits of the effects of exercise intensity on cognitive control? *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.08.004>
22. Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
23. Erickson, K. I., Weinstein, A. M. in Lopez, O. L. (2012). Physical activity, brain plasticity, and Alzheimer's disease. *Archives of Medical research* 43(89), 615–621. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcmed.2012.09.008>
24. Erickson, K. I., Leckie, R. L. in Weinstein, A. M. (2014). Physical activity, fitness, and gray matter volume. *Neurobiology of Aging*, 35(2), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2014.03.034>
25. Eggenberger, P., Wolf, M., Schumann, M. in de Bruin, E. D. (2016). Exergame and balance training modulate prefrontal brain activity during walking and enhance executive function in older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 66. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00066>
26. Eggermont, L., Swaab, D., Luiten, P. in Scherder, E. (2006). Exercise, cognition and Alzheimer disease: More is not necessarily better. *Neuroscience and Behavioural Reviews* 30(4), 562–575. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.10.004>
27. Eysenck, M. W. in Keane, M. T. (2015). *Cognitive psychology: A student's handbook* (7th ed.). London, New York: Psychology Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-84872-416-7.
28. Faria, C. A., Alves, H. V. D. in Charchat-Fichman, H. (2015). The most frequently used tests for assessing executive functions in aging. *Dementia & neuropsychologia*, 9(2), 149–155. <https://doi.org/10.1590/1980-57642015DN92000009>
29. Franckowiak, S. C., Dobrosielski, D. A., Reilly, S. M., Walston, J. D. in Andersen, R. E. (2011). Maximal heart rate prediction in adults that are overweight or obese. *Journal of strength and conditioning research*, 25(5), 1407–1412. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d682d2>
30. Fraser, S. A., Dupuy, O., Pouliot, P., Lesage, F. in Bherer, L. (2016). Comparable Cerebral Oxygenation Patterns in Younger and Older Adults during Dual-Task Walking with Increasing Load. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 240. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00240>
31. Flodin, P., Jonasson, L. S., Riklund, K., Nyberg, L. in Boraxbekk, C. J. (2017). Does aerobic exercise influence intrinsic brain activity? An aerobic exercise intervention among healthy old adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 267. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00267>
32. Forbes, D., Forbes, S. C., Blake, C. M., Thiessen, E. J. in Forbes, S. (2015). Exercise programs for people with dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(4), CD006489. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006489.pub4>
33. Forbes, C. E. in Grafman, J. (2010). The role of the human prefrontal cortex in social cognition and moral judgment. *Annual Review of Neuroscience*, 33, 299–324. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060909-153230>
34. Golden, C. J., Espe-Pfeifer, P. in Wachslar-Felder, J. (2000). *Neuropsychological interpretations of objective psychological tests*. NY: Kluwer Academic/Plenum.
35. Gheysen, F., Poppe, L., DeSmet, A., Swinnen, S., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., Chastin, S. in Fias, W. (2018). Physical activity to improve cognition in older adults: can physical activity programs enriched with cognitive challenges enhance the effects? A systematic review and meta-analysis. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15(1), 63. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0697-x>
36. Graham, J. D., Li, Y. C., Bray, S. R. in Cairney, J. (2018). Effects of Cognitive Control Exertion and Motor Coordination on Task Self-Efficacy and Muscular Endurance Performance in Children. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 379. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00379>
37. Janssen, I., Heymsfield, S., Wang, Z. in Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 81–88. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.81>
38. Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S. in Lindenberger, U. (2008). Enrichment effects on adult cognitive development. *Psychological*

- Science in the Public Interest*, 9(1), 1–65. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01034.x>
39. Jiménez-Pavón, D., Romeo, J., Cervantes-Borunda, M., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., España-Romero, V., ... Castillo, M. J. (2011). Effects of a running bout in the heat on cognitive performance. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 9(1), 58–64. [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(11\)60008-7](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(11)60008-7)
 40. Joubert, C. in Chainay, H. (2018). Aging brain: The effect of combined cognitive and physical training on cognition as compared to cognitive and physical training alone – A systematic review. *Clinical Interventions in Aging*, 13, 1267–1301. <https://doi.org/10.2147/CIA.S165399>
 41. Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C. in Brennan, S. (2014). The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews* 16, 12–31. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.05.002>
 42. Kraft E. (2012). Cognitive function, physical activity, and aging: possible biological links and implications for multimodal interventions. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 19(1-2), 248–263. <https://doi.org/10.1080/13825585.2011.645010>
 43. Lamers, M. J., Roelofs, A. in Rabeling-Keus, I. M. (2010). Selective attention and response set in the Stroop task. *Memory & Cognition*, 38(7), 893–904. <https://doi.org/10.3758/MC.38.7.893>
 44. Lavie, N., Hirst, A., de Fockert, J. W. in Viding, E. (2004) Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of experimental Psychology*, 133(3), 339–354. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.3.339>
 45. Marmeleira, J. (2013). An examination of the mechanisms underlying the effects of physical activity on brain and cognition. *Eur Rev Aging Phys Act* 10, 83–94. <https://doi.org/10.1007/s11556-012-0105-5>
 46. McDaniel, M. A., Einstein, G. O. in Jacoby, L. L. (2008). New considerations in aging and memory: the glass may be half full. in F. I. M. Craik in T. A. Salthouse (Ur.), *The Handbook of Aging and Cognition* (pp. 251–310). New York and Hove: Psychology Press.
 47. Milavec Kapun, M. (2011). *Starost in staranje*. Zavod IRC.
 48. Milham, M. P., Banich, M. T., Claus, E. D. in Cohen, N. D. (2003). Practice-related Effects Demonstrate Complementary Roles Of Anterior Cingulate And Prefrontal Cortices In Attentional Control. *Neuroimage*, 18(2): 483–493. [https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(02\)00050-2](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(02)00050-2)
 49. Miller, W. C., Wallace, J. P. in Eggert, K. E. (1993). Predicting max HR and the HR-V02 relationship for exercise prescription in obesity. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(9), 1077–1081.
 50. Mohorko, N. (2014). Kako s prehrano in gibanjem vplivamo na nastajanje novih celic v možganih. Pridobljeno s <http://www.sinapsa.org/eSinapsa/clanki/108/Kako%20lahko%20s%20prehrano%20in%20gibanjem%20vplivamo%20na%20nastajanje%20novih%20celic%20v%20mo%20C5%BEganih?>
 51. Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
 52. Noack, H., Lövdén, M., Schmiedek, F. in Lindenberger, U. (2009). Cognitive plasticity in adulthood and old age: gauging the generality of cognitive intervention effects. *Restorative neurology and neuroscience*, 27(5), 435–453. <https://doi.org/10.3233/RNN-2009-0496>
 53. Norton, S., Matthews, F. E., Barnes, D. E., Yaffe, K. in Brayne, C. (2014). Potential for primary prevention of Alzheimer's disease: an analysis of population-based data. *The Lancet Neurology*, 13(8), 788–794. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70136-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70136-X)
 54. Pareja-Galeano, H., Alis, R., Sanchis-Gomar, F., Cabo, H., Cortell-Ballester, J., Gomez-Cabrera, M. C., ... Viña, J. (2015). Methodological considerations to determine the effect of exercise on brain-derived neurotrophic factor levels. *Clinical Biochemistry*, 48(3), 162–166. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2014.11.013>
 55. Pellegrini-Laplagne, M., Dupuy, O., Sosner, P. in Bosquet, L. (2022). Effect of simultaneous exercise and cognitive training on executive functions, baroreflex sensitivity, and pre-frontal cortex oxygenation in healthy older adults: a pilot study. *GeroScience*, 1–22. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11357-022-00595-3>
 56. *Physical activity strategy for the WHO European region* (2015, september, 14–17). Pridobljeno s https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/282961/65wd09e_PhysicalActivityStrategy_150474.pdf
 57. Predovan, D., Fraser, S. A., Renaud, M. in Bherer, L. (2012). The effect of three months of aerobic training on stroop performance in older adults. *Journal of aging research*, 2012, 269815. <https://doi.org/10.1155/2012/269815>
 58. Praprotnik, K. Možina, M. in Kogoj, A. (2007). Deprivacija spanja in kognitivne funkcije. V A. Kogoj in M. Strbad. (ur.). Zbornik prispevkov 7. Psihogeriatričnega srečanja (str. 67–73). Pridobljeno s <http://www.spo-minica.si/2014/11/20/zbornik7/>
 59. Rahe, J., Becker, J., Fink, G. R., Kessler, J., Kukolja, J., Rahn, A., Rosen, J. B., Szabados, F., Wirth, B. in Kalbe, E. (2015). Cognitive training with and without additional physical activity in healthy older adults: cognitive effects, neurobiological mechanisms, and prediction of training success. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 187. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00187>
 60. Repovš, G. in Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(1), 5–21. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.12.061>
 61. Rieker, J. A., Reales, J. M., Muiños, M. in Ballesteros, S. (2022). The effects of combined cognitive-physical interventions on cognitive functioning in healthy older adults: a systematic review and multilevel meta-analysis. *Frontiers in human neuroscience*, 16, 838968. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.838968>
 62. Sala, G., Aksayli, N. D., Semir, K., Gondo, Y. in Gobet, F. (2018). Working memory training does not enhance older adults' cognitive skills: a comprehensive meta-analysis. *PsyArXiv*; 77. DOI: 10.31234/osf.io/5frzb.
 63. Scarpina, F. in Tagini, S. (2017). The Stroop color and word test. *Frontiers in psychology*, 8, 557. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557>
 64. Sudo, M., Costello, J. T., McMorris, T. in Ando, S. (2022). The effects of acute high-intensity aerobic exercise on cognitive performance: A structured narrative review. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 16, 957677. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.957677>
 65. Swain, R. A., Harris, A. B., Wiener, E. C., Dutka, M. V., Morris, H. D., Theien, B. E., ... Greenough, W. T. (2003). Prolonged exercise induces angiogenesis and increases cerebral blood volume in primary motor cortex of the rat. *Neuroscience*, 117(4), 1037–1046. [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(02\)00664-4](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(02)00664-4)
 66. Swain, R. A., Berggren, K. L., Kerr, A. L., Patel, A., Peplinski, C. in Sikorski, A. M. (2012). On aerobic exercise and behavioral and neural plasticity. *Brain sciences*, 2(4), 709–744. <https://doi.org/10.3390/brainsci2040709>
 67. Tseng, C. N., Gau, B. S. in Lou, M. F. (2011). The effectiveness of exercise on improving cognitive function in older people: a systematic review. *The journal of nursing research: JNR*, 19(2), 119–131. <https://doi.org/10.1097/JNR.0b013e3182198837>
 68. Teng, P. R., Yeh, C. J., Lee, M. C., Lin, H. S. in Lai, T. J. (2013). Change in depressive status and mortality in elderly persons: results of a national longitudinal study. *Archives of gerontology and geriatrics*, 56(1), 244–249. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.08.006>
 69. Vanderah, T. in Gould, D. J. (2015). *Nolte's the human brain e-book: An introduction to its functional anatomy*. Elsevier Health Sciences.

70. van Praag H. (2009). Exercise and the brain: something to chew on. *Trends in neurosciences*, 32(5), 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2008.12.007>
71. Zaletel, M. (2011). Identiteta starejših telesno dejavnih ljudi. V D. Rugelj in F. Sevšek (ur.), *Aktivno in zdravo staranje, Zbornik predavanj/Aktivno in zdravo staranje*, 10. marec 2011 (str. 9–20). Zdravstvena fakulteta.
72. Julayanont, P., Brousseau, M., Chertkow, H., Phillips, N. in Nasreddine, Z. S. (2014). Montreal Cognitive Assessment Memory Index Score (MoCA-MIS) as a predictor of conversion from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(4), 679–684. <https://doi.org/10.1111/jgs.12742>
73. Wühr, P. (2007). A Stroop Effect for spatial orientation. *The Journal of General Psychology*, 134(3), 285–294.

dr. Blanka Koščak Tivadar,
Mediko d.o.o.,
blanka@mediko.si

