

Učinkovitost treninga ažuriranja radnog pamćenja u srednjoj i starijoj odrasloj dobi

Vrhovski, Gordana

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:853045>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-10**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
Odsjek za psihologiju

**UČINKOVITOST TRENINGA AŽURIRANJA RADNOG PAMĆENJA U
SREDNJOJ I STARIJOJ ODRASLOJ DOBI**

Diplomski rad

Gordana Vrhovski

Mentor: dr.sc. Andrea Vranić

Zagreb, 2022.

IZJAVA

Pod punom moralnom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno te da u njemu nema kopiranih, prepisanih ili preuzetih dijelova teksta tuđih radova koji nisu propisno označeni kao citati s navedenim izvorom iz kojeg su preneseni.

U Zagrebu, 10. travnja 2022.

Gordana Vrhovski

Sadržaj

Uvod.....	1
<i>Radno pamćenje</i>	1
<i>Izvršni aspekti radnog pamćenja</i>	3
<i>Ažuriranje</i>	5
<i>Kognitivni trening izvršnih funkcija</i>	7
Cilj, problem i hipoteza	11
Metoda	11
<i>Sudionici</i>	12
<i>Instrumenti</i>	12
<i>Postupak</i>	15
Rezultati	16
<i>Skraćena neadaptivna verzija zadatka ažuriranja</i>	18
<i>N-unatrag zadatak sa slovima</i>	19
<i>Zadatak ažuriranja pamćenja</i>	21
Rasprava.....	22
<i>Ograničenja istraživanja i daljnje smjernice</i>	25
Zaključak	27
Literatura.....	28

Učinkovitost treninga ažuriranja radnog pamćenja u srednjoj i starijoj odrasloj dobi

Efficacy of updating working memory training in middle and older adulthood

Gordana Vrhovski

Sažetak

Ažuriranje je jedno od važnijih izvršnih aspekata radnog pamćenja kojim stare i nevažne informacije zamjenjujemo važnijima za zadatak koji se obavlja. Slabljenje radnog pamćenja i ažuriranja u srednjoj i starijoj odrasloj dobi pokušava se usporiti pomoću kognitivnih treninga. Međutim, istraživanja pokazuju nedosljedne rezultate te je cilj ovog rada provjeriti učinkovitost treninga ažuriranja radnog pamćenja. U istraživanju je sudjelovalo 42 sudionika podijeljenih u eksperimentalnu ($n=22$) i aktivnu kontrolnu ($n=20$) skupinu. U periodu od 10 tjedana, kroz 20 sesija, eksperimentalna je skupina uvježbavala ažuriranje, izvršavanjem afektivnog n -unatrag zadatka, dok je kontrolna skupina sudjelovala u treningu komunikacijskih vještina. Učinkovitost treninga provjerena je pomoću tri mjere bliskog transfera, koje su sudionici ispunili prije i nakon treninga: neadaptivna verzija treniranog zadatka, n -unatrag zadatak sa slovima te zadatak ažuriranja pamćenja. Rezultati pokazuju bolji rezultat eksperimentalne skupine u neadaptivnoj verziji treniranog zadatka te n -unatrag zadatku sa slovima, dok poboljšanja na zadatku ažuriranja pamćenja nije bilo. U kontrolnoj skupini nisu utvrđene promjene u rezultatu na ovim zadacima. U radu se raspravlja o mogućim objašnjenjima za nepostojanje transfera na zadatak ažuriranja pamćenja, pri čemu se ističe nemogućnost primjene iste strategije koja je korištena pri rješavanju n -unatrag zadatka iz treninga.

Ključne riječi: radno pamćenje, ažuriranje, kognitivni trening, bliski transfer

Abstract

Updating is one of the most important executive aspects of working memory, through which old and irrelevant information is replaced with more important one. Cognitive training is an intervention through which working memory and updating abilities can be supported and enhanced in middle and older adulthood. However, research shows inconsistent results regarding their efficiency, and the aim of this study is to verify the efficiency of updating working memory training. Total of 42 participants divided into experimental ($n=22$) and active control ($n=20$) group took part in the study. In a period of 10 weeks (20 sessions), the experimental group trained updating by practicing the affective n -back task, while the control group participated in communication skills training. The efficiency of the training was investigated using three measures of near transfer, which participants have completed before and after the training: a non-adaptive version of the trained task, a n -back letter task and a memory update task. The results show better results of the experimental group in the non-adaptive version of the trained task and n -back letter task, while no improvement was found in memory update task. No changes were found in the results in the control group. The paper discusses possible explanations for the lack of transfer to the memory update task, the main point being the impossibility of using the same strategy that was used in the n -back training task.

Keywords: working memory, updating, cognitive training, near transfer

Uvod

Pamćenje je važan dio svakodnevnog života i gotovo sve što radimo uključuje neki oblik pamćenja. Edridge-Green (1897) nalaže da je pamćenje najvažnija funkcija mozga bez koje bi svo stečeno iskustvo bilo beskorisno. Kroz povijest mnogi su autori pokušavali definirati pamćenje, a danas ga definiramo kao „mogućnost usvajanja, zadržavanja i korištenja informacija“ (Zarevski, 2007, str. 27). Gledajući samu prirodu pamćenja, u 20. su stoljeću postojala neslaganja među autorima o tome je li pamćenje jedinstven sustav ili se sastoji od više elemenata i procesa, od kojih svaki predstavlja jedno *skladište* ili jednu fazu pamćenja.

Neki autori (npr. Melton, 1963; Crowder, 1993; Fuster, 1995) pamćenje vide kao jedinstven sustav koji ne odvaja kratkoročno od dugoročnog pamćenja, već se sugerira kontinuum između ta dva konstrukta. Njihova je pretpostavka da kognitivni procesi aktiviraju široku neuralnu mrežu koja se ne može razdvojiti na nekoliko dijelova (Crowder, 1993; Fuster, 1995). Melton (1963) argumentira postojanje jedinstvenog sustava pamćenja temeljem nalaza o zadacima koji ispituju kratkoročno pamćenje pritom aktivirajući dijelove mozga zadužene za dugoročno pamćenje, što ove sustave čini nerazdvojivim. Međutim, takvom stajalištu suprotstavljaju se autori koji pamćenje smatraju višedijelnim sustavom koji se sastoji od nekoliko različitih *skladišta*. Najutjecajniji takav model je *modalni model* Atkinsona i Shiffrina (1968) koji pamćenje dijeli na tri skladišta: osjetno, kratkoročno i dugoročno. Prema pretpostavkama ovog modela, informacija iz vanjskog svijeta prvo stiže u osjetni registar neograničenog kapaciteta u kojem se zadržava veoma kratko. Ako informaciji pridamo pažnju, ona prelazi u kratkoročno skladište u kojem se privremeno može zadržati između pet i devet čestica (Miller, 1956). Ako se informacije u kratkoročnom pamćenju ponavljaju i održavaju, one prelaze u dugoročno pamćenje. Dugoročno pamćenje je neograničenog kapaciteta te se informacije ovdje mogu pohraniti trajno (Atkinson i Shiffrin, 1968).

Radno pamćenje

S vremenom su se pojavili istraživački nalazi koji nisu išli u prilog opisanom modalnom modelu pamćenja. Opisano je nekoliko slučajeva u kojima su osobe s oštećenim kratkoročnim pamćenjem mogle neometano pohranjivati informacije u dugoročnom

pamćenju i izvoditi složene kognitivne aktivnosti, što je u suprotnosti s pretpostavkama modalnog modela (Shallice i Warrington, 1970). To je dovelo do potrebe za drugačijim objašnjenjem načina obrade i pohrane informacija, posebice kada one stignu u kratkoročno pamćenje. Najpoznatiji autori koji su se bavili tim pitanjem su Alan Baddeley i Graham Hitch. Baddeley i Hitch (1974) smatraju kako kratkoročno pamćenje ne služi samo privremenoj pohrani informacija prije nego one prijeđu u dugoročno skladište, već je naglasak potrebno staviti i na procese koji se odvijaju nad samim informacijama. Ovu su pretpostavku ispitali zadavši sudionicima dva istovremena zadatka – zadatak rezoniranja, kao primjer složenijeg kognitivnog zadatka, i zadatak slušnog kratkoročnog pamćenja (upamćivanje niza slušno prezentiranih brojeva brojeva). Autori su očekivali da se, zbog prevelike kognitivne opterećenosti, ova dva zadatka neće moći izvesti istodobno. Međutim, rezultati su pokazali da izvedba ovih zadataka opada tek na višim razinama, dok su sudionici bili prilično uspješni u obavljanju oba zadatka na jednostavnijim, tj. nižim razinama. Baddeley i Hitch (1974) stoga zaključuju kako te dvije vrste zadataka ne opterećuju isti sustav te da postoji drugi sustav koji omogućuje bolju obradu informacija, a čiji je kapacitet veći od onog predloženog za kratkoročno pamćenje. Također, predlažu da se pojam kratkoročnog pamćenja zamijeni pojmom radnog pamćenjem.

Predloženi model radnog pamćenja Baddeleya i Hittcha (1974) sastoji se od tri komponente. Najvažnija komponenta trodijelnog sustava radnog pamćenja je *središnji izvršitelj* (eng. *central executive*) koji je nadređen podsustavima fonološke petlje i vidnoprostornog ekrana. *Fonološka petlja* je odgovorna za zadržavanje verbalnih informacija, a to čini putem kontrolnog procesa koji se naziva *subvokalno ponavljanje*. S druge strane, *vidnoprostorni ekran* služi zadržavanju vidnih informacija koje se, zajedno s prostornim informacijama, integriraju u jedinstvenu reprezentaciju (Baddeley i Hitch, 1974). Navedeni sustavi su pod kontrolom središnjeg izvršitelja koji je zadužen za kontrolu i regulaciju odvijajućeg kognitivnog procesa. Iako predstavlja najvažniji dio modela, o središnjem se izvršitelju zna manje nego o preostalim podsustavima radnog pamćenja. U prvotnoj su konceptualizaciji modela radnog pamćenja Baddeley i Hitch (1974) nedostavno razradili vezu radnog i dugoročnog pamćenja, pa revidirani model radnog pamćenja sadrži i komponentu *epizodičkog međuspremnik*a koji služi integraciji

informacija dozvanih iz dugoročnog pamćenja i trenutno pohranjenih u preostalim podsustavima radnog pamćenja (Baddeley, 2000).

Iako su autori predložili zamjenu koncepta kratkoročnog pamćenja radnim pamćenjem, s vremenom su predstavljena različita stajališta o odnosu kratkoročnog i radnog pamćenja. Iako neki autori još uvijek ne razlikuju ta dva procesa (npr. Brainerd i Kingma, 1985), danas se smatra da su to međusobno odvojivi procesi. U prilog tome govore i nalazi o njihovoj neuroanatomskoj odvojenosti (Smith i Jonides, 1997). Ipak, najvažnija razlika uočava se na ponašajnoj, tj. kognitivnoj razini - dok kratkoročno pamćenje uključuje samo privremenu pohranu određenog broja informacija, radno se pamćenje usmjerava i na aktivnu manipulaciju tim informacijama (Schwaighofer i sur., 2015; Miyake i Shah, 1999). Stoga možemo reći da radno pamćenje ima dvije uloge: kratkotrajnu pohranu i obradu informacija. Funkcija pohrane je zadržavanje informacija važnih za trenutni, tzv. *on-line* zadatak, dok izvršni aspekti manipuliraju tim informacijama (Melby-Lervåg i Hulme, 2013). Uzimajući u obzir njegove funkcije, radno pamćenje može se definirati kao „sposobnost privremenog održavanja i manipulacije informacijama dok pojedinac obavlja kognitivne zadatke; to je srž viših kognitivnih procesa i važna komponenta u procesu učenja, zaključivanja, rješavanja problema i inteligenciji“ (Zhao i sur., 2013, poglavlje Uvod). Općenito, smatra se kako je radno pamćenje među najšire korištenim termina u psihologiji, kao i jedna od najintenzivnije proučavanih tema, pogotovo u području kognitivne neuroznanosti (npr. Cowan, 2013; Miyake i Shah, 1999).

Izvršni aspekti radnog pamćenja

Uvodeći i razvijajući pojam radnog pamćenja u psihološkoj teoriji i literaturi, Baddeley i Hitch (1974) su poseban naglasak stavili na kontrolne procese koji nadziru samo radno pamćenje, a koje u njihovom modelu obavlja središnji izvršitelj. U sljedećem desetljeću Norman i Shallice (1986) razvijaju model sustava nadzorne pažnje u kojem predlažu kognitivnu kontrolu i kontrolu ponašanja kroz dva sustava. Prvi je automatski, radi na principu shema i aktivan je u dobro poznatim i uvježbanim zadacima. Drugi sustav je kontrolirani, tzv. sustav aktivirajućeg nadzora (eng. *Supervisory attentional system - SAS*), koji se aktivira kad je automatska kontrola nedovoljna za uspješno izvršavanje novih i nepoznatih zadataka.

Baddeley (1996) je zaključio kako središnji izvršitelj odgovara sustavu aktivirajućeg nadzora te kako on, umjesto prethodno predložene jedinstvene funkcije nadzora procesa u radnom pamćenju, obavlja nekoliko tzv. izvršnih funkcija. Neke od ovih funkcija su usmjeravanje, dijeljenje i prebacivanje pažnje te povezivanje radnog s dugoročnim pamćenjem (Baddeley, 1996). Postoje i dokazi koji idu u prilog pretpostavci o nejedinstvenoj prirodi izvršnih aspekata radnog pamćenja, a oni su dobiveni proučavanjem pacijenata s oštećenjima čeonog režnja, koji se obično povezuje s radom izvršnih funkcija. Pacijenti su rješavali nekoliko zadataka koji zahtijevaju različite izvršne funkcije, od kojih su u nekima bili uspješni, a u nekima ne, što je autore navelo na zaključak da postoji nekoliko različitih i odvojenih izvršnih funkcija (Godefroy i sur., 1999). Općenito, izvršne funkcije predstavljaju različite kontrolne procese koji su zaduženi za nadgledanje, kontroliranje i integraciju ostalih kognitivnih procesa (Chen i Li, 2007). Zbog svoje uloge predstavljaju veoma važan dio ljudske kognicije i imaju velik značaj za svakodnevnu funkcionalnost, što se najbolje vidi kod osoba kojima su izvršne funkcije oslabljene pa, posljedično, imaju poteškoća s obavljanjem svakodnevnih aktivnosti (npr. Harlow, 1993).

Ustanovivši da izvršne funkcije nisu jedinstvena funkcija, postavilo se pitanje koliko funkcija zapravo možemo razlikovati. Iako je pitanje kontrole kognitivnih procesa bilo relativno zanemareno do kraja 20. stoljeća, brojni su autori počeli istraživati organizaciju izvršnih aspekata radnog pamćenja (npr. Salthouse i sur., 1991; Miyake i sur., 2000). Svaki od prijedloga donio je neku novost, a svima je zajednički glavni okvir koji predlaže da se izvršne funkcije dijele na prebacivanje pažnje, ažuriranje i nadgledanje informacija te inhibiciju odgovora (Nee i sur., 2012). *Prebacivanje pažnje* odnosi se na premještanje fokusa pažnje između nekoliko različitih zadataka, operacija ili mentalnih sklopova (Monsell, 1996). Smatra se da ono uključuje oslobađanje radnog pamćenja od sekundarnog zadatka i tako stvara prostor za obradu primarnog (Miyake i sur., 2000). *Ažuriranje* uključuje nadzor nad informacijama koje se nalaze u radnom pamćenju, a glavna zadaća je da stare i nevažne informacije zamijeni onima koje su važne za trenutni zadatak (Morris i Jones, 1990). *Inhibicija* automatskog odgovora odnosi se na namjerno zaustavljanje automatskog odgovora u trenucima kada on nije prikladan za izvršenje zadatka ili situaciju (Stroop, 1935).

Miyake i sur. (2000) ističu da istraživačke metode ranijih istraživanja u području izvršnih funkcija nisu bile u potpunosti zadovoljavajuće te su mogle dovesti do pogrešnih zaključaka prvenstveno zato što se izvršne funkcije iskazuju kroz djelovanje na druge kognitivne procese. Drugim riječima, zadaci kojima se mjerila ili operacionalizirala pojedina izvršna funkcija konstruktno su *nečisti* te ne predstavljaju samo jednu od ciljanih funkcija. Stoga su proveli konfirmatornu faktorsku analizu rezultata u korištenim zadacima s ciljem provjere latentne strukture pojedinih zadataka, a time i opravdanost postuliranja prethodno navedenih triju izvršnih funkcija na latentnoj razini, tj. razini sposobnosti, a ne manifestnoj razini, tj. razini zadatka (Miyake i sur., 2000). Ponajviše ih je zanimalo odnose li se te funkcije zaista na različite procese ili one zapravo predstavljaju jedinstveni psihološki konstrukt. Analiza rezultata pokazala je kako upravo trofaktorski model najbolje odgovara podacima prikupljenim zadacima koji mjere tri funkcije, za razliku od modela s jednim ili dva faktora. Na temelju toga zaključeno je da se doista radi o zasebnim funkcijama koje se mogu zasebno procjenjivati koristeći ove dobro istražene zadatke. Međutim, utvrđena je i značajna umjerena korelacija (koja između pojedinih izvršnih aspekata varira od $r = .42$ do $r = .63$), što znači da to nisu potpuno razdvojeni konstrukti, već da su im neki mehanizmi u pozadini zajednički (Miyake i sur., 2000).

Ažuriranje

Sve navedene izvršne funkcije od iznimne su važnosti za ljudsku kogniciju i rješavanje svakodnevnih problema, no neki autori smatraju kako je među njima ipak najvažnije ažuriranje (npr., Chen i Li, 2007). Razlog tome leži u pretpostavci da jedino ažuriranje ima ulogu u predviđanju fluidne inteligencije. Ažuriranje je izuzetno važno i zbog same prirode radnog pamćenja koje je ograničenog kapaciteta te zahtjeva da se u njemu nalaze uglavnom one informacije koje su važne za sam zadatak. Nekad se smatralo kako postoji mehanizam koji služi privremenom oslobađanju prostora, a koji se zasniva na pretpostavci da informacije koje su višak jednostavno propadaju i nestaju te tako oslobađaju prostor za nove (Baddeley, 2000). Međutim, rastući broj istraživanja koja sugeriraju da mentalne reprezentacije ne nestaju uvijek samo jednostavnim prolaskom vremena stavio je naglasak na aktivan proces zamjene starih informacija novima (npr. Berman i sur., 2009). Stoga, ažuriranje služi kako bi se aktivno odbacilo nevažne informacije i oslobodilo kapacitet radnog pamćenja za informacije koje su korisne za

obavljanje trenutnog zadatka što kognitivnu obradu čini učinkovitijom (Ecker i sur., 2014).

Međutim, postavlja se pitanje mehanizma rada ažuriranja informacija u radnom pamćenju. Na ovo pitanje odgovaraju brojni autori koji navode dva važna procesa: stabilno održavanje i aktivno ažuriranje. *Stabilno održavanje* informacija je važno jer čuva informacije od nevažnih distraktora iz okoline. Brz i fleksibilan sustav *aktivnog ažuriranja* informacija važan je kako bismo uvijek baratali samo onim informacijama koje su važne za zadatak koji trenutno obavljamo (Nyberg, L. i Eriksson, 2015; Rac-Lubashevsky i Kessler, 2016). Nova nadolazeća informacija može biti ili važna za zadatak koji obavljamo, ili pak nevažni distraktor kojem se mora ograničiti ulaz u radno pamćenje kako ne bi ometao kognitivnu obradu. Stoga su održavanje i ažuriranje u kontinuiranom konfliktu što naglašava potrebu za mehanizmom koji kontrolira i regulira ta dva procesa (Rac-Lubashevsky i Kessler, 2016).

U tu je svrhu predložen *mehanizam vrata* (eng. *gating mechanism*) koji propušta i odbacuje informacije ovisno o potrebama zadatka (Badre, 2012). Chatham i sur. (2014) predlažu ne samo jedna, već dvojna vrata od kojih prva služe za puštanje informacija u radni prostor, dok druga služe izbacivanju informacija kad više nisu potrebne. Tako zatvorena vrata omogućuju održavanje stabilnima informacija potrebnih za rad, dok otvorena vrata omogućavaju prolazak novih potrebnih informacija, odnosno njihovo ažuriranje (Nyberg i Eriksson, 2015). Otvaranje i zatvaranje vrata odvija se po principu važnosti informacija; ako se procjeni da bi nova informacija mogla biti od veće važnosti za rješavanje zadatka od trenutno održavane informacije, to predstavlja okidač za otvaranje *ulaznih* i *izlaznih* vrata za zamjenu starih informacija novima.

Pretpostavlja se da se taj proces ulaska i izlaska informacija iz radnog pamćenja odvija putem kortiko-strijatalnih puteva i to tako da strijatum, putem dopaminergičkih krugova i putem talamusa i substantie nigre, u prečeonu koru šalje signale o tome je li potrebno otvoriti ili zatvoriti vrata, ovisno o rezultatu usporedbe starih i novih informacija (Nyberg i Eriksson, 2015). Opisanu neuralnu osnovu ažuriranja podržavaju nalazi funkcionalnog oslikavanja mozga koji pokazuju višu aktivnost čeonu kore tijekom ažuriranja, nego tijekom inhibicije odgovora (Dahlin i sur., 2008) ili premještanja pažnje (Nee i sur., 2012). Također, uočena je i veća aktivacija strijatuma tijekom procesa ažuriranja (Dahlin i sur., 2008), a dopaminergički sustav već se i ranije pokazao važnim

za rad viših kognitivnih procesa, kao što je radno pamćenje (Williams i Goldman-Rakic, 1993).

Ključnu ulogu u istraživanjima ažuriranja imaju predloženi zadaci ažuriranja. Neki od takvih zadataka su zadatak praćenja (eng. *keep track*; Yntema, 1963), zadatak detekcije ponavljajućeg tona (eng. *tone-repetition detection*; Galletly i sur., 2007), ažuriranje matrice (eng. *matrix updating*; Chen i Li, 2007), zadatak ažuriranja pamćenja (eng. *memory update task*; Salthouse i sur., 1991) i *n*-unatrag zadatak (eng. *n-back*; Kirchner, 1958). Iako se svi zadaci često koriste u istraživanjima izvršnih aspekata radnog pamćenja, razvojem tehnika za funkcionalno oslikavanje mozga 1990-ih, *n*-unatrag zadatak postao je dominantna mjera u procjeni ažuriranja (Owen i sur., 2005). Tijekom izvođenja *n*-unatrag zadatka, sudionicima se prikazuje niz podražaja (npr., slova, brojevi, lica i sl.), a njihov je zadatak odlučiti je li trenutno prikazan podražaj jednak onom prikazanom *n* koraka unatrag, npr. 2-unatrag, 3-unatrag itd. (Rac-Lubashevsky i Kessler, 2016; više o samom zadatku u *Metodi*). *N*-unatrag zadatak je često korišten u istraživanjima koja uradak u ovom zadatku povezuju s različitom psihopatologijom (Harvey i sur., 2005), inteligencijom (Jaeggi i sur., 2008) i kognitivnim starenjem (Oberauer, 2005). *N*-unatrag zadatak je posebno koristan u ispitivanju neuralne podloge izvršnih aspekata radnog pamćenja, a pokazano je da izvođenje tog zadatka aktivira područje dorzolateralne prečeeone kore (Owen i sur., 2005). Osim toga, *n*-unatrag zadatak često je korišten i u istraživanjima koja provjeravaju učinkovitost kognitivnog treninga radnog pamćenja.

Kognitivni trening izvršnih funkcija

Kognitivni trening odnosi se na intervenciju u obliku strukturiranih vježbi pomoću zadataka koji su usmjereni na unaprjeđenje nekog aspekta kognitivnog funkcioniranja (Park i Bischof, 2013). Pitanje isplativosti i učinkovitosti kognitivnog treninga datira od početka 20. stoljeća (Woodworth i Thorndike, 1901), a danas znamo kako treninzi mogu biti učinkoviti u osnaživanju pažnje, percepcije, pamćenja, jezika i izvršnih funkcija (npr. Heinzl i sur., 2017). Ideja kognitivnog treninga zasniva se na pretpostavci o kognitivnoj plastičnosti, tj. potencijalu mozga da se reorganizira u svrhu odgovaranja na zahtjeve okoline, ne samo u mlađoj, već i u starijoj dobi (npr. Stern, 2002; Pauwels i sur., 2018). Proučavanje plastičnosti mozga posebno je važno za populaciju srednje i starije odrasle

dobi, budući da istraživanja upućuju na slabljenje i pad kognitivnih sposobnosti već nakon 45. godine života (Berk, 2007). Dodatan interes za proučavanjem plastičnosti mozga i unapređenjem kognitivnih sposobnosti kod starijih osoba potaknula je i činjenica da se očekivana životna dob sve više povećava te da je populacija starijih osoba sve veća (Salminen i sur., 2015). Predloženo je nekoliko objašnjenja za slabljenje kognitivnih sposobnosti u starijoj dobi, npr. pojačana aktivacija u čeonom režnju (Hakun i Johnson, 2017), smanjenje koncentracije dopamina (Bäckman, 2000), smanjenje kapaciteta pamćenja i sporija obrada informacija (Salthouse, 1996) ili oslabljena sposobnost inhibicije neadekvatnog odgovora (Hasher i Zacks, 1988). Ono što je zajedničko navedenim teorijama jest pretpostavka o oslabljenom radnom pamćenju u starijih osoba uzrokovanom slabljenjem izvršnih aspekata radnog pamćenja (Zuber i sur., 2019). Intervencije namijenjene kognitivnom osnaživanju u starijoj dobi upravo su zato često usmjerene na poboljšanje ovih procesa.

Poboljšanje izvršnih aspekata radnog pamćenja važno je jer se pokazuje kako pad u izvršnim funkcijama dovodi do otežanog samostalnog izvršavanja svakodnevnih aktivnosti i oslabljene kvalitete života (Salminen i sur., 2015). Osim toga, istraživanja pokazuju i da je pad izvršnih sposobnosti među prvim znakovima nekih neuropsiholoških bolesti, poput blagog kognitivnog oštećenja ili Alzheimerove demencije (npr. Belleville i sur., 2003). U svrhu osnaživanja kognitivnih sposobnosti osmišljene su razne vrste intervencija, npr. kardiovaskularni treninzi (Hillman i sur., 2008), procesni treninzi (Au i sur., 2015), a u novije vrijeme i video-igre (Green i sur., 2016) te stimulacije mozga (Berryhill i sur., 2014).

U ovom je radu primijenjen procesni trening. Cilj procesnih treninga je osnaživanje određenog kognitivnog procesa opetovanim prolaskom kroz zadani zadatak (npr. *n*-unatrag), bez davanja specifičnih uputa o tome kako rješavati zadatak, a uz očekivanje da će uvježbavanje doprinijeti i izvršavanju drugih netreniranih zadataka (Schubert i sur., 2014). Procesni treninzi su, stoga, čest odabir u treningu radnog pamćenja. Međutim, kada govorimo o samoj sposobnosti ažuriranja, rezultati različitih treninga *n*-unatrag zadatkom nisu jednoznačni, i to ponajviše po pitanju bliskog i dalekog transfera. *Bliski transfer* odnosi se na poboljšanje uratka na zadacima unutar uvježbane kognitivne domene (u ovom slučaju ažuriranje), a *daleki transfer* se odnosi na poboljšanje

uratka na zadacima unutar druge kognitivne domene (npr. drugih izvršnih funkcija, pažnje, inteligencije i sl.).

Najzanimljiviji nalaz, kojim je trening *n*-unatrag zadatkom i populariziran, govori da se treningom ažuriranja može poboljšati fluidna inteligencija (Jaeggi i sur., 2008; Rudebeck i sur., 2012). Međutim, druga istraživanja koja su u kontroliranim uvjetima pokušala replicirati nalaze, nisu utvrdila daleki transfer treninga na fluidnu inteligenciju ili se veličina učinka treninga pokazala veoma malom (Redick i sur., 2013). U meta-analizi koja je revidirala prijašnje meta-analize na istu temu nije utvrđeno poboljšanje rezoniranja nakon treninga, a autori ističu problem pristranosti publiciranja radova sa značajnim učincima te problem nužnog razdvajanja istraživanja koja uključuju aktivnu, odnosno pasivnu kontrolnu skupinu (Melby-Lervåg i Hulme, 2015).

Osim nalaza o osnaživanju intelektualnih sposobnosti, značajne su i implikacije nalaza o učinkovitosti treninga *n*-unatrag zadatkom za osnaživanje pažnje kod djece s poremećajem hiperaktivnosti i deficitom pažnje (eng. *Attention deficit hyperactivity disorder* - ADHD; npr. Lilienthal i sur., 2012; Jones i sur., 2018). No, spomenuta meta-analiza je ponovno pokazala da nema prijenosa treniranih sposobnosti na područje pažnje (Melby-Lervåg i Hulme, 2013). Slična se situacija javlja i po pitanju transfera na ostale izvršne aspekte radnog pamćenja; neki autori (npr. Pan i sur., 2018) nalaze prijenos sposobnosti stečenih u *n*-unatrag treningu na inhibiciju (MacLeod, 1991), dok drugi ističu da takvog transfera nema (Dahlin i sur., 2008). Pretpostavlja se da se srž nedosljednosti nalaza nalazi u samoj istraživačkoj metodi jer se istraživanja međusobno razlikuju u zadatku kojim se ispitivao transfer, vrsti kontrolne grupe, uključenoj populaciji, čestini samog treninga i sl. (Soveri i sur., 2017).

Postoji nekoliko meta-analiza koje govore u prilog bliskom transferu, no ne pružaju dovoljno uvjerljive dokaze za postojanje dalekog transfera na inteligenciju, pažnju, inhibiciju i sl. (Schwaighofer i sur., 2014; Melby-Lervåg i Hulme, 2013; Melby-Lervåg i Hulme, 2015). Jedna od objašnjenja zašto dolazi do bliskog, ali ne i dalekog transfera, jest ta da će do transfera doći samo ako postoji preklapanje u kognitivnim procesima koji su potrebni za obavljanje treniranog i netreniranog zadatka (Salminen i sur., 2016). Na primjer, model jednakih elemenata predviđa transfer na one zadatke čiji se elementi podudaraju s elementima uvježbavanog zadatka; ako nema podudaranja, nema ni prijenosa (Rickard i Bourne, 1996).

Bliski transfer

Međutim, postoje nedosljednosti rezultata i u vezi bliskog transfera, ponajviše oko veličina učinka treninga. Meta-analize ukazuju na veliki raspon veličina učinka treninga koji se kreće između $d = 0.37$ do $d = 0.72$ (Schwaighofer i sur., 2014). Zbog toga Soveri i sur. (2017) razlikuju dvije vrste bliskog transfera: strukturno slični zadaci (netrenirani zadaci koji se od treniranog razlikuju samo po vrsti podražaja) i strukturno različiti zadaci (netrenirani zadaci strukturalno različiti od treniranog). Zadatke strukturno slične i strukturno različite od treniranog treba razmatrati odvojeno jer inače dolazi do umjetnog povećanja veličine učinka bliskog transfera, ponajviše zbog uključivanja strukturno sličnog zadatka koji dijeli veliki dio varijance s treniranim zadatkom. Osim toga, korisno je rezultate te dvije vrste zadataka promatrati odvojeno jer, utvrdimo li samo transfer na strukturno slične zadatke, to govori o dobro uvježbanoj strategiji korištenoj u zadatku, a ne o općenitom poboljšanju u sposobnosti. Linares i sur. (2019) navode sljedeće karakteristike strukturno sličnih zadataka: informacije su prikazane na jednak način kao u treniranom zadatku, način odgovora je jednak ili sličan i temeljni kognitivni procesi samog zadatka zahtijevaju iste proceduralne korake, tj. zadatak se rješava na isti način kao i u samom treningu. Kada se transfer na strukturno slične i strukturno različite zadatke razdvoji, rezultati su puno jasniji. Primjer navodimo u nastavku.

Li i sur. (2008) su trenirali i starije (70-80 g.) i mlađe (20-30 g.) sudionike na prostornom 2-unatrag zadatku i utvrdili poboljšanja uratka na treniranom zadatku, kao i bliski transfer na strukturno slične zadatke (prostorni 3-unatrag i brojčani 2-unatrag), dok transfera na strukturno različit zadatak raspona operacija (OSPAN; Turner i Engle, 1989), kojim se procjenjuje kapacitet radnog pamćenja, nije bilo. Istraživanje Laine i sur. (2018) uključivalo je trening n -unatrag zadatkom s brojevima te je pokazalo transfer na n -unatrag zadatke s drugim podražajima (slova i boje), no ne i na zadatak selektivnog ažuriranja znamenki (Murty i sur., 2011), koji također zahvaća ažuriranje. Linares i sur. (2019) proveli su trening n -unatrag zadatkom i zadatkom ažuriranja pamćenja te su također utvrdili da je do transfera došlo samo kod zadatka jednakom treniranom (tzv. kriterijski zadatak), dok transfera sposobnosti na ostale zadatke nije bilo. Također, kod sudionika treniranih na n -unatrag zadatku s brojevima nije bilo transfera na kategorički n -unatrag koji mu je strukturno sličan, no uključivao je i dodatnu semantičku odluku čime je

odgovaranje na ovoj zadatak proceduralno različito od onog u brojčanom n -unatrag zadataku.

Poseban problem javlja se u istraživanjima kod kojih je pokazano da postoji daleki, ali ne i bliski transfer (Jaeggi i sur., 2008). Melby-Lervåg i Hulme (2013) ističu da je takav rezultat nemoguće pravilno protumačiti jer je za postojanje dalekog transfera nužno i postojanje bliskog transfera. To je u skladu s medijacijskim modelom Pahor i sur. (2022) u kojem postojanje dalekog transfera ovisi o doseg bliskog transfera, a koji se u ovom odnosu ponaša kao medijator. Stoga bi se, prije istraživanja dalekog transfera, prvenstveno trebala razjasniti dilema u istraživanju bliskog transfera, na što ćemo se usredotočiti i u ovom radu.

Cilj, problem i hipoteza

Ovo se istraživanje bavi učinkovitošću treninga radnog pamćenja korištenjem zadatka ažuriranja kod osoba srednje i starije odrasle dobi. Specifično, cilj istraživanja bio je istražiti pitanje bliskog transfera u treningu ažuriranja kod osoba srednje i starije odrasle dobi. U skladu s ovim ciljem postavljeni je istraživački problem: Dovodi li trening ažuriranja radnog pamćenja do transfera na druge mjere ažuriranja?

Hipoteza: Očekuje se da će sudjelovanje u treningu afektivnim n -unatrag zadatak s licima imati pozitivan utjecaj na rezultat na kriterijskom zadatak - skraćenoj neadaptivnoj verziji zadatka ažuriranja s licima (NB-L), te zadacima bliskog transfera (n -unatrag zadatak sa slovima (NB-S) i na zadatak ažuriranja pamćenja (ZAP)). Sudionici eksperimentalne skupine, koji su sudjelovali u treningu, povećat će svoj rezultat na zadacima NB-L, NB-S i na ZAP u drugoj točki mjerenja, u odnosu na prvu točku mjerenja, za razliku od sudionika kontrolne skupine, koji su sudjelovali u treningu komunikacijskih vještina, kod kojih će rezultat u navedenim testovima biti podjednak u obje točke mjerenja.

Metoda

Provedeno istraživanje dio je šireg istraživanja u okviru projekta *Afektivni kognitivni trening: neuralni, kognitivni i bihevioralni učinci (ACT)*. U okviru ovog projekta ispituju se učinci treninga različitih izvršnih aspekata radnog pamćenja (inhibicija, ažuriranje i

premještanje pažnje) u srednjoj i starijoj odrasloj dobi, uz korištenje afektivno obojenih zadataka i materijala. Ovaj je projekt financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost (IP-2020-02-6883).

Sudionici

U istraživanje su uključeni sudionici iz prvog od četiri vala ACT projekta koji su sudjelovali u treningu ažuriranja afektivnim *n*-unatrag zadatkom s licima. Prvotno je pristupilo 46 sudionika, ali je četvero sudionika odustalo do kraja treninga. Stoga je istraživanje provedeno na uzorku od 42 sudionika (33 žena i 9 muškaraca), a zbog tehničkih poteškoća s pojedinim računalnim zadacima, po nekoliko sudionika je isključeno iz pojedinih analiza, što je naglašeno i pojašnjeno u *Rezultatima*. Dob sudionika je u rasponu od 50 do 65 godina ($M = 55.4$, $SD = 4.2$). Sudionike su regrutirali studenti psihologije, metodom snježne grude, a kriterij za odabir bio je navedeni dobni raspon. Sudionici su po slučaju podijeljeni u dvije skupine; u eksperimentalnu je bilo uključeno 22 sudionika (77.3% žena; $M_{dob} = 54.28$, $SD_{dob} = 3.35$), dok je u kontrolnu bilo uključeno njih 20 (80% žena; $M_{dob} = 56.7$, $SD_{dob} = 4.73$). Kao najviši završeni stupanj obrazovanja jedan sudionik navodi osnovnu školu, 13 srednju školu, 11 višu školu, 14 fakultet, a troje magisterij ili doktorat. Od svih uključenih, 32 je zaposleno, 5 je nezaposleno, a 5 sudionika je u mirovini.

Instrumenti

Sociodemografski upitnik. Od sudionika su traženi podaci o dobi, rodu, zanimanju, završenom stupnju obrazovanja, trenutnom radnom statusu, bračnom statusu, broju djece, broju osoba u kućanstvu, procijenjenom materijalnom statusu, prosječnim mjesečnim primanjima te podaci o ozljedama, bolestima i uzimanju lijekova.

Dnevnik. Sudionici su dobili tzv. *dnevnik* na kojem su, tijekom treninga, kvačicom označili svaki odrađeni trening, a kojih je bilo ukupno 20. Osim toga, prije prvog, a nakon petog, desetog i petnaestog treninga su na ljestvici od 1 do 7 procijenili koliko su motivirani za sudjelovanje u treningu.

Skraćena neadaptivna verzija zadatka ažuriranja s licima (NB-L). Afektivni *n*-unatrag zadatak s licima kao podražajem, sličan onome korištenom u istraživanju Ladouceura i sur. (2015). Zadatak se izvodi putem računala (platforma Unity). U zadatku se prikazuju

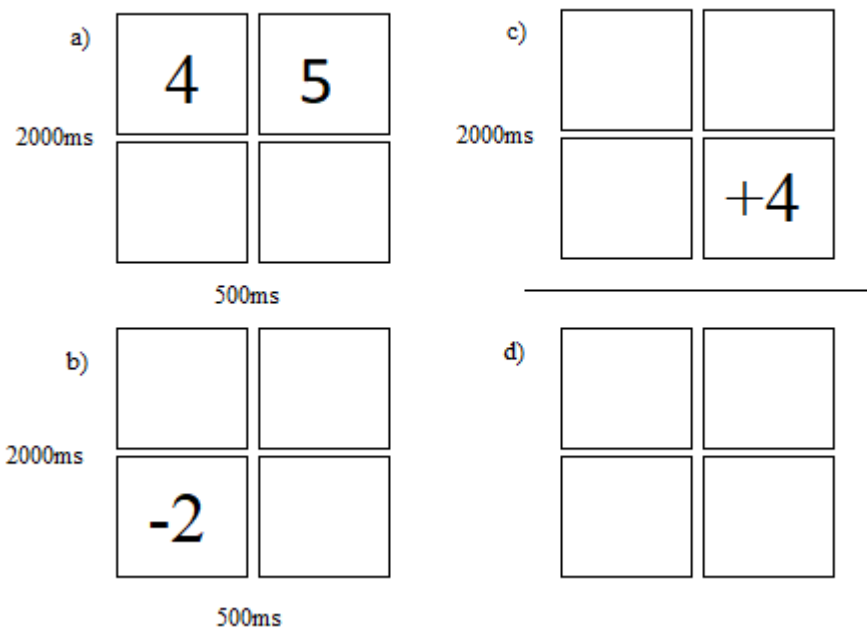
vidni podražaji (fotografije lica), a sudionici trebaju pritisnuti tipku onda kada je trenutno prikazan podražaj jednak onom n podražaja unatrag. Fotografije lica su odabrana iz baze *Karolinska Directed Emotional Faces* (KDEF, Lundqvist i sur., 1998), te prikazuju dvije ugodne emocije (sreća, iznenađenje) i dvije neugodne emocije (tuga, ljutnja). Odabrane fotografije prikazuju lica jednog muškog i jednog ženskog modela, za svaku od odabranih emocija (ukupno osam podražaja, tj. dva lica s četiri emocije). Svaki podražaj prikazan je 500ms između čega je bila pauza od 2500ms, za vrijeme koje je na ekranu prikazan fiksacijski križić. Zadatak je imao tri razine težine: 1-unatrag, 2-unatrag i 3-unatrag. Na početku je dan jedan zadatak za vježbu, a potom dva zadatka iste n razine od po 20+ n podražaja, počevši od razine 1-unatrag. Ukupno je u zadatku dano tri primjera za vježbu i šest nizova zadataka za analizu. Ukupan rezultat računao se kao prosječna proporcija točnih odgovora za svaku od razina težine zadatka.

N-unatrag zadatak sa slovima (NB-S). Zadatak je po tehničkim karakteristikama jednak prethodno opisanom NB-L zadatku, no razlika je u vrsti podražaja. U NB-S su umjesto lica s emocionalnim izrazima korištena slova, a korišteno je ukupno osam slova koja su se izmjenjivala slučajnim redoslijedom. U literaturi se navodi pouzdanost ovog zadatka između $\alpha=.77$ i $\alpha=.80$ (Kane i sur., 2007).

Zadatak ažuriranja pamćenja (ZAP). Zadatak u kojem se od sudionika očekuje upamćivanje brojeva nakon izvršavanja aritmetičkih operacija (Salthouse, 1991). U zadatku su prikazani okviri s brojevima od 1 do 9. Prezentacija svakog broja traje 2000ms. U okvirima koje su smještene ispod okvira s početnim brojevima prikazuje se znak za aritmetičku operaciju prema kojem sudionik treba zbrojiti ili oduzeti prikazani broj (u rasponu od 0 do 9) od početnog, ovisno ispod kojeg početnog okvira je prikazana operacija. Znak za aritmetičku operaciju se prikazuje jedan po jedan, u trajanju od 2000ms, a vrijeme između izmjena operacija je 500ms. Na kraju zadatka sudionici upisuju računski rezultat operacija za svaki pojedini okvir (Slika 1). Sudionici prvo rješavaju zadatke za vježbu na tri razine (s dva, tri i četiri okvira), a potom rješavaju po tri zadatka svake razine. Ukupan rezultat računa se kao zbroj točnih odgovora po pojedinom zadatku. Pouzdanost zadatka u ovom istraživanju izmjerena Cronbachovim alpha koeficijentom iznosi $\alpha=.76$.

Slika 1

Prikaz sukcesivnih ekrana u zadatku ažuriranja pamćenja s dva okvira: a) početni ekran b) prikaz prve računске operacije c) prikaz sljedeće računске operacije d) završni ekran u koji je potrebno upisati rezultat operacija



Zadaci u treningu

Afektivni n-unatrag zadatak s licima. Zadatak za trening eksperimentalne skupine je afektivni *n-unatrag* zadatak s licima, koji predstavlja adaptivnu verziju NB-L zadatka (Ladouceur i sur., 2009). Zadatak se sastojao od istih podražaja kao i NB-L zadatak, uz dodatak fotografije još po jednog muškog i ženskog lica (jedan s plavom, jedan sa smeđom kosom). Ukupan broj različitih podražaja ostao je isti (osam). Svaki trening sastojao se od 15 zadataka od 20+n podražajnih slika. Trajanje podražaja jednako je kao u NB-L zadatku; 500ms uz pauzu od 2500ms između svake slike. Dodatna razlika u odnosu na NB-L zadatak je ta da je trenirani zadatak bio težinski prilagođen svakom sudioniku i to tako da je svaki sljedeći zadatak bio za jedan korak teži ako je sudionik riješio prethodni zadatak s najviše dvije greške. Ako je sudionik prethodni zadatak riješio s pet ili više grešaka, u sljedećem zadatku je bio vraćen na lakšu razinu (jedan korak niže). Takav adaptivni pristup treninga pokazao se učinkovitim u održavanju motivacije sudionika za daljnjim treningom i smanjenjem frustracije zbog potencijalnog neuspjeha (Klingberg i sur., 2002). Sudionici su na kraju svakog od 15 zadataka dobili povratnu informaciju o svom uratku u obliku virtualne brončane, srebrne i zlatne medalje, ovisno

o riješenoj težini zadatka (brončana za 2-unatrag, srebrna za 3-unatrag, zlatna za 4-unatrag i više).

Trening komunikacijskih vještina. Kontrolna skupina prošla je kroz trening komunikacijskih vještina, a pristupilo mu se putem platforme <https://www.edapp.com/>. Sastojao se od ukupno 20 interaktivnih prezentacija od prosječno 20 slideova o raznim aspektima komunikacije (npr. *Načela komunikacije, Neverbalna komunikacija, Slušanje, Ja-poruke, Upravljanje sukobom i rješavanje sukoba, Vještina postavljanja pitanja, Davanje i primanje povratne informacije* i sl.). Prosječno trajanje svakog treninga je 20 minuta. U svakoj od prezentacija bile su prikazane teorijske postavke vezane uz pojedinu temu, popraćene primjerima iz svakodnevnog života. Dane su i konkretne smjernice za uvježbavanje komunikacijskih vještina, a na kraju su sudionici rješavali kviz od oko deset pitanja kako bi provjerili svoje znanje o pojedinoj temi.

Postupak

Prije početka istraživanja studenti psihologije koji su regrutirali sudionike dobili su upute o instalaciji i provedbi računalnih testova u prvoj (predtest) i drugoj (posttest) točki mjerenja na računalu, kao i upute o tome kako će sudionici rješavati trening na računalu. Prilikom predtestiranja, sudionici su prvo ispunili *Privolu za sudjelovanje u istraživanju* te sociodemografski upitnik. Potom su rješavali računalne zadatke NB-L, NB-S i ZAP. Sudionici su po slučaju podijeljeni u dvije skupine, eksperimentalnu i kontrolnu, te su tijekom deset tjedana, tempom od dvaput tjedno, sudjelovali u ukupno 20 treninga od kuće, od kojih je svaki trajao oko 20 minuta. Razmak između svakog treninga bio je od tri do četiri dana, a sudionici su bili upućeni da ne rješavaju treninge dva dana uzastopno, kako bi oni bili podjednako vremenski raspoređeni i udaljeni, a što se ranije pokazalo kao bolja opcija od koncentriranog treninga (Penner i sur., 2012). U eksperimentalnoj skupini to je bio trening ažuriranja afektivnim *n*-unatrag zadatkom, dok se u kontrolnoj provodio trening komunikacijskih vještina. Svi sudionici su tijekom treninga ispunjavali *dnevnik*. Nakon što su završili sa svim treninzima, u drugoj točki mjerenja su ponovno riješili zadatke NB-L, NB-S i ZAP.

Rezultati

Prije analize rezultata i odgovaranja na postavljene probleme, Shapiro-Wilkovim testom su provjerene distribucije varijabli, kao i njihova asimetričnost i spljoštenost (Tablica 1).

Tablica 1

Provjera normaliteta distribucija, asimetričnosti i spljoštenosti za rezultate eksperimentalne i kontrolne skupine u zadacima NB-L, NB-S i ZAP u dvije točke mjerenja.

Mjera	Skupina	<i>n</i>	<i>S-W</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Asimetričnost	<i>SE</i>	Spljoštenost	<i>SEM</i>
NB-L ₁	E	22	0.9	22	.029	-1.32	0.491	3.12	0.953
	K	17	0,94	18	.259	-0.65	0.536	-0.22	1.038
NB-L ₂	E	22	0,93	22	.103	0.8	0.491	0.21	0.953
	K	17	0.94	17	.356	-0.4	0.550	-0.89	1.063
NB-S ₁	E	21	0.94	22	.153	0.19	0.491	-1.13	0.953
	K	15	0.97	19	.855	-0.51	0.524	0.15	1.014
NB-S ₂	E	21	0.93	22	.128	-1.05	0.501	1.43	0.972
	K	15	0.91	15	.144	-1.25	0.580	2.02	1.121
ZAP ₁	E	21	0.95	21	.323	-0.49	0.501	-0.45	0.972
	K	18	0.94	19	.227	-0.1	0.524	-1.07	1.014
ZAP ₂	E	21	0.9	21	.042	-0.75	0.501	0.83	0.972
	K	18	0.94	18	.267	0.25	0.536	-1.14	1.038

Legenda: *S-W* – vrijednost Shapiro-Wilkovog testa; *SEM* – standardna pogreška aritmetičke sredine; NB-L₁ – rezultat u NB-L zadatku u prvoj točki mjerenja; NB-L₂ – rezultat u NB-L zadatku u drugoj točki mjerenja; NB-S₁ – rezultat u NB-S zadatku u prvoj točki mjerenja; NB-S₂ – rezultat u NB-S zadatku u drugoj točki mjerenja; ZAP₁ – rezultat u ZAP u prvoj točki mjerenja; ZAP₂ – rezultat u ZAP u drugoj točki mjerenja

Utvrđeno je da distribucije rezultata eksperimentalne skupine na NB-L zadatku u prvoj točki mjerenja, kao i eksperimentalne skupine na ZAP u drugoj točki mjerenja odstupaju od normalne. Iako distribucije odstupaju od normalnih, Petz i sur. (2012) navode da je uvjet za korištenje parametrijskih testova to da distribucije nisu bimodalne ili u obliku U-krivulje, što je vidnom inspekcijom distribucija utvrđeno da nije slučaj. Provedena je i analiza spljoštenosti i asimetričnosti. Prema Klineu (2011), ekstremno asimetrične varijable su one kojima je indeks asimetričnosti veći od +/- 3, a granica za spljoštenost je

+/- 8. Vrijednosti naših varijabli nalaze se unutar tog raspona pa će se, zbog svega navedenog, u nastavku primijeniti parametrijski testovi.

Osim toga, proveden je t-test za nezavisne uzorke na rezultatima ZAP, NB-L i NB-S zadatka u prvoj točki mjerenja, kao i za obrazovanje sudionika kako bi se provjerilo postoji li razlika u navedenim varijablama između eksperimentalne i kontrolne skupine. Kako bi se rezultati u drugoj točki mjerenja lakše interpretirali i kako bismo bili sigurniji da su potencijalni učinci rezultat treninga ažuriranja, a ne početno različitih sposobnosti, dvije grupe moraju biti jednake po svemu osim po vrsti treninga. Rezultati prikazani u Tablici 2 pokazuju da razlika između grupa po pojedinim varijablama nema, odnosno da su obje grupe jednakih kognitivnih sposobnosti i obrazovanja prije početka treninga, što nam olakšava daljnju interpretaciju potencijalnih učinaka treninga.

Tablica 2

Testiranje značajnosti razlika između dvije skupine sudionika u prvoj točki mjerenja za mjere bliskog transfera i obrazovanje.

Mjere	Eksperimentalna skupina			Kontrolna skupina			<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
NB-L ₁	22	.79	0.065	17	.76	0.073	1.48	.147
NB-S ₁	21	.86	.058	15	.86	.075	-0.003	.998
ZAP ₁	21	15.96	6.838	18	13.32	8.511	1.026	.311
obrazovanje*	22	4.23	1.066	20	4.05	0.97	0.545	.589

Legenda: *t* - vrijednost t-testa; *p* – razina statističke značajnosti; NB-L₁ – rezultat u NB-L zadatku u prvoj točki mjerenja; NB-S₁ – rezultat u NB-S zadatku u prvoj točki mjerenja; ZAP₁ – rezultat u ZAP u prvoj točki mjerenja

*završeni stupanj obrazovanja (1-bez završene škole; 2-osnovna škola; 3-srednja škola; 4-viša škola; 5-fakultet; 6-magisterij, doktorat)

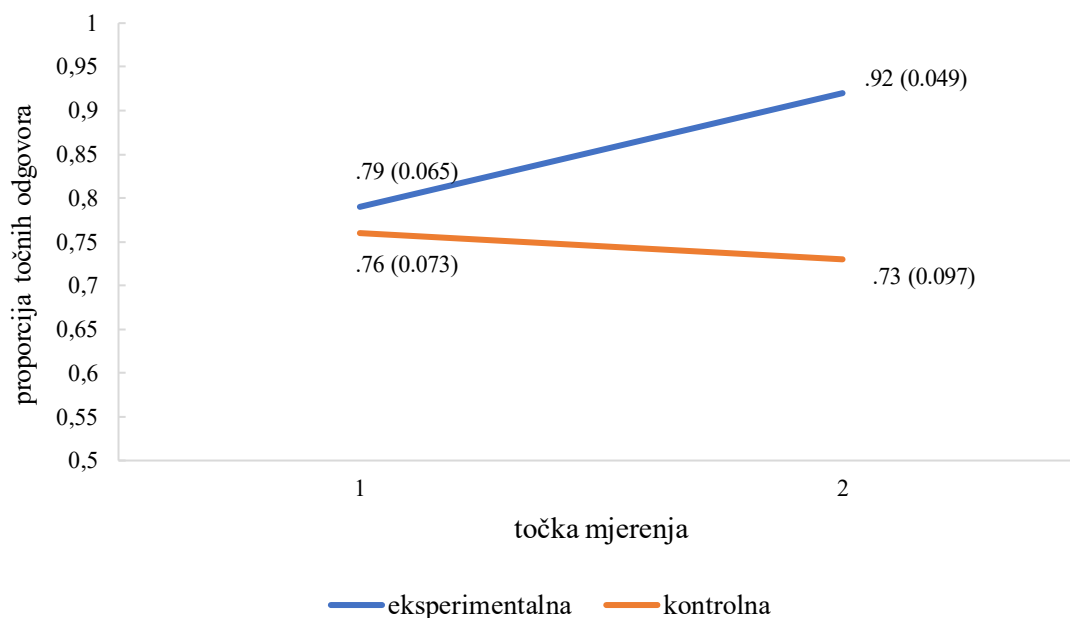
U nastavku su prikazane analize koje odgovaraju na problem ovog istraživanja i daju nam uvid u to dolazi li do bliskog transfera nakon treninga ažuriranja.

Skraćena neadaptivna verzija zadatka ažuriranja

Rezultati složene analize varijance za neadaptivnu verziju treniranog zadatka s licima (NB-L) grafički su prikazani na Slici 2, a rezultati analize jednostavnih efekata nalaze se u Tablici 3. Troje sudionika je isključeno iz analiza zbog tehničkih poteškoća s pohranom rezultata.

Slika 2

Grafički prikaz rezultata u zadatku NB-L (proporcije točnih odgovora uz pripadajuću standardnu devijaciju) za eksperimentalnu ($n=22$) i kontrolnu ($n=17$) skupinu u dvije točke mjerenja.



Rezultati analize varijance provedene na rezultatima NB-L zadatka pokazali su značajan glavni efekt točke mjerenja ($F(1,37) = 32.46, p < .01$), kao i statistički značajan glavni efekt skupine ($F(1,37) = 23.7, p < .01$). Najvažnije, interakcija točke mjerenja i skupine se također pokazala značajnom ($F(1,37) = 17.45, p < .01$) uz visoku veličinu učinka od $\eta_p^2 = .32$. Provedena je analiza jednostavnih efekata koja je pokazala da postoji statistički značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne skupine na varijabli NB-L samo u drugoj točki mjerenja ($A-B = 0.147, p < .00$) te između prve i druge točke mjerenja samo kod eksperimentalne skupine ($A-B = -0.131, p < .00$). Sudionici iz eksperimentalne

skupine koji su sudjelovali u treningu afektivnim *n*-unatrag zadatkom imali su višu proporciju točnih odgovora na NB-L zadatku u drugoj točki mjerenja ($M = .92$, $SD = 0.049$) u odnosu na prvu točku mjerenja ($M = .79$, $SD = 0.065$), za razliku od kontrolne skupine koja je sudjelovala u treningu komunikacijskih vještina kod koje je proporcija točnih odgovora NB-L zadatku jednaka prije ($M = .76$, $SD = 0.073$) i nakon treninga ($M = .73$, $SD = 0.097$).

Tablica 3

Rezultati analize jednostavnih efekata za varijablu NB-L (n=39).

Varijabla 1	Razine varijable 2		A-B	SE	p
	A	B			
NB-L ₁	E	K	0.036	0.022	.11
NB-L ₂	E	K	0.147	0.024	<.00
E	NB-L ₁	NB-L ₂	-0.131	0.017	<.00
K	NB-L ₁	NB-L ₂	-0.02	0.02	.318

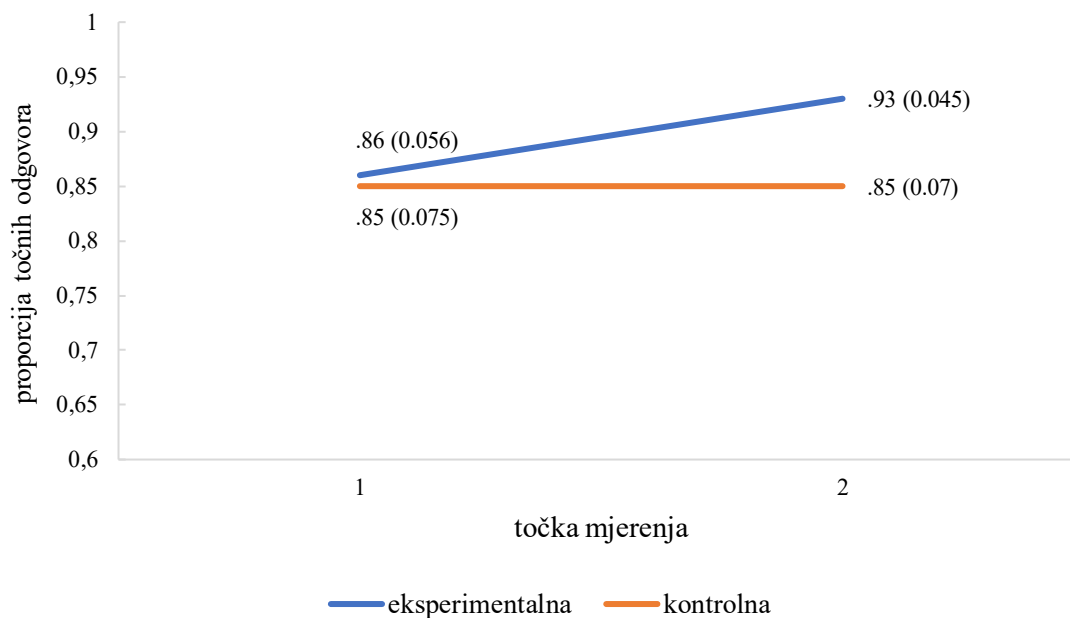
Legenda: A-B – razlika između prosječnih vrijednosti para aritmetičkih sredina varijable 2; SE – pogreška razlike; NB-L₁ – rezultati na NB-L zadatku u prvoj točki mjerenja; NB-L₂ – rezultati na NB-L zadatku u drugoj točki mjerenja; E – eksperimentalna skupina; K – kontrolna skupina

N-unatrag zadatak sa slovima

Rezultati složene analize varijance za *n*-unatrag zadatak sa slovima (NB-S) grafički su prikazani na Slici 3. Rezultati analize jednostavnih efekata su u Tablici 4. Šestero sudionika je isključeno iz analiza zbog tehničkih poteškoća s pohranom rezultata.

Slika 3

Grafički prikaz rezultata u zadatku NB-S (proporcije točnih odgovora uz pripadajuću standardnu devijaciju) za eksperimentalnu ($n=21$) i kontrolnu ($n=15$) skupinu u dvije točke mjerenja.



Tablica 4

Rezultati analize jednostavnih efekata za varijablu NB-S ($n=36$).

Varijabla 1	Razine varijable 2		A-B	SE	p
	A	B			
NB-S ₁	E	K	0.005	0.022	.82
NB-S ₂	E	K	0.072	0.02	<.00
E	NB-S ₁	NB-S ₂	-0.066	0.012	<.00
K	NB-S ₁	NB-S ₂	-0.001	0.014	.939

Legenda: A-B – razlika između prosječnih vrijednosti para aritmetičkih sredina varijable 2; SE – pogreška razlike; NB-S₁ – rezultati na NB-S zadatku u prvoj točki mjerenja; NB-S₂ – rezultati na NB-S zadatku u drugoj točki mjerenja; E – eksperimentalna skupina; K – kontrolna skupina

Rezultati analize varijance provedene na rezultatima NB-S zadatka pokazali su značajan glavni efekt točke mjerenja ($F(1,34) = 13.01$, $p < .01$) i statistički neznačajan, no

marginalan, glavni efekt skupine ($F(1,34) = 4.03, p = .053$). Međutim, rezultate ćemo interpretirati u okviru interakcije koja se pokazala značajnom ($F(1,34) = 13.88, p < .01$) uz visoku razinu učinka od $\eta_p^2 = .29$. Provedena je analiza jednostavnih efekata koja je pokazala da postoji statistički značajna razlika između eksperimentalne i kontrolne skupine na varijabli NB-S samo u drugoj točki mjerenja ($A-B = 0.072, p < .00$) te između prve i druge točke mjerenja samo kod eksperimentalne skupine ($A-B = -0.066, p < .00$). Sudionici iz eksperimentalne skupine koji su sudjelovali u treningu afektivnim n -unatrag zadatkom imali su višu proporcija točnih odgovora na NB-S zadatku u drugoj točki mjerenja ($M = .93, SD = 0.045$) u odnosu na prvu točku mjerenja ($M = .86, SD = 0.056$), za razliku od kontrolne skupine kod koje je proporcija točnih odgovora na NB-S zadatku jednaka prije ($M = .85, SD = 0.075$) i nakon treninga ($M = .85, SD = 0.07$).

Zadatak ažuriranja pamćenja

Deskriptivna statistika za obje skupine za zadatak ažuriranja pamćenja (ZAP) prikazana je u Tablici 5. Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja prikazani su u Tablici 6. Troje sudionika je isključeno iz analiza zbog tehničkih poteškoća s pohranom rezultata.

Tablica 5

Deskriptivna statistika za eksperimentalnu ($n=21$) i kontrolnu ($n=18$) skupinu za rezultate na zadatku ažuriranja pamćenja (ZAP) u prvoj i drugoj točki mjerenja.

	Prva točka mjerenja		Druga točka mjerenja	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Eksperimentalna skupina	15.81	6.838	15.81	6.713
Kontrolna skupina	13.32	8.512	13.28	8.334

Tablica 6

Rezultati složene analize varijance za glavne efekte točke mjerenja i skupine, njihove interakcije te veličine učinka za varijablu ZAP ($N=39$).

Izvor varijabiliteta	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η_p^2
Točka mjerenja	0.01	1	.944	.001
Skupina	1.24	1	.273	.032
Točka mjerenja x Skupina	0.01	1	.944	.001

Rezultati analize varijance provedene na rezultatima zadatka ažuriranja pamćenja pokazali su neznačajan glavni efekt točke mjerenja što znači da su sudionici postigli jednake rezultate na zadatku ažuriranja pamćenja u obje točke mjerenja. Glavni efekt skupine je također neznačajan; dakle, skupine se međusobno ne razlikuju u rezultatu na ZAP. Interakcija točke mjerenja i skupine se također pokazala neznačajnom što znači da obje skupine pokazuju isti obrazac promjene rezultata kroz vrijeme.

Rasprava

U ovom radu pokušali smo dati prilog raspravi o učinkovitosti treninga radnog pamćenja i to tako da pokušamo odgovoriti na nekoliko nedostataka prijašnjih sličnih istraživanja. Prvo, korištena je aktivna kontrolna skupina koja je sudjelovala u treningu komunikacijskih vještina, za razliku od nekih istraživanja u kojima je pasivna skupina sudjelovala samo u ponovljenim mjerenjima. To je važno jer se aktivnom kontrolnom skupinom bolje kontroliraju faktori poput motivacije, učinka očekivanja eksperimentatora i drugih placebo učinaka, a koji bi smanjili snagu potencijalnih zaključaka (Simon i sur., 2016). Drugo, treninzi su izvođeni tempom od dva treninga tjedno, tijekom deset tjedana, a između svakog treninga bio je razmak od tri do četiri dana. Pokazalo se da su distribuirani treninzi učinkovitiji od koncentriranih jer pomažu konsolidaciji uvježbanog ili naučenog te smanjuju vjerojatnost zaboravljanja ili gubitka vještina, što je pokazano već u 19. stoljeću (Ebbinghaus, 1885). Treće, mjere bliskog transfera razdvojene su po strukturnoj sličnosti s uvježbanim zadatkom, što je bilo zanemareno u nekim od prijašnjih istraživanja. Pogotovo je važno razdvojiti neadaptivnu verziju treniranog zadatka (NB-L) kako veličina učinka treninga ne bi bila umjetno povećana (Soveri i sur., 2017).

Ovaj nam je pristup omogućio da provjerimo hoće li doći do prijenosa sposobnosti uvježbanih kroz trening ažuriranja na mjere bliskog transfera koje se razlikuju po strukturnoj sličnosti s treniranim zadatkom. NB-L je neadaptivna verzija treniranog zadatka, NB-S je strukturno sličan zadatak koji se od treniranog razlikuje samo po vrsti podražaja, dok je ZAP strukturno različit od treniranog, ali zahvaća istu domenu. Naša je pretpostavka bila da će trening afektivnim *n*-unatrag zadatkom s licima dovesti do poboljšanja rezultata u svim mjerama transfera, a što je samo djelomično potvrđeno.

Trening afektivnim n -unatrag zadatkom doveo je do poboljšanja rezultata na NB-L zadatku te je došlo do transfera u strukturno sličan NB-S zadatak, u odnosu na kontrolnu skupinu kod koje nije došlo do poboljšanja niti na jednom od navedenih zadataka. To je očekivano jer se u brojnim istraživanjima pokazalo da trening n -unatrag zadatkom dovodi do transfera na druge n -unatrag zadatke, neovisno o drugačijem podražaju (npr. Laine i sur., 2018). Međutim, neočekivani rezultati odnose se na zadatak ažuriranja pamćenja kod kojeg nije došlo do poboljšanja rezultata niti u jednoj od skupina. Poboljšanje u zadatku ažuriranja pamćenja očekivali smo jer on zahvaća istu domenu kao n -unatrag zadatak (ažuriranje) te su zabilježene visoke korelacije ($r = .92$) latentnih faktora kojim su zasićeni n -unatrag i drugi zadatak veoma sličan zadatku ažuriranja pamćenja (Wilhelm i sur., 2013). Također, na procesnoj razini, uspješno rješavanje oba zadatka zahtijeva procese vraćanja informacija i zamjene starih informacija novima.

No, i neki raniji radovi nisu utvrdili pozitivan utjecaj treninga n -unatrag zadatkom na zadatak ažuriranja pamćenja (Laine i sur., 2018; Linares i sur., 2019). Rezultati ovog istraživanja koji sugeriraju postojanje transfera učinka treninga samo u drugim n -unatrag zadacima, a ne i u strukturno različitom zadatku ažuriranja pamćenja, potiču nas da pokušamo razjasniti mehanizam transfera u takvim treninzima. Budući da ažuriranje predstavlja jedan od izvršnih aspekata radnog pamćenja, pretpostavili smo da će doći do uvježbavanja izvršnih funkcija koje će se moći iskazati u različitim zadacima, kao što je zadatak ažuriranja pamćenja. Međutim, treba napomenuti i razlike između treniranog zadatka i ZAP-a; n -unatrag zadatak ne uključuje transformaciju podražaja jer on treba biti upamćen točno onako kako je bio prikazan, dok ZAP uključuje transformaciju brojeva aritmetičkom operacijom i održavanje takve promijenjene informacije (Ecker i sur., 2010). Takve razlike u zahtjevima zadataka mogle su dovesti do toga da su sudionici koristili različite strategije pri rješavanju svakog od njih.

Linares i sur. (2019) predlažu da je upravo korištenje točno određene strategije ključno za postojanje transfera na iste ili slične zadatke, što bi značilo da se ta strategija vjerojatno ne može primijeniti u rješavanju drugačijeg zadatka, neovisno o tome zahvaćaju li oba istu domenu. Osim toga, autori smatraju da, ako sudionici uoče sličnosti između uvježbanog zadatka i zadatka za transfer, to može potaknuti korištenje iste strategije, što je moguće i u našem istraživanju. Podražaji u treniranom zadatku su prikazani na jednak način kao u NB-L i NB-S zadacima i u svima je način odgovaranja

jednak, pa očekujemo korištenje iste strategije, za razliku od zadatka ažuriranja pamćenja koji se prikazuje na različit način od treniranog zadatka te je način davanja odgovora drugačiji. Laine i sur. (2018) u svom su istraživanju aktivno poučavali sudionike strategijama koje mogu koristiti pri rješavanju n -unatrag zadatka te su utvrdili transfer na trenirani zadatak, na n -unatrag zadatak s drugim podražajem, dok nije utvrđen transfer na zadatak trenutnog raspona pamćenja (eng. *running memory span*, Pollack i sur., 1959) koji također mjeri ažuriranje, ali je strukturno različit od treniranog zadatka što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja.

U ovom istraživanju nismo aktivno poučavali korištenje strategija, niti smo ispitali jesu li sudionici koristili određenu strategiju, no rezultati istraživanja Warisa i Lainea (2021) pokazuju da pri rješavanju adaptivnog n -unatrag zadatka polovica sudionika izvještava o spontanom razvijanju i korištenju strategije već na početku rješavanja zadatka, a jednom kad se ona pokaže učinkovitom, koriste je do kraja rješavanja i u svakom sljedećem treningu. Stoga je moguće da su naši sudionici spontano razvili strategije te su imali više samopouzdanja pri rješavanju zadataka strukturno sličnih onom uvježbanom, a bili su manje motivirani za rješavanje zadatka u kojem ne mogu primijeniti naučeno. No, ako trening n -unatrag zadatakom dovodi do transfera putem naučene strategije, pretpostavlja se da će se najveći učinak treninga pokazati kod zadatka koji je najbliži treniranom, gdje je korištenje strategije najučinkovitije. Sukladno tome, Soveri i sur (2017) pretpostavljaju da veličina učinka treninga slijedi pretpostavljeno preklapanje između treniranog zadatka i zadatka kojim mjerimo transfer. To bi rezultiralo postupnim smanjenjem veličine učinka, s najvećim učinkom prijenosa na trenirani n -unatrag zadatak, nakon čega bi slijedili neuvježbani n -unatrag zadaci, a potom i drugi zadaci ažuriranja. Takav se trend pokazao i u našem istraživanju gdje se najveća veličina učinka od $\eta_p^2 = 0.32$ pokazala na neadaptivnoj verziji treniranog zadatka, NB-L, nakon čega slijedi veličina učinka od $\eta_p^2 = 0.29$ koja se pokazala za zadatak strukturno sličan treniranom u kojem je izmijenjena samo vrsta podražaja (NB-S). Za strukturno različit zadatak ažuriranja pamćenja nije utvrđen značajan transfer te veličinu učinka od $\eta_p^2 = 0.001$ možemo smatrati zanemarivom.

Temeljem svih navedenih rezultata moglo bi se pretpostaviti da trening n -unatrag zadatakom doista u većoj mjeri predstavlja strateški, a ne procesni trening. Da se radi o procesnom treningu, došlo bi do uvježbavanja samog procesa ažuriranja koje bi se

iskazalo na ostalim zadacima ažuriranja u kojima se ne može primijeniti ista strategija rješavanja kao u n -unatrag zadatku, a što se nije pokazalo u ovom istraživanju. Neki autori smatraju da, čak i ako se u zadatku za provjeru transfera pokuša primijeniti ista strategija kao u zadatku treninga, ona neće biti dovoljno učinkovita za rješavanje strukturno različitih zadataka (de Simoni i von Bastian, 2018). To dodatno ide u prilog nalazima našeg istraživanja koji govore da se učinak treninga smanjio ovisno o strukturnoj sličnosti treniranog zadatka sa zadacima u kojima je došlo do transfera, dok primjena strategije rješavanja nije bila učinkovita u zadatku ažuriranja pamćenja, strukturno različitom od treniranog zadatka.

Ograničenja istraživanja i daljnje smjernice

Opisano istraživanje ima neka temeljna ograničenja koja se odnose na mali broj sudionika, sudjelovanje u treninzima od kuće, nedostatak supervizije, duljinu treninga te nedostatak praćenja dugotrajnih učinaka. Prvo, uz mali uzorak, i statistička snaga testova nužno je smanjena te često dovodi dobivanja manje preciznijih rezultata koje bismo mogli dobiti uz veći uzorak (Moreau i sur., 2016). Stoga bi buduća istraživanja trebala provjeriti postavljene hipoteze na većem uzorku kako bi rezultati bolje prikazivali stanje u populaciji te kako na rezultate ne bi utjecala veličina uzorka (Moreau i sur., 2016). Osim toga, sudionici ovog istraživanja u treninzima su sudjelovali od kuće. Neke meta-analize pokazuju da to i nije najbolje rješenje te da takvi treninzi često nisu učinkoviti (Lampit i sur., 2014). Jedan od razloga je taj što se uvjeti kod kuće teže kontroliraju i ima više distraktora koji ometaju proces, za razliku od laboratorijskih uvjeta (Schwaighofer i sur., 2015). Uz to, autori ističu da, ako je uz sudionike prisutna osoba koja *nadgleda* proces treninga, vjerojatnije je da će sudionici usmjeriti više pažnje na zadatak u treningu. Zbog toga bi se treninzi trebali provoditi uz superviziju eksperimentatora u posebnom prostoru namijenjenom provedbi istraživanja, što bi buduća istraživanja mogla dodatno ispitati i usporediti. Također, svaki trening u našem istraživanju trajao je oko 20 minuta. Rezultati meta-analize Lampita i sur. (2014) sugeriraju da bi svaki trening trebao trajati više od 30 minuta kako bi bio učinkovit, inače rezultati nisu uvijek vidljivi. Ne možemo biti sigurni koliko je duljina treninga utjecala na samu učinkovitost treninga u ovom istraživanju, budući da je moguće da su neki sudionici rješavali zadatke i dulje od 30 minuta na što bi ubuduće trebalo dodatno obratiti pažnju. Kod ispitivanja učinkovitosti važno je vidjeti i

koliko se dugo učinak samog treninga održava. Zbog toga je potrebno provesti naknadno testiranje i praćenje, najčešće nakon šest mjeseci, što u ovo istraživanje nije uključeno. To je važno kako bismo vidjeli jesu ili učinci treninga kratkotrajni ili dugotrajni, te ako su kratkotrajni, treba napraviti izmjene u samom treningu kako bi ti učinci trajali duže.

Rezultati ovog istraživanja ne idu u prilog prijašnjim nalazima o širokim dobitima treninga ažuriranja *n*-unatrag zadatkom. Iako unaprjeđenje fluidne inteligencije i ostalih izvršnih aspekata radnog pamćenja zvuči privlačno, ovi rezultati sugeriraju da je doseg transfera ograničen čak i u mjerama bliskog transfera. U današnje se vrijeme pojam plastičnosti i transfera kognitivnog treninga često koristi i u reklamama za razne programe i video-igrice za poboljšanje kognitivnih sposobnosti. Iako postoje nalazi koji idu u prilog navedenim postupcima (Clark i sur., 1987), trebamo biti oprezni s reklamiranjem takvih postupaka te u dobro kontroliranim uvjetima ispitati njihovu stvarnu učinkovitost u poboljšanju kognitivnog i svakodnevnog funkcioniranja.

Međutim, dobiveni nalazi mogu biti smjernica za daljnje istraživanje u području poboljšanja svakodnevnog funkcioniranja osoba srednje i starije odrasle dobi. Iako rezultati ovog, ali i prijašnjih, istraživanja ne daju snažne nalaze o učinkovitosti treninga ažuriranja na sve mjere bliskog, a upitno i dalekog transfera, ipak pokazuju kako se mogu poboljšati rezultati u onim zadacima u kojima koristimo istu strategiju kao u vježbi te u situacijama ili zadacima između kojih postoji visok stupanj kognitivnog preklapanja. Stoga bi posebno korisni bili treninzi pomoću zadataka koji su strukturno slični zadacima i aktivnostima koje trebamo obaviti u svakodnevnom životu. To je pogotovo korisno kod osoba starije dobi te osoba koje imaju manje ili veće kognitivne poteškoće jer se te skupine često susreću s izazovima u obavljanju svakodnevnih aktivnosti. Tako bi osoba mogla uvježbavati načine snalaženja u situacijama koje zahtijevaju financijsku pismenost (samostalno plaćanje računa, kupovina u dućanu, snalaženje u banci i sl.), snalaženje u prostoru, obavljanje kućanskih poslova (npr. redoslijed koraka za uključivanje perilice za rublje uz razne nepredviđene situacije koje se putem mogu dogoditi) i sl. Naravno, učinkovitost takvih treninga trebalo bi provjeriti u budućim istraživanjima u kojoj bi populacija mogla biti starije dobi od one u ovom istraživanju, kojima bi uvježbavanje navedenih vještina bilo i korisnije.

Zaključak

Ovaj rad bavio se ispitivanjem učinkovitosti treninga ažuriranja u poboljšanju radnog pamćenja na mjerama bliskog transfera kod osoba srednje i starije odrasle dobi. Rezultati pokazuju kako su sudionici koji su sudjelovali u treningu afektivnim n -unatrag zadatkom poboljšali svoj rezultat na neadaptivnoj verziji treniranog zadatka te n -unatrag zadatku sa slovima, u odnosu na skupinu koja je sudjelovala u treningu komunikacijskih vještina, a kod koje nije došlo do poboljšanja na navedenim testovima. Nijedna od skupina nije poboljšala svoj rezultat na zadatku ažuriranja pamćenja nakon treninga. Usprkos ograničenjima navedenima u raspravi, nalazi ovog istraživanja daju smjernice za daljnji razvoj intervencija u području kognitivnog osnaživanja u odrasloj i starijoj dobi.

Literatura

- Atkinson, R. C. i Shiffrin, R. M. (1968). Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. U K. W. Spence i J. T. Spence (Ur.), *The psychology of learning and motivation* (str. 89-195). Academic Press.
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuhl, M. i Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(2), 366–377. <https://doi.org/10.3758/s13423014-0699-x>
- Bäckman, L. (2000). Age-Related Cognitive Deficits Mediated by Changes in the Striatal Dopamine System. *American Journal of Psychiatry*, 157(4), 635–637. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.157.4.635>
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49(1), 5–28. <https://doi.org/10.1080/713755608>
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D. i Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Badre, D. (2012). Opening the gate to working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(49), 19878–19879. <https://doi.org/10.1073/pnas.1216902109>
- Belleville, S., Rouleau, N., Van der Linden, M. i Collette, F. (2003). Effect of manipulation and irrelevant noise on working memory capacity of patients with Alzheimer's dementia. *Neuropsychology*, 17(1), 69-81. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.17.1.69>
- Berk. L. (2007). *Psihologija cjeloživotnog razvoja*. Naklada Slap.
- Berman, M. G., Jonides, J. i Lewis, R. L. (2009). In search of decay in verbal short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(2), 317–333. <https://doi.org/10.1037/a0014873>
- Berryhill, M. E., Peterson, D. J., Jones, K. T. i Stephens, J. A. (2014). Hits and misses: Leveraging tDCS to advance cognitive research. *Frontiers in Psychology*, 5, 800. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00800>.
- Brainerd, C. J. i Kingma, J. (1985). On the independence of short-term memory and working memory in cognitive development. *Cognitive Psychology*, 17(2), 210–247. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(85\)90008-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(85)90008-8)
- Chatham, C., Frank, M. i Badre, D. (2014). Corticostriatal Output Gating during Selection from Working Memory. *Neuron*, 81(4), 930–942. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.01.002>

- Chen, T. i Li, D. (2007). The Roles of Working Memory Updating and Processing Speed in Mediating Age-related Differences in Fluid Intelligence. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14(6), 631–646. <https://doi.org/10.1080/13825580600987660>
- Clark, J. E., Lanphear, A. K. i Riddick, C. C. (1987). The effects of videogame playing on the response selection processing of elderly adults. *Journal of Gerontology*, 42, 82–85. <https://doi.org/10.1093/geronj/42.1.82>
- Cowan, N. (2013). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>
- Crowder, R. G. (1993). Short-term memory: where do we stand? *Memory & Cognition*, 21(2), 142–145. <https://doi.org/10.3758/bf03202725>.
- Dahlin, E., Neely, A. S., Larsson, A., Bäckman, L. i Nyberg, L. (2008). Transfer of Learning After Updating Training Mediated by the Striatum. *Science*, 320(5882), 1510–1512. <https://doi.org/10.1126/science.1155466>
- de Simoni, C. i von Bastian, C. C. (2018). Working memory updating and binding training: Bayesian evidence supporting the absence of transfer. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(6), 829–858. <https://doi.org/10.1037/xge0000453>
- Ebbinghaus, H. (1885). *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Dover.
- Ecker, U. K. H., Lewandowsky, S., Oberauer, K. i Chee, A. E. H. (2010). The components of working memory updating: An experimental decomposition and individual differences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(1), 170–189. <https://doi.org/10.1037/a0017891>
- Ecker, U. K., Oberauer, K. i Lewandowsky, S. (2014). Working memory updating involves item-specific removal. *Journal of Memory and Language*, 74, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.03.006>
- Edridge-Green, F.W. (1897). *Memory and Its Cultivation*. D. Appleton and Company.
- Fuster, J. M. (1995). *Memory in the Cerebral Cortex*. MIT Press.
- Galletly, C. A., MacFarlane, A. C. i Clark, C. R. (2007). Impaired updating of working memory in schizophrenia. *International Journal of Psychophysiology*, 63(3), 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.11.004>
- Godefroy, O., Cabaret, M., Petit-Chenal, V., Pruvo, J. P. i Rousseaux, M. (1999). Control Functions of the Frontal Lobes. Modularity of the Central-Supervisory System? *Cortex*, 35(1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(08\)70782-2](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(08)70782-2)
- Green, C. S., Gorman, T. i Bavelier, D. (2016). Action video-game training and its effects on perception and attentional control. U T. Strobach i J. Karbach (Ur.), *Cognitive training* (str. 107–116). Springer International Publishing.

- Hakun, J. G. i Johnson, N. F. (2017). Dynamic range of frontoparietal functional modulation is associated with working memory capacity limitations in older adults. *Brain and Cognition*, *118*, 128-136. doi: 10.1016/j.bandc.2017.08.007
- Harlow, J. M. (1993). Recovery from the passage of an iron bar through the head. *History of Psychiatry*, *4*(14), 274-81. <https://doi.org/10.1177/0957154X9300401407>
- Harvey, P. O., Fossati, P., Pochon, J. B., Levy, R., LeBastard, G., Lehericy, S., Allilaire, J. F. i Dubois, B. (2005). Cognitive control and brain resources in major depression: An fMRI study using the n-back task. *NeuroImage*, *26*(3), 860-869. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.048>
- Hasher, L. i Zacks, R. T. (1988). Working Memory, Comprehension, and Aging: A Review and a New View. *Psychology of Learning and Motivation*, *22*, 193-225. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60041-9](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60041-9)
- Heinzel, S., Rimpel, J., Stelzel, C. i Rapp, M. A. (2017). Transfer effects to a multimodal dual-task after working memory training and associated neural correlates in older adults—A pilot study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 85. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00085>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I. i Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(1), 58-65. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J. i Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*(19), 6829-6833. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801268105>
- Jones, M. R., Katz, B., Buschkuhl, M., Jaeggi, S. M. i Shah, P. (2018). Exploring N-Back Cognitive Training for Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, *24*(5), 704-719. <https://doi.org/10.1177/1087054718779230>
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K. i Colflesh, G. J. H. (2007). Working memory, attention control, and the n-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *33*(3), 615-622. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.615>
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, *55*(4), 352-358. <https://doi.org/10.1037/h0043688>
- Kline, R. B. (2011). Convergence of structural equation modeling and multilevel modeling. U M. Williams (Ur.), *Handbook of methodological innovation*. Thousand Oaks, Sage.
- Klingberg, T., Forssberg, H. i Westerberg, H. (2002). Training of Working Memory in Children With ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *24*(6), 781-791. <https://doi.org/10.1076/jcen.24.6.781.8395>

- Ladouceur, C. D., Silk, J. S., Dahl, R. E., Ostapenko, L., Kronhaus, D. M. i Phillips, M. L. (2009). Fearful faces influence attentional control processes in anxious youth and adults. *Emotion*, *9*(6), 855–864. <https://doi.org/10.1037/a0017747>
- Laine, M., Fellman, D., Waris, O. i Nyman, T. J. (2018). The early effects of external and internal strategies on working memory updating training. *Scientific Reports*, *8*(1), članak 4045. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22396-5>
- Lampit, A., Hallock, H. i Valenzuela, M. (2014). Computerized Cognitive Training in Cognitively Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Effect Modifiers. *PLoS Medicine*, *11*(11), članak e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
- Li, S. C., Schmiedek, F., Huxhold, O., Röcke, C., Smith, J. i Lindenberger, U. (2008). Working memory plasticity in old age: Practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and Aging*, *23*(4), 731–742. <https://doi.org/10.1037/a0014343>
- Lilienthal, L., Tamez, E., Shelton, J. T., Myerson, J. i Hale, S. (2012). Dual n-back training increases the capacity of the focus of attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*(1), 135–141. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0335-6>
- Linares, R., Borella, E., Lechuga, M. T., Carretti, B. i Pelegrina, S. (2019). Nearest transfer effects of working memory training: A comparison of two programs focused on working memory updating. *PLoS One*, *14*(2), članak e0211321. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211321>
- Lundqvist, D., Flykt, A. i Öhman, A. (1998). *The Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF)* [CD-ROM]. Department of Neurosciences Karolinska Hospital.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, *109*(2), 163–203. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>
- Melby-Lervåg, M. i Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, *49*(2), 270–291. <https://doi.org/10.1037/a0028228>
- Melby-Lervåg, M. i Hulme, C. (2015). There is no convincing evidence that working memory training is effective: A reply to Au et al. (2014) and Karbach and Verhaeghen (2014). *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*(1), 324–330. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0862-z>
- Melton, A. W. (1963). Implications of short-term memory for a general theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *2*(1), 1–21. [https://doi.org/10.1016/s0022-5371\(63\)80063-8](https://doi.org/10.1016/s0022-5371(63)80063-8)
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*(2), 81–97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Miyake, A. i Shah, P. (1999). *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Cambridge University Press.

- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. i Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Monsell, S. (1996). Control of mental processes. U: V. Bruce (Ur.), *Unsolved mysteries of the mind: Tutorial essays in cognition* (str. 93–148). Erlbaum (Uk) Taylor & Francis.
- Moreau, D., Kirk, I. J. i Waldie, K. E. (2016). Seven Pervasive Statistical Flaws in Cognitive Training Interventions. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*, članak 153. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00153>
- Morris, N. i Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British Journal of Psychology*, *81*(2), 111–121. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1990.tb02349.x>
- Murty, V. P., Sambataro, F., Radulescu, E., Altamura, M., Iudicello, J., Zolnick, B., Weinberger, D. R., Goldberg, T. E. i Mattay, V. S. (2011). Selective updating of working memory content modulates meso-cortico-striatal activity. *NeuroImage*, *57*(3), 1264–1272. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.006>
- Nee, D. E., Brown, J. W., Askren, M. K., Berman, M. G., Demiralp, E., Krawitz, A. i Jonides, J. (2012). A Meta-analysis of Executive Components of Working Memory. *Cerebral Cortex*, *23*(2), 264–282. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs007>
- Norman, D. A. i Shallice, T. (1986). Attention to Action. *Consciousness and Self-Regulation*, 1–18. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1
- Nyberg, L. i Eriksson, J. (2015). Working Memory: Maintenance, Updating, and the Realization of Intentions. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, *8*(2), članak a021816. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a021816>
- Oberauer, K. (2005). Binding and Inhibition in Working Memory: Individual and Age Differences in Short-Term Recognition. *Journal of Experimental Psychology: General*, *134*(3), 368–387. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.134.3.368>
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R. i Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, *25*(1), 46–59. <https://doi.org/10.1002/hbm.20131>
- Pahor, A., Seitz, A. R. i Jaeggi, S. M. (2022). Near transfer to an unrelated N-back task mediates the effect of N-back working memory training on matrix reasoning. *Nature Human Behaviour*. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01384-w>
- Pan, D., Wang, D. i Li, X. (2018). Cognitive and emotional benefits of emotional dual dimension n-back training based on an APP. *Acta Psychologica Sinica*, *50*(10), 1105–1119. <https://doi.org/10.3724/sp.j.1041.2018.01105>
- Park, D. C. i Bischof, G. N. (2013). The aging mind: neuroplasticity in response to cognitive training. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *15*(1), 109–119. <https://doi.org/10.31887/dcns.2013.15.1/dpark>

- Pauwels, L., Chalavi, S. i Swinnen, S. P. (2018). Aging and brain plasticity. *Aging, 10*(8), 1789–1790. <https://doi.org/10.18632/aging.101514>
- Penner, I. K., Vogt, A., Stöcklin, M., Gschwind, L., Opwis, K. i Calabrese, P. (2012). Computerised working memory training in healthy adults: A comparison of two different training schedules. *Neuropsychological Rehabilitation, 22*(5), 716–733. <https://doi.org/10.1080/09602011.2012.686883>
- Petz, B., Kolesarić, V. i Ivanec, D. (2012). *Petzova statistika: osnovne statističke metode za nematematičare*. Naklada Slap.
- Pollack, I., Johnson, L. B. i Knaff, P. R. (1959). Running memory span. *Journal of Experimental Psychology, 57*(3), 137–146. <https://doi.org/10.1037/h0046137>
- Rac-Lubashevsky, R. i Kessler, Y. (2016). Decomposing the n-back task: An individual differences study using the reference-back paradigm. *Neuropsychologia, 90*, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.07.013>
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z. i Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: a randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology General, 142*(2), 359–379. <https://doi.org/10.1037/a0029082>
- Rickard, T. C. i Bourne, L. E. (1996). Some tests of an identical elements model of basic arithmetic skills. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 22*(5), 1281–1295. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.5.1281>
- Rudebeck, S. R., Bor, D., Ormond, A., O'Reilly, J. X. i Lee, A. C. (2012). A potential spatial working memory training task to improve both episodic memory and fluid intelligence. *PLoS One, 7*(11), članak e50431. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050431>
- Salminen, T., Frensch, P., Strobach, T. i Schubert, T. (2015). Age-specific differences of dual n-back training. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 23*(1), 18–39. <https://doi.org/10.1080/13825585.2015.1031723>
- Salminen, T., Kuhn, S., Frensch, P. A. i Schubert, T. (2016). Transfer after Dual n-Back Training Depends on Striatal Activation Change. *Journal of Neuroscience, 36*(39), 10198–10213. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2305-15.2016>
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review, 103*(3), 403–428. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.103.3.403>
- Salthouse, T. A., Babcock, R. L. i Shaw, R. J. (1991). Effects of adult age on structural and operational capacities in working memory. *Psychology and Aging, 6*(1), 118–127. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.6.1.118>
- Schubert, T., Strobach, T. i Karbach, J. (2014). New directions in cognitive training: On methods, transfer, and application. *Psychological Research, 78*(6), 749–755. <https://doi.org/10.1007/s00426-014-0619-8>

- Schwaighofer, M., Fischer, F. i Bühner, M. (2015). Does Working Memory Training Transfer? A Meta-Analysis Including Training Conditions as Moderators. *Educational Psychologist*, 50(2), 138–166. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1036274>
- Shallice, T. i Warrington, E. K. (1970). Independent Functioning of Verbal Memory Stores: A Neuropsychological Study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22(2), 261–273. <https://doi.org/10.1080/00335557043000203>
- Simon, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z. i Stine-Morrow, E. A. L. (2016). Do “Brain-Training” Programs Work? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 103–186. <https://doi.org/10.1177/1529100616661983>
- Smith, E. E. i Jonides, J. (1997). Working Memory: A View from Neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33(1), 5–42. <https://doi.org/10.1006/cogp.1997.0658>
- Soveri, A., Antfolk, J., Karlsson, L., Salo, B. i Laine, M. (2017). Working memory training revisited: A multi-level meta-analysis of n-back training studies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(4), 1077–1096. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1217-0>
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve: Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3), 448–460. doi:10.1017/S1355617702813248
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Turner, M. L. i Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28(2), 127–154. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(89\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0749-596X(89)90040-5)
- Wilhelm, O., Hildebrandt, A. i Oberauer, K. (2013). What is working memory capacity, and how can we measure it? *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00433>
- Williams, S. M. i Goldman-Rakic, P. S. (1993). Characterization of the Dopaminergic Innervation of the Primate Frontal Cortex Using a Dopamine-specific Antibody. *Cerebral Cortex*, 3(3), 199–222. <https://doi.org/10.1093/cercor/3.3.199>
- Woodworth, R. S. i Thorndike, E. L. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. *Psychological Review*, 8(3), 247–261. <https://doi.org/10.1037/h0074898>
- Yntema, D. B. (1963). Keeping Track of Several Things at Once. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 5(1), 7–17. <https://doi.org/10.1177/001872086300500102>
- Zarevski (2007). *Psihologija pamćenja i učenja*. Naklada Slap.
- Zhao, X., Zhou, R. i Fu, L. (2013). Working Memory Updating Function Training Influenced Brain Activity. *PLoS One*, 8(8), članak e71063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071063>

Zuber, S., Ihle, A., Loaiza, V. M., Schnitzspahn, K. M., Stahl, C., Phillips, L. H., Kaller, C. P. i Kliegel, M. (2019). Explaining age differences in working memory: The role of updating, inhibition, and shifting. *Psychology & Neuroscience*, *12*(2), 191–208. <https://doi.org/10.1037/pne0000151>