

Razvoj računalniškega treninga vidne pozornosti in preverjanje njegove učinkovitosti pri zdravih mladostnikih

Lea Alič in Anja Podlesek*

Oddelek za psihologijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani

Povzetek: Vidno pozornost, ki je pomembna kognitivna funkcija, saj pomaga izbrati relevantno in filtrirati nerelevantno informacijo iz vidnega prizora, je mogoče z urjenjem izboljšati. V raziskavi smo razvili računalniški trening fokusirane in razpršene pozornosti ter preklapljanja pozornosti med globalnim in lokalnim procesiranjem informacij in preverili njegovo učinkovitost pri zdravih mladostnikih. V eksperimentalni skupini ($n = 11$) so dijaki športne gimnazije šest tednov trikrat na teden po 20 minut reševali naloge za treniranje vidne pozornosti. Po koncu vsakega srečanja so dobili povratno informacijo o uspešnosti in so spremljali svoj napredek. Njihovi vrstniki v kontrolni skupini ($n = 10$) v tem času niso prejeli nobene intervencije. Za preverjanje učinkov treninga pozornosti so udeleženci obeh skupin pred in po treningu rešili različne kognitivne teste, med katerimi so bili nekateri bolj, drugi manj podobni treniranim nalogam. V primerjavi s kontrolno skupino so se v eksperimentalni skupini v večji meri skrajšali časi reagiranja na testu selektivne pozornosti in lokalno-globalnega procesiranja, medtem ko pri drugih uporabljenih kognitivnih testih nismo zaznali konsistentnih učinkov treninga. Rezultati so torej pokazali, da razviti trening lahko izboljša izbrane vidike vidne pozornosti, vendar je njegov učinek, skladno z večino ugotovitev o kognitivnih treningih v literaturi, omejen in se izboljša uspešnost reševanja le na nalogah, ki so zelo podobne treniranim.

Ključne besede: računalniški kognitivni trening, fokusirana pozornost, razpršena pozornost, globalno-lokalno procesiranje, transfer

Development of a computer-based visual attention training and investigation of its effectiveness in healthy adolescents

Lea Alič and Anja Podlesek*

Department of Psychology, Faculty of Arts, University of Ljubljana, Slovenia

Abstract: Visual attention, an important cognitive function that helps select relevant information in the visual scene and filter out irrelevant information, can be trained and improved. We developed computer-based training of focused and distributed attention and of switching between global and local information processing and tested its effectiveness in healthy adolescents. In the experimental group ($n = 11$), training lasted 6 weeks, with three 20-min sessions per week. After each training session, participants received feedback on their performance and were able to track their progress. The control group ($n = 10$) received no intervention during this time. To test the effects of training, participants in both groups completed various cognitive tasks before and after training that shared features with the trained tasks to varying degrees. Compared to the control group, the experimental group showed greater improvements in reaction times on the selective attention and global-local processing tasks, while no consistent training effects were found on the other cognitive tests used. Thus, the results showed that the developed training can improve selected aspects of visual attention, but in line with most findings on cognitive training in the literature, the effect is limited to improved performance on tasks that are very similar to the trained tasks.

Keywords: computer-based cognitive training, focused attention, distributed attention, global-local processing, transfer

*Naslov/Address: dr. Anja Podlesek, Oddelek za psihologijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana, e-mail: anja.podlesek@ff.uni-lj.si

Treningi kognitivnih funkcij temeljijo na ideji, da možgani tudi v zrelem obdobju lahko izboljšajo svoje delovanje (Kueider idr., 2012). Treniramo lahko tudi vidno pozornost, ki je ena od temeljnih kognitivnih funkcij in je pomembna še posebej v situacijah, kjer se je treba hitro znati v okolju, detektirati pomembne dražljaje in osredotočiti pozornost nanje, npr. v športu. V pričujoči študiji sva razvili trening za izboljševanje vidne izvršilne pozornosti in preverili njegovo učinkovitost.

Vidna pozornost

Vidna pozornost je zbirka kognitivnih operacij, ki pomagajo izbrati relevantno in filtrirati nerelevantno informacijo iz vidnega prizora (McMains in Kastner, 2009). Selektivna pozornost je ključna za učinkovito usmerjeno procesiranje najpomembnejših delov prizora, ko je v vidnem prizoru prisotne preveč informacije. Odraža se v povečani aktivaciji nevronov, ki se odzivajo na določeno mesto draženja v vidnem polju, medtem ko je odzivanje sosednjih nevronov zmanjšano (Carrasco, 2011).

Prostorski razpon vidne pozornosti je lahko različen. Lahko je ozko fokusirana na posamezen predmet v vidnem prizoru ali razpršena čez več predmetov hkrati ali celoten prizor (Treisman, 2006). Razpršena pozornost daje grobe informacije o statističnih značilnostih vidnega prizora in omogoča hitro orientiranje v njem, fokusirana pa daje natančne informacije o posameznih prisotnih dražljajih. Po teoriji zaslonke (Eriksen in James, 1986) se pozornostni viri lahko enakomerno razpršijo po širšem območju vidnega polja, v katerem dražljaje procesiramo paralelno. Tako lažje opazimo dražljaje, ki bi jih sicer lahko spregledali, vendar gre to na račun hitrosti in natančnosti procesiranja dražljajev znotraj učinkovitega pozornostnega polja.

Ker ima marsikateri predmet v našem okolju hierarhično strukturo (npr. človeško telo je sestavljeno iz delov, kot so roke, noge, in ti so dalje sestavljeni iz manjših delov), procesiranje informacij poteka na različnih ravneh, od bolj globalne (npr. procesiranja oblike telesa kot celote) do bolj lokalne (npr. procesiranja oblike prstov na roki). Procesiranje na posamezni ravni zahteva vklop prostorskega filtra, ki naj bi deloval analogno zaslonki, ki ji prilagajamo premer (Hübner, 2014). V splošnem ima procesiranje globalne ravni prednost pred procesiranjem lokalne – za prepoznavanje globalnih oblik potrebujemo manj časa kot za prepoznavanje lokalnih oblik, procesiranje globalne oblike pa tudi interferira s procesiranjem lokalne, kadar nista enaki (Navon, 1977).

Uspešno usmerjanje vidne pozornosti na različne hierarhične ravni predmetov, razpršitev pozornosti čez večje površine vidnega polja in hitro fokusiranje pozornosti na majhno zanimivo podrobnost v njem so ključni za hitro reagiranje na dražljaje v okolju. Te sposobnosti so pomembne v številnih dejavnostih, npr. pri športu (Meng idr., 2019), vožnji avtomobila (Richardson in Marottoli, 2003) in branju (Valdois idr., 2019). Motnje v razpršeni pozornosti so značilne pri avtizmu (Mann in Walker, 2003) in razvojni disleksiji (Bosse idr., 2007). Do sprememb v razpršeni pozornosti prihaja tudi s staranjem (Lawrence idr., 2018).

Treningi pozornosti

Nekatere študije poročajo, da je pri zdravih posameznikih vidno pozornost možno izboljšati (Feng in Spence, 2007; Peng in Miller, 2016; Rabiner idr., 2010), kar se kaže v povečanju točnosti odzivanja in zmanjšanju reakcijskih časov v nalogah, ki jo merijo. S treningom, ki uporablja akcijsko videoigro, lahko pride do spremembe kapacitete (razpršenosti) selektivne pozornosti (Feng in Spence, 2007; Oei in Patterson, 2013). V raziskavi Haegerja idr. (2018) se je s štiritedenskim treningom simulirane vožnje v navidezni resničnosti izboljšala deljena vidna pozornost. Trening lahko izboljša tudi hitrost procesiranja lokalnih značilnosti dražljaja zaradi izboljšanja inhibicije globalne oblike (Dulaney in Marks, 2007). Wang idr. (2016) so z metaanalizo našli zmerne učinke akcijskih videoiger na pozornost, hitrost procesiranja in vidno-prostorske sposobnosti pri zdravih odraslih, medtem ko so Lampit idr. (2014) z metaanalizo zaključili, da so učinki računalniških kognitivnih treningov na pozornost zdravih starejših oseb majhni ($g = 0,24$). Bogdanova idr. (2015) so v metaanalizi ugotovili, da računalniška kognitivna rehabilitacija lahko izboljša pozornost in izvršilne funkcije tudi pri osebah z možganskimi poškodbami. Treniranje pozornosti pri učencih z motnjo hiperaktivnosti in pozornosti (ADHD) pa ni dalo konsistentnih rezultatov; nekatere raziskave (npr. Bikic, 2016) niso odkrile učinkov treninga pozornosti pri učencih z ADHD, druge (npr. Rabiner idr., 2010; Steiner idr., 2011; Veloso idr., 2020) pa so poročale o pomembnih učinkih računalniškega treninga pozornosti na vedenje in izboljšanje pozornosti učencev s to motnjo, in sicer na različne vidike vzdrževane, selektivne in deljene pozornosti ter preklapljanja pozornosti (Tamm idr., 2013).

Učinki treninga pozornosti se lahko prenesejo tudi na druga področja kognitivnega delovanja. Najpogosteje je opazen t. i. bližnji transfer – ki ga Perkins in Salomon (1992) definirata kot prenos učinkov med zelo podobnimi konteksti – vendar pa ima lahko trening pozornosti učinek tudi na sorodne kognitivne domene (npr. hitrost procesiranja), če trenirane in testne naloge vključujejo podobne zahteve (npr. Mozolic idr., 2011), na akademsko učinkovitost (Peng in Miller, 2016; Rabiner idr., 2010; Solan idr., 2001) in na bralne spretnosti (Rabiner idr., 2010). Raziskave tipično ne odkrijejo t. i. daljnega transfera učinkov treninga pozornosti, tj. prenosa učinkov med konteksti, ki na videz delujejo tuji eden drugemu oz. nepovezani med seboj (glej npr. Mozolic idr., 2011), vendar pa nekatere raziskave poročajo tudi o daljnem transferu. Na primer, Rueda idr. (2012) so našli transfer treninga pozornosti pri predšolskih otrocih na fluidno inteligentnost in v manjši meri tudi na regulacijo afektov, Tamm idr. (2013) pa so pri otrocih z ADHD po treningu pozornosti odkrili spremembe v ocenah simptomov ADHD, ki so jih podali starši in zdravstveni delavec (ne pa tudi v ocenah, ki so jih podali učitelji), spremenile so se tudi samoocene otrok glede sposobnosti fokusiranja in ocene staršev o izvršilnem funkcioniranju otroka. Povzeli bi lahko, da primerni treningi pozornosti lahko (čeprav, kot kaže, malo) prispevajo k izboljšanju pozornosti in učinkovitejšemu izvajanju nalog, pri katerih je pozornost pomembna.

Dobra selektivna in razpršena pozornost ter preklapljanje med različnimi ravnmi lokalnega in globalnega procesiranja dražljajev so pomembni tam, kjer je potrebno hitro reagiranje na neprestano spreminjajoče se dražljaje v okolju, spremljanje različnih dražljajev v vidnem polju in hitro spreminjanje opazovanega obsega vidnega polja z najbolj relevantnimi dražljaji – na primer v prometu ali športu. Moen idr. (2016) poudarjajo, da je pri športu ključno osredotočenje na najpomembnejše dražljaje in ignoriranje distraktorjev, ki pa mora potekati čim bolj avtomatično. Za uspešnost v športu naj bi bili pomembni vidiki pozornosti, kot so selektivna pozornost na določene dražljaje, preklapljanje pozornosti med dražljaji in pozornost, razpršena čez več dražljajev. Te vidike pozornosti lahko uvrstimo med vidike izvršilne pozornosti (Peng in Miller, 2016).

Moen idr. (2016) so ugotovili, da 12-tedenski dnevni trening slušne pozornosti z občasno vodeno refleksijo treninga pri mladih elitnih športnikih povprečne starosti 18 let zniža zaznani stres in izboljša samooceno uspešnosti v trenirani športni dejavnosti (ne pa tudi v šoli). Učinek treninga so pripisali boljšemu zavedanju možnosti pozornostnega nadzora (tudi nad čustvi in vsiljivimi mislimi). V pričujoči raziskavi pa sva se želeli osredotočiti na preučevanje učinkovitosti treninga izvršilne vidne pozornosti. Pri mladih športnikih bi bilo namreč zaželeno do nadpovprečne ravni razviti tudi izvršilno vidno pozornost, npr. pri skupinskih športih za učinkovito spremljanje dogajanja na igrišču.

Trening sva oblikovali sami, saj je večina raziskav na področju treningov vidne pozornosti vključevala starejšo populacijo ali otroke, ki imajo težave s pozornostjo, in je uporabljala enostavne naloge (glej npr. Halder in Mahato, 2017) ali pa specifične treninge, prilagojene posebnostim vključene skupine in ciljem raziskave (npr. zmanjševanju pozornosti na kalorično hrano; Bazzaz idr., 2017). Poleg tega članki, ki poročajo o učinkovitosti treningov pozornosti, treninge in naloge le redko predstavijo dovolj natančno. Želeli sva imeti natančen nadzor nad značilnostmi treniranih nalog in razviti vodeni trening, ki bi bil dovolj zahteven in bi omogočal izboljševanje ravni pozornosti preko ravni, značilne za normativne posameznike, ter bi razvijal več vidikov vidne pozornosti in se vsaj do neke mere stopnjeval v težavnosti, da bi dosegli čim večje učinke treninga in povečali možnost daljnega transfera.

V računalniškem treningu sva ciljali izbrane vidike vidne pozornosti, in sicer fokusirano in razpršeno pozornosti ter preklapljanje pozornosti med lokalnim in globalnim procesiranjem v vidnem polju. Pri razvoju treninga sva uporabili preverjene paradigme pozornosti oz. naloge, ki so sicer v uporabi za merjenje teh vidikov pozornosti. Za trening fokusirane pozornosti sva pripravili nalogo, ki izhaja iz Testa stranskih dražljajev (Eriksen in Eriksen, 1974). Naloga za trening razpršene pozornosti izhaja iz paradigme, uporabljene pri preučevanju teorije zaslonke (Eriksen in James, 1986). Naloga za trening preklapljanja pozornosti med lokalnim in globalnim procesiranjem pa izhaja iz Navonove (1977) paradigme lokalnega in globalnega procesiranja. Za treniranje vsakega vidika pozornosti sva uporabili dve vrsti dražljajev, da bi bil trening bolj zanimiv in bi spodbudili generalizacijo učinkov.

V pričujoči raziskavi sva preverili učinkovitost razvitega treninga vidne pozornosti pri tipično razvijajočih se mladostnikih. Preverili sva, ali se po treningu izboljša reševanje različnih kognitivnih nalog. Izbrali sva nekaj nalog, ki so zelo podobne treniranim in sva z njimi ugotavljali, ali pride do bližnjega transfera učinkov treninga vidne pozornosti, in nekaj nalog, ki si s treniranimi delijo manj značilnosti in sva z njimi ugotavljali, ali pride do daljnega transfera učinkov treninga. Na osnovi obstoječe literature (npr. Lampit idr., 2014; Simons idr., 2016) o učinkih kognitivnih treningov sva pričakovali, da bodo največji učinki treninga vidni pri nalogah, ki so treniranim najbolj podobne, medtem ko naj do daljnega transfera učinkov treninga načeloma ne bi prišlo. Kljub temu, da v večini raziskav daljni transfer kognitivnega treninga ni bil prisoten (Simons idr., 2016), pa bi izboljšanje nadzora pozornosti lahko imelo posredne pozitivne učinke na reševanje katerekoli kognitivne naloge (npr. naloge delovnega spomina; Gazzaley in Nobre, 2012). Pozornostni nadzor naj bi bil namreč eden od ključnih mehanizmov daljnega transfera učinkov kognitivnih treningov na netrenirane sposobnosti, vključno s fluidno inteligentnostjo, saj naj bi fokusirana pozornost pomagala pri vzdrževanju informacij v delovnem spominu in preprečevala interferenco distraktorjev (Greenwood in Parasuraman, 2016), zato sva vendarle pričakovali, da bova odkrili majhen daljni transfer učinkov razvitega treninga vidne pozornosti.

Metoda

Udeleženci

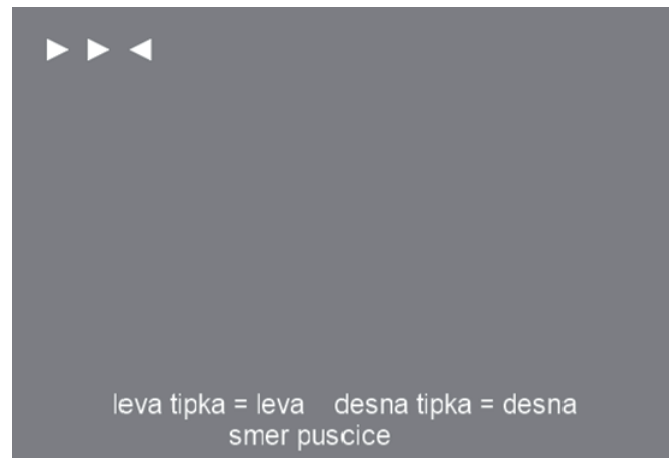
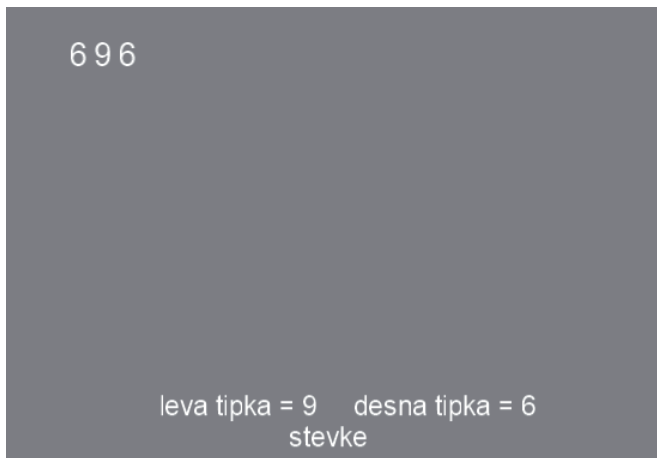
Na priložnostno izbrani športni gimnaziji je avtorica LA pri predmetu Psihologija dijakom 2. letnika, ki trenirajo enega od športov, predstavila trening pozornosti in njegov namen. Dijaki in njihovi starši so podpisali obveščena soglasja za sodelovanje v raziskavi. Na trening vidne pozornosti se je prijavilo 14 dijakov (8 deklet in 6 fantov), a jih je le 12 (8 deklet in 4 fantje) dokončalo celoten trening in se udeležilo tudi končnega testiranja. V končno analizo je bilo vključenih 11 udeležencev (7 deklet in 4 fantje, ob prvem merjenju starih od 16 do 17 let) iz eksperimentalne skupine (ES), saj je bilo pri eni udeleženci veliko manjkajočih podatkov. V priložnostno izbrani pasivni kontrolni skupini (KS), ki ni sodelovala v treningu pozornosti, je bilo na testiranju pred izvajanjem treningov prisotnih 13 dijakov istega letnika iste gimnazije (7 deklet in 6 fantov), v končnem testiranju pa 10 od njih (4 dekleta in 6 fantov).

Razviti računalniški trening vidne pozornosti

Trening pozornosti sva si zamislili kot procesni trening in ga sestavili iz šestih nalog, ki sva jih pripravili v programu PsychoPy Builder v1.85.0 (Peirce, 2008). Z naloga A in B so udeleženci trenirali fokusirano selektivno pozornost, z naloga C in D razpršeno pozornost, z naloga E in F pa preklapljanje med njima oz. preklapljanje pozornosti med lokalnim in globalnim procesiranjem informacije. Navedeni pari nalog so sledili enakemu principu, nalogi sta se razlikovali le v predvajanih znakih. Pri nalogah A, C in E so bili dražljaji

Slika 1

Zaslonska prikaza pri nalogah A (levi prikaz) in B (desni prikaz), s katerima smo trenirali fokusirano selektivno pozornost



števke (šestice in devetice), pri nalogah B, D in F pa puščice (enakostranični trikotniki, s konico na levi ali desni strani). Vsaka naloga je bila sestavljena iz več prikazov, v katerih so se znaki in njihov položaj spreminjali. Znaki so bili prikazani vertikalno na sredini zaslona, horizontalno pa naključno na enem od treh položajev na zaslonu: 6 cm levo od sredine, 6 cm desno od sredine ali na sredini. Prikazi so bili predvajani v naključnem vrstnem redu. Pri vseh nalogah je bilo treba za odgovor pritisniti bodisi desno bodisi levo smerno tipko, desno takrat, kadar je bil odgovor povezan s šestico (pri nalogah A, C in E) oz. puščico s konico na desni strani (pri nalogah B, D in F), levo pa, kadar je bil odgovor povezan z devetico (pri nalogah A, C in E) oz. puščico s konico na levi

strani (pri nalogah B, D in F). Pri vsaki nalogi je bil ves čas izvajanja naloge na spodnjem robu zaslona predvajan kratek napis, kaj naloga zahteva in kaj pomeni pritisk posamezne tipke. Udeležence je izvajalka treninga LA spodbudila, naj se na dražljaje odzivajo čim hitreje, vendar naj ima pravilnost odgovora prednost pred hitrostjo. Pri vsakem dražljajskem prikazu je bil zabeležen reakcijski čas in pravilnost odgovora, po odzivu udeleženca pa je sledil 0,5-sekundni prikaz povratne informacije o pravilnosti odziva na zaslonu. Po 0,5-sekundnem premoru s praznim zaslonom se je nadaljeval naslednji prikaz. Po koncu vsakega sklopa prikazov se je na zaslonu prikazala informacija o številu pravih odgovorov in povprečnem reakcijskem času za sklop. Informacija je bila

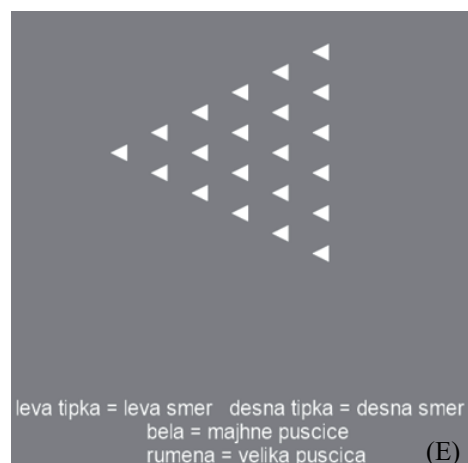
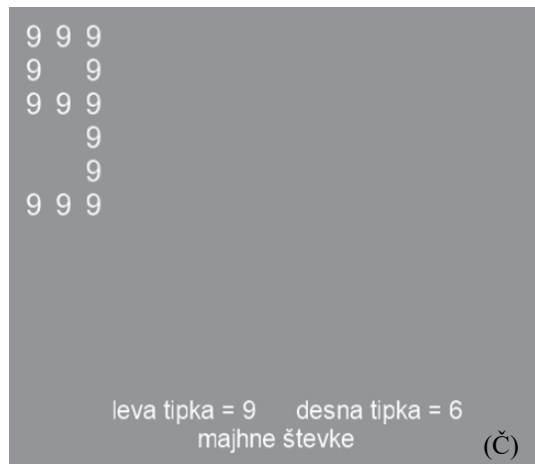
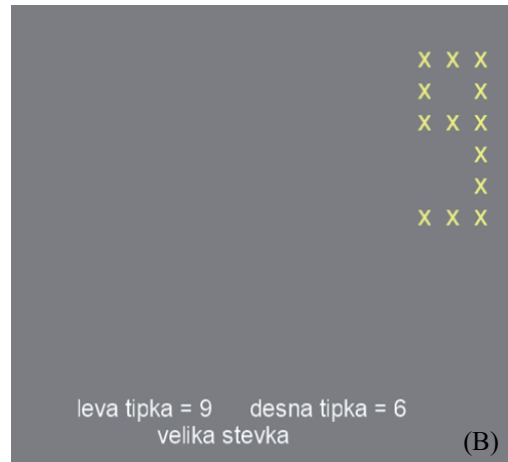
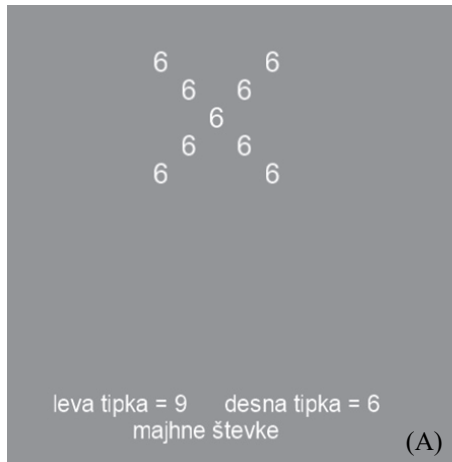
Slika 2

Zaslonska prikaza pri nalogah C (levi prikaz) in D (desni prikaz), s katerima smo trenirali razpršeno pozornost



Slika 3

Primeri zaslonkih prikazov pri nalogah E in F, s katerima smo trenirali selektivno in razpršeno pozornost ter preklapljanje med njima (tj. med lokalnim in globalnim procesiranjem)



Opomba: V drugem sklopu naloge E je moral udeleženec procesirati lokalno informacijo in pritisniti desno smerno tipko (slika A), v tretjem sklopu naloge E je moral procesirati globalno informacijo in pritisniti levo smerno tipko (slika B), v četrtem in šestem sklopu naloge E je moral procesirati globalno informacijo in pritisniti levo smerno tipko (slika C), v petem in šestem sklopu naloge E je moral procesirati lokalno informacijo in pritisniti levo smerno tipko (slika Č), v četrtem in šestem sklopu naloge F je moral procesirati globalno informacijo in pritisniti levo smerno tipko (slika D), v petem in šestem sklopu naloge F pa je moral procesirati lokalno informacijo in pritisniti levo smerno tipko (slika E).

prikazana, dokler udeleženec ni pritisnil tipke za nadaljevanje. Pri vseh nalogah so udeleženci najprej rešili nekaj primerov za vajo. Po zaključku testnih sklopov je sledilo tudi navodilo, naj svoje rezultate vpišejo v tabelo z rezultati, ki so jo prejeli posebej, natisnjeno na listu papirja.

Naloga A (številka + niz števk) in naloga B (znak + niz znakov). Vsak dražljaj je bil – brez predhodnega prikaza fiksacijske točke – prikazan 1 sekundo, njegova barva je bila bela. V prvem delu vsake naloge se je na zaslonu pojavil en sam tarčni dražljaj. Udeleženec je moral pri nalogi A identificirati, ali se je pojavila šestica ali devetica, pri nalogi B pa, ali je bila prikazana puščica obrnjena v desno ali levo smer. Vsak od šestih eksperimentalnih pogojev (3 – položaj dražljaja na zaslonu: na levi, desni ali sredini $\times 2$ – vrsta številke: 6, 9) je bil predvajan 9-krat, v pomešanem vrstnem redu, skupno je bilo torej predvajanih 54 različnih prikazov. V drugem delu naloge so bili dražljaji sestavljeni iz treh znakov, ki so bili predvajani hkrati, v ravni vrsti in med seboj enakomerno oddaljeni (glej sliko 1). Udeleženceva naloga je bila opredeliti tistega, ki se nahaja v sredini niza. Skladni nizi so bili sestavljeni iz enakih znakov, pri neskladnih pa je bil en znak drugačen od ostalih dveh. Izmed osmih kombinacij znakov sta bili dve kombinaciji skladni (npr. 666 ali 999), šest pa je bilo neskladnih (npr. 669, 696, 966, 996, 969, 699). Na vsakem položaju na zaslonu je bila vsaka od skladnih kombinacij predvajana 9-krat, vsaka neskladna kombinacija pa 3-krat, tako da je bilo skupno število skladnih in neskladnih nizov enako, tj. 54. Skupaj je vsaka naloga vsebovala 108 prikazov. Drugi del nalog A in B je treniral fokusirano pozornost.

Naloga C (števke na krožnici) in naloga D (puščice na krožnici). Pri nalogah C in D se je pri vsakem poskusu na zaslonu najprej za 1 sekundo pojavila fiksacijska točka v obliki znaka X, nato pa se je za 0,1 sekunde na navidezni krožnici okrog izginule fiksacijske točke hkrati pojavilo osem znakov, med katerimi je bil eden drugačen od ostalih (glej sliko 2). Udeleženec je moral vsakič s pritiskom na levo ali desno smerno tipko opredeliti, kateri znak je bil drugačen od ostalih (npr. npr. pri nalogi C je moral pritisniti, ali je bila številka, drugačna od ostalih, 6 ali 9, pri nalogi D pa, ali je puščica, ki je bila drugačna od ostalih, kazala v desno ali v levo smer). Ker je bil v različnih prikazih vsak od dveh možnih tarčnih dražljajev (npr. 6 ali 9) predvajan na enem od osmih mest, krog z znaki pa se je pojavljal na levi strani, desni strani ali sredini zaslona, je bilo skupno predvajanih 48 različnih prikazov, vsak prikaz dvakrat, tako da je vsaka od nalog vključevala 96 prikazov. Nalogi C in D sta trenirali razpršeno pozornost.

Naloga E (globalno-lokalno številke) in naloga F (globalno-lokalno puščice). Obe nalogi sta vključevali šest sklopov. V vsakem prikazu je bil – brez predhodnega prikaza fiksacijske točke – dražljaj predvajan 1 sekundo. V prvem sklopu je moral udeleženec zgolj identificirati en sam tarčni znak (v nalogi E je bila to številka 6 ali 9, v nalogi F pa puščica s konico na desni ali levi strani), enako kot je to počel v nalogah A in B. V drugem sklopu se je na zaslonu pri nalogi E hkrati pojavilo 9 enakih belih znakov (znakov 6 ali 9), sestavljenih v nevtralno obliko črke X (glej sliko 3A), pri nalogi F pa 16 manjših belih puščic s konico na desni ali levi strani, po

štiri puščice v štirih vrsticah, torej v nevtralni obliki večjega kvadrata. Udeleženec je odgovoril, kateri majhni znaki so predvajani (nevtralna situacija, lokalno procesiranje). Bela barva je signalizirala, da mora identificirati majhen znak oz. procesirati lokalno informacijo. V tretjem sklopu pri nalogi E je 13 manjših rumenih znakov X tvorilo obliko večje številke (glej sliko 3B). Udeleženec je moral biti pozoren na obliko velike številke, ne na posamezne znake, ki so jo sestavljali. Rumena barva je signalizirala, da mora identificirati veliko številko oz. procesirati globalno informacijo. Pri nalogi F je bilo v tretjem sklopu predvajanih 21 majhnih rumenih kvadratov, ki so tvorili večjo obliko puščice. Udeleženec je pritisnil tipko, ki je ustrezala strani njene konice. V četrtem sklopu se je pri nalogi E pojavilo 13 manjših rumenih števk, ki so skupaj sestavljale obliko večje številke (sliki 3C in 3Č). Pri nalogi F se je pojavilo 21 manjših rumenih puščic, ki so skupaj sestavljale večjo puščico (sliki 3D in 3E). Naloga je bila sestavljena iz skladnih in neskladnih situacij. Situacija je bila pri nalogi E skladna, kadar so bile majhne številke iste oblike kot velika številka (slika 3Č), pri nalogi F pa, kadar so bile majhne puščice obrnjene v isto smer kot velika puščica (slika 3E). Situacija je bila neskladna, kadar oblika majhnih znakov ni bila enaka obliki velikega dražljaja (sliki 3C in 3D). V tem, četrtem sklopu, je bila naloga udeleženca, da je pozoren na obliko velikega znaka in ignorira obliko majhnih znakov. Peti sklop je bil enak četrtemu, le da so bili vsi znaki bele barve in je moral biti zato udeleženec pozoren na obliko majhnih znakov in ignorirati obliko velikega znaka. V šestem sklopu naloge pa so se naključno izmenjevali pogoji lokalnega in globalnega procesiranja in je moral udeleženec preklapljati pozornost med obema vrstama informacij. Kadar so bili znaki bele barve, je moral biti pozoren na lokalno informacijo, torej na majhne znake, kadar so bili znaki rumene barve, pa na globalno informacijo, torej na obliko velikega znaka. V vseh sklopih je bilo za vajo predvajanih 10 prikazov, razen v prvem 5. V četrtem in petem sklopu je bilo v glavnem delu predvajanih 108 prikazov (3 – položaj na zaslonu $\times 2$ – vrsta majhnih znakov $\times 2$ – oblika velikega znaka $\times 9$ ponovitev vsakega pogoja), v šestem sklopu pa 216 (3 – položaj na zaslonu $\times 2$ – vrsta majhnih znakov $\times 2$ – oblika velikega znaka $\times 2$ – barva znakov $\times 9$ ponovitev vsakega pogoja). Nalogi E in F sta v drugem in petem sklopu trenirali lokalno procesiranje informacij v prikazih s hierarhičnimi dražljaji, v tretjem in četrtem sklopu globalno procesiranje informacij, v sklopu 6 pa preklapljanje med različnima ravnema procesiranja informacij.

Kognitivni testi

Da bi preverili učinkovitost treninga vidne pozornosti, sva pred in po njegovi izvedbi v ES in KS izmerili kognitivne sposobnosti, za kar sva uporabili šest računalniških testov iz baterije PEBL (ver. 0.14; Mueller in Piper, 2014), in sicer test stranskih dražljajev, test globalno-lokalnega procesiranja, Corsijev test, test redkih dražljajev, test preklapljanja in test predvidevanja. Zanimali so naju reakcijski časi na posamezen dražljaj in pravilnost odgovorov. Pri prvih dveh testih so bili dražljaji in pravila podobni tistim na treningu. S tema testoma sva spremljali, ali pride do bližnjega transfera

učinkov treninga. Čeprav sta selektivna pozornost in prožno preklapljanje pozornosti med viri informacij ključna za skoraj vse kognitivne naloge (Hanania in Smith, 2010), pa ostali štirje testi niso bili neposredno povezani z vidno pozornostjo. Z njimi sva merili, ali pride do daljnega transfera učinkov treninga.

S *Testom stranskih dražljajev* (angl. Eriksen Flanker Task; Eriksen in Schultz, 1979; priredba za PEBL; Mueller, 2014a) sva merili selektivno pozornost, hitrost procesiranja in inhibicijo (Mueller, 2014b, poglavje 7). Naloga udeleženca je bila, da s pritiskom na ustrezno tipko na tipkovnici odgovori, ali je puščica, ki se je pojavila v sredini ravne vrste petih hkrati predvajanih in enakomerno razmaknjenih puščic, kazala v levo ali desno smer. Prikazi dražljajev so bili bodisi skladni (vse puščice so bile obrnjene v isto smer) bodisi neskladni (sredinska puščica je bila obrnjena v nasprotno smer kot ostale) bodisi nevtralni (okoli sredinske puščice so bile le ravne črte), v t. i. praznih prikazih pa se je pojavila samo puščica, brez okoliških dražljajev. Skupaj je bilo predvajanih 96 poskusov, tj. 12 blokov (ponovitev) osmih pogojev (2 – smer puščice × 4 – skladnost sredinskih in okoliških dražljajev). Merili sva reakcijske čase in pravilnost odzivov.

Test globalno-lokalnega procesiranja (angl. Global-Local Task; Navon, 1977; priredba za PEBL; Mueller, 2014a) je bil sestavljen iz sedmih blokov. Udeleženec je moral vsakič glede na dano pravilo s pritiskom na ustrezno tipko odgovoriti, ali se je pojavila črka S ali H. V prvem bloku se je pojavila samo ena črka. V drugem bloku se je pojavilo več manjših črk, ki so sestavljale velik pravokotnik. V tretjem bloku so se pojavile velike črke, ki so bile sestavljene iz manjših nevtralnih dražljajev (pravokotnikov). V četrtem bloku se je pojavila skupina enakih majhnih črk, ki so tvorile obliko velike črke, udeleženec pa je moral biti pozoren na obliko majhnih črk. V petem bloku se je pojavila skupina enakih majhnih črk, urejenih v obliko velike črke, udeleženec pa je moral biti pozoren na obliko velike črke. Pri šestem bloku je bil princip enak kot pri četrtem, pri sedmem pa enak kot pri petem, le da je bil skupek črk predvajan na ključnem mestu na zaslonu – levo, desno ali na sredini. Zadnji štirje bloki so bili sestavljeni iz skladnih prikazov (oblika majhnih črk je bila enaka obliki velike črke), neskladnih prikazov (oblika majhnih črk ni bila enaka obliki velike črke) in nevtralnih prikazov (skupina črk se je pojavila v obliki pravokotnika ali pa so obliko velike črke sestavljali pravokotniki). Pri vsakem od prvih treh blokov je bilo predvajanih 20 poskusov, pri vsakem od zadnjih štirih pa 60 (20 skladnih, 20 neskladnih, 20 nevtralnih prikazov). Merili sva reakcijske čase in pravilnost odzivov.

Pri *Testu redkih dražljajev* (angl. Oddball Task; Huettel in McCarthy, 2004; priredba za PEBL; Mueller, 2014a) se je v večini primerov na desni strani zaslona pojavil kvadrat, na levi strani pa krog, v 10 % primerov pa se je zgodilo ravno obratno. Udeleženec je moral ne glede na stran, na kateri se je pojavil določen dražljaj, vedno pritisniti desno tipko *shift*, kadar se je pojavil kvadrat, in levo tipko *shift*, kadar se je pojavil krog. Po nekaj poskusih za vajo je bilo predvajanih 60 poskusov. Merili sva reakcijske čase in pravilnost odzivov. Ključne spretnosti, ki jih je naloga preverjala, so inhibicija, selektivna pozornost, vidno procesiranje in hitrost procesiranja. Udeleženec je moral inhibirati lokacijo dražljaja in se namesto tega osredotočiti na razlike v obliki dražljajev (Mueller, 2014b, poglavje 7).

Pri *Testu preklapljanja* (angl. Switcher Task; Mueller, 2014a) je bilo na zaslonu naključno razporejenih 10 likov, ki so se med seboj razlikovali po obliki, barvi in črki, ki je bila napisana na liku. Na začetku vsakega poskusa je bil obkrožen eden od likov, na zgornjem robu zaslona pa je bilo zapisano pravilo, po katerem je moral udeleženec izbrati naslednji lik. Med seboj so se izmenjevala pravila »barva«, »oblika« in »črka«. V primeru pravila »barva« je moral udeleženec poiskati in klikniti lik, ki je bil enake barve kot obkroženi. Po kliku je postal obkrožen novi lik, na vrhu zaslona pa se je pojavilo novo pravilo, po katerem je moral udeleženec iskati naslednji lik. Test je bil sestavljen iz devetih sklopov z 12 poskusi. V prvih treh sklopih sta se izmenjevali samo dve pravili, v naslednjih treh sklopih so se izmenjevala vsa tri pravila v konsistentnem vrstnem redu, v zadnjih treh sklopih pa so se tri pravila izmenjevala v naključnem vrstnem redu. Po nekaj poskusih za vajo je moral udeleženec skupaj poiskati 108 likov. V vsakem poskusu sva beležili čas, ki ga je udeleženec porabil za iskanje naslednjega lika v nizu, zabeležil pa se je tudi čas za vseh 12 poskusov v posameznem sklopu. Ključne spretnosti, ki jih je naloga preverjala, so vidno procesiranje in selektivna pozornost (Mueller, 2014b, poglavje 7) ter sposobnost hitrega preklapljanja med pravili odločanja.

S *Corsijevim testom* (angl. Corsi Block Test; Corsi, 1972; priredba za PEBL; Mueller, 2014a) sva merili vidni prostorski kratkoročni spomin (Mueller, 2014b, poglavje 7). Na zaslonu je bilo prikazanih devet neurejeno razporejenih modrih kvadratov. Kvadrati so utripili v rumeni barvi, eden po eden, udeleženec pa si je moral zapomniti zaporedje utripov in ga s pritiskom miške na ustrezne kvadrate nato ponoviti. Test se je začel z zaporedjem utripov dveh kvadratov, nato pa se je nadaljeval z utripom vse večjega števila kvadratov. Pri vsakem obsegu utripov sta bila predvajana dva poskusa. Če je udeleženec pri vsaj enem od poskusov pravilno ponovil zaporedje utripov, se je obseg utripov povečal za ena. Največji možen obseg utripov je bil 9. Test je izračunal obseg spomina kot $(2 + \text{število vseh pravilno ponovljenih poskusov})/2$.

Pri *Testu predvidevanja* (angl. Time Wall Task; Mueller, 2014a), ki preverja vidno predstavlanje, tj. uspešnost ocene hitrosti premikajoče se tarče in sposobnost zamišljanja njenega premikanja za oviro, je moral biti udeleženec pozoren na majhno premikajočo se rdečo tarčo v obliki kvadrata, ki je s konstantno hitrostjo potovala od vrha navpično proti dnu zaslona, na dveh tretjinah poti pa izginila za oviro. V 20 poskusih so tarče potovale z različno hitrostjo, udeleženec pa je moral predvideti, kdaj naj bi tarča prispela do oznake na dnu zaslona, in takrat pritisniti ustrezno tipko. Zabeležili sva razmerje časa pritiska in pravega časa prispetja tarče na cilj.

Postopek

Udeleženci so kognitivne teste in naloge za trening pozornosti reševali na računalnikih z enako konfiguracijo v dobro osvetljeni šolski računalniški učilnici. Resolucija zaslona je bila 1920 x 1080, širina zaslona pa 48 cm. Barva ozadja na zaslonu je bila privzeta siva.

Testiranje. Pri nalogah iz baterije PEBL sva navodila prevedli iz angleščine v slovenščino. Teste so udeleženci reševali pred začetkom in po zaključku treninga, v naključnem vrstnem redu. Testiranje je trajalo okoli 30–40 minut. Pred

začetkom testiranja je testatorka LA udeležencem natančno pojasnila potek testiranja. Udeležencem v ES je pojasnila tudi potek treninga in jim naročila, naj vedno sedijo za istim računalnikom. Vsak udeleženec je dobil individualno šifro, ki jo je uporabljal v času testiranja, udeleženci ES pa tudi med celotnim treningom pozornosti. Pred začetkom reševanja kognitivnih testov so udeleženci šifro vpisali v posebno okence v programu PEBL. Naloge so nato reševali vsak v svojem tempu in sami brali navodila za posamezno nalogo. Kadarkoli so lahko k sebi poklicali testatorko, ji zastavili vprašanje in prejeli razlago. Testatorka je spremljala potek njihovega reševanja nalog.

Trening pozornosti. Trening je v ES potekal šest tednov, po trikrat na teden. Na prvem srečanju so udeleženci najprej rešili kognitivne teste, po odmoru pa so nadaljevali s prvo seanso treninga. Vsako nadaljnje srečanje za trening je trajalo približno 20 minut. Trening je bil razdeljen na dva dela, vsak je vseboval 9 zaporednih srečanj. V prvih 9 srečanjih so dijaki reševali naloge A, B, C in D, v zadnjih 9 srečanjih pa nalogi E in F. Ob začetku vsakega srečanja so prejeli tabelo, kamor so po zaključku posamezne naloge vpisovali svoje rezultate, ki so se izpisali na zaslonu (povprečen reakcijski čas reševanja določenega sklopa nalog ter število poskusov, na katere so odgovorili pravilno). Naloge so reševali po predvidenem programu treninga. Vrsten red nalog se je pri vsakem udeležencu med srečanja spreminjal, udeleženci pa so na listu sproti označili, katero nalogo so že rešili. Na istem listu je bil tudi kratek vprašalnik o tem, kako so se tisti dan počutili med treningom in kako, se jim zdi, jim je šlo. Prejeli so mape, v katere so shranjevali vprašalnike in tabelo s svojimi rezultati. Izvajalka treninga je med treningi odgovarjala na njihova morebitna vprašanja in spremljala, kako jim gre.

Obdelava podatkov

Podatke sva obdelali s programom R. Pri testu predvidevanja sva pri vsakem udeležencu izračunali geometrično sredino razmerij časov pritiska na gumb in pravega časa prispetja tarče na cilj (pri tem nisva upoštevali prvega dražljaja, ker je bilo med odzivi veliko napak). Pri Corsijevem testu sva pregledali izračunani obseg spomina. Pri ostalih kognitivnih testih sva pregledali deleže pravilnih

odgovorov udeležencev in hitrost reagiranja na dražljaje v različnih eksperimentalnih pogojih. Pri udeležencih so bile frekvenčne porazdelitve reakcijskih časov v posameznih pogojih kognitivnih testov in nalog treninga pozornosti pogosto asimetrične, zato sva za mero centralne tendence reakcijskih časov znotraj posameznika izračunali mediano. Pri tem so bili upoštevani le poskusi, na katere je udeleženec odgovoril pravilno. Pri vsakem udeležencu sva za vsak testni pogoj izračunali spremembo v testnih dosežkih od prvega do drugega testiranja. Testne dosežke v obeh merjenjih in spremembe testnih dosežkov sva opisali z mediano in MAD (medianskim odklonom od mediane, pomnoženim z 1,4826 za konsistentnost cenilke z asimptotično oceno razpršenosti normalne porazdelitve). Z Wilcoxonovim testom vsote rangov (za neparametričen test sva se odločili, ker zaradi majhnosti vzorcev težko preverimo predpostavko normalnosti porazdelitve) sva neusmerjeno testirali enakost testnih dosežkov v ES in KS pri prvem merjenju, z istim testom in usmerjenim testiranjem hipoteze pa sva nato testirali še enakost sprememb testnih dosežkov v obeh skupinah. Pri tem sva pričakovali večje skrajšanje reakcijskih časov in večje zvišanje točnosti v ES kot v KS. Za izračun velikosti učinka sva uporabili r , izračunan po enačbi $Z/N^{1/2}$, pri čemer Z predstavlja testno statistiko iz Wilcoxonovega testa, N pa število vseh podatkov, vključenih v test. Pozitivne vrednosti r odražajo pozitiven učinek treninga, tj., da so bila v ES skrajšanja reakcijskih časov oz. zvišanja točnosti večja kot v KS. Hipoteze sva testirali pri 5-odstotni ravni alfa napake.

Rezultati z razpravo

Udeleženci v ES so med treningom napredovali v uspešnosti reševanja treniranih nalog (glej slike P1–P4 v prilogah). Točnost reševanja nalog je naraščala, reakcijski časi pa so bili vse krajši.

Pri pregledu napredka v pravilnosti odgovorov v ES in KS pri različnih pogojih testnih nalog nisva zasledili statistično značilnih razlik med skupinama (glej tabele P1–P3 v prilogi), razen pri enem od pogojev naloge lokalno-globalnega procesiranja (tabela P2 v prilogi, Blok 7, skladni črki), kjer pa je šel rezultat na račun velikega zmanjšanja točnosti v KS

Tabela 1

Test stranskih dražljajev – Primerjava median (in MAD v oklepaju) reakcijskih časov eksperimentalne (ES; $n = 11$) in kontrolne skupine (KS; $n = 10$) v prvem merjenju in sprememb v reakcijskih časih od prvega do drugega merjenja

Pogoj	Prvo merjenje				Sprememba				
	ES	KS	W	p	ES	KS	W	p	r
Prazno	465 (50)	416 (31)	73	,218	-16 (36)	-11 (23)	45,5	,263	0,15
Nevtralno	483 (53)	443 (17)	80	,085	-39 (32)	-19 (32)	31,0	,049	0,37
Skladno	484 (77)	431 (23)	76	,149	-15 (32)	4 (12)	29,5	,039	0,39
Neskladno	535 (42) ^a	497 (24)	66	,241	-21 (30) ^a	-8 (27)	37,0	,172	0,22
Skupno	484 (70)	443 (24)	75	,169	-17 (30)	-13 (26)	43,0	,213	0,18

Opombe: MAD = medianski absolutni odklon od mediane, pomnožen z 1,4826. Skupno = v izračun so vključeni vsi poskusi. Nevtralno = v izračun so vključeni nevtralni poskusi. Skladno = v izračun so vključeni skladni poskusi. Prazno = v izračun so vključeni poskusi, kjer se prikaže samo puščica. Neskladno = v izračun so vključeni neskladni poskusi. W = testna statistika v Wilcoxonovem testu vsote rangov. r = velikost učinka (z/\sqrt{N}), tj. velikost razlike med spremembami, do katerih je prišlo v ES in KS. ^aManjka en podatek.

Tabela 2

Test globalno-lokalnega procesiranja – Primerjava median (in MAD v oklepaju) reakcijskih časov eksperimentalne (ES; $n = 11$) in kontrolne skupine (KS; $n = 10$) v prvem merjenju in sprememb v reakcijskih časih od prvega do drugega merjenja

Blok	Prve merjenje				Sprememba				
	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
1 – Majhna črka	493 (72)	469 (59)	61,0	,698	-45 (70)	-24 (61)	49,0	,352	,09
2 – Skupek majhnih črk	556 (59)	520 (70)	68,0	,387	-64 (57)	-31 (28)	31,0	,049	,37
3 – Velika črka	482 (56)	434 (38)	85,0	,038	-60 (54)	-39 (36)	38,5	,130	,25
4 – Majhne črke									
Nevtralno	659 (98)	601 (118)	76,0	,152	-95 (38)	-72 (23)	23,0	,012	,49
Skladno	649 (71)	592 (115)	72,0	,251	-122 (73)	-94 (87)	46,0	,279	,14
Neskladno	712 (136)	682 (76)	50,0	1,000	-93 (45)	-37 (37)	41,0	,175	,22
Skupno	685 (106)	610 (57)	61,0	,705	-92 (46)	-91 (26)	52,0	,432	,05
5 – Velika črka									
Nevtralno	517 (47)	457 (67)	64,5	,526	-64 (36)	6 (41)	17,0	,003	,59
Skladno	525 (96)	476 (40)	75,0	,173	-65 (42)	-37 (36)	30,5	,045	,38
Neskladno	525 (59)	474 (22)	77,5	,121	-78 (28)	-19 (26)	15,0	,003	,62
Skupno	501 (63)	466 (43)	81,0	,072	-71 (34)	-14 (40)	14,0	,002	,63
6 – Majhne črke, premik									
Nevtralno	657 (79)	668 (47) ^a	55,0	,710	-72 (44)	-41 (89)	39,5	,235	,17
Skladno	694 (69)	654 (54) ^a	64,0	,295	-104 (31)	-109 (37)	47,5	,455	-,03
Neskladno	736 (69)	722 (37) ^a	52,0	,882	-68 (43)	-69 (146)	54,0	,645	,07
Skupno	701 (85)	677 (31) ^a	59,0	,494	-85 (54)	-45 (51)	39,0	,228	-,17
7 – Velika črka, premik									
Nevtralno	532 (107)	510 (46) ^a	67,0	,196	-73 (56)	-13 (23)	29,5	,069	,33
Skladno	548 (90)	507 (87) ^a	59,0	,503	-69 (59)	-28 (73)	42,0	,301	,12
Neskladno	533 (108)	543 (120) ^a	57,5	,569	-77 (79)	-77 (81)	54,5	,662	,08
Skupno	531 (104)	520 (78) ^a	60,0	,456	-76 (43)	-50 (50)	42,0	,301	,12
Skupaj	556 (81)	550 (59)	72,5	,231	-73 (27)	-44 (40)	27,5	,029	,42

Opombe: Glej opombe k tabeli 1. ^aManjka en podatek.

v drugi meritvi. Razlike pri različnih pogojih različnih testov niso bile konsistentne (ponekod so bile v prid ES, ponekod KS). V eksperimentalni skupini ni prišlo do sistematičnega zvišanja točnosti od prve do druge meritve; točnosti so bile namreč v večini eksperimentalnih pogojev visoke že pri prvem merjenju. V nadaljevanju sva se zato bolj osredotočili na spremembo reakcijskih časov.

Test stranskih dražljajev. Tabela 1 prikazuje reakcijske čase udeležencev na Testu stranskih dražljajev. V prvem merjenju se skupini po hitrosti odzivanja nista statistično značilno razlikovali, vendar lahko vidimo, da so bili reakcijski časi pri KS v splošnem krajši kot pri ES. Povprečne razlike v reakcijskih časih pred in po treningu so bile v vseh pogojih večje v ES kot KS (glej stolpca ES in KS v kategoriji Sprememba), vendar pa je razlika med izboljšanimi reakcijskih časov v obeh skupinah statistično značilnost dosegla le pri nevtralnih in skladnih poskusih (glede na indeks velikosti učinka r sta bili ti dve razliki zmerni). Pri praznih in neskladnih poskusih so bile razlike med izboljšanimi reakcijskih časov v ES in KS majhne in niso dosegle statistične značilnosti. V splošnem bi lahko zaključili, da so udeleženci v ES po treningu nekoliko hitreje kot pred njim reagirali na dražljaje in bolje inhibirali distraktorje (zmanjšal se je vpliv distraktorja na procesiranje dražljaja), medtem ko je pri udeležencih v KS od prvega do drugega merjenja prišlo

do manj opaznega skrajšanja reakcijskih časov. Test stranskih dražljajev meri selektivno pozornost, hitrost procesiranja in inhibicijo okoliških dražljajev (Mueller, 2014b, poglavje 7) in je po strukturi in kontekstu podoben nalogama A in B, ki so ju udeleženci trenirali. Rezultati tega testa torej kažejo, da je prišlo do (majhnega do zmernega) bližnjega transfera učinkov treninga selektivne pozornosti.

Test globalno-lokalnega procesiranja. Iz tabele 2 je razvidno, da so bili pri tem testu reakcijski časi na splošno pri blokih, ko je bilo treba prepoznati obliko velike črke (blokih 3, 5 in 7), krajši kot v blokih, ko je bilo treba prepoznati majhne črke (blokih 2, 4 in 6). Rezultati odražajo t. i. prednost globalnega procesiranja (Navon, 1977).

Skrajšanje reakcijskih časov pri tem testu je bilo v splošnem pri ES statistično značilno večje kot pri KS (glej tabelo 2, Skupaj), enako je veljalo tudi pri nekaj posameznih pogojih znotraj testa. V splošnem bi lahko povzeli, da je v ES prišlo do večjega skrajšanja reakcijskih časov kot v KS (r je bil večinoma pozitiven), predvsem v tistih blokih, ki so zahtevali lokalno procesiranje informacije (odzivanje na obliko majhnih znakov), ko je udeleženec vedel, kje bodo znaki predvajani (tj. v blokih 2 in 4), ne pa tudi v bloku, kjer je bilo potrebno lokalno procesiranje in je položaj dražljajev variiral (v bloku 6; pri tem bloku je pri KS prišlo do podobnega izboljšanja rezultatov kot pri ES). V ES je prišlo do večjega

Tabela 3

Naloge za preverjanje daljnega transfera učinkov treninga – Primerjava median (in MAD v oklepaju) reakcijskih časov eksperimentalne (ES; $n = 11$) in kontrolne skupine (KS; $n = 10$) v prvem merjenju in sprememb v reakcijskih časih od prvega do drugega merjenja pri različnih pogojih testa redkih dražljajev in testa preklapljanja

Pogoj	Prvo merjenje				Sprememba					
	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	
Test redkih dražljajev										
Ni redek	422 (82)	414 (44)	62,0	,654	10 (47)	-3 (24)	40,0	,517	,00	
Redek	557 (143)	512 (56)	59,0	,503	-31 (64)	-32 (24)	58,0	,595	-,05	
Skupaj	429 (88)	420 (49)	62,0	,645	8 (45)	-2 (31)	60,0	,651	-,08	
Test preklapljanja										
Prek2	1864 (266)	1869 (190)	51,0	,809	-227 (200)	-193 (267)	48,0	,327	,11	
Prek3	1875 (312)	1898 (298)	47,0	,605	-111 (181)	-173 (265)	68,0	,825	-,20	
Prek3_n	1940 (277)	1983 (272)	41,0	,349	-31 (408)	-80 (312)	61,0	,673	-,09	
Skupaj	1891 (194)	1900 (176)	42,0	,387	-128 (140)	-186 (98)	66,0	,791	-,17	

Opombe. Prek2 = izmenjevali sta se dve pravili. Prek3 = izmenjevala so se tri pravila v konsistentnem vrstnem redu. Prek3_n = izmenjevala so se tri pravila v naključnem vrstnem redu. Skupaj = v izračun so vključeni vsi predvajani poskusi znotraj naloge.

znižanja reakcijskih časov kot v KS tudi v bloku, kjer je bilo potrebno usmeriti pozornost na globalno procesiranje (v bloku 5; učinek treninga je bil velik). V bloku 7, kjer je bilo potrebno globalno procesiranje ob premiku tarče, pa so bile razlike med skupinama, čeprav so bile v večini pogojev v prid ES, majhne. Naloga globalno-lokalnega procesiranja, uporabljena v testiranju, je bila v več vidikih podobna nalogama E in F pri treningu pozornosti. Medtem ko so se v kognitivnem testu in treningu razlikovali uporabljeni znaki (Test globalno-lokalnega procesiranja je uporabljal črki H in S, nalogi v treningu pa številki 6 in 9 ter različno usmerjene puščice), pa sta si naloga v treningu in test delila zahtevo po hitrem osredotočenju na lokalne ali globalne informacije. Na osnovi rezultatov na Testu globalno-lokalnega procesiranja tako lahko zaključimo, da je trening pozornosti uspešno razvijal fokusirano in razširjeno pozornost, tj. usmerjanje pozornosti na različne ravni procesiranja informacij (lokalno in globalno) ter inhibicijo nerelevantne ravni procesiranja informacij, in je prišlo do delnega bližnjega transfera učinkov treninga na reševanje Testa globalno-lokalnega procesiranja iz baterije PEBL. Trening je bil učinkovit tako pri spodbujanju globalnega procesiranja (tj. hitre razširitve pozornosti na raven procesiranja globalnega dražljaja) kot lokalnega procesiranja (tj. ozkega usmerjanja pozornosti na majhen del vidnega polja) v pogojih, ko je udeleženec vedel, kje bo predvajan dražljaj, in je lahko tja usmeril endogeno¹ pozornost.

¹Carrasco (2011) opredeli endogeno pozornost kot voljno in vzdrževano spremljanje informacije na nekem področju, eksogeno pozornost pa kot avtomatično, nevoljno in prehodno usmeritev k dražljaju, ki je nasičen z informacijami. V primeru, da pričakujemo pojavljanje dražljaja na nekem mestu v vidnem polju, lahko pravočasno usmerjanje endogene pozornosti (tudi brez premikov oči) na mesto pričakovanega pojavljanja skrajša čas, potreben za procesiranje informacije. Endogena pozornost poveča natančnost procesiranja informacij na opazovanem območju ter izboljša prepoznavanje dražljajev, ki so obkroženi z distraktorji.

Absolutno skrajšanje reakcijskih časov ES je bilo v pogoju lokalnega procesiranja večje kot v pogoju globalnega procesiranja (primerjaj vrednosti v stolpcu Sprememba – ES pri blokih 4 in 5), kar je skladno z ugotovitvami Dulaney in Marksa (2007), da trening prepoznavanja lokalnih značilnosti lahko zmanjša prednost globalnega procesiranja (tj. hitrost procesiranja na lokalni ravni se zviša, postane bolj podobna hitrosti procesiranja na globalni ravni). Učinki treninga na eksogeno pozornost (v blokih 6 in 7, ko udeleženec ni mogel vnaprej vedeti, kje se bodo nahajali znaki) pa so bili manjši in nekonsistentni.

Pri zaključevanju o učinkih treninga pa moramo biti pozorni na to, da so bili tako pri Testu stranskih dražljajev kot pri Testu globalno-lokalnega procesiranja reakcijski časi v KS pri prvem merjenju krajši od tistih v ES (čeprav večinoma ne statistično značilno; glej Tabeli 1 in 2, Prvo merjenje), zato je možno, da KS v hitrosti reagiranja zaradi »učinka tal« ni mogla toliko napredovati kot ES. O bližnjem transferu učinkov treninga bi še bolj veljavno sklepali, če bi bili skupini pred treningom bolj izenačeni.

Test redkih dražljajev. Tabela 3 kaže, da med ES in KS v izboljšanju reakcijskih časov ni prišlo do opaznih razlik v napredku ES in KS pri nobenem pogoju Testa redkih dražljajev. Test redkih dražljajev poleg vidnega procesiranja in izbirnega reakcijskega časa preverja tudi inhibicijo redkih dražljajev (Mueller, 2014b, poglavje 7). Naloga udeleženca pri tem testu po strukturi oz. kontekstu ni bila podobna nalogam, ki so jih udeleženci reševali v treningu, zato bi lahko rekli, da ni pokazala daljnega transfera učinkov treninga.

Test preklapljanja. Tudi pri različnih pogojih Testa preklapljanja so se reakcijski časi od prve do druge meritve v ES in KS primerljivo skrajšali oz. je bilo skupno skrajšanje še nekoliko večje v KS kot ES (glej tabelo 3). Ključni spretnosti, ki ju Test preklapljanja preverja, sta vidno procesiranje in selektivna pozornost (Mueller, 2014b, poglavje 7). Test meri tudi sposobnost fleksibilnega mišljenja. Udeleženec mora preklapljati med dvema ali tremi različnimi vidiki dražljaja (barvo, obliko, črko), biti pozoren na značilnosti dražljajev

in preiskovati vidno polje. V okviru drugega dela našega treninga je udeleženec v šestem sklopu prikazov pri nalogah E in F preklapljal pozornost med lokalnim in globalnim procesiranjem informacij, torej med dvema obsegoma razpršenosti vidne prostorske pozornosti. Rezultati kažejo, da smo s tem trenirali povsem drugačne vidike preklapljanja pozornosti kot pri PEBL-ovem testu, kjer gre za preklapljanje med pravili oz. zahtevami naloge, in tako ne dokazujejo transfera učinkov treninga.

Corsijev test. Pri prvem merjenju sta bili ES in KS razmeroma izenačeni v izmerjenem obsegu kratkoročnega vidno-prostorskega spomina, tj. številu pravilno ponovljenih položajev kvadrata (ES: $N = 10$, $Mdn = 5,75$, $MAD = 0,74$; KS: $Mdn = 5,5$, $MAD = 1,11$), $W = 51,5$, $p = ,939$. Razlike v obsegu spomina pred in po treningu med ES ($N = 10$, $Mdn = 0$, $MAD = 0,74$) in KS ($Mdn = 0,5$, $MAD = 0,74$) niso bile statistično značilne, $W = 45,5$, $p = ,378$, $r = -,08$, torej ni prišlo do daljnega transfera učinkov treninga pozornosti na kratkoročni vidno-prostorski spomin.

Test predvidevanja. Pri vsakem udeležencu sva kot testni dosežek izračunali geometrično sredino razmerij časa pritiska na gumb in pravega časa prispetja tarče na cilj pri različnih poskusih; geometrična sredina 1,00 bi kazala, da je bil pri predvidevanju, kdaj bo tarča prispela na cilj, povsem točen. Udeleženci v ES so pri prvem merjenju pri napovedovanju, kdaj bo tarča prispela na cilj, v povprečju nekoliko prehitro (za 3 %) pritisnili gumb ($Mdn = 0,97$, $MAD = 0,02$), enako tudi udeleženci v KS ($Mdn = 0,97$, $MAD = 0,05$), $W = 67$, $p = ,426$. Od prvega do drugega merjenja se razmerje v ES ni spremenilo (za spremembe razmerja je veljalo: $Mdn = 0,00$, $MAD = 0,01$), v KS pa se je napaka predvidevanja zmanjšala in se je razmerje časa pritiska in pravega časa prispetja tarče na cilj približalo 1,00 (za spremembe razmerja je veljalo: $Mdn = +0,02$, $MAD = 0,02$). Med ES in KS ni prišlo do statistično značilne razlike v spremembi točnosti pritiska na gumb od prve do druge meritve, $W = 24$, $p = 0,988$, $r = -,46$. Trening torej ni učinkoval v smeri boljše presoje časa prispetja potujoče nevidne tarče na cilj. Čeprav je moral udeleženec uporabljati pozornost pri sledenju tarči, pa je moral za ustrezno dokončanje naloge, tj. napoved, kdaj bo tarča po izginotju za oviro prispela na cilj, uporabiti tudi spretnosti predvidevanja, vizualizacije ter ocenjevanja hitrosti gibanja in časa, česar trening pozornosti ni treniral. Rezultati tako kažejo, da ni prišlo do daljnega transfera učinkov treninga pozornosti na vidno-prostorsko predvidevanje, vizualizacijo ter ocenjevanje hitrosti gibanja in časa.

Splošna razprava

V raziskavi sva preverjali učinkovitost treninga vidne pozornosti pri tipično razvijajočih se mladostnikih. Zanimalo naju je, ali bo v ES po končanem treningu prišlo do izboljšanja pozornosti ter ali bo prišlo do kakšnih učinkov tudi pri sorodnih kognitivnih procesih. Pričakovali sva, da bo prišlo do zvišanja pravilnosti odzivov in skrajšanja reakcijskega časa pri uporabljenih kognitivnih testih. Raziskava kaže, da je prišlo do bližnjega transfera učinkov treninga pozornosti, saj je bil napredek v ES v hitrosti reševanja nalog, ki so si s treniranimi delile vključene kognitivne procese, večji

kot v KS. Če poskušamo celostno povzeti naše rezultate in se pri tem zaradi nizke moči statističnih testov bolj kot nanje zanesemo na velikosti učinkov, lahko rečemo, da so se s treningom izboljšali selektivna pozornost, inhibiranje distraktorjev ter hitrost globalnega in lokalnega procesiranja (a slednja le v primeru, ko je bila pozornost že usmerjena na položaj v prostoru, kjer se je nato pojavil dražljaj), medtem ko se druge kognitivne funkcije, npr. prostorski kratkoročni spomin, inhibicija redkih dražljajev, prožno preklapljanje med različnimi pravili in vidno-prostorsko predvidevanje, niso izboljšale. Prišlo je torej do bližnjega transfera učinkov razvitega treninga pozornosti, ne pa tudi do daljnega. Učinek treninga se je pokazal samo pri nalogah, ki so bile zelo podobne trenirani (podobni so bili odnosi med dražljaji, podobna navodila oz. zahteve za udeleženca), medtem ko trening na reševanje nalog, ki so se od treniranih razlikovale v več elementih (več značilnostih dražljajev in naloge oz. zahtev za udeleženca), ni imel opaznega ali konsistentnega učinka.

Različni programi treningov se osredotočajo na različne vidike pozornosti, vključujejo različne naloge in so namenjeni različnim populacijam udeležencev, zato so študije med seboj težko primerljive (Simons idr., 2016). Naši rezultati se skladajo z rezultati drugih študij, ki so pokazale, da se s treningom da izboljšati vidno pozornost (npr. Feng in Spence, 2007; Feng idr., 2007; Mozolic idr., 2011; Rabiner idr., 2010; Rueda idr., 2012; Tamm idr., 2013), vendar pa je bil prenos učinkov v naši raziskavi bolj omejen. Morda to lahko pripišemo motivaciji udeležencev. Motivacija namreč vpliva na učinkovitost treninga. Bolj motivirani posamezniki bolje usmerjajo pozornost, razporejajo kognitivne vire in izkazujejo boljši kognitivni nadzor (Locke in Braver, 2008), dosega pa tudi večja izboljšanja med kognitivnim treningom (Maraver idr., 2016). Po šestih tednih reševanja nalog za trening pozornosti dijakom v naši raziskavi ponavljajoče se računalniške naloge niso bile več tako zanimive kot na začetku, čeprav jih je izvajalka treninga ves čas spodbujala, po njihovem poročanju pa je motivirajoče delovala tudi sprotna povratna informacija in spremljanje napredka z izpisovanjem rezultatov na poseben list. Zanimivost treninga, motivacija zanj in učinkovitost treninga bi se verjetno zvišale z uvedbo adaptivnega treninga (glej Peng in Miller, 2016), tj. s spreminjanjem težavnosti nalog ter njenim prilagajanjem posameznikovim zmogljivostim.

Raziskava ima nekaj pomanjkljivosti. V vzorcu so sodelovali priložnostno izbrani dijaki, ki jih nismo naključno razvrstili v eksperimentalno in kontrolno skupino. Skupini pred treningom nista bili povsem izenačeni, zato je bila tudi možnost napredovanja pri obeh skupinah različna. Kontrolna skupina je bila pasivna (ni bila deležna podobnih načrtovanih kognitivnih aktivnosti in ni bila v večkratnem stiku z izvajalko treninga, kar lahko vpliva na pričakovanje dviga dosežkov na kognitivnih testih in motiviranost za dosežke; glej Simons idr., 2016). Zaradi majhnosti in specifičnosti vzorca (sodelujoči dijaki so se intenzivno ukvarjali s športom) je možnost sploševanja omejena. Učinki kognitivnih treningov so namreč odvisni od trenirane populacije, npr. njene starosti (Peng in Miller, 2016; Sala idr., 2018; Wass idr., 2012), pa tudi od dolžine in števila seans (Chiu idr., 2017)

ali premora med njimi (Wang idr., 2014) ter specifične vrste treninga (ali gre npr. za klasičen laboratorijski trening ali trening z uporabo videoiger; Kueider idr., 2012). V našem treningu so udeleženci za vadbo v povprečju porabili 20 minut na srečanje, kar je manj od 30–60 minut, kot so za trajanje srečanja pri starejših udeležencih priporočali Lampit idr. (2014). Slednji so priporočali tudi nadzorovan trening in ne prepogosta srečanja (trikrat na teden ali manj), čemur smo v naši raziskavi sledili. V splošnem lahko rečemo, da je razviti trening pokazal potencial za razvijanje fokusirane in razpršene pozornosti, čeprav omejen. Če se je bližnji transfer učinkov treninga pokazal pri tipično razvijajočih se mladostnikih, bi se lahko pokazal tudi pri skupinah, ki imajo s pozornostjo težave. S treningom namreč lahko največ pridobijo posamezniki z večjimi težavami s pozornostjo (Peng in Miller, 2016; Rabiner idr., 2010) in tisti, ki imajo v začetku najnižje dosežke pri selektivni pozornosti (Feng in Spence, 2007).

Oblikovani trening razvija izolirane pozornostne vidike: fokusirano in razpršeno vidno pozornost ter preklapljanje med lokalnim in globalnim procesiranjem informacije. Te vidike se zdi pomembno trenirati za hitrejšo odkrivanje relevantnih dražljajev v okolju in izmenjevanje širine fokusa pozornosti, npr. pri dinamičnih skupinskih športih, prometu, delu (npr. pri kontroli poletov). V prihodnje bi bilo treba raziskavo ponoviti na večjem vzorcu. Zanimivo bi bilo sistematično dodajati določene elemente v trenirane naloge in širiti nabor kognitivnih funkcij, ki sodelujejo pri reševanju naloge, ter preučevati, ali se s tem širi transfer učinkov treninga, in če se, na kakšen način. Smiselno bi bilo preveriti tudi, kako trening učinkuje na vzdrževano pozornost, ali njegovi učinki vztrajajo in ali so prenosljivi še na druge naloge selektivne pozornosti in globalno-lokalnega procesiranja, morda take, ki si s trenirano nalogo delijo manj značilnosti. Natančnejši vpogled v mehanizme reševanja nalog med treningom pozornosti in razvoj strategij za izboljšanje dosežkov pa bi morda lahko pridobili tudi s sledenjem očesnih premikov. Pozornostni nadzor naj bi bil eden od ključnih mehanizmov daljnega transfera učinkov kognitivnih treningov na netrenirane sposobnosti (Greenwood in Parasuraman, 2016), zato je vredno še naprej preučevati, na kakšen način ga lahko čim bolj spodbujamo.

Zahvala

Raziskava je potekala v okviru raziskovalnega programa P5-0110 in magistrskega dela prve avtorice. Raziskovalni program št. P5-0110 je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

Literatura

Bazzaz, M. M., Fadardi, J. S. in Parkinson, J. (2017). Efficacy of the attention control training program on reducing attentional bias in obese and overweight dieters. *Appetite*, 108, 1–11.

- Bikic, A. (2016). *Cognitive training in children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD)* [neobjavljena doktorska disertacija]. Syddansk Universitet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet.
- Bogdanova, Y., Yee, M. K., Ho, V. T. in Cicerone, K. D. (2015). Computerized cognitive rehabilitation of attention and executive function in acquired brain injury: A systematic review. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 31(6), 419–433.
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J. in Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198–230.
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, 51(13), 1484–1525.
- Chiu, H. L., Chu, H., Tsai, J. C., Liu, D., Chen, Y. R., Yang, H. in Chou, K. R. (2017). The effect of cognitive-based training for the healthy older people: A meta-analysis of randomized controlled trials. *PLOS ONE*, 12(5), članek e0176742.
- Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain* [doktorska disertacija]. McGill University, Department of Psychology. Library and Archives Canada. https://central.bac-lac.gc.ca/item?id=TC-QMM-70754&op=pdf&app=Library&oclc_number=895261380
- Dulaney, C. L. in Marks, W. (2007). The effects of training and transfer on global/local processing. *Acta Psychologica*, 125(2), 203–220.
- Eriksen, B. A. in Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143–149.
- Eriksen, C. W. in James, J. D. S. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40(4), 225–240.
- Eriksen, C. W. in Schultz, D. W. (1979). Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception & Psychophysics*, 25(4), 249–263.
- Feng J. in Spence I. (2007) Effects of cognitive training on individual differences in attention. V D. Harris (ur.), *Lecture Notes in Computer Science, vol 4562. Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. Springer.
- Feng, J., Spence, I. in Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science*, 18(10), 850–855.
- Gazzaley, A. in Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: Bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 129–135.
- Greenwood, P. M. in Parasuraman, R. (2016). The mechanisms of far transfer from cognitive training: Review and hypothesis. *Neuropsychology*, 30(6), 742–755.
- Haeger, M., Bock, O., Memmert, D. in Hüttermann, S. (2018). Can driving-simulator training enhance visual attention, cognition, and physical functioning in older adults? *Journal of Aging Research*, 2018, članek 7547631.
- Halder, S. in Mahato, A. (2017). Efficacy of a model attention training program for children with ADHD. *Journal of Indian Association for Child & Adolescent Mental Health*, 13(1), 10–25.

- Hanania, R. in Smith, L. B. (2010). Selective attention and attention switching: Towards a unified developmental approach. *Developmental Science*, 13(4), 622–635.
- Huettel, S. A. in McCarthy, G. (2004). What is odd in the oddball task? Prefrontal cortex is activated by dynamic changes in response strategy. *Neuropsychologia*, 42(3), 379–386.
- Hübner, R. (2014). Does attentional selectivity in global/local processing improve discretely or gradually? *Frontiers in Psychology*, 5, 61.
- Kueider, A. M., Parisi, J. M., Gross, A. L. in Rebok, G. W. (2012). Computerized cognitive training with older adults: A systematic review. *PLOS ONE*, 7(7), članek e40588.
- Lampit, A., Hallock, H. in Valenzuela, M. (2014). Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS medicine*, 11(11), e1001756.
- Lawrence, R. K., Edwards, M. in Goodhew, S. C. (2018). Changes in the spatial spread of attention with ageing. *Acta Psychologica*, 188, 188–199.
- Locke, H. S. in Braver, T. S. (2008). Motivational influences on cognitive control: Behavior, brain activation, and individual differences. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, 8(1), 99–112.
- Mann, T. A. in Walker, P. (2003). Autism and a deficit in broadening the spread of visual attention. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(2), 274–284.
- Maraver, M. J., Bajo, M. T. in Gomez-Ariza, C. J. (2016). Training on working memory and inhibitory control in young adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 1–18.
- McMains, S. A. in Kastner, S. (2009). Visual Attention. V M. D. Binder, N. Hirokawa in U. Windhorst (ur.), *Encyclopedia of neuroscience*. Springer.
- Meng, F. W., Yao, Z. F., Chang, E. C. in Chen, Y. L. (2019). Team sport expertise shows superior stimulus-driven visual attention and motor inhibition. *PLOS ONE*, 14(5), članek e0217056.
- Moen, F., Firing, K. in Wells, A. (2016). The effects of attention training techniques on stress and performance in sports. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 28(2), 213–225.
- Mozolic, J. L., Long, A. B., Morgan, A. R. Rawley-Payne, M. in Laurienti, P. J. (2011). A cognitive training intervention improves modality-specific attention in a randomized controlled trial of healthy older adults. *Neurobiology of Aging*, 32(4), 655–668.
- Mueller, S. T. (2014a). *PEBL: The Psychology Experiment Building Language* (Version 0.14) [programski jezik]. <http://pebl.sourceforge.net>
- Mueller, S. T. (2014b). *The PEBL manual: Programming and usage guide for the Psychology Experiment Building Language PEBL Version 0.14*. <http://pebl.sourceforge.net/peblmanual.pdf>
- Mueller, S. T. in Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 9, 222–250.
- Navon, D. (1977). Forest before trees - Precedence of global features in visual-perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353–383.
- Oei, A. C. in Patterson, M. D. (2013). Enhancing cognition with video games: A multiple game training study. *PLOS ONE*, 8(3), članek e58546.
- Peirce, J. W. (2008). Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics*, 2, 10.
- Peng, P. in Miller, A. C. (2016). Does attention training work? A selective meta-analysis to explore the effects of attention training and moderators. *Learning and Individual Differences*, 45, 77–87.
- Perkins, D. N. in Salomon, G. (1992). Transfer of learning. V T. Husén in T. N. Postlethwaite (ur.), *International encyclopedia of education* (2. izd.). Pergamon Press. <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=539ccac5d039b1b6438b460b&assetKey=AS%3A273546285125640%401442229925004>
- Rabiner, D. L., Murray, D. W., Skinner, A. T. in Malone, P. S. (2010). A randomized trial of two promising computer-based interventions for students with attention difficulties. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38(1), 131–142.
- Richardson, E. D. in Marottoli, R. A. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(9), 832–836.
- Rueda, M. R., Checa, P. in Cómbita, L. M. (2012). Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: Immediate changes and effects after two months. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2(1), 192–204.
- Sala, G., Aksayli, N., Tatlıdil, S., Tatsumi, T., Gondo, Y. in Gobet, F. (2018). Near and far transfer in cognitive training: A second-order meta-analysis. *Collabra: Psychology*, 5(1), 18.
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z. in Stine-Morrow, E. A. (2016). Do “brain-training” programs work? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 103–186.
- Solan, H. A., Larson, S., Shelley-Tremblay, J., Ficarra, A. in Silverman, M. (2001). Role of visual attention in cognitive control of oculomotor readiness in students with reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 34(2), 107–118.
- Steiner, N. J., Sheldrick, R. C., Gotthelf, D. in Perrin, E. C. (2011). Computer-based attention training in the schools for children with attention deficit/hyperactivity disorder: A preliminary trial. *Clinical Pediatrics*, 50(7), 615–622.
- Tamm, L., Epstein, J. N., Peugh, J. L., Nakonezny, P. A. in Hughes, C. W. (2013). Preliminary data suggesting the efficacy of attention training for school-aged children with ADHD. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 4, 16–28.
- Treisman, A. (2006). How the deployment of attention determines what we see. *Visual Cognition*, 14(4–8), 411–443.
- Valdois, S., Roulin, J. L. in Bosse, M. L. (2019). Visual attention modulates reading acquisition. *Vision Research*, 165, 152–161.

- Veloso, A., Vicente, S. G. in Filipe, M. G. (2020). Effectiveness of cognitive training for school-aged children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder: A systematic review. *Frontiers in Psychology, 10*, 2983.
- Wang, P., Liu, H. H., Zhu, X. T., Meng, T., Li, H. J. in Zuo, X. N. (2016). Action video game training for healthy adults: A meta-analytic study. *Frontiers in Psychology, 7*, 907.
- Wang, Z., Zhou, R. in Shah, P. (2014). Spaced cognitive training promotes training transfer. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 217.
- Wass, S., Scerif, G. in Johnson, M. (2012). Training attentional control and working memory – Is younger, better? *Developmental Review, 32*(4), 360–387.

Priloge

Tabela P1

Mediane (in MAD v oklepajih) točnosti odgovorov pri prvem merjenju in sprememba točnosti od prvega do drugega merjenja v obeh skupinah pri različnih pogojih testa stranskih dražljajev

Pogoj	Prvo merjenje				Sprememba				
	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Prazno	1,00 (.00)	1,00 (.00)	54,5	1,000	,00 (.00)	,00 (.00)	52,5	,593	-0,04
Nevtralno	1,00 (.00)	1,00 (.00)	61,0	,656	-,04 (.06)	,00 (.06)	33,5	,944	-0,34
Skladno	1,00 (.00)	,98 (.03)	71,0	,211	,00 (.00)	,00 (.06)	44,0	,802	0,18
Neskladno	,96 (.06)	,88 (.12)	78,5	,102	-,04 (.06)	,02 (.09)	38,5	,761	-0,15
Skupaj	,98 (.03)	,95 (.05)	78,0	,111	,00 (.05)	,01 (.15)	40,5	,855	-0,22

Opombe: Skupno = v izračun so vključeni vsi poskusi. Nevtralno = v izračun so vključeni nevtralni poskusi. Skladno = v izračun so vključeni skladni poskusi. Prazno = v izračun so vključeni poskusi, kjer se prikaže samo puščica. Neskladno = v izračun so vključeni neskladni poskusi. *W* = testna statistika v Wilcoxonovem testu vsote rangov. *r* = velikost učinka za razliko med spremembami, do katerih je prišlo v ES in KS. ^aManjka en podatek.

Tabela P2

Mediane (in MAD v oklepajih) točnosti odgovorov pri prvem merjenju in sprememba točnosti od prvega do drugega merjenja v obeh skupinah pri različnih pogojih naloge globalno-lokalnega procesiranja

Blok	Prvo merjenje				Sprememba				
	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	ES	KS	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
1 – Majhna črka	1,00 (.00)	,95 (.07)	67,0	,386	,00 (.07)	-,02 (.11)	58,5	,416	,05
2 – Skupek majhnih črk	,95 (.07)	,95 (.04)	73,0	,183	,00 (.00)	-,02 (.04)	65,0	,239	,16
3 – Velika črka	1,00 (.00)	,98 (.04)	67,5	,183	,00 (.00)	-,05 (.07)	73,5	,092	,30
4 – Majhne črke									
Nevtralno	1,00 (.00)	1,00 (.00)	65,5	,401	-,05 (.07)	-,05 (.07)	45,0	,774	-,16
Skladno	1,00 (.00)	1,00 (.00)	69,0	,231	-,06 (.07)	-,00 (.07)	32,0	,956	-,36
Neskladno	,95 (.00)	,85 (.11)	101,0	<,001	-,07 (.07)	-,07 (.07)	51,0	,652	-,06
Skupno	,98 (.02)	,93 (.04)	96,0	,004	-,06 (.02)	-,04 (.06)	40,0	,863	-,23
5 – Velika črka									
Nevtralno	1,00 (.00)	,92 (.07)	77,5	,103	-,02 (.07)	-,02 (.12)	58,0	,429	,05
Skladno	1,00 (.00)	,90 (.10)	80,0	,066	-,04 (.07)	-,02 (.15)	42,0	,831	-,20
Neskladno	1,00 (.00)	,90 (.07)	92,5	,007	,01 (.07)	,05 (.07)	40,0	,864	-,23
Skupno	,97 (.05)	,91 (.06)	90,0	,014	-,01 (.05)	,02 (.05)	39,0	,877	-,25
6 – Majhne črke, premik									
Nevtralno	,95 (.00)	,85 (.15) ^a	79,5	,019	-,02 (.07)	,00 (.22) ^a	44,0	,677	-,09
Skladno	1,00 (.00)	,95 (.07) ^a	73,5	,063	,01 (.07)	,00 (.07) ^a	54,0	,378	,08
Neskladno	,95 (.07)	,85 (.22) ^a	71,5	,090	-,12 (.07)	-,10 (.07) ^a	55,0	,351	,09
Skupno	,98 (.02)	,88 (.12) ^a	80,5	,018	-,04 (.02)	,00 (.12) ^a	49,0	,530	-,01
7 – Velika črka, premik									
Nevtralno	1,00 (.00)	,90 (.07) ^a	83,5	,009	-,04 (.04)	,00 (.07) ^a	34,0	,893	-,26
Skladno	,95 (.07)	,90 (.07) ^a	71,0	,096	,00 (.07)	-,05 (.07) ^a	75,0	,027	,43
Neskladno	,95 (.00)	,95 (.00) ^a	72,0	,067	-,01 (.04)	-,05 (.07) ^a	66,5	,101	,29
Skupno	,97 (.05)	,90 (.02) ^a	84,0	,009	-,01 (.02)	-,03 (.15) ^a	58,0	,270	,14
Skupaj	,97 (.03)	,93 (.04)	95,5	,005	-,03 (.02)	-,03 (.04)	51,5	,611	-,05

Opombe: MAD = medianski absolutni odklon od mediane, pomnožen z 1,4826. *W* = testna statistika v Wilcoxonovem testu vsote rangov. *r* = velikost učinka za razliko med spremembami, do katerih je prišlo v ES in KS. ^aManjka en podatek.

Tabela P3

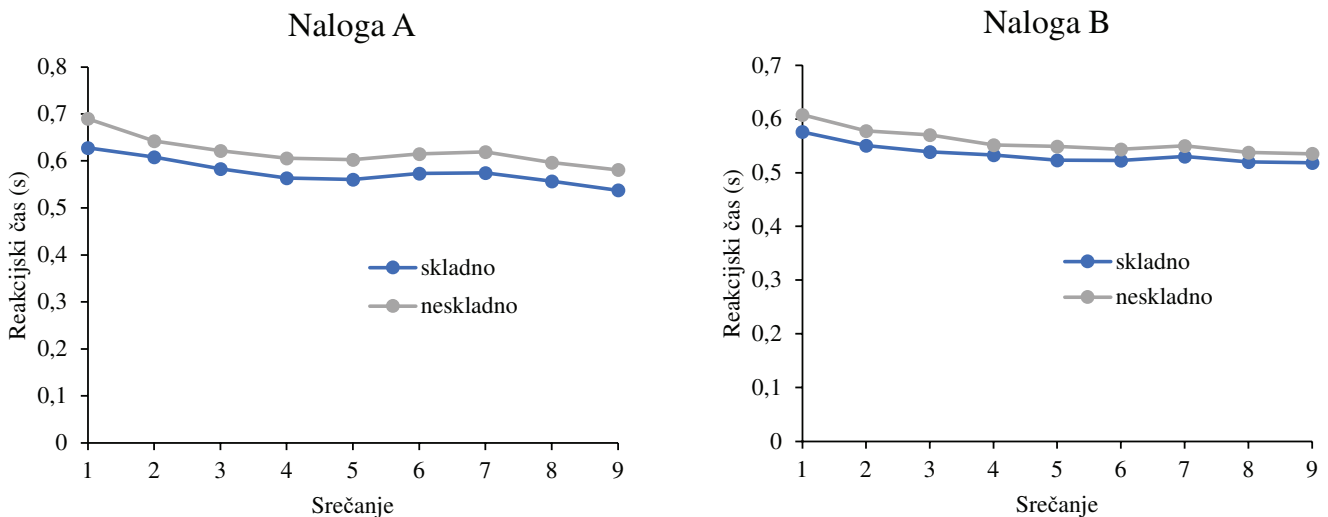
Medine (in MAD v oklepajih) točnosti odgovorov pri prvem merjenju in sprememba točnosti od prvega do drugega merjenja v obeh skupinah pri različnih pogojih testa redkih dražljajev in testa preklapljanja

Pogoj	Prvo merjenje				Sprememba				
	ES	KS	W	p	ES	KS	W	p	r
Test redkih dražljajev									
Ni redek	1,00 (.00)	,98 (.01)	84,0	,040	,00 (.03)	,00 (.03)	27,5	,980	-,44
Redek	,83 (.25)	,50 (.25)	81,5	,049	,00 (.37)	,08 (.04)	28,0	,977	-,43
Skupaj	,98 (.02)	,92 (.06)	88,0	,021	-,03 (.04)	,03 (.04)	13,5	,999	-,64
Test preklapljanja									
Prek2	,97 (.04)	,94 (.02)	81,0	,065	,00 (.07)	,04 (.05)	28,5	,972	-,41
Prek3	1,00 (.00)	,96 (.06)	72,5	,194	,00 (.04)	,01 (.06)	46,0	,752	-,14
Prek3_n	1,00 (.00)	,94 (.08)	78,0	,096	-,03 (.04)	,00 (.04)	32,5	,945	-,35
Skupaj	,98 (.01)	,94 (.05)	81,5	,065	-,02 (.03)	,01 (.04)	30,0	,965	-,39

Opombe: Glej opombe k tabeli P1.

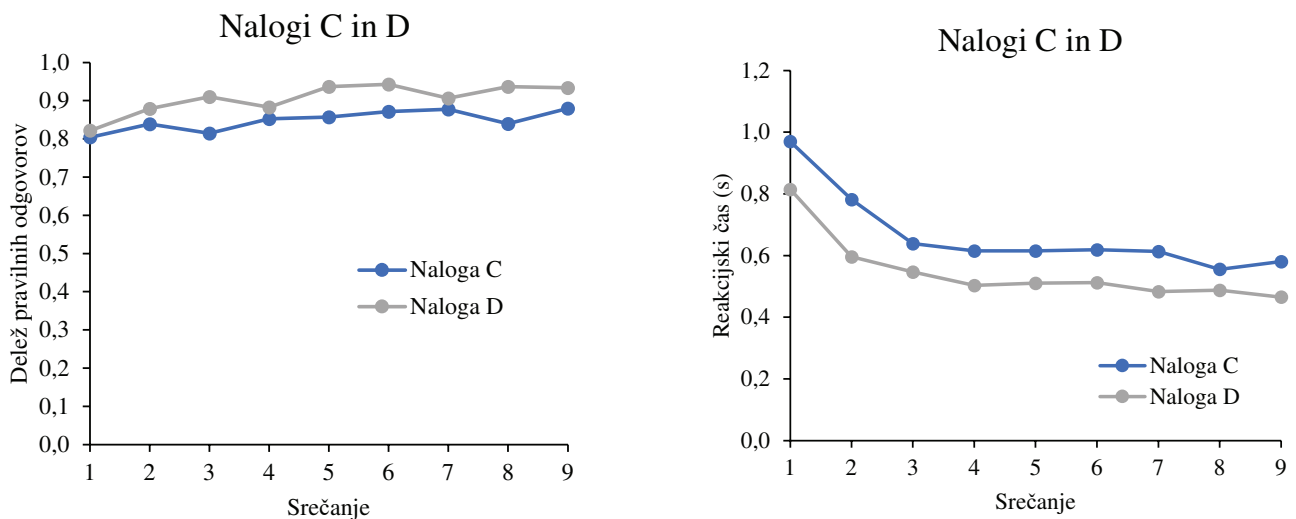
Slika P1

Povprečja medianskih reakcijskih časov udeležencev v drugem delu naloge A (hitrost prepoznavanja središčne števk med skladnimi in neskladnimi okoliškimi števki) in B (hitrost prepoznavanja usmerjenosti središčne puščice med skladnimi in neskladnimi okoliškimi puščicami) v zaporednih srečanjih treninga pozornosti



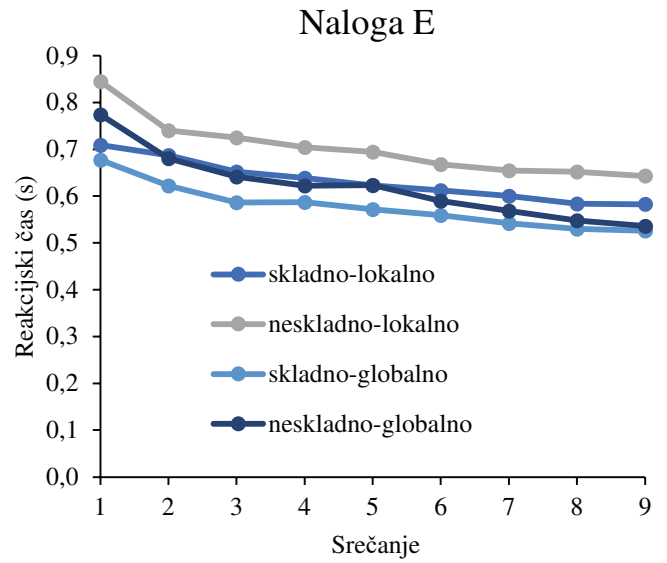
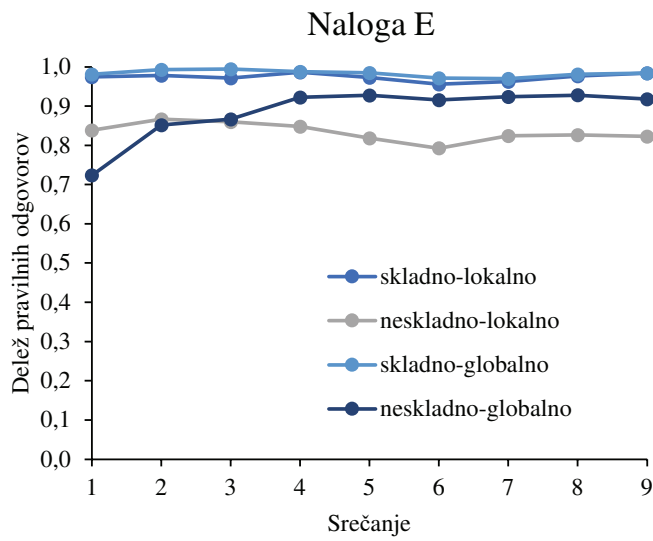
Slika P2

Delež pravih odgovorov in povprečja medianskih reakcijskih časov udeležencev ES v nalogah C (hitrost prepoznavanja izstopajoče števk) in D (hitrost prepoznavanja usmerjenosti drugačne puščice od ostalih) v zaporednih srečanjih treninga pozornosti



Slika P3

Delež pravih odgovorov in povprečna medianski reakcijski čas udeležencev v različnih pogojih naloge E (lokalno-globalno številke) v zaporednih srečanjih treninga pozornosti



Slika P4

Delež pravih odgovorov in povprečna medianski reakcijski čas udeležencev v različnih pogojih naloge F (lokalno-globalno puščice) v zaporednih srečanjih treninga pozornosti

