

OTROŠKI MOŽGANI V DOBI ZASLONOV: VPLIV DIGITALNIH NAPRAV NA OTROKE IN MLADOSTNIKE

¹Lara Flogie Kurbus, dr. medicine

¹Univerzitetni klinični center Maribor, Slovenija

Povzetek

Ključne besede: razvoj možganov, nevroznanost, digitalne naprave, digitalna odvisnost, izobraževanje

Keywords: brain development, neuroscience, digital devices, digital addiction, education

Copyright: © 2025

Avtorji/The author(s). To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons CC BY Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna.

Uporabnikom je dovoljeno tako nekomercialno kot tudi komercialno reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev in predelava avtorskega dela, pod pogojem, da navedejo avtorja izvirnega dela.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Pregledni članek povzema obstoječe raziskave in obravnava vpliv sodobne tehnologije in zaslonov na delovanje možganov pri otrocih in mladostnikih ter analizira ugotovitve nevroznanstvenih raziskav na tem področju. Pregled raziskav potrjuje, da učinki digitalnih naprav na razvoj možganov in kognitivne funkcije niso enoznačni. Digitalne naprave pomembno oblikujejo kognitivne procese, saj vplivajo na pozornost, spomin in uravnavanje čustev, hkrati pa spodbujajo nagrajevalni sistem možganov prek sproščanja dopamina, kar lahko vodi v digitalno odvisnost. Raziskave kažejo, da smiselna raba sodobnih tehnologij za potrebe poučevanja in učenja pozitivno vpliva na razvoj digitalne pismenosti, razvoj učenčevih digitalnih kompetenc, hitrejšje usvajanje določenih znanj, sodelovalno učenje ipd., vendar lahko prekomerna uporaba zaslonov povzroča težave s koncentracijo, motnje spanja ter negativno vpliva na duševno zdravje otrok in mladostnikov. Ker so možgani v tej razvojni fazi še posebej plastični in občutljivi na zunanje dražljaje, je ključnega pomena iskanje ravnovesja pri uporabi tehnologije v izobraževalnem okolju. Ključni dejavniki tveganja vključujejo vrsto in trajanje digitalne izpostavljenosti ter razvojni kontekst otroka. Nujno je oblikovati uravnotežen pristop, ki poleg časovnih omejitev poudarja pomen kakovostnih digitalnih vsebin, aktivne uporabe ter osveščenosti o dolgoročnih učinkih.

CHILDREN'S BRAINS IN THE AGE OF SCREENS: THE IMPACT OF DIGITAL DEVICES ON CHILDREN AND ADOLESCENTS

Abstract

This review article summarizes existing research and examines the impact of modern technology and screens, on brain function in children and adolescents, analyzing findings from neuroscientific

studies in this field. A review of the literature confirms that the effects of digital devices on brain development and cognitive functions are not unambiguous. Digital devices significantly shape cognitive processes by influencing attention, memory, and emotional regulation, while also stimulating the brain's reward system through dopamine release, which may contribute to digital addiction. Research indicates that the meaningful use of modern technologies for educational purposes positively affects digital literacy, the development of students' digital competencies, faster acquisition of certain knowledge, and collaborative learning. However, excessive screen use can lead to concentration difficulties, sleep disturbances, and negative impacts on children's and adolescents' mental health. Since the brain is particularly plastic and sensitive to external stimuli during this developmental phase, finding a balance in technology use within the educational environment is crucial. Key risk factors include the type and duration of digital exposure, as well as the child's developmental context. It is essential to establish a balanced approach that, in addition to time limitations, emphasizes the importance of high-quality digital content, active engagement, and awareness of long-term effects.

1 UVOD

V zadnjih desetletjih je digitalna tehnologija postala neločljiv del otroštva in mladostništva. Dostopnost pametnih telefonov, tablic, računalnikov in drugih digitalnih naprav je korenito spremenila način, kako otroci in mladostniki komunicirajo, se izobražujejo in preživljajo prosti čas. Čeprav digitalne naprave omogočajo številne priložnosti za učenje, kreativnost in socialno povezovanje, pa hkrati vzbujajo zaskrbljenost glede njihovih morebitnih negativnih vplivov na kognitivni razvoj, vedenjske vzorce in duševno zdravje.

Raziskave o vplivu digitalnih tehnologij na razvoj možganov in psihološko blagostanje otrok prinašajo nasprotujoče si ugotovitve. Nekatere študije opozarjajo na povečano impulzivnost, zmanjšano sposobnost koncentracije, motnje spanja in večjo pojavnost anksioznosti ter depresije. Po drugi strani pa so raziskovalci ugotovili, da lahko strukturirana in nadzorovana uporaba digitalnih naprav pozitivno vpliva na razvoj izvršilnih funkcij, vizualno-prostorskih sposobnosti in socialnih interakcij. Tako ni mogoče enoznačno opredeliti, ali so digitalne tehnologije pretežno škodljive ali koristne, saj je njihov vpliv odvisen od načina uporabe, starosti uporabnika, razvojnega konteksta in individualnih razlik.

Poleg tega je pri raziskovanju teh vplivov metodološko izzivno ločevati med učinki uporabe zaslonov kot senzoričnega vmesnika in učinki digitalnih vsebin in interakcij, ki jih omogočajo sodobne naprave. Ta distinkcija je ključna za razumevanje, kako različni vidiki digitalne izpostavljenosti vplivajo na možgansko plastičnost, čustveno regulacijo in socialno dinamiko v zgodnjem razvoju.

V tem preglednem članku so povzete in analizirane najnovejše ugotovitve o pozitivnih in negativnih vplivih uporabe zaslonov pri otrocih in mladostnikih. V pregledu literature predstavimo nevroznanstveno osnovo razvoja možganov, sledi pregled negativnih vplivov rabe zaslonov, vključno z nevrofiziološkimi, kognitivnimi in psihološkimi posledicami. V nadaljevanju so obravnavani pozitivni učinki digitalnih tehnologij, kot so spodbujanje kognitivnega razvoja, razvoj digitalnih kompetenc in spodbujanje sodelovalnega učenja. Cilj prispevka je celostno osvetliti to področje ter poudariti ključne dejavnike, ki določajo, ali bo digitalna izpostavljenost v razvojnem obdobju spodbujevalna ali zaviralna.

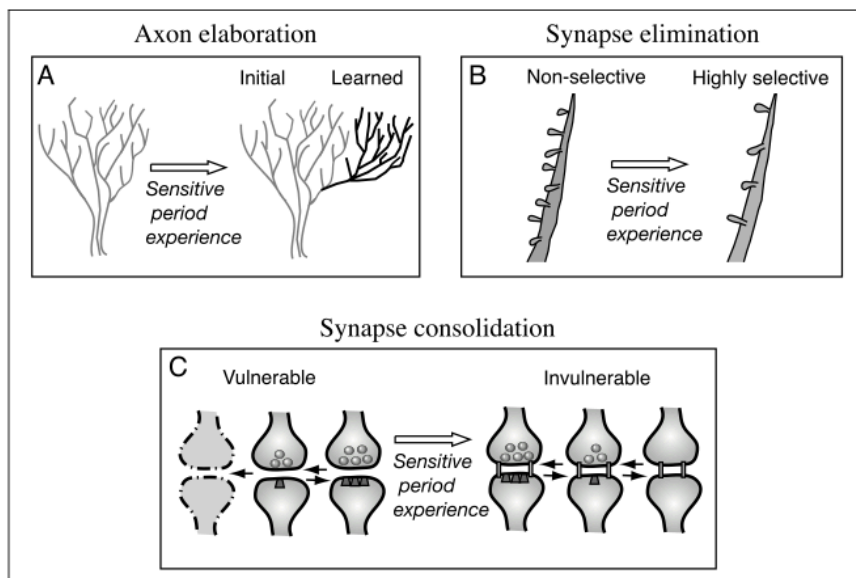
2 PREGLED LITERATURE

2.1 Nevroznanstvena osnova

Dovršena arhitektura odraslih možganov je rezultat genetskih navodil, medceličnih signalov in interakcij med razvijajočim se otrokom in zunanjim svetom. Zgodnji razvoj živčnega sistema je v veliki meri določen z dogodki, ki se zgodijo še pred oblikovanjem sinaps, in vključuje vzpostavitev primarnega živčnega sistema v zarodku, začetno tvorbo nevronov iz nediferenciranih prekurzorskih celic, oblikovanje glavnih možganskih regij ter migracijo nevronov z mest nastanka do njihovih končnih položajev. Ne samo, da ti celični in molekularni mehanizmi prispevajo k oblikovanju anatomskega kompleksnega živčnega sistema, temveč tudi določijo osnovne vzorce instinktivnega vedenja, kot so iskanje hrane, bojevanje in parjenje. Vendar pa možgani nekaterih višjih sesalcev, zlasti človeka, niso statični – v poznejših razvojnih fazah se prilagajajo in so pod vplivom specifičnih okoliščin posameznikovega okolja (Purves idr., 2004).

Možgani so za vplive okolja na njihov razvoj še posebej dovzetni v časovnih oknih, ki jih imenujemo občutljiva obdobja. Izkušnje, ki jih pridobivamo v teh obdobjih, trajno preoblikujejo njihovo strukturo in funkcijo. Sposobnost živčnega sistema, da se funkcionalno in strukturno prilagaja, imenujemo možganska plastičnost. Mehanizmi plastičnosti (glej sliko 1) v teh obdobjih omogočajo, da izkušnje spodbujajo stabilizacijo določenih nevronskih povezav, medtem ko se neuporabljene sinapse oslabijo ali odstranijo, kar optimizira delovanje nevronskih omrežij glede na specifične dražljaje.

Plastičnost možganov temelji na sinaptičnih spremembah, kot so rast in preoblikovanje dendritičnih povezav, povečana sinaptična jakost ter vzpostavitev trajnih povezav prek specifičnih celičnih adhezijskih molekul. Čeprav plastičnost možganov vztraja tudi v odrasli dobi, je po koncu občutljivega obdobja prestrukturiranje nevronske omrežij omejeno z arhitekturnimi omejitvami, ki so bile vzpostavljene med občutljivimi obdobji, saj stabilizirane sinaptične povezave postanejo energetsko in strukturno prednostne. Znotraj občutljivih obdobji obstajajo kritična obdobja, specifična časovna okna, v katerih so strukturne spremembe v možganih nepovratne. Kasnejša izpostavljenost manjkajočim zgodnjim izkušnjam ne more v celoti nadomestiti razvojnih vrzeli, ki nastanejo v tem času. Med najboljše preučenimi kritičnimi obdobji sta razvoj vidnega sistema, kjer zgodnja izpostavljenost binokularnemu vidu omogoča pravilno vzpostavitev kortikalnih povezav, ter jezikovno učenje, kjer zgodnja interakcija z jezikom določa posameznikovo sposobnost fonemske diferenciacije in sintaktičnega procesiranja. Razvojne faze sledijo hierarhičnemu zaporedju: obdobja, v katerih se razvijajo osnovne funkcije, se zaključijo pred obdobji, ki so odgovorna za razvoj kompleksnejšega vedenja. To omogoča, da so višje kognitivne funkcije zgrajene na stabilnih in zanesljivih osnovnih procesih. Časovna dinamika občutljivih obdobji ni povsem fiksna, saj jo lahko modulirajo biološki in okoljski dejavniki, kot so izpostavljenost stresu, kakovost izkušenj in hormonski vplivi (Gabard-Durnam & McLaughlin, 2020; Knudsen, 2004; von Bernhardi idr., 2017).



Slika 1: Mehanizmi arhitekturnih sprememb med občutljivimi obdobji (Knudsen, 2004).

Nevrofiziološki razvoj možganov v mladostništvu vključuje prestrukturiranje nevronske povezave, sinaptično obrezovanje in povečano mielinizacijo. Medtem ko so subkortikalne regije, povezane z nagrajevanjem in čustvenim procesiranjem, že zgodaj razvite, prefrontalni korteks, ki nadzoruje izvršilne funkcije, samoregulacijo in načrtovanje, dozoreva počasneje. Študije kažejo, da je v tem obdobju prisotna visoka nevroplastičnost, kar pomeni, da izkušnje – vključno z digitalno stimulacijo – lahko pomembno oblikujejo nevronska omrežja. Specifično se v mladostništvu intenzivno oblikujejo povezave med prefrontalnim korteksom in limbičnim sistemom, kar vpliva na uravnavanje impulzivnosti in sprejemanje odločitev. Ta občutljivo obdobje razvoja omogoča hiter kognitivni napredek, hkrati pa predstavlja tudi povečano dovzetnost za vplive okolja, vključno s tehnologijo in digitalnimi mediji (Marciano idr., 2021).

V hierarhiji kognitivnega razvoja (torej procesov, skozi katere posamezniki pridobivajo in organizirajo nove informacije ali znanje, da jih uporabijo v novih situacijah) ima pomembno mesto abstraktno mišljenje. To vključuje sposobnost konceptualizacije, reševanja problemov in logičnega sklepanja. Njegov razvoj se odvija v obdobju otroštva in adolescence ter je tesno povezan z zorenjem rostralnega prefrontalnega korteksa (RLPFC). Dumontheil (2014) poudarja, da ta regija čelnega režnja možganov igra ključno vlogo pri integraciji abstraktnih misli, ki niso neposredno vezane na zaznavno izkušnjo, temveč temeljijo na relacijskih vzorcih in kompleksnih kognitivnih operacijah. Medtem ko

mlajši otroci najprej razvijajo sposobnost obdelave enostavnih relacijskih povezav, se šele v poznejšem otroštvu in mladostništvu vzpostavi zmožnost integracije več abstraktnih elementov hkrati, kar je ključnega pomena za napredne oblike sklepanja in načrtovanja. Lateralni del RLPFC podpira razumevanje abstraktnih pravil in načrtovanje, medialni del pa je povezan s socialno kognicijo, vključno z razumevanjem mentalnih stanj drugih oseb. Njegova aktivacija pri mladostnikih med nalogami, ki vključujejo relacijsko integracijo (to je sposobnost povezovanja in obdelave več različnih informacijskih enot, npr. razumevanje metafor in analogij ali pravil različnih sistemov) in logično sklepanje, se postopoma povečuje, vendar šele v odrasli dobi postane bolj specifična in učinkovita. Ta postopni razvoj omogoča mladostnikom boljše razumevanje kompleksnih pojmov in abstraktnih pravil, kar ima pomembne posledice za kognitivne funkcije, kot so strateško načrtovanje, metakognicija (sposobnost posameznika, da razmišlja o lastnih miselnih procesih, jih spremlja in prilagaja) in fleksibilnost mišljenja (Dumontheil, 2014).

Razvoj abstraktnega mišljenja je neposredno povezan s procesi pomnjenja in priklica informacij, saj kompleksni miselni procesi temeljijo na učinkoviti organizaciji spomina. Učenje in pomnjenje sta osrednji nevrobiološki funkciji možganov, ki omogočata pridobivanje, shranjevanje in poznejšo obnovitev informacij. Med procesom pomnjenja se v možganih oblikujejo specifični nevronske sklopi, imenovani engrami, ki predstavljajo biološki zapis izkušenj in omogočajo shranjevanje informacij. Aktivacija teh omrežij omogoča priklic spominov, pri čemer je uspešnost odvisna od dostopnosti in ustreznosti sprožilnih dražljajev. Nevrobiološke raziskave kažejo, da spomini niso statični, temveč se sčasoma spreminjajo. Sinaptične povezave med nevroni, ki sestavljajo engram, se lahko okrepijo ali oslabijo, kar vpliva na dostopnost spomina (Purves idr., 2004).

Izobrazba in intelektualna stimulacija v otroštvu in adolescenci lahko okrepi nevronske povezave.

Posamezniki z višjo izobrazbo kažejo boljše kognitivne funkcije med celotno odraslo dobo. Te okrepljene povezave sicer pripomorejo k večji kognitivni rezervi oziroma boljšemu izhodiščnemu stanju v poznejšem življenju, a ne zagotavljajo nujno popolne zaščite pred kognitivnim upadom ali zmanjšanim tveganjem za demenco (Lövdén idr., 2020).

Razvoj možganov v otroštvu in mladostništvu poteka v tesni interakciji z okoljem, pri čemer imajo izkušnje ključno vlogo pri oblikovanju nevronske omrežij, izvršilnih funkcij in kognitivnih sposobnosti. V zadnjih desetletjih je sodobna digitalna tehnologija postala

sestavni del vsakdanjega življenja mladih, kar je odprlo vprašanja o njenem vplivu na razvoj možganov, mišljenje in vedenjske vzorce. Naraščajoča uporaba zaslonov je sprožila razprave o njihovem učinku na pozornost, delovni spomin, čustveno regulacijo ter socialne interakcije, pri čemer se zdi, da raziskave prinašajo nasprotujoče si ugotovitve. Nekatere študije opozarjajo na negativne posledice, kot so zmanjšana sposobnost koncentracije, motnje spanja in povečano tveganje za anksioznost, druge pa poudarjajo pozitivne vidike, vključno z izboljšanjem vizualno-prostorskih sposobnosti, dostopom do izobraževalnih vsebin in izboljšanjem problemskega reševanja.

2.2 Negativni vplivi uporabe zaslonov

Uporaba zaslonov v otroštvu in mladostništvu je povezana s številnimi negativnimi posledicami, ki segajo od sprememb v nevronske plastičnosti in poslabšanju kognitivnih funkcij do psiholoških težav in vpliva na telesno zdravje. Raziskave kažejo, da so mehanizmi teh učinkov kompleksni, pogosto vključujejo nevrobiološke spremembe in so odvisni od trajanja ter načina uporabe digitalnih naprav.

Vpliv na razvoj možganov in nevronske plastičnosti

Dolgotrajna in neustrezno strukturirana uporaba digitalnih tehnologij lahko vpliva na razvoj nevronske povezave zlasti v prefrontalnem korteksu, ki je ključen za izvršilne funkcije, samoregulacijo in pozornost. Longitudinalna študija Law idr. (2023), ki je spremljala otroke, ki so opravili nevrološki pregled v starosti 12 mesecev, 18 mesecev in 9 let, je pokazala, da pogosta uporaba zaslonov pri dojenčkih vodi v spremembe v elektrokortikalni aktivnosti (EEG) že pri starosti 18 mesecev, kar se kaže v spremenjenem razmerju theta/beta valov, povezanem z oslabljenjo pozornostjo in zmanjšano učinkovitostjo izvršilnih funkcij. Ti zgodnji vplivi so bili pri 9-letnih otrocih povezani s slabšim delovnim spominom in inhibicijo impulzov (Law idr., 2023).

Podobne ugotovitve so pokazale tudi raziskave na mladostnikih, kjer so ugotavljali, da pogosta in dolgotrajna uporaba digitalnih medijev vpliva na nevronske plastičnosti, pri čemer so zaznali spremembe v delovanju omrežja kognitivnega nadzora. Povišana aktivacija teh omrežij je bila povezana z zmanjšano učinkovitostjo izvršilnih funkcij, kot so samoregulacija, načrtovanje in pozornost. Ugotavljali so tudi zmanjšano povezanost med prefrontalnim korteksom in subkortikalnimi strukturami, kar lahko vpliva na slabšo inhibicijo impulzivnih vedenj. Poleg tega digitalna stimulacija sproža aktivacijo dopaminskih poti, kar povečuje tveganje za iskanje kratkoročnih nagrad in zmanjšuje sposobnost odloženega zadovoljevanja (Marciano idr., 2021).

Poslabšanje pozornosti in kognitivnih sposobnosti

Dolgotrajna uporaba digitalnih vsebin, zlasti hitrih, večopravilnih formatov, prispeva k zmanjšanju sposobnosti osredotočanja, kar vodi v kognitivno preobremenjenost in oteženo globoko učenje. Raziskave kažejo, da stalno preklapljanje med dražljaji digitalnih medijev zmanjšuje sposobnost selektivne pozornosti, saj možgani postanejo navajeni nenehne stimulacije in težje vzdržujejo podaljšano osredotočenost na eno nalogo (Clemente-Suárez idr., 2024).

Dolgotrajna digitalna stimulacija vpliva tudi na sinaptično plastičnost – stalna izpostavljenost hitrim vizualnim in zvočnim spremembam zmanjšuje stabilnost sinaptičnih povezav, kar lahko oteži dolgoročno shranjevanje informacij in konsolidacijo spomina. Poleg tega digitalna stimulacija vpliva na nevrottransmittersko ravnovesje, predvsem na zmanjšano aktivnost acetilholina, ki je ključen za proces učenja in dolgoročnega pomnjenja (Neophytou idr., 2021).

Motnje spanja in kronični stres

Modra svetloba, ki jo oddajajo digitalne naprave, zavira izločanje melatonina, kar vodi do motenj cirkadianega ritma in poslabšane kakovosti spanja. Ker je spanje ključno za konsolidacijo spomina in nevronske regeneracije, lahko kronične motnje spanja povzročijo znižano kognitivno učinkovitost, povečano čustveno reaktivnost in težave pri uravnavanju razpoloženja. Dolgotrajna uporaba zaslonov je povezana tudi s povečano aktivacijo osi hipotalamus – hipofiza – nadledvična žleza (HPA), kar vodi v povišane ravni kortizola, hormona stresa. Kronično povišan kortizol lahko povzroči upočasnjeno rast nevronov v hipokampusu in poveča tveganje za razvoj anksioznosti ter depresije (Clemente-Suárez idr., 2024; Neophytou idr., 2021).

Psihološki vplivi in socialna izolacija

Uporaba digitalnih naprav lahko vpliva tudi na duševno zdravje, zlasti pri mladostnikih, kjer so raziskave pokazale povezano tveganje za razvoj anksioznosti in depresije. Mehanizem teh učinkov vključuje spremembe v aktivaciji nevrottransmitterskih sistemov ter zmanjšano socialno interakcijo v fizičnem svetu, saj so mladostniki več časa na digitalnih platformah, kar zmanjšuje prave medosebne izkušnje in prispeva k občutku osamljenosti (Paulich idr., 2021).

Poleg tega dolgotrajna raba digitalnih naprav vodi v zmanjšano aktivacijo področij možganov, odgovornih za socialno interakcijo, kar lahko zmanjša empatijo in oteži razvoj

socialnih veščin. Digitalne interakcije namreč ne ponujajo enake neverbalne povratne informacije, kar lahko vpliva na razvoj čustvene inteligence in komunikacijskih spretnosti (Clemente-Suárez idr., 2024).

Vpliv na telesno zdravje

Poleg kognitivnih in psiholoških vplivov ima uporaba zaslonov pomemben učinek tudi na telesno zdravje, predvsem zaradi zmanjšane telesne aktivnosti in sprememb prehranjevalnih navad. Študije kažejo, da otroci med gledanjem zaslonov pogosto uživajo visokokalorično hrano, kar vpliva na povečano energijsko bilanco in tveganje za debelost.

Drug pomemben dejavnik je pomanjkanje spanja, saj uporaba zaslonov pred spanjem zmanjša trajanje in kakovost spanja, kar vpliva na regulacijo hormonov leptina in grelina, odgovornih za občutek lakote in sitosti. Otroci, ki manj spijo, so nagnjeni k povečani lakoti in prenajedanju, kar dodatno povečuje tveganje za razvoj prekomerne telesne teže (Robinson idr., 2017).

2.3 Pozitivni vplivi uporabe zaslonov

Čprav lahko prekomerna in nenadzorovana uporaba zaslonov povzroča kognitivne, nevrobiološke in socialne težave, raziskave hkrati kažejo, da lahko strukturirana in nadzorovana digitalna izpostavljenost spodbuja kognitivni razvoj, izboljšuje socialne interakcije in krepi kreativne sposobnosti pri otrocih in mladostnikih. Ključni dejavnik pri tem je način uporabe digitalnih vsebin – aktivna in izobraževalna uporaba prinaša pozitivne učinke, medtem ko je pasivna, nenadzorovana izpostavljenost povezana s slabšimi razvojnimi izidi. Vpliv digitalne tehnologije ni enoznačen, temveč niha med koristmi in tveganji, odvisno od vrste in kakovosti digitalne izpostavljenosti, socialnega in razvojnega konteksta, starosti ter individualnih razlik (Haddock idr., 2022; Hu idr., 2020).

Spodbujanje kognitivnega razvoja

Digitalna tehnologija ponuja raznolike priložnosti za kognitivno stimulacijo, zlasti pri otrocih, ki uporabljajo interaktivne izobraževalne aplikacije, digitalne učne platforme in videoigre z miselnimi izzivi. Raziskave kažejo, da lahko takšna raba zaslonov izboljša izvršilne funkcije, kot so delovni spomin, načrtovanje in pozornost, saj spodbudi aktivacijo nevronske mreže v prefrontalnem korteksu, odgovornem za kognitivni nadzor (Clemente-Suárez idr., 2024).

Posebej izrazit učinek je bil opažen pri izboljšanju vizualno-prostorskih sposobnosti, pri čemer igranje določenih vrst videoiger izboljšuje orientacijo v prostoru, sposobnost

hitrega zaznavanja vzorcev in logično sklepanje. To je posledica povečane sinaptične plastičnosti v omrežjih, ki so odgovorna za vizualno procesiranje in prostorsko navigacijo (Granic idr., 2014; Haddock idr., 2022).

Pomembna prednost digitalnih vsebin je tudi večkanalna obdelava informacij, kjer so informacije podane preko vizualnih, slušnih in interaktivnih dražljajev. Ta način učenja omogoča hitrejše pomnjenje in globlje razumevanje konceptov, saj spodbuja aktivacijo več možganskih regij hkrati, kar je še posebej koristno pri zgodnjem učenju jezikov in razumevanju abstraktnih pojmov (Clemente-Suárez idr., 2024).

Krepitev socialnih veščin

Digitalne tehnologije niso le orodje za individualno učenje, temveč tudi močan socialni povezovalce, ki lahko spodbuja gradnjo in ohranjanje socialnih stikov, zlasti pri otrocih, ki imajo omejene možnosti za fizične interakcije. Raziskave kažejo, da lahko spletne skupnosti in virtualne učne platforme otrokom omogočajo socialno vključenost, kar je še posebej koristno za tiste z večjo socialno anksioznostjo ali tiste, ki živijo v manj spodbudnem socialnem okolju (Hu idr., 2020).

Pri otrocih s posebnimi potrebami lahko digitalna orodja znatno izboljšajo komunikacijo in interakcijo. Naprave z govorno in video podporo omogočajo boljšo socialno vključenost, predvsem pri otrocih z avtizmom in kognitivnimi primanjkljaji. Interaktivne aplikacije, ki omogočajo strukturirano vodenje nalog in sprotne povratne informacije, lahko zmanjšajo socialno anksioznost in pomagajo otrokom bolje organizirati svoje vsakodnevne aktivnosti (Brandt idr., 2020).

Spodbujanje kreativnosti in tehnološke prilagodljivosti

Uporaba digitalnih tehnologij lahko spodbuja ustvarjalnost in omogoča razvoj digitalnih veščin, kot so programiranje, grafično oblikovanje in ustvarjanje vsebin. Digitalna orodja ponujajo interaktivne možnosti izražanja, ki otrokom omogočajo eksperimentiranje in inovativno reševanje problemov, kar spodbuja razvoj divergentnega mišljenja (Hu idr., 2020).

Strukturirana uporaba digitalnih medijev lahko pomembno prispeva k razvoju ustvarjalnosti in divergentnega mišljenja pri otrocih. V raziskavi Doron (2017) so ugotavljali, da lahko pravilno strukturirana uporaba digitalnih medijev pozitivno vpliva na razvoj ustvarjalnosti. Ko so otroci aktivno vključeni v interpretacijo in analizo vsebin, se spodbuja njihova sposobnost inovativnega mišljenja in iskanja alternativnih rešitev. Ta

pristop je lahko še posebej uporaben v izobraževalnem kontekstu, kjer lahko uporaba zaslonov služi kot orodje za razvijanje kreativnih in kritičnih veščin pri učencih (Doron, 2017).

Poleg tega strukturirana uporaba digitalnih orodij pozitivno vpliva na razvoj digitalne pismenosti, kar otrokom omogoča boljšo prilagojenost tehnološko naprednemu okolju in poznejšim izzivom na področju izobraževanja in dela (Clemente-Suárez idr., 2024).

3 RAZPRAVA

Pregled obstoječe literature o vplivu digitalnih naprav na razvoj otroških in mladostniških možganov ponuja kompleksno in v mnogih pogledih protislovno sliko. Na eni strani so številne raziskave poudarile negativne učinke prekomerne uporabe zaslonov, vključno s poslabšanjem kognitivnih funkcij, motnjami pozornosti, poslabšanjem spanja ter povečanim tveganjem za razvoj anksioznosti in depresije. Na drugi strani pa raziskave hkrati izpostavljajo potencialne koristi digitalne tehnologije, še posebej v kontekstu izobraževanja, kognitivne stimulacije in socialne vključenosti.

Zaradi kompleksnosti ocenjevanja vplivov digitalne tehnologije na razvoj možganov je nujno uravnoteženo ovrednotenje tako pozitivnih kot negativnih učinkov, pri čemer je ugotavljanje verodostojnih rezultatov raziskav oteženo zaradi prepletanja razvojnih faz možganov, individualnih razlik in različnih načinov uporabe digitalnih naprav. Pri tem je pogosto težko ločevati med vplivi same uporabe zaslonov (kot vizualnega in senzoričnega vmesnika) ter vplivi digitalnih naprav, ki vključujejo vsebine, interaktivnost in širši ekosistem digitalne uporabe. Ker se zasloni vedno uporabljajo kot del digitalne naprave, so njihovi učinki pogosto neločljivo povezani z načinom in namenom uporabe tehnologije, kar dodatno otežuje jasno distinkcijo med tema dvema vidikoma.

Nevroznanstveni vidiki razvoja možganov jasno kažejo, da so otroci in mladostniki zaradi svoje visoke nevroplastičnosti posebej dovzetni za vplive digitalne tehnologije. Ugotovitve o vplivu zaslonov na pozornost in izvršilne funkcije nakazujejo, da lahko kronična izpostavljenost hitrim digitalnim vsebinam vodi v površno procesiranje informacij ter zmanjšano sposobnost globokega učenja in koncentracije. To se ujema z raziskavami, ki so pokazale, da neprekinjeno preklapljanje med digitalnimi dražljaji povzroča kognitivno preobremenitev in zmanjšuje sposobnost selektivne pozornosti (Clemente-Suárez idr., 2024).

Kljub temu pa se kognitivne posledice razlikujejo glede na vrsto in vsebino digitalne izpostavljenosti. Interaktivne digitalne platforme, izobraževalne aplikacije in strukturirane videoigre lahko spodbujajo razvoj vizualno-prostorskih sposobnosti, problemskega reševanja in kreativnosti. Raziskave so pokazale, da lahko pravilna uporaba digitalnih medijev poveča aktivacijo prefrontalnega korteksa, ki je ključen za izvršilne funkcije, in s tem izboljša učne sposobnosti (Granic idr., 2014).

Motnje spanja, povezane z izpostavljenostjo zaslonom pred spanjem, so pomemben dejavnik, saj lahko vplivajo na konsolidacijo spomina in uravnavanje čustev. Modra svetloba, ki jo oddajajo zasloni, zavira izločanje melatonina in s tem negativno vpliva na cirkadiani ritem. Kronične motnje spanja povzročajo znižano kognitivno učinkovitost, povečano čustveno reaktivnost in težave pri uravnavanju razpoloženja, prav tako pa vplivajo na regulacijo leptina in grelina, kar lahko posredno dodatno povečuje tveganje za razvoj prekomerne telesne teže (Clemente-Suárez idr., 2024; Neophytou idr., 2021; Robinson idr., 2017).

Poleg nevrobioloških vidikov so pomembni tudi psihosocialni dejavniki, povezani z uporabo digitalnih naprav. Medtem ko lahko dolgotrajna uporaba zaslonov po eni strani vodi v socialno izolacijo, zmanjšano empatijo in povečano tveganje za razvoj anksioznosti, so digitalna orodja potencialno tudi močno orodje za socialno povezovanje. Raziskave so pokazale, da lahko mladostniki, ki uporabljajo digitalne platforme na strukturiran način, razvijejo boljše socialne kompetence in ohranjajo stike s sovrstniki, kar lahko zmanjša občutek osamljenosti (Hu idr., 2020).

Obstoječe raziskave o vplivu digitalne tehnologije na razvoj možganov uporabljajo različne metodološke pristope in pogosto temeljijo na samoocenjevalnih podatkih, kar otežuje neposredno primerjavo njihovih ugotovitev. Longitudinalne študije, ki sledijo otrokom med daljšim obdobjem, kažejo na pomembne dolgoročne učinke uporabe zaslonov, a pogosto ne morejo ločiti vpliva digitalne tehnologije od drugih okoljskih in genetskih dejavnikov.

Dodatna težava je v sami definiciji "uporabe zaslonov". Raziskave pogosto ne ločujejo med aktivno in pasivno uporabo digitalnih naprav, kar vodi v splošne in nejasne ugotovitve. Aktivna uporaba, ki vključuje interakcijo, učenje in kreativno izražanje, ima povsem drugačne nevrokognitivne posledice kot pasivno gledanje vsebin, kot so videi in televizija. To pomeni, da so za natančnejšo opredelitev in merjenje specifičnih oblik izpostavljenosti zaslonov potrebne nadaljnje dodatne raziskave.

Kljub bogati literaturi o vplivu digitalnih naprav in zaslonov na razvoj možganov ostajajo številna odprta vprašanja. Potrebne so bolj natančne raziskave, ki bi ločile učinke različnih vrst digitalne izpostavljenosti ter preučile dolgoročne posledice. Prav tako primanjkuje študij, ki bi preučile vlogo individualnih razlik, kot so genetska predispozicija, socialno-ekonomski status in predhodne kognitivne sposobnosti otrok. Dodatno raziskovanje bi lahko osvetlilo tudi, kako različni vzorci uporabe digitalnih naprav vplivajo na otroški razvoj v različnih kulturnih okoljih.

Drug ključen izziv je iskanje optimalnega ravnovesja med izpostavljenostjo digitalnim napravam in njihovimi koristmi ter tveganji. Medtem ko se digitalna tehnologija neizogibno vpleta v vsakdanje življenje otrok, je treba oblikovati smernice, ki bodo omogočile njeno varno in učinkovito uporabo. V prihodnosti bi morale raziskave osvetliti tudi vprašanja, povezana z digitalno higieno, strategijami za zmanjševanje negativnih učinkov zaslonov ter razvojem metod, ki spodbujajo zdrave digitalne navade že od zgodnjega otroštva.

V okviru razprav o vplivih digitalnih tehnologij na otroke in mladostnike so se v številnih državah oblikovale smernice za varno in odgovorno rabo zaslonov. Tudi v Sloveniji so bila leta 2021 s strani Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ) oblikovana nacionalna priporočila za uporabo zaslonov, ki temeljijo na aktualnih znanstvenih dognanjih in izkušnjah strokovnjakov s področja pediatrije, psihologije in izobraževanja. Smernice priporočajo popolno izogibanje zaslonom pri otrocih, mlajših od dveh let, ter postopno in nadzorovano uvajanje digitalnih vsebin pri starejših otrocih. Ključni poudarki vključujejo omejevanje časa pred zasloni, zagotavljanje kakovostnih vsebin, aktivno spremljanje uporabe s strani staršev in izogibanje uporabi zaslonov kot orodja za pomirjanje ali nagrajevanje. V smernicah je poudarjeno, da naj bodo digitalne tehnologije uporabljene predvsem kot podporno orodje za učenje in razvoj, pri čemer je ključen nadzor nad vsebinami in načinom uporabe. Upoštevanje teh priporočil lahko pripomore k zmanjšanju negativnih učinkov in spodbujanju varne in koristne uporabe zaslonov pri otrocih in mladostnikih (Vintar Spreitzer idr., 2021).

Dodatno področje za nadaljnje raziskave in razpravo se v zadnjem času odpira tudi z dejstvom, da je del širše dostopne tehnologije tudi umetna inteligenca.

Pregled raziskav torej potrjuje, da učinki digitalnih naprav na razvoj možganov in kognitivne funkcije niso enoznačni – ciljno usmerjena in nadzorovana uporaba lahko spodbuja učenje, kreativnost in socialne interakcije, hkrati pa lahko nenadzorovana in

prekomerna raba vodi v kognitivne in psihološke težave. Ključni dejavniki tveganja vključujejo vrsto in trajanje digitalne izpostavljenosti ter razvojni kontekst otroka. Zato je nujno oblikovati uravnotežen pristop, ki poleg časovnih omejitev poudarja pomen kakovostnih digitalnih vsebin, aktivne uporabe ter osveščenosti o dolgoročnih učinkih.

4 ZAKLJUČEK

Razvoj digitalne tehnologije je korenito preoblikoval otroštvo in mladostništvo, saj so zasloni in digitalne naprave postali sestavni del kognitivnega in socialnega razvoja. Kljub številnim raziskavam o njihovem vplivu rezultati ostajajo heterogeni in pogosto nasprotujoči si, kar otežuje oblikovanje enotnih smernic za uravnoteženo uporabo digitalnih medijev pri otrocih in mladostnikih.

Pregled literature je pokazal, da digitalne tehnologije lahko negativno vplivajo na izvršilne funkcije, pozornost, spanec in duševno zdravje, še posebej pri prekomerni, nenadzorovani in pasivni uporabi. Po drugi strani pa lahko aktivna, ciljno usmerjena in strukturirana raba digitalnih vsebin prispeva k izboljšanju kognitivnih sposobnosti, razvoju socialnih veščin in spodbujanju kreativnosti. Ključni dejavniki, ki določajo, ali bo digitalna izpostavljenost prinesla koristi ali tveganja, vključujejo starost uporabnika, vsebino in način uporabe tehnologije, socialni kontekst ter individualne razlike.

Čeprav so dosedanje raziskave omogočile vpogled v vpliv uporabe zaslonov, so njihovi rezultati pogosto metodološko omejeni, saj rezultati pogosto temeljijo na samoocenjevalnih podatkih. Zato bi bile potrebne dodatne longitudinalne raziskave, ki bi omogočile vzročne sklepe in še jasnejšo opredelitev dejavnikov vpliva na kognitivni in socialni razvoj.

Večina razvitih priporočil in smernic za uporabo zaslonov, vključno s smernicami NIJZ, se osredotoča predvsem na omejevanje časa pred zaslonom, ostajajo pa še priložnosti za nadgradnjo na področju usmerjanja otrok v kakovostno in interaktivno digitalno izkušnjo, ki bo spodbujala kognitivni in socialni razvoj ter zmanjšala tveganja za negativne posledice. Ključni koncept pri tem je digitalna higiena, ki ne vključuje le omejevanja uporabe zaslonov, temveč tudi razvoj zdravih digitalnih navad, kot so premišljena izbira vsebin, uravnoteženost med digitalnimi in analognimi dejavnostmi, zaščita duševnega zdravja ter skrb za digitalno varnost.

Pomembno vlogo pri tem procesu ima tudi šolski sistem, ki lahko s sistematičnim vključevanjem digitalne pismenosti in kritičnega razmišljanja o digitalnih vsebinah

otrokom pomaga razviti odgovoren odnos do tehnologije. Učitelji lahko usmerjajo učence k uporabi digitalnih orodij na način, ki spodbuja ustvarjalnost, sodelovalno učenje in analitično mišljenje, hkrati pa zmanjšuje tveganja, povezana s pasivno ali nenadzorovano rabo zaslonov. Poleg tega lahko šolski sistem prispeva k ozaveščanju staršev in vzgojiteljev o pomenu strukturiranega digitalnega okolja, kar omogoča boljšo usklajenost med šolskimi in domačimi pristopi k digitalni vzgoji.

Ker digitalne tehnologije preoblikujejo otroštvo na več ravneh – od nevrobiološke in kognitivne do socialne in kulturne – je nujno interdisciplinarno sodelovanje raziskovalcev s področij nevroznanosti, psihologije, pedagogike in digitalne tehnologije. Le tako bomo lahko oblikovali celostne smernice, ki bodo otrokom omogočile, da izkoristijo prednosti digitalne dobe ob hkratnem zmanjševanju njenih tveganj.

LITERATURA

- Brandt, Å., Jensen, M. P., Søberg, M. S., Andersen, S. D., & Sund, T. (2020). Information and communication technology-based assistive technology to compensate for impaired cognition in everyday life: A systematic review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 15(7), 810–824. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1765032>
- Clemente-Suárez, V. J., Beltrán-Velasco, A. I., Herrero-Roldán, S., Rodriguez-Besteiro, S., Martínez-Guardado, I., Martín-Rodríguez, A., & Tornero-Aguilera, J. F. (2024). Digital Device Usage and Childhood Cognitive Development: Exploring Effects on Cognitive Abilities. *Children*, 11(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/children11111299>
- Doron, E. (2017). Fostering creativity in school aged children through perspective taking and visual media based short term intervention program. *Thinking Skills and Creativity*, 23, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.12.003>
- Dumontheil, I. (2014). Development of abstract thinking during childhood and adolescence: The role of rostral lateral prefrontal cortex. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 57–76. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.07.009>
- Gabard-Durnam, L., & McLaughlin, K. A. (2020). Sensitive periods in human development: Charting a course for the future. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 36, 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.09.003>
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. M. E. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66–78. <https://doi.org/10.1037/a0034857>
- Haddock, A., Ward, N., Yu, R., & O'Dea, N. (2022). Positive Effects of Digital Technology Use by Adolescents: A Scoping Review of the Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14009. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114009>
- Hu, B. Y., Johnson, G. K., Teo, T., & Wu, Z. (2020). Relationship Between Screen Time and Chinese Children's Cognitive and Social Development. *Journal of Research in Childhood Education*, 34(2), 183–207. <https://doi.org/10.1080/02568543.2019.1702600>
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive Periods in the Development of the Brain and Behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412–1425. <https://doi.org/10.1162/0898929042304796>
- Law, E. C., Han, M. X., Lai, Z., Lim, S., Ong, Z. Y., Ng, V., Gabard-Durnam, L. J., Wilkinson, C. L., Levin, A. R., Rifkin-Graboi, A., Daniel, L. M., Gluckman, P. D., Chong, Y. S., Meaney, M. J., & Nelson, C. A. (2023). Associations Between Infant Screen Use, Electroencephalography Markers, and Cognitive Outcomes. *JAMA Pediatrics*, 177(3), 311. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.5674>
- Lövdén, M., Fratiglioni, L., Glymour, M. M., Lindenberger, U., & Tucker-Drob, E. M. (2020). Education and Cognitive Functioning Across the Life Span. *Psychological Science in the Public Interest*, 21(1), 6–41. <https://doi.org/10.1177/1529100620920576>
- Marciano, L., Camerini, A.-L., & Morese, R. (2021). The Developing Brain in the Digital Era: A Scoping Review of Structural and Functional Correlates of Screen Time in Adolescence. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.671817>

- Neophytou, E., Manwell, L., & Eikelboom, R. (2021). Effects of Excessive Screen Time on Neurodevelopment, Learning, Memory, Mental Health, and Neurodegeneration: A Scoping Review. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 19. <https://doi.org/10.1007/s11469-019-00182-2>
- Paulich, K. N., Ross, J. M., Lessem, J. M., & Hewitt, J. K. (2021). Screen time and early adolescent mental health, academic, and social outcomes in 9- and 10- year old children: Utilizing the Adolescent Brain Cognitive Development SM (ABCD) Study. *PloS One*, 16(9), e0256591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256591>
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O., & Williams, S. M. (2004). *Neuroscience* (3rd Edition) (3rd ed.). Sinauer Associates, Inc.
- Robinson, T. N., Banda, J. A., Hale, L., Lu, A. S., Fleming-Milici, F., Calvert, S. L., & Wartella, E. (2017). Screen Media Exposure and Obesity in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 140(Suppl 2), S97–S101. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758K>
- Vintar Spreitzer, M., Baš, D., Radšel, A., Anderluh, M., Vreča, M., Reš, Š., Selak, Š., Hudoklin, M., & Osredkar, D. (2021). *Smernice za uporabo zaslonov pri otrocih in mladostnikih*. Sekcija za primarno pediatrijo Združenja za pediatrijo Slovenskega zdravniškega društva.
- von Bernhardt, R., Bernhardt, L. E., & Eugenin, J. (2017). What Is Neural Plasticity? *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1015, 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62817-2_1