

VIRTUELNA REALNOST I

PROCENA NEUROKOGNITIVNIH FUNKCIJA

Dragana Đurić Jočić¹, Viktor Pavlović², Đurđevka Kolundžija

¹Univerzitetski klinički centar Srbije, Klinika za psihijatriju, Beograd, Srbija

²Univerzitet Singidunum, Fakultet za medije i komunikacije, Beograd, Srbija

DOI 10.5937/ engrami46-53122

Primljeno / Received: 01. sep. 2024.

Prihvaćeno / Accepted: 09. okt. 2024.

Objavljeno na internetu / Online first: 10. nov. 2024.

Sva prava zadržana (c) 2024 Engrami



Ovaj rad je pod Creative Commons Autorstvo-Deli pod istim uslovima 4.0 međunarodnom licencom. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

SAŽETAK

Ekspanzija tehnologije u poslednjih dvadeset godina dovela je do digitalizacije psiholoških mernih instrumenata i produkcije novih tehnika procene od kojih se virtuelna realnost (VR) posebno ističe na planu kliničke korisnosti. VR podrazumeva privremenu suspenziju kontakta sa realnošću i postavljanja osobe u simuliranu, eksperimentalno kontrolisanu situaciju koja podseća na realno okruženje. Uronjenost u digitalnu realnost može biti potpuna ili delimična, to je je dimenzija koja zavisi od tehnoloških karakteristika virtuelnog sistema i utiče na psihološke procese i doživljaj ispitanika prilikom procesa merenja. Umesto klasičnih papir-olovka testova virtuelno okruženje predstavlja sasvim novi medij i eksperimentalnu situaciju kakvu do sada nismo imali, što generiše obilje ideja u psihologiji. U istraživanjima se najčešće ispituje ekološka validnost ili konvergentna validnost između

psiholoških testova i situacija kreiranih u VR, najviše na grupama osoba sa demencijom i shizofrenijom. Predmet merenja su obično egzekutivne funkcije, a posebno interesovanje izaziva mogućnost da merenje u VR omogući ranu detekciju kognitivnih smetnji kod zdravih osoba. U radu se diskutuje o prednostima VR u odnosu na klasične neuropsihološke testove, a i o slabostima, posebno o fenomenu „bolest virtuelne realnosti“, koja ograničava trajanje testiranja i umanjuje validnost merenja. Već je sasvim izvesno da će doći do uključivanja VR tehnike u psihološku bateriju testova kako bi se povećala senzitivnost i ekološka validnost neuropsihološke procene, ali i dobile preporuke kako se VR dalje može koristiti u rehabilitaciji i terapiji kognitivnih funkcija.

Ključne reči: virtuelna realnost, neurokognitivne funkcije, neuropsihološka procena

UVOD

Uvođenje digitalne paradigme u psihologiju najpre je tokom XX veka bilo postepeno, a od perioda pandemije je razvoj telepsihologije postao daleko intenzivniji, a psiholozi otvoreniji za brzo uvođenje tehnoloških inovacija. Rezultati istraživanja su pokazali da su se nove tehnologije i u našoj zemlji najbrže implementirale u radu psihoterapeuta, posebno u periodima kada je bila preporučena socijalna distanca. Mnogi terapeuti i posle pandemije online ili hibridne forme psihoterapije vide kao sasvim prihvatljiva rešenja kada nije moguć lični kontakt sa klijentom^[1]. U oblasti istraživanja, upotreba računara je omogućila složene eksperimentalne nacrti i kros kulturalna istraživanja čiji je obim po broju ispitanika i raznovrsnosti ispitivanih kultura prevazišao dotadašnju naučnu praksu.

Upotreba novih tehnologija transformiše još jednu, bazičnu oblast rada psihologa, a to je testovna procena ličnosti i posebno procena kognitivnih sposobnosti. U oblasti dijagnostike, odnosno šire definisane procene ličnosti, nove tehnologije se koriste na sledeći način^[2] : a) primena digitalnog oblika instrumenta, u situaciji kada i dalje postoji lični kontakt sa ispitanikom; b) procena gde nema direktnog kontakta sa ispitanikom, već se sva komunikacija i testiranje odvijaju putem interneta; c) kompjuterski bazirana test interpretacija kada softveri skoruju odgovore, interpretiraju dobijene rezultate procene i formiraju pismene izveštaje koje ispitivač može da iskoristi u formiranju svog nalaza; d) bihejvioralna psihologija gde se pomoću mobilnih aplikacija prati pojava telesnih senzacija ili simptoma tokom dana (npr. pojava anksioznosti); e) korišćenje tehnologije virtuelne realnosti (u daljem tekstu VR) u proceni različitih aspekata ličnosti i rehabilitaciji.

Period od 1990. do 2000. godine karakteriše prenošenje klasičnih neuro/psiholoških testova u digitalni oblik. Svi izdavači psiholoških testova nude platforme za primenu testova putem interneta, brzu obradu rezultata i interpretaciju nalaza na osnovu poređenja sa nekliničkim i različitim kliničkim uzorcima. To je omogućilo da se klasični testovni materijal papir-olovka digitalizuje, tako da različiti ispitivači test primene na istovetan, standardizovani način i da se tumačenje rezultata što više unificira.

Od 2009. godine sve više raste interesovanje za primenu virtuelne realnosti u proceni, ali ne samo neuropsiholoških funkcija. Uz pomoć VR tehnologije u *kliničkoj neuronauci* može da se ispituje kognitivno i afektivno procesiranje ispitanika u realnom vremenu na način koji je najbliži realnom svetu i funkcionalnim sposobnostima. U *afektivnoj neuronauci*, da se proučavaju „vruće“ reakcije ispitanika baš u trenutku kada postoji afektivna pobuđenost (a ne kasnije kada se radi o sećanju na neku emociju), a u *socijalnoj neuronauci* da ispitanik dobije osećaj „prisustva“ i da bude učesnik u emocionalno angažovanim socijalnim interakcijama i različitim narativima koji se odvijaju u pozadini samog zadatka^[3].

Pregled radova^[4] pokazuje da u poslednjoj deceniji sve više raste broj objavljenih članaka o korišćenju VR u proceni kognitivnih funkcija (npr. bilo ih je oko 160 u toku 2019. godine). Pregled sadržaja pokazuje da dominiraju sledeće teme:

- najveći broj radova bavi se pitanjem dijagnostike, odnosno procene neurokognitivnih deficita, a zatim korišćenja VR u rehabilitaciji. Dva su tipa nacrtu u kojima se validiraju merenja putem VR: (a) procena vođena funkcijom gde se rezultat dobijen korišćenjem VR instrumenata korelira sa životnim i svakodnevnim funkcionisanjem ispitanika (npr. skale kojima se procenjuje snalaženje tokom rada, u saobraćaju, u svakodnevnim aktivnostima) (b) procena vođena konstruktom gde se kao mera za poređenje koriste provereni neuropsihološki testovi.
- polovina radova bavi se ispitivanjem neuroloških poremećaja kao što su demencije posebno Alchajmerova, blagi kognitivni deficiti, subjektivni doživljaj kognitivnog pada, moždani udari i povrede mozga. Od psihijatrijskih poremećaja stalno raste interesovanje za ispitivanje neurokognitivnih poremećaja u shizofreniji, a manji broj radova ispitivao je ADHD, autizam, bipolarnu poremećaje i depresiju.
- Neuropsihološka procena, pa tako i zadaci u VR usmereni su pre svega na egzekutivne funkcije (inhibiciju, kognitivnu fleksibilnost i radnu memoriju) zbog njihovog značaja za svakodnevno funkcionisanje i relacije sa mnogim mentalnim bolestima. Autori konstruišu

zadatke u VR koji su pandan neuropsihološkim testovima i ciljano ispituju niz funkcija: pamćenje, pažnju, spacijalne aktivnosti, planiranje, donošenje odluka i rešavanje problema.

Postavlja se pitanje u čemu su prednosti ili slabosti merenja kognitivnih funkcija uz pomoć VR u odnosu na klasične neuropsihološke instrumente i zašto bi kliničari trebalo da koriste ovu novu tehnologiju u svom radu? Odgovor je složen i zahteva da se kliničari detaljnije upoznaju sa prirodom VR i kako ona menja percepciju i doživljaj ispitanika.

TIPOVI VIRTUELNIH INTERAKCIJA

Virtuelna realnost se definiše kao napredna forma humano-kompjuterskog interfejsa koji omogućava korisniku da u realnom vremenu uđe u interakciju sa računarski generisanim virtuelnim okruženjem^[5]. Sistem koristi različite tehnološke alate kao što su displej (ekran u formi naočara) koji se stavlja na lice radi prenosa vizuelnih stimulusa, slušalice za prenos zvuka, video sistem, rukavice ili džojstike (sisteme upravljanja) kako bi se poboljšala interakcija sa virtuelnim objektima.

Virtuelna realnost podrazumeva privremenu suspenziju kontakta sa realnošću i postavljanje osobe u simuliranu, eksperimentalno kontrolisanu situaciju koja u najvećoj meri podseća na realno okruženje. Osoba može biti *potpuno uronjena* u virtuelnu realnost, kao kod 3D projekcija gde osoba nosi naočare, rukavice za interakciju i kreće se u prostoru. U ovom slučaju sasvim osoba je uronjena u kompjuterizovanu predstavu sveta, vidi 360° okruženja oko sebe, iz različitih perspektiva i distanci, kreće se kroz njega i stupa u interakciju sa elementima virtuelne realnosti, što je istraživački najinteresantnije. U drugom slučaju, osoba je *semi-uronjena* kada sedi pred velikim zakrivljenim monitorom koji dobro simulira realnost, ali može biti i *ne-uronjena* kada osoba sedi pred ravnim monitorom gde je utisak virtuelnog značajno smanjen, kao i procesi identifikacije i doživljaj „sada i ovde“ u odnosu na virtuelni scenario.

Dakle, nisu sva istraživanja VR ista i važno je kako je postavljen ispitanik na dimenziji virtualno-realno, jer je koncept virtuelnosti zapravo dimenzionalan i pokreće različiti nivo identifikacije i projekcije kod ispitanika. Na nacrt istraživanja utiče i to da li postoji avatar (digitalni lik koji je reprezent subjekta u virtuelnom prostoru) koga ispitanik sam bira u galeriji likova ili vidi samo ruke kojima manipuliše i koje opaža kao deo svoje telesne sheme. Sličnost avatara i ispitanika takođe može da utiče na to koliko se osoba oseća „uronjena“ u telo avatara,

koliko ima doživljaj prisutnosti u realnom vremenu i u emocionalnom doživljaju virtualne realnosti^[6].

Drugi značajni argumenti za uvođenje virtualne realnosti u merenja, tiču se senzitivnosti neuropsiholoških instrumenata, koji pokazuju dobru senzitivnost na kliničkoj populaciji, ali ne i na nekliničkoj. Ovi testovi dobro prepoznaju poremećaj, ali ne i blage kognitivne smetnje koje su najave bolesti, što je posebno važno kada se radi o ranom prepoznavanju demencija. Sadašnji instrumentarijum uključuje papir-olovka testove za brzi skrining i ovi testovi su ekonomični, jer je ispitivanje lako i brzo, ali oni nemaju specifičnost i ne pokrivaju širok spektar kognitivnih domena. Drugi mogući izbor za procenu su testovne baterije koje pružaju dobar uvid u strukturu sposobnosti ispitanika i imaju bolju validnost, ali su neekonomične jer ispitivanje dugo traje.

PREDNOSTI PRIMENE VIRTUELNE REALNOSTI

Kada su u pitanju metode koje koriste VR, istraživanja su pokazala da one imaju umerenu do visoku senzitivnost u detekciji neurorazvojnih, neuroloških i psihijatrijskih poremećaja^[7]. Na osnovu metaanalize 18 studija zaključeno je da su egzekutivne funkcije, pamćenje i vizuelno-prostorna analiza bili superitoni u grupi zdravih kontrola u odnosu na klinički uzorak^[8].

Senzitivnost VR instrumenata se može uvećati daljim tehnološkim inovacijama, npr. biosenzorima koji prate EEG, pokrete oka, pupilometriju (uvećanje zenica), karakteristike govora i gramatike (formiranje i fluentnost rečenice, sintakse i gramatike na osnovu kojih je moguće dijagnostikovati Alchajmerovu demenciju ili blage kognitivne poremećaje). Sve ove fiziološke i ponašajne reakcije obično prolaze neprimećene u kliničkoj praksi, a mogu biti rani indikatori poremećaja, jer su pokazale korelaciju sa kasnije nastalim ozbiljnijim kognitivnim problemima. Unapređenja će verovatno ići i u pravcu bolje procene prostorne orijentacije, kako bi se detektovali rani stadijumi neurodegenerativnih bolesti. Prostorna orijentacija je multisenzorni proces ključno važan za svakodnevno funkcionisanje, njena uspešnost zavisi od interakcije niza kognitivnih sposobnosti, kao što su percepcija, pažnja, pamćenje i donošenje odluka. Prilikom orijentacije koriste se alocentrična i egocentrična orijentacija (u odnosu na okolinu i u odnosu na sebe), kao i orijentaciona memorija. Svi ovi parametri su poremećeni kod shizofrenih i dementnih osoba, što može biti koristan i rani detektor poremećaja, koji značajno ometa funkcionalnost osobe. Prostorna orijentacija se ne može se ispitati klasičnom

neuropsihološkom baterijom, dok se prednost VR tehnologije ogleda upravo u tome što smešta i ispituje snalaženje osobe u prostornom polju, koje je definisano nizom parametara^[9].

Dok neuropsihološki testovi ispituju pojedinačne funkcije u izolovanoj i kontrolisanoj laboratorijskoj/kliničkoj sredini, VR ima prednost u tome što ispituje njihovo interaktivno delovanje, zatim u situacijama kada postoji zahtev za paralelnim aktivnostima (multitasking) ili kada postoje distraktori. Sve ove situacije su sličnije životnim okolnostima, gde osoba ne koristi samo jednu funkciju i ne nalazi se samo pred jednim izolovanim zadatkom i sasvim zaštićena od spoljašnjih distaktora.

Nove tehnologije su izmenile i samu prirodu testovnog zadatka u odnosu na klasične psihološke testove. Testovni zadatak i dalje ostaje pretežno vizuelni, ali su sada stimuli dinamični, a ne više statični, a 3D projekcije uvode faktor dimenzionalnosti u testovni zadatak i angažuju prostornu orijentaciju. Umesto da ispitanik manuelno rukuje testovnim materijalom, sada rukuje tehnologijom VR koja angažuje vizuelni, motorni i proprioperceptivni sistem.

Digitalizacija omogućava da merenje reakcija ispitanika bude preciznije i da ispitivač po potrebi modifikuje redosled izlaganja zadataka na osnovu prethodnih uspeha ili neuspeha ispitanika. Merenje je preciznije, pa omogućava da se proceni ceo kontinuum kognitivnih sposobnosti, a ne samo na osnovu korišćenja cut-off vrednosti. Tehnologija VR omogućava i da se dobijene mere o neuropsihološkim ili drugim funkcijama skladište i lako porede u retestiranju ili koriste u istraživanjima.

Kao ključni argument u prilog uvođenja virtuelne realnosti u procenu navodi se očekivanje da ona uveća i senzitivnost i ekološku validnost neuropsihološke procene. Međutim, usložnjavanjem VR okruženja uvodi se set novih varijabli poput kompleksnosti samog zadatka i korisničkog interfejsa. To dalje može učiniti težim da se određene kognitivne funkcije izoluju ili kompariraju spram drugih grupa, pa se samim tim redukuje senzitivnost VR. Zato se preporučuje sprovođenje studija koje bi ispitale optimalan odnos senzitivnosti i ekološke validnosti u kontekstu neurokognitivne procene.

Doprinos VR ekološkoj validnosti trebalo bi da bude značajan, naročito kada se uzme u obzir metastudija koja je ispitivala ekološku validnost klasičnih neuropsiholoških testova i njihovih kompozita, u kojoj je navedeno da učinak na klasičnim neuropsihološkim testovima objašnjava samo 5-21% varijanse pacijentovog svakodnevnog funkcionisanja^[10]. Dakle, kliničarima su potrebni testovi na osnovu kojih se u većoj meri može proceniti kako se ispitanik

snalazi u rutinskim dnevnim zadacima i na osnovu toga postaviti dijagnostička hipoteza, napraviti plan terapije, rehabilitacije ili prognoza daljeg razvoja poremećaja.

Korišćenje VR čini procenu ekonomičnom, jer redukuje vreme procene, čini je jednostavnijom za ispitivača i zanimljivijom za ispitanika. Tako prezentovani zadatak privlači više pažnje ispitanika i uvećava njegovu uključenost u zadatak, pa on pokazuje svoju maksimalnu performansu, gde su vreme reakcije i varijabilnost vremena reakcije manji, nego kada se iste osoba ispituje papir-olovka testovima.

IZAZOVI U PRIMENI VR INSTRUMENTATA

Kako bi se ispitilo iskustvo tokom testiranja, nastale su skale samoprocene, kao što je Virtual Reality Neuroscience Questionnaire – VRNQ^[11]. Na ovim skalama samoprocene ispitanik izveštava o tome koliko je bio zadovoljan tehnološkim rešenjima na hardveru i softveru instrumenta, ali i o svom doživljaju tokom ispitivanja, koliko je bio „uronjen“ u iskustvo, a koliko je osećao neku vrsta telesne ili afektivne nelagodnosti izazvane samom tehnologijom. Na ovom i na drugim sličnim skalama samoprocene, većina ispitanima izveštava da testiranje uz pomoć VR doživljavaju kao pozitivno i zabavno iskustvo koje izaziva uživanje, a važno je i da su manje anksiozni, nego kada se ispituju u klasičnoj kliničkoj i testovnoj situaciji^[12].

Ispitujući ovakvo iskustvo, istraživači su dobili podatak da ispitanici doživljavaju tokom procene *bolest virtuelne stvarnosti* (cybersickness), odnosno telesne tegobe (mučnina, glavobolja, povraćanje, dezorijentacija, konfuzija), koje oseća čak trećina ispitanika u većoj ili manjoj meri. Testiranje na VR instrumentima traje obično od 15 do maksimalno 55-70 minuta, pa osobe sa kinetozama mogu osećati simptome zbog kojih nisu dobri kandidati za ovakvu vrstu merenja. Istraživanja pokazuju da bolest virtuelne stvarnosti češće doživljavaju žene, ali se smatra da do tog dolazi ne samo zato što su žene više sklone kinetozama, već i zato što tehnički delovi uređaja (VR naočare) nisu prilagođene dimenzijama ženskog lica, pa je udaljenost zenica na naočarama veća nego što to odgovara ženama^[13]. Može se postaviti i pitanje da li VR kao medij testiranja više odgovara muškarcima, nego ženama, pre svega zbog polnih razlika koje su istraživački pronađene ispitivanjem spacijalnih sposobnosti^[14]. To sugerira da je potrebno u uzorcima kontrolisati polnu zastupljenost i da treba pažljivo razmotriti da li postoje razlike u normama na osnovu pola ispitanika. Drugo, nedostaje istraživanja u kojima bi se ispitivao uticaj dužine ispitivanja na rezultate i zamor kod ispitanika u uslovima virtuelne realnosti, kao i

testiranje u kojoj meri ranija iskustva sa ovom tehnologijom pomažu ispitaniku da uspešnije odgovori na zadatak. Sve su to varijable koje proizilaze iz smeštanja ispitanika u novi kontekst, a mogu uticati na validnost dobijenih mera.

Kao još jednu slabost VR tehnologije, navodi se i to što može da diskriminiše pacijente s problemima motorike, starije osobe, manje inteligentne i obrazovane ispitanike kojima rad na računaru nije poznat ili imaju teškoće da rukuju tehnologijom, da razumeju ideju avatara ili da prate naloge na ekranu. Senzorni deficiti mogu da ometaju ili onemogućavaju i klasično neuropsihološko i ispitivanje u VR, ali se čini da je i veći krug ispitanika za koje će ispitivanje u VR biti otežano. Tu spadaju i neke kategorije psihijatrijskih pacijenata (npr. anksiozni i psihotični poremećaji) za koje složena i nedovoljno poznata tehnologija može da predstavlja izvor anksioznosti ili nelagode izazvane interpretativnim i iracionalnim doživljavanjem testovne situacije.

Iako je istraživačka literatura sve veća, praktičnu primenu odlaže činjenica da ne postoji jedan i opšte prihvaćeni sistem testova u VR, već svaki autor koristi VR softver koji je sam napravio, pa za sada nema kumulacije podataka o samo jednom programu od nezavisnih istraživača. Pregled istraživanja pokazuje da su scenariji koji se koriste takođe različiti. Kao scenario za ispitivanje obično se koriste svakodnevna okruženja, kako bi se uvećala ekološka vrednost procene, a to mogu biti: market, kuhinja, virtuelna učionica ili kancelarija, ulica ili neka tipična socijalna situacija. Scenario VR se može modifikovati prema potrebama ispitivanja i prilagoditi iskustvu pojedinačnog ispitanika, što je ključno važno ako se ispituje relacija egzekutivnih funkcija i instrumentalnih aktivnosti dnevnog života.

SAVREMENI EKSPERIMENTALNI PROGRAMI

Kao ilustraciju kako izgleda 3D okruženje i tip zadataka, navodimo nekoliko složenih i dobro razvijenih sistema za ispitivanje kognitivnih funkcija.

VR-EAL Virtuelna laboratorija za procenu svakodnevnice^[15] namenjena je merenju prospektivne i epizodičke memorije, pažnje i egzekutivnih funkcija. Koriste se različita virtuelna okruženja (kancelarija, saobraćaj, kuhinja) i scenarija kako bi se kroz širok spektar aktivnosti uvećala ekološka validnost procene. Ispitivane su zdrave osobe sa i bez gejmerskog iskustva (N=41) i vodili su računa da polovina ispitanika budu žene. Procenjivali su korelaciju rezultata sa klasičnim neuropsihološkim testovima, kako subjekti procenjuju sličnost zadataka

sa svakodnevnim funkcionisanjem i stepen prijatnosti tokom ispitivanja. Konstrukt i konvergentna validnost VR-EAL su bili dobri kao i stepen zadovoljstva samih ispitanika koji nisu izveštavali o doživljenim tegobama tokom 60 minuta testiranja.

CAVIR sistem - Kognitivna procena u virtuelnoj realnosti^[16] procenjuje verbalnu memoriju, brzinu procesiranja, pažnju, radnu memoriju i veštine planiranja. Kao model situacije koristi se scenario virtuelne kuhinje u kojoj ispitanik treba da planira, donosi odluke i organizuje aktivnosti. U istraživanju je potvrđena validnost i senzitivnost ovog sistema kod pacijenata s afektivnim (N=40) i psihotičnim poremećajima (N=40), u odnosu na kontrolnu grupu (N=40). Sistem je pokazao umerenu i značajnu korelaciju 0.58 sa klasičnim neuropsihološkim testovima, visoko je senzitivan na neuropsihološke poremećaje, pokazao je srednje korelacije sa drugim merama svakodnevnog funkcionisanja ispitanika.

Program CAVIRE-Kognitivna procena korišćenjem VR^[17], ispituje 6 kognitivnih funkcija: perceptualno-motorne, egzekutivne funkcije, kompleksnu pažnju, socijalnu kogniciju, jezik, učenje i memoriju. Sistem ima 13 segmenata u kojima osoba treba da izvede seriju aktivnosti: priprema hrane, pranje zuba, prelaženje ulice, prepoznavanje lica osoba u novinama, rukovanje novcem, izbor emocije adekvatne za situaciju proslave ili kada se prisustvuje saobraćajnoj nesreći itd. Ispitali su 175 osoba sa i bez kognitivnog poremećaja, paralelno sa skalama koje procenjuju neuropsihološke funkcije i svakodnevne aktivnosti, pokazujući kliničku upotrebljivost ovog sistema u diferencijalnoj dijagnostici.

Program VStore^[18] simulira kupovinu u marketu i koristi matematičke modele procene ponašanja. Validnost je ispitivana poređenjem rezultata psihotičnih pacijenata (N=26) i nekliničkog uzorka (N=125). Mapira se kretanje ispitanika kroz virtuelni market kako bi se procenilo spacijalno-temporalno ponašanje tako što se skoruje: koliko je optimalna tura koju je koristio, kakva je bila procena proporcionalne udaljenosti, koliko je bilo grešaka, a kao najprediktivnije su se pokazale mere oklevanja u izvršavanju zadataka.

ZAKLJUČAK

Sistemi procene zasnovani na tehnologiji virtuelne realnosti imaju ogromni potencijal da zamene klasične testove papir-olovka, ali je potrebno ujednačavanje metodoloških zahteva u proveru različitih instrumenata koji koriste VR, više validacionih studija za jedan isti instrument na različitim kliničkim uzorcima i na nekliničkoj populaciji. Potrebno je i dalje tehnološko

unapređivanje softvera i hardvera kako bi plasiranje zadataka i merenje reakcija bilo precizno, jasno definisane funkcije koje se mere i kako unaprediti subjektivni doživljaj ispitanika, a umanjiti posledice izloženosti virtuelnoj tehnologiji kako bi merenje bilo validnije.

Korišćenje VR u proceni ličnosti predstavlja nesumnjivi naučni skok u oblasti procene ličnosti, generiše nove ideje i istraživanja u sasvim drugoj dimenziji u odnosu na korišćenje klasičnih (neuro)psiholoških testova. Međutim, još uvek se radi o eksperimentalnim modelima i postavlja se pitanje koliko je klinička praksa, pa tako i praksa u Srbiji daleko od korišćenja novih tehnologija u svakodnevnom radu. Psihološka nauka je zasnovana tako što je početkom XX veka ponudila psihološke laboratorije, u kojima se naučnim metodama ispituju psihološki procesi, a početkom XXI veka se psiholozi opet vraćaju u laboratorije, ali ovoga puta digitalne s idejom da će to doprineti novom razumevanju u radu sa ljudima.

Korespondencija /Corespondance:

Dragana Đurić Jočić

Univerzitetski klinički centar Srbije, Klinika za psihijatriju,

Pasterova 2, 11000 Beograd, Srbija

E-mail: drdraganadjuric@gmail.com

VIRTUAL REALITY AND ASSESSMENT OF NEUROCOGNITIVE FUNCTIONS

Dragana Đurić Jočić¹, Viktor Pavlović², Đurđevka Kolundžija

¹ University Clinical Center of Serbia, Clinic for Psychiatry, Belgrade, Serbia

² Singidunum University, Faculty of Media and Communications, Belgrade, Serbia

ABSTRACT

The expansion of technology over the past twenty years has led to the digitalization of psychological assessment tools and the development of new evaluation techniques, with virtual reality (VR) standing out in terms of clinical utility. VR involves temporarily suspending contact with reality and placing a person in a simulated, experimentally controlled situation that resembles a real environment. Immersion in digital reality can be either complete or partial, a dimension that depends on the technological characteristics of the virtual system and affects psychological processes and the participant's experience during the assessment process. Instead of traditional paper-and-pencil tests, the virtual environment represents a completely new medium and experimental situation that we have not previously encountered, generating a wealth of ideas in psychology. Research often investigates the ecological validity or convergent validity between psychological tests and situations created in VR, particularly with groups of individuals with dementia and schizophrenia. Executive functions are typically the focus of measurement, and there is particular interest in the potential of VR-based assessment to enable early detection of cognitive impairments in healthy individuals. The paper discusses the advantages of VR over traditional neuropsychological tests, as well as its drawbacks, particularly the phenomenon of virtual reality sickness, which limits the duration of testing and reduces the validity of measurements. It is already evident that VR techniques will be implemented into psychological test batteries to increase the sensitivity and ecological validity of neuropsychological assessments, and recommendations will be provided on how VR can be clinically utilized in the rehabilitation and therapy of cognitive functions.

Key words: virtual reality, neurocognitive functions, neuropsychological assessment

Literatura / Literature:

1. Đurić-Jočić D, Pavlović V, Prica I. Upotreba telepsihoterapije u radu psihologa u Srbiji. U: ALOPS 23 Vulnerabilnosti savremenog doba: pojedinac i porodica: zbornik radova. Beograd: Akademija za humani razvoj. 2024;81-93.
2. Đurić-Jočić D. Psihološka procena i pisanje nalaza. Beograd. Sinapsa edicije; 2023.
3. Parsons TD. Virtual Reality for Enhanced Ecological Validity and Experimental Control in the Clinical, Affective and Social Neurosciences. *Front Hum Neurosci.* 2015;9:660. doi: 10.3389/fnhum.2015.00660. PMID: 26696869.
4. Kim E, Han J, Choi H, Prié Y, Vigier T, Bulteau S, Kwon GH. Examining the Academic Trends in Neuropsychological Tests for Executive Functions Using Virtual Reality: Systematic Literature Review. *JMIR Serious Games.* 2021;9(4):e30249. doi: 10.2196/30249. PMID: 34822341.
5. Riva G. Virtual Reality in Clinical Psychology. *Comprehensive Clinical Psychology.* 2022;91–105. doi: 10.1016/B978-0-12-818697-8.00006-6. PMID: PMC7500920.
6. Waltemate T, Gall D, Roth D, Botsch M, Latoschik ME. The Impact of Avatar Personalization and Immersion on Virtual Body Ownership, Presence, and Emotional Response. *IEEE Trans Vis Comput Graph.* 2018;24(4):1643-1652. doi: 10.1109/TVCG.2018.2794629. PMID: 29543180.
7. Borgnis F, Baglio F, Pedroli E, Rossetto F, Uccellatore L, Oliveira JAG, Riva G, Cipresso P. Available Virtual Reality-Based Tools for Executive Functions: A Systematic Review. *Front Psychol.* 2022;13:833136. doi: 10.3389/fpsyg.2022.833136.
8. Neğüt A, Matu SA, Sava FA, David D. Virtual reality measures in neuropsychological assessment: a meta-analytic review. *Clin Neuropsychol.* 2016;30(2):165-84. doi: 10.1080/13854046.2016.1144793. PMID: 26923937.
9. Kirkham R, Kooijman L, Albertella L, Myles D, Yücel M, Rotaru K. Immersive Virtual Reality-Based Methods for Assessing Executive Functioning: Systematic Review. *JMIR Serious Games.* 2024;12:e50282. doi: 10.2196/50282. PMID: 38407958.
10. Van der Elst W, Van Boxtel MP, Van Breukelen GJ, Jolles J. A large-scale cross-sectional and longitudinal study into the ecological validity of neuropsychological test measures in neurologically intact people. *Arch Clin Neuropsychol.* 2008;23(7-8):787-800. doi: 10.1016/j.acn.2008.09.002. PMID: 18930628.
11. Kourtesis P, Collina S, Doumas LAA, MacPherson SE. Validation of the Virtual Reality Neuroscience Questionnaire: Maximum Duration of Immersive Virtual Reality Sessions Without the Presence of Pertinent Adverse Symptomatology. *Front Hum Neurosci.* 2019;13:417. doi: 10.3389/fnhum.2019.00417. PMID: 31849627.
12. Borghetti D, Zanobini C, Natola I, Ottino S, Parenti A, Brugada-Ramentol V, Jalali H and Bozorgzadeh A. Evaluating cognitive performance using virtual reality gamified exercises. *Front. Virtual Real.* 2023; 4:1153145. doi: 10.3389/frvir.2023.1153145

13. Kourtesis P, Papadopoulou A, Roussos P. Cybersickness in Virtual Reality: The Role of Individual Differences, Its Effects on Cognitive Functions and Motor Skills, and Intensity Differences during and after Immersion. *Virtual worlds*. 2024; 3(1):62-93. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds3010004>
14. Yuan L, Kong F, Luo Y, Zeng S, Lan J, You X. Gender Differences in Large-Scale and Small-Scale Spatial Ability: A Systematic Review Based on Behavioral and Neuroimaging Research. *Front Behav Neurosci*. 2019; 18;13:128. doi: 10.3389/fnbeh.2019.00128. PMID: 31275121.
15. Kourtesis P, Collina S, Doumas LAA, MacPherson SE. Validation of the Virtual Reality Everyday Assessment Lab (VR-EAL): An Immersive Virtual Reality Neuropsychological Battery with Enhanced Ecological Validity. *J Int Neuropsychol Soc*. 2021;27(2):181-196. doi: 10.1017/S1355617720000764. PMID: 32772948.
16. Miskowiak KW, Jespersen AE, Kessing LV, Aggestrup AS, Glenthøj LB, Nordentoft M, Ott CV, Lumbye A. Cognition Assessment in Virtual Reality: Validity and feasibility of a novel virtual reality test for real-life cognitive functions in mood disorders and psychosis spectrum disorders. *J Psychiatr Res*. 2021;145:182-189. doi: 10.1016/j.jpsychires.2021.12.002. PMID: 34923359.
17. Lim JE, Wong WT, Teh TA, Lim SH, Allen JC Jr, Quah JHM, Malhotra R, Tan NC. A Fully-Immersive and Automated Virtual Reality System to Assess the Six Domains of Cognition: Protocol for a Feasibility Study. *Front Aging Neurosci*. 2021;12:604670. doi: 10.3389/fnagi.2020.604670. PMID: 33488382.
18. Mannan FA, Porffy LA, Joyce DW, Shergill SS, Celiktutan O. Automatic Detection of Cognitive Impairment with Virtual Reality. *Sensors (Basel)*. 2023;23(2):1026. doi: 10.3390/s23021026. PMID: 36679823.