

**PSIHODIAGNOSTIC ȘI INTERVENȚII PSIHOLOGICE
VALIDATE ȘTIINȚIFIC
UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI**

TEZĂ DE DOCTORAT

**VALIDITATEA EVALUĂRII
NEUROPSIHOLOGICE PRIN REALITATE
VIRTUALĂ**

REZUMAT EXTINS

**AUTOR: STUDENT DOCTORAND NEGUȚ ALEXANDRA
COORDONATOR: PROFESOR UNIV. DR. DAVID DANIEL**

**CLUJ-NAPOCA
2015**

CUPRINS

CAPITOLUL 1. FUNDAMENTE TEORETICE	1
Introducere și tema cercetării	1
Aspecte ale validității în testarea psihologică	2
Validitate ecologică	3
Relevanța cercetării prezente	4
CAPITOLUL II. OBIECTIVELE CERCETĂRII ȘI METODOLOGIA UTILIZATĂ	6
CAPITOLUL III. CERCETARE ORIGINALĂ	7
Studiul 1. Validitatea evaluării neuropsihologice prin realitate virtuală: o abordare meta-analitică	7
Introducere	7
Cercetarea prezentă	8
Metodă	10
Rezultate	12
Discuții	19
Studiul 2. Evaluarea neuropsihologică a atenției în ADHD prin utilizarea realității virtuale în comparație cu cea pe calculator: Clasa Virtuală versus o probă analogă de Performanță Continuă	21
Introducere	21
Studiul prezent	22
Metodă	23
Rezultate	25
Discuții	26
Studiul 3. Efectul mediului de învățare asupra memoriei explicite și implicite prin aplicarea Procedurii de disociere a proceselor	27
Introducere	27
Cercetarea prezentă	28
Metodă	29
Rezultate	31
Discuții	32
Studiul 4. Învăță vârstnicii diferit într-un mediu virtual? Dovezi în sprijinul conceptului	33
Introducere	33
Metodă	34
Rezultate	37

Discuții	38
CAPITOLUL IV. CONCLUZII GENERALE ȘI DISCUȚII.....	38
Implicații teoretice și practice.....	38
Limite și direcții viitoare de cercetare	40
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	43

Cuvinte cheie: realitate virtuală, validitate ecologică, evaluare neuropsihologică, validitate a testului, dificultatea sarcinii

CAPITOLUL 1. FUNDAMENTE TEORETICE

Introducere și tema cercetării¹

Realitatea virtuală se bazează pe o interfață avansată om-calculator care generează un mediu 3D și utilizează o gamă largă de tehnologii precum: dispozitive de reperare și ecrane montate pe cap (*engl.* head mounted displays, HMD) care au rolul de a asigura datele vizuale, căști și mănuși tactile pentru datele auditive și tactile, precum și mănuși sau manete care asigură și îmbunătățesc interacțiunea. Cu ajutorul acestor dispozitive și a software-ului corespunzător persoana este introdusă într-un mediu virtual generat de către calculator.

Recent, o nouă abordare în evaluarea neuropsihologică a apărut. Aceasta se bazează pe utilizarea realității virtuale (Brooks & Rose, 2005; Parsons, 2012; Rizzo, Schultheis, Kerns, & Mateer, 2004; Rose, Brooks, & Rizzo, 2005; Schultheis, Himmelstein, & Rizzo, 2002). De altfel, realitatea virtuală a început să fie utilizată în reabilitarea proceselor cognitive (Foreman & Stirk, 2005; Man, 2010; Rose et al, 2005) și în psihologia clinică ca parte procesului de desensibilizare pentru tratarea diferitelor fobii: acrofobie, agorafobie, claustrofobie, frică de zbor, fobie socială (Bullinger, Roessler, & Mueller-Spahn, 2000; Kahan, Tanzer, Darwin, & Borer, 2000; North, North, & Coble, 1995; Mühlberger et al., 2001; Mühlberger, Sperber, Wieser, & Pauli, 2008; Mühlberger, Weik, Pauli, & Wiedemann, 2006; Rothbaum, Hodges, Kooper, Opdykes, Williford, & North, 1995; Vincelli, Choi, Molinari, Weiderhold, & Riva, 2000). În plus, aplicațiile de realitate virtuală se răspândesc în evaluarea capacității de a conduce autovehicule a

¹ Acest studiu a fost publicat.

Neguț, A. (2014). Cognitive assessment and rehabilitation in virtual reality: theoretical review and practical implications. *Romanian Journal of Applied Psychology*, 16(1), 1-7.

persoanelor care au suferit leziuni cerebrale (Schultheis, & Mourant, 2001; Wald, Liu, & Reil, 2000), în antrenarea persoanelor care au dificultăți de învățare (Lannen, et al., 2002) sau handicap mintal (Standen, & Brown, 2005).

Deși realitatea virtuală reprezintă o abordare relativ nouă în domeniul psihologiei, progresele tehnologice și informatice fac din realitatea virtuală un sistem mai accesibil și utilizabil. Prin urmare, costurile dispozitivelor de realitate virtuală au început să scadă. În plus, software-ul poate fi modificat astfel încât permite mai multe aplicații de care să beneficieze diverse populații țintă (Elkind et al., 2001; Rizzo et al., 2006).

Datorită posibilităților beneficii mediile de realitate virtuală par a fi instrumente promițătoare în evaluarea și reabilitarea neuropsihologică. De altfel, se face simțită nevoia de a derula studii pe procese cognitive distincte, desfășurate pe participanți cu status clinic diferit, cu diferite instrumente de evaluare, nu doar pentru a valida instrumentele de evaluare care utilizează realitatea virtuală, dar și pentru a dezvolta noi proceduri și intervenții în evaluare și reabilitare.

Aspecte ale validității în testarea psihologică

Atunci când se discută despre validitatea unui test neuropsihologic sau test psihologic, în general, un aspect important de luat în calcul vizează aspecte ale validității. Abordări curente în testarea psihologică consideră că validitatea nu este o caracteristică inerentă testului. O direcție mai recomandată privește validitatea prin prisma scorurilor testului. Se consideră că validitatea scorurilor testului descrie cantitatea de dovezi care pot aduce sprijin inferențelor făcute pe baza rezultatelor la test (Urbina, 2004). Literatura de specialitate care abordează aspecte ale testelor psihologice (Urbina, 2004) propune o serie de surse de unde pot fi colectate dovezi ale validității unui test psihologic, iar studiile ar trebui să se focalizeze pe obținerea de dovezi din cât mai multe surse cu puțință în raport cu scopul testului care să susțină validitatea unui test psihologic.

Datorită faptului ca validitatea de construct este considerată ca aspectul esențial al testelor psihologice, am ales să abordăm acest aspect. În plus, majoritatea formelor de validitate precum validitatea de criteriu, convergentă și divergentă sunt considerate aspecte ale validității de construct (Urbina, 2004; Messick, 1995).

Validitate ecologică

Validitatea ecologică a devenit un aspect important în evaluarea neuropsihologică. Validitatea ecologică implică legătura dintre provocările măsurate de către probele neuropsihologice, în laborator și cele pe care participantul le are de confruntat în lumea reală (Wasserman & Bracken, 2003). În sens larg, validitatea ecologică a unui test psihologic se referă la capacitatea testului de a oferi rezultate similare cu cele care ar fi înregistrate în lumea reală (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Wasserman & Bracken, 2003). Un nivel adecvat de validitate ecologică al unui test neuropsihologic implică ca pe baza rezultatului la test și a interpretărilor care se fac pe baza acestuia să se poată face predicții acurate a comportamentului în situații concrete de viață (Van der Elst et al., 2008).

Două abordări cu privire la aspecte ale validității ecologice a unui test sunt prevăzute în domeniu. Prima se refera la probabilitate, iar cea de-a doua la veridicitate. Probabilitatea se focalizează pe gradul în care provocările și cerințele din testele neuropsihologice se aseamănă cu cele exprimate în contexte de lume reală (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003). De exemplu, o încercare de a crește probabilitatea testului se concretizează prin includerea în itemii testului a unor exemple de sarcini cognitive zilnice. Aspectul principal în această abordare nu se pune pe gradul de discriminare a testului, ci pe cât de bine scorurile la test reflectă abilități cognitive zilnice. Scopul testelor cu probabilitate ridicată nu este de a detecta și discrimina între persoanele cu leziuni cerebrale, dar să identifice persoanele care sunt afectate în sarcinile zilnice (Chaytor &

Schmitter-Edgecombe, 2003). În încercarea de a crea teste cu probabilitate ridicată s-au dezvoltat o serie de teste precum: Evaluarea Comportamentală a Sindromului Disexecutiv (Wilson et al., 1986) pentru evaluarea funcțiilor executive, Testul de atenție cotidiană (Robertson et al., 1996) folosit pentru măsurarea atenției, Testul Rivermead de Memorie (Wilson et al., 1985) pentru evaluarea memoriei. Aceste teste conțin sarcini cognitive care simulează sarcini cognitive zilnice: să își amintească locația unor obiecte predefinite sau să planifice rute, spre exemplu.

Veridicitatea cuantifică magnitudinea relației dintre rezultatele testului și criteriile obiective ale performanței cotidiene. Această abordare a validității ecologice a testelor neuropsihologice se bazează mai mult pe tehnici și proceduri statistice care evaluează măsura în care scorurile obținute la teste sunt relaționate cu criteriile din viața cotidiană (performanță academică, statutul pe piața forței de muncă) (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Spooner, 2006).

Rezultatele studiilor care au investigat validitatea ecologică a testelor neuropsihologice pe populație clinică (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Chaytor, Schmitter-Edgecombe, & Burr, 2006) sau populație sănătoasă (Spooner, & Pachana, 2006; Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen, & Jolles, 2008) sugerează un nivel scăzut spre mediu al validității ecologice în predicția nivelului de funcționare cotidiană. De aceea, se face resimțită nevoia ca evaluarea neuropsihologică să măsoare ceea ce subiectul face în activitățile zilnice și nu a ceea ce poate el să facă (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003).

Relevanța cercetării prezente

Disfuncții la nivelul sistemului nervos central pot cauza deteriorări cognitive și funcționale. De obicei aceste deteriorări se reflectă în procese cognitive precum: atenție, memorie, limbaj, abilități verbale, funcții executive (Elkind, Rubin, Rosenthal, Skoff, & Prather,

2001; Rizzo et al., 2000). Printre condițiile responsabile de disfuncții la nivelul sistemului nervos central amintim: traumatisme cranio-cerebrale, accidente vasculare cerebrale, boala Alzheimer, demență vasculară, epilepsie, boala Parkinson, boala Huntington, scleroză multiplă (Rizzo et al., 2000).

În prezent evaluarea neuropsihologică se bazează pe testele creion hârtie sau pe cele pe calculator și constau dintr-o serie de stimuli sau itemi care sunt administrați pacienților într-un mediu steril, de laborator. Aceste teste au validitate de construct și proprietăți psihometrice bune, însă, după cum s-a prezentat anterior, au un nivel scăzut spre moderat al validității ecologice (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Chaytor, Schmitter-Edgecombe, & Burr, 2006; Spooner, & Pachana, 2006; Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen, & Jolles, 2008). Prin urmare, se recomandă dezvoltarea unor instrumente care să aibă nivele mai ridicate ale validității ecologice (Alvarez & Emory, 2006; Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Elkind et al., 2001; Schultheis et al., 2002). De aceea, datorită similarității cu lumea reală, testele neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală pot fi considerate ca având potențial în testarea neuropsihologică, cu un nivel ridicat de validitate ecologică. Evaluarea neuropsihologică care utilizează realitatea virtuală este procedura sistematică care conține sarcini cognitive integrate în mediul virtual pentru evaluarea activităților specifice sistemului nervos central care sunt asociate cu comportamente observabile.

Datorită caracteristicilor sale unice care poate crea premisele unei evaluări cu o validitate ecologica ridicată, realitatea virtuală utilizată în scopul evaluării neuropsihologice poate fi o alternativă la evaluarea clasică. Acest aspect merită a fi investigat. În primul rând, pentru a aduce suport pentru validitatea de construct, cea convergentă sau divergentă, cea relativă la criteriu este nevoie să se realizeze mai multe studii realizate de echipe diferite de cercetare. În al doilea rând,

se face simțită absența investigării mecanismelor prin care funcționează realitatea virtuală în evaluare. Cercetările ar putea lua în calcul investigarea modalității prin care factorii umani interacționează cu cei tehnologici.

CAPITOLUL II. OBIECTIVELE CERCETĂRII ȘI METODOLOGIA UTILIZATĂ

Obiectivul major al acestei teze de doctorat este investigarea validității evaluării neuropsihologice prin utilizarea realității virtuale prin efectuarea unor studii care pot aduce dovezi cu privire la diferite fațete ale validității. Pentru a discuta și investiga validitatea evaluării neuropsihologice prin utilizarea realității virtuale, plecând de la recomandările din literatură, ne vom concentra pe validitatea de conținut, cea de criteriu, precum și cea convergentă.

O sursă a validității de conținut care a fost abordată în lucrarea de față rezultă din investigarea asocierii dintre activități distincte ale creierului care se exprimă în comportamente observabile și bazele neurologice care stau la baza acestor activități. Validitatea de conținut poate fi atinsă prin stabilirea legăturii dintre relevanța și reprezentativitatea conținutului testului cu rezultatele la test. În continuare, validitatea relativă la criteriu a fost abordată prin investigarea validității diagnostice a testelor neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală. Această formă de validitate se stabilește, de obicei, prin compararea a două grupuri contrastante, un grup clinic și un grup sănătos. Performanța superioară a grupului sănătos este considerată ca dovadă în favoarea validității diagnostice a testului. Legat de validitatea convergentă, se consideră ca corelații pozitive mari dintre scorurile la două teste măsoară același construct teoretic (Urbina, 2004; Wasserman & Bracken, 2003). Abordarea acestor aspecte ale validității poate fi considerată un avans teoretic important atunci când se discută despre validitatea unui test. Deoarece testele neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală pot fi considerate ca un

domeniu relativ nou de cercetare în neuropsihologia aplicată considerăm că este nevoie de studii care să aducă dovezi cu privire la validitatea acestor teste.

CAPITOLUL III. CERCETARE ORIGINALĂ

Studiul 1. Validitatea evaluării neuropsihologice prin realitate virtuală: o abordare meta-analitică²

Introducere

Evaluarea neuropsihologică este considerată o știință aplicată care se focalizează pe evaluarea activităților specifice din sistemul nervos central (SNC) care se asociază cu comportamente observabile (Lezak, 1995). Evaluarea neuropsihologică se realizează cu ajutorul unor instrumente de măsurare de diverse tipuri care sunt standardizate și au proprietăți psihometrice bune, precum validitate și fidelitate (Morganti, 2004; Schultheis et al., 2002). Disfuncții la nivelul SNC-ului se

² Părți din acest studiu au fost trimise spre publicare, au fost publicate sau au fost acceptate spre publicare.

Neguț, A., Matu, S. A., Sava, F. A., & David, D. (2015). Convergent validity of virtual reality neurocognitive assessment: a meta-analytic approach. *Erdelyi Pszichologiai Szemle= Transylvanian Journal of Psychology*, 16(1), 31.

Neguț, A., Matu, S. A., Sava, F. A., & David, D. (in press). Task difficulty of virtual reality-based assessment tools compared to classical paper-and-pencil or computerized measures: A meta-analytic approach. *Computers in Human Behavior*, 54, 414-424. doi: 10.1016/j.chb.2015.08.029

Neguț, A., Matu, S. A., Sava, F. A., & David, D. (submitted). Virtual reality measures in neuropsychological assessment: a meta-analytic review. *The Clinical Neuropsychologist*

traduc prin deteriorări cognitive și funcționale care implică procese de atenție și funcții executive, memorie și învățare, limbaj, abilități spațiale, (Elkind et al., 2001; Rizzo et al., 2000; Schultheis et al., 2002).

Testele creion-hârtie clasice (Brandt & Benedict, 2001; Benedict, 1997; Delis, Kramer, & Kaplan, 2001; Delis, Kramer, Kaplan, & Ober, 1987; Halligan, Marshall, & Wade, 1989; Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993), precum și cele pe calculator (Conners, 2000; Reeves, Kane, Winter, & Goldstone, 1995; Greenberg & Waldman, 1993; Verbruggen, Logan, & Stevens, 2008) reprezintă standardul curent în evaluarea neuropsihologică. Ele constau dintr-o serie de stimuli sau itemi care sunt administrați subiectului într-un mediu controlat, de laborator prin intermediul hârtiei sau a ecranului calculatorului (Bauer et al., 2012; Butcher, 2003; Kane & Kay, 1992; Podell, DeFina, Barrett, McCullen, & Goldberg, 2003). De asemenea, cotarea și interpretarea se face de către un practician sau se face în mod automat de către calculator (Bauer et al., 2012; Butcher, 2003; Kane & Kay, 1992; Podell, DeFina, Barrett, McCullen, & Goldberg, 2003).

O nouă paradigmă în evaluarea neuropsihologică este evaluarea prin intermediul realității virtuale. Instrumentele care utilizează realitatea virtuală pot fi utilizate în prezent pentru evaluarea funcțiilor executive, a atenției, impulsivității, a inhibiției cognitive și motorii (Elkind et al., 2001; Henry et al., 2012; Henry et al., 2011; Ku et al., 2003; Parsons, Courtney, Arizmendi, & Dawson, 2011; Pugnetti, Mendozzi, Barbieri, & Motta, 1998b; Rizzo et al., 2000), a memoriei și învățării (Gamberini, 2000; Matheis, Schultheis, Tiersky, DeLuca, Millis, & Rizzo, 2007; Parsons & Rizzo, 2008b; Pugnetti et al., 1998a), a abilităților vizio-spațiale (Broeren, Samuelsson, Stibrant-Sunnerhagen, Blomstrand, & Rydmark, 2007; Parsons et al., 2004).

Cercetarea prezentă

În ciuda faptului că cercetări anterioare au oferit date importante cu privire la domeniul utilizării realității virtuale în evaluarea neuropsihologică, nici o meta-analiză nu a fost realizată în vederea investigării validității instrumentelor care utilizează realitatea virtuală în evaluare. Validitatea poate fi definită ca “ceea ce un test măsoară și cât de bine face acest lucru” (Anastasi & Urbina, 1997, p. 113) și “depinde de dovezile pe care le putem aduce pentru a sprijini orice inferență care urmează să fie făcută pe baza rezultatelor testului” (Urbina, 2004, p. 151). Validitatea este aspectul central al rezultatelor testului și al utilizării acestora. Deși au fost publicate review-uri teoretice pe acest domeniu (Elkind, 1998; Myers & Bierig, 2000; Rizzo et al., 1999; Riva, 1998), nici un review sistematic nu a fost realizat pe tematica evaluării neuropsihologice prin utilizarea realității virtuale. Drept urmare, am realizat o meta-analiză care să examineze validitatea evaluării neuropsihologice prin realitate virtuală în comparație cu testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator. Deoarece instrumentele care utilizează realitatea virtuală în evaluare se răspândesc în domeniul cercetării, la care se adaugă posibilele beneficii ale acestora, derularea unui studiu meta-analitic ar putea ajuta la clarificarea unor aspecte importante legate de validitatea discriminantă, precum și dificultatea sarcinii și a complexității acestor instrumente.

Prezenta meta-analiză își propune următoarele obiective:

1. Să investigheze diferențele între populație clinică și cea sănătoasă la nivel de performanță cognitivă măsurată cu teste care utilizează realitatea virtuală
2. Să investigheze magnitudinea și direcția relației dintre testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator și cele care utilizează realitatea virtuală
3. Să examineze diferențele la nivel de performanță cognitivă între testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator și testele care utilizează realitatea virtuală

4. Să investigheze influența posibililor moderatori

În studiul de față ne-am axat pe validitatea de construct deoarece este aspectul esențial al testării psihologice. În conformitate cu direcțiile actuale în testarea psihologică, validitatea de construct este un aspect fundamental atunci când se evaluează validitatea unui test deoarece majoritatea fațetelor validității, precum cea de conținut, cea relativă la criteriu, cea convergentă sau divergentă sunt considerate ca parte a validității de construct (Urbina, 2004; Messick, 1995).

Metodă

Căutarea în literatură

Pentru a identifica studiile relevante căutarea sistematică s-a realizat prin utilizarea termenilor de “realitate virtuală” and “evaluare cognitivă” ca termeni de căutare în bazele de date Medline, PsychInfo și ScienceDirect până în iunie 2014.

Selecția studiilor

S-au folosit următoarele criterii de includere: (a) orice studiu experimental care a avut minim două condiții: evaluarea prin realitate virtuală sau una clasică creion-hârtie sau pe calculator a aceluiași proces cognitiv; (b) orice studiu experimental cu minim două grupuri: un grup de control și un grup clinic măsurat cu același test care utilizează realitatea virtuală; (c) orice studiu care a inclus o analiză corelațională dintre testele clasice creion-hârtie sau pe calculator și cele în realitate virtuală care măsoară același proces cognitiv; (d) orice studiu care a măsurat orice proces cognitiv măsurat clasic creion-hârtie sau pe calculator și în realitate virtuală; (e) conține suficiente date pentru calcularea mărimii efectului; (f) este scris în limba engleză.

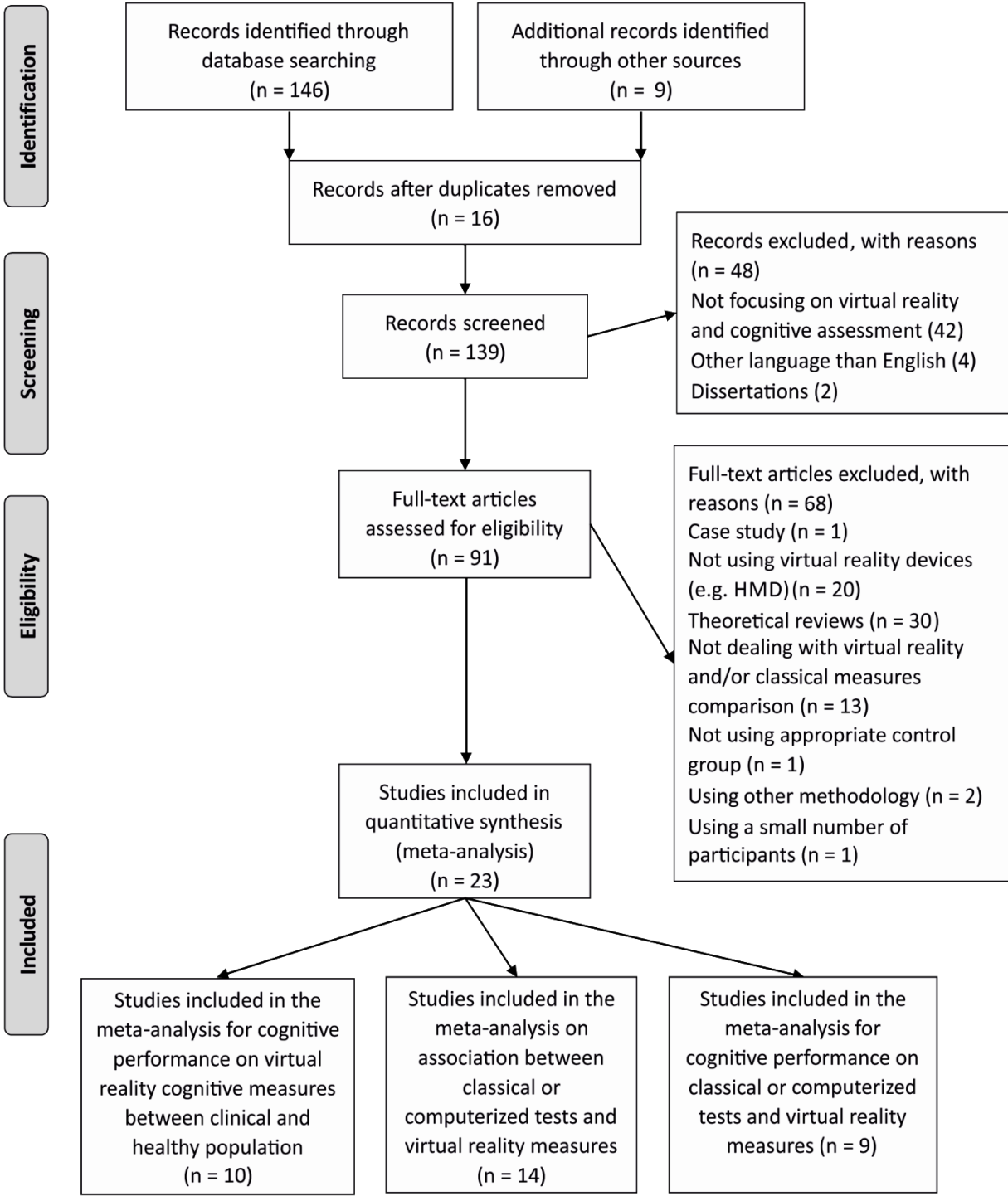


Figura 1. Diagrama PRISMA

Codarea de date

Variabilele dependente au fost clasificate în trei categorii, bazate pe categoria de proces cognitiv măsurat, și scalele utilizate în măsurare: funcții executive, memorie și alte măsurători cognitive.

Calcularea mărimii efectului și a heterogenității

Pentru primul obiectiv și cel de-al treilea mărimile efectului inter-grup au fost calculate folosind coeficientul Hedges's g . Pentru cel de-al doilea obiectiv s-a utilizat coeficientul de corelație r ca indicator al mărimii efectului prin utilizarea abordării propuse de Borenstein et al. (2009).

Rezultate

Pentru primul obiectiv am calculat mărimea efectului din 10 studii care au comparat performanța grupului clinic cu cel sănătos pe teste care utilizează realitatea virtuală ($N = 348$). Am obținut o mărime mare a efectului în favoarea grupului sănătos ($g = 1.21$, 95% CI [0.77, 1.65], $z = 5.39$; $p < .001$). Datele indică un nivel ridicat de heterogenitate ($Q_{(9)} = 30.76$, $p < .001$; $I^2 = 70.74\%$) care a fost abordată prin analiza de moderare.

Meta-analysis for performance on virtual reality-based cognitive measures between clinical and healthy population

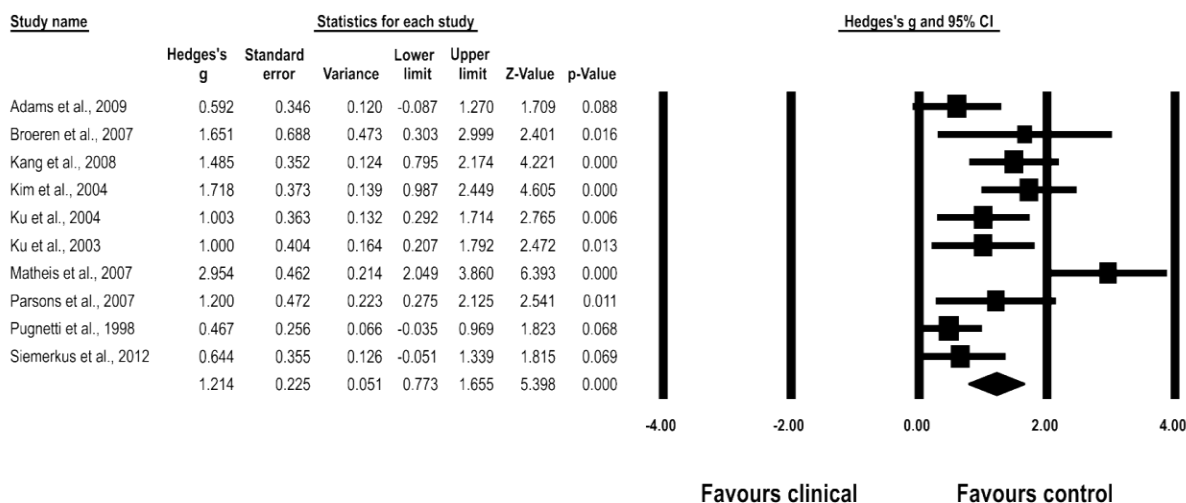


Figura 2. Meta-analiza pentru performanța cognitivă a grupului clinic cu cel sănătos măsurată cu teste care utilizează realitatea virtuală

Pentru cel de-al doilea obiectiv am calculat mărimea efectului din 14 studii ($N = 553$) utilizând coeficientul de corelație r . rezultatele indica o mărime a efectului medie pentru asocierea dintre testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator și cele care utilizează realitatea virtuală ($r = .51$, 95% CI [0.27, 0.68], $z = 3.92$; $p < .001$) cu un nivel ridicat de heterogenitate ($Q_{(13)} = 123.83$, $p < .001$; $I^2 = 89.50\%$). Valoarea coeficientului de mărime de efect indică o magnitudine moderată spre bună a nivelului de asociere dintre variabile.

Meta-analysis for association between classical or computer-based measures and virtual reality-based measures

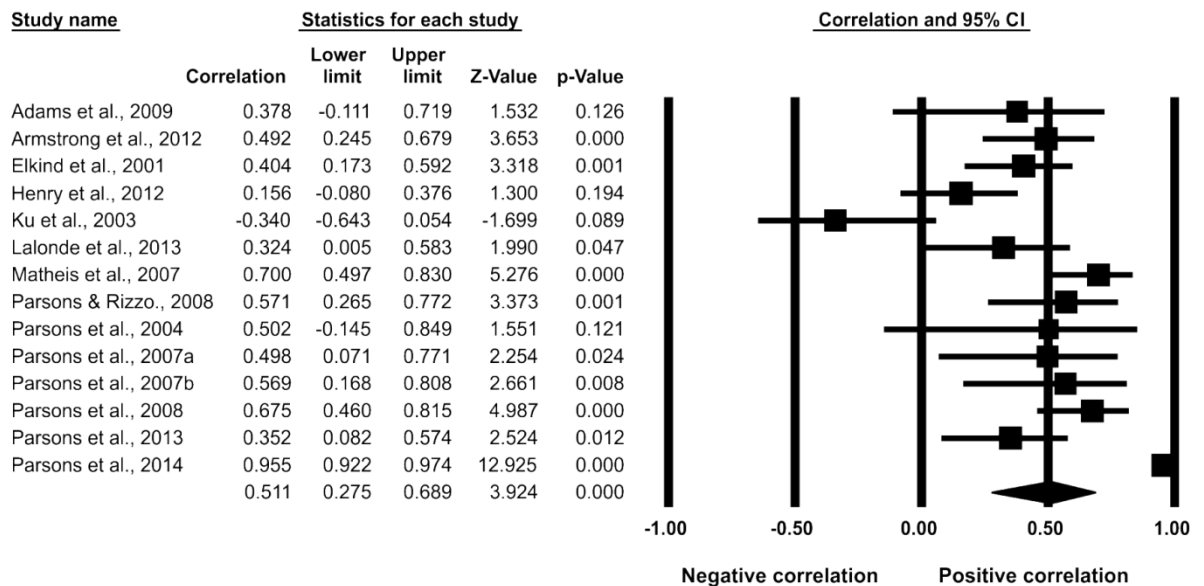


Figura 3. Meta-analiza pentru asocierea dintre testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator și cele care utilizează realitatea virtuală

Pentru cel de-al treilea obiectiv mărimea efectului a fost calculata din 9 studii (N = 301). Rezultatele indică diferențe semnificative între performanța cognitivă măsurată de testele care utilizează realitatea virtuală și cea măsurată de cele creion-hârtie sau pe calculator cu o mărime a efectului mediu spre mare în favoarea testelor clasice sau pe calculator ($g = -0.77$, 95% CI [-1.50, -0.05], $z = -2.09$; $p = .036$), cu un nivel mare de heterogenitate ($Q_{(8)} = 125.56$, $p < .001$; $I^2 = 93.62\%$). Semnul negativ indică o performanță mai bună în cazul evaluării care utilizează teste clasice sau pe calculator.

Meta-analysis for cognitive performance on classical or computer-based measures and virtual reality-based measures

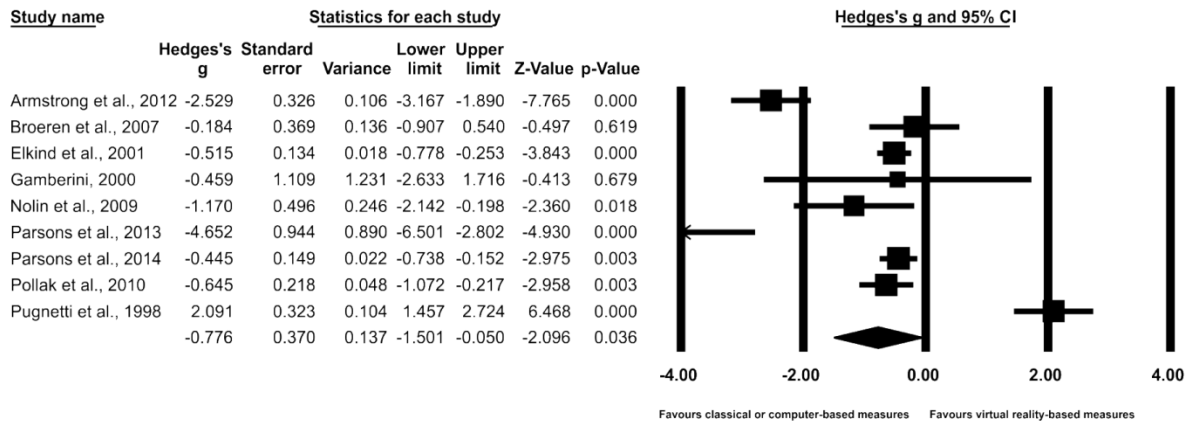


Figura 4. Meta-analiza a performanței cognitive măsurată de testele creion-hârtie sau pe calculator și cele care utilizează realitatea virtuală

Analiza de moderare

Pentru investigarea celui de-al patrulea obiectiv s-a realizat analiza de moderare pentru fiecare obiectiv în parte.

Tabel 1

Analiză de moderare cu variabile categoriale pentru cognitivă a grupului clinic cu cel sănătos măsurată cu teste care utilizează realitatea virtuală

Rezultat	Moderator	<i>K</i>	<i>g</i>	<i>p</i>	<i>Q w</i>	<i>p</i>	95% CI	<i>Q b</i>	<i>p</i>
Performanța cognitivă	Schizofrenie/	3	0.78	.000	3.41	.906	[0.54; 1.02]	4.40	.110
	Leziuni cerebrale/	5	1.09	.000	124.86	.000	[0.93; 1.25]		
	ADHD	2	0.99	.000	50.51	.011	[0.84; 1.15]		
	Explorare activă/	6	0.77	.000	35.74	.003	[0.61; 0.93]	12.97	.000
	Explorare pasivă	4	1.15	.000	134.48	.000	[1.02; 1.28]		
	Măsurători bazate pe timp/	3	0.98	.000	26.60	.000	[0.70; 1.27]	0.33	.562
	Măsurători bazate pe erori	10	0.89	.000	137.73	.000	[0.77; 1.02]		
	Cu distractori/	4	0.93	.000	43.43	.013	[0.77; 1.09]	0.99	.318
Fără distractori	7	1.03	.000	138.77	.000	[0.90; 1.16]			

Notă. *K* = numărul studiilor incluse în analiză; *g* = Hedge's *g*; 95% CI = 95% interval de încredere.

Tabel 2

Analiză de moderare cu variabile categoricale pentru asocierea dintre testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator și cele care utilizează realitatea virtuală

Rezultat	Moderator	<i>K</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	Q w	<i>p</i>	95% CI	Q b	<i>p</i>
Coeficeint de corelație între testele clasice creion-hârtie sau pe calculator și cele în realitate virtuală	Clasic/	13	.30	.000	612.04	.000	[0.27; 0.33]	11.59	.001
	Computer	4	.22	.000	164.08	.000	[0.17; 0.26]		

Notă. *K* = numărul studiilor incluse în analiză; *r* = coeficientul de corelație; 95% CI = 95% interval de încredere.

Tabel 3

Analiză de moderare cu variabile categoriale pentru performanța cognitivă măsurată de testele creion-hârtie sau pe calculator și cele care utilizează realitatea virtuală

Rezultat	Moderator	<i>K</i>	<i>g</i>	<i>p</i>	<i>Q_w</i>	<i>p</i>	95% CI	<i>Q_b</i>	<i>p</i>
Performanță cognitivă	Sănătos/ Clinic	6	-0.71	.000	421.02	.000	[-0.79; -0.63]	5.74	.017
		3	-0.52	.000	40.18	.000	[-0.65; -0.38]		
				.000					
	Clasic/ Computer	6	-0.58	.000	269.59	.000	[-0.66; -0.50]	10.15	.001
		5	-0.82	.000	187.20	.000	[-0.95; -0.70]		
	Măsurători bazate pe timp / Măsurători bazate pe erori	5	-1.07	.000	269.54	.000	[-1.19; -0.95]	64.59	.000
		8	-0.46	.000	132.81	.000	[-0.54; -0.38]		

Notă. *K* = numărul studiilor incluse în analiză; *g* = Hedge's *g*; 95% 95% CI = 95% interval de încredere.

Biasul de publicare

Am utilizat procedura trim-and-fill propusă de Duval and Tweedie pentru a investiga prezența unui bias de publicare pentru fiecare din cele trei analize distincte corespunzătoare celor trei obiective.

Pentru primul obiectiv procedura a identificat un studiu cu un efect mai mare decât cel al mediei care a crescut valoarea mărimii efectului, dar nu și magnitudinea acestuia ($g = 1.32$, 95% CI = [0.86; 1.78], $Q = 45.46$).

În cazul celui de-al doilea obiectiv, procedura trimm-and-fill a estimat cinci studii cu un efect mai mare ca al mediei care nu a modificat magnitudinea mărimii efectului ($r = .65$, 95% CI = [0.47; 0.78], $Q = 216.82$).

Pentru cel de-al treilea obiectiv, procedura trim-and-fill a estimat că nu sunt studii care ar putea modifica rezultatele.

Discuții

Prezenta meta-analiză a investigat validitatea testelor neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală prin comparație cu testele clasice creion-hârtie sau a celor pe calculator. În conformitate cu abordările actuale pe probleme de validitate, ne-am propus să furnizăm dovezi care să susțină utilizarea unor teste neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală. Este important de remarcat faptul că dovezile cu privire la validitatea unui test pot lua forme diferite (Urbina, 2004; Wasserman & Bracken, 2003). Meta-analiza de față s-a focalizat pe validitatea de construct, în general. Fiecare tip de analiză corespunzătoare fiecărui obiectiv s-a axat fie pe validitatea de diagnostic, validitatea convergentă, precum și asupra nivelului de dificultatea a sarcinii testelor care utilizează realitatea virtuală ca formă de evidență pentru validitatea acestor instrumente.

Per ansamblu, rezultatele furnizate de această meta-analiză aduc dovezi în favoarea validității testelor neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală. Este important de remarcat ca aceste teste au validitate de diagnostic deoarece discriminează între participanții clinic sănatoși și cei bolnavi. În contrast cu testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator, testele neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală au un nivel mai ridicat al dificultății sarcii, în cazul evaluării funcțiilor executive sau a celor vizuo-spațiale, dar nu și în cazul memoriei. Bazat pe acest argument speculăm că pentru funcțiile executive testele clasice subvaluează performanța, iar în cazul memoriei testele care utilizează realitatea virtuală tind să facă acest lucru. De aceea, s-ar putea ca testele care utilizează realitatea virtuală să fie mai potrivite pentru deteriorări cognitive de intensitate moderată. Nu în ultimul rând, rezultatele indică faptul că scorurile obținute la testele care utilizează realitatea virtuală și cele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator corelează moderat, ceea ce sugerează că aceste instrumente măsoară, până la un anumit punct aceleași constructe teoretice. În concluzie, instrumentele care utilizează realitatea virtuală în evaluarea neuropsihologică ar putea fi instrumente valide.

Studiul 2. Evaluarea neuropsihologică a atenției în ADHD prin utilizarea realității virtuale în comparație cu cea pe calculator: Clasa Virtuală versus o probă analogă de Performanță Continuă³

Introducere

Pentru diagnosticul de ADHD se utilizează, în general, scale comportamentale completate de către profesori sau părinți, precum și interviuri clinice. Deși importanța lor este de netăgăduit pentru o evaluare neuropsihologică validă a ADHD-ului ele au o validitate predictivă limitată. În plus, utilitatea lor în raport cu tratamentul sau intervenția este redusă deoarece ele nu ținesc evaluarea unor mecanisme cognitive specifice care stau la baza deficitului de atenție (Losier, McGrath, & Klein, 1996; Parsons, Bowerly, Buckwalter, & Rizzo, 2007). Mai mult decât atât, utilizarea scalelor clinice fără alte măsurători poate duce la supraestimarea diagnosticului (Weiler et al., 2000). Pentru a veni în preîntâmpinarea acestor probleme și pentru a crește eficiența evaluării ADHD-ului se recomandă utilizarea unor teste neuropsihologice sau de laborator (Losier et al., 1996; Parsons et al., 2007).

Una dintre cele mai utilizate, valide și fidele teste care să măsoare vigilența, atenția susținută și impulsivitatea este Testul de Performanță Continuă (*engl.* Continuous Performance Test, CPT). Variabilele de interes pentru evaluarea atenției cu un CPT sunt: numărul de răspunsuri corecte, numărul de erori comise, omise, numărul de răspunsuri și timpul mediu de

³ Acest studiu a fost trimis spre publicare.

Neguț, A., Jurma, A. M., & David, D. (submitted). Virtual reality-based attention assessment in comparison with computerized assessment in ADHD: the Virtual Classroom versus an analogue Continuous Performance Test. *Child Neuropsychology*

reacție (Barkley, Grodzinsky, & DuPaul, 1992; Bioulac et al., 2012; Frazier et al., 2004; Gilboa et al., 2011; Losier et al., 1996; Parsons et al., 2007). Per ansamblu, rezultatele unor meta-analize care au comparat performanța obținută de copiii cu ADHD și cei normali indică mărimi medii spre mari ale efectului pentru numărul de erori omise, comise și deviația standard a timpului de reacție și mărimi medii de efect pentru timpul de reacție (Huang-Pollock, Karalunas, Tam, & Moore, 2012; Losier et al., 1996).

Clasa Virtuală (Rizzo et al., 2006; Rizzo et al., 2000) este un test neuropsihologic care este livrat prin intermediul unui sistem de realitate virtuală proiectat să măsoare deficitul de atenție la copiii cu ADHD sau la cei care suferă de alte patologii precum: neurofibromatoză de tip 1 (Gilboa et al., 2011) sau care au suferit traumatisme cranio-cerebrale (Nolin, Martin, & Bouchard, 2009). Puține studii au investigat validitatea de diagnostic a Clasei Virtuale prin compararea performanței atenționale a copiilor cu ADHD cu cea obținută de copiii sănătoși.

Studiul prezent

Deoarece rezultatele studiilor care au investigat validitatea discriminantă a Clasei Virtuale prin comparație cu CPT-urile indică rezultate mixte obiectivele studiului de față sunt:

1. Să investigheze validitatea discriminantă a Clasei Virtuale în evaluarea atenției prin compararea performanței copiilor diagnosticați cu ADHD cu cea obținută de copiii normali
2. Să exploreze nivelul de dificultate a sarcinii testelor care utilizează realitatea virtuală prin compararea performanței obținută în Clasa Virtuală cu cea evaluată printr-o probă CPT anlogă
3. Să investigheze efectul distractorilor asupra performanței obținute de copiii cu ADHD și cei sănătoși

4. Să compare cele două probe pe dimensiunea de absorbție cognitivă

Metodă

Participanți

Patruzeci și cinci de băieți și fete cu vârsta cuprinsă între 7 și 13 ani ($m = 9.49$, $AS = 1.67$) au participat la studiu. Au existat diferențe la nivelul vârstei dintre cele două grupe de copii: cei diagnosticați cu ADHD și cei sănătoși ($t(55)=3.56$, $p < .001$ (media grupului cu ADHD = 10.24 versus media grupului sănătos = 8.9).

Măsurători

Variabile demografice. Părinții sau tutorii legali au raportat vârsta, sexul, diagnosticul psihiatric, medical și tratamentul farmacologic copiilor

O serie de măsurători cognitive care discriminează între copiii cu ADHD și cei sănătoși au fost utilizate (Frazier et al., 2004).

Funcții executive. Memorarea numerelor, secvențe de litere și numere, precum și codarea și căutarea de simboluri din WISC-IV (Wechsler, 2003) au fost aplicate.

Inteligența generală. Varianta adaptată pe populația din România a Matricilor progresive Raven Plus (Dobrea, Raven, Comșa, Rusu, & Balázs, 2008; Domuța, Balázs, Porumb, Rusu, & Comșa, 2003) a fost utilizată în acest studiu pentru măsurarea inteligenței.

Chestionarul Răului de Simulator (*engl.* Simulator Sickness Questionnaire, SSQ, Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993) a fost administrat copiilor pentru a determina prezența unor simptome cauzate de expunerea în realitate virtuală.

O formă adaptată a Scalei de Absorbție Cognitivă (*engl.* Cognitive Absorption Scale, CAS, Agarwal & Karahanna, 2000) care măsoară o stare de implicare profundă cu software-ul și care prezice tendința de utilizare în viitor a dispozitivelor și software-ului a fost aplicată copiilor.

Clasa Virtuală este o probă care utilizează realitatea virtuală în evaluarea atenției a fost dezvoltată de Rizzo et al. (2006; 2000) cu ajutorul Digital MediaWorks Inc. (<http://web.dmw.ca/>). Utilizează un scenariu tipic de Test de Performanță Continuă (CPT) în care participantul este expus la o serie de stimuli pe o perioadă lungă de timp (7-10 minute) și trebuie să răspundă cât de repede poate la stimulii țintă și să inhibe orice răspuns la stimulii non-țintă. Scenariul Clasei Virtuale conține o clasă rectangulară cu bănci, o tablă, ferestre și uși. În fața clasei se găsește profesoara iar în bănci stau elevi.

Testul de Performanță Continuă (CPT) replichează stimulii și sarcina de lucru din Clasa Virtuală fără a utiliza realitatea virtuală. Stimulii sunt livrați pe ecranul unui calculator. Numărul stimulilor și a non-stimulilor, al intervalului inter-stimuli și duratei acestora este identic cu cel din Clasa Virtuală. CPT-ul a fost construit cu ajutorul programului Inquisit 3 Software (2012).

Următoarele variabile dependente au fost utilizate: numărul total de răspunsuri corecte, numărul de erori comise, numărul de erori omise și timpul mediu de reacție.

Procedură

Consimțământul informat scris a fost obținut de la părinți sau reprezentanții legali ai copiilor înainte de testare. Copii si-au dat acordul verbal și au fost informați ca pot întrerupe testarea dacă doresc acest lucru fără niciun fel de urmare. Aceleși teste neuropsihologice au fost utilizate tuturor copiilor, cu diferența că jumătate au fost testați cu Clasa Virtuală, iar cealaltă jumătate cu CPT-ul. Înainte de începerea testării fiecare copil a primit un ID și a fost distribuit aleatoriu în una din cele două condiții experimentale: testare cu Clasa Virtuală sau pe calculator cu CPT-ul. Fiecare participant a fost testat cu și fără distractori în Clasa Virtuală sau cu CPT-ul. Ordinea de administrare a condițiilor cu sau fără distractori a fost contrabalansată.

Rezultate

Pentru a examina diferențele la nivelul celor patru variabile dependente s-a aplicat tehnica statistică MANCOVA cu (1) status clinic (ADHD vs control), (2) condiția de testare (Clasa Virtuală sau CPT) ca factori inter-grup și (3) modalitatea de testare (cu sau fără distractori) ca factor intra-grup, controlând pentru inteligență și vârstă care au fost introduse ca și covariate.

Rezultatele indică că vârsta influențează semnificativ nivelul general de atenție, $V = 0.13$, $F(4, 66) = 2.65$, $p < .05$, în timp ce inteligența nu are un efect semnificativ, $V = 0.37$, $F(4, 66) = 0.63$, $p > .05$. Rezultatele MANCOV-ei mixte indică un efect principal semnificativ al statusului clinic asupra nivelului general de atenție, $V = 0.30$, $F(4, 66) = 7.06$, $p < .001$. Comparațiile post-hoc Sidak arată că în cazul evaluării cu Clasa Virtuală copiii cu ADHD au o performanță mai scăzută decât copiii sănătoși pe trei din patru variabile ale Clasei Virtuale: un număr mai scăzut de răspunsuri corecte ($p < .01$), un număr mai mare de erori comise ($p < .05$) și omise ($p < .01$). Nu există însă diferențe semnificative între cele două grupuri la nivelul timpului de reacție ($p > .05$). În continuare am obținut un efect principal semnificativ al condiției de testare asupra numărului de răspunsuri corecte, de erori comise și omise și la nivelul timpului mediu de reacție, $V = 0.53$, $F(4, 66) = 19.14$, $p < .001$. Cu toate acestea, comparațiile post hoc Sidak arată că pentru copiii cu ADHD diferențe semnificative între testarea cu Clasa Virtuală și cea cu CPT-ul se înregistrează doar la nivelul timpului de reacție, cu un timp de reacție mai scăzut în Clasa Virtuală ($p < .01$). În continuare rezultatele indică un efect principal semnificativ al modalității de testare, $V = 0.17$, $F(4, 66) = 3.44$, $p < .05$, ceea ce se traduce prin faptul că prezența distractorilor sau absența acestora influențează performanța copiilor cu ADHD și a celor sănătoși. Comparațiile post hoc Sidak arată însă că singura diferență semnificativă între condiția

cu sau fără distractori s-a înregistrat doar la nivelul greselilor omise și a numărului de răspunsuri corecte în cazul evaluării cu Clasa Virtuală ($p < .05$).

Pentru a investiga cel de-al patrulea obiectiv am aplicat tehnica statistică t -independent. Rezultatele indică diferențe ne semnificative între Clasa Virtuală și CPT-ul pe niciuna din dimensiunile absorbției cognitive: disociere temporală ($p > .05$), imersie ($p > .05$), plăcere ($p > .05$), curiozitate ($p > .05$), inovare personală ($p > .05$), ușurința utilizării ($p > .05$), utilitatea ($p > .05$) și dorința de a utiliza pe viitor ($p > .05$).

Discuții

Studiul prezent și-a propus să investigheze validitatea discriminantă a unei probe care măsoară atenția prin utilizarea realității virtuale. S-a comparat performanța obținută de copiii cu ADHD și cei sănătoși. De asemenea am dorit să investigăm dificultatea sarcinii cognitive în Clasa Virtuală cu cea a CPT-ului. Cele două măsurători conțineau un scenariu cu sau fără distractori pentru a evalua impactul pe care prezența distractorilor o poate avea asupra atenției. Se consideră că prezența distractorilor poate spori nivelul de validitate ecologică a unei probe (Parsons et al., 2007) în timp ce crește și nivelul de dificultate al sarcinii deoarece distractorii pot mări complexitatea sarcinii cognitive.

În general, rezultatele furnizate de studiul prezent aduc dovezi în sprijinul validității discriminante a Clasei Virtuale deoarece proba discriminează între copiii cu ADHD și cei sănătoși pe toate variabilele: erori comise, omise, număr de răspunsuri corecte și timp mediu de reacție. În continuare rezultatele arată că Clasa Virtuală are un nivel similar de dificultate a sarcinii în comparație cu CPT-ul deoarece nu s-au înregistrat diferențe semnificative la nivelul erorilor comise, omise și cel al răspunsurilor corecte între cele două tipuri de măsurători. Cu toate acestea copiii cu ADHD au avut timpi de reacție mai scăzuți în Clasa Virtuală decât pe

calculator, în CPT. Nu în ultimul rând se pare ca prezența distractorilor în mediul virtual influențează performanța atențională la copiii cu ADHD și la cei sănătoși, la nivelul numărului de erori omise și de răspunsuri corecte.

Studiul 3. Efectul mediului de învățare asupra memoriei explicite și implicite prin aplicarea Procedurii de disociere a proceselor

Introducere

Evaluarea neuropsuhologică care utilizează realitatea virtuală are o serie de caracteristici unice care au potențialul de a asigura un nivel ridicat al validității ecologice. Prin comparație cu testele clasice creion-hârtie sau cele pe calculator care se caracterizează prin livrarea stimulilor într-un mediu controlat, de laborator, testele care utilizează realitatea virtuală propun un context al evaluării în care sarcinile cognitive sunt incluse într-un scenariu virtual care recrează contexte din lumea reală (Elkind et al., 2001; Neagu et al., in press; Rizzo et al., 2006; Schultesis et al., 2002). Precum în sarcinile și situațiile cotidiene, scenariile din realitatea virtuală care conțin sarcini cognitive au un nivel mai ridicat al complexității și se poate să consume mai multe resurse cognitive deoarece sistemul cognitiv trebuie să proceseze informații suplimentare pentru rezolvarea unei anumite sarcini (Adams et al., 2009; Neagu et al., in press). În contrast, evaluarea clasică se pare că ar utiliza o abordare mai puțin realistă atunci când se evaluează procese cognitive deoarece stimulii sunt administrați pe hârtie sau pe calculator într-un mediu foarte controlat. Acest lucru poate subestima performanța cognitivă. Cu toate acestea în cazul evaluării memoriei s-ar putea ca probele care utilizează realitatea virtuală să subestimeze performanța deoarece este posibil ca datorită imaginilor vizuale care seamănă cu cele reale, la care se adaugă un nivel ridicat de prezență percepută în mediul virtual performanța în memorare să fie facilitată de mediul virtual (Dinh et al., 1999; Lin et al., 2002; Mania & Chalmers, 2001).

Cercetarea prezentă

În această cercetare ne propunem să explorăm nivelul de dificultate a sarcinii asociate memorării în trei medii de învățare diferite. Primul mediu corespunde unui context de evaluare clasic în care stimulii sunt administrați pe un ecran de calculator și participanții trebuie să realizeze sarcina de învățare într-o perioadă predefinită de timp. Al doilea mediu constă dintr-un mediu virtual care este livrat pe un ecran de calculator și are un nivel moderat de imersie. El replichează un apartament în care participanții au de navigat și de învățat o serie de obiecte într-o anumită perioadă de timp. Cel de-al treilea mediu este cel care constă, de asemenea dintr-un apartament (același apartament ca cel din cea de-a doua condiție) care este însă prezentat 3D într-un cub virtual (mediu virtual CAVE). La fel ca în celelalte condiții participanții au de navigat în apartament și au de învățat o serie de obiecte în aceeași perioadă de timp ca cei din celelalte condiții.

Se va utiliza Procedura de disociere a proceselor (Process Dissociation Procedure, Jacoby, 1991; Jacoby et al., 1993). Avantajul acestei proceduri este acela că se pot obține estimări ale influențelor conștiente, controlate și a celor inconștiente, automate. Acestea corespund memoriei explicite și a celei implicite. Se pare că aceste influențe sunt relaționate cu patologia neuropsihologică (Baddeley & Wilson, 1994; Graf & Schacter, 1985; Jacoby, 1991; Ste-Marie et al., 1996; Rybash, & Hoyer, 1996).

Prin urmare, cercetarea de față își propune următoarele obiective:

1. Să investigheze diferențele la nivelul memoriei explicite și implicite în funcție de trei medii diferite de învățare: un mediu computerizat, unul 3D livrat pe desktopul calculatorului și un mediu 3D livrat prin intermediul cubului virtual, care coincide evaluării care utilizează realitatea virtuală

2. Să exploreze direcția și magnitudinea relației dintre absorbția cognitivă și memoria explicită sau implicită
3. Să examineze direcția și magnitudinea relației dintre nivelul perceput de prezență în mediul virtual și memoria explicită sau implicită
4. Să investigheze asocierea dintre memoria explicită și implicită

Metodă

Participanți și design experimental

Șaptezeci și șapte de participanți sănătoși cu vârsta cuprinsă între 19 și 39 de ani ($M = 23.96$, $AS = 4.07$) au luat parte la studiu. Majoritatea au fost studenți la psihologie care au primit credit extra în schimbul participării la studiu.

Am utilizat un design simplu, cu o singură variabilă independentă cu trei niveluri: un mediu computerizat, unul 3D livrat pe desktopul calculatorului și un mediu 3D de realitate virtuală. Participanții au fost distribuiți aleatoriu într-una din condițiile experimentale.

Măsurători

Variabile demografice. Vârsta și sexul participanților au fost raportate.

Trail Making Test Partea A și B (Reitan, 1958) a fost utilizat pentru a măsura funcțiile executive.

Trail Making Test Part A and B (Reitan, 1958) was used as an executive function measure.

O formă adaptată a Scalei de Absorbție Cognitivă (*engl.* Cognitive Absorption Scale, CAS, Agarwal & Karahanna, 2000) care măsoară o stare de implicare profundă cu software-ul și care prezice tendința de utilizare în viitor a dispozitivelor și software-ului a fost utilizată.

Chestionarul Răului de Simulator (*engl.* Simulator Sickness Questionnaire, SSQ, Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993) a fost administrat pentru a determina prezența unor simptome cauzate de expunerea în realitate virtuală.

Nivelul de prezență în mediul virtual a fost măsurat cu ajutorul Chestionarului de prezență Witmer și Singer (PQ, Witmer & Singer, 1998).

Memoria explicită și implicită a fost măsurată cu ajutorul Procedurii de disociere a proceselor (Jacoby, 1991; Jacoby et al., 1993). Prin aplicarea unor criterii de includere și excludere estimări ale influențelor automate, inconștiente și a celor controlate, conștiente au fost obținute.

Materiale

Mediul virtual și cel computerizat

Mediul virtual care a fost utilizat în condiția 3D livrată pe ecranul calculatorului și cel 3D livrat prin realitate virtuală a fost același cu mențiunea că cel livrat pe ecranul calculatorului nu implică o imersare cu ajutorul realității virtuale. Primul este livrat pe desktop-ul calculatorului, iar cel de-al doilea este livrat cu ajutorul cubului virtual. Scenariul virtual constă dintr-un apartament cu trei camere: o baie, o cameră de zi open space cu o bucătărie și un dormitor. El conține un total de 40 de obiecte care se regăsesc în mod curent într-un apartament (pat, scaun, masă, ochelari, bibliotecă, vază, floare). Mediul computerizat conține imagini ale acelorași obiecte din mediul virtual cu mențiunea că acestea sunt distribuite în mod aleatoriu pe ecranul calculatorului.

Procedură

Participanții au fost distribuiți în mod aleatoriu în una din grupele experimentale, în faza de studiu a experimentului. Experimentul a avut două mari faze: o fază de studiu și una de test.

În faza de studiu participanților care au fost distribuiți aleatoriu în condiția 3D livrată pe ecranul calculatorului sau cea 3D livrată prin realitate virtuală li s-a spus că vor naviga prin intermediul apartamentului și vor avea de învățat o serie de obiecte care se regăsesc în mod curent într-un apartament. Sarcina lor va fi să rețină cât mai multe obiecte cu putință. Imediat după faza de studiu a urmat faza de test. Ei au primit o sarcină de completare de rădăcini de cuvinte. În total au fost un număr de 76 de rădăcini care apăreau aleatoriu pe ecranul calculatorului cu o viteză constantă de 10 secunde pe rădăcină. Indiferent de răspunsul participantului după cele 10 secunde programul trecea la următoarea rădăcină. Răspunsurile participanților erau notate de experimentator pe o foaie de hârtie. Această procedură a fost adaptată folosind Procedura de disociere a proceselor dezvoltată de Jacoby (Jacoby, 1991; Jacoby et al, 1993). Scalele care măsoară aspecte legate de utilizarea dispozitivelor tehnologice au fost administrate la finalul experimentului.

Rezultate

Analiza principală

Pentru a atinge primul obiectiv care și-a propus să compare performanța pe memoria explicită și implicită în funcție de tipul mediului de învățare s-a efectuat tehnica statistică MANOVA cu tipul de mediu de învățare ca factor inter-grup.

Rezultatele indică un efect principal nesemnificativ statistic pentru tipul de mediu de învățare asupra memoriei explicite și implicite, $V = 0.04$, $F(4, 148) = 0.82$, $p > .05$. Acest rezultat

indică faptul că participanții au performanțe mnezice similare indiferent de mediul în care au învățat: un mediu computerizat, unul 3D livrat pe desktopul calculatorului și un mediu 3D de realitate virtuală.

Analize suplimentare

Rezultatele MANOVA indică diferențe ne semnificative statistic între cele trei medii de învățare pe nici un dintre dimensiunile absorbției cognitive, $V = 0.15$, $F(12, 140) = 0.97$, $p > .05$.

În continuare, am realizat o analiză corelațională între nivelul prezenței în mediul virtual și memoria implicită și explicită. Asocierea dintre memoria explicită și nivelul de prezență nu este semnificativă, $r(24) = -.02$, $p > .05$. De asemenea, relația dintre memoria implicită și prezența este ne semnificativă, $r(24) = .15$, $p > .05$. În final, asocierea dintre performanța pe memoria implicită și cea explicită pentru sarcina de învățare în mediul virtual se prezintă semnificativă statistic, $r(24) = -.47$, $p < .05$ cu o mărime medie a efectului.

Discuții

Cercetarea de față și-a propus să investigheze efectul pe care trei medii diferite de învățare îl au asupra performanței de memorie explicită și implicită. Se poate considera că mediile de învățare pot fi diferite în ceea ce privește nivelul de dificultate a sarcinii. Rezultatele arată însă faptul că performanța pe memorie explicită sau implicită nu diferă în funcție de tipul mediului de învățare. Acest lucru sugerează faptul că participanții au performanțe similare pe memoria explicită și implicită chiar dacă învață într-un mediu computerizat sau unul 3D livrat pe desktopul calculatorului sau unul 3D de realitate virtuală. Prin urmare speculăm că cele trei medii sunt similare în ceea ce privește nivelul de dificultate a sarcinii. În continuare, prezența percepută în mediul virtual nu se relaționează nici cu memoria implicită nici cu cea explicită. În

final, datele prezente aduc dovezi pentru modelele de procesare duală ale memoriei deoarece procesele de memorie explicită, controlate corelează negativ cu cele implicite, automate.

Studiul 4. Învăță vârstnicii diferit într-un mediu virtual? Dovezi în sprijinul conceptului.

Introducere

Rezultatele studiilor care au investigat memoria explicită și implicită în îmbătrânirea cognitivă indică un declin cognitiv evident în rândul persoanelor în vârstă la nivelul memoriei explicite, în timp ce la nivelul memoriei implicite rezultatele sunt mixte (Fleischman et al., 2004; Gopie et al., 2011; Graf, 1990; Howard et al., 1991; Jelicic et al., 1996; La Voie & Light, 1994; Light, & Singh, 1987). Plecând de la aceste date ne propunem în studiul de față să explorăm disocierea proceselor de memorie la persoanele vârstnice prin utilizarea unei sarcini experimentale cu un nivel ridicat de validitate ecologică. Vom aplica Procedura de disociere a proceselor (Jacoby, 1991, 1993) pentru a obține estimări ale memoriei explicite și implicite. Mai mult vom face aceste comparații în funcție de două tipuri diferite de medii de învățare. Primul mediu de învățare este similar cu o sarcină clasică de învățare în care participanții sunt expuși unor stimuli-obiecte care apar pe ecranul unui calculator și trebuie să rețină cât mai mulți într-o perioadă predefinită de timp. Celălalt mediu de învățare conține o sarcină de învățare similară, dar cu un nivel de validitate ecologică ridicată. Acesta constă dintr-un apartament virtual care conține exact aceiași stimuli și unde participantul navighează și are sarcina de a încerca să memoreze cât mai multe astfel de stimuli-obiecte.

Un aspect important în cazul evaluării memoriei prin utilizarea realității virtuale îl constituie nivelul de dificultate a sarcinii. Pentru procesele cognitive în ansamblu se consideră că sarcinile cognitive din cadrul testelor neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală au un

nivel ridicat al dificultății sarcinii. Acest lucru se traduce prin faptul că rezultatele la testele care utilizează realitatea virtuală sunt mai slabe (Adams et al., 2009). Cu toate acestea pentru memorie lucrurile pot sta diferit. O abordare susține faptul că, similar cu evaluarea funcțiilor executive, evaluarea prin realitatea virtuală este mai dificilă, și poate subevalua performanța cotidiană (Elkind et al., 2001; Gamberini, 2000). Cealaltă abordare consideră că în cazul memoriei, expunerea în realitate virtuală ar facilita performanța mnezică prin imaginile care au un realism ridicat și care asigură un nivel ridicat de prezență (Dinh, Walker, Hodges, Song, & Kobayashi, 1999; Lin, Duh, Parker, Abi-Rached, & Furness, 2002; Mania & Chalmers, 2001). În continuare, dincolo de nivelul de prezență care se consideră ca ar facilita performanța mnezică, absorbția cognitivă pare a fi o altă variabilă care prezice disponibilitatea de utilizare pe viitor a mediului virtual (Agarwal & Karahanna, 2000) și care este pusă în legătură cu nivelul de prezență și imersie în mediul virtual (Murray, Fox, & Pettifer, 2007).

Ne propunem atingerea următoarelor obiective pentru a investiga patternurile de memorie explicită și implicită la persoanele vârstnice în funcție de mediul în care se realizează învățarea:

1. Investigarea diferențelor la nivelul memoriei explicite și implicite în funcție de contextul sau mediul în care se realizează sarcina de învățare: mediu computerizat sau unul 3D de realitate virtuală.
2. Să compare cele două medii de învățare la nivelul absorbției cognitive.

Metodă

Participanți și design experimental

Eșantionul a constat din opt participanți vârstnici cu vârsta cuprinsă între 60 și 77 de ani ($M = 66.87$, $AS = 6.05$) dintre care 5 participanți au fost de sex feminin (62.50%). S-a înregistrat o rată de abandon de 46.66%. Participanții au fost recrutați din Cluburile de pensionari de pe raza

municipiului Cluj-Napoca. Participanții au fost funcționali din punct de vedere cognitiv, fără demență și alte tulburări neurologice.

Am utilizat un design experimental intragrup cu două condiții experimentale. Fiecare condiție corespunde unuia dintre cele două medii de învățare: mediu computerizat sau unul 3D de realitate virtuală. Ordinea de administrare a sarcinii de învățare a fost contrabalansată.

Măsurători

Variabile demografice. Vârsta și sexul participanților au fost raportate.

Trail Making Test Partea A și B (Reitan, 1958) a fost utilizat pentru a măsura funcțiile executive.

Trail Making Test Part A and B (Reitan, 1958) was used as an executive function measure.

O formă adaptată a Scalei de Absorbție Cognitivă (*engl.* Cognitive Absorption Scale, CAS, Agarwal & Karahanna, 2000) care măsoară o stare de implicare profundă cu software-ul și care prezice tendința de utilizare în viitor a dispozitivelor și software-ului a fost utilizată.

Chestionarul Răului de Simulator (*engl.* Simulator Sickness Questionnaire, SSQ, Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993) a fost administrat pentru a determina prezența unor simptome cauzate de expunerea în realitate virtuală.

Nivelul de prezență în mediul virtual a fost măsurat cu ajutorul Chestionarului de prezență Witmer și Singer (PQ, Witmer & Singer, 1998).

Memoria explicită și implicită a fost măsurată cu ajutorul Procedurii de disociere a proceselor (Jacoby, 1991; Jacoby et al., 1993). Prin aplicarea unor criterii de includere și excludere estimări ale influențelor automate, inconștiente și a celor controlate, conștiente au fost obținute.

Materiale

Mediul virtual și cel computerizat

Mediul virtual care a fost utilizat în condiția 3D cu realitate virtuală este livrat cu ajutorul unui cub virtual cu patru pereți cunoscut sub denumirea de CAVE Automatic Virtual Environment. Scenariul virtual constă dintr-un apartament cu trei camere: o baie, o cameră de zi open space cu o bucătărie și un dormitor. El conține un total de 40 de obiecte care se regăsesc în mod curent într-un apartament (pat, scaun, masă, ochelari, bibliotecă, vază, floare). Mediul computerizat conține imagini ale acelorași obiecte din mediul virtual cu mențiunea că acestea sunt distribuite în mod aleatoriu pe ecranul calculatorului.

Procedură

Utilizând un design intragrup, fiecare participant a fost evaluat în mediul virtual și altă dată în mediul computerizat. În faza de studiu a experimentului ordinea în care participanții au învățat în primul sau cel de-al doilea mediu a fost contrabalansată intrasubiect. Experimentul a avut două mari faze: o fază de studiu și una de test.

În faza de studiu în mediul de învățare 3D livrat prin realitate virtuală participanții au avut sarcina de a naviga prin interiorul apartamentului și vor avea de învățat o serie de obiecte care se regăsesc în mod curent într-un apartament. Sarcina lor va fi să rețină cât mai multe obiecte cu putință. Imediat după faza de studiu a urmat faza de test. În faza de învățare pe calculator participanții au privit pe ecran aceleași obiecte din apartament, cu diferența că acestea erau distribuite aleatoriu pe ecranul calculatorului, una câte una. În faza de test participanții au primit o sarcină de completare de rădăcini de cuvinte. În total au fost un număr de 76 de rădăcini care apăreau aleatoriu pe ecranul calculatorului cu o viteză constantă de 10 secunde pe rădăcină. Indiferent de răspunsul participantului după cele 10 secunde programul trecea la următoarea

rădăcină. Răspunsurile participanților erau notate de experimentator pe o foaie de hârtie. Această procedură a fost adaptată folosind Procedura de disociere a proceselor dezvoltată de Jacoby (Jacoby, 1991; Jacoby et al, 1993). Scalele care măsoară aspecte legate de utilizarea dispozitivelor tehnologice au fost administrate la finalul experimentului.

Rezultate

Pentru a investiga obiectivul principal al cercetării de față care și-a propus compararea performanței de memorie explicită sau implicită în funcție de mediul de învățare s-a utilizat tehnica statistică testul Wilcoxon al rangurilor cu tipul de mediu de învățare ca factor intragrup. Deoarece am avut un număr redus de participanți la studiu am considerat mai adecvată utilizarea unui test statistic non-parametric, desi acesta are o putere staistică mai redusă (Field, 2009). Rezultatele indică faptul că performanța explicită nu este influențată de mediul de învățare: pe calculator sau prin realitate virtuală, $z = -0.70$, $p > .05$, $r = .08$. Un astfel de rezultat sugerează că participanții au performanțe similare atât atunci când învață pe calculator, cât și atunci când învață în mediul virtual. Rezultate similare s-au înregistrat și în ceea ce privește memoria implicită, $z = 0.00$, $p > .05$, $r = .00$.

Analize suplimentare

Analiza răului de simulator arată faptul că niciunul dintre cei 8 participanți nu a avut simptome asociate expunerii în mediul virtual. Legat de nivelul de prezență se observă ca aproximativ 50% dintre participanți au raportat nivele medii spre ridicate de prezență. Doi participanți au raportat nivele foarte ridicate de prezență, iar doi au indicat nivele foarte scăzute.

În continuare am comparat cele două medii de învățare pe dimensiunea absorbției cognitive. Rezultatele testului Wilcoxon indică niveluri mai ridicate de absorbție cognitivă pentru apartamentul virtual, $z = -2.04$, $p < .05$, cu un efect mic, $r = .25$. Doar unul din cei 8

participanți s-a declarat mai absorbit cognitiv de mediul de învățare pe calculator decât de cel virtual.

Discuții

Obiectivul major al cercetării de față a fost acela de a investiga efectul pe care două medii diferite de învățare îl are asupra performanței de memorie implicite și explicite pe un eșantion format din persoane vârstnice. Am ales să investigăm acest efect la nivelul populației vârstnice deoarece studiile realizate pe această categorie de populație pun în evidență un declin la nivelul memoriei explicite, în timp ce memoria implicită pare a fi mai puțin afectată sau chiar deloc.

Deoarece am avut un eșantion mic de participanți avem o putere statistică mică cu șanse reduse de a detecta un efect dacă acesta este prezent. Prin urmare rezultatele studiului de față trebuie interpretate cu precauție și ca dovadă adusă în sprijinul conceptului.

Pe baza dateor furnizate de studiul de față putem considera ca tipul de mediu de învățare are efecte similare asupra memoriei explicite sau implicite. Nu există diferențe semnificative dintre condiția de învățare pe calculator și cea de învățare prin realitate virtuală. Cu toate acestea, participanții vârstnici tind să evalueze mediul virtual ca mai plăcut și sunt dispuși să îl utilizeze pe viitor mai mult decât pe cel computerizat.

CAPITOLUL IV. CONCLUZII GENERALE ȘI DISCUȚII

Implicații teoretice și practice

Rezultatele acestei teze de doctorat au o serie de implicații teoretice și practice care sunt legate de direcții în evaluarea neuropsihologică. Per ansamblu rezultatele celor patru studii derulate în cadrul acestei teze de doctorat aduc dovezi în favoarea validității testelor neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală. În plus, cercetarea prezentă contribuie la

clarificarea unor aspecte importante legate de dificultatea sarcinii probelor neuropsihologice prin realitate virtuală. De asemenea furnizează informații legate de utilizarea distractorilor ca modalitate de a spori nivelul de validitate ecologică al evaluării neuropsihologice prin realitate virtuală.

Legat de aspecte ale validității această teză de doctorat aduce dovezi în sprijinul validității testelor neuropsihologice prin realitate virtuală deoarece acestea discriminează între tipuri diferite de populație clinică precum: copii cu ADHD, bolnavi cu leziuni cerebrale sau shizofrenie. De asemenea, aceste teste măsoară până la un anumit punct aceleași procese cognitive ca și testele creion-hârtie și pe calculator.

De asemenea am investigat dificultatea sarcinilor cognitive incluse în testele care utilizează realitatea virtuală. De menționat este faptul că nivelul de dificultate a sarcinii unui instrument neuropsihologic este important în discriminarea corectă a pacienților de cei sănătoși. De asemenea dacă privim dificultatea sarcinii dintr-o perspectivă ecologică legată de similaritatea cu lumea reală putem concluziona pe baza rezultatelor că în cazul evaluării neuropsihologice a funcțiilor executive testele clasice tind să subestimeze performanța cotidiană, deoarece participanții tind să aibă rezultate mai bune pe scalele neuropsihologice clasice decât în realitate virtuală. Cu toate acestea, la nivelul memoriei explicite și implicite diferențe între diferitele contexte de memorare și evaluare nu se înregistrează. Adulții tineri și persoanele vârstnice au o performanță mnezică similară independent de mediul în care învață. De aceea speculăm că învățarea în mediul virtual are același nivel de dificultate a sarcinii ca și testele clasice și necesită niveluri similare de resurse cognitive.

Legat de utilizarea distractorilor în vederea sporirii nivelului de validitate ecologică datele furnizate de prezenta teză de doctorat sunt mixte. Studiul meta-analitic nu identifică

distractorii ca fiind moderatori semnificativi, în timp Studiul 2 pune în evidență influența semnificativă a distractorilor asupra numărului de erori omise și a numărului de răspunsuri corecte în ceea ce privește evaluarea proceselor atenționale.

Un alt aspect important pe care această teză îl aduce se leagă de validitatea ecologică a evaluării neuropsihologice care utilizează teste prin realitate virtuală. Rezultatele diferitelor studii anterioare speculează că teste prin realitate virtuală au un nivel mai ridicat de validitate ecologică deoarece sarcinile cognitive supuse evaluării sunt incluse într-un scenariu virtual care este similar unei situații cotidiene. Drept urmare se poate considera că realitatea virtuală este fie mai dificilă, cum este cazul utilizării ei în evaluarea funcțiilor cognitive sau a celor vizuo-spațiale sau este mai ușoară, cum este cazul evaluării memoriei. Rezultatele meta-analizei arată un efect pozitiv al realității virtuale asupra memoriei. Cu toate acestea în studiul 3 și 4 nu s-au replicat acest efect pozitiv întrucât nu se evidențiază un efect pozitiv asupra performanței în memorare a mediului de învățare.

Limite și direcții viitoare de cercetare

Deși rezultatele furnizate de cercetarea de față aduc dovezi în favoarea validității testelor neuropsihologice, studii viitoare pot oferi date normative și pot realiza analize de fidelitate ale acestor probe. Alte studii pot investiga validitatea predictivă a testelor neuropsihologice care utilizează realitatea virtuală în relație cu performanța cotidiană sau alte criterii obiective. Studii viitoare pot lua în calcul actualizarea la nivel de grafică a mediilor virtuale. Grafica actuală a jocurilor video și a filmelor este într-o continuă dezvoltare, iar majoritatea participanților, în special copiii sunt la curent cu noile apariții în materie de jocuri. O versiune cu o grafică mai nouă și performată ar putea ajuta la creșterea nivelului de imersie și prezență în mediul virtual și să crească similaritatea cu lumea reală, cotidiană. Per ansamblu, aproape jumătate dintre

participanți au raportat nivele medii spre mari de prezență în mediul virtual. De asemenea, o altă limită a studiului este dată de prezența răului de simulator. Cinci participanți tineri sănătoși au raportat cel puțin un simptom sever de rău de simulator. După cum arată rezultatele analizei corelaționale răul de simulator corelează negaiv cu nivelul auto-raportat de prezență în mediul virtual. Speculăm că un nivel scăzut de prezență are un efect negativ asupra realismului vizual care facilitează similaritatea cu lumea reală, cu contextele zilnice de viață. Cu toate acestea, rezultatele studiului 2 și 4 arată că nici copii nici participanții vârstnici nu au raportat rău de simulator. O posibilă explicație rezidă în faptul că copiii au fost imersați cu ajutorul unor dispozitive HMD și au avut o poziție statică pe tot parcursul sarcinii, în timp ce tinerii adulți au fost imersați în cubul virtual cu patru pereți și au navigat în mediul virtual. De asemenea, rezultatele arată că în exact același mediu virtual, cu aceeași durată a sarcinii vârstnicii nu au raportat simptome de rău de simulator, spre deosebire de participanții tineri. O posibilă explicație pe care am identificat-o se leagă de faptul că tinerii, ca și copiii sunt conectați cu tehnologia și noile apariții în materie de grafică. De aceea ei pot avea așteptări mai ridicate cu privire la calitatea graficii mediului virtual. Răul de simulator, similar cu răul de mișcare poate fi accelerat de navigarea în mediul virtual comparativ cu situația statică. Studii viitoare ar putea testa această ipoteză deoarece răul de simulator poate influența în mod negativ prezența auto-percepută și nivelul de imersie. În continuare prezentăm o mare limită a studiului 4. Acest studiu conține un număr redus de participanți: opt participanți. Datorită acestui fapt avem șanse ridicate să comitem eroarea de tipul II și să nu reușim să detectăm un efect în cazul în care acesta este prezent. În cazul studiilor 3 și 4 altă limită se referă la controlul variabilelor străine. Deoarece am utilizat un mediu virtual cu un nivel ridicat de realism și validitate ecologică cum este apartamentul virtual în care sarcina participanților a fost aceea să încerce să memoreze cât mai

mulți stimuli-obiecte pe măsură ce navighează prin intermediul apartamentului și am comparat această performanță cu cea obținută în urma memorării acelorași obiecte din apartament distribuite aleatoriu una câte una pe ecranul calculatorului am putea avea o non-echivalență a timpului petrecut pentru studierea fiecărui obiect. Cu toate acestea deoarece am dorit să măsurăm performanța într-un context cât mai apropiat de cel cotidian putem considera această amenințare la adresa validității interne ca o dovadă venită în sprijinul validității ecologice a sarcinii de învățare în mediul virtual. De asemenea nu am cerut participanților să citească cu voce tare fiecare obiect în parte deoarece ar fi dificil să controlăm timpul sau viteza pe care fiecare participant le-ar fi alocat în total în mediul virtual pentru a învăța stimulul respectiv. De asemenea, nu am controlat pentru frecvența de apariție sau pentru noutatea stimulilor-obiecte care au fost incluse în apartamentul virtual. Nu am putut face acest lucru deoarece jumătate din obiectele din apartament au făcut parte din demo-ul original livrat de EON Reality care nu a putut fi modificat. Cu toate acestea lista obiectelor care au fost introduse ulterior în apartament a fost inspectată atent pentru a exclude obiecte neuzuale.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Adams, R., Finn, P., Moes, E., Flannery, K., & Rizzo, A. A. (2009). Distractibility in Attention/Deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD): the Virtual Reality Classroom. *Child Neuropsychology*, *15*(2), 120-135. doi: 10.1080/09297040802169077
- Rizzo, A. A., Schultheis, M., Kerns, K. A., & Mateer, C. (2004). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, *14*(1-2), 207-239. doi: 10.1080/09602010343000183
- Anastasi, A., & Urbina, S. (1997). *Psychological testing*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Armstrong, C. M., Reger, G. M., Edwards, J., Rizzo, A. A., Courtney, C. G., & Parsons, T. D. (2013). Validity of the Virtual Reality Stroop Task (VRST) in active duty military. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *35*(2), 113-123. doi: 10.1080/13803395.2012.740002
- Baddeley, A., & Wilson, B. A. (1994). When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia*, *32*(1), 53–68. doi: 10.1016/0028-3932(94)90068-X
- Barkley, R. A. (1991). The ecological validity of laboratory and analogue assessment methods of ADHD symptoms. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *19*(2), 149-178. doi: 10.1007/BF00909976
- Bioulac, S., Lallemand, S., Rizzo, A., Philip, P., Fabrigoule, C., & Bouvard, M. P. (2012). Impact of time on task on ADHD patient's performances in a virtual classroom. *European Journal of Paediatric Neurology*, *16*, 514-521. doi: 10.1016/j.ejpn.2012.01.006
- Elkind, J. S., Rubin, E., Rosenthal, S., Skoff, B., & Prather, P. (2001). A simulated reality scenario compared with the computerized Wisconsin Card Sorting Test: An analysis of preliminary results. *CyberPsychology & Behavior*, *4*(4), 489-496. doi:

10.1089/109493101750527042

- Gilboa, Y., Rosenblum, S., Fattal-Valevski, A., Toledano-Alhadeef, H., Rizzo, A. S., & Josman, N. (2011). Using a Virtual Classroom environment to describe the attention deficits profile of children with Neurofibromatosis type 1. *Research in Developmental Disabilities, 32*(6), 2608–2613. doi: 10.1016/j.ridd.2011.06.014
- Graf, P. (1990). Life-span changes in implicit and explicit memory. *Bulletin of the Psychonomic Society, 28*(4), 353-358. doi: 10.3758/BF03334041
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1985). Implicit and Explicit Memory for New Associations in Normal and Amnesic Subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 11*(3), 501-518. doi: 10.1037/0278-7393.11.3.501
- Huang-Pollock, C. L., Karalunas, S. L., Tam, H., & Moore, A. N. (2012). Evaluating vigilance deficits in ADHD: a meta-analysis of CPT performance. *Journal of Abnormal Psychology, 121*(2), 360-371. doi: 10.1037/a0027205
- Jacoby, L. L. (1991). A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language, 30*(5), 513-541. doi: 10.1016/0749-596X(91)90025-F
- Jacoby, L. L. (1996). Dissociating automatic and consciously controlled effects of study/test compatibility. *Journal of Memory and Language, 35*(1), 32-52. doi: 10.1006/jmla.1996.0002
- Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Neuropsychological assessment of attentional processing using virtual reality. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine, 6*(1), 23-28.
- *Parsons, T. D., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., & Rizzo, A. A. (2007). A controlled clinical comparison of attention performance in children with ADHD in a virtual reality

- classroom compared to standard neuropsychological methods. *Child Neuropsychology*, 13(4), 363-381. doi: 10.1080/13825580600943473
- Rizzo & Buckwalter, (1998). Virtual Reality and Cognitive Assessment and Rehabilitation: The State of the Art. In Giuseppe Riva (Ed.), *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*. Amsterdam, Netherlands: Ios Press.
- Rizzo, A. A., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., Klimchuk, D., Mitura, R., & Parsons, T. D. (2006). A Virtual Reality Scenario for All Seasons: the Virtual Classroom. *CNS Spectrums*, 11(1), 35-44. doi: 10.1017/S1092852900024196
- Toth, J. P., Lindsay, D. S., & Jacoby, L. L. (1992). Awareness, automaticity, and memory dissociations. In L. R. Squire & N. Butters (Eds.), *Neuropsychology of Memory* (2nd ed., pp. 46-57). New York, NY: Guilford.
- Urbina, S. (2004). *Essentials of psychological testing*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Weniger, G., & Irle, E. (2008). Allocentric memory impaired and egocentric memory intact as assessed by virtual reality in recent-onset schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 101(1-3), 201-209. doi: 10.1016/j.schres.2008.01.011