

**MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE EDUCAȚIE FIZICĂ ȘI SPORT
ȘCOALA DOCTORALĂ**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

Prof. Univ. Dr. Emilia Florina GROSU

Student doctorand:

Ștefan MOROȘANU

2024

**UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE EDUCAȚIE FIZICĂ ȘI SPORT
ȘCOALA DOCTORALĂ**

Îmbunătățirea timpului de reacție și a coordonării oculomotorii la elevii de 17-19 ani utilizând realitatea virtuală

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

Prof. Univ. Dr. Emilia Florina GROSU

Student doctorand:

Ștefan MOROȘANU

2024

Cuprins

Abrevieri.....	III
Listă publicații.....	IV
Introducere	1
Partea I – Fundamentarea teoretico-științifică a tezei	2
Capitolul 2. Activitatea fizică, realitatea virtuală și exercițiul în mediul virtual	2
2.1. Activitatea fizică.....	2
2.2. Realitatea virtuală.....	3
2.3. Exergames – exercițiul fizic în mediul virtual.....	4
Capitolul 3. Psihomotricitatea, timpul de reacție și coordonarea oculo-motorie	5
3.2. Timpul de reacție	5
3.2.2. Modalități de scădere a timpului de reacție	6
3.2.3. Modalități de scădere a timpului de reacție prin intermediul realității virtuale.....	7
3.3. Coordonarea oculo - motorie.....	8
3.3.2. Modalități de îmbunătățire a coordonării oculo - motorii	8
3.3.3. Modalități de îmbunătățire a coordonării oculo-motorii prin intermediul realității virtuale	9
Partea II Cercetare privind îmbunătățirea timpului de reacție și coordonării oculo - motorii a elevilor de 17-19 ani prin intermediul realității virtuale.....	11
Capitolul 4. Studiul 1 Revizuire sistematică a literaturii de specialitate cu privire la utilizarea realității virtuale pentru dezvoltarea abilităților psihomotorii.....	11
Capitolul 5. Studiul 2. Studiul pilot.....	15
5.1. Scopul cercetării pilot.....	15
5.2. Ipotezele cercetării pilot	15
5.4. Etapele desfășurării studiului pilot	15
5.5. Metode de cercetare folosite.....	16
5.6. Criterii de includere și excludere în studiul pilot	16
5.7. Metode de evaluare.....	16
5.8. Programul de intervenție	17
5.10. Discuții.....	18
5.11. Concluziile studiului pilot	19
Capitolul 6. Studiul 3. Cercetarea fundamentală.....	21
6.1. Scopul cercetării	21

6.2. Ipotezele cercetării experimentale	21
6.5. Etapele desfășurării cercetării experimentale	21
6.6. Metode de cercetare folosite.....	22
6.7. Criterii de includere și excludere	22
6.8. Metode de evaluare.....	22
6.9. Programul de intervenție	23
6.11. Discuții.....	24
Capitolul 7. Concluzii	27
7.1. Impactul studiului și contribuții originale	29
Bibliografie selectivă.....	30

Cuvinte cheie: realitate virtuală, exergames, psihomotricitate, Head-Mounted Display, neuroplasticitate, calitatea vieții, imersiv, coordonare, timp de reacție

Abrevieri

CAVE – Cave Automatic Virtual Environments (În română - Mediu virtual automat de peșteră)

HMD – Head Mounted Display (În română – Dispozitiv montat pe cap)

SNC – Sistem nervos central

SNP – Sistem nervos periferic

VR – Virtual Reality (În română – Realitate virtuală)

Listă publicații

Moroșanu, Ș. & Grosu, V., T. (2022). Using Virtual Reality for Motor and Psychomotor Skill Development: A Systematic Review. *The 8th International Conference of the Universitaria Consortium (ICU)*, 297-305, Cluj-Napoca.

Răbâncă, S., M., Moroșanu, Ș., Grosu, V., T. (2022). Pulmonary Rehabilitation Through Physical Exercise – An Essential Factor Regarding Patient Recovery In A Post-COVID-19 World. *Gymnasium -Scientific Journal of Education, Sports, and Health*, 23 (2). DOI: <https://doi.org/10.29081/gsjesh.2022.23.2.01>

Moroșanu, Ș., Răbâncă, S., M., Rusu, A., C. Martinovici, M. (2023). Improving reaction time and hand-eye coordination in high school students using virtual reality: A Pilot Study. *Science, Movement and Health*, 23 (2): 208 – 212. <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A14%3A21839806/detailv2?bquery=AU%20Rusu,%20Alina&page=1>

Moroșanu. Ș, Grosu, V., T., Răbâncă, S., M., Grosu, E., F., Hervas – Gomez, C., Mancini, N., Cristea, D., I., Sabău, A., M., Moreno – Alcaraz, V., J. (2024). Enhancing psychomotor skills in high school students using virtual reality. *Journal of Physical Education and Sport* ® (JPES), 24 (6), 1434 - 1440., <https://efsupit.ro/images/stories/june2024/Art%20162.pdf>, DOI:10.7752/[/jpes.2024.06162](https://efsupit.ro/images/stories/june2024/Art%20162.pdf).

Introducere

Ne aflăm într-o perioadă a istoriei umane în care tehnologia este la fiecare pas. Majoritatea copiilor și adolescenților își dedică mare parte a timpului liber jucându-se diverse jocuri pe telefon, calculator, Playstation sau alte dispozitive de ultimă oră.

Deși majoritatea studiilor blamează aceste comportamente, fiind considerate printre principalele cauze ale sedentarismului în rândul copiilor și adolescenților, ne propunem în studiul nostru să verificăm dacă putem folosi tehnologia ca o sabie cu două tăișuri și să influențăm pozitiv calitatea vieții celor menționați mai sus prin aceasta.

Consecințele jocurilor video au fost un subiect mult contestat în ultimele decenii. În timp ce mass-media tinde să se concentreze și să facă publicitate presupuselor efecte negative ale jocurilor video, literatura empirică continuă să cerceteze pentru a ilustra beneficiile practicării anumitor tipuri de jocuri video, în special, jocurile video active (Glueck & Han, 2019).

Noi alternative pentru a efectua exerciții fizice pot ajuta oamenii să se angajeze într-un stil de viață mai sănătos. Transformarea jocurilor video sedentare în jocuri active (exergames) ar putea crește cheltuiala calorică și de asemenea poate îmbunătăți coordonarea, timpul de reacție și aptitudinile atletice, înlocuind astfel comportamentele sedentare (Trost et al., 2014; Çakmakçı et al., 2019).

Tehnologia emergentă a realității virtuale (VR) ne oferă o oportunitate de a explora cum să implicăm mai bine oamenii cu mesaje de sănătate și să aplicăm această metodă inovatoare pentru promovarea comportamentelor sănătoase și promovarea unor noi teorii (de Back et al., 2020; Aulisio et al., 2020).

Suntem de părere că timpul de reacție și coordonarea oculo-motorie sunt două dintre abilitățile psihomotorii care influențează nivelul de implicare al elevilor în activitățile motrice. Conform rezultatelor unui studiu din 2014, un nivel ridicat de activitate fizică moderată sau viguroasă măsurat în mod obiectiv a fost asociat cu o performanță bună la testul timpului de reacție, care măsoară timpul de reacție al subiecților și viteza de răspuns la o țintă vizuală (Sylväoja et al., 2014).

Prin această lucrare dorim să scoatem în evidență utilitatea tehnologiei realității virtuale pentru îmbunătățirea timpului de reacție și a coordonării oculo-motorii și importanța acestor abilități psihomotrice pentru implicarea elevilor de liceu în activitățile motrice organizate.

Partea I – Fundamentarea teoretico-științifică a tezei

Capitolul 2. Activitatea fizică, realitatea virtuală și exercițiul în mediul virtual

2.1. Activitatea fizică

Tehnologia precum jocurile video joacă un rol complicat în inactivitatea fizică. În mod tradițional, jocurile video au contribuit la epidemia de inactivitate fizică acestea fiind acuzate pentru stilul de viață sedentar al indivizilor. Pe de alta parte, jocurile video active nou apărute au fost folosite din ce în ce mai mult pentru a promova activitatea fizică și sănătatea în rândul diferitelor populații (Huang et al., 2017; Vagheti et al., 2018).

Pe scurt, jocurile video active se referă la jocuri video care sunt și o formă de exercițiu (Benzing & Schmidt, 2018).

Un studiu efectuat în SUA a demonstrat faptul că jocurile video active incluse într-un program de management al greutateii a dus la creșteri semnificative ale activității fizice moderate până la viguroasă în rândul copiilor supraponderali și obezi. Introducerea jocurilor active a dus la o practicare a activităților fizice moderate până la viguroasă suplimentară de 7,4 min/zi. În schimb, participanții care au fost repartizați la programul obișnuit de management al greutateii de 16 săptămâni fără jocuri video active au prezentat puțin sau deloc modificării ale activității fizice (Trost et al., 2014).

Realitatea virtuală prin mijloacele specifice-exergames sau jocurile video active, cum mai sunt denumite, pot fi folosite ca exerciții fizice și pot reprezenta un mijloc de a îmbunătății abilitățile psihomotrice și de a crește activitatea fizică a subiecților (Gao & Chen, 2014). S-a dovedit a fi o activitate plăcută pentru adolescenți, adulți tineri și mai în vârstă (Adachi & Willoughby, 2015).

O cauză a sedentarismului este lipsa încrederii în abilitățile de a practica un anumit sport. De exemplu un copil mai puțin talentat la fotbal va avea reticențe în practicarea ulterioară a acestui sport când observă ca abilitățile lui sunt inferioare altor copii.

Interesant, jocurile video sportive pot fi asociate cu niveluri mai ridicate de implicare în sport în viața reală. De exemplu, adolescenții care se joacă jocurile video sportive pot găsi distracție în acestea, pot învăța regulile și strategia diverselor sporturi și de asemenea pot trăi fiorul victoriei, astfel crescând șansele să se implice în diverse sporturi și în viața reală (Adachi & Willoughby, 2015).

2.2. Realitatea virtuală

În dicționarul online Oxford, realitatea virtuală (VR) este definită ca „simularea generată de computer a unei imagini tridimensionale sau a unui mediu cu care se poate interacționa într-un mod aparent real sau pe cale fizică de către o persoană care utilizează echipamente electronice speciale, cum ar fi o cască cu ecran în interior sau mănuși echipate cu senzori.”

Realitatea virtuală mai este definită ca „reprezentarea digitală tridimensională a unui spațiu real sau imaginar cu capabilități interactive (Zyda, 2005).”

În prezent, sistemele standard de realitate virtuală generează imagini realiste, sunete și alte senzații care simulează prezența fizică a unui utilizator într-un mediu virtual.

În numeroasele aplicații ale realității virtuale, autorii propun ca parte principală a acestei tehnologii aceea de a transporta cognitiv utilizatorul într-un mediu digital (Burdea & Coiffet, 2003). Conceptele de fidelitate, imersiune și prezență devin esențiale atunci când discutăm despre realitatea virtuală (Howard, 2018; Jensen & Konradsen, 2018).

Fidelitatea se referă la asemănarea mediului virtual și/sau sarcinilor cu mediul real. Cu cât este mai mare asemănarea cu atât este mai înaltă fidelitatea.

Imersiunea în realitatea virtuală este percepția de prezență fizică într-o lume nonfizică. Percepția este creată prin înconjurarea utilizatorului sistemului VR cu imagini, sunet sau alți stimuli care oferă un mediu foarte captivant (Freina & Ott, 2015).

Imersiunea completă într-un mediu virtual vine prin intermediul unui dispozitiv montat pe cap (Head mounted display-HMD) sau folosind un ”Cave automatic virtual environment” (CAVE) care prin traducere înseamnă ”mediu virtual automat de peșteră” și poate include chiar și dispozitive de interfață haptică (controlere manuale și joystick-uri) care permit utilizatorilor interacționeze cu mediul virtual.

HMD este un dispozitiv portabil care acoperă ochii și astfel înlătură vederea asupra lumii exterioare. Are două ecrane mici prin care lumea virtuală este vizualizată, de asemenea, este combinată cu urmărirea capului și a mâinilor. Fiind un sistem mai mic, mai portabil și mai accesibil, HMD este mai popular decât CAVE, deși ambele pot fi considerate ca împărtășind aceleași caracteristici cheie ale unui sistem imersiv (Neumann et al., 2018; Amprasi et al., 2021).

Această nouă tehnologie este din ce în ce mai aplicată în diverse domenii ale vieții, cele mai multe studii concentrându-se pe domeniul medical, mai ales în reabilitare (Levac et al., 2019; Buettner et al., 2020) și pe domeniul educațional (Hamilton et al., 2021).

Cu toate acestea, pe lângă medicină, alte discipline precum psihologia, știința sportului, neuroștiința sau informatica sunt implicate în cercetarea jocurilor video active, arătând caracterul interdisciplinar al acestui mijloc (Glueck & Han, 2019).

2.3. Exergames – exercițiul fizic în mediul virtual

De ani de zile, cercetătorii au studiat exercițiile fizice și efectele diferite pe care le are asupra corpului uman. Se știe că exercițiile fizice ajută la gestionarea greutateii, îmbunătățesc starea de spirit, capacitatea motrică, și procesarea cognitivă (Manno, 2008).

Realitatea virtuală prin mijloacele specifice-exergames sau jocurile video active, cum mai sunt denumite, pot fi folosite ca exerciții fizice și pot reprezenta un mijloc de a îmbunătăți abilitățile psihomotrice și de a crește activitatea fizică a subiecților (Moglia et al., 2016).

În plus pe lângă efectele deja cunoscute ale exercițiului fizic, exergames ar crește potențialul de adaptare al creierului, fenomen cunoscut sub numele de neuroplasticitate, care ar avea ca rezultat capacitatea îmbunătățită de rezolvare a problemelor, precum și o mai mare integrare senzoriomotorie (Dye et al., 2009).

Nu există o definiție universală a exergaming-ului disponibilă. Potrivit lui Bogost (2007) exergaming-ul a fost etichetat de mass-media drept „combinația dintre exerciții și jocuri video”. Deși această descriere este folosită atât de industria comercială, cât și în domeniul științific, nu servește ca o definiție formală adecvată. Acest lucru devine evident atunci când aderăm la definiția tradițională a „exercițiului”, ca în mod conștient și sistematic să îndeplinească anumite obiective stabilite, conform căruia multe exergames disponibile (de exemplu, cele cu intenții alternative decât îmbunătățirea fitnessului) ar fi excluse (Bogost, 2007).

Exergames sunt jocuri pe computer care folosesc tehnologia de detectare a mișcării care reflectă mișcarea corpului jucătorului pe ecran și, prin urmare, îi permite să controleze personaje virtuale (Huang et al., 2017). Exergames sunt jocuri video care solicită participanților să se angajeze în mișcare fizică pentru a juca, sunt jocuri video care combină divertismentul și mișcarea corpului (Sheehan & Katz, 2013).

Exergames poate urmări acum mișcarea întregului corp în trei dimensiuni, măsura cu precizie timpul de reacție și accelerația, și captura viteza și puterea mișcării unui jucător (Mokmim & Jamiat, 2021).

Exergames diferă față de jocurile video sedentare datorită efortului fizic și a capacităților fizice necesare jocului. Multe exergames stimulează timpul de reacție auditiv și vizual și coordonarea oculo-motorie. Cu toate acestea, exergames necesită și alte capacități fizice precum rezistența aerobă, forța, echilibrul și flexibilitatea pentru a susține gameplay-ul și narațiunea jocurilor (Vagheti et al., 2018).

Structurată, dozată și planificată corespunzător această formă de practicare a exercițiului fizic ar putea fi o opțiune viabilă pentru îmbunătățirea abilităților psihomotrice.

Capitolul 3. Psihomotricitatea, timpul de reacție și coordonarea oculo-motorie

3.2. Timpul de reacție

Timpul de reacție este definit ca intervalul de timp dintre apariția unui stimul și inițierea unui răspuns la acesta (Garg et al., 2013). De obicei este exprimat în milisecunde.

Abilitatea de a monitoriza, identifica, procesa și răspunde rapid la un mediu imprevizibil este un aspect important al comportamentului natural. Indivizii sănătoși sunt pricepuți să genereze răspunsuri adecvate și rapide ca răspuns la stimuli asociați cu situații potențial periculoase. Aceste răspunsuri sunt denumite reacții și se caracterizează prin capacitatea de a genera o mișcare extrem de rapidă și precisă spațial în fața unei situații. Exemplele includ reacții corective pentru menținerea echilibrului, reacții de protecție la volan sau în cazul unui stimul potențial dăunător (Janssen, 2015).

Timpul de reacție poate fi împărțit în trei componente (Akhani et al., 2015):

1. Timpul de percepție: timpul necesar pentru perceperea stimulului;
2. Timpul de decizie: timpul necesar pentru a decide un răspuns adecvat la stimul;
3. Timpul motor: timpul pentru a executa comanda motrică primită ca răspuns la stimul.

Există trei tipuri de experimente bazate pe timpul de reacție (Luce, 1986):

1. Timp de reacție simplu: necesită un singur răspuns la un singur stimul (ex. apăsarea unei taste la un computer la auzul unui semnal sonor);

2. Timp de reacție de recunoaștere: necesită răspuns doar la apariția unor anumiți stimuli (apăsarea unei taste la un computer doar la apariția literei "x" pe ecran, nu și când apare altă literă);

3. Timp de reacție la alegere: răspunsul trebuie să fie potrivit stimulului (apăsarea tastei "space" la apariția pe ecran a literei "x" și apăsarea tastei "enter" la apariția pe ecran a literei "z").

Timpul de reacție poate fi împărțit în trei categorii în funcție de caracterul stimulului, vizual, auditiv sau tactil. Timpul de reacție este un indicator valid al vitezei procesare a stimulului senzorial de către sistemul nervos și execuția sa ca răspuns motor (Akhani et al., 2015).

Această conexiune cognitiv-motorie este un factor esențial în multe aspecte ale vieții de zi cu zi incluzând, dar fără a se limita la: luarea de decizii rapide în situații periculoase, abilități atletice îmbunătățite, prevenirea accidentărilor și autonomie susținută odată cu îmbătrânirea.

Timpul de reacție este influențat de o serie de factori, cum ar fi:

- experiența - afectează timpul de reacție prin anticiparea stimulului;
- intensitatea stimulului;

- numărul stimulilor (vezi timpul de reacție la alegere);
- genul și vârsta - studiile arată că bărbații au de regulă un timp de reacție mai scăzut decât femeile;
- consumul de alcool, droguri sau medicamente;
- calitatea și durata somnului;
- condiția fizică - o mai bună condiție fizică este corelată cu un timp de reacție mai mic;
- antrenamentul timpului de reacție – mai multe studii au arătat îmbunătățirea timpului de reacție prin diverse mijloace.

3.2.2. Modalități de scădere a timpului de reacție

Există diferite mecanisme pentru a explica unui timp de reacție mai rapid la cei care fac exerciții fizice. Acest lucru poate se datorează îmbunătățirii concentrării, vigilenței și unei coordonări musculare mai bune și îmbunătățită, în regim de viteză și precizie. Activitatea fizică duce la îmbunătățirea performanței cognitive, în special flexibilitatea cognitivă, o măsură funcției executive.

Pe parcursul vieții, în timpul practicării unui sport sau chiar și în activitățile cotidiene desfășurate de zi cu zi ne vom întâlni cu o multitudine de situații în care capacitatea de a acționa rapid ne poate fi de mare ajutor.

Spre exemplu, atunci când conduceți o mașină și un alt vehicul iese brusc în fața dumneavoastră, un timp de reacție scăzut poate face diferența între siguranță și pericol. Acest lucru este valabil și pentru o simplă neatenție, în cazul unei împiedicări sau alunecări. Creierul trebuie să reacționeze rapid la stimulii vizuali și tactili. De asemenea un timp de reacție scăzut este important pentru prevenirea deteriorării vederii pe termen lung în cazul expunerii la o lumină de mare intensitate (Roda, 2020).

Există diferite mijloace pentru a îmbunătăți timpul de reacție. Întărirea conexiunii dintre corp și creier poate face o diferență notabilă în capacitatea de a reacționa la mediul înconjurător.

Antrenarea unei mișcări sau unei acțiuni specifice este una din cele mai utilizate metode pentru a îmbunătăți timpul de reacție. Una dintre cele mai bune modalități de scădere a timpului de reacție îl reprezintă antrenamentul prin exercițiu fizic al corpului pentru ca acesta să răspundă la stimuli cât mai repede posibil. Sprinterii lucrează adesea pentru a îmbunătăți timpii de reacție simulând sunetul exploziv de pornire al unei împușcături sau al clopoțelului. A face corpul confortabil cu acel răspuns poate face diferența când fiecare secundă este importantă, cum este cazul atletismului.

3.2.3. Modalități de scădere a timpului de reacție prin intermediul realității virtuale

Odată cu dezvoltarea tehnologiei, au apărut noi oportunități de reducere a timpului de reacție folosind tehnologie de ultimă generație, cum ar fi realitatea virtuală.

Jocurile video active necesită abilități vizual-spațiale, coordonare ochi-mână sau ochi-picior și timp de reacție rapid pentru a opera cu succes aceste jocuri. Pentru ca exergames să influențeze dezvoltarea fizică, designerii au dezvoltat sisteme pentru a urmări și a răspunde mișcărilor motorii grosiere ale jucătorilor (Staiano & Calvert, 2011).

Îmbunătățirea timpului de reacție prin practicarea exergames reiese din îmbunătățirea transmisiei impulsurilor nervoase prin căile neuronale. Atunci când este implicat în noi experiențe, creierul creează noi circuite neuronale (Stroud & Whitbourne, 2015).

Aceste circuite sunt ca niște rute formate din neuroni interconectați. Aceste rute sunt create în creier prin utilizarea și practica zilnică; la fel ca o potecă pe un traseu montan făcută prin folosirea zilnică de către turiști sau alpiniști profesioniști.

Există dovezi de transfer pozitiv de la antrenamentul virtual la îmbunătățiri psihomotrice din lumea reală, care susțin utilizarea acestor exerciții virtuale (Hulteen et al., 2015; Gray, 2017; Barbosa et al., 2020).

Jocul video activ Reakt vizează direct timpul de reacție complex, necesitând alegerea răspunsului motor potrivit în funcție de stimulul apărut (Neurotrainer, 2021).

Unul din mijloacele folosite în studiul nostru este jocul video activ Eleven Table Tennis. Tenisul de masă se caracterizează prin incertitudine perceptivă și constrângeri de timp. Ca sport dinamic, implică un mediu vizual în continuă schimbare.

Studiile au arătat că jucătorii de tenis de masă au timp de reacție mai rapid decât cei care nu joacă tenis de masă (Akhani et al., 2015; Asar et al., 2022).

Alt mijloc folosit este jocul video active The Thrill of Fight, care reprezintă boxul în mediul virtual (Sealost Interactive LLC, 2019).

În timpul unei lupte, subiecții reacționează constant unul la altul. Fiecare eschivă, pumn și pas făcut de adversar necesită o reacție rapidă. Din acest motiv, pentru a lupta, este necesar ca participanții să rămână constanți concentrați asupra mișcărilor adversarului și să ia decizii rapide în funcție de circumstanțe (Polechoński & Langer, 2022).

În baza acestora am inclus boxul în mediul virtual în programul de îmbunătățire al timpului de reacție și a coordonării oculo-motorii.

3.3. Coordonarea oculo - motorie

Capacitatea unui individ de a executa ritmic și precis o mișcare controlată se numește coordonare. Există mai multe tipuri de coordonare, printre care coordonarea intersegmentară și coordonarea oculo – motorie.

Coordonarea oculo – motorie presupune ca membrele să acționeze în funcție de stimulii vizuali. Coordonarea oculo – motorie poate fi: ochi – mână sau ochi – picior (Reddy et al., 2017).

Coordonarea ochi – mână poate fi definită ca fiind capacitatea de a efectua activități care necesită utilizarea simultană a ochilor și a mâinilor (Mayer & Caminiti, 2018).

Coordonarea oculo – motorie în viața de zi cu zi apare în contexte diferite. Se pot face mișcări ale mâinii spre o țintă vizuală la scurt timp după prezentarea acesteia sau cu întârziere (Mayer et al., 2003).

Coordonarea oculo – motorie se află în centrul acțiunilor și interacțiunilor noastre zilnice cu obiectele și oamenii din jurul nostru și este esențială pentru înțelegerea modului în care creierul creează modele interne ale spațiului de acțiune și generează mișcare în interiorul acestuia (Battaglia-Mayer & Caminiti, 2018).

Când fixează obiecte din lumea noastră tridimensională, ochii vor țintii de obicei obiectele de interes înainte de a începe orice mișcare a mâinii. Mișcările oculare rapide numite sacade sunt responsabile pentru această fixare prin deplasarea privirii dintr-o parte a scenei vizuale la alta, aducând obiectul de interes în focus pe fovee, porțiunea retinei cu cea mai mare acuitate vizuală (Jana et al., 2017).

În ciuda multitudinii de studii psihofizice, neurofiziologice și computaționale disponibile despre coordonarea ochi – mână, încă se cunosc doar puține lucruri despre mecanismele sinaptice din spatele integrării visuomotorii care stau la baza și sunt relevante pentru transformarea coordonată a mișcărilor.

3.3.2. Modalități de îmbunătățire a coordonării oculo - motorii

La fel ca în cazul timpului de reacție memoria musculară este asociată deseori cu îmbunătățirea coordonării oculo-motorii.

Când învățăm o nouă abilitate sau exersăm o anumită mișcare, creierul creează căi neuronale și conexiuni care controlează grupele musculare asociate (Davies & Rose, 2000). Aceste conexiuni devin mai eficiente și bine coordonate prin repetare, îndeplinirea sarcinii cu acuratețe și ușurință sporite. Memoria musculară este un proces complex care implică atât sistemul muscular cât și sistemul nervos (HealthMax Physiotherapy Clinic, 2024).

Coordonarea stă la baza stăpânirii deprinderilor motrice fundamentale (Sheehan & Katz, 2013). Găsirea unei metode de predare-învățare a coordonării într-un mod care să implice subiecții într-un mod interactiv este esențială pentru succesul programelor de educație fizică (Patel & Bansal, 2018).

Îmbunătățirea coordonării se poate traduce printr-o mai mare încredere și o creștere a probabilității de participare la activități fizice (Trecroci et al., 2021).

Cele mai multe dintre activitățile desfășurate în timpul zilei folosesc un anumit grad de coordonare oculară, motiv pentru care această coordonare trebuie să fie cât mai antrenată posibil. În general, informațiile vizuale sunt folosite pentru a corecta comportamentul care este nu este potrivit pentru o situație și de aceea aceasta capacitatea psihomotorie este atât de importantă.

Antrenamentul pentru coordonarea oculo – motorie folosește sarcini psihomotrice care urmăresc atât scăderea timpului de reacție cât și creșterea performanței perceptive a subiectului. Acest antrenament cere subiecților să detecteze un anumit stimul și să reacționeze la acesta cu ajutorul mâinilor (Mughrabi et al., 2023).

Coordonarea ochi – mână a cursanților poate fi îmbunătățită prin activități care implică sisteme fizice, de exemplu, prin jonglarea cu mingea sau aruncarea mingii la perete. Cu toate acestea, mulți formatori preferă sistemele digitale întrucât pot colecta date despre performanța motrică obiectivă a subiectului și oferă feedback direct pe baza acestuia (Făgăraș et al., 2023). Această abordare de asemenea, permite subiectului și profesorului să ajusteze strategia de învățare mai eficient (Mughrabi et al., 2023).

3.3.3. Modalități de îmbunătățire a coordonării oculo-motorii prin intermediul realității virtuale

Realitatea virtuală a adus noi oportunități de îmbunătățire a coordonării oculo-motorii folosind tehnologia de ultimă generație.

Jocurile electronice interactive pot îmbunătăți coordonarea oculo – motorie. Abilitatea de control al obiectelor, cum ar fi prinderea, implică urmărirea unui obiect și apoi obținerea controlului asupra acesteia. Jocurile video active Reakt și Eleven Table Tennis replică aceste mișcări (For Fun Labs, 2020; Neurotrainer, 2021).

Progresele recente în tehnologia VR permit utilizarea HMD-urilor pentru antrenarea coordonării oculo-motorii. Noua generație de dispozitive montate pe cap au câștigat un interes larg. Aceste sisteme includ îmbunătățiri ale graficii afișajului. Poate mai important, generația actuală a dispozitivelor montate pe cap este notabilă pentru îmbunătățiri în detectarea mișcării

utilizatorului și pentru utilizarea acestei informații pentru afișare în timp real (Munafo et al., 2017).

Una din metodele folosite pentru îmbunătățirea coordonării oculo – motorii este repetiția, care stă la baza modificărilor neuroplasticității la nivelul creierului. Fiecare joc virtual presupune repetarea succesivă a exercițiilor în diferite planuri de mișcare în fiecare sesiune (Costa et al., 2019).

Atunci când o nouă abilitate sau sarcină este învățată pentru prima dată, creierul începe să creeze noi căi neuronale. Aceste căi leagă regiunile implicate în planificarea și execuția motorie. Cortexul motor primar este un jucător cheie în inițierea și controlul mișcărilor voluntare. Învățarea implică întărirea conexiunilor (sinapselor) dintre neuroni. Pe măsură ce mișcărilor sunt practicate, aceste conexiuni sinaptice devin mai eficiente, permițând semnalelor să călătorească mai rapid și mai sigur de-a lungul căilor neuronale (HealthMax Physiotherapy Clinic, 2024).

Jocurile video implică un proces cognitiv complex de multitasking: acordarea atenției la ecranul unui computer sau la mediul virtual în cazul HMD-urilor, recepționarea stimulului informațional vizual sau verbal, integrând informația cu experiență anterioară sau cu cunoștințele anterioare în memoria de lucru, luarea unei decizii pe baza cunoștințelor nou integrate, planificarea unei acțiuni pe baza deciziei, luarea acțiunii și anticiparea răspunsurilor. Toate elementele acestui proces pot apărea simultan numai în decursul a câteva secunde în timpul unui joc interactiv (Chen & Gao, 2014).

Jocurile video active necesită abilități vizual – spațiale, coordonare ochi – mână sau ochi – picior și timp de reacție rapid pentru a opera cu succes aceste jocuri. Pentru ca exergames să influențeze dezvoltarea fizică, designerii au dezvoltat sisteme pentru a urmări și a răspunde mișcărilor motorii grosiere ale jucătorilor (Staiano & Calvert, 2011).

Pentru că multe exergames, cum ar fi Reakt sau Eleven Table Tennis necesită o coordonare oculo – motorie rapidă, acestea pot contribui la îmbunătățirea abilităților generale de coordonare.

Evitarea unor obiecte (de culoare roșie) care vin spre participant și prinderea altora (de culoare galbenă) este un program de antrenament incorporat în aplicația Reakt ce vizează coordonarea ochi-mână. Acest exergame oferă stimulare continuă prin modificarea constantă a vitezei obiectelor care vin spre participant cât și prin nevoie continuă de luare a deciziei motrice corecte în funcție de stimul (Neurotrainer, 2021).

Partea II Cercetare privind îmbunătățirea timpului de reacție și coordonării oculo - motorii a elevilor de 17-19 ani prin intermediul realității virtuale

Capitolul 4. Studiul 1 Revizuire sistematică a literaturii de specialitate cu privire la utilizarea realității virtuale pentru dezvoltarea abilităților psihomotorii

Introducere

Aplicarea realității virtuale în scopul dezvoltării abilităților psihomotorii a fost studiată în ultimul timp din ce în ce mai mult de cercetători. Cu toate acestea, au fost furnizate rezultate mixte pentru eficacitatea programelor de instruire în mediul virtual.

Pentru a aborda aceste probleme, am efectuat această revizuire sistematică a studiilor experimentale publicate în literatura de specialitate care testează eficacitatea programelor de antrenament în mediul virtual asupra abilităților psihomotorii.

Conform Jensen & Konradsen (2018) noua tehnologie de realitate virtuală pare potrivită pentru abordări educaționale de succes și teorii precum constructivismul, învățarea activă sau învățarea bazată pe simulare.

Cu toate că cele mai multe studii publicate în literatura de specialitate vizează reabilitarea, există și studii publicate care verifică efectele tehnologiei VR asupra populației clinic sănătoase (Lee et al., 2019; Levac et al., 2019; Michalski et al., 2019).

O recenzie a literaturii poate oferi claritate, poate identifica lacune și tendințe cu privire la subiectul studiat și poate furniza informații pe care viitoarele cercetări le pot aborda (Muun et al., 2018). Prin urmare, scopul acestei lucrări a fost de a efectua o recenzie sistematică a literaturii cu privire la intervențiile efectuate în scopul dezvoltării abilităților psihomotrice prin intermediul realității virtuale.

Metode

Strategia de căutare

Studiile care au fost incluse în revizuirea sistematică au fost căutate în august 2022 pe următoarele platforme cu literatură de specialitate: PubMed, ScienceDirect, Google Scholar. Data de publicare pe care am ales-o pentru aceste studii este intervalul 2015-2022.

Pentru a căuta aceste studii, am folosit combinații între următorii termeni: „realitate virtuală”, „casă montată pe cap”, „abilități motorii”, „abilități psihomotorii”, „timp de reacție”, „coordonare oculo-motorie”.

Criteriile de includere și excludere

Criteriile după care au fost incluse studiile sunt următoarele:

- studiile incluse trebuie să fie experimentale sau cvasi-experimentale;
- studii publicate în limba engleză;
- fiecare studiu trebuie să includă o populație sănătoasă;

Criteriile după care au fost excluse studiile sunt următoarele:

- studii care nu se referă la dezvoltarea abilităților motorii sau psihomotorii;
- studii care se referă la reabilitare.

Rezultate

În urma căutării în platformele de specialitate menționate mai sus și folosind cuvintele cheie și combinațiile acestora, au fost găsite 451 de studii(Figura 3).

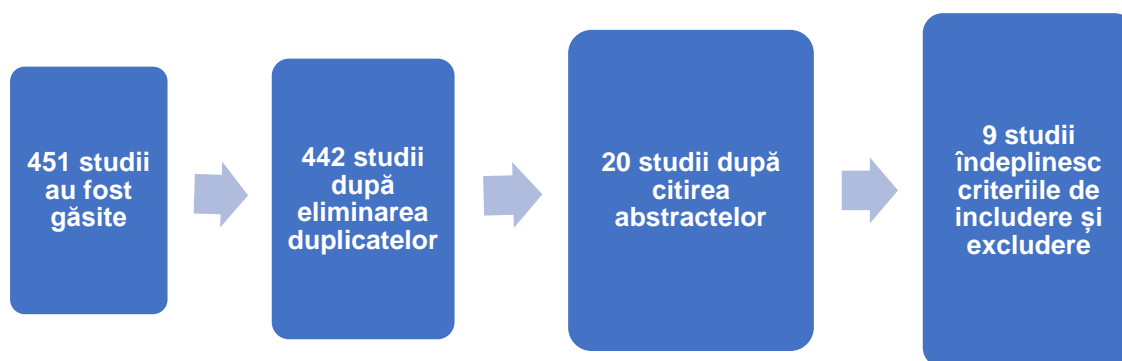


Figura 3. Selectarea studiilor

Caracteristicile studiilor

Unsprezece studii din douăzeci au fost excluse deoarece nu au îndeplinit criteriile de includere și excludere precum: nu au dezvoltat abilități motorii sau psihomotorii, nu au folosit o populație sănătoasă.

Din cele nouă studii, există un număr total combinat de 552 de participanți. Studiile au fost publicate între 2015 și 2021. În cele nouă studii incluse în această revizuire, dimensiunile eșantionului au variat de la 10 la 261 de participanți. Vârsta participanților incluși în studii a fost între 6 și 24 de ani. Durata intervenției VR a fost între o sesiune de zi și 9 luni.

Cea mai scurtă intervenție a durat doar o sesiune (Drew et al., 2020) a verificat dacă participanții care antrenează abilitățile de aruncare a săgeților într-un mediu virtual își vor îmbunătăți abilitățile de aruncare a săgeților din lumea reală. Cea mai lungă intervenție a durat nouă luni și a verificat îmbunătățirea potențială a competenței motorii după un program VR (Sunyue Ye et al., 2018).

Șase studii au folosit VR HMD (cască montată pe cap) și asta a făcut intervențiile VR mai captivante, trei studii au folosit dispozitive VR mai puțin imersive.

Discuții

Această lucrare a urmărit să revizuiască articolele recente publicate în domeniul utilizării realității virtuale pentru a îmbunătăți abilitățile motorii sau psihomotorii.

Gray a folosit în studiul său 80 de jucători de baseball bărbați și i-a distribuit în patru grupe: VE (mediu virtual), sesiuni VE+extra, sesiuni suplimentare RBT (antrenament real de baseball) și grup de antrenament normal. Durata studiului a fost de 6 săptămâni, 2 ses./săptămână, câte 45 de minute fiecare. Jucătorii din grupul VE au prezentat îmbunătățiri semnificative la 7/8 teste (Gray, 2017).

În contrast cu studiul lui Gray (2017) un studiu efectuat de Drew et al. (2020) nu a găsit dovezi de îmbunătățiri ale subiecților după programul de aruncare a săgeților efectuat de acesta. În acest studiu s-a examinat modul în care abilitățile dobândite în realitatea virtuală se compară cu abilitățile dobândite în lumea reală, folosind un antrenament pentru a finaliza o sarcină de aruncare a săgeților într-un mediu virtual sau real. S-a folosit o abordare perceptiv-motorie în acest studiu, utilizând măsuri ale performanței sarcinii (acuratețea), precum și a percepției (simptome vizuale și comportament oculomotor) și comportamente motorii (cinematica aruncării și coordonarea).

Un alt studiu efectuat de Rutkowski et al. (2021) demonstrează utilitatea unui program de intervenție în realitatea virtuală asupra scăderii timpului de reacție al muzicienilor. Programul de antrenament în realitatea virtuală efectuat de Rutkowski et al. (2021) a îmbunătățit coordonarea oculo-motorie și timpul de reacție al muzicienilor, ceea ce poate duce la stăpânirea mai bună a instrumentelor muzicale.

Studiul lui Amprasi et al. (2021) sugerează metode de îmbunătățire a timpului de reacție, oferind un instrument util pentru profesorii de educație fizică și antrenori pentru a îmbunătăți timpul de reacție într-un mod diferit. Scopul acestui studiu a fost de a investiga efectele a două intervenții educaționale, un program bazat pe un mediu virtual de jocuri complet imersiv și un program de antrenament tradițional, asupra timpului de reacție al întregului corp al copiilor cu vârsta cuprinsă între 8-10 ani. Studiul a arătat că, indiferent dacă a fost un mediu virtual complet imersiv sau un antrenament tradițional, timpul de reacție s-a îmbunătățit în comparație cu un grup de control care nu a primit program de antrenament (Amprasi et al., 2021).

În Barbosa et al. (2020) programul de intervenție a avut ca rezultat îmbunătățirea frecvenței cardiace în raport cu odihna, de asemenea intervenția a redus SRT (timpul de reacție simplu).

Studii precum cel efectuat de Petri et al (2019), în special, care a folosit sportivi internaționali de karate kumite de succes, toți cu centură neagră pentru a construi un avatar care a fost folosit în programul de intervenție au demonstrat utilitatea antrenamentului în VR chiar și pentru sportivi de performanță a căror abilități sunt deja la un nivel de excelență. Petri et al (2019) constată că scăderea timpilor de reacție a sportivilor este o metodă adecvată pentru a analiza schimbările de percepție și anticipare datorate antrenamentului în VR. Aceste noi descoperiri pot fi folosite în antrenamentul de karate pentru a îmbunătăți învățarea motrică la începători pentru a îmbunătăți performanța.

Concluzii și cercetări viitoare

Indiferent dacă participanții au fost elevi (Vernadakis et al., 2015; Sunyue Ye et al., 2018; Barbosa et al., 2020; Tharani et al., 2020; Rutkowski et al., 2021) sau sportivi (Gray, 2017; Petri et al, 2019; Amprasi et al., 2021) aceste studii au demonstrat că un program de antrenament în realitatea virtuală poate îmbunătăți abilitățile motorii și psihomotorii.

Participanții la intervențiile în mediul virtual și-au îmbunătățit performanța motrică în 8 din cele 9 studii selectate. Singurul studiu din această revizuire care nu a arătat o îmbunătățire a abilităților motorii sau psihomotorii a fost Drew et al. (2020), fapt cauzat poate din cauza duratei scurte a programului de antrenament, fiind cea mai scurtă intervenție, a durat doar o sesiune.

Numărul redus de studii incluse în această revizuire sugerează că este o mare nevoie de cercetări care să investigheze capacitatea tehnologiei VR de a îmbunătăți abilitățile motorii sau psihomotorii.

Capitolul 5. Studiul 2. Studiul pilot

5.1. Scopul cercetării pilot

Cercetarea fiind un proces lung și complex, se așteaptă să intervină greșeli și probleme pe parcursul cercetării. Aici intervine studiul pilot în vederea simulării la nivel micro a cercetării urmărind eventualele erori și probleme, de asemenea și explorarea eficienței planificării și examinarea alternativelor. De asemenea, se realizează familiarizarea cu metodele și mijloacele de testare, astfel eliminând eventualele probleme dar și formarea unor serii de ipoteze care vor fi examinate în etapele cercetării.

Scopul studiului îl reprezintă investigarea programului de exerciții în mediul virtual într-o durată relativ redusă de timp – 12 săptămâni, urmărirea efectelor asupra coordonării oculo-motorii și a timpului de reacție la elevii de liceu.

5.2. Ipotezele cercetării pilot

În urma revizuirii literaturii de specialitate descrisă în capitolul anterior, considerăm că durata programului de intervenție de 12 săptămâni este suficientă pentru a se produce modificările psihomotrice propuse. Astfel propunem următoarele ipoteze:

1. Printr-un program de exerciții specifice (exergames) realizate în realitatea virtuală imersivă, timp de 12 săptămâni vom putea reduce timpul de reacție complex al elevilor de 17 – 19 ani.
2. Printr-un program de exerciții specifice (exergames) realizate în realitatea virtuală imersivă, timp de 12 săptămâni vom putea îmbunătăți coordonarea oculo – motorie a elevilor de 17 – 19 ani.

5.4. Etapele desfășurării studiului pilot

Etapa I (octombrie 2022 – decembrie 2022)

1. Studiarea literaturii de specialitate pentru formarea părerilor cu privire la programul de intervenție;
2. Stabilirea criteriilor de includere și excludere a subiecților;
3. Identificarea testelor validate științific și folosite la scară largă în cercetările științifice pe care să le putem aplica în cercetarea preliminară;
4. Stabilirea programului de intervenție în urma studierii literaturii de specialitate cu privire la indicațiile și contraindicațiile programului de antrenament în mediul virtual.

Etapa a II-a (ianuarie 2023)

1. Alcătuirea grupelor pentru studiul pilot;
2. Evaluarea inițială a subiecților incluși în studiul pilot.

Etapa a III-a (ianuarie 2023 – aprilie 2023)

1. Desfășurarea programului de intervenție de 2 ori pe săptămână.

Etapa a IV-a (aprilie 2023 – mai 2023)

1. Evaluarea finală a subiecților incluși în studiul pilot;
2. Interpretarea datelor obținute din studiul pilot.

5.5. Metode de cercetare folosite

Toate testele statistice au fost efectuate prin pachetul statistic pentru științe sociale (SPSS) versiunea 29 pentru Windows (IBM SPSS, Chicago, IL, SUA). Nivelul de semnificație pentru toate testele statistice a fost stabilit la $p < 0,05$. Testul Shapiro-Wilk a fost folosit pentru a decide dacă datele au fost normal distribuite în cadrul celor două grupe.

Statisticile descriptive și testul t au fost efectuate pentru compararea caracteristicilor subiecților între ambele grupuri. Testul t independent a fost efectuat pentru a compara valorile medii ale variabilelor măsurate între ambele grupuri. Testul t pentru grupe perechi a fost efectuat pentru a compara valorile medii pre și post intervenție ale variabilelor măsurate în fiecare grup.

5.6. Criterii de includere și excludere în studiul pilot

- Elevi de liceu cu vârsta cuprinsă între 17 – 19 ani;
- Clinic sănătoși, să nu fie în evidență cu boli sau afecțiuni care pot interfera cu programul de intervenție;
- Să nu fie înscriși în niciun club sportiv sau altă formă de practicare organizată a exercițiilor fizice.

5.7. Metode de evaluare

Toate testele folosite atât în studiul pilot, cât și în studiul experimental sunt validate și aprobate științific.

- Testul Alternate-Hand Wall-Toss

Este un test de coordonare oculo – motorie, în care participantul aruncă o minge împotriva unui perete cu o singură mână și încearcă să o prindă cu mâna opusă.

Scop: verificarea capacității de coordonare oculo – motorie în regim de viteză.

Resurse necesare: Minge de tenis, cronometru, perete neted.

Procedură: un semn este plasat la 2 metri de perete. Subiectul stă în spatele liniei și cu fața la perete. Mingea este aruncată cu o singură mână spre perete și trebuie prinsă cu mâna opusă la revenirea din perete. Mingea este apoi aruncată înapoi spre perete și prinsă cu mâna inițială. Testul continuă timp de 30 de secunde (Mackenzie, 2009).

-Testul Deary-Liewald al Timpului de Reacție

Acesta a fost proiectat de Ian Deary și programat de David Liewald. Pentru timpul de reacție complex, patru pătrate albe sunt poziționate într-o linie orizontală mijlocul ecranului computerului, așezate pe un fundal albastru. Patru taste de pe o tastatură standard de computer corespund diferitelor pătrate. Poziția tastelor corespunde aliniată cu poziția pătratelor de pe ecran: tasta „z” corespunde pătratului din extrema stângă, tasta „x” pătratului al doilea din stânga, tasta „virgulă” la pătrat al doilea din dreapta și tasta „punct” către pătrat din extrema dreaptă. Stimulul este reprezentat de apariția unei cruci în cadrul unuia dintre pătrate. O cruce apare aleatoriu într-unul dintre pătrate și participanții trebuie să răspundă cât mai repede posibil apăsând tasta corespunzătoare de pe tastatură. Intervalul inter-stimul variază între 1 și 3 s și este randomizat în aceste limite (Deary et al., 2011).

5.8. Programul de intervenție

Un total de 16 elevi români, cu vârsta cuprinsă între 17 – 19 ani, au fost recrutați dintr-un liceu din Cluj-Napoca. Participanții au fost informați despre riscurile participării la cercetare, am primit și acordul scris al elevilor, respectiv al părinților sau reprezentanților legali pentru elevii minori. Pentru a determina efectul programului de intervenție, participanții au fost împărțiți în două grupe, una experimentală (n=8) și cealaltă de control (n=8). Subiecții din grupul experimental au participat la programul de intervenție bazat pe realitate virtuală, subiecții din grupul de control au participat doar la orele de educație fizică din programa școlară.

Deoarece este un studiu pilot unde testăm fiabilitatea metodelor și mijloacelor de cercetare care urmează să fie aplicate în studiul fundamental, programul de intervenție a avut o durată de 12 săptămâni, de 2 ori pe săptămână, cu câte 40 de minute fiecare ședință (din care 5-7 minute reprezintă pregătirea organismului pentru efort, 30 de minute partea fundamentală iar 1-3 minute revenirea organismului după efort).

Fiecare sesiune a început cu o încălzire standard, variații ale exercițiilor pentru pregătirea organismului pentru efort, influențarea selectivă a aparatului locomotor, folosite în lecția de educație fizică și sport și s-a încheiat cu revenirea organismului după efort.

În programul de intervenție am folosit dispozitivul tip HMD (Head Mounted Display) Oculus Quest 2 (Facebook Technologies, LLC. 1 Hacker Way, Menlo Park, CA 94025, SUA).

Pentru evaluarea timpului de reacție complex am folosit testul timpului de reacție Deary-Liewald (Deary et al., 2011), iar pentru evaluarea coordonării oculo – motorii am folosit Testul Alternate-Hand Wall-Toss (Mackenzie, 2009). Testele au fost descrise în subcapitolul anterior.

Subiecții au fost testați înainte și după aplicarea programului de intervenție. Testările s-au făcut în același cadru temporal, cât și maniera de testare a fost similară, astfel încât să nu existe erori în experimente.

Mijloacele folosite au fost jocurile video active (exergames) Reakt, OHShape, Eleven Table Tennis și The Thrill of the Fight.

5.10. Discuții

Acest studiu a fost realizat pentru a determina efectul programului de intervenție în realitatea virtuală prin exergames asupra reducerii timpului de reacție și asupra îmbunătățirii coordonării oculo – motorii la elevii de liceu.

16 elevi care au îndeplinit criteriile de includere-excludere au fost selectați dintr-un liceu din Cluj-Napoca. Vârsta elevilor a fost cuprinsă între 17 și 19 ani. Au fost selectați aleatoriu în două grupuri, ambele egale ca număr. Grupul 1 (grupul experimental) la care am aplicat programul de intervenție VR include 4 elevi de sex masculin și 4 de sex feminin. Grupul 2 (grupul de control) care include 4 elevi de sex masculin și 4 de sex feminin care au participat doar la orele de educație fizică din programa școlară.

You et al. (2005) au arătat că contactul cu mediul virtual oferit de VR are capacitatea de a crește activarea în cortexul motor primar.

De asemenea potrivit HealthMax Physiotherapy Clinic (2024) învățarea implică întărirea conexiunilor (sinapselor) dintre neuroni. Pe măsură ce mișcările sunt practicate, aceste conexiuni sinaptice devin mai eficiente, permițând semnalelor să călătorească mai rapid și mai sigur de-a lungul căilor neuronale.

Rutkowski et al. (2021) propun în studiul lor că antrenamentul ambidextru prin jocuri muzicale în realitatea imersivă poate provoca o creștere a funcționalității corticale pentru zonele simetrice implicate în procesarea motrică, auditivă și vizual – spațială, precum și în substanța albă ale corpului calos, asemănător antrenamentului cu instrumente muzicale ambidextre, cum ar fi pianul.

Devranche et al. (2005) au examinat efectul unei manipulări experimentale asupra timpilor de reacție complex, fracționându-l în timp premotor și motor și posibilitatea de a se

determină dacă efectele manipulării asupra timpului de reacție apar după sau înainte de debutul activității electromiografice și, prin urmare, dacă afectează execuția răspunsului.

Rezultatele studiului arată că timpul de reacție complex fost mai rapid în condiția de exercițiu (262 ms) decât în starea de repaus (275 ms). Autorii subliniază faptul că exercițiul fizic afectează timpul motor, dar exercită o influență mică asupra timpului premotor (Davranche et al., 2005).

Fenomenul Exergames este una dintre modalitățile inovatoare și distractive de a motiva copiii și adolescenții să fie activi și să-și dezvolte abilitățile motorii (Staiano et al., 2013). Câteva studii au indicat că integrarea exergaming-ului în clasele de educație fizică contribuie la creșterea cheltuielilor de energie ale copiilor, atât pe termen scurt, cât și pe termen lung, posibil datorită componente distractive (Sunyue Ye et al., 2018).

Stroud & Whitbourne (2015) au efectuat trei experimente în care au testat componentele atenționale a două grupuri de adulți, tineri și mai în vârstă, jucând trei jocuri diferite. Descoperirile sugerează că practicarea obișnuită a jocurilor video a îmbunătățit timpul de reacție.

5.11. Concluziile studiului pilot

În urma desfășurării cercetării pilot am reușit să ajungem la următoarele concluzii:

Programul de exerciții în mediul virtual s-a dovedit a fi o activitate plăcută dar și solicitantă pentru elevi.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < .05$) între testarea inițială ($M = 24,75$, $SD = 3,012$) și testarea finală ($M = 28,13$, $SD = 2,696$); $t = -5,974$, $p = < .001$ la testul de coordonare oculo – motorie.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < .05$) între testarea inițială ($M = 412,38$, $SD = 35,238$) și testarea finală ($M = 381,00$, $SD = 34,822$); $t = 7,961$, $p = < .001$ la testul timpului de reacție.

Subiecții din grupa de experiment au prezentat valori mai bune la testarea finală față de grupa de control la testul de coordonare oculo – motorie: grupul experimental ($M = 28,13$, $SD = 2,696$) și grupul de control ($M = 24,88$, $SD = 2,900$); $t = 2,322$, $p = 0,018$.

Subiecții din grupa de experiment au prezentat valori mai bune la testarea finală față de grupa de control la testul timpului de reacție: grupul experimental ($M = 381,00$, $SD = 34,822$) și grupul de control ($M = 412,38$, $SD = 33,419$); $t = -1,839$, $p = 0,044$.

Programul de exerciții în mediul virtual a fost structurat, dozat și planificat corespunzător pentru a putea obține beneficii asupra abilităților vizate.

Realitatea virtuală prin mijloacele specifice-exergames sau jocurile video active, cum mai sunt denumite, pot fi folosite ca exerciții fizice și pot reprezenta un mijloc de a îmbunătăți timpul de reacție și coordonarea oculo – motorie.

Concluziile ne confirmă ipoteza cercetării potrivit căreia programul de exerciții în mediul virtual poate îmbunătăți coordonarea oculo – motorie și timpul de reacție al elevilor de liceu.

Cercetarea preliminară oferă premisele pentru lărgirea cercetării pe un număr mai mare de subiecți și pe o durată mai lungă de timp pentru a putea formula concluziile finale cu privire la efectele exercițiilor în mediul virtual asupra coordonării oculo-motorii și timpul de reacție al subiecților.

Capitolul 6. Studiul 3. Cercetarea fundamentală

6.1. Scopul cercetării

Prin lucrarea noastră ne-am propus să investigăm efectele unui program de intervenție bazat pe realitatea virtuală imersivă pentru îmbunătățirea coordonării oculo-motorii și a timpului de reacție la elevii de 17 – 19 ani, precum și efectele asupra implicării acestora în activitățile sportive.

6.2. Ipotezele cercetării experimentale

Rezultatelor obținute pe cei 16 subiecți cuprinși în cercetarea preliminară, reprezintă un argument științific care ne permite să extindem cercetarea asupra unui grup mai mare de subiecți pe o perioadă de timp mai îndelungată.

În urma documentării temeinice prin studierea celor mai relevante studii din acest domeniu al realității virtuale am ajuns la concluzia că durata de 6 luni este potrivită pentru a obține rezultate relevante în urma programului de intervenție. Astfel ipotezele cercetării experimentale sunt:

1. Printr-un program de exerciții specifice (exergames) realizate în realitatea virtuală imersivă, timp de 6 luni vom putea reduce timpul de reacție simplu și complex al elevilor de 17 – 19 ani.
2. Printr-un program de exerciții specifice (exergames) realizate în realitatea virtuală imersivă, timp de 6 luni vom putea îmbunătăți coordonarea oculo – motorie a elevilor de 17 – 19 ani.
3. Formarea unor convingeri asupra rolului exercițiului fizic pentru îmbunătățirea calității vieții.

6.5. Etapele desfășurării cercetării experimentale

Etapa I (septembrie 2023 – martie 2024)

- Întocmirea eșantioanelor și testarea inițială (sep 2023);
- Aplicarea protocolului de intervenție (oct 2023 – mar 2024);

Etapa a II-a (martie - aprilie 2024)

- Evaluarea finală a subiecților (mar 2024);
- Prelucrarea și interpretarea datelor obținute (apr 2024) ;
- Formularea concluziilor (aprilie 2024).

6.6. Metode de cercetare folosite

Metodele de cercetare folosite au fost aceleași ca în cadrul studiului pilot (sunt descrise în capitolul anterior).

6.7. Criterii de includere și excludere

- Elevi de liceu cu vârsta cuprinsă între 17 – 19 ani;
- Clinic sănătoși, să nu fie în evidență cu boli sau afecțiuni care pot interfera cu programul de intervenție;
- Să nu fie înscriși în niciun club sportiv sau altă formă de practicare organizată a exercițiilor fizice.

6.8. Metode de evaluare

- Testul Alternate-Hand Wall-Toss

Testul Alternate-Hand Wall-Toss este un test pentru verificarea coordonării oculo-motorii. Acest test a fost descris în capitolul anterior.

- Testul Deary-Liewald al Timpului de Reacție

Acesta a fost proiectat de Ian Deary și programat de David Liewald. Este un test pentru verificarea timpului de reacție simplu și complex. Pentru timpul de reacție simplu, un pătrat alb este poziționat aproximativ în centrul ecranului unui computer, pe un fundal albastru. Stimulul este reprezentat de apariția unei cruci în pătrat. De fiecare dată când apare o cruce, participanții trebuie să răspundă apăsând o tastă cât mai repede posibil.

Intervalul inter-stimul (intervalul de timp dintre fiecare răspuns și când a apărut următoarea cruce) variază între 1 și 3 s și este randomizat în aceste limite (Deary et al., 2011).

Varianta acestui test pentru verificarea timpului de reacție complex a fost descrisă în capitolul anterior.

- Testul Ruler Drop

Acest test folosește proprietățile cunoscute ale gravitației pentru a determina cât timp îi ia unei persoane să răspundă la căderea unui obiect, măsurând cât de departe poate cădea obiectul înainte de a fi prins (Mackenzie, 2004).

Scop: verificarea timpului de reacție pentru mâna dominantă și cea nedominantă

Echipament necesar: riglă.

Procedură: subiectul care urmează să fie testat stă în picioare sau stă lângă marginea unei mese, sprijinindu-și cotul pe masă, astfel încât încheietura mâinii să se extindă în lateral. Evaluatorul ține rigla vertical în aer între degetul mare și degetul arătător al participantului, dar fără atingere. Marcajul zero de pe riglă se va alinia cu degetele

participantului. Participantul trebuie să indice când este gata. Apoi, fără avertizare prealabilă, evaluatorul eliberează rigla și o lasă să cadă - subiectul trebuie să o prindă cât mai repede posibil de îndată ce o vede căzând. Se înregistrează distanța în centimetri la nivelul pe care participantul îl apucă de rigla. Această procedură se va repeta de 3 ori se va calcula scorul mediu care va fi înregistrat.

- **Testul Plate Tapping**

Testul Plate Tapping este un test de reacție care utilizează o acțiune alternativă de lovire a unei suprafețe orizontale (Eurofit, 1993).

Scop: este folosit pentru măsurarea reacției membrelor superioare și coordonării ochi – mână.

Echipment necesar: masă, discuri galbene cu diametrul de 20cm, dreptunghi (30 x 20 cm), cronometru.

Procedură: cele două discuri galbene sunt așezate cu centrele la 60 cm unul de celălalt pe masă. Dreptunghiul este plasat echidistant între ambele discuri. Mâna nedominantă este plasată pe dreptunghi. Subiectul mișcă mâna între discuri peste mâna din mijloc cât mai repede posibil. Această acțiune se repetă timp de 25 de cicluri complete (50 de atingeri). Se înregistrează timpul necesar pentru a finaliza 25 de cicluri. Testul se efectuează de două ori și se înregistrează cel mai bun rezultat.

- **Chestionarul Godin-Shephard pentru evaluarea activității fizice**

Chestionarul permite evaluarea activității fizice auto-raportate în timpul liber. Scorul de activitate fizică în timpul liber este exprimat în unități și poate fi calculat în doi pași.

În primul rând, frecvențele săptămânale ale activităților intense, moderate și ușoare sunt înmulțite cu nouă, cinci și, respectiv, trei; aceste trei din urmă valori corespund categoriilor de valori MET ale activităților enumerate. Scorul total săptămânal al activității de agrement este calculat în unități arbitrare prin însumarea produselor componentelor separate , așa cum se arată în următoarea formulă: (Godin, 2011).

Scorul săptămânal al activității în timpul liber = $(9 \times \text{Intens}) + (5 \times \text{Moderat}) + (3 \times \text{Ușor})$.

6.9. Programul de intervenție

Un total de 32 elevi români, cu vârsta cuprinsă între 17 – 19 ani, au fost recrutați dintr-un liceu din Cluj-Napoca.

Participanții au fost informați despre riscurile participării la cercetare, am primit și acordul scris al elevilor, respectiv al părinților sau reprezentanților legali pentru elevii minori.

Pentru a determina efectul programului de intervenție, participanții au fost împărțiți în două grupe, una experimentală (n=16) și cealaltă de control (n=16).

Subiecții din grupul experimental au participat la programul de intervenție bazat pe realitate virtuală, subiecții din grupul de control au participat doar la orele de educație fizică din programa școlară.

Cercetarea propriu-zisă s-a desfășurat în sala de sport a liceului, programul de intervenție a avut o durată de 6 luni, de 2 ori pe săptămână, cu câte 40 de minute fiecare ședință (din care 5-7 minute reprezintă pregătirea organismului pentru efort, 30 de minute partea fundamentală iar 1-3 minute revenirea organismului după efort).

Fiecare sesiune a început cu o încălzire standard, variații ale exercițiilor pentru pregătirea organismului pentru efort, influențarea selectivă a aparatului locomotor, folosite în lecția de educație fizică și sport și s-a încheiat cu revenirea organismului după efort.

În programul de intervenție am folosit dispozitivul tip HMD (Head Mounted Display) Oculus Quest 2 (Facebook Technologies, LLC. 1 Hacker Way, Menlo Park, CA 94025, SUA).

Pentru evaluarea coordonării oculo – motorii am folosit testele Alternate-Hand Wall-Toss și Plate Tapping. Pentru evaluarea timpului de reacție simplu și complex am folosit testul timpului de reacție Deary-Liewald, iar testul Ruler Drop a fost utilizat pentru evaluarea timpului de reacție al mâinilor dominante și nedominante. Testele au fost descrise în subcapitolul anterior. Chestionarul Godin-Shephard (Godin, 2011) a fost folosit pentru evaluarea activității fizice. Subiecții au fost testați înainte și după aplicarea programului de intervenție. Testările s-au făcut în același cadru temporal, cât și maniera de testare a fost similară, astfel încât să nu existe erori în experimente.

Mijloacele folosite au fost jocurile video active (exergames) Reakt, Thrill of Fight, OHShape și Eleven Table Tennis (acestea au fost descrise pe larg în capitolul anterior).

6.11. Discuții

Acest studiu a fost realizat pentru a determina efectul programului de intervenție în realitatea virtuală prin exergames asupra reducerii timpului de reacție simplu și complex și asupra îmbunătățirii coordonării oculo-motorii la elevii de liceu.

32 de elevi care au îndeplinit criteriile de includere-excludere au fost selectați dintr-un liceu din Cluj-Napoca. Vârsta elevilor a fost cuprinsă între 17 și 19 ani. Au fost selectați aleatoriu în două grupuri, ambele egale ca număr. Grupul 1 (grupul experimental) la care am aplicat programul de intervenție VR include 6 elevi de sex masculin și 10 de sex feminin. Grupul

2 (grupul de control) care include 6 elevi de sex masculin și 10 de sex feminin care au participat doar la orele de educație fizică din programa școlară.

Rezultatul studiului actual a arătat că au existat reduceri semnificative statistice ($p < .05$) ale timpului de reacție simplu și complex și îmbunătățirea coordonării oculo – motorii între pre- și post-test la grupa experimentală. De asemenea, a existat o diferență semnificativă ($p < .05$) în rezultatele post-test între grupul experimental și cel de control la toate testele mai puțin testul Ruler Drop pentru mâna neîndemânică.

Deși literatura de specialitate s-a concentrat în principal pe utilizarea exergames pentru îmbunătățirea sau menținerea sănătății (Anderson Hanley et al., 2012; Buettner et al., 2020) și reabilitare (Taylor & Griffin, 2015) iar majoritatea studiilor au investigat efectele exergames asupra vârstnicilor (Anderson Hanley et al., 2012) sau persoanelor cu dizabilități (Lee et al., 2019) am reușit să identificăm și studii care sunt în concordanță cu studiul nostru și care vizează îmbunătățirea abilităților psihomotrice sau creșterea implicării în activitățile motrice a elevilor de vârstă școlară sau liceală cum este cazul studiului nostru (Dos Santos et al., 2016; Sunyue Ye et al., 2018; Rutkowski et al., 2021).

Rezultatele noastre sunt în conformitate cu rezultatele lui Shin et al. (2015), care au arătat o îmbunătățire în coordonarea mână – ochi la copii cu paralizie cerebrală folosind Nintendo Wii. La fel ca în studiul nostru, antrenamentele au avut loc de două ori pe săptămână cu un timp similar, 45 de minute fiecare sesiune însă durata totală a fost mult mai scurtă, 8 săptămâni (Shin et al., 2015).

Politopoulos et al. (2015) au prezentat un studiu de caz în care a fost folosit un joc video activ numit Tennis Attack pentru a exercita și a îmbunătăți timpul de reacție al jucătorilor de tenis. După evaluarea jocului, cercetătorii au analizat timpii de reacție ai jucătorilor, pentru a vedea dacă a existat vreo schimbare semnificativă. Rezultatele au fost pozitive deoarece s-a înregistrat o îmbunătățire a timpilor de reacție a jucătorilor. Jucătorii dintre prima și a cincea rundă au avut schimbări semnificative statistice între timpii lor ($<0,05$) (Politopoulos N. et al., 2015).

Alt studiu care a vizat îmbunătățirea timpului de reacție prin exergames condus de Ziagkas et al. (2018) au raportat o îmbunătățire a timpului de reacție după programul de intervenție. Grupul experimental a prezentat medie a timpului de reacție $M = 0,844$ s, $sd = 0,092$ iar grupul de control $M = 1,045$ s, $sd = \pm 0,205$. Grupul experimental a prezentat o îmbunătățire semnificativă ($p = 0,000$).

Amprasi et al. (2021) a condus un studiu cu scopul de a defini efectul a două intervenții educaționale, un program în realitatea virtuală imersivă și un program tradițional, asupra

îmbunătățirii timpului de reacție la copiii cu vârsta cuprinsă între 8-10 ani. Asemenea studiului nostru, cercetătorii au confirmat ipoteza conform căreia participanții care au exersat în realitatea virtuală imersivă și-au îmbunătățit timpul de reacție (Amprasi et al., 2021).

Tharani et al. (2020) a condus un studiu în concordanță cu studiul nostru și referitor la vârsta eșanșionului selectat, studiul a fost efectuat pe 10 participanți cu vârsta cuprinsă între 18-24 ani. cu scopul de a descoperi efectul jocurilor practicate în realitatea virtuală asupra stresului, anxietății și timpului de reacție după 4 săptămâni de intervenție. Analiza rezultatelor a indicat o diferență semnificativă între testarea inițială și finală pentru toate variabilele ($p < 0,05$).

Rezultatele studiului pilot Dos Santos et al. (2016) sunt mai promițătoare decât ceea ce au anticipat și au confirmat în teoria inițială că jocurile video active pot ajuta la motivarea copiilor care sunt de obicei sedentari pentru a fi mai activi. Sondajul de urmărire de 24 de luni după terminarea programului de intervenție a arătat rezultate promițătoare în ceea ce privește intervenția exergaming. Din cei 55 de participanți inițiali, 30 au răspuns la o urmărire telefonică. Aproape toți (96,7%) au raportat că ar participa din nou la un program similar. În orice caz, poate cea mai semnificativă constatare a fost că 23 dintre 24 de copii care nu au mai participat la vreun sport sau activitate fizică organizată au început după program să participe. Înotul și fotbalul au fost printre cele mai populare activități raportate (Dos Santos et al., 2016).

Studiul nostru s-a concentrat de asemenea pe îmbunătățirea coordonării oculo – motorii. Coordonarea ochi-mână este în strânsă legătură cu timpul de reacție, antrenarea acesteia este deci importantă pentru a îmbunătăți timpul de reacție (Politopoulos & Tsiatsos, 2022).

Hickman et al. (2017) au condus un studiu pentru a examina dovezile actuale privind utilizarea jocurilor video active pentru a îmbunătăți funcția motrică la copiii cu tulburări de mișcare, inclusiv paralizie cerebrală, tulburare de dezvoltare a coordonării și sindrom Down. Toate articolele prezentate în studiul lor au arătat o îmbunătățire a rezultatelor prin jocurile video active, deși diferențele nu au fost semnificative în toate articolelor în comparație cu terapia convențională (Hickman et al., 2017).

Dovezile longitudinale la copiii europeni au indicat beneficiile unui nivel de coordonare motorie mai bun pentru o greutate corporală sănătoasă și pentru un nivel crescut de activitate fizică oferind protecție împotriva declinului activității fizice în timp (Page et al., 2017).

Hultheen et al. (2015) au efectuat cercetări pentru a investiga dacă prin antrenarea abilităților motorii cu jocurile video active se pot transfera aceste abilități în lumea reală. Rezultatele au demonstrat că unele abilități motorii pot fi antrenate prin exergames.

Capitolul 7. Concluzii

În urma desfășurării cercetării experimentale am reușit să ajungem la următoarele concluzii:

Programul de exerciții în mediul virtual s-a dovedit a fi o activitate plăcută dar și solicitantă pentru elevi, dovadă stând faptul că niciunul dintre participanți nu a abandonat studiul, chiar dacă acesta a avut o durată relativ lungă respectiv, 6 luni.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) între testarea inițială și finală la testele de coordonare oculo – motorie, atât la testul Alternate Hand-Wall-Toss: testarea inițială ($M = 20.56$, $SD = 3.66$) și testarea finală ($M = 24.31$, $SD = 4.36$); $t = -7.20$, $p = < 0.001$; cât și la testul Plate Tapping: testarea inițială ($M = 12.18$, $SD = 1.06$) și testarea finală ($M = 11.04$, $SD = 0.95$); $t = 9.26$, $p = < 0.001$.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) între testarea inițială și finală la testele timpului de reacție, atât la testul Deary-Liewald pentru timpul de reacție simplu: testarea inițială ($M = 268.25$, $SD = 18.69$) și testarea finală ($M = 253.81$, $SD = 14.03$); $t = 7.16$, $p = < 0.001$; cât și la testul Deary-Liewald pentru timpul de reacție complex: testarea inițială ($M = 402.06$, $SD = 26.31$) și testarea finală ($M = 382.75$, $SD = 21.30$); $t = 7.60$, $p = < 0.001$.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) între testarea inițială și finală la testele timpului de reacție Ruler Drop pentru mâna îndemânică: testarea inițială ($M = 16.61$, $SD = 3.21$) și testarea finală ($M = 14.91$, $SD = 3.07$); $t = 7.22$, $p = < 0.001$ și neîndemânică: testarea inițială ($M = 17.48$, $SD = 2.85$) și testarea finală ($M = 16.72$, $SD = 2.38$); $t = 3.53$, $p = 0.002$.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) la testarea finală față de grupa de control la ambele teste pentru coordonarea oculo – motorie, Alternate Hand-Wall-Toss: grupul experimental ($M = 24.31$, $SD = 4.32$) și grupul de control ($M = 21.50$, $SD = 3.32$); $t = 2.05$, $p = 0.02$; Plate Tapping: grupul experimental ($M = 11.04$, $SD = 0.95$) și grupul de control ($M = 11.76$, $SD = 1.08$); $t = -2.00$, $p = 0.02$.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) la testarea finală față de grupa de control la testele timpului de reacție simplu și complex, Deary-Liewald simplu: grupul experimental ($M = 253.81$, $SD = 14.03$) și grupul de control ($M = 266.25$, $SD = 20.08$); $t = -2.03$, $p = 0.02$; Deary-Liewald complex: grupul experimental ($M = 382.75$, $SD = 21.30$) și grupul de control ($M = 396.88$, $SD = 25.37$); $t = -1.70$, $p = 0.04$.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) la testarea finală față de grupa de control la testul timpului de reacție Ruler drop doar pentru mâna îndemânică, la testul pentru mâna neîndemânică diferențele nu au fost semnificative statistic ($p > 0.05$) Ruler drop (mână îndemânică) : grupul experimental ($M = 14.91$, $SD = 3.07$) și grupul de control ($M = 16.84$, $SD = 3.28$); $t = -1.71$, $p = 0.04$; Ruler drop (mână neîndemânică): grupul experimental ($M = 16.72$, $SD = 2.38$) și grupul de control ($M = 17.88$, $SD = 2.87$); $t = -1.24$, $p = 0.11$.

Subiecții din grupa de experiment au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) la 2 dintre cele 3 variabile ale chestionarului Godin-Shepard pentru evaluarea activității fizice la testarea finală față de grupa de control. De asemenea au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p < 0.05$) la toate cele 3 variabile ale chestionarului între testarea inițială și finală.

Subiecții din grupa de control n-au arătat îmbunătățiri semnificative statistic ($p > 0.05$) la niciunul dintre teste.

Programul de exerciții în mediul virtual a fost structurat, dozat și planificat corespunzător pentru a putea obține îmbunătățiri ale abilităților vizate.

În urma analizei rezultatelor obținute la testele motrice și la chestionar între testarea inițială și finală dar și între grupa de experiment și cea de control putem afirma că toate cele trei ipoteze formulate de noi au fost confirmate, astfel:

- Programul de exerciții specifice (exergames) realizat în realitatea virtuală imersivă, timp de 6 luni a redus timpul de reacție simplu și complex al elevilor de 17 – 19 ani;
- Programul de exerciții specifice (exergames) realizat în realitatea virtuală imersivă, timp de 6 luni a adus îmbunătățiri asupra coordonării oculo – motorii a elevilor de 17 – 19 ani;
- În urma analizei datelor chestionarului Godin-Shepard al activității fizice confirmăm și ipoteza privind căreia elevii își vor forma unele convingeri asupra rolului exercițiului fizic pentru îmbunătățirea calității vieții.

Realitatea virtuală prin mijloacele specifice – exergames sau jocurile video active, cum mai sunt denumite, pot fi folosite ca exerciții fizice și pot reprezenta un mijloc de a îmbunătăți timpul de reacție și coordonarea oculo – motorie, precum și poate crește nivelul de implicare în activități motrice al elevilor.

7.1. Impactul studiului și contribuții originale

În ceea ce privește impactul teoretic menționăm că nu am identificat nici un studiu din literatura de specialitate care a folosit un program de intervenție structurat de lungă durată în realitatea virtuală imersivă în cazul elevilor de liceu clinic sănătoși pentru a le îmbunătăți timpul de reacție și coordonarea oculo – motorie, iar acest lucru a fost un prilej pentru noi pentru a testa eficiența acestui mijloc.

La nivel de impact practic, în urma cercetării noastre putem afirma că toate trei ipotezele au fost confirmate iar acest mijloc ar putea fi folosit de către elevii de liceu pentru scăderea timpului de reacție și pentru îmbunătățirea coordonării oculo – motorii, care, reprezintă două dintre cele mai importante abilități psihomotrice pentru implicarea actuală sau viitoare a elevilor în diferitele forme de practicare organizată a exercițiului fizic.

Totuși, studiul are anumite limitări. Una dintre ele este numărul redus de subiecți. O altă limitare este aceea că participanții, chiar dacă au declarat că nu participă la activități motrice organizate în timpul liber, au participat la orele de educație fizică din programa școlară pe lângă programul nostru de intervenție, fapt care ar fi putut contribui într-o oarecare măsură la îmbunătățirile observate în studiul nostru.

Bibliografie selectivă

- Adachi, P. J., & Willoughby, T. (2015). From the couch to the sports field: The longitudinal associations between sports video game play, self-esteem, and involvement in sports. *Psychology of Popular Media Culture, 4*(4), 329–341. <http://dx.doi.org/10.1037/ppm0000042>.
- Akhani, P. N., Gosai, H., Mendpara, S., & Harsoda, J. M. (2015). Mental chronometry in table tennis players and football players: who have faster reaction time? *The International Journal of Basic & Applied Physiology, 4*(1), 53–57.
- Amprasi, E., Vernadakis, N., Zetou, E., & Antoniou, P. (2021). Effect of a Full Immersive Virtual Reality Intervention on Whole Body Reaction Time in Children. *International Journal of Latest Research in Humanities and Social Science (IJLRHSS), 4*(8), 15-20.
- Anderson Hanley, C., Arciero, P. J., Brickman, A. M., Nimon, J., Okuma, N., Westen, S. C., Merz, M. E., Pence, B. D., Woods, J. A., Kramer, A. F., & Zimmerman, E. A. (2012). Exergaming and older adult cognition. *American Journal of Preventive Medicine, 42*(2), 109-119. doi:10.1016/j.amepre.2011.10.016.
- Asar, S., Ezabadi, R. R., Baghini, A. S., & Maleksabet, N. (2022). The Relationship Between Reaction Time, Eye-Hand Coordination with Visual Field in Elite Table Tennis Players. *Asian Journal of Sports Medicine, 13*(2), <https://doi.org/10.5812/asjasm-115787>.
- Aulisio, M., Han, D., & Glueck, A. (2020). Virtual reality gaming as a neurorehabilitation tool for brain injuries in adults: A systematic review. *Brain Inj, 34*(10), 1322-1330. doi: 10.1080/02699052.2020.1802779.
- Barbosa, E. O., Frankly, D., & Sales, O. (2020). Virtual Reality-Based Exercise Reduces Children's Simple Reaction Time. *International Journal of Sports Science, 10*(5), 112-116. DOI:10.5923/j.sports.20201005.03.
- Battaglia-Mayer, A., & Caminiti, R. (2018). Parieto-frontal networks for eye–hand coordination and movements. *Handbook of Clinical Neurology, 151*, 499-524. DOI: 10.1016/B978-0-444-63622-5.00026-7.
- Benzing, V., & Schmidt, M. (2018). Exergaming for Children and Adolescents: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. *Journal of Clinical Medicine, 7*(11), doi: 10.3390/jcm7110422.
- Bogost, I. (2007). *Persuasive games: the expressive power of videogames*. The MIT Press.
- Buettner, R., Baumgartl, H., Konle, T., & Haag, P. (2020). A Review of Virtual Reality and Augmented Reality Literature in Healthcare., (pp. 1-6. doi: 10.1109/ISIEA49364.2020.9188211).
- Burdea, G., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. John Wiley & Sons.

- Çakmakçı, E., Tatlıcı, A., Kahraman, S., Yılmaz, S., Ünsal, B., & Özkaymakoğlu, C. (2019). Does Once-a-Week Boxing Training Improve Strength and Reaction Time? *International Journal of Sport, Exercises and Training Sciences*, 5(2), 88-92. DOI:10.18826/useeabd.552086.
- Chen, S., & Gao, K. (2014). The contributing role of physical education in youth's daily physical activity and sedentary behavior. *BMC Public Health*, 4(14), doi: 10.1186/1471-2458-14-110.
- Costa, M. R., Vieira, L. P., De Oliveira Barbosa, E., Oliveira, L. M., Maillot, P., Vaghetti, C., Carta, M., Machado, S., Gatica-Rojas, V., & Monteiro-Junior, R. S. (2019). Virtual Reality-Based Exercise with Exergames as Medicine in Different Contexts: A Short Review. *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health*, 15(1), 15-20. doi: 10.2174/1745017901915010015.
- Davies, P. L., & Rose, J. D. (2000). Motor skills of typically developing adolescents: Awkwardness or improvement? *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 20(1), 19-42.
- Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M., & Hasbroucq, T. (2005). Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Exp. Brain Res.*, 165(4), 532–540. DOI: 10.1007/s00221-005-2331-9.
- de Back, T. T., Tinga, A. M., & Nguyen, P. (2020). Benefits of immersive collaborative learning in CAVE-based virtual reality. *Int J Educ Technol High Educ*, 17(51), <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00228-9>.
- Deary, I. J., Liewald, D., & Nissan, J. (2011). A free, easy-to-use, computer-based simple and four-choice reaction time programme: The Deary-Liewald reaction time task. *Behavior Research Methods*, 43(1), 258–268. DOI: 10.3758/s13428-010-0024-1.
- Dos Santos, H., Bredehoft, M. D., Gonzalez, F. M., & Montgomery, S. (2016). Exercise video games and Exercise Self-Efficacy in children. *Global Pediatric Health*, 3, 1-6. doi: 10.1177/2333794X16644139.
- Drew, S. A., Awad, M. F., Armendariz, J. A., Gabay, B., Lachica, I. J., & Hinkel-Lipsker, J. W. (2020). The Trade-Off of Virtual Reality Training for Dart Throwing: A Facilitation of Perceptual-Motor Learning With a Detriment to Performance. *Front. Sports Act. Living*, 2(59), doi: 10.3389/fspor.2020.00059.
- Dye, M. W., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). Increasing speed of processing with action video games. *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, 18(6), 321–326. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01660.x.
- Eurofit. (1993). *Eurofit Tests of Physical Fitness*. Strasbourg.

- Făgăraș, P. S., Petrea, R. S., & Rus, C. M. (2023). The assessment of eye-hand coordination of students during the pandemic. *Timisoara Physical Education & Rehabilitation Journal*, 16(30), doi:10.2478/tperj-2023-0003.
- For Fun Labs. (2020). *Eleven Table Tennis*. <https://elevenvr.com/>.
<https://www.meta.com/experiences/1995434190525828/>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A LITERATURE REVIEW ON IMMERSIVE VIRTUAL REALITY IN EDUCATION: STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES. *The 11th International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, (pp. doi:10.12753/2066-026X-15-020). Bucharest.
- Gao, Z., & Chen, S. (2014). Are field-based exergames useful in preventing childhood obesity? A systematic review. *Obes. Rev.*, 15(8), 676–691. doi: 10.1111/obr.12164.
- Garg, M., Lata, H., Walia, L., & Goyal, O. (2013). Effect of aerobic exercise on auditory and visual reaction times: a prospective study. *Indian J Physiol Pharmacol*, 57(2), 138-145.
- Glueck, A. C., & Han, D. Y. (2019). Improvement potentials in balance and visuo-motor reaction time after mixed reality action game play: A pilot study. *Virtual Real.*, 24, 223–229. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00392-y>.
- Godin, G. (2011). The Godin-Shephard Leisure-Time Physical Activity Questionnaire. *The Health & Fitness Journal of Canada*, 4(1), 18-22. <https://doi.org/10.14288/hfjc.v4i1.82>.
- Gray, R. (2017). Transfer of Training from Virtual to Real Baseball Batting. *Frontiers in Psychology*, 8, doi: 10.3389/fpsyg.2017.02183.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive Virtual Reality as a Pedagogical Tool in Education: A Systematic Literature Review of Quantitative Learning Outcomes and Experimental Design. *J. Comput. Educ.*, 8(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>.
- HealthMax Physiotherapy Clinic. (2024, 5 22). *Muscle Memory*. <https://www.scienceforsport.com/>. <https://www.scienceforsport.com/muscle-memory/>
- Hickman, R., Popescu, L., Manzanares, R., Morris, B., Lee, S. P., & Dufek, S. J. (2017). Use of active video gaming in children with neuromotor dysfunction: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*, 59(9), 903-911. doi: 10.1111/dmcn.13464.
- Howard. (2018). Virtual Reality Interventions for Personal Development: A Meta-Analysis of Hardware and Software. *Human-computer Interaction*, 34(3), 205-239. <https://doi.org/10.1080/07370024.2018.1469408>.
- Huang, H. C., Wong, M. K., Lu, J., Huang, W. F., & Teng, C. I. (2017). Can using exergames improve physical fitness? A 12-week randomized controlled trial. *Computers in Human Behavior*, 70, 310-316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.086>.

- Hulteen, R. M., Johnson, T. M., Ridgers, N. D., Mellecker, R. R., & Barnett, L. M. (2015). Children's movement skills when playing active video games. *Perceptual and Motor Skills*, 121(3), 767–790. <https://doi.org/10.2466/25.10.PMS.121c24x5>.
- Jana, S., Gopal, A., & Murthy, A. (2017). A computational framework for understanding Eye–Hand Coordination. *Journal of the Indian Institute of Science*, 97(4), 543–554. <https://doi.org/10.1007/s41745-017-0054-0>.
- Janssen, S. T. (2015). *The Determinants of Reaction Times: Influence of Stimulus Intensity*. Waterloo, Ontario, Canada.
- Jensen, L. X., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(11), 1–15. DOI:10.1007/s10639-017-9676-0.
- Lee, H. S., Park, Y. L., & Park, S. W. (2019). The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*, doi: 10.1155/2019/7595639.
- Levac, D., Huber, M. E., & Sternad, D. (2019). Learning and transfer of complex motor skills in virtual reality: a perspective review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 16(121), <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0587-8>.
- Luce, R. D. (1986). *Response times: their role in inferring elementary mental organization* (8 ed.). New York: Oxford University Press.
- Mackenzie. (2004). *Ruler Drop Test*. <https://www.brianmac.co.uk/>.
<https://www.brianmac.co.uk/rulerdrop.htm>
- Mackenzie, B. (2009). *Hand Eye Coordination Test*. Retrieved February 16, 2024, from [brianmac.co.uk. https://www.brianmac.co.uk/handeye.htm](https://www.brianmac.co.uk/handeye.htm)
- Manno, R. (2008). Muscle strength development in children and adolescents: training and physical conditioning. *MED SPORT*, 61(273-97).
- Mayer, A. B., & Caminiti, R. (2018). Parieto-frontal networks for eye–hand coordination and movements. *Handbook of Clinical Neurology*, 151, 499-524. doi: 10.1016/B978-0-444-63622-5.00026-7.
- Mayer, A. B., Caminiti, R., Lacquaniti, F., & Zago, M. (2003). Multiple levels of representation of reaching in the parieto-frontal network. *Cereb. Cortex*, 13(10), 1009–1022. doi: 10.1093/cercor/13.10.1009.
- Michalski, S. C., Szpak, A., & Loetscher, T. (2019). Using Virtual Environments to Improve Real-World Motor Skills in Sports: A Systematic Review. *Front. Psychol.*, 10(2159), doi: 10.3389/fpsyg.2019.02159.

- Moglia, A., Ferrari, V., Morelli, L., Ferrari, M., Mosca, F., & Cuschieri, A. (2016). A Systematic Review of Virtual Reality Simulators for Robot-assisted Surgery. *J. Eur. Urol.*, 69(6), 1065-1080. doi: 10.1016/j.eururo.2015.09.021.
- Mokmim, N. A., & Jamiat, N. (2021). The effectiveness of a virtual fitness trainer app in motivating and engaging students for fitness activity by applying motor learning theory. *Educ Inf Technol*, 26, 1847-1864. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10337-7>.
- Mughrabi, M. H., Kaya, F., Batmaz, A. U., Aliza, A., Stuerzlinger, W., Borazan, B., Tonyali, E., & Saraç, M. (2023). On The Effectiveness of Virtual Eye-Hand Coordination Training With Head Mounted Displays. *2023 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, (pp. 36-43. doi: 10.1109/VRW58643.2023.00014). Shanghai, China.
- Munafo, J., Diedrick, M., & Stoffregen, T. A. (2017). The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Experimental Brain Research*, 235, 889-901. doi: 10.1007/s00221-016-4846-7.
- Muun, Z., Peters, M. D., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1), doi: 10.1186/s12874-018-0611-x.
- Neumann, D. L., Thomas, P. R., Moffitt, R. L., & Loveday, K. (2018). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Virtual Reality*, 22(3), DOI:10.1007/s10055-017-0320-5.
- Neurotrainer. (2021). *reakttrainer*. Retrieved February 16, 2024, from reakttrainer. <https://www.reakttrainer.com/>
- Page, Z. E., Barrington, S., Edwards, J., & Barnett, L. M. (2017). Do active video games benefit the motor skill development of non-typically developing children and adolescents: A systematic review. *J. Sci. Med. Sport*, 20(12), 1087–1100. doi: 10.1016/j.jsams.2017.05.001.
- Patel, B., & Bansal, P. (2018). Effect of 4 week exercise program on hand eye coordination. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 5(4), 81-84.
- Polechoński, J., & Langer, A. (2022). Assessment of the Relevance and Reliability of Reaction Time Tests Performed in Immersive Virtual Reality by Mixed Martial Arts Fighters. *Sensors*, 22(13), <https://doi.org/10.3390/s22134762>.
- Politopoulos, N., & Tsiatsos, T. (2022). Tennis attack: an exergame utilizing a natural user interface to measure and improve the simple reaction time. *Applied Sciences*, 12(19), <https://doi.org/10.3390/app12199590>.
- Politopoulos, N., Tsiatsos, T., Grouios, G., & Ziakas, E. (2015). Implementation and evaluation of a game using natural user interfaces in order to improve response time. *International*

- Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL), (pp. 69-72. doi: 10.1109/IMCTL.2015.7359557). Thessaloniki, Greece.
- Reddy, A., Ravikumar, A., & Anitha, A. (2017). Correlation between Core Muscle Strength and Hand-Eye Coordination in Non Athletes. *International Journal of Physiotherapy*, 4(5), DOI:10.15621/ijphy/2017/v4i5/159424.
- Roda. (2020). *How to improve reaction time: the complete guide*. <https://reflexion.co>.
<https://reflexion.co/blog/improve-reaction-time/>
- Rutkowski, S., Adamczyk, M., Pastuła, A., & Gos, E. (2021). Training Using a Commercial Immersive Virtual Reality System on Hand–Eye Coordination and Reaction Time in Young Musicians: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), doi: 10.3390/ijerph18031297.
- Sealost Interactive LLC. (2019). *The Thrill of the Fight*. <http://sealostinteractive.com/>.
<https://www.meta.com/experiences/3008315795852749/>
- Sheehan, D. P., & Katz, L. (2013). The effects of a daily, 6-week exergaming curriculum on balance in fourth grade children. *Journal of Sport and Health Science/Journal of Sport and Health Science*, 2(3), 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2013.02.002>.
- Shin, J. W., Song, G. B., & Hwangbo, G. (2015). Effects of conventional neurological treatment and a virtual reality training program on eye-hand coordination in children with cerebral palsy. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27(7), 2151–2154. doi: 10.1589/jpts.27.2151.
- Staiano, A. E., Abraham, A., & Calvert, S. L. (2013). Adolescent Exergame Play for weight loss and psychosocial improvement: a controlled Physical activity intervention. *Obesity (Silver Spring)*, 21(3), 598-601. doi: 10.1038/oby.2012.143.
- Staiano, A., & Calvert, S. (2011). Exergames for physical education courses: Physical, social, and cognitive benefits. *Child Dev. Perspect.*, 5(2), 93-98. doi: 10.1111/j.1750-8606.2011.00162.x.
- Stroud, M. J., & Whitbourne, S. K. (2015). Casual video games as training tools for attentional processes in everyday life. *Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw.*, 18(11), 654–660. doi: 10.1089/cyber.2015.0316.
- Sunyue Ye, Lee, J. E., Stodden, D. F., & Gao, Z. (2018). Impact of Exergaming on Children’s Motor Skill Competence and Health-Related Fitness: A Quasi-Experimental Study. *J. Clin. Med.*, 7(9), doi: 10.3390/jcm7090261.
- Syväoja, H. J., Tammelin, T. H., Ahonen, T., Kankaanpää, A., & Kantomaa, M. T. (2014). The associations of objectively measured physical activity and sedentary time with cognitive functions in school-aged children. *PLoS One*, 9(7), doi: 10.1371/journal.pone.0103559.
- Taylor, M., & Griffin, M. (2015). The use of gaming technology for rehabilitation. *Multiple Sclerosis Journal*, 21(4), 355–371. DOI: 10.1177/1352458514563593.

- Trecroci, A., Invernizzi, P. L., Monacis, D., & Colella, D. (2021). Actual and Perceived Motor Competence in Relation to Body Mass Index in Primary School-Aged Children: A Systematic Review. *Sustainability*, *13*(17), <https://doi.org/10.3390/su13179994>.
- Trost, S. G., Sundal, D., Foster, G. D., Lent, M. R., & Vojta, D. (2014). Effects of a pediatric weight management program with and without active video games. *JAMA Pediatrics*, *168*(5), 407-413. doi: 10.1001/jamapediatrics.2013.3436.
- Vagheti, C. A., Monteiro-Junior, R. S., Finco, M., & Reategui, E. (2018). Exergames Experience in Physical Education: A Review. *Physical Culture and Sport. Studies and Research*, *78*(1), 23-32. DOI:10.2478/pcssr-2018-0010.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, *38*(9), 25–32. DOI: 10.1109/MC.2005.297.