

## APLICAȚIILE REALITĂȚII VIRTUALE ÎN TULBURĂRI DE ECHILIBRU

*Scurtu Cristian, student,*

*Agapie Eugeniu, dr., conf. univ, Universitatea de Stat de Educație Fizică și Sport, Chișinău*

**Abstract.** *Vertigo and other feelings of imbalance are, along with headaches, low back pain and fatigue, among the most common medical allegations. Medical practice has shown that balance disorders can be recovered, at least partially, if not completely, through proper training. When training one of the systems responsible for maintaining balance, another is suspended, in order to force the first to enter the game, which leads us to believe that modern methods would reduce the rehabilitation time.*

**Keywords:** *vertigo, recovery, training, balance disorders.*

**Actualitatea.** Vertijul și alte senzații de dezechilibru sunt, alături de cefalee, dureri lombare și fatigabilitate, printre cele mai comune acuze din medicină (Kroenke și Mangelsdorff) [5]. Practica medicală a dovedit că tulburările de echilibru pot fi recuperate, cel puțin parțial, dacă nu total, printr-un antrenament adecvat. La antrenarea unuia din sistemele responsabile de menținerea echilibrului se suspendă un altul, pentru a-l forța pe primul să intre în joc, ceea ce și ne face să credem că metodele moderne ar micșora timpul de reabilitare. Inovația executării exercițiului fizic, condițiile noi și cerințele neordinare de executare a activităților motrice, după cum consideră Л.П. Матвеев [11, p. 165], sunt cele mai importante criterii de a selecționa exerciții fizice pentru a influența efectiv dezvoltarea calităților coordinative și a echilibrului. Iar în acest sens dispozitivele realității virtuale se potrivesc, fiindcă pacientul poate fi plasat la fiecare ședință într-un „mediu necunoscut”. Prin urmare, jocurile de echilibru cu realitatea virtuală pot fi folosite ca un instrument potențial și util pentru antrenarea adulților cu disfuncție a echilibrului (Schwesig și colab., 2011) [9].

**Scopul cercetării** îl constituie perfecționarea procesului de recuperare a persoanelor cu tulburări de echilibru, prin aplicarea tehnologiei realității virtuale.

**Ipoteza cercetării.** Se presupune că elaborarea structurii programelor de kinetoterapie cu aplicarea tehnologiei realității virtuale va eficientiza procesul de reabilitare a persoanelor cu tulburări de echilibru.

### **Obiectivele studiului:**

1. Studiarea aspectelor teoretice și practice ale procesului de recuperare a persoanelor cu tulburări de echilibru.
2. Aprecierea eficienței procesului de recuperare funcțională a tulburărilor de echilibru prin kinetoterapie.
3. Determinarea structurii și conținutului optim al programei de recuperare a tulburărilor de echilibru, bazat pe aplicarea tehnologiei realității virtuale.

4. Elaborarea teoretică a metodicii de reeducare a controlului postural prin mijloacele kinetoterapiei la persoanele cu tulburări de echilibru în baza programei care vizează aplicarea tehnologiei realității virtuale.

### **Menținerea echilibrului**

Mai multe mecanisme sunt responsabile pentru menținerea echilibrului unei posturi și pentru conștientizarea poziției corpului față de mediul înconjurător, în relație cu gravitația. Impulsurile aferente continue de la ochi, la labirinturi, mușchi și articulații ne informează cu privire la poziția diferitelor părți ale corpului. Ca răspuns la aceste impulsuri, sunt executate mișcări adaptive necesare pentru menținerea echilibrului. În mod normal, noi nu conștientizăm aceste ajustări, întrucât ele operează în mare parte la nivel reflex.

Tulburări de echilibru static se întâlnesc în leziunile celor trei elemente importante, sistemul vestibular cerebelos și sensibilitatea profundă conștientă. Tulburările de echilibru de tip cerebelos se întâlnesc în leziuni ale cerebelului și ale căilor cerebeloase. În sindromul vestibular, când leziunea este gravă, stațiunea verticală nu este posibilă, bolnavul este nevoit să stea culcat în pat [5].

Menținerea echilibrului poate fi considerată ca dependent de doi factori: de individ și de mediul în care acesta este plasat la un moment dat [1].

### **Abordări de recuperare a tulburărilor de echilibru:**

Una dintre abordările de recuperare a echilibrului a fost propusă de soții Bobath Karel, care spun că „baza tratamentului este inhibiția mișcărilor exagerate și facilitarea mișcărilor fiziologice voluntare” [4]. O altă abordare eficientă este metoda Frenkel, care folosește stimuli vizuali pentru stimularea proprioceptorilor și apoi pentru efectuarea corectă și coordonată a mișcării [2]. Programul complex de recuperare al echilibrului se compune din diverse subprograme de antrenare a diverselor componente somato-sensitivo-senzoriale, care asigură echilibrul postural [3].

**Tabelul.1.1. Antrenarea componentelor somato-sensitivo-senzoriale**

<b>Antrenarea informațiilor somato-sensitive</b>	<b>Antrenarea informațiilor vizuale</b>	<b>Antrenarea informațiilor vestibulare</b>
Se realizează prin perturbarea văzului, individual stand pe o suprafață stabilă. Putem suspenda văzul aplicând o bandă pe ochi sau lucrând în întuneric. Sau putem doar destabiliza văzul solicitând mișcările capului și ochilor fie prin unele activități (citit, aruncat și prins o minge), fie prin stimulări optokinetice (mișcând o lumină sau o perdea în dungi sau mișcând ochii jur-împrejur) [3];	Se face perturbând inputul somato-sensitiv periferic în timp ce se menține stabil câmpul vizual (precis direcționat). Perturbarea inputului somato-sensitiv se realizează prin: așezare/ridicare de pe un balansor, platformă mișcătoare [3];	Trebuie să perturbăm mediul ambiental pe celelalte 2 căi de informație: vizual și somato-sensitiv, în timp ce informațiile vestibulare sunt stabile (detectarea poziției capului). Se utilizează platforme instabile + ochii închiși (sau mișcându-i în toate direcțiile). Poate fi sporită dificultatea exercițiului, dacă adăugăm extensia și rotația gâtului, ceea ce plasează organul vestibular în poziție (unghi) dezavantajoasă. Exercițiile vestibulare obișnuite includ

		mișcările repetate ale capului în direcțiile în care provoacă amețeli, sporind viteza și numărul mișcărilor pentru a irita sistemul vestibular [3].
--	--	---

O abordare modernă în recuperarea echilibrului este aplicarea realității virtuale. Realitatea virtuală (RV) este un concept folosit, în general, pentru a descrie o interfață om-calculator ce înlesnește comunicarea cu mașina, într-un mod diferit de formele clasice. Simțul de prezență într-un mediu virtual (imersiunea) este principala caracteristică ce definește RV. Ivan Sutherland afirmă că „ecranul calculatorului este o fereastră prin care se vede o lume virtuală ce pare reală, se comportă real, sună real, în care se simte real” [6]. Controlul echilibrului se bazează pe sistemul nervos central la mai multe niveluri; unele studii au arătat că explorarea mediului real virtual activează regiunile corticale și subcorticale (Nancy și colab., 1980; Bolton și colab., 2012) [8]. Realitatea virtuală pentru recuperarea și tratamentul tulburărilor fizice și psihice a suferit schimbări dramatice în ultimul deceniu. Aplicațiile importante includ mediile simulate, tehnicile de reabilitare după accidente vasculare cerebrale, dispozitivele eye-tracker pentru terapia fobiilor: acrofobia - frica de înălțime, frica de păianjeni, atacurile de panică, tulburări de echilibru, problemele de imagine și de stimă de sine, tulburările de alimentație sau frica de a zbura cu avionul. Aplicațiile realității virtuale în medicină au fost inspirate de folosirea simulatoarelor de zbor în timpul antrenamentelor piloților. Câțiva ani mai târziu, aplicațiile RV s-au extins și în alte domenii, cum ar fi psihologia și tehnicile de reabilitare a echilibrului și coordonării, imagistica și diagnoza medicală, chirurgia la distanță sau medicina de urgență [10]. Antrenamentele proprioceptive combinate cu tehnologia realității virtuale au fost folosite pentru a trata disfuncția echilibrului. În studiile clinice, Deutsch și colegii au repartizat aleatoriu pacienții cu tulburări de echilibru într-un grup de antrenament pentru exerciții proprioceptive combinate cu realitatea virtuală și un grup de antrenament convențional, iar experimentul a demonstrat că grupul cu aplicația realității virtuale a prezentat un grad mai ridicat de recuperare funcțională a echilibrului și pacienții au avut un entuziasm mai mare atunci când au efectuat exerciții de realitate virtuală (Deutsch și colab., 2009) [7].

**Material și metode.** Studiul a fost realizat pe un singur subiect, cu vârsta de 35 de ani, diagnosticat cu Sindromul Wallenberg, diagnosticul funcțional fiind tulburări de echilibru. Cercetarea a fost desfășurată pe o perioadă de **10 zile (01-22 februarie 2021)** în cadrul centrului de reabilitare medicală Kinetica. Testările s-au elaborat în două etape (inițială și finală) folosind testul de echilibru Berg. S-a efectuat antrenamentul proprioceptiv în combinație cu aplicațiile realității virtuale Oculus quest 2. Programul terapeutic s-a realizat prin selecția, conceperea și perfecționarea unei metode optime pentru pacient, care să-l ajute pe acesta să ducă o viață cât mai normală posibil, atât pe plan profesional, cât și social.

**Studiu de caz:**

**Nume Prenume:** A.N.

**Vârsta:** 35

**Anamneza:** Pacienta acuză tulburări de echilibru în mers și la coborârea scârilor.

**Diagnostic clinic:** Sindrom Wallenberg

**Diagnostic funcțional:** Tulburări de echilibru

**Comorbidități:** Nu se atestă

**Infirmități:** Tulburări de echilibru

**Incapacități:** Mers pe o linie dreaptă, coborârea scârilor fără bara de sprijin.

**Scopul programului:** Îmbunătățirea echilibrului.

**Obiectivele programului:**

- Antrenarea informațiilor somato-sensitive;
- Antrenarea informațiilor vizuale;
- Antrenarea inputurilor vestibulare;
- Creșterea capacității de coordonare pentru 2-3 mișcări efectuate simultan;
- Creșterea controlului centrului de greutate în cadrul bazei de susținere;
- Creșterea controlului centrului de greutate atunci când acesta depășește baza de susținere;
- Învățarea strategiilor de control al echilibrului.

**Programul recomandat.** S-a elaborat programul recuperator direcționat pentru îmbunătățirea echilibrului. Au fost utilizate mijloacele specifice ale kinetoterapiei, și anume exerciții fizice active. Exerciții pentru antrenarea celor 3 sisteme (vizual, somato sensitiv și vestibular), exerciții pentru controlul centrului de greutate, exerciții pentru îmbunătățirea coordonării. S-au explicat strategiile de control al echilibrului. S-au utilizat aplicațiile realității virtuale pentru îmbunătățirea stabilității și evitarea monotoniei în programul recuperator.

**Proiectul ședinței de kinetoterapie pentru reabilitarea persoanelor cu tulburări de echilibru.**

**Obiectivele de referință ale ședinței:**

**1. Familiarizarea cu tehnica executării exercițiilor:**

- a – menținerea echilibrului în mers pe o linie dreaptă;
- b – menținerea echilibrului în șezând cu tehnologia realității virtuale aplicată;

**2. Învățarea (însușirea) tehnicii executării exercițiilor:**

- a – menținerea echilibrului în mers cu executarea diferitelor sarcini motrice;
- b – menținerea echilibrului în stând cu tehnologia realității virtuale aplicată.

**Perfecționarea tehnicii executării exercițiilor:**

- a – menținerea echilibrului în mers pe o platformă instabilă;
- b – menținerea echilibrului cu tehnologia realității virtuale aplicată pe o suprafață instabilă.

**3. Educarea calităților fizice:**

- a – coordonarea mișcărilor în diferite sarcini motrice.

4. Dezvoltarea calităților sferei psihocognitive – atenția, percepția spațială.

Ședința de kinetoterapie

Etapele și durata lecției	Obiective operaționale	Conținuturi educaționale	Dozarea	Indicații metodice și de organizare
Introdactivă, 5-7 min	Persoana va fi capabilă:  Să controleze stabilitatea;  Să stimuleze inputurile vestibulare;	Anunțarea scopurilor și a obiectivelor ședinței  <b>Mers și variante de mers:</b> Mers pe o linie dreaptă; Mers pe vârfuri; Mers pe călcâi; Mers încrucișat.  <b>Exerciții pe suprafețe instabile (forma dreptunghiulară):</b> 1. Urcarea pe suprafața instabilă; 2. Balansare – stânga, dreapta. 3. Coborârea	0,5-1 min  4 min 1 min 1 min 1 min  2,2 min 0,1 min  2 min 0,1 min	Spatele se menține drept, privirea înainte, membrele superioare relaxate. Se solicită un tempou moderat.  Privirea înainte, în fața oglinzii. Se transferă greutatea de pe un picior pe altul. Spatele este menținut drept. Se acordă atenție sporită la urcarea și coborârea de pe suprafața instabilă. Se solicită un tempou lent.
Fundamentală 26-30 min	Să-și dezvolte stabilitatea vestibulară și simțul de echilibru (static și dinamic), exactitatea mișcărilor,  Să însușească și să execute instrucțiunea realității virtuale  Să dezvolte	<b>Exerciții pe suprafețe instabile (forma rotundă):</b> 1. Urcăm pe suprafața instabilă; 2. Menținem echilibrul într-un picior. 3. Schimbăm piciorul. 4. Coborâm.  1. Urcăm pe suprafața instabilă; 2. Închidem ochii; 3. Deschidem ochii; 4. Coborâm.  1. Urcăm pe suprafața instabilă; 2. Prindem mingea și o aruncăm înapoi; 3. Coborâm.  <b>Aplicații ale tehnologiei realității virtuale.</b> Aplicarea realității virtuale din poziția șezând. (Jocul-Trenulețul zburător).  Aplicarea realității virtuale din stând. (Jocul-Trenul-Carusel).  Aplicarea realității virtuale, în mers pe o suprafață instabilă. (Jocul-Funia dintre clădiri).	8 min  3 min  2 min  3 min  10 min 3 min  3 min  4 min  6 min	Spatele se menține drept, privirea înainte, membrele superioare relaxate. Se va asigura pacientul să nu cadă.  Se va asigura pacientul să nu cadă.  Se va arunca mingea în diferite unghiuri (sus, jos, dreapta stânga). Se va asigura pacientul să nu cadă.  Se va sta la sprijin, se va măsura frecvența cardiacă.  Se va sta la sprijin, se va măsura frecvența cardiacă.  Spatele se va menține drept. Membrele superioare în abducție. Se va asigura să nu cadă.  Se va asigura.

	controlul trunchiului, coordonarea și atenția	<p><b>suprafața instabilă</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mers cu culegerea obiectelor de jos;</li> <li>- mers cu spatele înainte;</li> <li>- mers cu opriri la comandă;</li> <li>- mers peste obstacol</li> </ul> <p><b>Tehnici de biofeedback</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 – jocul stabilografic „Șarpele”</li> <li>2 – jocul stabilografic „Labirintul”</li> </ul>	<p>1,5 min</p> <p>1,5 min</p> <p>1,5 min</p> <p>1,5 min</p> <p>6 min</p> <p>3 min</p> <p>3 min</p>	<p>Se vor asculta atent comenzile specialistului.</p> <p>Se va sta la sprijin.</p>
De încheiere - 4-5 min	Să coordoneze mișcarea cu respirația	<p><b>Exercițiul de respirație</b></p> <p>P.I. – șezând pe scaun</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 –ridicarea umerilor, inspirație</li> <li>2 – coborârea umerilor, expirație</li> </ul> <p><b>Totalizarea ședinței, indicații pentru activitatea independentă</b></p>	<p>1 min</p> <p>8-10 repetări</p> <p>3-4 min</p>	Exerciții pentru refacerea respirației și a frecvenței cardiace.

### Programul de kinetoterapie

Unitățile educaționale din procesul tratamentului kinetic	Zile									
	Etapa I-a		Etapa a II-a				Etapa a III-a			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tehnici pentru antrenarea informațiilor somato-sensitive	+		+		+		+		+	
Tehnici pentru antrenarea informațiilor vizuale		+		+		+		+		
Tehnici pentru antrenarea inputurilor vestibulare	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Varietăți de mers	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tehnici de însușire a controlului, a echilibrului și a coordonării utilitare			+		+		+		+	
Tehnici de reeducare a echilibrului static	+		+		+		+		+	
Tehnici de reeducare a echilibrului dinamic		+		+	+	+		+		+
Tehnici de reeducare a balansului;	+		+		+		+		+	
Exerciții de respirație	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aplicații ale realității virtuale	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**Evaluarea rezultatelor.** Pe parcursul programului recuperator pacientul a prezentat o dinamică pozitivă. Valoarea medie a scorului Berg la finele tratamentului a fost de 53 de puncte, comparativ cu valoarea inițială de 37 de puncte. La finele ședințelor pacientul a reușit să coboare scările fără ajutor, menținându-și ferm poziția. La fel, mersul pe o linie dreaptă a devenit posibil, corpul fiind stabil și mișcările precise. Rezultatul înregistrat confirmă eficiența managementului kinetic.

### Concluzii

1. Rezultatele abordărilor teoretice ale problemei privind recuperarea persoanelor cu tulburări de echilibru au scos în evidență că acest fapt duce la creșterea considerabilă a riscului de

cădere, iar recuperarea acesteia poate fi realizată prin antrenarea celor 3 sisteme (vizual, somato-sensitiv și vestibular).

2. Studiul literaturii de specialitate demonstrează că există suficiente investigații teoretico-conceptuale privind îmbunătățirea echilibrului care pot deveni fundamentul orientărilor metodologice, al conținutului și formelor de organizare-desfășurare a procesului de tratament kinetic în recuperarea echilibrului.

3. Analiza eficienței practicii existente în procesul de recuperare funcțională a tulburărilor de echilibru prin kinetoterapie a evidențiat o serie de aspecte și particularități clinice, neurofiziologice și psihomotrice, ce influențează direct procesul de tratament kinetic al echilibrului.

4. Rezultatele analizei și generalizării observațiilor pedagogice, ale studierii documentelor de lucru și ale opiniei specialiștilor au oferit sugestii importante privind eficientizarea procesului de tratament kinetic al tulburărilor de echilibru în baza utilizării antrenamentului proprioceptiv.

#### Referințe bibliografice

1 Agapie E., Perjesco L., Pascal O., Danail S. Unele idei și viziuni noi în abordarea problemei formării conduitei spațiale pe baza transferului funcțional în programele de kinetoterapie la persoanele după accident vascular cerebral cu fenomenul de împingere. În: Perspective moderne ale impactului societății contemporane asupra educației fizice și sportului: Materialele conferinței științifice internaționale. Chișinău: INEFS, 2006, p. 335-337.

2. Cordon M. Kinetologie medicală. Editura AXA, 1999.

3. Sbenge T. Kinesiologie, știința mișcării. București: Editura Medicală, 2002.

4. Marcu V., Dan M. Kinetoterapie/Physiotherapy. Editura Universității din Oradea, 2006.

5. Ropper Allan H., Samuels Martin A., Klein Joshua P. Principiile și practica Neurologiei Clinice, Ediția a X-a. Editura Medicala Callisto, 2017.

6. Bronzino J.D. The Biomedical Engineering Handbook, Second Edition, Volume I, Crc Press. 18 Zajtchuk R., Satava R., Medical Applications of Virtual Reality, Communications of the ACM.

7. Deutsch J.E., Robbins D., Morrison J. Wii-based compared to standard of care balance and mobility rehabilitation for two individuals post-stroke. *IEEE*. 2009:117–120.

8. Nancy L.C. The vestibular and proprioceptive systems to dysfunction in verticality perception posture and movement after stroke. *J Physiother*. 1980;26:5–16.

9. Schwesig R., Goldich Y., Hahn A. Postural control in subjects with visual impairment. *Eur J Ophthalmol*. 2011;21:303–309.

10. Zajtchuk R., Satava R. Medical Applications of Virtual Reality. Communications of the ACM, September 1997/Vol. 40, No. 9.

11. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт, 1991, с. 158-164.