

IOSUD – UNIVERSITATEA “DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
Școala doctorală de Științe Socio-Umane



TEZĂ DE DOCTORAT

**UTILIZAREA REALITĂȚII
VIRTUALE ÎN TRATAREA
SINDROMULUI DE
IMPINGEMENT SUBACROMIAL**

Doctorand,
Coja Daniel – Mădălin

Conducător științific
Prof. Univ. Dr. Habil. LAURENȚIU GABRIEL TALAGHIR

Seria SSEF Nr. 6
Galați
2024

IOSUD – UNIVERSITATEA “DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
Școala doctorală de Științe Socio-Umane



TEZĂ DE DOCTORAT

**UTILIZAREA REALITĂȚII VIRTUALE ÎN TRATAREA SINDROMULUI DE IMPINGEMENT
SUBACROMIAL**

Doctorand,
Coja Daniel – Mădălin

Președinte

Conducător științific,

Referenți științifici

Prof univ.dr.habil. Nicoleta Ifrim

Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați

Prof univ.dr.habil. Laurețiu Gabriel Talaghir

Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați

Prof univ.dr.habil. Beatrice Aurelia Abalășei

Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iași

Prof univ.dr.habil. Virgil Ene-Voiculescu

Academia Navală “Mircea cel Bătrân” din Constanța

Prof univ.dr.habil. Claudiu Mereuță

Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați

Seria SSEF Nr. 6

GALAȚI

2024

CUPRINS

Introducere	5
ARGUMENTAREA ALEGERII TEMEI	5
PARTEA I	6
ASPECTE TEORETICO ȘTIINȚIFICE SPECIFIC DEMERSULUI DE CERCETARE	6
CAPITOLUL I	6
REALITATEA VIRTUALĂ ȘI SINDROMUL DE IMPINGEMNT SUBACROMIAL - FUNDAMENTĂRI TEORETICE	6
CAPITOLUL II	7
MODURI DE ACȚIONARE A REALITĂȚII VIRTUALE ASUPRA SISTEMULUI NERVOS CENTRAL	7
PARTEA a II-a	7
CERCETAREA CONSTATATIVĂ	7
CAPITOLUL I	7
METODOLOGIA CERCETĂRII CONSTATIVE	7
CAPITOLUL II	8
ORGANIZAREA ACTIVITĂȚII DE CERCETARE	8
CAPITOLUL III	9
REZULTATE	9
CAPITOLUL IV	11
CONCLUZII	11
PARTEA a III-a CERCETAREA EXPERIMENTALĂ	11
CAPITOLUL I	11
IPOTEZELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE	11
CAPITOLUL II	11
OBIECTIVELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE	11
CAPITOLUL III	12
DESCRIEREA CERCETĂRII EXPERIMENTALE	12
CAPITOLUL IV	12
ORGANIZAREA CERCETĂRII EXPERIMENTALE	12
CAPITOLUL V	14
MOTIVAREA TIMPURILOR DIFERENȚIATE DE COLECTARE A DATELOR ȘI DURATELOR SESIUNII	14
CAPITOLUL VI	15

INFORMAȚII DESPRE PARTICIPANȚI, SELECȚIE ȘI CONȘIMȚĂMÂNT INFORMAT	15
CAPITOLUL VII.....	16
UTILIZAREA LABORATORULUI ȘI LOGISTICA SESIUNILOR PENTRU GRUPURILE EXPERIMENTALE ȘI DE CONTROL	16
CAPITOLUL VII.....	17
EȘANTIONAREA SUBIECȚILOR.....	17
CAPITOLUL VIII	18
METODA DE LUCRU ÎN VR A GRUPULUI EXPERIMENTAL.....	18
CAPITOLUL IX.....	19
PREZENTARE DETALIATĂ A REABILITĂRII TRADIȚIONALE A GRUPULUI DE CONTROL PENTRU SINDROMUL DE IMPINGEMENT SUBACROMIAL.	19
CAPITOLUL X.....	20
REZULTATELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE.....	20
CAPITOLUL XI.....	25
ANALIZA TRENDURILOR DE RECUPERARE.....	25
CONCLUZII GENERALE, ELEMENTE DE NOUȚATE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	27
BIBLIOGRAFIE.....	29

Introducere

Într-o lume aflată în continuă evoluție tehnologică, realitatea virtuală (RV) a devenit un concept fascinant și omniprezent în societate. Această tehnologie, care permite crearea unei lumi holografice artificiale, a devenit din ce în ce mai accesibilă pentru public în ultimele decenii și a câștigat popularitate în diverse domenii precum medicina, divertismentul, educația și antrenamentul sportiv. Realitatea virtuală oferă utilizatorilor o experiență imersivă într-un mediu generat de calculator, fie că acesta simulează lumea reală sau un mediu complet diferit. Utilizatorii sunt absorbiți complet de mediul în care se află, pot interacționa cu obiectele și experimenta evenimente virtuale ca și cum ar fi reale. Această tehnologie oferă medii 3D generate de calculator care permit explorarea în toate direcțiile și sunete imersive care completează experiența. Inițial dezvoltată în scopuri militare și științifice, realitatea virtuală a găsit aplicații în diverse domenii și a devenit extrem de populară în rândul utilizatorilor. În medicină, realitatea virtuală permite utilizatorilor să intre în medii stimulative, oferind experiențe imersive și interactive, care sunt mai atractive și mai motivate comparativ cu metodele clasice. Aceasta poate fi folosită în procesele de recuperare fizică pentru a restabili funcțiile organismului diminuate sau pierdute. În prezent, sindromul de impingement subacromial este una dintre cele mai cunoscute afecțiuni la nivelul umărului, care cauzează disconfort și senzații dureroase. Utilizarea realității virtuale în această afecțiune accelerează procesul de recuperare prin crearea unor medii holografice personalizate care se pot adapta nevoilor fiecărui utilizator. Aceasta oferă o experiență de utilizare mai atractivă și distractivă, cu obiective clare de îndeplinit și ajută la reducerea durerii și anxietății asociate procesului de recuperare. Realitatea virtuală devine astfel un element vital în procesele de recuperare și deschide noi orizonturi pentru cercetare și dezvoltare în acest domeniu.

ARGUMENTAREA ALEGERII TEMEI

Utilizatorii realității virtuale vor înregistra o creștere semnificativă a amplitudinii de mișcare la nivelul umărului într-un timp mai scurt în timpul procesului de recuperare. Utilizarea realității virtuale va motiva mai mult pentru efectuarea exercițiilor comparativ cu abordarea terapeutică clasică. Realitatea virtuală poate reduce semnificativ durerea și disconfortul în mișcare, măsurate subiectiv sau obiectiv, în comparație cu tratamentul convențional. De asemenea, realitatea virtuală poate îmbunătăți calitatea vieții, inclusiv capacitatea de a efectua activități zilnice fără dificultate și starea generală de bine a pacienților tratați. Datele colectate și analizate în urma cercetării vor valida sau infirma aceste ipoteze, furnizând dovezi cu privire la eficacitatea utilizării realității virtuale în tratarea sindromului de impingement subacromial. Scopul cercetării este de a evalua eficacitatea și impactul utilizării realității virtuale în tratamentul pacienților cu sindrom de impingement subacromial, pentru a investiga dacă această tehnologie poate îmbunătăți cu adevărat rezultatele utilizatorilor și pentru a oferi informații practice specialiștilor din domeniu.

Obiectivele cercetării:

- Fundamentarea teoretică a realității virtuale și înțelegerea utilizării acesteia în domeniul medical și în alte domenii.

- Stabilirea unor linii clare în abordarea teoretică a sindromului de impingement subacromial în asociere cu realitatea virtuală.
- Implementarea soluțiilor care să asocieze realitatea virtuală cu procesele de recuperare, în special în sindromul de impingement subacromial.
- Elaborarea unui plan de implementare a realității virtuale în sindromul de impingement subacromial pentru evaluarea obiectivă a grupurilor din cercetare.
- Realizarea unui experiment care să fundamenteze modelul de lucru în delimitarea dintre realitatea virtuală și abordarea clasică.
- Elaborarea unui model de lucru pentru repartizarea membrilor studiului, menținând o omogenitate a eșantioanelor de participanți.
- Dezvoltarea noțiunilor teoretice pentru implementarea mai eficientă a realității virtuale.
- Realizarea testărilor inițiale și finale pentru evaluarea impactului realității virtuale în tratarea sindromului de impingement subacromial, prin aplicarea bateriilor de teste.
- Evaluarea eficacității clinice pentru determinarea eficienței realității virtuale în ameliorarea simptomelor și funcției articulare, monitorizând progresul pe termen scurt și mediu.

PARTEA I

ASPECTE TEORETICO ȘTIINȚIFICE SPECIFIC DEMERSULUI DE CERCETARE

CAPITOLUL I

REALITATEA VIRTUALĂ ȘI SINDROMUL DE IMPINGEMENT SUBACROMIAL - FUNDAMENTĂRI TEORETICE

Realitatea virtuală este în plină dezvoltare, iar istoria sa este foarte interesantă și plină de momente semnificative. Unul dintre primele momente importante a fost povestirea "Pigmolion's Spectacles" scrisă de Stanley G. Weinbaum în 1935, unde a fost folosit pentru prima dată termenul de realitate virtuală [5]. În anii următori, au fost realizate diverse dispozitive care au contribuit la dezvoltarea tehnologiei, cum ar fi "Sensorama" creat de Morton Heilig în 1957 și "Sword of Damocles" dezvoltat de Ivan E. Sutherland în 1968 [8]. Începând cu anii '90, au fost lansate produse de realitate virtuală pentru consumatori, iar odată cu avansul tehnologiilor mobile și calculatoarelor puternice în anii 2010, aceasta a devenit și mai accesibilă [7]. Pe lângă realitatea virtuală, au apărut și alte concepte importante precum realitatea augmentată și realitatea mixtă. Aceste repere istorice sunt doar câteva exemple care stau la baza evoluției continue a acestei tehnologii. În prezent, realitatea virtuală este definită ca un produs tehnologic care creează medii virtuale 2D și 3D și are o mare aplicabilitate în diferite domenii [8]. Utilizarea realității virtuale se bazează pe conexiunea om-calculator și oferă utilizatorilor posibilitatea de a interacționa într-o lume virtuală prin stimularea vizuală, auditivă, tactilă sau kinestezică [10]. Această tehnologie poate permite utilizatorilor să devină participanți activi în mediul virtual și să reducă experiențele neplăcute prin conectarea centrilor cognitivi și emoționali ai sistemului nervos [3].

Sindromul de impingement subacromial este o afecțiune caracterizată de îngustarea spațiului subacromial și compresia țesuturilor din acea zonă, cauzând dureri și disconfort în articulația umărului și afectând mobilitatea membrului superior [1] [2] [6]. În secolul XX, medicii

au început să observe și să documenteze cazuri de durere asociate cu spațiul subacromial, deschizând calea către cercetări ulterioare. Dr. Charles S. Neer II a fost unul dintre cercetătorii importanți care au descris acest sindrom în anul 1972, furnizând informații esențiale pentru înțelegerea afecțiunii și pentru domeniul medical în general [10] [11]. Avansurile tehnologice în imagistica medicală au permis o mai bună diagnosticare a sindromului de impingement încă din anii 1980-1990. În ultimele decenii, progrese semnificative au fost făcute în tratamentul acestei afecțiuni, inclusiv terapia fizică, modificările stilului de viață, tehnici chirurgicale minim invazive și medicamente antiinflamatoare, care au îmbunătățit calitatea vieții pacienților [9].

CAPITOLUL II

MODURI DE ACȚIONARE A REALITĂȚII VIRTUALE ASUPRA SISTEMULUI NERVOS CENTRAL

Plecând de la Teoria controlului porților a lui Melozach și Wall, s-a sugerat că nivelul atenției și al emoțiilor asociate cu durerea joacă un rol important în înțelegerea acesteia. McChaul și Mallot susțin că ființa umană are o capacitate limitată de a înțelege durerea și că este necesar un stimul dureros pentru a o percepe. Analgezia în realitatea virtuală poate fi realizată prin blocarea sau filtrarea semnalelor dureroase către creier. Această tehnologie poate ajuta la tratarea durerilor cronice sau postoperatorii, oferind medii relaxante și distractive pentru reducerea senzațiilor dureroase. Realitatea virtuală poate, de asemenea, să distragă atenția de la durere prin stimuli vizuali și auditivi captivanți. Astfel, teoria controlului porților poate fi aplicată cu succes în realitatea virtuală pentru gestionarea eficientă a durerii.

PARTEA a II-a

CERCETAREA CONSTATATIVĂ

CAPITOLUL I

METODOLOGIA CERCETĂRII CONSTATIVE

1.1. Premisele cercetării constatative

Pornim de la ideea că există atât reticență față de noile tehnologii sau inovații, cât și entuziasm și deschidere pentru adoptarea acestor tehnologii noi, în special atunci când contextul adopției este clar și scopul tehnologiei este înțeles de către utilizatori. Ipoteze de substanțiere a cercetării constatative

1.2. Ipoteze de substanțiere a cercetării constatative

Utilizarea realității virtuale în medicină, prin jocuri și medii holografice plăcute, poate îmbunătăți procesul de învățare, facilita recuperarea medicală și îmbunătăți serviciile medicale, reducând frica și disconfortul pacienților?

1.3. Ipoteze metodologice

Principala ipoteză metodologică este că operaționalizarea propusă poate fi confirmată prin analiza datelor obținute prin aplicarea instrumentelor de cercetare și a coerenței modelului operaționalizat.

1.4. Scopul cercetării constative

Scopul cercetării constative este de a evalua impactul deschiderii populației față de utilizarea realității virtuale în recuperarea kinetoterapeutică în sindromul de impingement acromial. Se urmărește identificarea percepțiilor pozitive sau negative referitoare la recuperarea kinetoterapeutică prin intermediul realității virtuale, în conformitate cu nivelul actual de dezvoltare a acestei tehnologii în domeniul medical și gradul de expunere al populației la inovația utilizării realității virtuale în procedurile medicale.

1.5. Obiectivele cercetării constative

- Identificarea cunoștințelor despre realitatea virtuală privind produsul tehnologic
- Identificarea deschiderii către acest produs
- Identificarea percepțiilor pozitive sau negative despre acest produs
- Identificarea implementării realității virtuale în procedurile de recuperare medicală
- Stabilirea deschiderii în implementarea și integrarea realității virtuale în fizioterapia de recuperare medicală.

1.6. Metodologia cercetării cantitative prin instrumentul de măsurare ales

Instrumentul folosit în această abordare este un chestionar cu 26 de itemi de răspuns, dintre care 6 au rol de reper sociodemografic (genul, vârsta, statutul respondentului – pacient/profesionist, experiența profesională, mediul de viață și județul de domiciliu), și 20 sunt operaționalizați în vederea atingerii obiectivelor cercetării de față, cu variante de răspuns în forma unei scale Likert simple cu 5 variante de răspuns (deloc, puțin, suficient, mult, foarte mult).

CAPITOLUL II

ORGANIZAREA ACTIVITĂȚII DE CERCETARE

Am selectat 259 de participanți într-o eșantionare: 64 pacienți și 195 fizioterapeuți. Am testat măsura și condițiile în care un test student este aplicabil pentru ambele subgrupuri. Eșantionul selectat este suficient pentru un astfel de test în ambele cazuri, atâta timp cât se îndeplinesc și celelalte condiții de statistică descriptivă. Eroarea de tip I este o respingere incorectă a ipotezei nule, în timp ce eroarea de tip II este o nerespingere din eroare a ipotezei nule. Aceste teste sunt realizate pentru a determina dacă eșantionul selectat este suficient de mare.

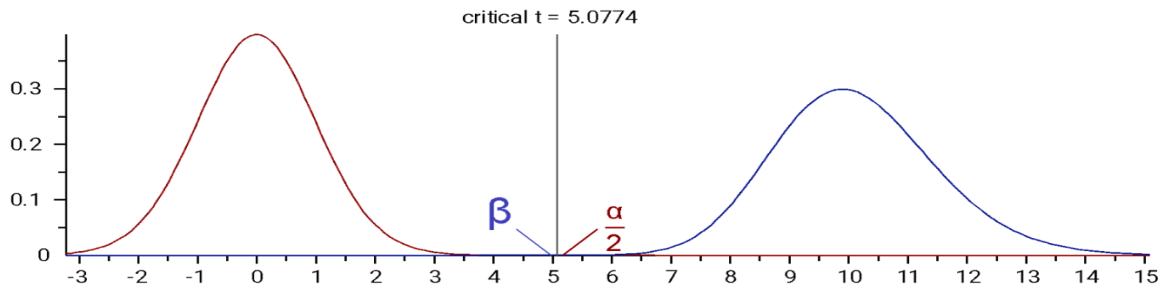


Figura 1 Distribuția probabilităților erorilor de tip I și II pentru un eșantion de 64 de subiecți

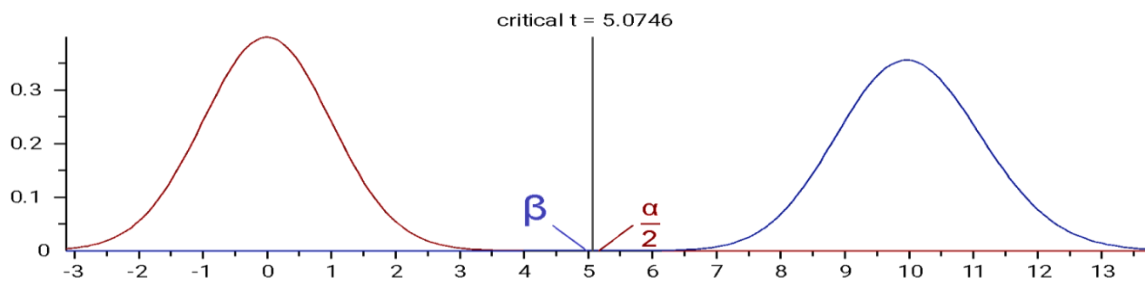


Figura 2 Distribuția probabilităților erorilor de tip I și II pentru un eșantion de 195 de subiecți

CAPITOLUL III

REZULTATE

III.1. Analiza post-hoc a instrumentului și modelului propus

În etapa metodologică, dezvoltarea instrumentului de măsură nu a permis testarea modului în care acesta surprinde sau măsoară realități și relații în cercetare. De aceea, am propus formularea unui plan de testare a instrumentului încă din fazele incipiente ale cercetării. Scopul nostru este să determinăm dacă structura propusă pentru factorizare este optimă prin analizarea relațiilor între variabilele primare. Dorim să vedem dacă compunerea inițială în factori a variabilelor este coerentă în raport cu rezultatele obținute.

Continuăm prin utilizarea mijloacelor vizuale pentru a explora și caracteriza rezultatele obținute în urma a 400 (20x20) teste de corelație tip Spearman. Aceste rezultate vor fi grupate într-o matrice care va conține informații despre fiecare test în parte, precum și poziționarea relativă a valorilor obținute în funcție de celelalte valori.

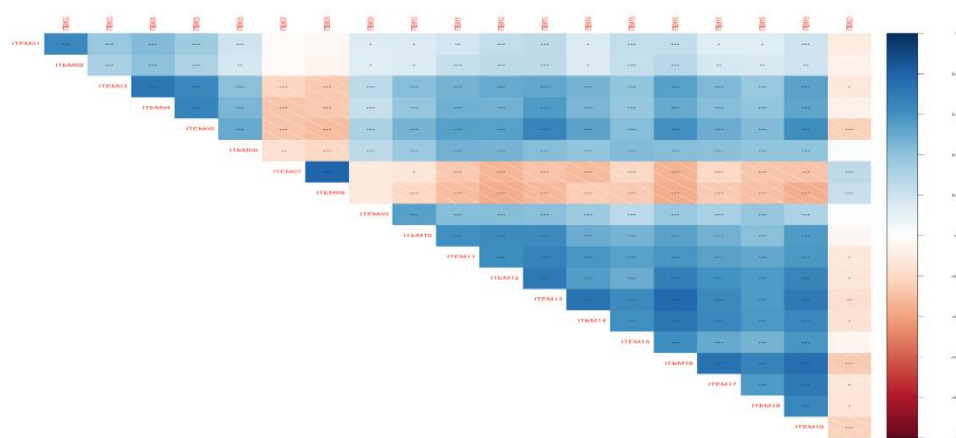


Figura 3 - Graficul matriceal al coeficienților de corelație grupați în ordinea propusă de instrumentul de lucru

În acest sens, urmărim felul în care itemii formează relații cu ajutorul unor metode vizuale de urmărire a acestora : grafice care reprezintă matriceal coeficienții de corelație între variabilele primare, și felul în care aceste relații converg în agregate care corespund factorizării inițiale.

ITEM	MED	VAR	OBS	PV	HMD	df	t Stat	P(T<=t) one-tail	t Critical one-tail	P(T<=t) two-tail	t Critical two-tail
1. Ati auzit pana in prezent de acest tip de tehnologie?	2.866	1.412	194.000	1.434	0.000	257.000	2.446	0.008	1.651	0.015	1.969
vs. PAT	2.446	1.501	65.000								
ITEM	MED	VAR	OBS	PV	HMD	df	t Stat	P(T<=t) one-tail	t Critical one-tail	P(T<=t) two-tail	t Critical two-tail
2. Cunoasteti pe cineva care a utilizat aceasta tehnologie?	1.995	1.342	194.000	1.542	0.000	257.000	-2.190	0.015	1.651	0.029	1.969
vs. PAT	2.385	2.147	65.000								
ITEM	MED	VAR	OBS	PV	HMD	df	t Stat	P(T<=t) one-tail	t Critical one-tail	P(T<=t) two-tail	t Critical two-tail
3. Daca nu ati / ati utilizat acest tip de produs pana acum, ati dori sa o faceti / sa o mai faceti?	3.691	1.085	194.000	1.144	0.000	257.000	2.298	0.011	1.651	0.022	1.969
vs. PAT	3.338	1.321	65.000								
ITEM	MED	VAR	OBS	PV	HMD	df	t Stat	P(T<=t) one-tail	t Critical one-tail	P(T<=t) two-tail	t Critical two-tail
5. Considerati realitatea virtuala ca fiind un produs bun de utilizat?	3.737	1.127	194.000	1.167	0.000	257.000	1.581	0.058	1.651	0.115	1.969
vs. PAT	3.492	1.285	65.000								

Figura 4 Evaluarea comparativă a celor mai reprezentative întrebări a distincției subgrupurilor de respondenți afectate calificării kinoterapeutice a acestora

CAPITOLUL IV

CONCLUZII

Scopul cercetării a fost de a evalua influența tehnologiei VR asupra recuperării kinetoterapeutice în sindromul de impingement acromial. Studiul a investigat percepțiile populației despre VR și cum acestea afectează utilizarea VR în kinetoterapie. S-a analizat gradul de familiaritate al populației cu VR și impactul acestuia asupra percepțiilor. Cercetarea a examinat și percepțiile pozitive și negative despre VR ca instrument de reabilitare, inclusiv convingerile despre eficacitatea, siguranța și potențialul acesteia de a îmbunătăți sau perturba metodele tradiționale de reabilitare. Un alt obiectiv a fost de a evalua deschiderea către utilizarea VR în fizioterapie, atât din partea profesioniștilor medicali, cât și a pacienților. Metodologia studiului a implicat atât abordări cantitative, cât și calitative, pentru a oferi o imagine completă a subiectului. Rezultatele au evidențiat diversitatea atitudinilor față de VR, influențate de factori socio-demografici precum vârsta, sexul, statutul profesional și locația geografică. Studiul a subliniat importanța unei integrări prudente și progresive a VR în practicile medicale, dar a identificat și bariere precum costurile ridicate și preocupările cu privire la eficacitatea tehnologiei. Analiza statistică a relevat relațiile dintre factorii socio-demografici și atitudinile față de VR. Concluziile studiului au oferit cunoștințe esențiale pentru dezvoltarea viitoarelor cercetări și practici în domeniul reabilitării medicale.

PARTEA a III-a CERCETAREA EXPERIMENTALĂ

CAPITOLUL I

IPOTEZELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE

Ipoteza primară

H1: Pacienții care efectuează reabilitare VR augmentată vor experimenta o recuperare semnificativ mai rapidă și mai eficientă în comparație cu cei care primesc metode tradiționale de reabilitare.

Ipoteze secundare

H2: Durata recuperării va fi mai scurtă pentru grupul VR comparativ cu grupul tradițional. Raționament: VR-ul interactiv poate duce la o implicare mai intensă și regulată în procesul de reabilitare, accelerând recuperarea.

H3: Pacienții din grupul VR vor prezenta o rezistență crescută la provocările fizice, ceea ce poate reduce recurența sindromului. Vor efectua antrenamentele fără pauze. Raționament: Terapia prin VR stimulează dezvoltarea forței și coordonării neuromusculare, sporind rezistența la stresul fizic.

CAPITOLUL II

OBIECTIVELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE

Această cercetare se concentrează pe eficacitatea și avantajele realității virtuale (VR) în reabilitarea sindromului de impingement subacromial. Obiectivele au fost formulate pentru a oferi o înțelegere completă a subiectului, fiecare obiectiv contribuind la răspunsul la întrebarea principală: VR accelerează și îmbunătățește recuperarea în comparație cu metodele tradiționale?

CAPITOLUL III

DESCRIEREA CERCETĂRII EXPERIMENTALE

- Recrutarea participanților: Persoanele diagnosticate cu sindrom de impingement subacromial, cu vârsta între 18 și 65 de ani, fără expunere anterioară la reabilitare bazată pe VR, vor fi selectate. Se va asigura o reprezentare demografică largă, inclusiv bărbați și femei. Participanții potențiali vor fi identificați din clinicile de ortopedie, centrele de fizioterapie și prin trimeri directe ale medicilor. O examinare inițială va verifica îndeplinirea criteriilor noastre.
- Design experimental: Cercetarea va utiliza un design de studiu randomizat controlat (RCT) pentru a compara efectele terapiei augmentate cu VR cu metodele tradiționale de reabilitare. Grupul de control va urma metode tradiționale de reabilitare, iar grupul experimental va primi tratament VR-augmentat.
- Protocele de evaluare: Înainte de intervenție, toți participanții vor fi supuși unei evaluări cuprinzătoare utilizând diverse instrumente de evaluare. Evaluările vor fi repetate săptămânal, utilizând instrumente precum „Pain Arch Test”, „DASH”, „Simple Shoulder Test” și „Constant Murley Score”, pentru a monitoriza progresul și a identifica diferențe între grupuri.
- Implementarea analizei de supraviețuire pentru recuperare: Analiza de supraviețuire va fi utilizată pentru a modela timpul necesar pentru ca participanții să fie considerați vindecați complet.
- Colectarea și gestionarea datelor: Datele pacienților vor fi colectate, stocate și gestionate printr-o platformă digitală dedicată, asigurându-se integritatea datelor și confidențialitatea acestora.
- Analiza datelor: Pe lângă analiza de supraviețuire, datele vor fi supuse analizelor statistice descriptive și inferențiale. Comparațiile între grupuri vor utiliza teste t sau teste U Mann-Whitney, în funcție de distribuția datelor.
- Mecanism de feedback: Feedback-ul participanților va fi colectat pentru a asigura eficiența programului de cercetare.
- Considerații etice: Toți participanții vor oferi consimțământ informat și studiul va fi supus evaluărilor periodice ale unui comitet de etică pentru a asigura integritatea și îngrijirea adecvată.

CAPITOLUL IV

ORGANIZAREA CERCETĂRII EXPERIMENTALE

Introducere

Studiul nostru vizează evaluarea eficacității a două metode de recuperare diferite pentru pacienții cu sindrom de impingement subacromial (SIS), o afecțiune rară în populație și care apare rar în faza acută. Având în vedere aceste aspecte și limitele capacității laboratorului nostru de cercetare, am adoptat un design de recrutare continuă modificat, prin care participanții pot ocupa

locurile disponibile pe măsură ce alții sunt eliberați în urma recuperării, în funcție de locurile totale disponibile în laborator.

Obiectivele metodei:

Să detalieze și să justifice o abordare solidă din punct de vedere metodologic, care permite o rotație maximă a participanților, menținerea capacității de laborator și asigurarea similarității sociodemografice între grupurile de control și cele experimentale. Să asigure o tratare echivalentă, coerentă și coezivă a participanților la studiu, care să nu afecteze în vreun mod negativ recuperarea lor firească.

Metodologie

Configurare inițială: Durata studiului: 50 săptămâni. Laborator: maxim 18 participanți în fiecare grup (experimental și de control), cu un total maxim de 36 participanți în același timp. Timpul mediu estimat pentru recuperare, conform literaturii de specialitate, este predominant între 5-8 săptămâni.

Model de recrutare continuă: Luând în considerare termenul de recuperare prevăzut, am presupus că mulți participanți își vor finaliza recuperarea înainte de limita de 12 săptămâni pentru ocuparea laboratorului. Pentru a maximiza dimensiunea eșantionului și a folosi în întregime resursele disponibile, studiul a fost conceput pentru a recruta continuu noi participanți. Când un participant (din oricare grup) îndeplinește criteriile de recuperare stabilite, acesta iese din studiu. În același timp, un nou participant este recrutat pentru a asigura că laboratorul funcționează la capacitatea maximă.

Sistemul de cote sociodemografice: Pentru a asigura omogenitatea și similitudinea sociodemografică între cele două grupuri, s-a aplicat un sistem de cote bazat pe criteriile sociodemografice din literatura de specialitate. Participanții noi sunt acceptați doar dacă se încadrează în profilul socio-demografic necesar, pentru a garanta grupuri echilibrate și comparabile. Această abordare este importantă pentru a menține validitatea internă a studiului, dat fiind că participanții fluctuează în mod constant.

Rezultate: Folosind un model de recrutare continuă și sistemul de proporții sociodemografice, studiul a reușit să recruteze 288 de participanți într-un an, câte 144 în fiecare grup. Astfel, resursele de laborator au fost eficient utilizate pe parcursul celor 50 de săptămâni ale studiului, contribuind la depășirea limitărilor logistice ale resurselor de cercetare.

Discuție: Abordarea noastră aliniază constrângerile practice ale laboratorului cu obiectivele cercetării, maximizând numărul de subiecți pentru un eșantion robust, fără a compromite calitatea și validitatea studiului. Modelul de recrutare continuă permite utilizarea eficientă a resurselor, iar sistemul de cote sociodemografice asigură comparabilitatea între grupuri. Coordonăm aceste aspecte împreună cu metoda analizei de tip cluster, care evidențiază și compară grupurile și diferențele acestora pentru a ne asigura că orice diferențe în privința experimentului între cele două grupuri nu se datorează întâmplări sau erori.

CAPITOLUL V

MOTIVAREA TIMPURILOR DIFERENȚIATE DE COLECTARE A DATELOR ȘI DURATELOR SESIUNII

Alinierea temporală a evaluărilor: Pentru a obține un progres riguros și comparabil al participanților, studiul nostru a folosit atât evaluări continue, cât și intermitente. Testul arcului dureros a fost administrat în mod continuu la fiecare sesiune de antrenament, oferind o înregistrare detaliată a progresiei simptomelor. În schimb, teste precum DASH, SST și CMS au fost rezervate pentru momentele critice, T0, T1, T2 și T3, conform metodologiei.

Calibrarea timpilor de evaluare: Aceste momente critice au fost selectate cu grijă pentru a sincroniza diferitele frecvențe de sesiune dintre cele două grupuri, asigurând în același timp ca fiecare punct de evaluare să fie predictiv pentru reperele semnificative de recuperare. Această sincronizare a fost esențială pentru a reduce discrepanțele cauzate de duratele diferite de formare și pentru a asigura o comparație validă: T0 (de referință): realizat la începutul studiului pentru a măsura starea inițială a tuturor participanților. T1 (2 săptămâni sau 6 sesiuni pentru grupul de control): programat după două săptămâni pentru grupul experimental și după finalizarea a șase sesiuni pentru grupul de control. Acest punct intermediar de control a fost creat pentru a monitoriza recuperarea incipientă și adaptabilitatea la metodele respective de antrenament. T2 (4 săptămâni sau 12 sesiuni pentru grupul de control): Acest punct, plasat în mijloc, a fost considerat critic pentru a înregistra eventuale platouri sau progrese semnificative în recuperare. T3 (6 săptămâni sau 18 sesiuni pentru grupul de control): Plasat în a doua jumătate a perioadei anticipate de recuperare, intenția aici a fost să includă datele într-o etapă în care o proporție semnificativă de participanți, în special în grupul experimental, erau presupuși că au o recuperare marcată.

Interpretarea recuperării prin testul arcului dureros: O decizie importantă în metoda noastră a fost considerarea a trei scoruri consecutive de zero la Testul arcului dureros ca un semn că participantul s-a recuperat. Acest criteriu se bazează pe convingerea clinică că absența durerii constante în timpul mișcării arcului este un indicator puternic al restabilirii funcționalității umărului. Prin alinierea momentelor de testare (T0 la T3) cu acest criteriu de recuperare, ne-am propus să maximizăm șansele de a evalua majoritatea participanților în aceste momente critice, astfel încât să putem realiza o analiză cuprinzătoare

Echilibrarea duratelor sesiunii: Alegerea duratelor sesiunii – 20 de minute zilnic pentru grupul experimental versus 60 de minute de trei ori pe săptămână pentru grupul de control – a fost ghidată de paradigmele pedagogice ale fiecărei modalități de antrenament. În timp ce natura captivantă a VR în grupul experimental a necesitat expuneri mai scurte, dar frecvente, metodele tradiționale folosite pentru grupul de control, adesea fiind intensive, au necesitat durate mai lungi, dar frecvență redusă pentru a preveni solicitarea excesivă.

CAPITOLUL VI

INFORMAȚII DESPRE PARTICIPANȚI, SELECȚIE ȘI CONSIMȚĂMÂNT INFORMAT

Recrutarea participanților: Participanții au fost recrutați în principal prin clinici de terapie fizică, centre comunitare de sănătate și reclame în ziarele locale și avizierele comunitare. De asemenea, s-au utilizat platforme online și canale de social media asociate grupurilor de sprijin SISA pentru promovarea studiilor.

Screening inițial: Candidații au fost pre-selecțaiți prin interviuri telefonice. Această etapă a verificat dacă aceștia îndeplinesc criteriile de bază, cum ar fi un diagnostic confirmat. Cei care au trecut de evaluarea inițială au fost invitați la o evaluare completă față în față.

Evaluare personală: În această etapă, participanții au fost evaluați fizic de către kinetoterapeuți calificați și au completat un chestionar socio-demografic pentru a se înscrie în studiu. Rezultatele au fost înregistrate ca "admis/respins" pentru participarea la studiu. Doar 4 candidați au fost respinși din cauza depășirii numărului maxim de participanți, dar metoda de cercetare continuă a permis acceptarea unor participanți care altfel nu ar fi putut fi incluși într-un design de studiu standard.

Procesul de consimțământ informat: Informații pentru participanți: Fiecărui posibil participant i s-a oferit o fișă cu informații detaliate despre studiu. Această fișă a explicat scopul, procedurile, riscurile, beneficiile, confidențialitatea și drepturile participanților. Consimțământ prin discuție: După ce au revizuit fișa de informații, participanții au avut o discuție individuală cu un membru al echipei de cercetare. Această sesiune a permis participanților să pună întrebări, să clarifice îndoielile și să fie siguri că au înțeles implicațiile studiului. Semnarea consimțământului informat: Participanții care au decis să participe la studiu după discuție au fost rugați să semneze un formular de consimțământ informat. Acest formular, conform Declarației de la Helsinki, a subliniat caracterul voluntar al participării lor, dreptul lor de a se retrage în orice moment fără consecințe și consimțământul pentru utilizarea datelor, asigurând anonimatul.

Aprobare etică: Protocolul studiului, inclusiv procesul de consimțământ informat, a fost revizuit și aprobat de Comitetul de etică al FEFS. Au fost efectuate audituri regulate pentru a asigura respectarea standardelor și protocoalelor etice.

Selectarea și alocarea participanților: În urma procesului de consimțământ informat, participanții au fost înscriși oficial în studiu, și au fost alocați aleatoriu fie grupului de control, fie grupului experimental, asigurând echilibrul socio-demografic prin sistemul de cote.

Măsuri de confidențialitate: Pentru a proteja confidențialitatea participanților, s-au îndepărtat sau disimulat toate identificatoarele personale. Astfel, identitățile participanților nu pot fi urmărite, iar fiecare participant a fost identificat printr-un cod unic pe durata studiului. Acest cod nu este asociat cu datele personale ale participantului și nu există acces la aceste date după alocarea codului. Datele au fost stocate în baze de date criptate cu acces restricționat și nu există o

legătură sau acces direct la datele personale, ci doar la datele codificate. Anonimatul participanților a fost asigurat în orice publicație sau prezentare legată de studiu.

Debriefing post-studiu: La finalul participării, indivizilor li s-a oferit o sesiune de informare individuală cu privire la obiectivele studiului, consecințele posibile ale participării lor și li s-a cerut să-și revalideze consimțământul inițial. Toți participanții au confirmat consimțământul acordat.

CAPITOLUL VII

UTILIZAREA LABORATORULUI ȘI LOGISTICA SESIUNILOR PENTRU GRUPURILE EXPERIMENTALE ȘI DE CONTROL

- **Capacitate de lucru:** Laboratorul de cercetare în recuperarea sindromului de impingement subacromial are 36 intervale de lucru, cu resurse alocate optim pentru fiecare participant. Alocarea și rezervarea intervalelor de lucru au fost făcute egal pentru cele două grupuri de cercetare.
- **Raționalizarea duratei antrenamentului:** Sesiunile de antrenament diferențiate în durată se bazează pe ipoteza că utilizarea tehnologiei realității virtuale poate permite sesiuni mai scurte, dar mai frecvente, comparativ cu sesiunile de recuperare tradiționale, având totuși beneficii superioare.
- **Grup experimental:** Fiecare sesiune a durat 30 de minute, inclusiv un protocol de pre-sesiune de 10 minute pentru pregătirea participantului și a aparatului de realitate virtuală (VR). Acest protocol includea verificarea poziționării corecte a aparatului. Apoi, a urmat o perioadă de antrenament VR concentrat de 20 de minute, care a reprezentat partea efectivă a sesiunii. Grupul a participat zilnic, rezultând un total de 140 de minute de antrenament săptămânal. Această structură a permis evaluarea efectelor cumulate ale sesiunilor VR, datorită frecvenței lor constante și absenței pauzelor lungi. În total, grupul experimental a avut aproximativ 140 de minute de lucru efectiv.
- **Grupul de control:** Fiecare sesiune a durat 60 de minute, inclusiv pauze scurte și ajustări de aproximativ 40 de minute pe săptămână. Jumătate dintre participanți s-au antrenat luni, miercuri și vineri, iar ceilalți au ales marți, joi și sâmbătă. Această organizare a optimizat utilizarea unității de antrenament, resursele și monitorizarea, evitând supraaglomerarea. În total, au avut o expunere săptămânală de aproximativ 180 de minute la antrenament, dintre care 140 de minute au fost efective.
- **Rațiune comparativă:** Deși grupul experimental a avut o expunere zilnică mai frecventă, timpul lor total de antrenament pe săptămână a fost de aproximativ 140 de minute. În schimb, grupul de control, cu antrenament de trei ori pe săptămână, a acumulat aproximativ 180 de minute pe săptămână, dar aproximativ 40 de minute au fost folosite pentru activități care nu erau efectiv antrenament, cum ar fi pauzele din cauza durerii sau pregătirea echipamentului. Cu toate acestea, diferența a fost compensată de intensitatea și imersiunea antrenamentului VR, care a avut un efect terapeutic pronunțat într-un timp mai scurt, chiar dacă timpul efectiv lucrat a fost aproximativ același.
- **Privire de ansamblu asupra logisticii:** Participanții în laborator s-au organizat pentru a evita suprapunerile sesiunilor, a asigura disponibilitatea resurselor și a optimiza rezultatele terapeutice. Grupul experimental a utilizat resursele laboratorului în rutina zilnică, permițând sesiuni imersive VR fără probleme logistice. Grupul de control a avut o structură de recuperare cu zile alternative, ceea ce a fost benefic pentru sesiuni intensive de

reabilitare tradițională. Aceasta a permis alinierea la recomandările fizioterapeutice stabilite și a justificat intervalele de recuperare.

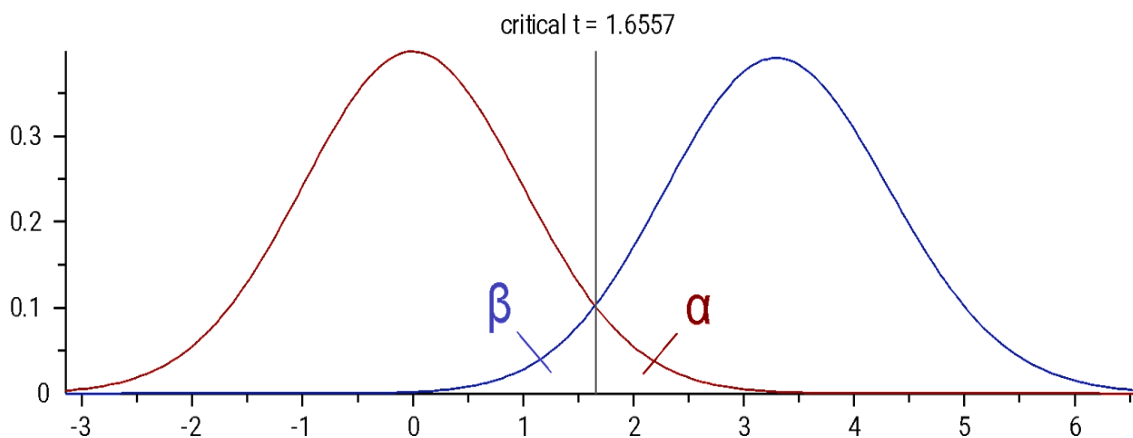
CAPITOLUL VII

EȘANTIONAREA SUBIECȚILOR

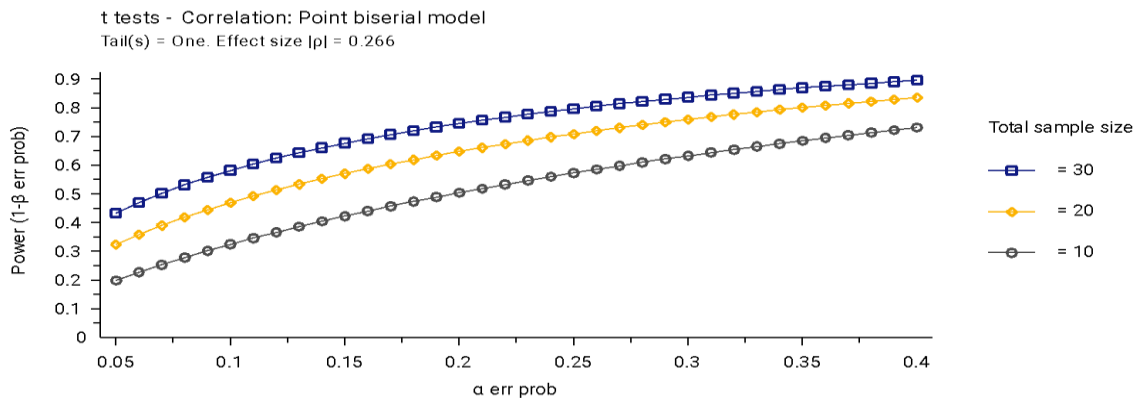
Eșantionarea este o componentă critică a oricărei cercetări empirice, asigurându-se că rezultatele obținute sunt generalizabile la o populație mai largă. În acest studiu, precizia și acuratețea constatărilor noastre sunt susținute de considerente cuprinzătoare de eșantionare.

Determinarea dimensiunii eșantionului pentru acest studiu

În timp ce calculele inițiale, luând în considerare dimensiunea efectului anticipat și ratele de eroare acceptabile, au indicat o dimensiune a eșantionului de 50 de participanți per grup, s-a luat decizia de a crește acest lucru la 144 de participanți per grup, iar această creștere, de aproape trei ori, a fost făcută în mod deliberat pentru sporirea puterii statistice a studiului, asigurarea robusteții împotriva variațiilor neprevăzute și a avea rezerve împotriva erorilor de tip I și de tip II, asigurând atât specificitatea, cât și sensibilitatea constatărilor.



Graficul ilustrează o curbă de distribuție normală standard, care este simetrică în jurul valorii medii zero și ilustrează funcția de densitate a probabilității pentru o variabilă distribuită normal. Curba este împărțită în secțiuni reprezentând erorile alfa (α) și beta (β) în contextul testării ipotezelor. Valoarea critică (t) este marcată pe curbă, delimitând pragul dincolo de care ipoteza nulă ar fi respinsă la un anumit nivel de semnificație. Aria de sub curbă din dreapta valorii critice reprezintă eroarea alfa, probabilitatea unei erori de tip I în care o ipoteză nulă adevărată este respinsă incorect, iar aria din stânga sub curbă și din stânga mediei (valori z negative) reprezintă eroarea beta, probabilitatea unei erori de tip II în care o ipoteză nulă falsă nu este respinsă. Puterea testului, ($1 - \beta$), nu este vizualizată direct pe această diagramă, ci este reprezentată conceptual de complementul ariei β .



În imagine, o curbă de putere care ilustrează relația dintre puterea unui test statistic și mărimea efectului pentru trei dimensiuni diferite ale eșantionului total într-un model tip point biserial, care este utilizat pentru a măsura asocierea dintre o variabilă binară și o variabilă continuă. Axa x reprezintă mărimea efectului, în timp ce axa y indică puterea testului sau probabilitatea de a respinge corect ipoteza nulă atunci când aceasta este falsă.

CAPITOLUL VIII

METODA DE LUCRU ÎN VR A GRUPULUI EXPERIMENTAL

- Cadrul și interfața sistemului:** Mediul VR a fost dezvoltat pe o platformă imersivă adaptată pentru aplicații terapeutice. Interfața grafică a fost optimizată pentru claritate, astfel încât participanții să poată percepe cu ușurință indiciile de mișcare și să reacționeze corespunzător. Feedback-ul haptic a îmbogățit experiența, oferind senzații tangibile în concordanță cu interacțiunile virtuale. Platforma folosită integrează mișcările corporale cu feedback-ul senzorilor manuali, oferind participanților un context virtual realist, în care mișcările lor au un impact dorit.
- Dinamica mișcării ritmice:** Pentru a facilita recuperarea umărului într-o manieră mai completă, participanții au fost încurajați să se angajeze în secvențe de mișcări ritmice. Aceste secvențe au fost structurate în mod natural, urmând mișcări care promovează fluiditatea în exercițiile de recuperare. Secvențele fundamentale au pus accent pe stabilirea unui ritm de bază, antrenând participanții să-și cronometreze mișcările în sincronizare cu indiciile VR. Această bază a fost esențială pentru secvențele complexe ulterioare. Odată ce participanții au demonstrat competența cu mișcările fundamentale, au progresat la secvențe avansate, împletind lovituri și eschivări multidireționale, cultivând un sentiment robust de propriocepție și stabilitate dinamică a umerilor. Este important să subliniem că separarea între mișcările fundamentale și cele avansate se bazează pe secvențialitatea lor și nu pe o separare metodologică. Progresul în dinamica mișcărilor este caracterizat parțial de complexitate și în totalitate de creșterea capacității totale de lucru a pacientului în VR.
- Lovituri direcționale și beneficiile lor:** Oscilații anterior-posterior: Aceste mișcări pot îmbunătăți flexia și extensia umărului, lubrifiază articulațiile și reduc rigiditatea, în special a fasciilor. Mișcări laterale: Acestea promovează abducția umărului, esențială pentru a atinge deasupra capului fără a comprima subacromial. Mișcări diagonale: Participanții au

folosit traiectorii diagonale pentru a combina flexia-extensia și abducția-aducția, îmbunătățind circulația la nivelul articulației.

- **Modularea mișcării verticale:** Brațele deasupra capului, cu mișcări de nivel mediu și inferior, asigură angajarea completă a manșetei rotatoare. Aceste mișcări contribuie la ritmul scapulo-humeral necesar pentru ridicarea brațului fără durere. Ele implică mușchii supraspinat și trapez superior, având ca scop restabilirea activităților deasupra capului. Loviturile de nivel mediu și inferior se concentrează pe mișcările umărului în mijloc, stimulând rezistența manșetei rotatoare, mai ales în timpul activităților susținute.
- **Implicarea, legătura minte-corp și componenta psihologică:** Etapa de realizare: prin deblocarea nivelurilor sau secvențelor, participanții au avut semne tangibile de progres, ceea ce i-a motivat mai mult în procesul de recuperare. Distragerea atenției de la disconfort: mediul captivant al VR a ajutat participanții să se concentreze mai puțin asupra disconfortului temporar, permițându-le să se angajeze mai mult și, ca rezultat, să obțină o terapie îmbunătățită. Supravegherea și îndrumarea experților: în timp ce platforma VR funcționează autonom, sesiunile au fost monitorizate de experți în reabilitare. Acest lucru a asigurat că mișcările participanților respectau normele terapeutice, maximizând beneficiile și minimizând riscul de mișcări greșite sau accidentări care ar putea duce la regresie.

CAPITOLUL IX

PREZENTARE DETALIATĂ A REABILITĂRII TRADIȚIONALE A GRUPULUI DE CONTROL PENTRU SINDROMUL DE IMPINGEMENT SUBACROMIAL.

- **Principii fundamentale:** Abordarea tradițională a reabilitării pentru sindromul de impingement subacromial a fost meticuloasă și bazată pe practici bazate pe dovezi. Desi este denumită "tradițională", reprezintă vârful practicilor fizioterapeutice actuale pentru tratamentul acestui sindrom. Această abordare se concentrează pe reducerea durerii, îmbunătățirea mobilității și restabilirea forței.
- **Progresie stadializată:** Faza inițială: Se folosesc mobilizări progresive, tehnici specifice pentru sindromul de impingement subacromial și modalități precum comprese reci sau ultrasunete pentru a atenua durerea. Faza intermediară: Se concentrează pe reducerea durerii, restabilirea intervalului de mișcare (ROM) și introducerea exercițiilor de întărire. Faza avansată: Se efectuează exerciții pentru fortificarea mușchilor centurii scapulare, restabilirea tiparelor funcționale de mișcare și pregătirea pacientului pentru revenirea la activitățile obișnuite.
- **Restaurarea intervalului de mișcare (ROM – Range of Motion):** ROM pasiv: Prin forțe externe (manuale sau cu ajutorul uneltelor), aceste exerciții asigură mobilitatea articulațiilor fără a implica contractia musculară. ROM activ-asistent: Utilizarea brațului neafectat sau a ajutoarelor externe pentru a ușura mișcarea umărului afectat. ROM activ: Se bazează doar pe musculatura umărului afectat pentru a se deplasa în spectrul complet al mișcării.
- **Antrenamentul de forță vizat:** Exercițiile de restabilire a forței pentru umăr au fost calibrate precis pentru a întări musculatura complicată a umărului, inclusiv manșeta rotatorilor și stabilizatorii scapulari. Exerciții precum retractiile scapulare și șanțurile

anterioare ale sertului au îmbunătățit ancorarea scapulară, esențială pentru biomecanica optimă a umărului.

- **Integrarea funcțională și reeducarea mișcării:** După exercițiile izolate, regimul a trecut la mișcări mai complexe și funcționale, cum ar fi aruncarea mingii medicinale, pentru a dezvolta stabilitatea și puterea dinamică a umerilor. De asemenea, au fost adăugate exerciții de antrenament proprioceptiv, cum ar fi plăcile de echilibru, pentru a îmbunătăți coordonarea neuromusculară a umărului și precizia mișcării.
- **Educație posturală și ergonomie:** Participanții au fost instruiți despre importanța posturii în sindroamele de impact, inclusiv despre poziționarea corectă a scapularului pentru a reduce compresia subacromială nejustificată. De asemenea, li s-au prezentat practici ergonomice și modul în care pot modifica activitățile zilnice pentru a preveni recurența SIS, precum adaptarea spațiului de lucru și tehnicile de ridicare.

CAPITOLUL X

REZULTATELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE

Timp de recuperare și pante de progress

Traectoriile de recuperare ale grupurilor experimentale și de control au fost riguros evaluate, relevând diferențe semnificative în timpii de recuperare și pantele de progresie, după cum evidențiază o analiză statistică cuprinzătoare. Utilizând testul t Welch Two Sample, o metodă robustă pentru compararea mediilor între două grupuri independente cu varianțe inegale (Ruxton, 2006), modelele de recuperare diferențială au fost elucidate cantitativ.

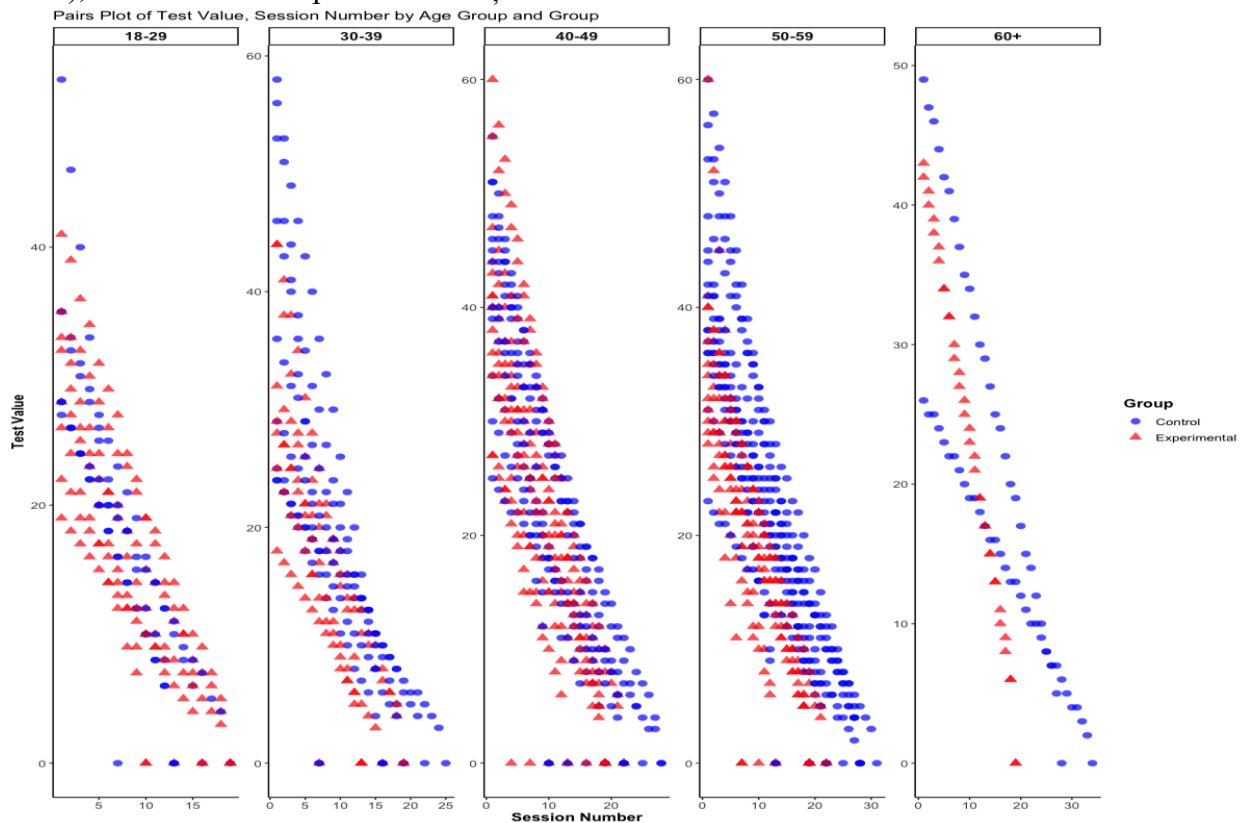


Figura 4 Variația scorurilor de compresie pe măsura recuperării – scăderea indică vindecare

Grupul experimental a prezentat un timp mediu de recuperare de 6,04 săptămâni, spre deosebire de grupul de control de 7,01 săptămâni, cu o valoare t de 2,9172, grade de libertate egale cu 140,36 și o valoare p de 0,004114. Aceste rezultate nu au fost doar semnificative din punct de vedere statistic, ci și au indicat o implicație practică în contextul termenelor de recuperare a pacientului. Intervalul de încredere de 95%, variind de la 0,3136895 la 1,6329772, a accentuat și mai mult fiabilitatea și semnificația acestor constatări, subliniind o reducere pronunțată a timpului de recuperare asociat cu intervenția VR.

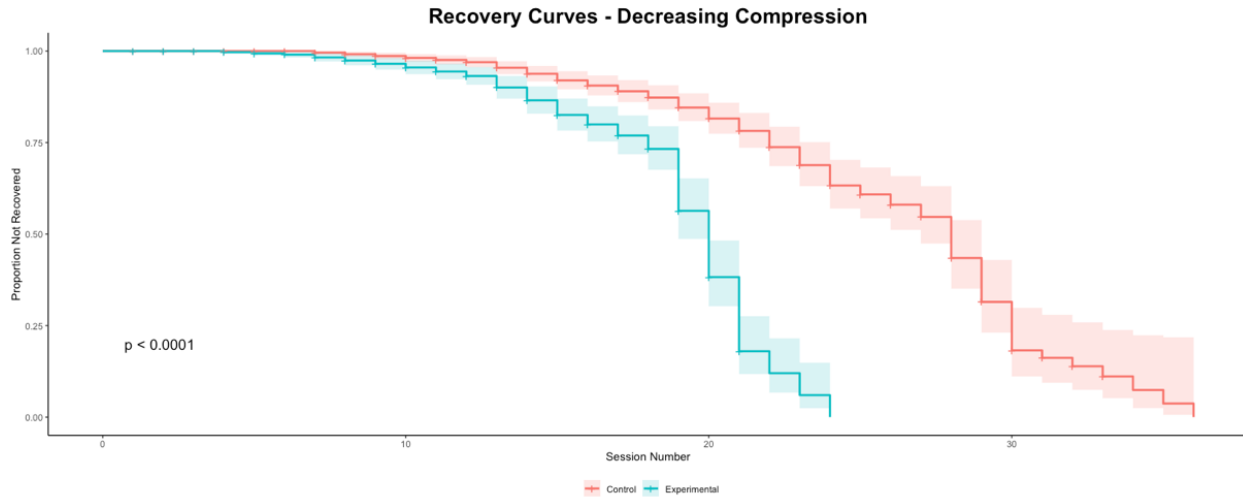


Figura 5 Recuperarea medie - comparație între grupuri

În tandem cu analiza timpilor de recuperare, pantele de progresie liniară ale valorilor de test au fost examinate meticolos pentru a obține informații despre rata de recuperare. Grupul experimental a prezentat o pantă negativă mai pronunțată de -2,73, în comparație cu -2,59 a grupului de control. Această pantă mai abruptă indică o scădere mai rapidă a valorilor testelor, sugerând un proces de recuperare accelerat pentru pacienții supuși recuperării cu VR

Rezultate de statistică descriptivă

Testarea în T0

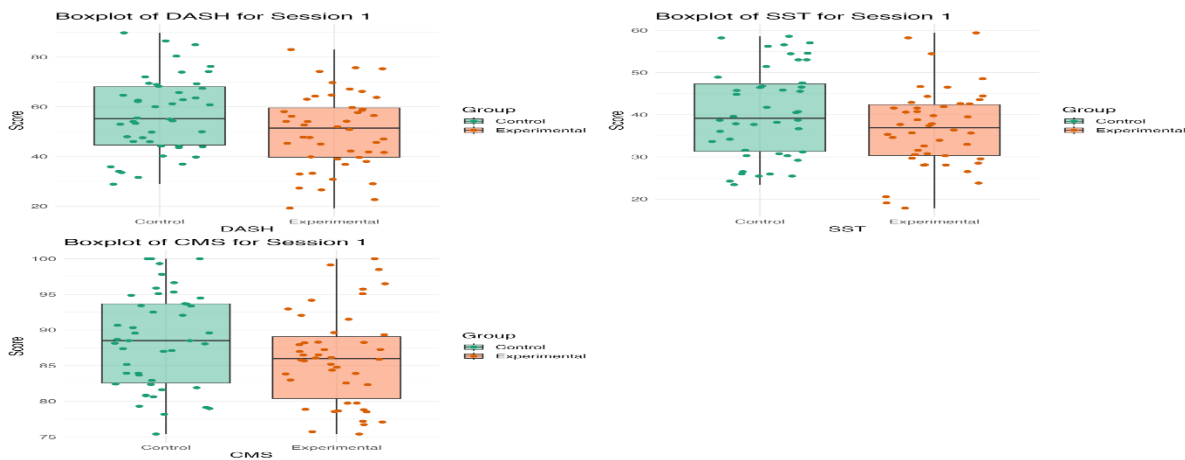


Figura 6 - Diagrame tip casetă pentru analiza comparativă a valorilor extreme - T0 - DASH, SST, CMS

Scorurile DASH sunt reprezentate de două boxplot, câte unul pentru fiecare grup. Mediana este afișată de linia din casetă și pare să fie similară pentru ambele grupuri. Intervalul intercuartil (IQR), care reprezintă mijlocul 50% din scoruri, se suprapune, de asemenea, semnificativ între grupul de control și cel experimental, sugerând nicio diferență substanțială în distribuția centrală a scorurilor în această etapă inițială.

Scorul SST median pentru ambele grupuri pare a fi aproape identic, cu un grad mare de suprapunere în IQR. Distribuția scorurilor în cadrul casetelor, precum și intervalul indicat de „muștați”, sugerează o uniformitate a funcției umărului în ambele cohorte la începutul studiului. Prezența valorilor aberante, indicată prin puncte dincolo de muștați, pare similară ca frecvență și distribuție pentru ambele grupuri.

Scorurile CMS dezvăluie o grupare strânsă în jurul scorurilor ridicate pentru ambele grupuri.

Testarea în T1

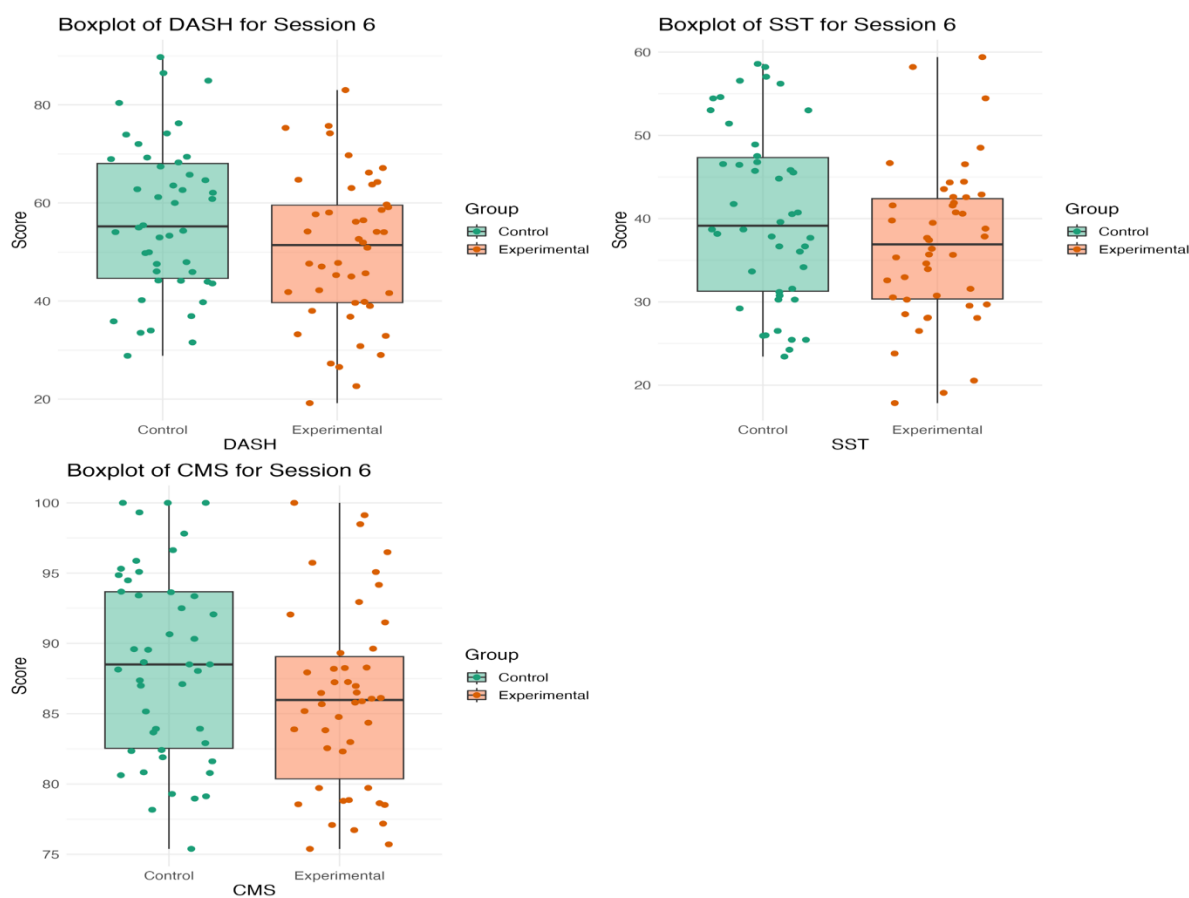


Figura 7 - Grafic tip diagramă în casetă pentru analiza valorilor extreme

Boxplot-ul indică o mediană puțin mai mică pentru grupul experimental în comparație cu grupul de control, sugerând o tendință către funcționalitate îmbunătățită după intervenție. Intervalul intercuartil (IQR) al grupului experimental este mai strâns, ceea ce implică un răspuns mai consistent la tratament, în timp ce grupul de control prezintă o răspândire mai largă, indicând rezultatele variabile ale recuperării. Histograma însoțitoare subliniază acest lucru, grupul experimental arătând o concentrație de scoruri în intervalul inferior.

Scorurile SST arată o medie mai mare în diagrama de casete a grupului experimental, ceea ce este de dorit deoarece scorurile mai mari reflectă o funcție mai bună. Mediana grupului de control este mai mică, iar punctele sale de date sunt mai răspândite, așa cum demonstrează IQR-ul mai larg.

Testarea în T2

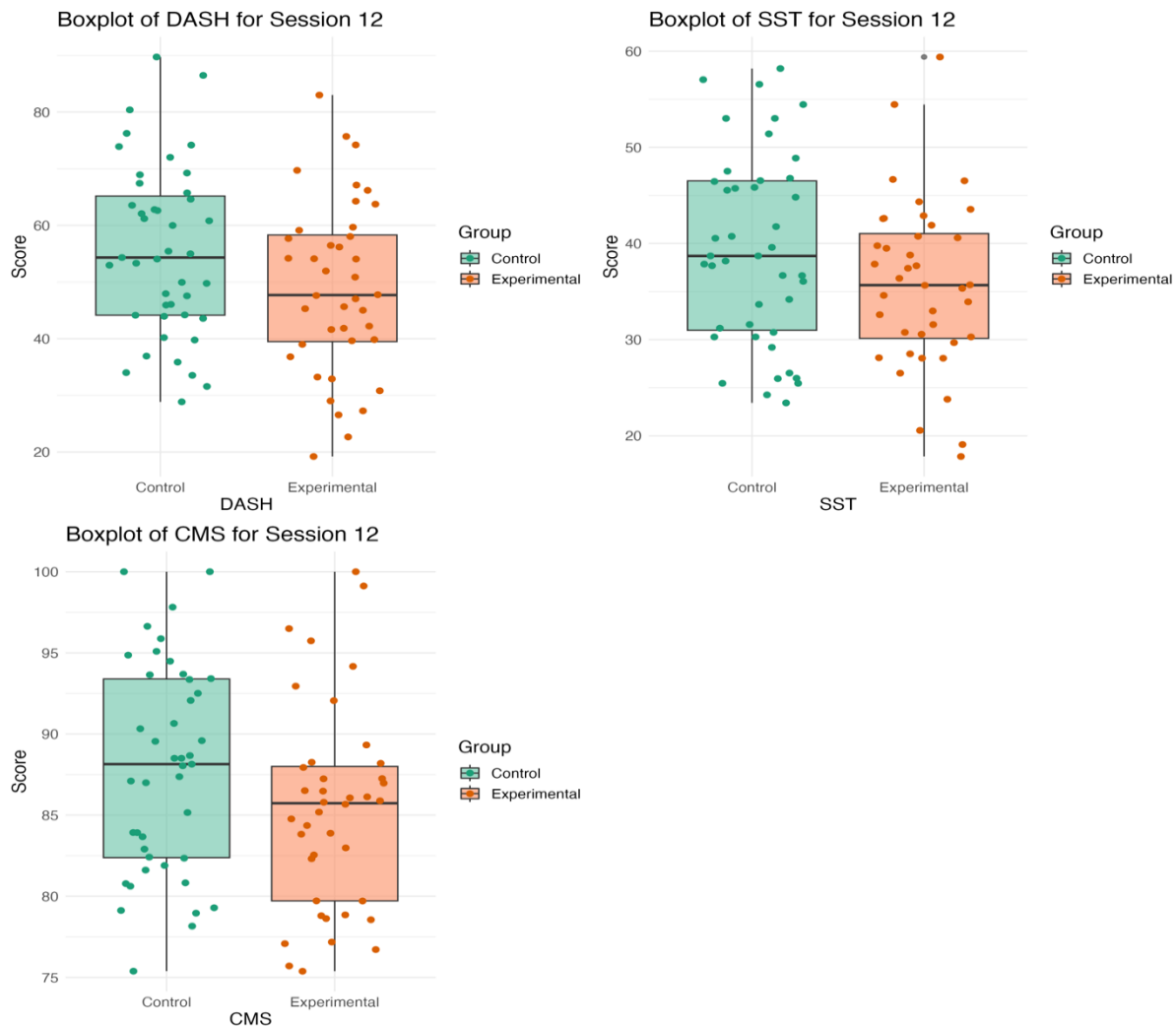


Figura 8 - Grafic tip diagramă în casetă (boxplot) pentru analiza valorilor extreme (outliers) - Sesiunea 12, ambele grupuri, CMS, DASH, SST

Datele din T2 sugerează că grupul experimental a experimentat în general rezultate mai bune în ceea ce privește funcția umărului și dizabilitate mai scăzută în comparație cu grupul de

control. Scorurile grupului experimental sunt mai strâns grupate, arătând consistență în efectele pozitive ale tratamentului.

Testarea în T3

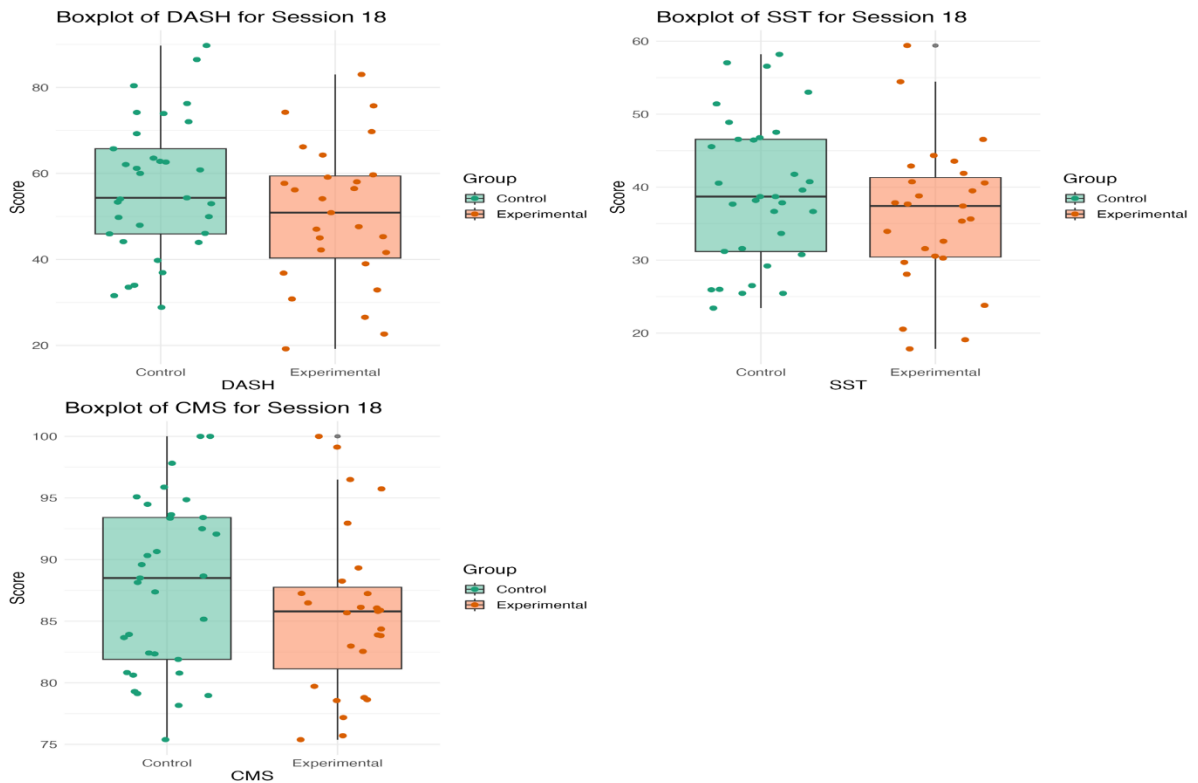


Figura 9 - Diagrame tip casetă pentru analiza comparativă a valorilor extreme – T3 - DASH, SST, CMS

Boxplot-ul DASH dezvăluie un scor mediu marginal mai scăzut pentru grupul experimental, ceea ce sugerează o dizabilitate diminuată în această cohortă. În special, intervalele interquartile (IQR) pentru ambele grupuri se suprapun în mod semnificativ, indicând o consistență substanțială a nivelurilor de dizabilități în cadrul cohortelor, deși cu o ușoară margine față de grupul experimental.

În diagrama de casete SST, scoruri medii mai mari sunt observate pentru grupul experimental, indicând o mai bună capacitate funcțională a umărului. Aproximarea quartilelor superioare și distribuția punctelor de date sugerează o gamă comparabilă de funcție în ambele grupuri, dar grupul experimental tinde spre funcționalitate mai mare.

Boxplot CMS prezintă un scor mediu mai scăzut pentru grupul experimental, care la prima vedere ar putea sugera o funcție generală redusă a umărului. Cu toate acestea, distribuția scorurilor, în special proximitatea percentilei 25 și a mediane, implică o concentrare a scorurilor grupului experimental către capătul superior al spectrului funcțional, un aspect previzibil încă din sesiunea 6 (T1).

CAPITOLUL XI

ANALIZA TRENDURILOR DE RECUPERARE

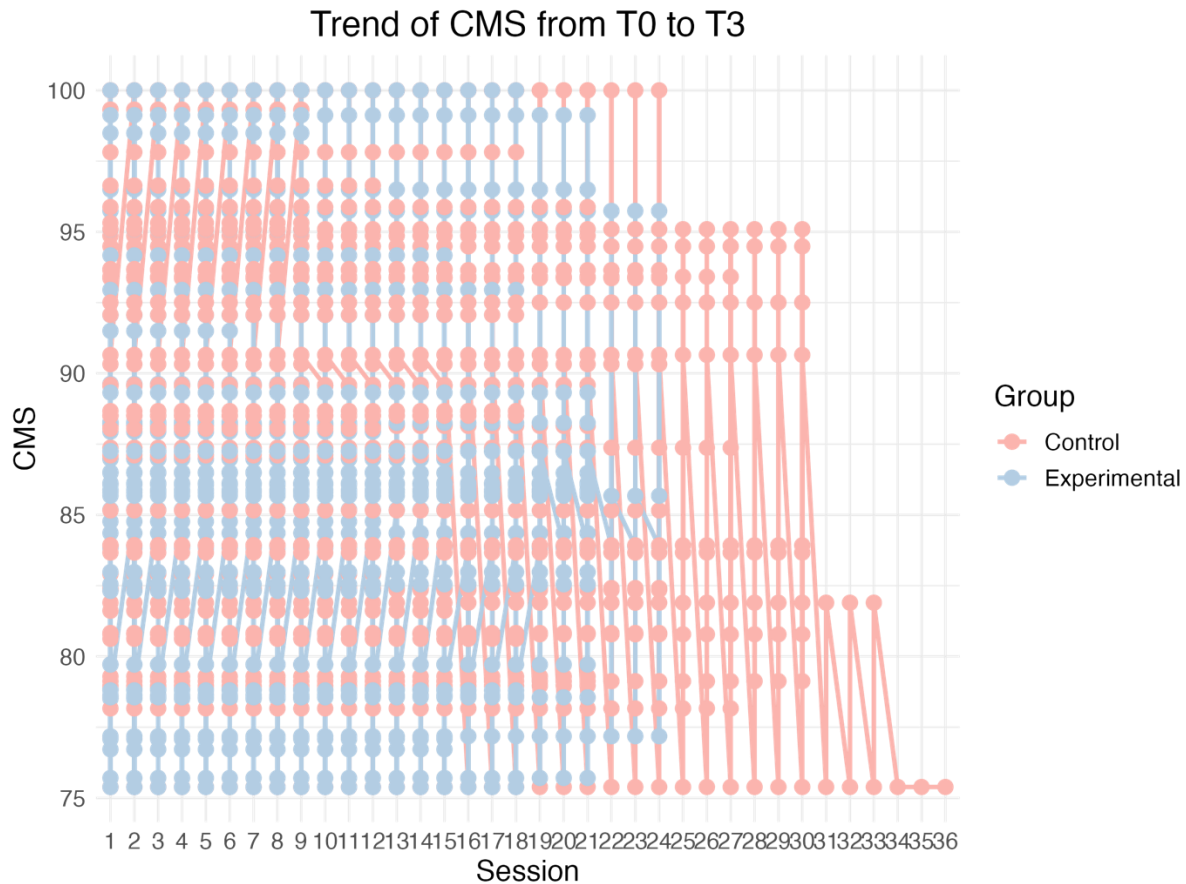


Figura 10 - Trendul CMS de la T0 la T3

Acest grafic prezintă recuperarea măsurată de Scorul Constant-Murley (CMS) de la evaluarea inițială (T0) până la cea de-a treia evaluare (T3) în timpul tratamentului. CMS, o măsură a funcționalității umărului care include durerea, mobilitatea, puterea și capacitatea de a efectua activități zilnice, oferă un indice al recuperării din sindromul de impingement subacromial. Punctele de date roșii (grupul de control) arată o îmbunătățire graduală în funcția umărului, în timp ce punctele de date albastre (grupul experimental) arată o îmbunătățire mai rapidă. Această îmbunătățire accelerată sugerează o posibilă superioritate a tratamentului aplicat grupului experimental. Graficul servește ca un rezumat vizual al datelor și ca instrument de diagnosticare pentru modelele de recuperare în cohortele studiate.

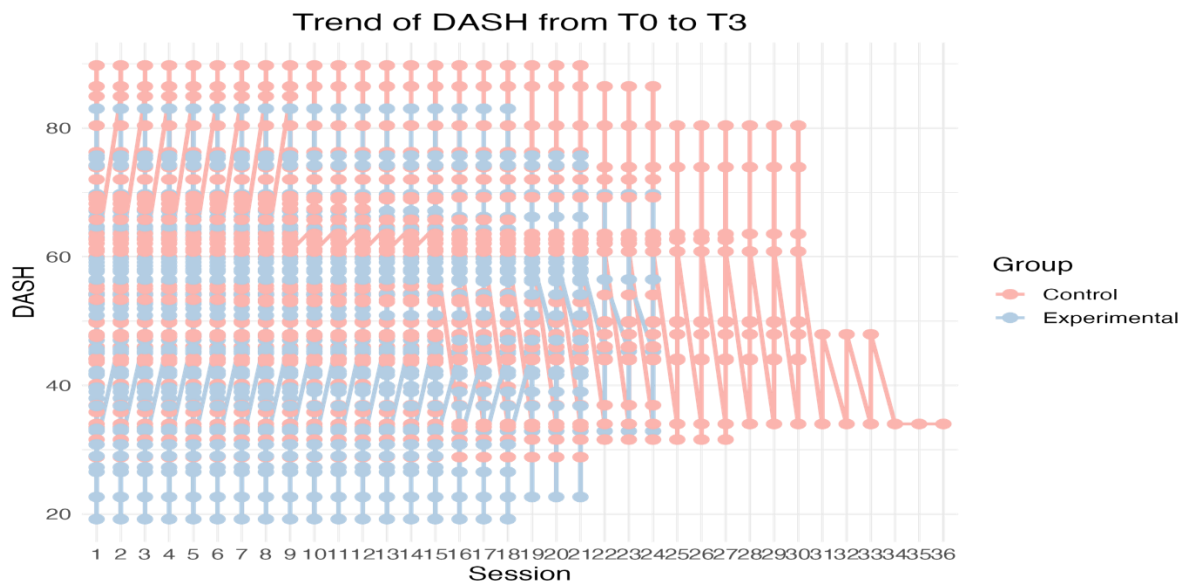


Figura 11 - Trendul DASH de la T0 la T3

Acest grafic de dispersie este util pentru a individualiza profilurile de recuperare și pentru a agrega tendințele. Spre deosebire de scorurile medii care combină variațiile individuale într-o singură dată, acest grafic păstrează detalii despre fiecare participant în călătoria lor de recuperare. Acest lucru este deosebit de util în cercetarea kinetoterapiei, unde diferențele în răspunsurile pacienților pot informa despre eficacitatea și adaptarea intervențiilor. De asemenea, graficul permite identificarea valorilor aberante ale căror căi de recuperare diferă de tendința centrală, ceea ce poate justifica investigații suplimentare pentru a clarifica factorii subiacenți - fie ei biologici, comportamentali sau de altă natură - care contribuie la vitezele anormale de recuperare.

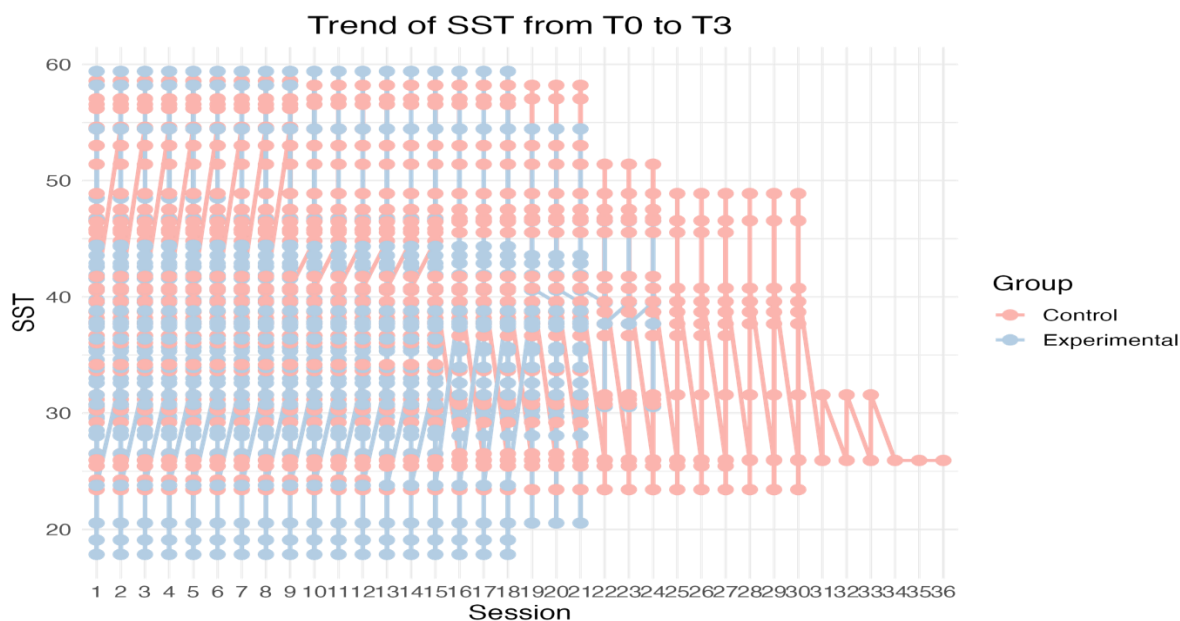


Figura 12 - Trendul SST de la T0 la T3

Același trend putem urmări și în graficul valorilor SST, tendința de îmbunătățire o putem vizualiza din perspectiva fragmentării progresului mediu în recuperare între grupul de control și grupul experimental.

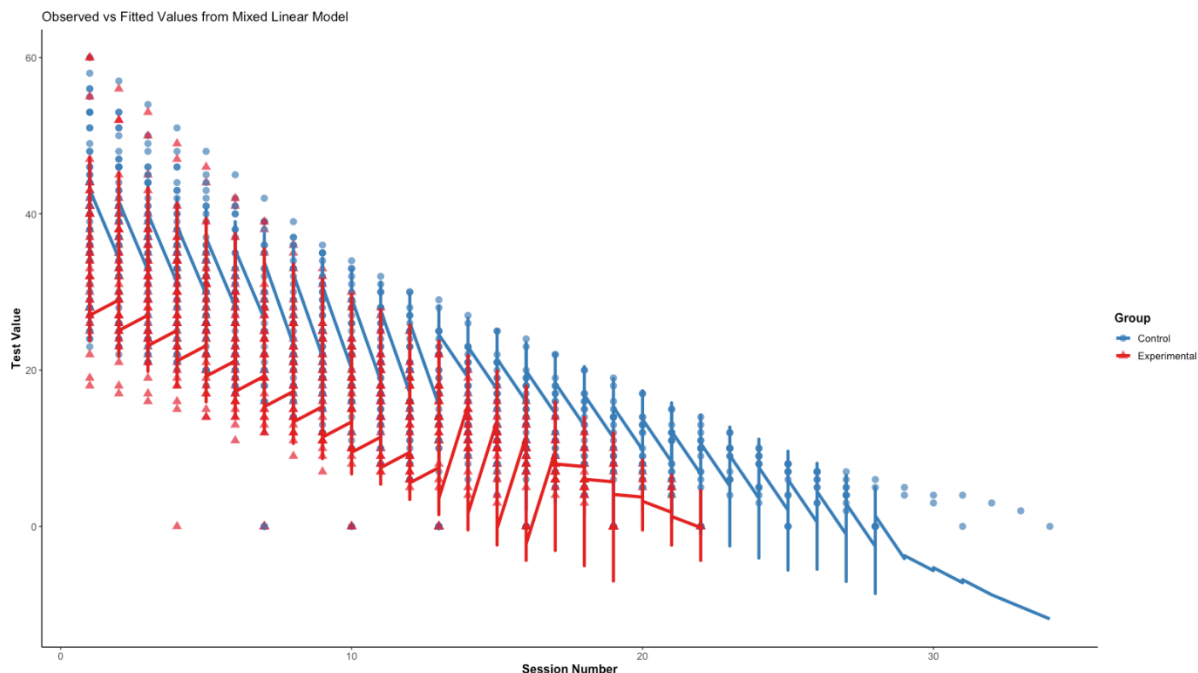


Figura 13 - Trend general comasat scoruri principale

Grupul de control (roșu): A arătat o scădere a scorurilor la test pe măsură ce numărul de sesiuni a crescut. Linia de tendință este în pantă descendentă, indicând o scădere medie a scorurilor.

Grupul experimental (albastru): A prezentat, de asemenea, o scădere a scorurilor la test în timp, dar panta liniei ar putea fi mai puțin abruptă decât cea a grupului de control. Posibil ca rata de scădere să fie mai lentă în grupul experimental.

Analiză comparativă: Comparând pantele celor două linii de tendință, dacă linia grupului experimental este mai puțin abruptă, acest lucru sugerează că tratamentul experimental a avut un efect pozitiv, încetinind, probabil, scăderea scorurilor la test. Graficul indică clar și vizual că grupul experimental se recuperează mai rapid decât grupul de control. Totuși, o analiză mai detaliată a componentelor și a relațiilor testelor este necesară pentru a evidenția comportamentul acestora la un nivel mai fin.

CONCLUZII GENERALE, ELEMENTE DE NOUȚATE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

Aceste rezultate au implicații semnificative pentru practica clinică, sugerând că terapia VR ar trebui să fie luată în considerare ca o opțiune terapeutică eficientă și non-invazivă pentru pacienții cu sindrom de impingement subacromial. Având în vedere că această afecțiune poate avea un impact negativ semnificativ asupra calității vieții pacienților, identificarea unei terapii eficiente este de o importanță crucială.

În plus, analiza detaliată a traiectoriilor de recuperare a oferit o înțelegere mai profundă a evoluției tulburării și a factorilor care influențează recuperarea. Acest lucru poate ajuta practicienii să dezvolte strategii personalizate de tratament și să ofere pacienților un plan de îngrijire mai eficient. Cu toate acestea, este important de menționat că studiul are și unele limitări. De exemplu, eșantionul de pacienți a fost relativ mic și reprezentativitatea acestuia poate fi limitată. De asemenea, durata urmăririi a fost limitată și nu a permis o evaluare pe termen lung a rezultatelor terapiei VR.

Prin urmare, viitoarele cercetări ar putea explora mai detaliat efectele terapiei VR asupra recuperării pe termen lung și ar putea include un număr mai mare de participanți pentru o validitate mai puternică a rezultatelor. De asemenea, ar fi benefic să se compare terapia VR cu alte modalități de tratament pentru sindromul de impingement subacromial, pentru a evalua mai bine eficacitatea acesteia în comparație cu alte opțiuni terapeutice disponibile.

În concluzie, acest studiu aduce dovezi solide cu privire la eficacitatea terapiei VR în accelerarea recuperării la pacienții cu sindrom de impingement subacromial. Acest lucru deschide noi perspective în tratamentul afecțiunilor musculo-scheletice și oferă posibilitatea de a îmbunătăți calitatea vieții pacienților prin utilizarea unei terapii non-invazive și personalizate.

BIBLIOGRAFIE

1. Atik, A. (2019, October 26). The Role of Arthroscopic Decompression in Subacromial Impingement Syndrome.
2. Cift, H. (2015, March 16). Comparison of subacromial tenoxicam and steroid injections in the treatment of impingement syndrome.
3. Furman, E., Jasinevicius, T. R., Bissada, N. F., Victoroff, K. Z., Skillicorn, R., & Buchner, M. (2009). Virtual Reality Distraction for Pain Control During Periodontal Scaling and Root Planing Procedures. *The Journal of the American Dental Association*, 140(12), 1508–1516. doi:10.14219/jada.archive.2009.0102
4. Gleichgerrcht, E., & Decety, J. (2014, July 11). The relationship between different facets of empathy, pain perception and compassion fatigue among physicians.
5. Gorini, A., Marzorati, C., Casiraghi, M., Spaggiari, L., & Pravettoni, G. (2015, May 4). A Neurofeedback-Based Intervention to Reduce Post-Operative Pain in Lung Cancer Patients: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial.
6. Guo, C., Li, K., Yang, Y., Jin, W., & Yin, J. (2022, May 20). Study of Damage to the Drawing Arm Subacromial Bursa in Recurve Archers Based on a Finite Element Model.
7. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougher GJ. Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. *Clin J Pain*. 2000 Sep;16(3):244-50. doi: 10.1097/00002508-200009000-00010. PMID: 11014398.
8. Kato, K., Kon, D., Ito, T., Ichikawa, S., Ueda, K., & Kuroda, Y. (2022, July 28). Radiography education with VR using head mounted display: proficiency evaluation by rubric method.
9. Ks, D. (2019, November 1). Subacromial Impingement Syndrome of the Shoulder: A Musculoskeletal Disorder or a Medical Myth?
10. Nechifor, C., Sandovici, A., & Alexe, D I. (2021, December 10). Personal and Psychosocial Predictors in the Use of Prohibited Substances in Sport.
11. Roberts, J C., Butcher, P., & Ritsos, P D. (2022, February 3). One View Is Not Enough: Review of and Encouragement for Multiple and Alternative Representations in 3D and Immersive Visualisation.
12. Santi, G M., Ceruti, A., Liverani, A., & Osti, F. (2021, April 29). Augmented Reality in Industry 4.0 and Future Innovation Programs.
13. Tanja-Dijkstra, K., Pahl, S., White, M P., Andrade, J., Qian, C., Bruce, M., May, J., & Moles, D R. (2014, March 12). Improving Dental Experiences by Using Virtual Reality Distraction: A Simulation Study. <https://scite.ai/reports/10.1371/journal.pone.0091276>
14. Voinescu, A., Sui, J., & Fraser, D S. (2021, April 2). Virtual Reality in Neurorehabilitation: An Umbrella Review of Meta-Analyses.
15. Wang, M., Rong, R., Jia, K., Li, J., Zhou, Z., Ge, W., & Zhang, Q. (2021, September 8). Development of Training Videos Based on Virtual Reality Side-Cut High-Simulation Simulator of Human Wound Technology and Sealed Sputum Suction.