

**IOSUD - UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI**

**Școala doctorală de Științe socio-umane**



# **REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT**

**MIJLOC KINETOTERAPEUTIC**

**NECONVENȚIONAL**

**PENTRU REABILITARE MOTORIE**

**ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII**

**VIEȚII**

**Doctorand,  
Murgoci Nicolae**

**Conducător științific,  
Prof. dr. habil. Claudiu MEREUȚĂ**

**Seria SSEF: Știința sportului și educației fizice Nr.4**

**GALAȚI  
2020 ~ 2023**



**IOSUD - UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI**

**Școala doctorală de Științe socio-umane**



# **REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT**

**MIJLOC KINETOTERAPEUTIC**

**NECONVENȚIONAL**

**PENTRU REABILITARE MOTORIE**

**ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII VIETȚII**

**Doctorand,**

**Murgoci Nicolae**

**Președinte:**

Prof. univ. dr. habil. Nicoleta IFRIM  
Director al Școlii doctorale de Științe socio-umane, Universitatea  
„Dunărea de Jos” din Galați

**Conducător științific:**

Prof. dr. habil. Claudiu MEREUȚĂ  
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

**Referenți științifici:**

Prof. univ. dr. habil. Beatrice-Aurelia ABALAȘEI  
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași  
Prof. univ. dr. habil. Dana BĂDĂU  
Universitatea Transilvania din Brașov  
Prof.dr. habil. Lurențiu-Gabriel TALAGHIR  
Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

**Seria SSEF: Știința sportului și educației fizice Nr.4**

**GALAȚI**

**2020 ~ 2023**

---

Seriile tezelor de doctorat susținute public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

#### Domeniul fundamental ȘTIINȚE INGINEREȘTI

- Seria I 1: Biotehnologii
- Seria I 2: Calculatoare și tehnologia informației
- Seria I 3: Inginerie electrică
- Seria I 4: Inginerie industrială
- Seria I 5: Ingineria materialelor
- Seria I 6: Inginerie mecanică
- Seria I 7: Ingineria produselor alimentare
- Seria I 8: Ingineria sistemelor
- Seria I 9: Inginerie și management în agicultură și dezvoltare rurală

#### Domeniul fundamental ȘTIINȚE SOCIALE

- Seria E 1: Economie
- Seria E 2: Management
- Seria SFEF: Știința sportului și educației fizice**
- Seria SJ: Drept

#### Domeniul fundamental ȘTIINȚE UMANISTE ȘI ARTE

- Seria U 1: Filologie- Engleză
- Seria U 2: Filologie- Română
- Seria U 3: Istorie
- Seria U 4: Filologie - Franceză

#### Domeniul fundamental MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚE ALE NATURII

- Seria C: Chimie

#### Domeniul fundamental ȘTIINȚE BIOLOGICE ȘI BIOMEDICALE

- Seria M: Medicină
  - Seria F: Farmacie
-

## CUPRINS

	P. teză I	P. rezumat I
Notatii și abrevieri	XI	V
Listă tabele	XII	-
Listă figuri	XVII	-
Listă formule	XIX	-
<b>Introducere</b>	1	1
<b>PARTEA I FUNDAMENTAREA TEORETICĂ A LUCRĂRII</b>	2	2
<b>CAPITOLUL 1. INTRODUCERE ÎN TEMATICA MIJLOACELOR RECUPERATORII ÎN CONTEXTUL ACTUAL</b>	2	2
1.1. Contextul actual al recuperării determinat de trendul patologiilor și îmbătrânirea populației	2	2
1.2. Dispozitive terapeutice utilizate în reabilitare	4	4
1.3. Evoluția globală a cererii de dispozitive kinetoterapeutice – prognoză, amenințări și impedimente	6	-
1.4. Analiza SWOT extinsă a mijloacelor kinetoterapeutice	7	-
<b>CAPITOLUL 2. REFLECTAREA TEMEI ÎN LITERATURA DE SPECIALITATE ȘI MOTIVAREA ALEGERII ACESTEIA</b>	8	7
2.1. Analiza diferitelor studii privind utilizarea diferitelor mijloace kinetoterapeutice	8	-
2.2. Considerații generale privind bicicletele de exerciții (staționare)	10	7
2.3. Studii care atestă fiabilitatea utilizării bicicletei orizontale în reabilitare	10	7
2.4. Afecțiuni care implică recuperarea prin pedalare a membrilor inferioare	11	8
2.5. Motivarea alegerii temei	13	10
<b>CAPITOLUL 3. ANATOMIA FUNCȚIONALĂ ȘI BIOMECANICA MEMBRELOR INFERIOARE IMPLICATE ÎN PEDALARE</b>	14	-
3.1. Sistemul osteo-articular	14	-
3.2. Sistemul muscular	17	-
3.3. Sistemul nervos	21	-
<b>CAPITOLUL 4. REABILITAREA MEMBRELOR INFERIOARE</b>	23	12
4.1. Rolul kinesiologiei în recuperarea motorie	23	12
4.1.1. Relația kinesiologie – patokinesiologie – kinesiopatologie- kinetologie medicală	23	12
4.1.2. Componentele kinetoterapiei	24	-
4.2. Principiile recuperării membrilor inferioare și fazele reabilitării și terapia cu exerciții fizice	24	13
4.2.1. Principiile reabilitării afecțiunilor musculo-scheletice ale membrilor inferioare	24	13
4.2.2. Fazele de reparare a țesuturilor și obiectivele fizice	25	-
4.2.3. Tipuri de exerciții terapeutice în funcție de nivelul lezată	28	-
4.2.4. Terapia cu exerciții fizice prin pedalare și obiectivele acesteia	30	-
4.2.5. Fiziopatologia stimulării diferiților mușchi cu o secvențialitate coordonată	31	-
4.2.6. Efectul antiinflamator al exercițiului terapeutic	31	14
4.2.7. Conceptul de lanț kinetic în pedalare	32	-
<b>CAPITOLUL 5. CONCLUZII PARTEA I-a</b>	35	15
<b>PARTEA a II-a CERCETARE PRELIMINARĂ EXPERIMENTALĂ PRIVIND EFICIENȚA UTILIZĂRII DISPOZITIVULUI PEDALIER ORIZONTAL ÎN RECUPERAREA MOTORIE</b>	36	17
<b>CAPITOLUL 6. CADRUL METODOLOGIC GENERAL AL CERCETĂRII PRELIMINARE EXPERIMENTALE</b>	36	17
6.1. Premisele cercetării preliminare experimentale	36	17
6.2. Obiectivele cercetării preliminare experimentale	36	17
6.3. Scopul cercetării preliminare experimentale	37	18
6.4. Sarcinile cercetării preliminare experimentale	37	18
6.5. Ipoteza cercetării preliminare experimentale	37	18
6.6. Etapele cercetării preliminare experimentale	38	19
6.7. Metode de cercetare științifică	38	19
6.8. Evaluarea subiecților	39	20
6.8.1. Date anamnestice	39	20
6.8.2. Compoziția corporală	39	20
6.8.3. Scala analog vizuală	40	21
6.8.4. Bilanțul articular	40	21
6.8.5. Bilanțul muscular - scala MRC	41	22
6.8.6. Dezechilibrele musculare	42	23
6.8.7. Rata cardiacă țintă	42	23
6.9.8. Scala efortului perceput BORG	42	23

<b>CAPITOLUL 7. PROIECTAREA ȘI CONSTRUIREA DISPOZITIVULUI INOVATIV</b>	44	25
<b>PEDALIER ORIZZONTAL STATIC</b>		
7.1. Proiectarea ergonomică a pedalierului orizontal	44	25
7.2. Proiectarea schemei electrice	46	27
7.3. Construirea efectivă a bicicletei orizontale și a schemei electrice	48	28
7.4. Verificarea funcționalității dispozitivului	54	35
7.5. Elementele aferente prescrierii exercițiilor terapeutice implicând pedalarea	57	-
7.6. Periodizarea și Sindromul de Adaptare Generală	58	-
7.7. Evaluarea Borg a efortului perceput (RPE)	59	-
7.8. Exercițiul terapeutic cu ajutorul bicicletei orizontale staționare	60	-
7.9. Program terapeutic utilizând bicicleta staționară orizontală	61	-
<b>CAPITOLUL 8. RECUPERAREA MEDICALĂ AFERENTĂ GRUPULUI DE CONTROL ȘI GRUPULUI DE EXPERIMENT ÎN VEDEREA FACILITĂRII AMBULAȚIEI</b>	64	38
8.1. Recuperarea medicală aferentă grupului de control	64	38
8.1.1 Protocolul de recuperare medicală aferent grupului de control	64	38
8.1.2 Program de kinetoterapie adaptat grupului de control	65	39
8.2. Recuperarea medicală în vederea facilitării ambulației – grupul de experiment, utilizând dispozitivul pedalier orizontal pentru reabilitarea motorie a membrilor inferioare	66	40
8.2.1. Dispozitivul pedalier orizontal staționar	66	40
8.2.2 Protocolul de recuperare medicală	66	40
8.2.3 Program de kinetoterapie adaptat grupului de experiment.	67	41
<b>CAPITOLUL 9. PREZENTAREA, ANALIZA ȘI INTERPRETAREA REZULTATELOR CERCETĂRII PRELIMINARE EXPERIMENTALE</b>	69	43
9.1. Prezentarea subiecților și a rezultatelor evaluărilor grupului de control și a grupului de experiment	69	43
9.1.1. Prezentarea subiecților și a caracteristicilor demografice specifice acestora	69	43
9.1.2. Evaluarea durerii înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment.	69	43
9.1.3 Bilanț articular – goniometrie înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment	70	44
9.1.4. Bilanț muscular înainte (T0) și după (T1) aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment și evidențierea dezechilibrelor musculare între membrul inferior stâng și drept	70	44
9.1.5 Valori de monitorizare a efortului perceput (scala BORG) și a ritmului cardiac în timpul aplicării programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment	71	45
9.1.6. Valori rezultate din analiza prin bio-impedanță a subiecților	72	46
9.2. Analiza și interpretarea rezultatelor	73	-
9.2.1. Caracteristici generale aferente grupului de control și grupului de experiment și corelații Spearman aferente	73	-
9.2.1.1 Caracteristicile generale aferente grupului de control	73	-
9.2.1.2 Caracteristicile demografice aferente grupului de experiment	75	-
9.2.1.3. Stabilire tip program pedalare pentru grupul de experiment în funcție de somatotip și pentru testare dezechilibre musculare aferente grupului de control	77	-
9.2.2. Interpretarea statistică a evaluării durerii cu scala vizual analoagă	81	-
9.2.2.1. Testul parametric z (t) pentru media grupului de control, respectiv a grupului de experiment.	81	-
9.2.2.2. Testul T pentru esantioane perechi	82	-
9.2.2.3. Testul semnelor sau testul Z sau testul Wilcoxon	84	-
9.2.3. Analiza bilanțului articular	85	-
9.2.3.1. Analiza grafică	85	-
9.2.3.2. Testul Wilcoxon pentru două eșantioane perechi aplicat bilanțului articular (BA)	86	-
9.2.3.3. Testul T aplicat la valorile bilanțului articular pentru grupuri independente	88	-
9.2.3.4. Testul T pentru grupuri perechi dependente	89	-
9.2.4. Analiza bilanțului muscular	91	-
9.2.4.1 Analiza grafică a bilanțului muscular	91	-
9.2.4.2. Analiza dezechilibrelor musculare cu bare de control – valori analoage transmise de senzori	93	-
9.2.4.3. Analiza bilanțului muscular în unități MRC	94	-
9.2.4.4. Testul T pentru esantioane perechi dependente aplicat dezechilibrelor musculare exprimate ca diferență de valori analoage medii între membrul inferior indemn și cel afectat	94	-
9.2.4.5. Testul Wilcoxon pentru două grupuri perechi independente	96	-
9.2.5. Monitorizarea ritmului cardiac	98	-
9.2.5.1. Analiza grafică a ritmului cardiac	98	

9.2.5.2. Statistică descriptivă rim cardiac – comparație valori referință cu valori efectiv măsurate pentru grupul de control și grupul de experiment	99	-
9.2.6. Măsurarea efortului perceput	103	-
9.2.6.1. Analiza grafică a efortului perceput	103	-
9.2.6.2. Analiza cu bare de control a efortului perceput cu bare de control	104	-
<b>CAPITOLUL 10 CONCLUZII PARTEA A II-A</b>	105	47
10.1. Caracteristici generale	105	47
10.2. Evaluarea durerii	108	50
10.3. Bilanț articular	109	51
10.4. Bilanț muscular	110	52
10.5. Monitorizarea ritmului cardiac	111	54
10.6. Măsurarea efortului perceput	111	54
<b>PARTEA A III-A CONTRIBUȚII PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȘIREA CALITĂȚII VIEȚII UTILIZÂND PROGRAMUL DE REABILITARE CONCEPT PENTRU PEDALIERUL ORIZONTAL STATIC CONSTRUIT COMPARATIV CU UN PROGRAM STANDARD – CERCETARE FINALĂ</b>	113	55
<b>CAPITOLUL 11 CADRUL METODOLOGIC GENERAL AL CERCETĂRII FINALE</b>	113	55
11.1. Premisele cercetării finale	113	55
11.2. Obiectivele cercetării finale	113	55
11.3. Scopul cercetării finale	113	55
11.4. Sarcinile cercetării finale	113	55
11.5. Ipotezele cercetării finale	114	56
11.6. Subiecții și locul desfășurării cercetării finale	114	56
11.7. Etapele cercetării finale	114	56
11.8. Evaluarea subiecților	115	57
<b>CAPITOLUL 12. RECUPERAREA MEDICALĂ AFERENTĂ GRUPULUI DE CONTROL ȘI GRUPULUI DE EXPERIMENT ÎN VEDEREA FACILITĂRII AMBULAȚIEI</b>	116	58
12.1. Prezentarea subiecților și a rezultatelor evaluărilor grupului de control și a grupului de experiment	116	58
12.1.1. Prezentarea subiecților și a caracteristicilor demografice specifice acestora	116	58
12.1.2. Evaluarea durerii înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment	117	59
12.1.3 Bilanț articular – goniometrie înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment	117	59
12.1.4. Bilanț muscular înainte (T0) și după (T2) aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment și evidențierea dezechilibrelor musculare între membrul inferior stâng și drept	118	60
12.1.5 Valori de monitorizare a efortului perceput (scala BORG) și a ritmului cardiac în timpul aplicării programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment	119	61
12.1.6. Valori rezultate din analiza prin bio-impedanță a subiecților	120	62
12.2. Analiza și interpretarea rezultatelor	121	-
12.2.1. Caracteristici generale aferente grupului de control și grupului de experiment și corelații Spearman aferente	121	-
12.2.1.1. Caracteristicile generale aferente grupului de control	121	-
12.2.1.2. Caracteristicile generale aferente grupului de experiment	124	-
12.2.2. Stabilire tip program pedalare pentru grupul de experiment în funcție de somatotip și pentru testare dezechilibre musculare aferente grupului de control	127	-
12.2.3. Evaluarea somatotipului grupului de control/experiment și evidențierea semnificației statistice	128	-
12.2.4. Programul de recuperare medicală adaptat grupului de control și experiment	131	59
12.2.5. Interpretarea statistică a evaluării durerii cu scala vizual analoagă.	133	-
12.2.6. Analiza bilanțului articular	138	-
12.2.6.1. Analiza grafică a bilanțului articular	138	-
12.2.6.2. Analiza cu bare de control a bilanțului articular	139	-
12.2.6.3. Testul T pentru eșantioane perechi dependente aplicat la amplitudinea de mișcare	140	-
12.2.6.4. Testul Wilcoxon pentru două eșantioane perechi pentru bilanțul articular (BA)	142	-
12.2.6.5. Testul semnelor	143	-
12.2.7. Analiza bilanțului muscular	143	-
12.2.7.1 Analiza grafică a bilanțului muscular	143	-
12.2.7.2. Analiza dezechilibrelor musculare cu bare de control	145	-
12.2.7.3. Analiza bilanțului muscular în unități MRC	146	-
12.2.7.4. Testul T pentru esantioane perechi dependente aplicat dezechilibrelor musculare	147	-
12.2.7.5. Testul Wilcoxon pentru două eșantioane perechi independente	149	-
12.2.7.6. Testul semnelor	150	-

12.2.8. Monitorizarea ritmului cardiac	151	-
12.2.8.1. Analiza grafică a ritmului cardiac	151	-
12.2.8.2. Statistică descriptivă ritm cardiac – comparație valori referință cu valori efectiv măsurate pentru grupul de control și grupul de experiment	154	-
12.2.9 Măsurarea efortului perceput	159	-
12.2.9.1. Analiza grafică a efortului perceput	159	-
12.2.9.2. Analiza cu bare de control a efortului perceput cu bare de control	160	-
<b>CAPITOLUL 13. EVALUAREA CALITĂȚII VIEȚII GRUPULUI DE CONTROL ȘI EXPERIMENT</b>	161	66
13.1. Conceptul de calitate a vieții (QoL)	161	66
13.2. Chestionarul Short Form 36 (SF-36)	161	66
13.3. Procedura de lucru și modul de colectare al rezultatelor evaluărilor	161	66
13.3.1. Procedura de lucru	161	66
13.3.2. Modul de colectare al rezultatelor evaluărilor cu SF-36 OrthoToolKit	162	67
13.4. Criteriile de evaluare ale chestionarului	163	68
13.4.1. Criteriile tehnico-economice de evaluare a chestionatului RAND DF-36 versiunea 1	163	-
13.4.2. Criteriile care reflectă rezultatele obținute de evaluare a chestionarului RAND SF-36 versiunea 1	164	-
13.4.3. Analiza criteriului țintă - scopul principal al studiului	197	68
<b>CAPITOLUL 14. CONCLUZII PARTEA A III-A</b>	202	74
14.1. Caracteristici generale	202	74
14.1.1. Grupul de control și grupul experimental	202	74
14.1.2. Corelațiile Spearman la nivelul grupului de control și a grupului de experiment	203	75
14.1.3. Evaluarea somatotipului	203	75
14.2. Reabilitarea motorie	203	75
14.2.1. Evaluarea durerii	203	75
14.2.2. Bilanț articular	204	76
14.2.3. Bilanț muscular	205	77
14.2.4. Monitorizarea ritmului cardiac	207	79
14.2.5. Măsurarea efortului perceput	207	79
14.3. Calitatea vieții	207	79
<b>CAPITOLUL 15. CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII PROPRII ȘI PERSPECTIVE</b>	210	82
<b>15.1. CONCLUZII GENERALE</b>	210	82
15.1.1. Analiza surselor bibliografice	210	82
15.1.2. Concluzii teoretice	211	83
15.1.3. Concluzii rezultate din cercetarea experimentală preliminară și cercetarea finală	212	84
15.1.3.1. Concluzii aferente dispozitivului pedalier orizontal static construit și programului de pedalare propus	212	84
15.1.3.2. Concluzii aferente cercetărilor efectuate- reabilitarea motorie	213	85
15.1.3.3. Analiza SWOT aferentă utilizării sistemului pedalier orizontal static utilizat în reabilitarea motorie	213	85
15.1.3.4. Concluzii aplicare chestionar SF-36 - Calitatea vieții	214	86
<b>15.2. CONTRIBUȚII PROPRII</b>	216	88
<b>15.3. PERSPECTIVE</b>	217	89
<b>DISEMINAREA REZULTATELOR ȘTIINȚIFICE</b>	219	91
<b>BIBLIOGRAFIE</b>	221	93
<b>ANEXE (1-8)</b>		



## Notații și abrevieri

a- vârsta în ani  
AINS - Antiinflamatoare nesteroidiene  
AM - Amplitudinea de mișcare  
AMA - Asociația Medicală Americană  
ATP - Acid adenozin trifosfat  
AVC – accident vascular cerebral  
Bpm – bătăi pe minut  
B - bărbați  
BDNF (brain-derived neurotrophic factor) - factorul neurotrofic derivat din creier  
BA - Bilanț articular  
BF - *Biceps femoris* (capul lung)  
C - control  
CI - coeficient de încredere  
CF - articulația coxo-femurală  
df - degree of freedom- grade de libertate  
Dif VAM - diferență valoare analoagă medie  
DM – dezechilibre musculare  
E - experiment  
F – femei  
FC - frecvențele cardiace măsurate în funcție de faza reabilitării  
FCR- frecvența cardiacă de repaus,  
FCM - frecvența cardiacă maximă  
FCT- Frecvența cardiacă țintă  
FGF (fibroblast growth factor) - factorul de creștere a fibroblastului  
FFMI – indicele țesutului non-adipos  
FMI - indicele țesutului adipos  
G - articulația genunchiului  
GL - *Gastronemius lateralis*  
GM - *Gastrocnemius medialis*  
Gmax - *Gluteus maximus*  
Gz – articulația gleznei  
HTAE - hipertensiune arterială esențială  
I - intensitate efort  
iNOS - Inducible nitric oxide synthase - sintaza oxidului nitric inductibil  
IL - interleukină  
IMC - indice de masă corporală  
MCS – componentele mentale sumarizate  
MDF- medium density fiberboard  
MRC - Medical Research Council  
MTF – articulația metatarsofalangiană  
mC – diferența mediilor grupului de control  
mE - diferența mediilor grupului de experiment  
N- normativ  
N(n) - număr  
NASA- National Aeronautics and Space Administration  
Obs - observator  
OMS - Organizației Mondiale a Sănătății  
QF – lățimea interpedală  
QoL – calitatea vieții  
P.(p) - pagină  
PCS – componentele fizice sumarizate  
QoL – calitatea vieții  
Reflexul H - Reflexul Hoffmann  
RF- *Rectus femoris*  
RPE - Evaluarea efortului perceput  
SPARC (secreted protein acidic and rich in cysteine) – secretarea proteinei acide bogate în cisteină  
SOL - *Soleus*  
SM - *Semimembranos*;  
SMI - indicele mușchilor scheletici  
SNC – sistem nervos central  
SNP – sistem nervos periferic  
SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) - Puncte tari, Puncte slabe, Oportunități și Amenințări  
T0 – înaintea începerii ședințelor de kinetoterapie  
T1/T2 – după patru/opt săptămâni de kinetoterapie  
TA - *Tibialis anterior*  
TCC – traumatism cranio-cerebral  
TNF – factorul de necroză tumorală  
V - vârsta  
VAS - scala analog vizuală a durerii;  
VL- *Vastus lateralis*  
VM - *Vastus medialis*  
VO<sub>2</sub>- volumul de oxigen

## INTRODUCERE

Patologia membrelor inferioare este diversă și cu etiologii multiple, fiind cea mai frecventă cauză de durere, incapacitate, dizabilitate și invaliditate, ce au pe termen lung un impact puternic asupra calității vieții. În acest context, numărul sporit al populației geriatrice cu bagajul de boli cronice adiacente, precum și efectele post-COVID-19 contribuie la creșterea presiunii asupra sistemului social și de sănătate.

Astfel domeniul recuperării membrelor inferioare joacă un rol esențial în vederea restabilirii rolului funcțional al individului, combaterea efectelor sindromului de decon condiționare, reintegrării sociale și profesionale a pacienților și îmbunătățirea nivelului de calitate a vieții acestora. În prezent mobilizarea timpurie este considerată un aspect important al îngrijirii pacienților de către profesioniștii din domeniul sănătății, dar nu există o rutină prestabilită concretizată într-un protocol medical de reabilitare bine stabilit.

Un plan de tratament are în vedere o analiză comprehensivă a pacientului în vederea maximizării rezultatelor programului de recuperare aplicat.

Reabilitarea afecțiunilor musculo-scheletice ale membrelor inferioare ține cont de o serie de principii specifice care trebuie abordate în interdependență în vederea obținerii unui răspuns favorabil la tratament.

Lucrarea propune analiza întregului lanț kinetic aferent articulației lezate, deficiențelor biomecanice și a dezechilibrelor musculare care îngreunează o posturare statică sau dinamică corectă în vederea aplicării corespunzătoare a exercițiilor terapeutice funcționale.

Dozarea corespunzătoare a exercițiilor terapeutice în conformitate cu riscul asociat fiecărui pacient, a patologiilor de bază și asociate, concomitent cu monitorizarea funcțiilor vitale permite elaborarea de programe de recuperare individualizate în conformitate cu toleranța individuală a fiecăruia.

Avantajele utilizării unui sistem kinetoterapeutic îmbunătățit care implică pedalarea orizontală statică sunt multiple. Implică siguranța utilizării dispozitivului, facilitează descărcarea, normalizează parametrii cardiaci și pulmonari, asigură menținerea viabilității structurilor mioartrokinetice, scurtarea timpului de recuperare, motivarea în vederea mobilizării independente, îmbunătățirea funcțiilor cognitive și a ratelor de supraviețuire, prevenirea dizabilității și a stării sarcopenice, precum și creșterea calității vieții.

Obiectivul principal al kinetoterapiei este recuperarea ambulației, obiectiv cu valențe multiple ce implică integritatea lanțului triplei flexii/extensii.

Procesul de recuperare medical poate fi eficientizat prin utilizarea sistemului pedalier orizontal static, indicatorii de eficiență utilizați fiind interpretările statistice legate de creșterea amplitudinii de mișcare articulare, recâștigarea forței musculare, diminuarea durerii, controlul ritmului cardiac, a efortului și reducerea deficitului cronotropic. Percepția individuală a calității vieții fiecărui pacient este un element definitoriu pentru o reabilitare reușită.

Analiza criteriilor de evaluare a chestionarului de calitate a vieții RAND SF-36 V1 s-a efectuat secvențial din punct de vedere constructiv, tehnico-economic, al rezultatelor obținute și a adecvării acestuia – criteriul țintă, care demonstrează dacă conținutul chestionarului corespunde scopului principal al studiului, respectiv facilitarea ambulației.

Am aplicat analiza de regresie multiplă pentru compararea eficienței programelor de reabilitare utilizate luând în considerare ca variabile independente rezultatele obținute conform bateriei de teste aplicate pentru evaluarea reabilitării motorii și ca variabilă dependentă rezultatele testului de stabilitate.

Sistemul pedalier orizontal construit și-a dovedit eficiența statistică în urma corelării rezultatelor reabilitării motorii cu cele ale chestionarului de calitate a vieții, corelație care nu s-a dovedit semnificativă statistic în cazul programului de kinetoterapie standard, pedalarea orizontală statică implicând metode de sinteză, de activare globală și sinergică cu rezultate superioare.

# PARTEA I FUNDAMENTAREA TEORETICĂ A LUCRĂRII

## CAPITOLUL 1. INTRODUCERE ÎN TEMATICA MIJLOACELOR RECUPERATORII ÎN CONTEXTUL ACTUAL

### 1.1. Contextul actual al recuperării determinat de trendul patologieilor și îmbătrânirea populației

Creșterea prevalenței bolilor degenerative, a modificărilor stilului de viață și a cazurilor de traumatisme a dus la o mărire a numărului de pacienți care necesită reabilitare. În plus se adaugă numărul sporit al populației geriatrice care suferă de boli cronice ce contribuie semnificativ la creșterea necesității pentru recuperare medicală. Apariția COVID-19 este o problemă de sănătate publică fără precedent care a dus la un număr crescut de spitalizări. Potrivit Organizației Mondiale a Sănătății (OMS), o mare parte a populației va necesita intervenții de reabilitare în timpul spitalizării și după spitalizare. Pacienții care suferă de COVID-19 prezintă un risc crescut de afectare și invaliditate pe termen lung și vor necesita reabilitare în toate fazele bolii (Intelligence, 2021; World Health Organization, 2021).

În România totalul pacienților vindecați de COVID-19 au însumat la finele lunii februarie 2023 un număr de 3.26 milioane persoane, reprezentând 97.60% din totalul pacienților infectați de la debutul pandemiei. (Tabelul 1.1)

**Tabelul 1.1 Total infecții/vindecați COVID-19 la nivel mondial și în România, prelucrare după (worldometers.info, 2023)**

Total infecții COVID-19	28.02.2023	Vindecați	Vindecați (%)
Total persoane	679,863,569	652,708,194	96.01%
din care în România	<b>3,340,342</b>	<b>3,260,101</b>	97.60%

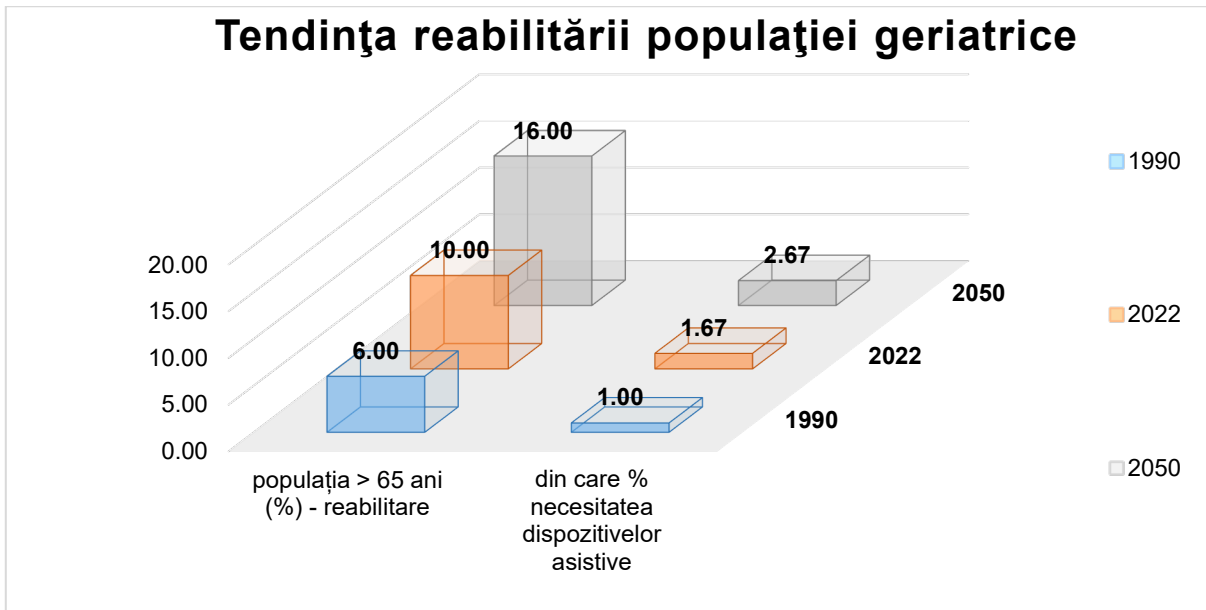
Conform studiilor efectuate de OMS există simptome remanente și după 6 luni de la vindecarea post Covid-19, care sunt mai grave la pacienții nespitalizați, influențându-le calitatea vieții și afectându-le astfel mobilitatea, buna desfășurare a activităților zilnice, ducând la imposibilitatea reluării serviciului. (Tabelul 1.2)

**Tabelul 1.2 Simptome remanente post-COVID 19 (după 6 luni), prelucrare după (World Health Organization, 2021, p. 2)**

Simptome remanente post-COVID 19 (după 6 luni)	Pacienți spitalizați	Pacienți nespitalizați
Anxietate, depresie (medie)	37%	neevaluat
Durere	22%	neevaluat
Reducerea toleranței la exerciții fizice (medie)	27%	neevaluat
Limitări în funcționare	50%	neevaluat
Scăderea calității vieții (pacienți peste 60 ani spitalizați)	53%	83%
Afectarea mobilității și a desfășurării activităților zilnice	33%	66%
Nereluarea serviciului	29%	17%
Dependent de îngrijiri	neevaluat	31%

Kinetoterapia pentru pacienții cu COVID-19 nu numai că reduce rata mortalității, timpul de recuperare și cheltuielile medicale, ci economisește și resurse medicale, reduce pierderile economice personale și naționale și probabilitatea unor evenimente adverse de instabilitate socială, cum ar fi colapsul medical (Zhu et al., 2020).

Conform raportului despre îmbătrânirea populației, la nivel global în 2019 existau aproximativ 703 milioane de persoane în vârstă de peste 65 de ani, număr ce va ajunge la 1.5 miliarde în 2050. La nivel global, ponderea populației cu vârsta de peste 65 de ani a crescut de la 6% în 1990 la 9% în 2019 și 10% în 2022. Se estimează că această proporție va crește în continuare la 16% în 2050, când se așteaptă ca una din șase persoane din întreaga lume să aibă vârsta  $\geq 65$  de ani să necesite un dispozitiv asistiv pentru suținerea mersului (Intelligence, 2021; Mordor Intelligence LLP, 2021; United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2019). – **Figura 1.1.**



**Figura 1.1 Tendința reabilitării populației geriatrice**, prelucrare după (Intelligence, 2021; Mordor Intelligence LLP, 2021; United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2019)

**Sindromul de deconționare** al persoanelor vârstnice implică efectele directe ale vârstei cuprinzând o serie de dezadaptări neuromotorii (Tudor Sbeneghe, 2002, p. 7, 394-402) definite prin termenii de **sarcopenie** și **dinapenie** conform ultimelor studii (Arakawa et al., 2018; A. Foster, 2019; Seene & Kaasik, 2012; Wroblewski et al., 2011).

Rata pierderii musculare variază de la 1% la 2% pe an după vârsta de 50 de ani, drept urmare 25% dintre persoanele cu vârsta sub 70 de ani și 40% dintre cei cu vârsta peste 80 de ani sunt **sarcopenice** (Seene & Kaasik, 2012).

**Sarcopenia** a fost considerată a fi un factor de risc minor modificabil pentru rezultatele sănătății și joacă un rol semnificativ în etiologia dizabilității. Sarcopenia este înțeleasă ca o pierdere legată de vârstă a masei musculare, a forței musculare și a funcției fizice (Seene & Kaasik, 2012). Termenul de sarcopenie a fost definit ca pierderea de masă musculară legată de vârstă și termenul de dinapenie ca pierderea de forță musculară legată de vârstă.

**Dezadaptările (Tabelul 1.3)** includ declinul de forță, oboseala musculară, răspunsurile reflexe și reacțiile rapide motorii modificate prin latența timpilor de reacție, perturbarea mecanismului postural și a capacității de a menține controlul forței submaximale (Enoka, 2008, p. 394-403; Tudor Sbeneghe, 2002, p. 606-609).

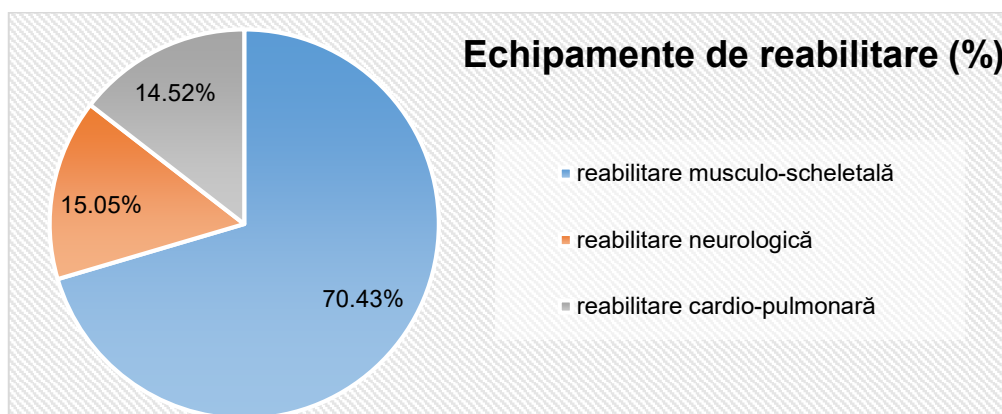
**Tabelul 1.3 Dezadaptările legate de vârstă**, după (Enoka, 2008, p. 394-403; Tudor Sbeneghe, 2002, p. 606-609)

Dezadaptările legate de vârstă	Detalii
Forța musculară	Declinul începe de la vârsta de 60 de ani concomitent cu scăderea masei musculare. Recâștigarea forței musculare este posibilă urmând un program de reabilitare medicală adecvată, tipul II de fibre musculare putând înregistra hipertrofie musculară cu o reabilitare adecvată.
Oboseala musculară	Nu este patognomică pentru vârstea a 3-a, incidența fiind totuși mai mare la bărbați, femeile fiind mai puțin afectate de fatigabilitatea musculară.
Răspunsurile reflexelor osteotendinoase și capacitatea de reacție rapidă motorie	Odată cu vârsta apare deconționarea neuromotorie datorită scăderii excitabilității fibrei musculare. La vârstnici reflexul tendinos rotulian are o latență crescută și o amplitudine scăzută, timpii de reacție fiind prelungiți.
Menținerea posturii	Posturarea este dificil de menținut de către vârstnici datorită selecției anormale a informațiilor senzitive, slabei detecții a dezechilibrului corpului și posturării corecte, întârzierea răspunsurilor rapide de reacție, insuficienței percepției legate de stabilitate, scăderii forței musculare și slaba coordonare a musculaturii sinergiste.
Capacitatea de control a forței fine, submaximale	Controlul forței scade odată cu vârsta și se concretizează prin imposibilitatea de a efectua activități ce implică o forță constantă.

## 1.2. Dispozitive terapeutice utilizate în reabilitare

Conform Global Market Insights, dimensiunea pieței echipamentelor de reabilitare a depășit 18,6 miliarde USD în 2019 și este pregătită să crească cu peste 7,8% CAGR (Compound annual growth rate - rata anuală de creștere compusă) între 2020 și 2026 (31,2 miliarde de USD). Rata anuală de creștere compusă este un indicator dinamic de comensurare. Creșterea interesului pentru cercetare și dezvoltare pentru a dezvolta produse inovatoare anticipează nevoia tot mai mare de echipamente de reabilitare eficiente și exacte. Reformele favorabile din sectorul sănătății și politicile de rambursare din țările dezvoltate sunt factori majori care au condus la expansiunea cererii (Rupali Swain, 2020).

Principalele dispozitive kinetoterapeutice vizează în ordine descrescătoare echipamentele de reabilitare musculo-scheletală (70.43%), neurologică (15.05%) și cardio-pulmonară (14.52%) conform raportului privind echipamentele de reabilitare întocmit de Global Market Insights 2019 (**Figura 1.2**).



**Figura 1.2 Echipamente de reabilitare musculo-scheletală, neurologică și cardiopulmonară,**  
adaptare după (Rupali Swain, 2020)

**Condițiile musculo-scheletale** sunt predominante iar impactul lor este omniprezent, fiind cele mai frecvente cauze de durere și invaliditate fizică severă pe termen lung. Conform datelor Organizației Mondiale a Sănătății (OMS), 1.71 miliarde (21%) din întreaga lume trăiesc în prezent cu o afecțiune musculo-scheletală dureroasă, prevalența acestora crescând odată cu vârsta, precum și costurile socio-economice adiacente (Cieza et al., 2020; Rupali Swain, 2020; World Health Organization, 2022). Accesul la serviciile de reabilitare este esențial, mai ales ca o persoană din trei din lume necesită reabilitare pe parcursul cursului evoluției cel puțin al unei boli (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2020; Rupali Swain, 2020) iar afecțiunile musculo-scheletale pot dezvolta riscul de a dezvolta boli cronice: cardio-vasculare, obezitate, diabet, neoplazii, boli pulmonare cronice (Rupali Swain, 2020; Williams et al., 2018; World Health Organization, 2022). Durerea lombară joasă este cea mai reprezentativă și cu implicații multiple la nivelul calității vieții (Hartvigsen et al., 2018; World Health Organization, 2022).

Se anticipează că piața echipamentelor de **reabilitare neurologică** se va extinde la un CAGR de 14,2% până în 2026 condus de incidența tot mai mare a tulburărilor neurologice, reabilitării robotice și creșterii populației geriatrice care suferă de tulburări neurocognitive. Pacienții care suferă de tulburări neurologice, cum ar fi accidentul vascular cerebral, paralizie cerebrală, scleroză multiplă și intervenții chirurgicale pe creier, au nevoie frecvent de neuroreabilitare. Apariția celor mai noi tehnologii a dus la dezvoltarea de echipamente medicale avansate, cum ar fi benzile de alergat anti-gravitaționale și robotică pentru a ajuta pacienții cu recuperarea ambulației. Benzile de alergare robotizate anti-gravitaționale permit recâștigarea sau îmbunătățirea capacității pacienților cu afecțiuni neurologice de a se deplasa sau de a merge, reducând în același timp durerea și presiunea asupra sistemului osteo-articular. Progresele în robotică și software ajută profesioniștii din terapie să ofere diagnostice mai precise și să-și sporească competențele clinice (Rupali Swain, 2020).

Valoarea segmentului echipamentelor de **reabilitare cardio-pulmonară** a fost mai mare de 2,5 miliarde USD în 2019 din cauza nevoii tot mai mari de terapie de reabilitare în rândul persoanelor care suferă de tulburări cardiopulmonare. Capacitatea de efort e limitată la

pacienții diagnosticați cu boală pulmonară obstructivă cronică și cu insuficiență cardiacă congestivă. Pacienții care suferă de tulburări cardiovasculare și hipertensiune arterială necesită o monitorizare continuă (Rupali Swain, 2020).

Mijloacele terapeutice reprezintă modul de acțiune pentru a atinge un anumit scop. Pot fi privite ca metodă, modalitate, manieră de a obține un obiectiv.

Mijloacele de terapie se clasifică în următoarele trei categorii, clasificarea fiind strict medicală:

- mijloace specifice: exercitiul fizic, posturarea, ergoterapia și masajul;
- mijloace nespecifice: agenții fizici naturali, agenți fizici artificiali, mijloace psihice, imobilizarea, dieta;
- mijloace complexe: hidrotermokinetoterapia.

Mijloacele specifice kinetoterapeutice sunt clasificate în 4 mari categorii conform raportului de analiză efectuat de GrandViewResearch în (Grand View Research, 2018):

- a) echipamente pentru susținerea mobilității- mobility equipments;
- b) echipamente pentru îndeplinirea activităților cotidiene - daily living aids;
- c) dispozitive de susținere a corpului - body support devices;
- d) **echipamente de exerciții - exercise equipments.** (Tabelul 1.4)

La acestea se adaugă robotica de rehabilitare care a beneficiat de un interes deosebit în ultima perioadă.

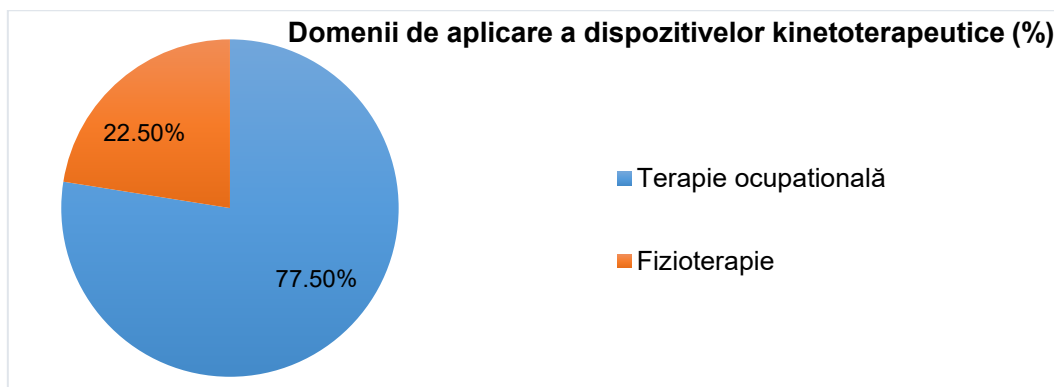
**Tabelul 1.4 Grupe principale de echipamente de rehabilitare, adaptare după (Grand View Research, 2018; Intelligence, 2021)**

Clasificarea grupelor principale de echipamente			
1.Echipamente de mobilitate	2.Echipamente pentru îndeplinirea activităților cotidiene	3. Dispozitive de susținere a corpului	4. Echipamente pentru exerciții
1.1 Scaune cu roțile manuale / electrice / scutere 1.2 Dispozitive de asistență a mersului: bastoane, cârje și cadre de susținere	2.1 Paturi medicale 2.2 Dispozitive asistive pentru toaletă și baie 2.3 Ajutoare pentru citire, scriere și utilizarea calculatoarelor 2.4 Alte mijloace de trai zilnice (mijloace pentru hrănire, produse pentru poziționare, mijloace de îngrijire și pansament și accesorii pentru mobilier)	3.1 Ascensoare pentru pacienți 3.2 Curele de prindere 3.3 Alte dispozitive de susținere a corpului (curele de susținere, plăci de transfer laterale, foi glisante, ajutoare ortopedice și accesorii)	4.1 Echipamente pentru membrele inferioare 4.2 Echipamente pentru membrele superioare 4.3 Echipamente pentru întregul corp 4.4 Echipamente de terapie Echipamentele pentru exerciții fizice utilizate în rehabilitare sunt formate din dispozitive de exerciții pentru brațe, piept și pentru picioare, <b>tipuri diferite de biciclete</b> , scaune pentru exerciții complexe, trusă de gimnastică manuală, roți de umăr simple/compacte, mese pentru exerciții manuale.
Sunt preferate de populația țintă datorită prețului și simplității lor reduse	Vizează persoanele cu dizabilități fizice, pacienții cu limitări fizice și pacienții supuși recuperării postoperatorii		Vizează populația generală

**Piața echipamentelor de rehabilitare** este segmentată în i) forță, rezistență și reducerea durerii; ii) rehabilitare fizică și antrenament; iii) rehabilitare și formare profesională. Segmentul de rehabilitare fizică și antrenament este anticipat să înregistreze creștere datorită incidenței mari a leziunilor sportive, a tulburărilor articulare degenerative și a bolilor cerebrovasculare (Intelligence, 2021).

Domeniile de aplicare a **dispozitivelor kinetoterapeutice (Figura 1.3)** cuprind două segmente: fizioterapia - 22.5%, care conține echipamente pentru exerciții fizice utilizate în rehabilitarea pacienților după traumatisme sau apariția bolilor degenerative și terapia ocupațională - 77.5%, care are o abordare holistică (Grand View Research, 2018).

Echipamentele pentru exerciții oferă pacienților posibilitatea reintegrării sociale, profesionale, reluarea activităților personale, îmbunătățirea motivației și degrevarea sistemelor de sănătate de o serie de cheltuieli adiționale.



**Figura 1.3** Domenii de aplicare a dispozitivelor recuperatorii, adaptare după (Grand View Research, 2018)

Schimbarea stilului de viață preponderent sedentar, populația geriatrică în creștere, progresele tehnologice (exoscheleți, realitatea virtuală, roboții) și gestionarea durerii prin tehnologiile implantabile sunt factori determinanți pentru efectuarea fizioterapie.

Fizioterapia utilizează o varietate de tehnici pentru restabilirea, menținerea și îmbunătățirea forței fizice și a mobilității unei persoane după traumatisme, intervenții chirurgicale și boli cronice.

Terapia ocupațională facilitează pacientului efectuarea activităților zilnice bazându-se pe o evaluare cuprinzătoare a pacientului, a familiei acestuia și a mediului.

## **CAPITOLUL 2. REFLECTAREA TEMEI ÎN LITERATURA DE SPECIALITATE ȘI MOTIVAREA ALEGERII ACESTEIA**

### **2.2 Considerații generale privind bicicletele de exerciții (staționare)**

Bicicletele statice sau de exerciții sunt folosite pentru antrenament (pentru a crește rezistența), întreținere corporală (scădere ponderală) și proceduri de rehabilitare după diferite leziuni ale diferitelor aparate și sisteme, diferența constând în timpul de aplicare a programului, intensitate (rezistență), ritm, număr de rotații pe minut și parametrii de monitorizare utilizați.

Bicicleta staționară este indicată în kinetoterapie datorită faptului ca nu solicită sistemul cardio-vascular, fiind un mijloc cu impact redus, sigur și eficient. Stresul articular se menține la un nivel considerat moderat cu ajutorul bicicletelor de exerciții, facilitând astfel procesele de regenerare tisulară prin mișcarea cu impact redus. Testele de efort sunt utile pentru stabilirea unui diagnostic, bicicletele staționare pot fi utilizate ca ergometre pentru măsurarea puterii de pedalare contra unui nivel de rezistență mecanic prestabilit (Vandewalle & Driss, 2015).

Ergometrele moderne și biciclete de exerciții sunt echipate cu senzori și afișaje electronice. De exemplu, ergometrul ciclic cu sistem de izolare și stabilizare a vibrațiilor este utilizat de NASA în spațiu pentru a contracara decondiționarea cardiovasculară în mediul de microgravitație (Hackney et al., 2015).

Mini-bicicletele staționare favorizează arderea grăsimilor, îmbunătățesc nivelul glicemic, mobilitatea articulară, contribuind la un tonifiere generală a organismului datorită îmbunătățirii circulației generale (Stepper-guide.com, 2020). Mini-bicicletele staționare sunt adesea utilizate pentru recuperarea deficitelor neuromotorii determinate de etiologii diferite (garagegymplanner.com, 2020).

Bicicletele de exerciții staționare cel mai des utilizate sunt cele verticale dar se pune problema unei categorii importante de pacienți care nu au conservat sau dezvoltat reacția de echilibru consolidată în șezut pentru a fi inițiat protocolul de recuperare din poziție ortostatică.

### **2.3 Studii care atestă fiabilitatea utilizării bicicletei orizontale în rehabilitare**

O serie de studii medicale enumerate mai jos (Shibata et al., 2010) au demonstrat fiabilitatea bicicletei orizontale în recuperea musculo-scheletală și cardio-vasculară la pacienții spitalizați la terapie intensivă, care beneficiau concomitent și de tratament suportiv pentru afecțiunile de bază, pentru a contracara consecințele sindromului de imobilizare:

- pedalarea zilnică în poziție supină pe o perioadă de la 2-8 săptămâni la 21 de pacienți a îmbunătățit funcția de pompă a cordului și a prevenit apariția hipotensiunilor ortostatice apărute datorită decubitului prelungit (Shibata et al., 2010);
- efectuarea exercițiului concomitent cu umplerea volemică a avut același efect favorabil, concluzia fiind că hipovolemia și afectarea cardiacă sunt responsabile în mod independent de intoleranța ortostatică după repaus la pat (Shibata et al., 2010);
- studiul a fost efectuat în baza unui grant NASA, rezultatele putând fi utilizate și pentru recuperare motorie după misiunile spațiale unde lipsa gravitației influențează dinamică fluidelor corpului și activitatea neuro-musculo-scheletală (Shibata et al., 2010);
- un alt studiu randomizat controlat a adăugat la protocolul standard al 68 de pacienți critici ventilați mecanici, sesiuni de pedalare orizontală care au condus la prezervarea arhitecturii musculo-scheletale, scurtarea timpului de internare și de mobilizare independentă, îmbunătățirea funcțiilor cognitive și a ratelor de supraviețuire (Nickels et al., 2017);
- fezabilitatea și siguranța tehnicii de pedalare orizontală a fost demonstrată pentru 181 de pacienți internați la terapie intensivă (Kho et al., 2015) și pentru 33 pacienți stabili hemodinamici în primele 4 zile de ventilație mecanică (Kho et al., 2016).
- exercițiul de pedalare în decubit dorsal în pat aplicat pe 11 pacienți internați la terapie intensivă a condus la mobilizarea lor timpurie, participare care a motivat pacienții să fie activi în actul lor recuperator pentru a-și recâștiga sănătatea după perioada critică de internare (Ringdal et al., 2018);
- mobilizarea precoce prin pedalare a fost demonstrată ca fiind o tehnică sigură și a fost asociată cu renunțarea precoce la ventilația mecanică (Ringdal et al., 2018);



- s-a concluzionat că prevenirea și reducerea slăbiciunii musculare poate persista până la un an după externare și a deficitului fizic chiar și până la 5 ani în cazul bolilor cronice (Ringdal et al., 2018).

Conform studiilor prezentate se pot identifica **avantajele** utilizării unui sistem îmbunătățit kinetoterapeutic care implică pedalarea orizontală:

- siguranța utilizării dispozitivului;
- normalizarea parametrilor cardiaci;
- menținerea viabilității structurilor mio-artro-kinetice;
- scurtarea timpului de internare;
- motivarea în vederea mobilizării independente;
- îmbunătățirea funcțiilor cognitive și a ratelor de supraviețuire;
- prevenirea și reducerea deficitului neuromotor.

Deși mobilizarea timpurie este considerat un aspect important al îngrijirii pacienților de către profesioniștii din domeniul sănătății nu există o rutină prestabilită concretizată în timp ca intensitate și număr de sedințe. Pedalarea nu a indus modificări sau evenimente adverse în urma monitorizării pentru fezabilitate și siguranță.

Echipamentele pentru exerciții ce implică pedalarea implică siguranța utilizării dispozitivului oferind pacienților independență, beneficii psihologice, emoționale și fizice, datorită substratului clinic al testării acestora.

## **2.4. Afecțiuni care implică recuperarea prin pedalare a membrelor inferioare**

Pedalarea este recomandată ca adjuvant în pregătirea organismului pentru programul propriu-zis (încălzire - warm-up) sau poate fi introdusă în programele de reabilitare pentru mobilitate generală, rezistență musculară, reducerea edemelor (Dunleavy & Slowik, 2019, p. 221-222,294), provocând o toleranță a mișcării până la limita durerii (Dunleavy & Slowik, 2019, p. 276), favorizată de descăcarea de sarcină mai ales la bicicletele orizontale. Pedalarea cu rezistență scăzută în vederea adaptării organismului la efortul activ contribuie gradual la creșterea temperaturii tisulare, favorizând extensibilitatea colagenului și implicit flexibilitatea și amplitudinea articulară (O'Sullivan et al., 2019, p. 384).

Componenta de încălzire prin pedalare crește gradual ritmul cardiac asigurând homeostazia aparatului cardio-respirator prin inducerea efortului aerob, fiind o soluție și pentru pacienții cu boli pulmonare severe (O'Sullivan et al., 2019, p. 451, 511). Exercițiul terapeutic gradual care implică pedalarea este utilizat la pacienții ce experimentează sindromul de fatigabilitate apărut în urma decon condiționării la pacienții cu toleranță scăzută la efort, cu monitorizarea ritmului cardiac țintă (Elizabeth Bryan, 2018, p. 11).

O serie de afecțiuni ale coloanei vertebrale beneficiază de recomandare pentru utilizarea bicicletei în protocolul de recuperare precum spondilolisteza lombară prin promovarea flexiei coloanei vertebrale (Elizabeth Bryan, 2018, p. 155; physio-pedia.com, 2022), stenoza spinală prin pedalarea progresivă (Elizabeth Bryan, 2018, p.158), scolioza, prin condiționarea generală a funcției cardiovasculare (Elizabeth Bryan, 2018, p. 160).

Post-operator, pedalarea fără rezistență este indicată pentru recuperarea leziunilor (desprinderea originii) ischiogambierilor, artroplastia totală de genunchi după remiterea fenomenului dureros (Elizabeth Bryan, 2018, p.448, 466) și diminuarea efectelor instalării rigidității după artroplastia labrumului acetabutar și reconstrucției capsulare (Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby, 2018, p. 723). Pentru refacerea ligamentului încucișat anterior și posterior se recomandă pedalarea cu flexia genunchiului la 90-100 grade, piciorul contralateral indemn facilitând mișcarea ciclică ritmică a celui afectat (Elizabeth Bryan, 2018, p. 455, 462).

Pentru îmbunătățirea rezistenței cardio-pulmonare, pedalarea utilizând o bicicletă staționară se execută cu extensia completă a genunchiului, rezistență scăzută și progresare în măsura toleranței în vederea menținerii impactului redus asupra organismului (Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby, 2018, p. 779).

Pentru reabilitarea afecțiunilor specifice membrelor inferioare vizând patologii articulației coxo-femorale și a genunchiului (inclusiv capsulite, tendinite, statusuri post fractură/

luxație/entorsă), creșterea forței și rezistenței musculaturii coapsei și genunchiului se obține prin extensia maximă a genunchiului în timpul pedalării iar creșterea amplitudinii articulare realizându-se ulterior prin pedalare cu flexia progresivă a genunchiului (Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby, 2018, p. 789).

Pentru controlul neuromuscular, propriocepție, stabilitate și echilibrului se recomandă pedalarea cu bicicleta staționară cu extensia activă a genunchiului la minim 110 grade, cu evitarea laxității articulare, puterea musculară izometrică a cvadricepsului fiind de 50-60% din membrul inferior contralateral (Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby, 2018, p. 819). Afecțiunile țintite sunt accidentul vascular cerebral ischemic sau hemoragic, scleroza multiplă, sindroamele de neuron motor central și periferic, *status* post excizie chirurgicală de tumori cerebrale, post traumatism cranio-cerebral și vertebro-medular.

Bicicletele de exerciții reprezintă mijloace terapeutice pentru persoanele cu leziuni ale sistemului nervos. Planul de tratament abordează deficiențele direct sau prin strategii compensatorii, luându-se în considerare condiția fizică de fond a pacientului pentru a menține condiționarea aerobă (Braddom, 2011, p. 1293).

O particularitate de aplicare a programului terapeutic sunt pacienții cu deficite ale funcției motorii care pot dezvolta rezistență musculară slabă și oboseală (scleroză multiplă, sindromul Guillain-Barré, sindromul de oboseală cronică și sindromul postpolio). Odată cu debutul oboselii, prin supradozajul cronic de exerciții fizice terapeutice are loc o scădere a forței progresând spre epuizarea totală cu efect de plafon. Pacienți cu boli cronice și ireversibile (scleroza multiplă, scleroza laterală amiotrofică) au nevoie de intervenție direcționată (prevenire terțiară) pentru a limita sechelele și gradul de handicap. Beneficiile pedalării cu rezistență scăzută includ întreținerea flexibilității articulare, extensibilității tisulare, abilități pentru sarcinile zilnice și mobilitatea funcțională. Suplimentar are loc îmbunătățirea circulației și inhibarea durerii (O'Sullivan et al., 2019, p. 334).

Pacienții cu deficiențe ale funcției motorii și echilibrului sunt incapabili să răspundă eficient la perturbații externe iar ciclismul staționar realizează un control reactiv al echilibrului (O'Sullivan et al., 2019, p. 388). Pedalarea începând cu poziția supină consolidează echilibrul dinamic în șezut pregătind pacientul pentru faza următoare de reabilitare.

Pedalarea reduce riscul reaccidentării după reconstrucția ligamentului lateral al gleznei, îmbunătățind performanța musculară cand se execută cu rezistență minimă iar utilizarea timp de minim 30 de minute favorizează drenajul limfatic al membrelor inferioare (Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby, 2018, p. 828, 879, 1035).

Bicicletele ergometrice au relevanță clinică pentru cvadriceps, ischigambieri, fesieri de la intervalul de 35-50 rotații pe minut (Braddom, 2011, p. 511). Ciclismul staționar este recomandat pentru reabilitarea osteoartritelor post traumatice caracterizate de un genunchi cronic instabil (Braddom, 2011, p. 911), antrenarea excentrică a forței prin pedalare este eficientă și în reabilitarea tendinopatiei ahiliene cronice deoarece flexorii plantari ai gleznei funcționează sinergic cu extensorii genunchiului și șoldului (Braddom, 2011, p. 917).

La sfârșitul unui program terapeutic pedalarea are efect de răcire (cool-down), prevenind spasmele musculare și durerea post-efort (O'Sullivan et al., 2019, p. 384), mai ales după exercițiile rezistive (Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby, 2018, p. 202). Faza de răcire de 5 până la 10 minute este utilizată pentru a promova întoarcerea venoasă și pentru a evita efectele adverse ca hipotensiunea arterială post efort, angină, modificări ischemice ST-T și aritmii ventriculare (O'Sullivan et al., 2019, p. 511).

Pacienții dignosticați cu reumatism articular sau osteoartrită sunt de obicei decondiționați comparativ cu populația generală. Ciclismul a raportat îmbunătățiri semnificative în capacitatea aerobă și nivelurile de activitate prin condiționare cardiovasculară regulată fără afectarea articulațiilor și fără apariția altor simptome ale bolii. Greutatea proprie este o barieră în efectuarea exercițiilor fizice iar pedalarea staționară favorizează descărcarea constituind un mijloc sigur și eficient, fiind un exercițiu aerob, raportându-se o creștere a stimei de sine și o stare emoțională îmbunătățită (O'Sullivan et al., 2019, p. 1030) la pacienții cu afecțiuni reumatismale cronice (nu în faza de puseu acut).

Pacienții cu arsuri prezintă o scădere a funcționalității fizice legată de hipermetabolism, repaus prelungit la pat, capacitatea aerobă scăzută, status subponderal, elemente care îi califică pentru pedalare datorită impactului redus. Programul de reabilitare include și monitorizarea pulsului, tensiunii arteriale și ratei respiratorii înainte, în timpul reabilitării și după

exerciții, în special în perioada de recuperare după exercițiu. Pedalarea orizontală crește rezistența cardiovasculară, dar poate avea ca beneficiu îmbunătățirea forței și a amplitudinii de mișcare a extremităților (O'Sullivan et al., 2019, p. 1030-1031).

Ciclismul staționar datorită impactului redus poate fi utilizat ca tratament recuperator și în bolile metabolice, osteoporoză/osteopenia/osteomalacie și boala Paget a osului.

Pedalarea contribuie la consolidarea funcțională, antrenarea posturii și a mecanicii corporale și corectarea deficiențelor de lanț kinetic (Braddom, 2011, p. 879, 922).

## 2.5. Motivarea alegerii temei

Abordarea cu predilecție a bicicletei din gama dispozitivelor pentru exerciții are la bază faptul că aceasta este implicată direct în recuperarea activă musculo-scheletală, cardio-pulmonară și neuro-motorie a pacientului, față de celelalte mijloace kinetoterapeutice care au un rol indirect, pasiv, cu precizarea că toate tipurile de mijloace kinetoterapeutice contribuie la îmbunătățirea calității vieții.

Menționez că dețin o experiență de peste 11 ani în domeniul kinetoterapiei la domiciliu. Am absolvit, în cadrul Universității "Dunării de Jos" Galați, Facultatea de Educație fizică și sport, specializarea Kinetoterapie și motricitate specială în anul 2011. Programele de studii universitare de masterat absolvite au fost Kinetoterapie la domiciliu finalizat în anul 2013, urmat de Nutriție, finalizat în anul 2019 în cadrul Facultății de Știință și Inginerie a Alimentelor.

Din anul 2011 îmi exercit profesia de kinetoterapeut iar din anul 2016 în conformitate cu acreditările medicale aferente cabinetului de liberă practică pentru activități publice conexe actului medical în cadrul Murgoci I. Nicolae – Cabinet de Practică Individuală – Kinetoterapie, înregistrat în Registrul Unic al Cabinetelor Medicale-parte a 3-a de Direcția de Sănătate Publică a Județului Galați sub nr. 096732 / 149 din 11.03.2016.

Alegerea dezvoltării unui pedaliier orizontal adaptat nevoilor pacienților a rezultat din observațiile personale aferente portofoliului propriu din perioada 2017-2019 cu privire la numărul de pacienți în creștere externă la domiciliu, aflați în fereastra terapeutică de intervenție, demotivați pentru care aducerea în poziție ortostatică a necesitat minim o lună de reabilitare motorie. Patologiile care au predominat au fost traumatismele aferente membrilor inferioare în general fracturi reduse chirurgicale cu osteo-sinteză, pacienții protezați la nivelul articulațiilor coxo-femorale și a genunchiului, pacienți post-AVC ischemic – pacienți imobilizați la pat a căror recuperare a mersului a fost ulterior destul de dificilă.

Există disponibile diverse biciclete medicale sau/și pedaliere utilizate în scop kinetoterapeutic și de recuperare a diverselor afecțiuni, tranzacționate de firme de vânzări dar neomologate de specialiști în domeniul kinetoterapiei recuperatorii care solicită din partea pacientului poziții incomode neadaptate procesului recuperator sau care necesită improvisații.

Practic nu există pe piață nici în momentul de față o bicicletă orizontală avizată în recuperare. Pierderea startului actului de reabilitare are implicații socio-economice, pacientul devenind demotivat și necompliant la exercițiile terapeutice prescrise de medicul de reabilitare și kinetoterapeut. Astfel recuperarea pacienților este compromisă datorită lipsei unui instrument pentru a le îmbunătăți starea de sănătate începând din poziția de decubit dorsal (în pat). În acest scop bicicleta orizontală este un element activ al actului de reabilitare prin kinetoterapie, favorizând procesul recuperator și recâștigarea independenței spre deosebire de abordarea clasică care pune accent pe inițierea kinetoterapiei pasive în prima fază.

Dispozitivul pedaliier orizontal static propus, adaptat la poziția orizontală a corpului uman se bazează pe o abordare nouă ce va include măsurători antropometrice ale corpului uman și a riscului adiacent, urmat de stabilirea unui program de pedalare individualizat care va fi inclus într-un protocol de recuperare adaptat patologiei fiecărui pacient. Cu ajutorul pedaliier orizontal inovativ îmi propun să demonstrez eficiența aplicării acestuia pentru recuperarea pacienților imobilizați temporar la pat ce necesită kinetoterapie la domiciliu. Fiecare etapă a lucrării e susținută de studii științifice analitice de cohortă prospective pentru a verifica ipotezele de lucru și a compara metodele clasice de abordare cu cele propuse. Cercetarea predominant calitativă se bazează pe evaluarea intensității durerii, a bilanțului articular și muscular, evidențierea dezechilibrelor musculare cu monitorizarea ritmului cardiac și a efortului perceput, respectiv studiul comparativ privind îmbunătățirea calității vieții. La acestea se adaugă perspectivele identificate, bazate pe cercetarea efectuată.

În acest context îmi exprim ferma convingere că pedalierul orizontal static inovativ va aduce o contribuție semnificativă pacienților și un plus de valoare domeniului reabilitării medicale.

## CAPITOLUL 4. REABILITAREA MEMBRELOR INFERIOARE

### 4.1. Rolul kinesiologiei în recuperarea motorie

#### 4.1.1. Relația kinesiologie – patokinesiologie – kinesiopatologie- kinetologie medicală

Kinesiologia conform termenului introdus de Dally în 1857 la Paris a fost definită ca știința mișcării.

Kinesiologia poate fi privită ca știință, profesie sau disciplină.

**Aspectul științific al kinesiologiei** include biomecanica (aplicarea legilor mecanicii la studiul mișcării = kinetologie mecanică), anatomia aplicată - raporturile dintre structură și funcție și analiza fizică a mișcării precum și fiziologia exercițiilor și comportamentul psihomotor (Renson, 2000; Sporis et al., 2013; Tudor Sbenghe, 2002, p. 18-24).

Definiția kinetologiei medicale spre deosebire de cea nemedicală (care studiază motricitatea umană necorelată cu patologia și tratamentul) este studiul componentelor neuro-mio-artro-kinetice care asigură derularea motricității normale prin înregistrarea, analiza și corectarea mecanismelor deficitare utilizând kinetoterapia (Tudor Sbenghe, 2002, p. 18-24).

**Modelul patokinesiologic (Figura 4.1)** descrie rolul unei boli sau leziuni ce produce modificări ale componentelor de mișcare, invaliditate sau deficiențe determinând limitări funcționale cu posibilul rezultat final al instituirii unui *status* dizabilitant (Shirley Sahrman, 2002, p. 10-16).

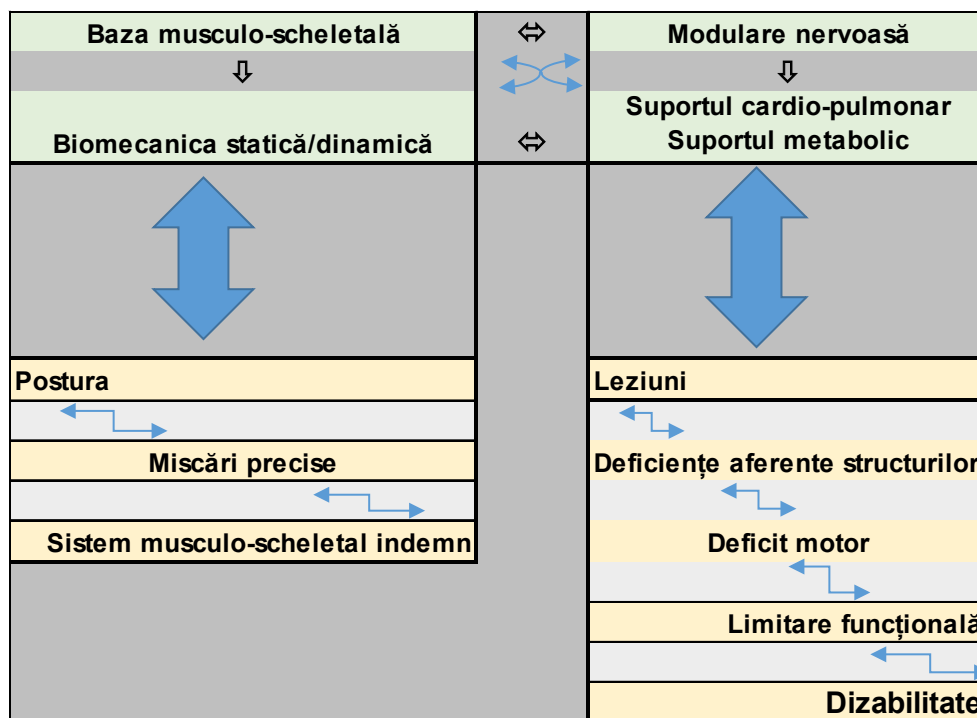


Figura 4.1 Modelul patokinesiologic, adaptare după (Shirley Sahrman, 2002, p. 10-16)

**Modelul kinesiopatologic (Figura 4.2)** implică anomalii de mișcare efectuate în activitățile zilnice ce pot provoca tulburări care duc în cele din urmă la apariția unei patologii. Caracterizează rolul mișcării în producerea de deficiențe. Baza empirică a acestui model provine din observația că mișcările repetitive și posturile susținute afectează structurile musculo-scheletice și țesutul neural. Efectul cumulativ al mișcărilor repetitive este deteriorarea țesuturilor, în special la mișcări ce deviază de la standardul kinesiologic (Shirley Sahrman, 2002, p. 10-16).

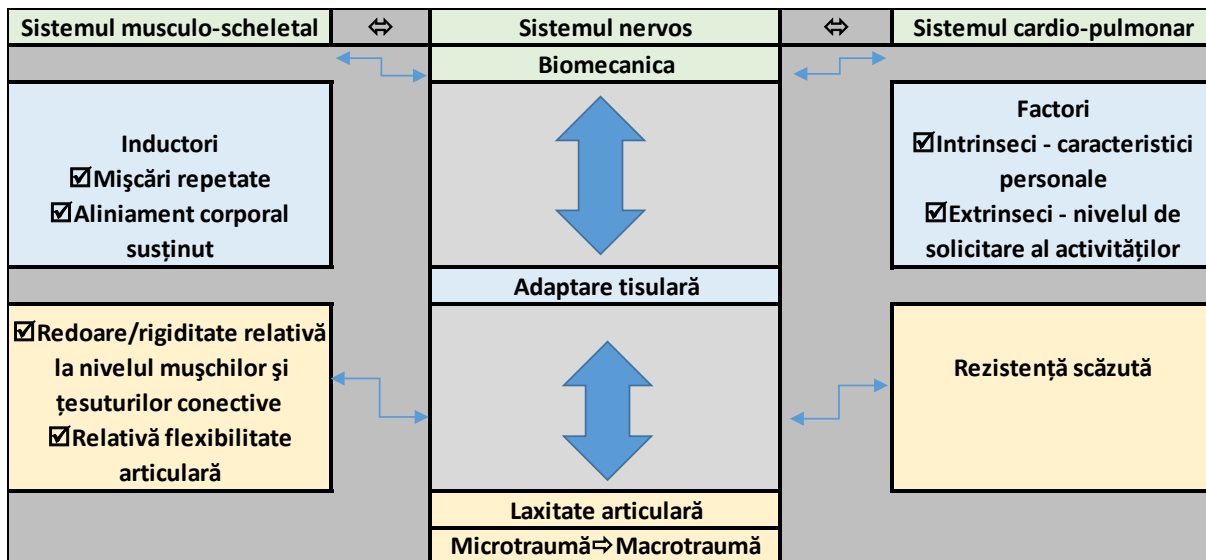


Figura 4.2 Modelul kinesiopatologic, adaptare după (Shirley Sahrmann, 2002, p. 10-16)

Recuperarea medicală vizează atât corectarea deficiențelor rezultate ca urmare a unei leziuni cât și ca urmare a unor tipare defectuoase de mișcare rezultate din derularea activităților zilnice.

## 4.2. Principiile recuperării membrilor inferioare, fazele reabilitării și terapia cu exerciții fizice

### 4.2.1. Principiile reabilitării afecțiunilor musculo-scheletice ale membrilor inferioare

Reabilitarea afecțiunilor musculo-scheletice ale membrilor inferioare ține cont de o serie de principii specifice care trebuie abordate în interdependență în vederea obținerii unui răspuns favorabil la tratament având la bază regula medicală de bază *primum non-nocere*.

Modelele de mișcare analizează întregul lanț kinetic aferent articulației lezate, deficiențele biomecanice și dezechilibrele musculare care îngreunează o postură statică sau dinamică corectă în vederea aplicării corespunzătoare a exercițiilor terapeutice funcționale, dozate corespunzător patologiilor de bază și asociate ale pacienților cu monitorizarea funcțiilor vitale – **Tabelul 4.2**.

**Tabelul 4.2 Principiile reabilitării membrilor inferioare**, adaptare după (Braddom, 2011, p. 436, 899)

Nr.	Denumire	Detaliiere
1	<b>Principiul lanțului kinetic</b>	→ Analizează disfuncția la nivelul regiunilor anatomice conectate cu locul dureros, care sunt legate în timpul mișcării → Un plan de tratament restabilește funcția motorie adecvată de-a lungul întregului lanț → Analiza lanțului kinetic este de maximă relevanță atunci când se discută despre afecțiunile patologice musculare și tendinoase, osoase și articulare
2	<b>Principiul deficitului biomecanic</b>	→ Se referă la orice deficiență determinată de reducerea amplitudinii de mișcare, a flexibilității, forței, rezistenței sau a controlului motor
3	<b>Principiul dezechilibrului muscular</b>	→ Pierderea capacității de stabilizare din partea agoniștilor sau antagoniștilor, cel mai des la nivelul bazinului anterior – posterior: flexorii/extensorii articulației șoldului, medial-lateral: adductorii/abductorii articulației șoldului
4	<b>Principiul exercițiului funcțional</b>	→ Se bazează pe izolarea unor grupe musculare care funcționează împreună cu alte grupe musculare într-un lanț kinetic
5	<b>Principiul specificității - periodizării</b>	→ Răspunsurile metabolice apar în funcție de grupele musculare utilizate → Tipul de adaptare reflectă tipul și intensitatea exercițiilor terapeutice iar periodizarea implică utilizarea corespunzătoare a pauzei

		→Programul de reabilitare global reprezintă un macrociclu împărțit în faze numite microcicluri, fiecare cu obiective specifice
6	<b>Principiul bazei de protocol de reabilitare</b>	→Monitorizarea tensiunii arteriale relevă performanța inotropă – capacitatea de pompare a inimii →Intensitatea critică a exercițiului terapeutic atinge 47%-64% din volumul maxim de oxigen la persoanele sănătoase neantrenate și 70%-90% din volumul maxim de oxigen la persoanele sănătoase antrenate – reprezentând pragul anaerob (ventilator) →Se are în vedere monitorizare ritmului cardiac și a efortului perceput pentru a preveni efectele adverse.

Un plan de tratament are în vedere o analiză comprehensivă a pacientului în vederea maximizării rezultatelor programului de recuperare aplicat.

#### 4.2.6. Efectul antiinflamator al exercițiului terapeutic

Procesul inflamator este un aspect important al bolilor cronice de etiologii variate iar durerea determinată de acesta poate întârzia fazele recuperării membrilor inferioare, având un impact negativ asupra calității vieții. Bolile cardio-vasculare, diabetul zaharat, afecțiunile reumatismale în stadiul de debut sunt afecțiuni asociate cu inflamația sistemică cronică cu grad de risc scăzut. Efectuând exerciții fizice în mod regulat se obține o protecție împotriva efectelor inflamației cronice sistemice. Activitatea fizică regulată are beneficii multiple pentru sănătate, inclusiv controlul greutății, îmbunătățirea funcției cardiace, a densității osoase, refacerea forței musculare și reducerea riscului pentru anumite boli. Efectul exercițiilor fizice pe termen lung declanșează un răspuns antiinflamator, care este parțial mediat de IL-6 derivată din mușchi, protejând împotriva rezistenței la insulină indusă de TNF. Miokinele acționează ca mediatori prin intermediul IL-6, care stimulează circulația citokinelor antiinflamatorii IL-1ra și IL-10 și inhibă producerea citokinei proinflamatorii TNF- $\alpha$ , favorizând lipoliza și oxidarea grăsimilor (Lee & Jun, 2019; Murgoci, 2022b; Pedersen et al., 2003; Petersen & Pedersen, 2005).

Funcțiile specifice ale miokinelor eliberate prin contracția musculară sunt conform **Tabelului 4.9**, din care reținem scăderea inflamației determinată de IL-6 și creșterea oxidării acizilor grași, creșterea biogenezei mitocondriale prin mionectină și FGF, regenerarea/repararea musculară determinată de proteina SPARC, BDNF și creșterea miogenezei prin intermediul decorinei (Lee & Jun, 2019; Murgoci, 2022b).

**Tabelul 4.9 Miokine musculare induse de exercițiul fizic**, după (Lee & Jun, 2019; Murgoci, 2022b)

Miokine musculare induse de exercițiul fizic	Funcție
<b>IL-6</b>	<b>Inflamație</b> ↓, ↑Oxidarea acizilor grași
Irizina	↑ Oxidarea acizilor grași
Mionectina	Autofagia↓, ↑ <b>Biogeneza mitocondrială</b>
Decorina	↑ <b>Miogeneza</b>
FGF (fibroblast growth factor - factorul de creștere a fibroblastului) 21	↑ <b>Biogeneza mitocondrială</b>
SPARC (secreted protein acidic and rich in cysteine – secretarea proteinei acide bogate în cisteină )	↑ <b>Repararea musculară</b>
IL-15	↑Metabolismul grăsimilor, ↑ Diferențierea mioblastică
BDNF (brain-derived neurotrophic factor- factorul neurotrofic derivat din creier)	↑ <b>Regenerarea musculară</b> , ↑ Oxidarea acizilor grași

Inflamația sistemică persistentă, o caracteristică tipică a bolilor reumatismale inflamatorii, este asociată cu un risc cardiovascular ridicat și predispune la tulburări metabolice și pierderea musculară. Aceste tulburări pot duce la dizabilitate. Scăderea activității fizice și exacerbarea inflamației instituie astfel un cerc vicios de inflamație cronică.

Exercițiile fizice sunt folosite ca terapie pentru bolile reumatice. Mușchiul scheletic comunică cu alte organe secretând proteine numite miokine. Anumite miokine induc răspunsuri antiinflamatorii la fiecare antrenament și mediază îmbunătățiri pe termen lung ale factorilor de risc cardiovasculari.

Prin urmare, exercițiile fizice sunt considerate a fi un potențial tratament pentru pacienții cu boli reumatice. Astel exercițiile fizice acționează atât direct, după fiecare ședință de terapie cât și indirect, prin reducerea factorilor de risc cardiovasculari (Benatti & Pedersen, 2014; Murgoci, 2022b).

Exercițiile terapeutice efectuate la domiciliu pentru tonifierea musculaturii cvadriicepsului ameliorează statusul bolii analizate și anume osteoartrita genunchiului într-un

mod similar ca și medicația cu AINS (Doi et al., 2008; Murgoci, 2022b). Alte efecte consemnate au fost reducerea durerii și îmbunătățirea funcționalității pentru persoanele cu osteoartră a genunchiului (Fransen et al., 2002; Murgoci, 2022b).

Boala cronică de rinichi este asociată cu o stare complexă de disfuncție imunitară caracterizată prin predispoziție la infecții și un risc crescut de boli cardiovasculare. Exercițiile fizice pot îmbunătăți funcția imunitară și au efecte antiinflamatorii. Șase luni de exerciții regulate de mers pe jos (30 min/zi de 5 ori/săptămână) au demonstrat efecte antiinflamatorii (raport redus al nivelurilor plasmatiche de IL-6 și IL-10) și o scădere a activării limfocitelor T și monocitelor. Exercițiile fizice nu au influențat funcția rinichilor, proteinuria și tensiunea arterială în cazul bolii cronice de rinichi. Prin urmare, exercițiul de mers pe jos este sigur pentru răspunsurile imune și inflamatorii și are potențialul de a fi o terapie antiinflamatoare eficientă în predializă (Murgoci, 2022b; Viana et al., 2014).

Programul de reabilitare a redus semnificativ expresia locală a TNF-alfa, IL-1-beta, IL-6 și iNOS în mușchiul scheletic al pacienților cu infarct miocardic cronic. Aceste efecte antiinflamatorii locale ale exercițiilor fizice pot atenua procesul de pierdere catabolică asociat cu progresia insuficienței cardiace congestive (Gielen et al., 2003; Murgoci, 2022b). Exercițiul la pacienții cu miozită este considerat sigur, beneficiază de rezultatul clinic și poate reduce inflamația (Murgoci, 2022b; Nader & Lundberg, 2009).

O sesiune moderată de exerciții fizice are un răspuns celular care poate ajuta la suprimarea inflamației din organism. O singură sesiune de 20 de minute de exerciții de intensitate moderată poate acționa și ca un antiinflamator pentru boli cronice precum artrita, fibromialgia, obezitatea și bolile autoimune. De asemenea poate stimula sistemul imunitar, producând un răspuns celular antiinflamator prin scăderea cu cinci procente a numărului de celule imunitare stimulate care produc TNF. Factorul de necroză tumorală - TNF este un regulator cheie al inflamației locale și sistemice care ajută la stimularea răspunsurilor imune. Efectele antiinflamatorii ale exercițiilor fizice regulate pot fi mediate atât prin reducerea masei de grăsime viscerală (cu o eliberare ulterioară scăzută de adipokine), cât și prin inducerea unui mediu antiinflamator la fiecare ședință de terapie (Dimitrov et al., 2017; Murgoci, 2022b).

Prin urmare pedalarea de minim 20 de minute are efect antiinflamator direct corelat cu scăderea intensității durerii și indirect prezintă avantajele creșterii rezistenței cardio-pulmonare, menținerea tonusului muscular, controlul metabolic și al greutății corporale.

## **CAPITOLUL 5. CONCLUZII PARTEA I-a**

1. Cererea mondială de echipamente kinetoterapeutice este estimată a crește cu 7.8%/an până în 2026, din care echipamentele de reabilitare musculo-scheletală reprezintă 70.43%. Cauza o reprezintă prevalența mare a bolilor degenerative, a traumatismelor și numărului populației geriatrice (estimându-se 16% în 2050, din care 2.67% va necesita un dispozitiv asistiv), care suferă de boli cronice la care se adaugă și efectele sindromul de decondiționare.

2. România susține o populație din ce în ce mai îmbătrânită, necesitatea pentru serviciile de reabilitare fiind moderat ascendentă conform analizei SWOT extinse a mijloacelor kinetoterapeutice efectuată în concordanță cu măsurile legislative educaționale, medicale și de asistență socială locale.

3. Echipamentele pentru exerciții ce implică pedalarea sunt favoritele reabilitării oferind pacienților siguranță, independență, beneficii psihologice, emoționale și fizice și reprezintă tema centrală a cercetării care urmează a fi efectuată.

4. Obiectivul principal al kinetoterapiei este recuperarea ambulației, obiectiv cu implicații de ordin motivațional și economico-social ce facilitează reluarea activităților personale, recăpătarea independenței, mobilității și creșterea calității vieții.

5. Un plan de tratament are în vedere o analiză comprehensivă a pacientului în vederea maximizării rezultatelor programului de recuperare aplicat. Reabilitarea cuprinde trei faze



principale, care se adresează stadiului acut inflamator post-leziune (faza I), stadiului de regenerare precoce a țesuturilor (faza II) și a stadiului remodelării țesuturilor (faza III).

6. Recuperarea medicală vizează atât corectarea deficiențelor rezultate ca urmare a unei leziuni cât și ca urmare a unor tipare defectuoase de mișcare rezultate din derularea activităților zilnice.

7. Pedalarea acționează cele trei articulații cheie implicate în mers favorizând flexia dorsală și plantară a gleznei prin extensia totală a genunchiului, flexia genunchiului/șoldului fiind stabilită în funcție de toleranța individuală și patologie prin modificarea distanței față de pedale. Un model simplificat de coordonare musculară în timpul pedalării constă în sinergia celor patru grupe musculare funcționale. Reflexele implicate în recuperarea medicală a membrilor inferioare utilizând mijloacele kinetoterapeutice sunt reflexul H (Hoffmann) și reflexul vibrator tonic. Aplicațiile medicale în recuperare pentru reflexul H sunt creșterea forței musculare la persoane sănătoase și bolnavi (scleroză laterală amiotrofică, scleroză multiplă), facilitând ambulația iar reflexul tonic vibrator este utilizat pentru recuperarea hemiplegicilor și diminuarea spasticității. Contrakția maseterului în timpul pedalării cu contracție submaximală poate îmbunătăți forța musculară aferentă membrilor inferioare.

8. Pedalarea timp de minim 20 de minute are efect antiinflamator direct corelat cu scăderea intensității durerii și indirect prezintă avantajele creșterii rezistenței cardio-pulmonare, menținerea tonusului muscular, controlul metabolic și al greutății corporale.

9. Un sistem de pedalare construit cu fixarea picioarelor prin două benzi de susținere, una la nivelul calcaneului și cealaltă pe fața dorsală a picioarelor, încărcarea fiind reprezentată de greutatea proprie a membrilor inferioare, cu rezistentă în pedală poate fi considerat la granița dintre un sistem controlat de lanț kinetic deschis și închis. Implică utilizarea a trei articulații mari în plan sagital rotativ, cu reacție de echilibru consolidată în șezut lung.

10. În acest context imi exprim ferma convingere că pedalierul orizontal static inovativ va aduce o contribuție semnificativă pacienților și un plus de valoare domeniului reabilitării medicale.

# PARTEA a II-a CERCETARE PRELIMINARĂ EXPERIMENTALĂ PRIVIND EFICIENȚA UTILIZĂRII DISPOZITIVULUI PEDALIER ORIZONTAL ÎN RECUPERAREA MOTORIE

## CAPITOLUL 6. CADRUL METODOLOGIC GENERAL AL CERCETĂRII PRELIMINARE EXPERIMENTALE

### 6.1. Premisele cercetării preliminare experimentale

Premisele considerate ca punct de plecare în efectuarea studiului experimental sunt după cum urmează:

- Nu au fost evidențiate în literatura de specialitate națională și internațională programe specifice individualizate care să utilizeze pedaliere orizontale destinate reabilitării motorii pentru pacienții recuperabili aflați în fereastra terapeutică de intervenție critică și anume imediat după externare la domiciliu. Populația țintă de intervenție este reprezentată de pacienții post protezare la nivelul articulației șoldului sau a genunchiului, post traumatisme (căderi, accidente de muncă/rutiere/sportive, agresioni), post-AVC recent, post COVID-19 sau după intervenții chirurgicale reconstructive la nivelul tendoanelor și a ligamentelor membrelor inferioare, afecțiuni reumatismale cronice;
- Evaluarea lanțului kinetic a triplei flexi/extensii în prezentul studiu se efectuează prin tehnici clasice kinetoterapeutice (bilanț articular, muscular) combinate cu rezultatele transmise de sistemul de senzori atașați pedalelor, aspect ce conduce la elaborarea unor decizii terapeutice de remediere a deficiențelor motorii, de corectare a dezechilibrelor musculare și evitarea mișcărilor compensatorii pentru a păstra aliniamentul postural;
- Intervențiile corective aplicate în timp real sunt monitorizate și conștientizate de participanți pentru a engrama o schemă corporală corectă de mișcare;
- În contextul actual al recuperării, necesitatea pentru reabilitare a crescut, fiind determinată de creșterea prevalenței bolilor degenerative, a modificărilor stilului de viață actualmente sedentar, a traumatismelor și al numărul sporit al populației geriatrice care suferă de boli cronice care vor necesita dispozitive asistive pentru suținerea mersului în cazul neglijării patologiilor existente;
- Kinetoterapia pentru pacienții post COVID-19 reduce rata mortalității, timpul de recuperare și cheltuielile medicale, prevenind colapsul medical;
- Sindromul de decondiționare al persoanelor vârstnice implică efectele directe ale vârstei cuprinzând o serie de dezadaptări neuromotorii, sarcopenia (pierderea de masă musculară legată de vârstă) și dinapenia (pierderea de forță musculară legată de vârstă);
- Utilizarea pedalierului orizontal static oferă motivație suplimentară pacienților care trec de la protocolul standard pasiv de reabilitare sau pasiv-activ la cel activ controlat;
- Creșterea calității vieții pacienților și scăderea poverii socio-economice a sistemului medical;
- Integritatea lanțului kinetic al membrelor inferioare este esențială pentru facilitarea ambulației.

### 6.2. Obiectivele cercetării preliminare experimentale

În cadrul cercetării preliminare experimentale s-au stabilit următoarele obiective:

- Proiectarea, construirea și testarea pe un lot de pacienți a sistemului pedalier orizontal staționar, stabilirea principiilor de funcționare și înregistrare a datelor conform senzorilor atașați pedalelor și interpretarea datelor;
- Elaborarea unor programe de recuperare medicală originale cu ajutorul sistemului pedalier orizontal staționar ținând cont de profilul de risc al pacienților;

- Implementarea protocolului, integrarea rezultatelor în vederea determinării eficienței reabilitării funcționale și structurale a membrilor inferioare;
- Compararea datelor obținute cu cele rezultate în urma aplicării unui program standard de kinetoterapie prin selecționarea unor eșantioane de intervenție aproximativ similare la nivelul vârstei și a patologiilor asociate.

### **6.3. Scopul cercetării preliminare experimentale**

Scopul cercetării preliminare este de a verifica eficacitatea programelor de recuperare propuse, aplicate cu ajutorul pedalierului orizontal staționar proiectat și construit în vederea reabilitării membrilor inferioare. Stabilirea eficienței utilizării dispozitivului pedalier orizontal static integrat într-un program de kinetoterapie propus comparativ cu programul de kinetoterapie standard a avut loc prin interpretarea statistică a datelor obținute.

### **6.4 Sarcinile cercetării preliminare experimentale**

Sarcinile cercetării preliminare experimentale stabilite în concordanță cu obiectivele propuse la acest nivel sunt după cum urmează:

- Extragerea datelor din literatura națională și internațională de specialitate referitoare mijloacele kinetoterapeutice utilizate în reabilitarea motorie, în vederea elaborării programelor de kinetoterapie în conformitate cu prescripțiile medicale aferente fiecărui pacient;
- Documentarea științifică privind proiectarea și construirea unui mijloc terapeutic neconvențional - pedalier orizontal staționar, precum și a metodelor de înregistrare a parametrilor individuali cu ajutorul senzorilor aplicați pedalelor;
- Selecționarea din studiul literaturii naționale și internaționale de specialitate a datelor concludente care să susțină implementarea unui program sustenabil de pedalare terapeutică de reabilitare;
- Stabilirea strategiei de desfășurare a cercetării preliminare și întocmirea planului de organizare a cercetării preliminare;
- Formularea premiselor și a ipotezelor cercetării;
- Selectarea subiecților care participă la cercetarea preliminară în conformitate cu consimțământul informat al acestora și a normelor de etică profesională;
- Stabilirea criteriilor de includere, a criteriilor de excludere și a cadrului de mijloace și procese specifice de evaluare;
- Stabilirea metodelor cercetării preliminare;
- Evaluarea inițială a subiecților incluși în cercetare, utilizând tehnologii moderne-parametrii transmiși de senzori cu rol diagnostic și terapeutic de feedback, determinare compoziție corporală, ritm cardiac și instrumente clasice – date anamnestice, scala vizual analogă, bilanț articular, bilanț muscular, înainte de implementarea protocolului de reabilitare medicală utilizând un pedalier orizontal static;
- Conceperea protocoalelor de recuperare medicală și aplicarea acestora;
- Elaborarea programelor de reabilitare utilizând pedalierul orizontal staționar, adaptând structura programului de exerciții pe grade de dificultate în funcție de riscograma pacientului și comorbiditățile acestora;
- Evaluarea finală a subiecților la sfârșitul cercetării preliminare;
- Centralizarea datelor;
- Analiza, prelucrarea și interpretarea statistico-matematică, grafică și medicală a rezultatelor;
- Evidențierea concluziilor cercetării preliminare experimentale;
- Formularea recomandărilor și a propunerilor în urma aplicării cercetării preliminare experimentale.

### **6.5. Ipoteza cercetării preliminare experimentale**

Cercetarea preliminară, având la bază premisele enumerate mai sus își propune verificarea următoarelor ipoteze de lucru:

**Ipoteza 1** – Evaluarea funcțională implicând metode clasice (anamneză, testing articular, muscular și evaluarea durerii), computerizate (compoziția corporală, parametrii aferenți senzorilor atașați pedalelor exprimați în valori analogice) și hibride (rata cardiacă de

rezervă, evaluarea efortului perceput) are rol atât diagnostic (de determinare a dezechilibrelor musculare) cât și terapeutic, corectiv ca urmare a feedback-ului transmis.

**Ipoteza 2** – Pedalarea terapeutică structurată în funcție de riscograma pacientului aplicată în fereastra terapeutică de intervenție critică este eficientă conform interpretărilor statistice efectuate la grupul de experiment comparativ cu grupul de control.

Cercetarea preliminară experimentală s-a desfășurat la domiciliul pacienților în conformitate cu acreditările medicale aferente cabinetului de liberă practică pentru activități publice conexe actului medical – Murgoci I. Nicolae – Cabinet de Practică Individuală – Kinetoterapie, înregistrat în Registrul Unic al Cabinetelor Medicale-parte a 3-a de Direcția de Sănătate Publică a Județului Galați sub nr. 096732 / 149 din 11.03.2016 (**Anexa nr. 7**), conform deciziei interne nr. 32/20.10.2021, valabilă pentru toate lucrările și studiile desfășurate pentru elaborarea lucrării de doctorat.

În cercetarea preliminară experimentală a fost inclus un număr de zece subiecți care au semnat formularul de consimțământ informat (**Anexa nr. 1**), prin care și-au exprimat acordul privind condițiile de participare la acest demers științific. Selecția subiecților s-a realizat pe baza unor criterii de includere și criterii de excludere.

Criterii de includere: subiecții care necesită reabilitare aferentă membrilor inferioare - pacienți post-protezare, post-traumatisme, post-AVC recent, post COVID-19, intervenții chirurgicale de reconstrucție a tendoanelor și a ligamentelor aferente articulațiilor de la nivelul genunchiului și a gleznei.

Criterii de excludere: orice afecțiune acută, infecțioasă, boli cardio-vasculare, renale decompensate, orice situație amenințătoare de viață (edem pulmonar acut, embolism pulmonar, disecție de aorta, traumatism cranio-cerebral, infarct miocardic acut), amputație membre inferioare.

## 6.6. Etapele cercetării preliminare experimentale

Cercetarea preliminară experimentală a fost precedată de documentarea bibliografică (octombrie 2020-septembrie 2021) privind stadiul actual al cercetărilor finalizată în septembrie 2021 și raportul științific nr.1 privind construirea și proiectarea mijlocului kinetoterapeutic neconvențional (octombrie 2021 – martie 2022) pentru reabilitare motorie și îmbunătățirea calității vieții, finalizat în martie 2022.

### Etapele cercetării preliminare experimentale s-au derulat astfel:

- Debutul cercetării experimentale – elaborare premise, obiective, ipoteze de cercetare - prima jumătate a lunii aprilie 2022;
- Evaluarea inițială, perioada a 2-a jumătate a lunii aprilie - iunie 2022, cuprinde evaluarea durerii cu scala analog vizuală, stabilirea riscogramei pacientului prin bioimpedanță, bilanțul articular stabilit prin goniometrie, bilanțul muscular exprimat în unități MRC și evaluarea dezechilibrelor musculare exprimate în diferența de valoare analogică medie între membrele inferioare, determinarea rezervei cardiace, aprecierea efortului perceput cu scala Borg;
- Evaluarea finală, perioada iulie - septembrie 2022 cuprinde evaluarea durerii cu scala analog vizuală, stabilirea riscogramei pacientului prin bioimpedanță, bilanțul articular stabilit prin goniometrie, bilanțul muscular exprimat în unități MRC și evaluarea dezechilibrelor musculare exprimate în diferența de valoare analogică medie între membrele inferioare, determinarea rezervei cardiace, aprecierea efortului perceput cu scala Borg, colectarea rezultatelor în urma aplicării programelor de recuperare standard și propus timp de patru săptămâni pentru fiecare pacient;
- Centralizare și prelucrare date: octombrie 2022;
- Redactare, emitere concluzii noiembrie 2022;
- Predare raport științific nr.2: decembrie 2022.

## 6.7. Metode de cercetare științifică

Metodologia cercetării științifice recomandă, în elaborarea unei asemenea lucrări, o serie de metode de cercetare specifice, dintre care au fost utilizate următoarele:

- Metoda studiului bibliografic;
- Metoda experimentului științific;
- Metoda măsurării și evaluării indicatorilor antropometrici, a ritmului cardiac;

- Metoda măsurătorilor pentru evaluarea bilanțului muscular și articular;
- Metoda anchetei - chestionarul pentru evaluarea durerii – scala analog vizuală și percepția durerii - scala BORG;
- Metoda observației - folosită în toate etapele de analiză în vederea prevenirii și soluționării discontinuităților organizatorice;
- Metoda analizei biomecanicii cu ajutorul tehnologiei informatice cu ajutorul senzorilor sistemului pedalier orizontal;
- Metoda grafică și tabelară - pentru accentuarea ilustrativă a relațiilor dintre două sau mai multe variabile;
- Metoda grafică a fost folosită pentru a sublinia facil diferențele și de a explica evoluția procesului studiat;
- Metoda statistico-matematică și grafică de prelucrare a datelor, în scopul exprimării calitative și cantitative a rezultatelor utilizând SPSS versiunea 25 și Microsoft Excel;
- Metoda logică facilitând astfel identificarea unor corelații menite să descopere elemente de progres.

## **6.8 Evaluarea subiecților**

Evaluarea subiecților a avut în vedere efectuarea următoarelor examinări înainte, pe parcursul și după ce a avut loc aplicarea programelor de kinetoterapie standard și propus implicând pedalierul orizontal static:

- Anamneza pacienților în vederea încadrării în criteriile de includere sau excludere în studiu, după caz;
- Informarea cu privire la studiul experimental, obținerea consințământului în vederea aplicării programelor de kinetoterapie standard și propus implicând pedalierul orizontal static;
- Examen clinic funcțional: inspecție, palpate, teste funcționale în funcție de patologie;
- Determinarea compoziției corporale pentru a determina diagrama de risc a pacienților și a aplica programul de pedalare corespunzător;
- Aplicarea scalei analog vizuale a durerii (VAS);
- Bilanț articular - evaluarea amplitudinii de mișcare în articulația gleznei, genunchiului și șoldului prin goniometrie;
- Bilanț muscular – evaluare în unitați MRC;
- Dezechilibrele musculare – evaluare cu sistemul pedalier orizontal static exprimată în valori anologice medii pentru membrul inferior drept și stâng și evidențierea diferențelor dintre ele;
- Ritm cardiac țintă – evaluare aplicând formula Karvonen;
- Scala efortului perpeput Borg pentru a menține aderența la tratament și a nu depăși pragul de lactat pe parcursul aplicării sedințelor de kinetoterapie.

### **6.8.1. Date anamnestice**

Istoricul pacientului cuprinde informații legate de vârstă, gen, antecedente personale și patologice, condiții de viață și muncă, comorbidități, medicație personală, alergii, descrierea durerii (tip mecanic, inflamator, mixt, neurogenă, neuropată, acută, subacută, cronică) în vederea încadrării în criteriile de includere sau excludere în studiu, după caz.

Examen clinic funcțional a inclus inspecția, palparea, teste funcționale în funcție de patologie pentru a exclude stadiul acut de intervenție medicală cu adresabilitate în unitățile de medicină de urgență.

### **6.8.2. Compoziția corporală**

Compoziția corporală indentifică cantitatea de țesut adipos, non-gras și masa mușchilor scheletici pe baza datelor de intrare ale fiecărui pacient (vârstă, greutate, înălțime).

Diagrama de risc a fiecărui pacient a fost stabilită pe baza parametrilor de bioimpedanță pentru determinarea compoziției corporale și anume valori exprimate în kilograme pentru mușchii scheletici (SM), țesutul adipos (FM) și țesutul non-adipos (FFM), respectiv a indicilor acestora calculați prin ajustare cu pătratul înălțimii fiecărui pacient ( $FMI = FM/înălțimea^2$ ,  $FFMI = FFM/înălțimea^2$ ). Valorile de referință au folosit consensul european revizuit privind definirea și diagnosticul sarcopeniei (Cruz-Jentoft et al., 2019) și determinarea

somatotipului aferent țesut adipos, respectiv non-adipos în corespondență cu ajustarea acestuia cu pătratul înălțimii fiecărui pacient (Hattori et al., 1997).

Măsurătorile compoziției corporale obținute prin bioimpedanță au utilizat analizatorul Amazfit Smart Scale - Body Composition Analyzer (Declarație de Conformitate cu directivele 2014/53/UE și 2014/65/UE) din dotarea proprie a cabinetului de liberă practică, folosind o singură frecvență de 50 kHz. Pentru fiecare subiect au fost determinate compartimentele corporale majore, estimate automat prin ecuații empirice liniare stocate în memoria sistemului împreună cu datele fizice personale (vârstă, greutate, înălțime).

- Criteriile de excludere aferente măsurătorilor prin bioimpedanță au inclus toate situațiile de alterare a echilibrului hidroelectrolitic (boli hepatice, renale, cardiace decompensate), infecții acute-contagioase, subiecți care poartă stimulator cardiac, persoane cu leziuni cutanate și femeile gravide.
- Criterii de includere aferente măsurătorilor prin bioimpedanță au vizat orice pacient cu indicație medicală de kinetoterapie de la medicul specialist; se restricționează consumul de alimente și lichide timp de cel puțin 4 ore și de alcool cu cel puțin 8 ore înainte de test.
- Procedura: subiecții în ortostatism cu picioarele goale în contact cu suprafața conductoare.

### 6.8.3. Scala analog vizuală

**Scala analog vizuală** VAS = [0-10] evaluează intensitatea durerii pe care o acuză pacientul. VAS este o măsură unidimensională a intensității durerii, utilizată pentru a înregistra progresia durerii pacienților sau pentru a compara modificarea severității durerii ca urmare a aplicării diverselor tratamente în condiții similare.

**Scala analog vizuală** este utilizată pe scară largă în diverse patologii, de exemplu boli reumatice, la pacienți cu dureri cronice, cancer (Hjermstad et al., 2011) sau cazuri cu rinită alergică (Klimek et al., 2017). Pe lângă evaluarea durerii, este folosită pentru a evalua calitatea vieții (Seene & Kaasik, 2012), astmul, dispepsia și ambulația (Delgado et al., 2018; Gould et al., 2001). Este instrument simplu, valid și eficient pentru a evalua controlul bolii (Klimek et al., 2017).

Interpretarea rezultatelor prin asociere numerică (Haefeli & Elfering, 2006) permite posibilitatea efectuării de studii statistice. Interpretarea rezultatelor a respectat următoarea standardizare: 0- nicio durere, 1-3 durere ușoară, 4-7 durere moderată, 8-10 durere severă.

### 6.8.4. Bilanțul articular

Bilanțul sau testul articular este prima evaluare funcțională din bateria de teste utilizate. Evaluează mobilitatea articulară a pacientului cu afectare neuro-motorie și are o importanță deosebită pentru stabilirea obiectivelor de reabilitare funcțională în vederea înlăturării disfuncționalităților schemei de mișcare și prevenirea instalării redorilor/retracturilor. Este util în vederea precizării necesităților de ortezare sau a dispozitivelor asistive care urmează a fi utilizate de pacient identificând progresele sau statusul staționar în urma aplicării tratamentului.

Evaluarea amplitudinii de mișcare în articulația gleznei, genunchiului și șoldului s-a efectuat prin goniometrie. Bilanțul articular face nu numai o măsurare a unghiurilor de mișcare ci și aprecierea senzației finale - end-feel (Morin, 2018; Tudor Sbenghe, 2002, p. 136) după parcurgerea întregii amplitudini articulare. Mobilizarea articulației dureroase poate determina apariția durerii înaintea atingerii amplitudinii de mișcare posibile a articulației, indicând un proces acut inflamator, concomitent cu atingerea AM posibile, indicând un proces subacut sau la aplicarea unei tensiuni suplimentare, indicând stadiul cronic.

Bilanțul articular testează mișcările de flexie/extensie (pendulare) sau de abducție/adducție (oscilatorii) și congruența articulară, înregistrarea mișcărilor anormale sau în direcții nefiziologice.

Valori normale maxime (Braddom, 2011, p. 31-32) ale amplitudinii de mișcare (grade) considerate ținte terapeutice de evaluare, precum și poziționarea goniometrului sunt redate după cum urmează:

- Pentru gleznă și picior: registru de mobilitate normal - flexie plantară 0-50 grade, flexie dorsală 0-20 grade, total amplitudine 70 grade, poziția subiectului - decubit dorsal; plan de

mobilitate- sagital; dispunerea goniometrului – axul este situat sub maleola laterală, brațul fix se menține de-a lungul peroneului, brațul mobil se menține paralel cu metatarsianul V;

- Pentru genunchi: registru de mobilitate normal - flexie 0-135 grade, poziția subiectului - decubit ventral, plan de mobilitate sagital, dispunerea goniometrului – axul este situat pe fața laterală a genunchiului, brațul fix se menține la zero grade, brațul mobil urmează partea laterală a peroneului;

- Pentru șold: registru de mobilitate normal - flexie 0-90 cu genunchiul extins și 0-120 cu genunchiul în flexie, poziția subiectului - decubit dorsal, plan de mobilitate sagital, dispunerea goniometrului – axul este centrat pe fața laterală a membrului inferior, la nivelul trohanterului mare, brațul mobil se menține paralel cu fața laterală a femurului.

Amplitudini de mișcare crescute pot fi induse pasiv de kinetoterapeut iar în cazul în care mobilitatea activă determinată este mai mare ca cea pasivă, subiectul înregistrează o scădere importantă de forța musculară (Tudor Sbenghe, 2002, p. 136-137).

### 6.8.5. Bilanțul muscular - scala MRC

Evaluarea musculară se efectuează întotdeauna după bilanțul articular.

Evaluarea musculară prin testul muscular are rol în precizarea diagnosticului și oferă indicii asupra valorii forței musculare, valorii rezistenței musculare, mărimii tonusului muscular, cuantificării inervării musculare, nivelului controlului motor, integrității anatomice a musculaturii.

În programul recuperator valoarea musculară disponibilă determină programul terapeutic și modul în care sunt afectate activitățile zilnice astfel încât să se poată preveni dezechilibrele musculare care generează dezaxări. Se apreciază necesitatea unor dispozitive asistive, se indică ce activități se pot derula pe baza restantului muscular, necesitatea de reeducare musculară și posibilitățile vocaționale.

Evaluarea obiectivă cuprinde inspecția și palparea – hipotrofia și hipotonia musculară, diferențierea față de edemația membrilor inferioare, simetria musculaturii.

Mișcarea pasivă a segmentelor deosebește spasticitatea piramidală – semnul lamei de briceag față de rigiditatea extrapiramidală – semnul roții dințate, controlul coordonării și echilibrului. Forța musculară este definită drept contracția musculară împotriva unei rezistențe. Forța musculară mai poate fi redată și prin tensiunea unui mușchi contractat. Sistemul de gradare MRC cuprinde intervalul 0-5, cu zece calificative (Fisher & Harrington, 2015; Tudor Sbenghe, 2002, p. 190), conform **Tabelului 6.1**.

**Tabelul 6.1 Testingul muscular – unități MRC, adaptare după** (Fisher & Harrington, 2015; Tudor Sbenghe, 2002, p. 190)

Grad MRC	Calificativ	Forța	Anduranța (Rezistența)
5	Normală	Exprimă o mișcare completă împotriva gravitației concomitent cu aplicarea unei rezistențe puternice	Se pot realiza toate activitățile curente fără instalarea fatigabilității
4	Bună	Idem 5, rezistență moderată	Idem 5
3+	Moderată +	Idem 5, rezistență ușoară	Rezistență limitată, oboseala se instalează rapid
3	Moderată	Exprimă o mișcare completă împotriva gravitației	Pacientul execută limitat activități cotidiene; dacă toți mușchii MI înregistrează forța 3 apare imposibilitatea susținerii mersului.
3-	Moderată -	Mișcarea contra gravitației este posibilă la jumătate din amplitudinea normală	Idem 3 dar mai accentuat
2+	Slabă +	Mișcare anti-gravitațională situată sub pragul de 50% din amplitudinea de mișcare	Este necesară asistența mecanică pentru derularea activităților curente parțiale
2	Slabă	Mișcare completă fără influența gravitației	Idem 2+
2-	Slabă -	Mișcare parțială excluzând gravitația	Dependență completă, pacientul nu poate efectua nicio activitate curentă
1	Schițată	Nu exista mișcare dar se poate simți contracția la nivelul tendonului	Idem 2-
0	Zero	Nu exista contracție	Idem 2-

Bilanțul muscular testează o forță maximă relativă imprimată segmentului testat cu metoda testului muscular manual, descrisă de Fundația Națională de Paralizie Infantilă în 1946 – L. Daniels & C. Warthingham. S-a stabilit ca prag forța 3 care definește rezistența contra gravitației delimitând pacienții cu incapacitate severă față de cei cu capacitate normală – ideea de excelență a profesorului Robert Lovett de la Universitatea Harvard în 1912. Prin aplicarea unor rezistențe adiționale în recuperarea progresivă a pacienților se poate personaliza normalitatea de mișcare a acestora. Testarea musculară implică poziționări

adaptate fiecărui grup muscular pentru excluderea gravitației (forța 0-1-2) sau pentru considerarea gravitației (forța 3-4-5), cu sau fără rezistențe suplimentare (Avers & Brown, 2019; Tudor Sbenghe, 2002, p. 191).

Conform Protocolului medical de medicină fizică și de reabilitare, legiferat prin Ordinul nr. 534 /22.04.2021, publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 439/26.04.2021, testarea forței musculare (scala MRC) se efectuează bilateral, fiind o scală clinică cu 6 niveluri (0-5). Poate fi utilizată și impedanța bioelectrică ca modalitate de evaluare a mușchilor striati și a nervilor periferici, prin determinarea compoziției corporale a fiecărui pacient. Scala MRC calculează forța comensurată pentru grupele de mușchi aferente membrilor superioare luând în considerare abducția bratelor, flexia antebrațelor și extensiile pumnilor și pentru membrele inferioare flexia coapselor, extensia genunchilor și flexia dorsală a picioarelor.

#### 6.8.6. Dezechilibrele musculare

Dezechilibrele musculare au fost evaluate cu sistemul pedalier orizontal static și au fost exprimate în valori analoage medii pentru membrul inferior drept și stâng, evidențiindu-se diferențele dintre ele conform valorilor transmise de senzori.

În paralel s-a determinat forța musculară în unități MRC aferent grupului muscular lezat înainte și după efectuarea programului de recuperare.

#### 6.8.7. Rata cardiacă țintă

Rata cardiacă țintă s-a determinat ținându-se cont de ritmul cardiac maxim, având la bază rezerva de ritm cardiac după formula lui Karvonen (Tudor Sbenghe, 2002, p. 569; Wood, 2010). Ritmului cardiac maxim a fost calculat ca diferență între 220 – vârsta pacientului pentru stabilirea limitei superioare a acestuia.

Rezerva de ritm cardiac sau ritmul cardiac țintă aferent programului de recuperare utilizând formula Karvonen are ca punct de plecare frecvență cardiacă de repaus la care se adaugă diferența între frecvența cardiacă maximă și cea de repaus multiplicată cu intensitatea efortului depus exprimată în procente astfel:

Frecvența cardiacă (FC) țintă = [(FC maximă - FC de repaus) ×% Intensitate] + FC de repaus, respectiv  $FCT = [(FCM - FCR) \cdot I (\%)] + FCR$  (6.1)

S-a propus o intensitate graduală de 40-60%, în acest mod nedepășindu-se pragul de lactat. Luând ca referință FC de repaus = 60 bpm, valorile frecvenței cardiace țintă ar varia între 108 bpm și 168 bpm, pentru o persoană având o vârstă de 40 de ani, pentru care FC max = 180 bpm, după cum urmează:

-Faza I de reabilitare, efort cu intensitate 40%;  $FCT I = (180-60) \cdot 40\% + 60 = 108$  bpm (60% din ritmul cardiac maxim)

-Faza II de reabilitare, efort cu intensitate 50%;  $FCT II = (180-60) \cdot 50\% + 60 = 120$  bpm (66.67% din ritmul cardiac maxim)

-Faza III de reabilitare, efort cu intensitate 60%.  $FCT III = (180-60) \cdot 60\% + 60 = 168$  bpm (93.34% din ritmul cardiac maxim)

Monitorizarea ritmului cardiac a fost efectuată cu ceas Smartwatch Huawei Watch GT 2 (HUAWEI, 2021), dotat cu senzor optic pentru frecvența cardiacă măsurată pe tot parcursul fiecărei ședințe de kinetoterapie – **Figura 6.1**. Cea mai mare valoare înregistrată pe treapta corespunzătoare de intensitate a fost consemnată.



**Figura 6.1** Ceas Smartwatch Huawei Watch GT 2, dotat cu senzor optic pentru frecvența cardiacă (HUAWEI, 2021)

#### 6.9.8. Scala efortului perceput BORG

**Scala Borg (Tabelul 6.2)**, gradată de la 1 la 10, relevă percepția efortului în pedalare și este fost utilizată pentru a stabili ritmul de bază inițial care corespunde unui nivel de intensitate agreat de pacient, condiționarea fiind aerobă (Borg, 1982; Scherr et al., 2013).



Pentru recuperare nivelul efortului perceput nu trebuie să depășească nivelul moderat: Borg = 4-6, pentru a nu atinge pragul de lactat (Kang et al., 2003).

**Tabelul 6.2 Scala Borg în pedalare**, după (Kang et al., 2003; Wattbike, 2022)

Scala	Tip efort perceput	Zona de recuperare/ antrenament	Scop	Adaptări fiziologice	Acțiuni	Puterea medie	Ritmul cardiac mediu
1	Activitate foarte ușoară	Zona 1	Recuperare activă	Creșterea fluxului de sânge către mușchi pentru a elimina metabolismul și a furniza nutrienți	Promovează recuperarea și răspunsul la antrenamentul de recuperare	< 55%	< 68%
2-3	Activitate ușoară	Zona 2	Rezistență	Îmbunătățește metabolismul lipidic și capacitatea de a folosi oxigenul, produce putere și crește eficiența. Crește economia de energie	Utilizarea mai eficientă a energiei. Capabil să producă mai multă putere cu același nivel de efort, se axează pe tehnică/deprimare	56-75%	69-83%
4-6	Tempo/ Moderat	Zona 3	Tempo	Îmbunătățește metabolismul carbohidraților, conferă mușchilor cu contracție rapidă caracteristicile musculare ale mușchilor cu contracție lentă	Putere durabilă, îmbunătățită	76-90%	84-94%
7-8	Activitate viguroasă	Zona 4	Pragul de lactat	Îmbunătățește metabolismul carbohidraților, crește pragul de lactat, schimbă unii mușchi cu contracție rapidă în contracție lentă	Ritm de cursă sustenabil îmbunătățit, util în timpul perioadelor de scădere sau precompetiție: prea mult timp în această zonă poate provoca oboseală	91-105%	95-105%
9	Activitate foarte grea	Zona 5	VO <sub>2</sub> max/Viteza	Îmbunătățește capacitatea sistemului cardiovascular și VO <sub>2</sub> max, crește producția de energie anaerobă și accelerează eliminarea metaboliților	Capacitate cardio-vasculară și respiratorie îmbunătățită și rezistență la oboseală pe termen scurt	106-120%	>106%
10	Activitate cu maxim de efort	Zona 6	Capacitate anaerobă/ Neuromuscular/ Putere	Crește puterea musculară maximă, dezvoltă sistemul cardiovascular și VO <sub>2</sub> max, crește pragul de lactat	Viteza de sprint, capacitatea de a accelera	121-150%	N/A

Pentru pacienții post Covid -19, conform Protocolului medical de medicină fizică și de reabilitare, legiferat prin Ordinul nr. 534/22.04.2021, publicat Monitorul Oficial Partea I nr. 439/26.04.2021, se impune urmărirea pacienților cu privire la efortul perceput în timpul programului de reabilitare. Scalele utilizate evaluează fatigabilitatea, dipneea și efortul depus pentru efectuarea unei activități. Foarte utile în monitorizarea pacienților sunt semnele clinice: tensiunea arterială și frecvență cardiacă ce pot fi determinate cu tesiometrul, rata respiratorie, frecvența cardiacă, precum și determinările sanguine periferice aferente pulsului și saturației în oxigen, evaluate cu pulsoximetrul. Cicloerogometrul a fost recomandat pentru pacienții cooperanți în protocolul de recuperare specificat - **Tabelul 6.3** (EMITENT MINISTERUL SĂNĂTĂȚII, 2021).

**Tabelul 6.3 Percepția efortului/dispneei - Scala Borg**, după (MINISTERUL SĂNĂTĂȚII, 2021)

Percepția efortului/dispneei - Scala Borg	Interpretare scală Borg – efort perceput	Scala de percepție a dispneei	Interpretare scală Borg – percepție dispnee
0	Fără efort	0	Fără dispnee
0.5	Foarte foarte ușor	0	Fără dispnee
1	Foarte ușor	1	Vag perceptibilă
2	Ușor	2	Foarte ușoară
3	Moderat	3	Ușoară spre moderată
4	Nu foarte intens	4	Moderată
5	Nu foarte intens	5	Dificultăți la respirație minime
6	Destul de intens	6	Moderat-severă
7	Destul de intens	7	Severă
8	Foarte intens	8	Foarte severă
9	Foarte foarte intens	9	Lipsă de aer maximă
10	Maxim	10	Extremă lipsă de aer

Se recomandă în reabilitarea pacienților stadiul postacut un scor maxim 4/10 pe scala Borg pentru efort perceput/fatigabilitate/dispnee conform protocolului de reabilitare post-Covid (EMITENT MINISTERUL SĂNĂTĂȚII, 2021).

Menționez că fiecare pacient a avut cel puțin un episod COVID-19 ușor spre moderat care nu a necesitat internare sau oxigenoterapie, opt pacienți fiind vaccinați și doi pacienți nevaccinați.

## CAPITOLUL 7. PROIECTAREA ȘI CONSTRUIREA DISPOZITIVULUI INOVATIV PEDALIER ORIZONTAL STATIC

### 7.1. Proiectarea ergonomică a pedalierului orizontal staționar

Proiectarea a ținut cont de fiabilitatea dispozitivului, distanța inter-pedale exprimată optim prin factor Q auto-selectat, poziția pacientului, modul de acțiune și distribuția de forțe în lanțul kinetic controlat.

#### a. Importanța factorului Q (QF)

Proiectarea dispozitivului kinetoterapeutic a ținut cont de asigurarea stabilității acestuia luând în considerare factorul Q medical indicat pentru reabilitării membrelor inferioare ce implică tripla flexie/extensie. Q-Factor (QF) în ciclism sau lățimea inter-pedală este analog cu lățimea pasului în mers. S-a demonstrat că mărimea lățimii pasului reduce momentul maxim de abducție a genunchiului (Thorsen, 2018).

QF în ciclism este corelat direct cu lățimea pasului în timpul ambulației. În mersul normal, lățimea preferată a pasului a fost raportată a fi între 7-12 cm (Helbostad & Moe-Nilssen, 2003; Hollman et al., 2011; Thorsen, 2018; Wert et al., 2010) și între 13-17 cm în urcarea scârilor și 15-17 cm în coborârea scârilor (Paquette et al., 2014; Thorsen, 2018; Wert et al., 2010; Yocum et al., 2018).

Intervalul unui QF eficient din punct de vedere mecanic este exprimat prin distanța inter-pedală de 137-150 mm. Bicicleta staționară a fost concepută pentru a folosi capacitatea naturală de locomoție a corpului uman pentru a oferi mișcare asistată. QF auto-selectat scade variabilitatea genunchiului și îmbunătățește stabilitatea, cu o medie raportată la  $142 \pm 12$  mm, optim 142 mm și o corelație a de diminuare a variabilității genunchiului foarte mare determinată statistic  $R^2 = 0,938$  (B. X. Disley & Li, 2014; Thorsen, 2018).

Instabilitatea cinematică a bicicletei trebuie abordată pentru a reduce riscul de leziune a genunchiului. S-a demonstrat că o modificare a factorului Q, respectiv distanța orizontală dintre brațele pedalelor scade costul metabolic. Factorul Q are un efect combinat asupra eficienței mecanice brute și variabilității genunchiului. Factorul Q auto-selectat care oferă cea mai mare eficiența și cea mai mică variabilitate la genunchi, măsurat de 142 mm (14,2 cm) a oferit cea mai bună stabilitatea a genunchiului în comparație cu alți factori Q. Factorul Q auto-selectat – **Figura 7.1**, are potențialul de a reduce riscul de accidentare a genunchiului și de a oferi o eficiență sporită în timpul pedalării (Benedict Xavier Disley & Li, 2014).

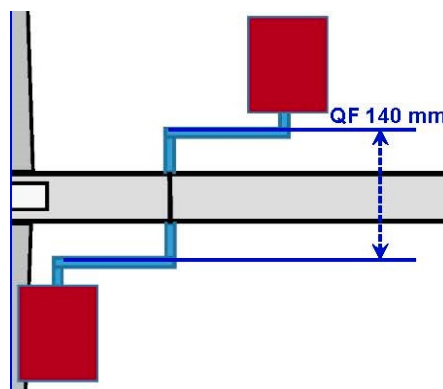


Figura 7.1 QF auto-selectat [contribuție proprie]

Bicicleta staționară construită are un QF auto-selectat = 14 cm. S-a utilizat pedalierul TECHFIT Ped2 pentru recuperarea medicală a membrelor inferioare pentru a menține stabilitatea genunchiului în timpul pedalării.

### b. Poziția pacientului

Poziția pacientului este în decubit dorsal (supină), cu ridicarea trunchiului la 30-45% în funcție de patologie.

**Particularități** privind siguranța dispozitivului și a pacientului aflat în decubit dorsal:

1. decubit dorsal în șezut lung cu membrele inferioare stabilizate pe pedale prin 2 curele de susținere;
2. reglarea lungimii cu ajutorul barei de stabilizare pentru membrele superioare astfel încât genunchiul să fie ușor flexat (aproximativ la 10 grade) când piciorul se află în punctul cel mai de jos al ciclului de pedalare și asigurarea că pacientul poate mișca pedala pe toată durata ciclului;
3. curelele de susținere a piciorului pe pedală sunt flexibile, stabilizează piciorul în același timp permite mișcarea articulației gleznei în timpul pedalării;
4. bara de susținere pentru membrele superioare va ajuta la consolidarea reacției de echilibru în șezut lung.

### c. Mod acțiune

Mișcarea este activă cu următoarele caracteristici:

1. mișcarea controlată a pedalei înainte și înapoi până la capăt/restricție printr-o jumătate sau un sfert de rotație în cazul afecțiunilor SNC/SNP cu deficite motorii grave;
2. accentul poate fi schimbat pe mișcarea șoldului, genunchiului sau gleznei prin modificarea distanței față de pedale.

### d. Mișcarea - distribuție de forțe în lanț kinetic controlat

Sistemul de pedalare construit se bazează pe stabilizarea lanțului kinetic prin fixarea picioarelor prin două benzi de susținere, una la nivelul calcaneului și cealaltă pe fața dorsală a picioarelor. Încărcarea este reprezentată de greutatea membrelor inferioare, forța musculară de împingere utilizată împotriva rezistenței pedalei configurează sistemul ca fiind lanț kinetic controlat. Implică utilizarea celor trei articulații (șold, genunchi, gleznă) în plan sagital rotativ, cu reacție de echilibru consolidată în șezut lung (decubit dorsal).

### e. Schemă pedalier orizontal – vedere laterală și de sus – Figura 7.2., Figura 7.3. (Anexa nr. 2 și Anexa nr. 3)

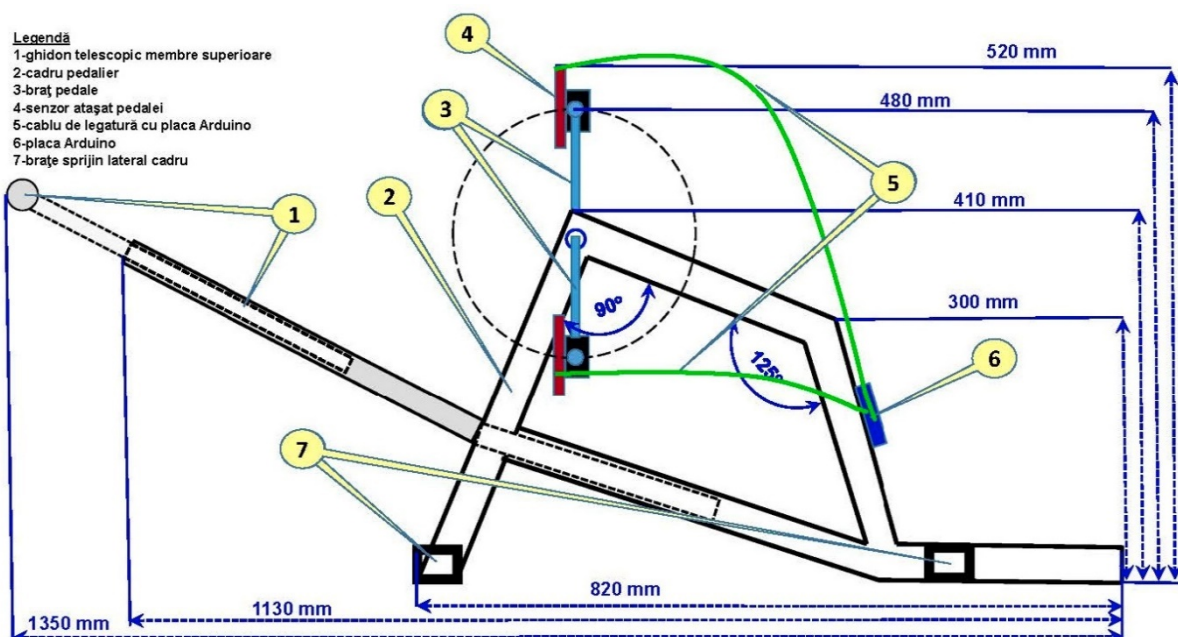


Figura 7.2 Schemă pedalier orizontal - vedere laterală [contribuție proprie]

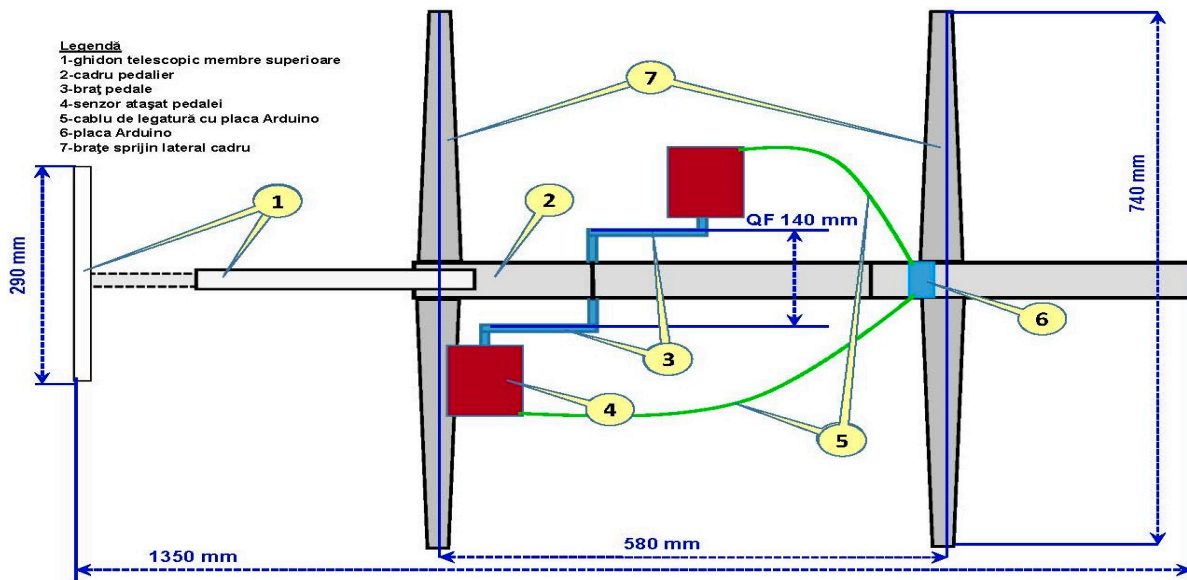


Figura 7.3 Schemă pedaliier orizontal - vedere de sus [contribuție proprie]

## 7.2. Proiectarea schemei electrice

Proiectarea schemei electrice a ținut cont de asigurarea siguranței utilizării unui sistem electric. Pentru transferul informației din senzorii de presiune plantari s-a utilizat placa analoagă Arduino, a cărei fiabilitate, utilitate, eficiență în analiza mersului a fost demonstrată de literatura de specialitate. La aceasta se adaugă și costul scăzut, fiind o metodă fezabilă de proiectare și aplicare (C. Drugă 1, 2017; Grenez et al., 2013; Jor et al., 2019).

### Instrumente utilizate pentru măsurarea variabilelor

#### a. Sistemele de măsurare a presiunii.

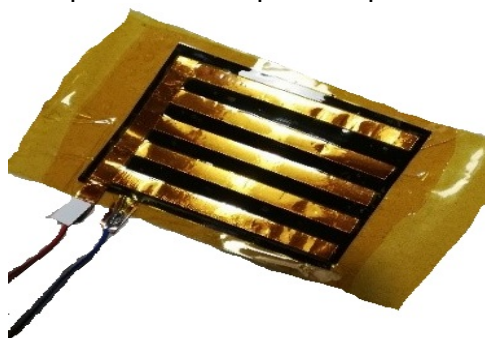
Presiunea este egală cu forța împărțită la pătratul suprafeței fiind măsurată de senzorii de presiune. Prin urmare, presiune este egală cu forța împărțită la aria senzorului. Măsurătorile de presiune plantară utilizate sunt cele de contact picior-pedală.

Senzorii de presiune pot fi utilizați pentru a determina dezechilibrele de lanț kinetic, biomecanic și aliniament postural, pentru a stabili eficacitatea ortezelor și riscul de accidentare în cazul piciorului diabetic și pentru recuperarea postoperatorie.

Măsurarea presiunilor plantare se face cu ajutorul senzorilor atașați pedalelor. Semnalele senzorilor sunt transformate în valori analoage pentru ambele picioare.

FSR-urile (Force Sensing Resistor) sunt senzori de presiune rezistenți utilizați în toate tipurile de industrii (medicale, electronice, telefoane mobile, dispozitive portabile de jocuri), ușor de utilizat pentru detectarea presiunii.

FSR-ul este conectat la o rezistență de 10Kohm și senzorul este citit pe pinul analog 0 respectiv 1 pentru fiecare picior în parte – **Figura 7.4.**



Bandă Kapton	
Bandă de cupru	
Folie conductivă velostat	
Folie conductivă velostat	
Bandă de cupru	
Bandă Kapton	

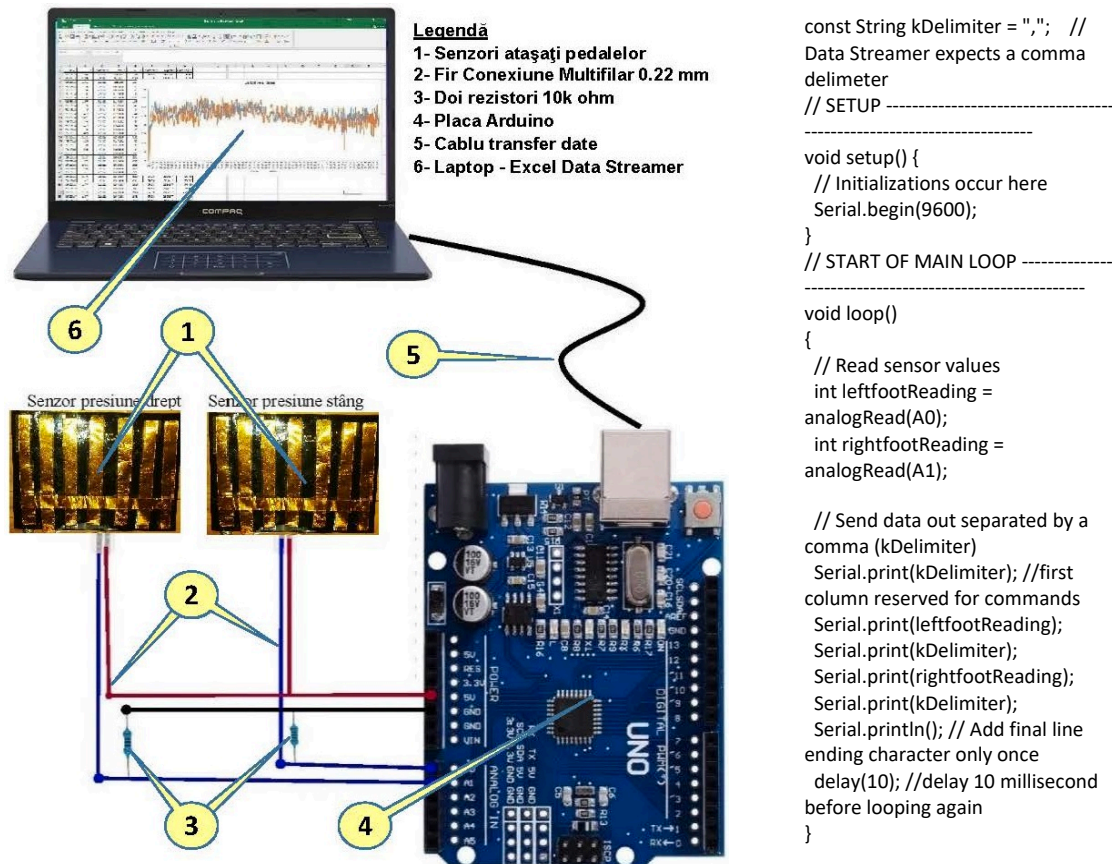
Figura 7.4 Senzorul de presiune construit pentru pedale [contribuție proprie]

Se măsoară forțele de reacție în conformitate cu rezultatul senzorului analog. Folosind cablu USB de conexiune între placa Arduino și calculator are loc preluarea valorii analoge.

### a. Schema electrică

**Schema electrică** include următoarele componente principale- **Figura 7.5:**

- Doi rezistori 10k ohm;
- Placa Arduino UNO R3 CH340 pentru semnal autolog;
- Sensori presiune **FSR**- Force Sensing Resistor atașați pedalelor;
- Cablu USB de transfer al datelor în calculator;
- Cabluri de legătură, izolatori, velostat, kapton.




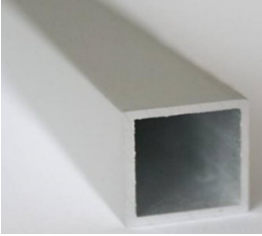
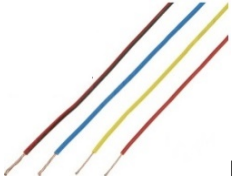




**Figura 7.5** Circuitul electric senzorii, placa Arduino-conexiunea PC [contribuție proprie]  
Programul utilizat în C++ este evidențiat și în **Anexa nr. 6.**

### 7.3. Construirea efectivă a bicicletei orizontale și a schemei electrice

Materialele au fost alese astfel încât greutatea să fie cât mai mică posibil dar să nu interfereze cu stabilitatea dispozitivului și siguranța utilizării să fie maximă

**a. Materiale necesare sunt detaliate în Tabelul 7.1 însoțite de specificațiile tehnice. (Figurile 7.6-7.16)**

**Tabelul 7.1 Specificații asupra materialelor folosite**

Nr crt.	Nume produs	Specificații
1	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.6 Pedalier</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Pedalier TECHFIT Ped2 cu afisaj</b></p> <p>Afișaj digital: timp, repetări, calorii, rotații pe minut                      Dimensiune produs ambalat: 38 cm x 18 cm x 35 cm (LxlxH)                      Greutate neta: 2.35 kg                      Trepte de dificultate: 5                      Mecanism de frânare: mecanic (Techfit.ro, 2021).</p>
2	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.7 Profil aluminiu</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Profil aluminiu patrat 40 mmx 40 mmx3m alb</b></p> <p>Profil aluminiu pătrat 40x40 x 3m                      Teavă pătrată din aluminiu de durabilitate medie                      Compoziție chimică conform: EN 537-3 Proprietăți mecanice conform: EN 755-2 Indicații pentru mecanica fină (Webshop.mam-bricolaj.ro, 2021).</p>
3	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.8 Fir conexiune</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Fir Conexiune Multifilar 0.22 mm<sup>2</sup> – Albastru, Negru, Roșu, Maro</b></p> <p>Multifilar, secțiune fir: 0.22 mm<sup>2</sup>                      Izolație : PVC                      Tensiune nominală : 150 V                      Diametru exterior : 1.3 mm (Robofun.ro, 2021c).</p>
4	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.9 Bandă Kapton</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Bandă izolatoare autoadezivă Kapton tape 80mm x 30m</b></p> <p>Această bandă este ideală pentru lipirea, izolarea circuitelor plăcii, protejarea împotriva temperaturilor ridicate, pentru izolari electrice diferite, eficientă la separarea rezistențelor electrice de încălzire etc.                      Lungime: 30 m Lățime :80mm                      Temperatura maximă la care rezistă este de 280° Celsius (Emag.ro, 2021a).</p>
5	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.10 Bandă de cupru cu adeziv</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Banda de cupru cu adeziv - 6mm x 15 metri</b></p> <p>Se caracterizează prin flexibilitate. Este utilizată la lipirea subcomponentelor unui sistem. Conduce curentul electric cu sarcini mici pe o singură parte. Grosimea este de 0.07 mm și lățimea de 6 mm.                      (Robofun.ro, 2021b).</p>
6	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.11 Velostat</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Folie conductivă cu rezistență variabilă cu presiunea - Velostat, dimensiune 30x30 cm</b></p> <p>Conductor utilizat pentru senzorii de tip portabili – flexibili, reacționează la presiuni, fiind rezistent la temperaturi la -45°C la 65°C, la caldura e etans                      Dimensiuni: 30x30 cm / buc;                      Grosime: 4 mil / 0.1mm;                      Volumul de Rezistență: &lt;500 ohm-cm;                      Suprafata de rezistență&lt; 31,000 ohms/cm<sup>2</sup> (Emag.ro, 2021b).</p>
7	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 7.12 Carcasă plastic transparent Arduino UNO</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Carcasă plastic transparent Arduino UNO</b></p> <p>Placa de dezvoltare Arduino Uno R3 beneficiază de protecție cu ajutorul carcasei acrilice. Carcasa este realizată din plastic transparent, fiind îmbinată prin 2 componente. Adaptată pentru Toate tipurile de plăci arduino si colne UNO.                      Oferă acces pentru butonul de reset și pini.                      Asamblarea este facilă cu ajutorul instrucțiunilor de pe carcasă. Asigură stabilitate și protecție plăcii de dezvoltare Arduino UNO.                      Conexiunea cu cablul USB, alimentarea cu curent și accesul la butonul reset usor de realizat.                      Mărimea este redusă: lungime 80 mm, lățime 65 mm și înălțime 18 mm. Este un dispozitiv usor, cântărind 45g (Sigmanortec.ro, 2021).</p>

<p>8</p>	 <p>Figura 7.13 Arduino UNO R3 CH340</p>	<p><b>Arduino UNO R3 CH340</b>                  Placa de dezvoltare UNO R3 + cablu USB                  Este compatibilă cu Arduino - o platformă de procesare open-source.                  Placa de dezvoltare Uno R3 este o versiune de Uno, cu o interfață USB nouă și îmbunătățită. Are slot de expansiune cu suport pentru 3,3 V, pin de RESET și un sistem de selecție automat pentru sursa de alimentare USB sau DC.                  Caracteristici generale: Tip procesor ATmega328 , Tensiune: 5V; Frecvență de emiter: 16 MHz (Robofun.ro, 2021a).</p>
<p>9</p>	 <p>Figura 7.14 Adeziv bicomponent</p>	<p><b>Adeziv bicomponent universal - Bison Epoxy</b>                  Este rezistent fiind produs din rășini epoxidice cu colorație gri, adaptata reparării obiectelor metalice. Rezistă la imersia în apă, forte de torsiune, temperaturi variate, vibrații de orice tip și presiune, Are indicație pentru reparări piese de biciclete, autovehicule și oricare alt obiect metalic. A fost utilizat pentru capacitatea de umplere, 1 tub având 240 cm<sup>2</sup>,(Dedeman.ro, 2021a)</p>
<p>10</p>	 <p>Figura 7.15 Șurub autofiletant pentru tablă</p>	<p><b>Șurub autofiletant pentru tablă, cu cap plat șaibă, din oțel, zincat alb, 4.2 x 25 mm</b>                  Șurubul este realizat din oțel cu finisaj zincat alb și este destinat a fi folosit la fixările în tablă.                  Acesta este autofiletant, are cap plat, amprenta PH2, diametrul de 4.2 mm si lungimea de 25 mm, din oțel (Dedeman.ro, 2021b)</p>
<p>11</p>	 <p>Figura 7.16 Cablu Hama USB 2.0</p>	<p><b>Cablu Hama USB 2.0, gold-plated, 1.5 m</b>                  Transfer de date High Speed de până la 480 Mbps; înveliș din țesătură elegantă și flexibilă pentru protecție suplimentară împotriva îndoirii;                  Prezintă siguranță la transmiterea semnalului, este rezistentă la contact;                  Ecranare dublă pentru reducerea optimă a interferențelor electromagnetice perturbatoare.                  Caracteristici generale                  Tip produs Cablu USB 2.0                  Lungime (m) 1.5                  Viteza de transfer 480 MBit/s                  Tip conector USB A - USB B                  Alte detalii Utilizare: PC &amp; Notebook (Altex.ro, 2021)</p>

Alte materiale folosite au fost: doi rezistori 10kohm, spumă poliuretanică, cositor pentru lipit, adeziv universal, șuruburi cu piuliță și bara tip ghidon pentru susținerea membre superioare în timpul pedalării.

**b. Etapele de construire ale sistemului pedalier staționar orizontal au fost următoarele:**

b1. Brațele mobile ale pedalierului TECHFIT Ped2 au fost scoase și înlocuite cu brațe construite din profilul de aluminiu cu dimensiuni mai lungi, care ulterior au fost umplute cu spumă poliuretanică. (Figura 7.17)



**Figura 7.17 Brațe construite din profilul de aluminiu atașate la pedalier [contribuție proprie]**

b2. Șuruburile autofiletante pentru tablă, cu cap plat, șaiba, din oțel, zincat alb, 4.2 x 25 mm, au fost utilizate pentru fixarea unghiurilor profilului de aluminiu. (**Figura 7.18**)



**Figura 7.18 Fixarea unghiurilor profilului de aluminiu cu ajutorul șuruburilor autofiletante pentru tablă [contribuție proprie]**

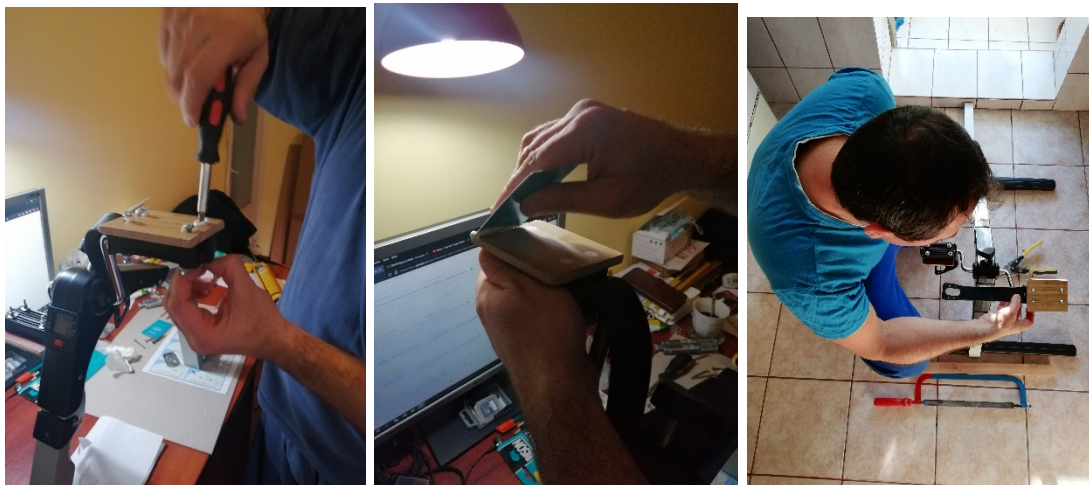
b3. Prinderea brațelor de susținere laterale de cadrul pedalierului cu adeziv biocomponent și șuruburi autofiletante. (**Figura 7.19**)





**Figura 7.19 Prinderea brațelor de susținere laterale [contribuție proprie]**

b4. Au fost montate dispozitivele de suport - platforma pedală dură, pentru senzorul de presiune, construite din material MDF cu ajutorul șuruburilor cu piuliță și a adezivului universal. (Figura 7.20)



**Figura 7.20 Dispozitivele de suport - platforma pedală dură pentru senzorul de presiune-MDF [contribuție proprie]**

b5. Construirea și montarea axului central de echilibrare și susținere ghidon telescopic. (Figura 7.21)



**Figura 7.21 Construirea și montarea axului central de echilibrare și susținere ghidon telescopic [contribuție proprie]**

b6. Construirea și montarea senzorului pe platforma dură din MDF a pedalei

La construirea și montarea senzorilor pe platforma dură din MDF a pedalei s-au utilizat kaptonul ca material izolator peste care s-au lipit benzile de cupru autoadezive (7 benzi paralele și o bandă perpendiculară la capatul anterior), după care s-au cositorit, construind astfel două staturi având în mijloc două folii conductive de velostat (Emag.ro, 2021b). Aria calculată a suprafeței senzorilor este de  $80\text{mm} \times 95\text{mm} = 760 \text{ mm}^2$  – Figura 7.22.



Figura 7.22 Construire și montaj senzor pe platforma dură din MDF a pedalei [contribuție proprie]

b7. Montarea curelelor pentru susținerea piciorului pe pedală la nivelul calcaneului în zona ahiliană și la nivelul feței dorsale a piciorului – **Figura 7.23.**



**Figura 7.23 Curele de susținere a picioarelor pe pedală [contribuție proprie]**

b8. Montajul carcasei și a plăcii placa Arduino UNO R3 CH340 și stabilizarea acestora cu două șuruburi autofiletante – **Figura 7.24.**



**Figura 7.24 Montaj placa Arduino UNO R3 CH340 [contribuție proprie]**

b9. Ansamblu întreg pedalier orizontal- **Figura 7.25.**



**Figura 7.25 Ansamblu întreg pedalier orizontal [contribuție proprie]**

#### 7.4. Verificarea funcționalității dispozitivului

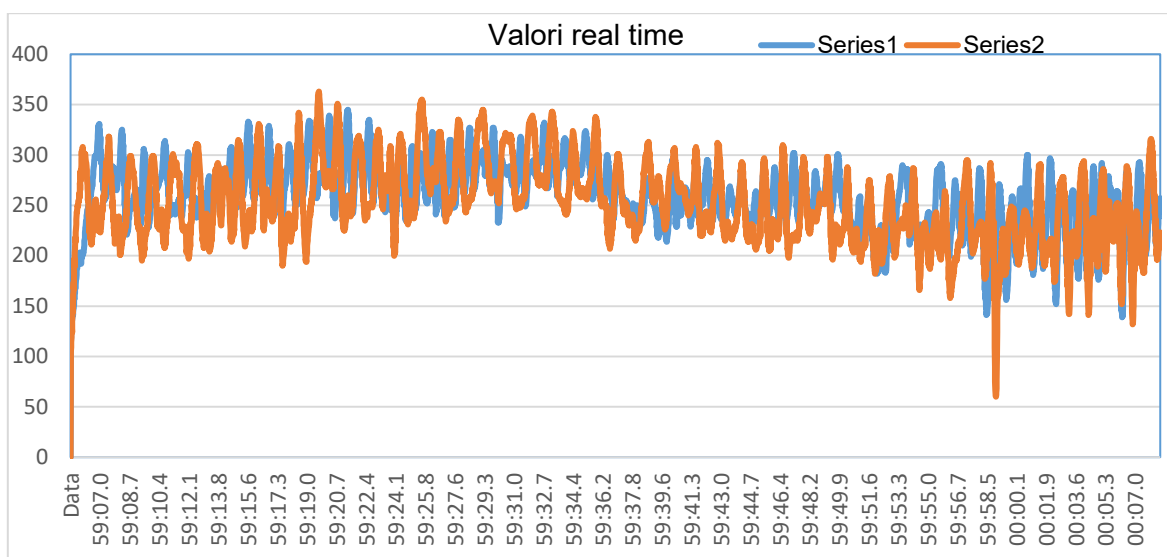
Software-ul Arduino (IDE 1.8.19) open-source facilitează scrierea codului și încărcarea acestuia pe placă. Acest software poate fi folosit cu orice placă Arduino (Arduino.cc, 2021).

Microsoft Excel este un instrument util pentru vizualizarea și analiza datelor cu ajutorul aplicației Data Streamer ce permite importarea, vizualizarea și analizarea datelor live de la dispozitive externe, cum ar fi microcontrolerul Arduino. În acest mod colectarea datelor de la senzori este accesibilă și ușor de utilizat pentru o mare varietate de aplicații. S-a utilizat un program C++ conform **Anexei nr. 6**. Data Streamer, gratuit cu O365, citește valorile imprimate pe portul serial al computerului, datele fiind tipărite pe monitorul serial Arduino IDE (Microsoft.com, 2021).

Senzorul de presiune atașat pedalei are conexiune cu placa Arduino. Cu ajutorul unui cablu USB datele se transmit la calculator pentru redare în timp real a pedalării în Microsoft Excel efectuată cu Data Streamer. Testul a fost efectuat cu presiunea palmară pentru a verifica transmiterea datelor și a calcula marja de eroare. Valorile rezultate se transmit la interval de 150 ms pe 500 de rânduri – **Tabelul 7.2, Figura 7.26**.

**Tabelul 7.2 Transmitere date Data Streamer în timp real (fragment)**

Timp	Senzor stâng Seria 1	Ajustare marja A0	Valoare analoagă A0	Senzor drept Seria 2	Ajustare marja A1	Valoare analoagă A1	Diferențe A0-A1
59:05.3	114	22.12	91.88	105	6.63	98.37	-6.49
59:05.3	121	22.12	98.88	114	6.63	107.37	-8.49
59:05.3	127	22.12	103.88	119	6.63	112.37	-8.49
59:05.3	130	22.12	107.88	123	6.63	116.37	-8.49
59:05.4	136	22.12	113.88	130	6.63	123.37	-9.49
59:05.4	136	22.12	113.88	124	6.63	117.37	-3.49
59:05.4	139	22.12	116.88	141	6.63	134.37	-17.49
59:05.4	142	22.12	119.88	149	6.63	142.37	-22.49
59:05.4	144	22.12	121.88	161	6.63	154.37	-32.49
59:05.4	147	22.12	124.88	164	6.63	157.37	-32.49
59:05.5	148	22.12	125.88	174	6.63	167.37	-41.49
59:05.5	149	22.12	127.88	167	6.63	160.37	-33.49
59:05.5	151	22.12	128.88	181	6.63	174.37	-45.49
59:05.5	155	22.12	132.88	187	6.63	180.37	-47.49
59:05.5	158	22.12	135.88	197	6.63	190.37	-54.49
59:05.5	158	22.12	135.88	189	6.63	182.37	-46.49
59:05.5	161	22.12	138.88	203	6.63	196.37	-57.49
59:05.5	163	22.12	140.88	207	6.63	200.37	-59.49
59:05.5	167	22.12	144.88	209	6.63	202.37	-57.49
59:05.6	168	22.12	145.88	218	6.63	211.37	-65.49
59:05.6	168	22.12	145.88	214	6.63	207.37	-61.49
59:05.6	171	22.12	148.88	223	6.63	216.37	-67.49
59:05.6	176	22.12	153.88	227	6.63	220.37	-66.49
59:05.6	177	22.12	154.88	231	6.63	224.37	-69.49



**Figura 7.26 Grafic senzor pedala stanga (seria 1) și dreapta (seria 2) [contribuție proprie]**

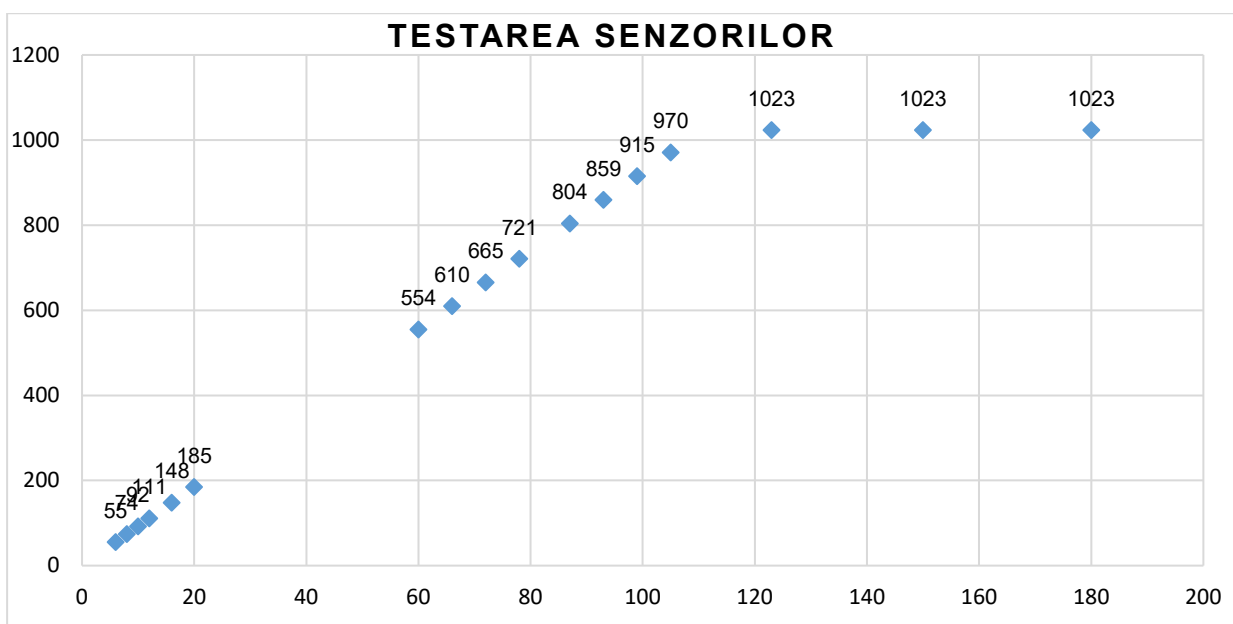
Testul a durat 5 minute, cele mai mari valori analoge înregistrate fiind 345 și 253 (valori testate manual), prin urmare sistemul funcționează și poate fi implementat următorul nivel preliminar.

Placa Arduino întoarce o valoare de la 0-1024 pentru orice semnal analogic dat, corespunzător unei surse de 5 volți.

Testarea senzorilor atașați pedalelor cu greutăți diferite au fost realizată cu teste cu încărcare, senzorul fiind la contact cu solul din poziție ortostatică, implicând greutăți standard de 6,8,10,12,16, 20 kg și respectiv subiecți sănătoși conform **Tabelului 7.3**. De la greutatea de 123 kg + semnalul analogic rămâne constant la 1023 - **Figura 7.27**, Menționez că cea mai mare greutate înregistrată la pacienții selecționați pentru cercetarea de față a fost de 104,1 kg deci senzorii pot fi utilizați pentru studiul preliminar și final.

**Tabelul 7.3 Testarea senzorilor atașați pedalelor cu greutăți diferite** [contribuție proprie]

Tip	Greutate (kg)	Valoare analogă medie
standard	6	55
standard	8	74
standard	10	92
standard	12	111
standard	16	148
standard	20	185
persoana	60	554
persoana	66	610
persoana	72	665
persoana	78	721
persoana	87	804
persoana	93	859
persoana	99	915
persoana	105	970
persoana	123	1023
persoana	150	1023
persoana	180	1023

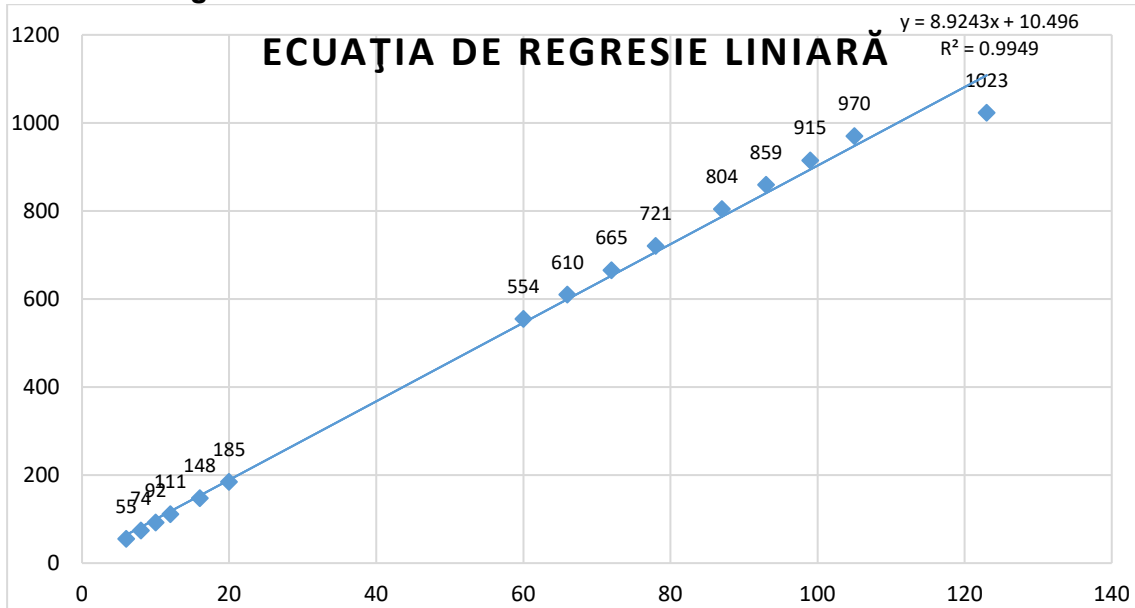


**Figura 7.27 Testarea senzorilor atașați pedalelor cu greutăți diferite** [contribuție proprie]

Eliminând ultimele 2 valori plafonate, s-a calculat ecuația de regresie liniară **(7.1)**

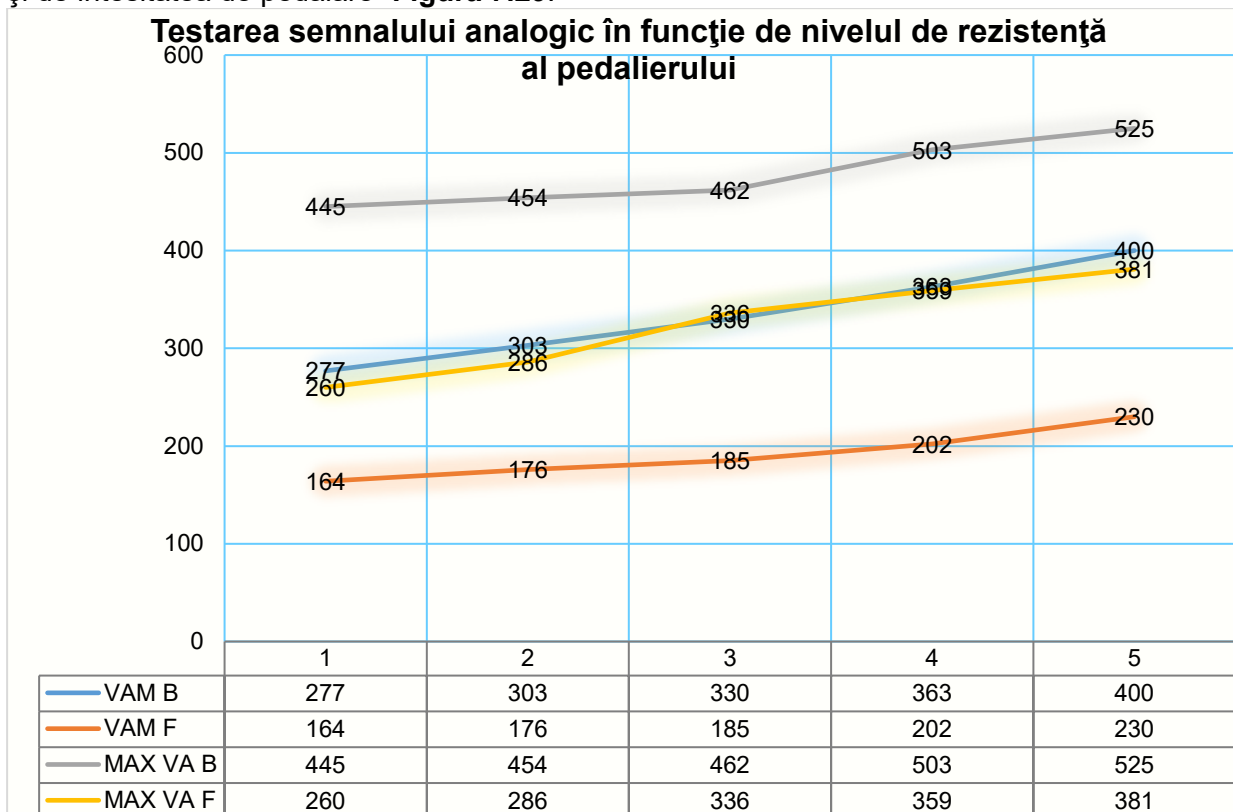
$$y=8.9243x+10.496.$$

Mărimea efectului este de  $R^2=0.9949$  adică pentru 99.49% din subiecți și greutatele testate există o legătură semnificativă între acestea și valoarea redată de senzori. Valorile admise pentru proiectele de cercetare trebuie să depășească 90%, condiție fiind îndeplinită în acest caz – **Figura 7.28**.



**Figura 7.28** Ecuația de regresie liniară [contribuție proprie]

Ulterior am testat valorile înregistrate de senzori din poziție orizontală în pedalare când contactul cu pedala este reprezentată de presiunea de împingere a unui membru inferior alternativ cu cel opus, calculându-se o valoare medie a semnalului analog transmis, în funcție și de intensitatea de pedalare- **Figura 7.29**.



**Figura 7.29** Testarea semnalului analogic în funcție de nivelul de rezistență al pedaliierului [contribuție proprie]

## CAPITOLUL 8. RECUPERAREA MEDICALĂ AFERENTĂ GRUPULUI DE CONTROL ȘI GRUPULUI DE EXPERIMENT ÎN VEDEREA FACILITĂRII AMBULAȚIEI

### 8.1. Recuperarea medicală aferentă grupului de control

#### 8.1.1 Protocolul de recuperare medicală aferent grupului de control

Grupul de control cuprinde cinci subiecți cu indicația de kinetoterapie de la medicul specialist: un pacient cu afectarea articulației coxo-femorale (coxartroză dreaptă asociată cu lombosciatică), un pacient cu AVC și hemiplegie stângă, un pacient cu afectarea articulației genunchiului (gonartroză și comorbidități asociate) și doi pacienți cu afectare la nivelul articulației gleznei (status post-entorsă, respectiv post-fractură). Toți pacienții au avut un episod de COVID-19 în antecedente. Programul de recuperare a durat 4 săptămâni cu o frecvență de 3 ori pe săptămână, în total 12 ședințe (50 min/ședință).

**Obiectivele majore** privind combaterea efectelor COVID-19 au vizat (MINISTERUL SĂNĂTĂȚII, 2021):

- refacerea capacității cardio-respiratorii, îmbunătățirea toleranței la efort;
- ameliorarea efectelor decon condiționării și a complicațiilor acestora;
- prevenirea deficiențelor neuro-motorii și psihice;
- ameliorarea calității vieții prin promovarea funcționalității fizice și sociale.

**Obiectivele generale și specifice** fiecărui tip de afecțiune au vizat următoarele:

#### →Obiective generale

1. Ameliorarea durerii
2. Refacerea mobilității
3. Creșterea forței și mobilității articulare
4. Prevenirea și corectarea deformărilor
5. Educarea pacientului

#### →Obiective specifice – coxartroză, lombosciatică (Braddom, 2011, p. 941, 945):

1. posturare corectă - aliniament postural și pelvin, fortificarea mușchilor abdominali și a stabilizatorilor pelvini (fesierul mijlociu, fesierul mare), asuplizarea zonelor caracterizate de contractură sau rigiditate (ischiogambieri, flexorii și rotatorii soldului);
2. prevenirea decon condiționării;
3. ameliorarea durerii, îmbunătățirea funcționalității;
4. tonifierea și creșterea rezistenței mușchilor ce susțin coloana vertebrală și îmbunătățirea flexibilității în zonele în care este deficitară;
5. dozare corectă a efortului pe trepte fixe, planificate, bazate pe țeluri realiste și pe simptomatologie.

#### →Obiective specifice – post-AVC (Braddom, 2011, p. 1266):

1. sincronizarea normală între contracția și relaxarea musculară în timpul efectuării exercițiilor (tricepsul sural se contractă activ în timpul fazei de balans dar nu reușește să asigure stabilitatea în timpul fazei de sprijin iar mușchiul cvadriceps rămâne activ pe toată durata ciclului de mers, inclusiv a fazei de balans);
2. menținerea ideomotrică a schemelor motorii;
3. prevenirea deformărilor și atitudinilor vicioase;
4. promovarea capacității de control asupra mișcării realizate de un mușchi sau de grup muscular sinergic;
5. reeducarea reacțiilor posturale și echilibrului în posturile de bază.

#### →Obiective specifice – post-traumatism (Braddom, 2011, p. 369):

1. obținerea stabilității articulare;
2. refacerea echilibrului muscular și a mobilității;
3. reconstituirea aliniamentului piciorului.

### 8.1.2 Program de kinetoterapie adaptat grupului de control

Programul de recuperare a durat 4 săptămâni cu o frecvență de 3 ori pe săptămână, în total 12 ședințe (min 50 min/ședință). Fiecare ședință de 50 de minute a cuprins elemente distincte, conform **Tabelului 8.1**:

**Tabelul 8.1 Conținutul detaliat al programului de kinetoterapie adaptat grupului de control**

Conținut program de kinetoterapie standard adaptat fiecărei afecțiuni (minute)	Gonartroză, Coxartroză lombosciatică (origine mecanică) 2 subiecți	AVC ischemic hemiplegie 1 subiect	Status Post-traumatism MI 2 subiecți
Masaj terapeutic	15	15	
Drenaj limfatic manual			15
Poziționare masă invesie	5		
Exerciții specifice*	20		
Tratament postural -Poziționări la marginea patului în șezut scurt (activ-izometric)		5	
FNP – Kabat (5 min pasiv, 5 min activ)		10	5
Kinetoterapie pasiv, pasiv-activă		10	20
Terapie manuală & stretching	10	10	10
<b>Timp total (minute) din care</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
-activ	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>15</b>
-pasiv	30	40	35
-pauza activă (izometric)	0	5	0

**\*Detaliere exerciții specifice**

**-Gonartroză, Coxartroză și lombosciatică de origine mecanică cu lordoză asociată - recomandare medicală - program Williams, 5 -7-10 repetări (creșteri progresive la fiecare 4 sedințe, total 12 ședințe)**

**Exerciții specifice din decubit dorsal**

- se flectează și se extind genunchii alternativ;
- se execută flexia coapsei pe abdomen alternativ, menținere 10 secunde, urmată de revenire cu membrele inferioare extinse și apoi de realuarea mișcării cu efectuare simultană;
- mainile la ceafă, tălpile pe sol, se execută flexia coapsei pe abdomen alternativ, menținere 10 secunde, urmată de revenire cu membrele inferioare extinse;
- cu brațele întinse deasupra capului și genunchii îndoiți se lipește zona lombară de podea contractând musculatura abdominală;
- cu genunchii îndoiți și tălpile pe sol, se rotește bazinul spre stânga, respectiv dreapta;
- cu membrele inferioare extinse, se poziționează calcâiul pe genunchiul opus și se lasă coapsa pe sol, apoi se revine la poziția inițială;
- se ridică câte un picior deasupra solului, se menține 10 secunde, apoi se revine la poziția inițială;
- cu o pernă sub cap, șoldurile și genunchii flectați, picioarele pe sol, contractând mușchii fesieri și abdominali, se basculează bazinul prin ridicarea feselor de pe sol. Treptat se execută aceleași mișcări cu genunchii tot mai puțin flectați.

**-AVC hemiplegie stângă, Status post-traumatism membre inferioare**

**Exerciții specifice**

S-au aplicat tehnici de facilitare neuroproprioceptivă (Beckers & Buck, 2021, p. 145-166) kinetoterapie pasivă, pasiv-activă, **5 -7-10 repetări (creșteri progresive la fiecare 4 sedințe, total 12 ședințe).**

**Exerciții specifice:**

- Flexie-abducție –rotație internă (Beckers & Buck, 2021, p. 145);
- Flexie-abducție –rotație internă cu flexia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 148);
- Flexie-abducție –rotație internă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 149);
- Extensie-adducție-rotație externă (Beckers & Buck, 2021, p. 151);
- Extensie-adducție-rotație externă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 154);
- Extensie-adducție-rotație externă cu flexia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 156);
- Flexie-adducție-rotație externă (Beckers & Buck, 2021, p. 157);



- Flexie-adducție- rotație externă cu flexia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 159);
- Flexie-adducție- rotație externă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 161);
- Extensie-abducție- rotație internă (Beckers & Buck, 2021, p. 162);
- Extensie-abducție- rotație internă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 165)
- Extensie-abducție- rotație internă cu flexia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 166).

## **8.2. Recuperarea medicală în vederea facilitării ambulației – grupul de experiment, utilizând dispozitivul pedalier orizontal pentru reabilitarea motorie a membrilor inferioare**

### **8.2.1. Dispozitivul pedalier orizontal staționar**

Dispozitivul pedalier orizontal staționar descris la Capitolul 7, 7.1-7.4 asigură:

- minimalizarea efectelor inactivității și imobilității (ameliorarea efectelor secundare inflamației, reducerea /ameliorarea durerii);
- rezistență cardiovasculară;
- coordonare neuromusculară - consolidarea poziției de echilibru a subiecților în sezut lung (decubit dorsal cu descărcarea parțială a greutății, cu membrele inferioare în tripla flexie, în grade diferite de amplitudine);
- abordarea deficiențelor neuro-motorii;
- îmbunătățirea gamei de mișcare, deficitelor funcției musculare și a celor restante prin modificarea distanței față de pedale și setarea diferitelor intensități;
- promovarea revenirii la activitatea funcțională;
- reducerea riscurilor comorbidităților asociate, remedierea sau prevenirea deficiențelor, optimizarea sănătății generale și a stării bine.

Beneficiile exercițiilor care implică grupe mari de mușchi sunt îmbunătățirea capacității aerobe, reversia atrofiei musculare, creșterea funcționalității mușchilor, creșterea forței musculare. Aplicarea exercițiilor în lanțul kinetic deschis/închis controlat se adresează refacerii/menținerii puterii musculare, corectarea modelor de mișcare și a dezechilibrelor musculare, recâștigarea forței și rezistenței, îmbunătățirea capacității cardio-vasculare și respiratorii, creând un program de reabilitare rapid și eficient.

Efecte neurofiziologice au exercițiile cu lanț kinetic deschis controlat/închis care stimulează sistemul proprioceptiv prin feedback pentru a iniția și controla modelele de activare musculară.

### **8.2.2 Protocolul de recuperare medicală**

Grupul de experiment cuprinde de asemenea cinci subiecți cu indicația de kinetoterapie de la medicul specialist: un pacient cu afectarea articulației coxo-femorale (coxartroză dreaptă asociată cu lombosciatică), un pacient cu AVC și hemipareză stângă, un pacient cu afectarea articulației genunchiului (gonartroză și comorbidități asociate) și doi pacienți cu afectare la nivelul articulației gleznei (status post-entorsă, respectiv post-fractură). Toți pacienții au avut un episod de COVID-19 în antecedente. Programul de recuperare a durat 4 săptămâni cu o frecvență de 3 ori pe săptămână, în total 12 ședințe (min 50 min/ședință).

**Obiectivele terapiei cu exerciții fizice prin pedalare** sunt următoarele

- a) Promovarea activității și reducerea la minimum a efectelor inactivității, creșterea independenței;
- b) Mărirea amplitudinii normale/funcționale de mișcare;
- c) Îmbunătățirea forței mușchilor slabi;
- d) Îmbunătățirea performanței în activitățile zilnice;
- e) Facilitarea ambulației;
- f) Reducerea contracturii mușchilor, tendoanelor și fasciilor, reducerea rigidității;
- g) Îmbunătățirea circulației și a capacității respiratorii;
- h) Îmbunătățirea coordonării și echilibrului;
- i) Promovarea relaxării;
- j) Creșterea funcției motorii sau senzoriale;
- k) Reducerea medicației, reducerea vizitelor la spital și creșterea gradului sănătății generale.

Managementului pacientului are la bază modelul tridimensional de intervenție a exercițiului terapeutic care ține cont de elementele sistemului de mișcare, specificul activității și dozarea particulară a intensității acesteia, conform **Tabelului 8.2**.

**Tabelul 8.2 Modelul tridimensional de intervenție a exercițiului terapeutic**

Elementele sistemului de mișcare- scopul fiecărei activități și tehnica	Specificul activității/tehnicii alese	Dozaj specific
Suport – reacție de echilibru consolidată	Postura – decubit dorsal- șezut lung	Tipul contracției excentric/concentric; izometrie; contracții rezistive
Baza – pedalare orizontală statică	Mod – activ, rotație ritmică	Intensitate în funcție de riscograma/ FMI /patologie
Modulator – 5 trepte de intensitate	Mișcare – lanț kinetic controlat închis-deschis	Intensitate în funcție de riscograma/FMI/ patologie
Biomecanică – evaluare bilanț articular, muscular, dezechilibre musculare		Durată în funcție de riscograma/ FMI/SMI/ patologie
Impact cognitiv/afectiv – evaluare de specialitate		Frecvență în funcție de riscograma/ FMI patologie
		Secvență- faza de intervenție (I-II-III)
		Feed-back (monitorizare efort perceput, ritm cardiac)

FMI = indice țesut adipos; SMI= indice țesut muscular, calculate prin raportare la pătratul înălțimii a rezultatelor obținute prin măsurătorile de bioimpedanță, parte din riscograma pacientului (Hattori et al., 1997; Keller & Engelhardt, 2013).

În efectuarea exercițiilor, biomecanica statică și dinamică are un rol primordial în care intervine suportul cardiopulmonar și metabolic, baza musculo-scheletală și sistemul nervos ca modulator.

Exercițiile terapeutice utilizate drept inductori pentru favorizarea engramării au la bază adaptarea și trebuie să ia în considerare factorii modificatori și corecțiile necesare.

### 8.2.3 Program de kinetoterapie adaptat grupului de experiment

Exercițiul terapeutic cu ajutorul bicicletei orizontale staționare respectă caracteristicile exprimate în **Tabelul 7.8**, la care se adaugă observațiile de lucru în funcție de patologiiile pacienților incluși în grupul de experiment – **Tabelul 8.3**.

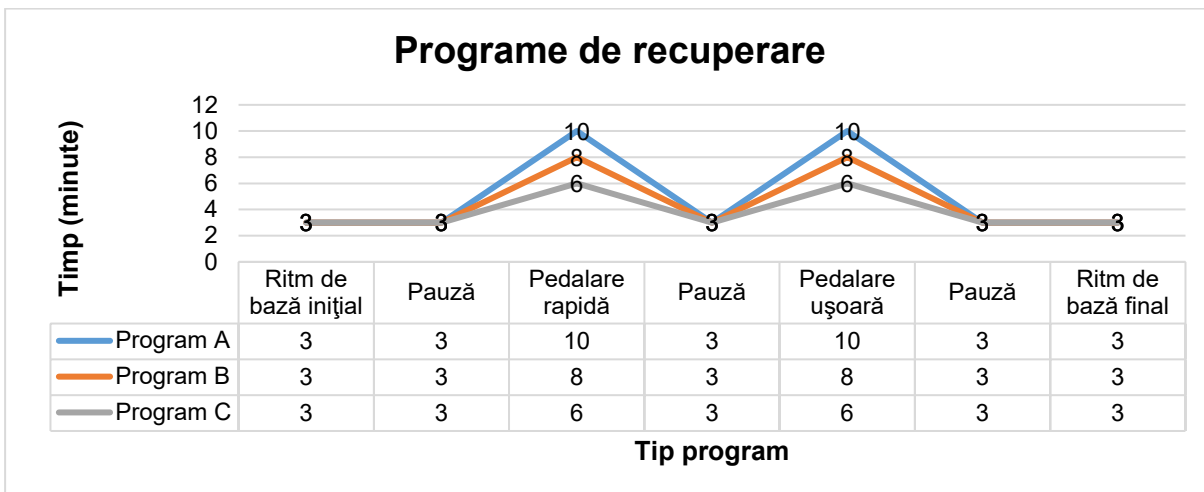
**Tabelul 8.3 Observații de lucru în funcție de patologiiile pacienților incluși în grupul de experiment**

Observații de lucru	Detalii - pedalare
<b>Poziția inițială de pornire</b>	Se inițiază mișcarea de la cel puțin 10° grade flexie genunchi fără rezistență, pedalare cu piciorul întins cu sprijin pe calcâi.
<b>Efortul submaximal</b>	Se recomandă efortul submaximal - definit ca un minut înainte de atingerea pragului anaerob; pragul anaerob individual a fost identificat la cca 75% din ritmul cardiac maxim sau scala Borg = 4/10.
<b>Recuperarea afecțiunilor genunchiului</b>	Se pleacă de la flexie 50-90 grade, ținta fiind 110 grade. Bicicleta staționară este folosită pentru a încuraja extensia completă a genunchiului pe măsura progresiei mai ales la pacienții cu osteoartrită. Reabilitarea musculaturii centurii pelvine controlează proximal funcționarea genunchilor. Osteoartrita posttraumatică se caracterizează prin genunchi cronic instabil. Pedalarea corectează mecanica având loc creșterea forței, flexibilității, duranței și a controlului motor.
<b>Recuperarea afecțiunilor șoldului</b>	Nu trebuie să se depășească un unghi de 90° în flexie al genunchiului pentru a nu ajunge la suprasolicitarea în zona articulației coxo-femorale pentru pacienții cu patologii asociate acesteia. Se poate evalua la ce grad de flexie apare durerea cel puțin în prima etapa a recuperării și se stabilește de la ce grad de flexie se începe pedalarea pentru a nu ajunge în maximum de flexie în zona dureroasă. Pedalarea implică consolidarea funcțională, antrenarea posturii și a mecanicii corporale: rotația externă a șoldului excentrică duce la rotația internă a femurului pentru susținerea genunchiului, efectul indirect fiind rotația tibială și pronția subțalară.
<b>Amplitudinea de mișcare funcțională completă</b>	Mobilitatea cuplului de forță cvadriceps- ischio-gambieri
<b>Creșterea rezistenței și forței musculaturii coapsei și genunchiului</b>	Extensia totală a genunchiului favorizează creșterea rezistenței și forței musculaturii coapsei și genunchiului prin îndepărtarea pacientului față de pedale iar apropierea favorizează creșterea amplitudinii articulare a genunchiului. Se începe tonifierea când durerea scade. Programul de reabilitare pentru corectarea deficitului de forță, duranță și flexibilitatea musculaturii trebuie să includă și centura pelvină.

<b>Stabilitate, propriocepție, neuromuscular</b>	<b>echilibru, control</b>	Pentru stabilitate, echilibru, propriocepție, control neuromuscular se practică minim 4 săptămâni reabilitare
<b>Pedalară</b>		Pedalară reduce riscul de re-accidentare după ruptura de ligament lateral al gleznei. Pedalară timp de 30 minute cu intensitate mica aerobă favorizează drenajul limfatic.

### Program terapeutic utilizând bicicleta staționară orizontală inclus în protocolul grupului de experiment

Tipurile de programe de pedalară propuse este în funcție de riscograma pacienților determinată în funcție de compoziția corporală a fiecărui pacient, comorbiditățile asociate și indicațiile medicilor specialiști: program A – risc mare (27 min.), Program B – risc mediu (31 min.), Program C – risc minim (35 min.), cu pauza 9 minute intercalate, conform **Figurii 8.1**.



**Figura 8.1 Programe de recuperare implicând pedalară**

Împărțirea pacienților se va face în funcție de patologii pentru a determina **durata** și **specificul** fiecărei serii de exerciții terapeutice, 50 minute/sedință– **Tabelul 8.4**.

Se ține cont de condiția de fond a pacienților pentru a determina ritmul, intensitatea, frecvența pedalării, capacitatea cardio-pulmonară, gradul de percepție a efortului și încărcarea pacientului în funcție de intensitatea aleasă. Prin bio-impedanță s-a stabilit somatotipul pacientului în funcție de indici musculari, țesut gras și țesut non-gras și dozarea corespunzătoare a exercițiilor terapeutice, conform riscogramei fiecărui pacient (Murgoci, Mereuță, et al., 2022).

**Tabelul 8.4 Conținutul detaliat al programului de kinetoterapie adaptat grupului de experiment**

Conținut program de kinetoterapie propus adaptat fiecărei afecțiuni (minute)	Coxartroza, lombosciatică (origine mecanică) 1 subiect	Gonartroza, lombosciatică (origine mecanică) 1 subiect	AVC ischemic hemipareză 1 subiect	Post-traumatism MI 1 subiect	Post-traumatism MI 1 subiect
Masaj terapeutic	5	5	5		
Drenaj limfatic manual				8	4
Poziționare masă invesie	4	5			
Pedalară orizontală statică - programe adaptate A/B/C	31	35	31	27	31
Tratament postural -Poziționari la marginea patului în sezut scurt *			4		
FNP – Kabat- activ				5	5
Terapie manuală, stretching	10	5	10	10	10
Timp total (minute) din care	50	50	50	50	50
activ	22	26	22	23	27
pasiv	19	15	15	18	14
*pauza activă			4		
pauza pasivă	9	9	9	9	9

## CAPITOLUL 9. PREZENTAREA, ANALIZA ȘI INTERPRETAREA REZULTATELOR CERCETĂRII PRELIMINARE EXPERIMENTALE

### 9.1. Prezentarea subiecților și a rezultatelor evaluărilor grupului de control și a grupului de experiment

#### 9.1.1. Prezentarea subiecților și a caracteristicilor demografice specifice acestora

Grupul de control și grupul experimental au cuprins fiecare cinci subiecți și pentru păstrarea omogenității studiului s-au selectat din 27 de pacienți, 10 pacienți cu afectare de bază similară pentru a respecta principiul comparabilității între date – **Tabelul 9.1**.

Fiecare grup conține un pacient cu afectarea articulației coxo-femulare, un pacient cu AVC, un pacient cu afectarea articulației genunchiului și doi pacienți cu afectare la nivelul articulației gleznei. Toți pacienții incluși în studiu au avut un episod de COVID-19 ușor spre moderat care nu a necesitat internare sau oxigenoterapie.

Programul de recuperare a durat 4 săptămâni cu o frecvență de 3 ori pe săptămână, în total 12 ședințe (50 min/ședință).

**Tabelul 9.1 Prezentarea subiecților incluși în cercetarea preliminară experimentală**

Nr crt	Subiecți	Diagnostic principal + Comorbidități	Tip pacient	Vârstă	Gen	IMC	Interpretare IMC
1	C.N.	Coxartroză dreapta, Lombosciatică, Status post Covid-19	C	45	M	27.93	Supraponderal
2	B.I.	Status postentorsa glezna stângă, Status post-Covid-19	C	78	M	24.10	Normal
3	G.L.	AVC ischemic cu hemiplegie stângă, HTAE stadiul 3, Status post-Covid-19	C	53	F	21.57	Normal
4	O.P.	Gonartroză, Dislipidemie, HTAE stadiul 3, Status post-Covid-19	C	74	M	36.88	Obezitate
5	G.V.	Status postfractură deschisă redusă cu osteosinteză tibie și peroneu stâng	C	49	F	30.60	Obezitate
6	P.E.	Status postfractură gleznă stângă, Status post-Covid-19	E	44	F	22.03	Normal
7	A.J.	Coxartroză dreapta, Hernie de disc L4-L5 stadiul 2, Status post-Covid-19	E	43	M	32.57	Obezitate
8	I.A.	Gonartroză, Poliartrită reumatoidă, Coxartroză, HTAE stadiul 2, Hipotiroidie, Dislipidemie, Status post-Covid-19	E	73	F	28.32	Supraponderal
9	D.E.	AVC ischemic, hemipareză stângă, HTAE stadiul 3, Status post-Covid-19	E	52	M	27.80	Supraponderal
10	S.C.	Status post-luxatie glezna dreaptă, Status post Covid-19	E	76	F	25.40	Supraponderal

C=control, E = experiment, IMC = indice de masa corporală, AVC = accident vascular cerebral, HTAE = hipertensiune arterială esențială

Prezentarea subiecților a inclus pe lângă diagnosticul principal și comorbiditățile asociate, tipul pacientului codificat cu C sau E în funcție de grupul de control sau grupul de experiment, vârsta, genul și interpretarea indicelui de masa corporală.

#### 9.1.2. Evaluarea durerii înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment

Interpretarea rezultatelor scalei analog vizuale a durerii prin asociere numerică a respectat următoarea standardizare: 0- nicio durere, 1-3 durere ușoară, 4-7 durere moderată, 8-10 durere severă. Momentul T0 a fost considerat cel înaintea începerii terapiei de recuperare și momentul T1 după patru săptămâni de aplicare a programului de recuperare aferent grupului de control, respectiv a grupului de experiment, conform **Tabelelor 9.2 și 9.3**.

**Tabelul 9.2 Evaluarea durerii (scala analog vizuală VAS 0/10) - grupul de control**

Nr. crt.	Subiecți	VAS T0	VAS T1
1	C.N.	6	3
2	B.I.	5	4
3	G.L.	4	1
4	O.P.	6	4
5	G.V.	7	5

**Tabelul 9.3 Evaluarea durerii (scala analog vizuală VAS 0/10) – grupul de experiment**

Nr. crt.	Subiecți	VAS T0	VAS T1
1	P.E.	6	3
2	A.J.	7	3
3	I.A.	5	3
4	D.E.	4	0
5	S.C.	5	1

### 9.1.3 Bilanț articular – goniometrie înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment

Bilanțul articular (BA) realizat prin goniometrie înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment a vizat articulația coxo-femurală (CF), articulația genunchiului (G) și a gleznei (GZ) aferente membrului afectat stâng sau drept în funcție de patologie. Pentru articulația șoldului și a genunchiului s-a evaluat flexia și pentru gleznă atât flexia cât și extensia. Amplitudinea de mișcare câștigată a fost evaluată separat ca diferență între momentul T1 și momentul T0. Pentru fiecare pacient s-a marcat articulația/articulațiile cea/cele mai afectată/afectate conform **Tabelului 9.4**.

**Tabelul 9.4 Bilanț articular – goniometrie (valori exprimate în grade)**

Subiecți	tip	BA CF T0	BA G T0	BA GZ F T0	BA GZ E T0	BA CF T1	BA G T1	BA GZ F T1	BA GZ E T1	BA CF (T1-T0)	BA G (T1-T0)	BA GZ F (T1-T0)	BA GZ E (T1-T0)
1.C.N.	C	60	100	15	35	75	120	19	45	15	20	4	10
2.B.I.	C	85	120	5	34	90	130	11	40	5	10	6	6
3.G.L.	C	40	80	3	27	60	100	7	32	20	20	4	5
4.O.P.	C	75	75	10	43	85	90	15	49	10	15	5	6
5.G.V.	C	75	90	8	38	90	110	16	44	15	20	8	6
6.P.E.	E	90	110	6	23	90	120	13	43	0	10	7	20
7.A.J.	E	55	95	12	32	78	125	17	42	23	30	5	10
8.I.A.	E	45	55	5	28	55	70	10	36	10	15	5	8
9.D.E.	E	35	75	3	29	60	92	8	42	25	17	5	13
10.S.C.	E	80	115	4	31	90	125	11	46	10	10	7	15

C = pacient din grupul de control, E = pacient din grupul de experiment, T0 = initial, T1 = după 4 săptămâni (3 ori/sapt, 12 sedinte), BA = bilanț articular - partea afectată (stânga/dreapta) articulațiile coxo-femurală (CF), genunchi (G), glezna (Gz)

### 9.1.4. Bilanț muscular înainte (T0) și după (T1) aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment și evidențierea dezechilibrelor musculare între membrul inferior stâng și drept

Bilanțul muscular testează o forță maximă relativă la un moment dat cu metoda testingului muscular manual - scala MRC Medical Research Council cu 6 niveluri (0-5) pentru fiecare grup de mușchi ai membrului inferior după cum urmează flexie coapsă, extensie genunchi, flexie dorsală picior (gleznă și degete), înainte (BM T0) și după (BM T1) aplicarea

sedințelor de kinetoterapie. S-a consemnat grupa de mușchi cea mai afectată în funcție de patologia fiecărui pacient.

Dezechilibrele musculare, evaluate cu sistemul pedalier orizontal static exprimată în valori analoage medii pentru membrul inferior drept și stâng și evidențierea diferențelor dintre ele înainte (Dif VAM T0) și după (Dif VAM T1) aplicarea sedințelor de kinetoterapie a fost redată în **Tabelul 9.5**.

Pentru grupul de control a fost efectuată o pedalare de 3 minute cu un efort moderat controlat în scop doar evaluativ spre deosebire de grupul de experiment la care pedalarea a avut rol atât terapeutic cât și de evaluare.

**Tabelul 9.5 Bilanț muscular și evidențierea dezechilibrelor musculare – Dif VAM**

Subiecți	tip	Dif VAM T0	Dif VAM T1	BM T0	BM T1	BM (T1-T0)
1.C.N.	C	32	20	4	5	1
2.B.I.	C	26	10	4	5	1
3.G.L.	C	84	55	2	3	1
4.O.P.	C	42	25	3	4	1
5.G.V.	C	56	32	3	4	1
6.P.E.	E	39	12	3	5	2
7.A.J.	E	43	18	4	5	1
8.I.A.	E	30	8	3	4	1
9.D.E.	E	107	75	2	3	1
10.S.C.	E	29	9	4	5	1

VAM = valoare analoagă medie, BM - bilanț muscular- unități MRC, C-control, E - experiment

### 9.1.5 Valori de monitorizare a efortului perceput (scala BORG) și a ritmului cardiac în timpul aplicării programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment

Rezerva de ritm cardiac precum și ritmul cardiac de antrenament de recuperare calculat după formula lui Karvonen: Frecvența cardiacă (FC) țintă = [(FC maximă - FC de repaus) × % Intensitate] + FC de repaus (Tudor Sbenghe, 2002, p. 569).

S-a propus o intensitate graduală de 40-60%, în acest mod nedepășindu-se pragul de lactat. Monitorizarea ritmului cardiac a fost efectuată cu ceas Smartwatch Huawei Watch GT 2 conform **Tabelului 9.6** tinându-se cont de fazele reabilitării – 12 ședințe în total, repartizate câte 4 pentru fiecare din cele 3 trepte de intensitate a tratamentului de recuperare

**Frecvența cardiacă maximă a fost stabilită ca interval între o limită superioară** determinată ca FCM1 = frecvența cardiacă maximă 1 = (220-vârsta) **și o limită inferioară** determinate ca FCM2 = frecvența cardiacă maximă (215- vârsta \*0.66), pentru fiecare limită calculându-se frecvența cardiacă țintă.

**Tabelul 9.6 Valori de monitorizare a ritmului cardiac**

Faze reabilitare					Faza I.1	Faza I.2	Faza II.1	Faza II.2	Faza III.1	Faza III.2	Faza 1	Faza 2	Faza 3	
Subiecți	Tip	V	FCR	FCM1	FCM2	FCT1 (I=40%)	FCT2 (I=40%)	FCT1 (I=50%)	FCT2 (I=50%)	FCT1 (I=60%)	FCT1 (I=60%)	FC1	FC2	FC3
1.C.N.	C	45	75	175	185	115	119	125	130	135	141	118	129	139
2.B.I.	C	78	80	142	164	102	110	109	122	117	130	105	111	126
3.G.L.	C	53	77	167	180	112	117	121	129	131	139	115	127	138
4.O.P.	C	74	90	146	166	103	111	111	128	124	136	110	126	134
5.G.V.	C	49	67	171	183	113	118	123	125	129	136	116	124	138
6.P.E.	E	44	80	176	186	115	119	126	133	138	144	116	127	140
7.A.J.	E	43	75	177	187	116	120	126	131	136	142	118	129	141
8.I.A.	E	73	65	147	167	104	112	111	116	114	126	106	113	117
9.D.E.	E	52	70	168	181	112	117	122	125	129	136	114	123	130
10.S.C.	E	76	85	144	165	103	111	110	125	120	133	105	111	121

FCR=frecvența cardiacă de repaus, FCM1 = frecvența cardiacă maximă (220-vârsta), FCM2 = frecvența cardiacă maximă (215-vârsta\*0.66); C = control; E = experiment

FCT1=Frecvența cardiacă țintă 1= [(FC maximă1 - FC de repaus) ×40% Intensitate] + FC de repaus, aferente fazei 1 (I=40%), 2 (I=50%), 3 (I=60%)

FCT2=Frecvența cardiacă țintă 2 = [(FC maximă2 - FC de repaus) ×40% Intensitate] + FC de repaus, aferente fazei 1 (I=40%), 2 (I=50%), 3 (I=60%); I = intensitate efort (40%, 50%, 60%); V = vârstă; FC 1, 2, 3 = frecvențele cardiace măsurate în funcție de faza reabilitării

Scala Borg, gradată de la 1 la 10, relevă percepția efortului în pedalare și este fost utilizată pentru a stabili ritmul de bază inițial care corespunde unui nivel de intensitate agreat de pacient, condiționarea fiind aerobă. Pentru recuperare nivelul efortului perceput nu trebuie

să depășească nivelul moderat: Borg = 4-6, pentru a nu atinge pragul de lactat (Borg, 1982). În reabilitarea în postacut se recomandă un scor maxim pe scala Borg de 4/10 pentru dispnee și fatigabilitate conform protocolului de reabilitare post-Covid (EMITENT MINISTERUL SĂNĂTĂȚII, 2021). Menționez că fiecare pacient a avut cel puțin un episod COVID-19 ușor spre moderat care nu a necesitat internare sau oxigenoterapie, opt pacienți fiind vaccinați și doi pacienți nevaccinați.

**Tabelul 9.7 Valori de monitorizare a efortului perceput (scala BORG)**

Nr. crt.	Subieci	tip	BORG
1	C.N.	C	4
2	B.I.	C	3
3	G.L.	C	4
4	O.P.	C	3
5	G.V.	C	4
6	P.E.	E	4
7	A.J.	E	4
8	I.A.	E	3
9	D.E.	E	4
10	S.C.	E	3

Efortul perceput a fost evaluat pentru grupul de control și grupul de experiment după efectuarea programului de kinetoterapie standard și cel propus (**Tabelul 9.7**) pe parcursul celor 12 ședințe derulate timp de 4 săptămâni.

#### 9.1.6. Valori rezultate din analiza prin bio-impedanță a subiecților

Măsurătorile compoziției corporale obținute prin bioimpedanță au utilizat analizatorul Amazfit Smart Scale - Body Composition Analyzer (Declarație de Conformitate cu directivele 2014/53/UE și 2014/65/UE) din dotarea proprie a cabinetului de practică, folosind o singură frecvență de 50 kHz. Pentru fiecare subiect au fost determinate compartimentele corporale majore determinate ca sisteme de țesuturi, estimate automat prin ecuații empirice liniare stocate în memoria sistemului împreună cu datele fizice personale (vârstă, greutate, înălțime).

- Criteriile de excludere aferente măsurătorilor prin bio-impedanță au inclus toate situațiile de alterare a echilibrului hidroelectrolitic (boli hepatice, renale, cardiace decompensate), infecții acute-contagioase, subiecți care poartă stimulator cardiac, persoane cu leziuni cutanate și femeile gravide.
- Criterii de includere aferente măsurătorilor prin bio-impedanță au vizat orice pacient cu indicație medicală de kinetoterapie de la medicul specialist; se restricționează consumul de alimente și lichide timp de cel puțin 4 ore și de alcool cu cel puțin 8 ore înainte de test.
- Procedura: subiecții în ortostatism cu picioarele goale în contact cu suprafața conductoare.

**Tabelul 9.8 Valori rezultate din analiza prin bio-impedanță a subiecților**

Subiecți	tip	FM (Kg)	SM (Kg)	FFM (Kg)	Apă (l)	Proteine (Kg)	Țesut osos (Kg)
1.C.N.	C	26.22	34.70	59.76	45.11	11.46	3.20
2.B.I.	C	16.72	27.30	50.13	36.29	11.14	2.70
3.G.L.	C	15.45	19.90	36.25	27.36	6.89	2.00
4.O.P.	C	40.08	35.10	60.45	45.60	11.56	3.30
5.G.V.	C	33.76	22.50	40.49	30.47	7.43	2.60
6.P.E.	E	17.78	21.80	39.19	29.57	7.23	2.40
7.A.J.	E	33.92	36.20	62.15	46.98	11.77	3.40
8.I.A.	E	30.23	22.30	39.91	30.16	7.25	2.50
9.D.E.	E	24.10	31.70	54.90	41.45	10.45	3.00
10.S.C.	E	24.99	19.20	34.92	26.41	6.51	2.00

FM = țesut adipos, SM = mușchi scleretici, FFM = țesut non-adipos;

Valorile rezultate din analiza prin bio-impedanță a compoziției corporale au evidențiat țesutul adipos (FM), mușchii scleretici (SM), țesutul non-adipos (FFM), cantitatea de proteine și țesut osos, exprimate în kilograme și cantitatea de apă exprimate în litri pentru toți pacienții incluși în studiu conform **Tabelului 9.8**.

În urma analizei statistice a acestor indicatori s-a stabilit un profil de risc pentru fiecare subiect, urmată de o dozare individualizată a exercițiului terapeutic

## CAPITOLUL 10 CONCLUZII PARTEA A II-A

Concluziile care au fost grupate în funcție de parametrii măsurați și interpretările statistice, au fost prezentate în studiul publicat privind studiul comparativ al eficienței reabilitării motorii a membrilor inferioare utilizând o bicicletă orizontală statică *versus* programele de recuperare standard (Murgoci, 2022a).

### 10.1. Caracteristici generale

#### 1. Grupul de control și grupul experimental au cuprins fiecare cinci subiecți cu următoarele caracteristici generale:

- **Grupe de vârstă relativ omogene** atât la grupul de control cât și la grupul de experiment grupa de vârstă 40-49 ani - 40% (doi subiecți), grupa de vârstă 50-69 ani – 20% (un subiect) și grupa de vârstă >70 ani - 40% (doi subiecți) – **Figura 10.1**;

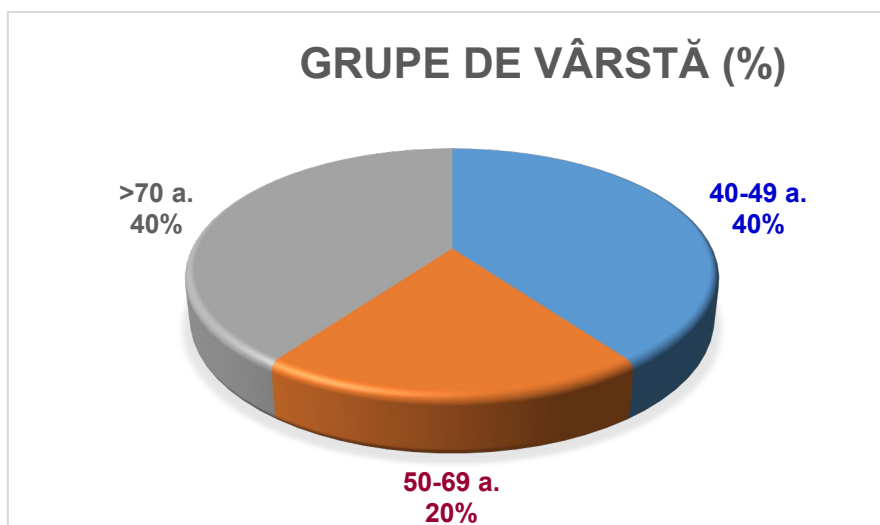


Figura 10.1 Grupe de vârstă (%)

Grupul de control a înregistrat o vârstă medie de  $58,67 \pm 11,67$  ani, o medie de 53 de ani față de vârsta medie a grupului experimental de  $56,67 \pm 12,14$  ani, o medie de 52 de ani – **Figura 10.2**.

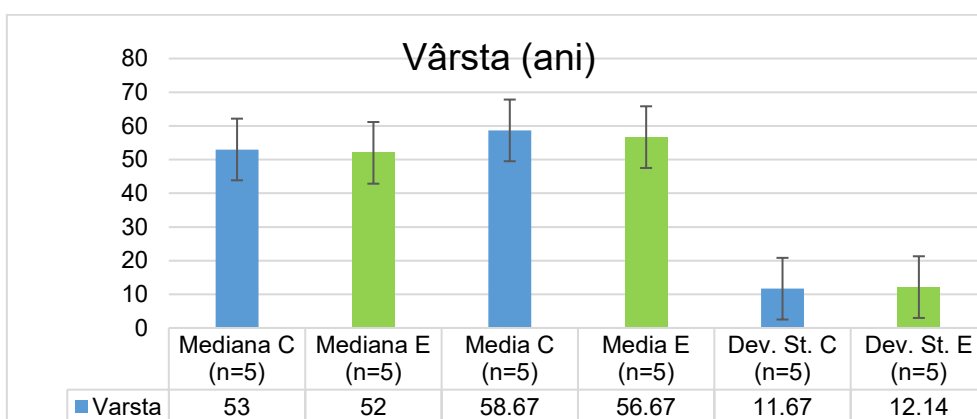
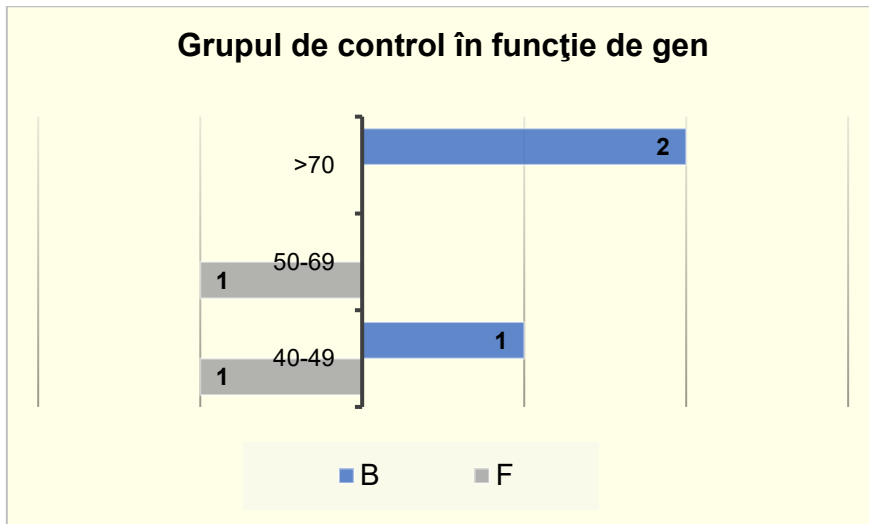


Figura 10.2 Vârsta (ani) - comparație între grupul de control (C) și de experiment (E)

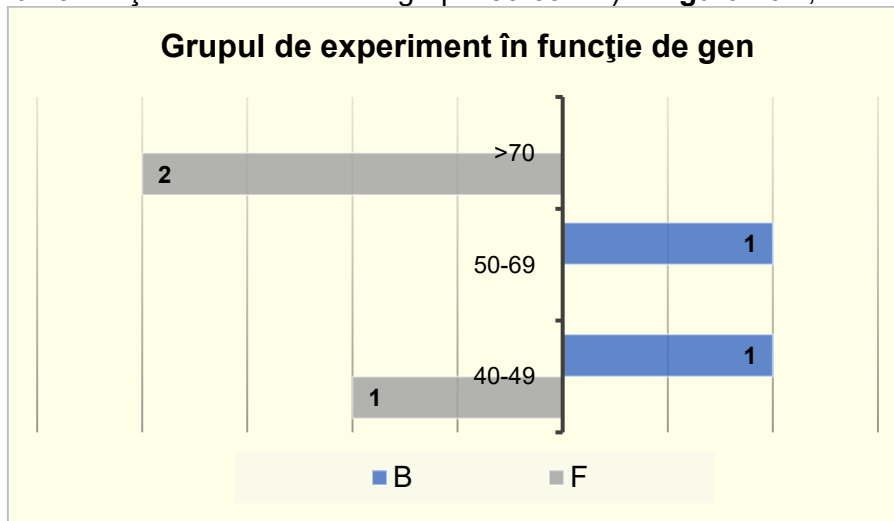
- Grupul de control în funcție de gen cuprinde două femei -40% (un subiect aferent grupei 40-49 ani și un subiect aferent grupei 50-69 ani) și trei bărbați – 60% (un subiect aferent grupei 40-49 ani și doi subiecți >70 ani) – **Figura 10.3**;





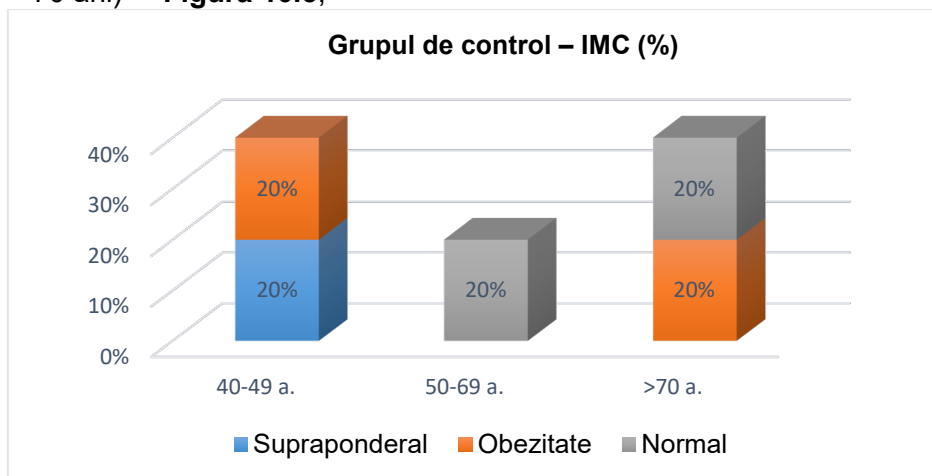
**Figura 10.3 Grupul de control în funcție de gen**

- Grupul de experiment în funcție de gen cuprinde 3 femei – 60 % (un subiect aferent grupei 40-49 ani și doi subiecți >70 ani) și 2 bărbați – 40% (un subiect aferent grupei 40-49 ani și un subiect aferent grupei 50-69 ani) – **Figura 10.4;**



**Figura 10.4 Grupul de experiment în funcție de gen**

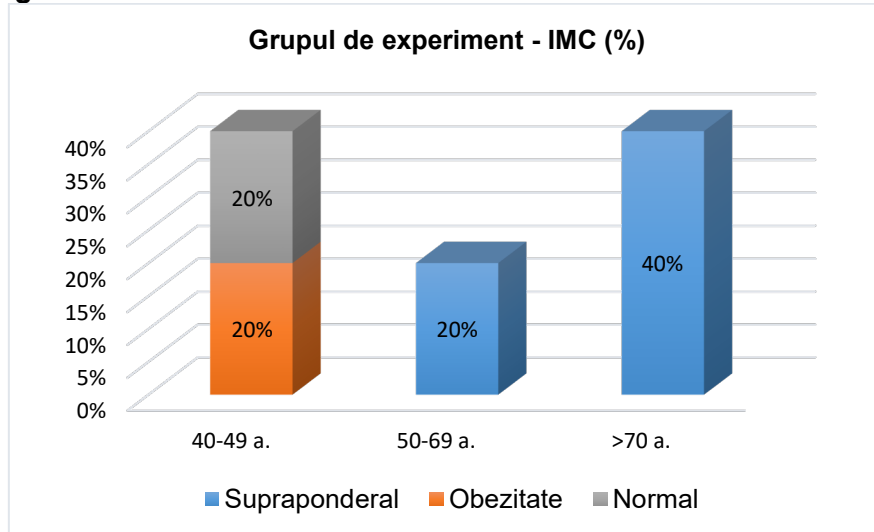
- IMC-ul grupului de control: 40% din subiecți au greutate normală (un subiect aferent grupei 50-69 ani și un subiect >70 ani), 20% sunt supraponderali (un subiect aferent grupei 40-49 ani) și 40% obezi (un subiect aferent grupei 40-49 ani și un subiect >70 ani) – **Figura 10.5;**



**Figura 10.5 Grupul de control – IMC (%)**

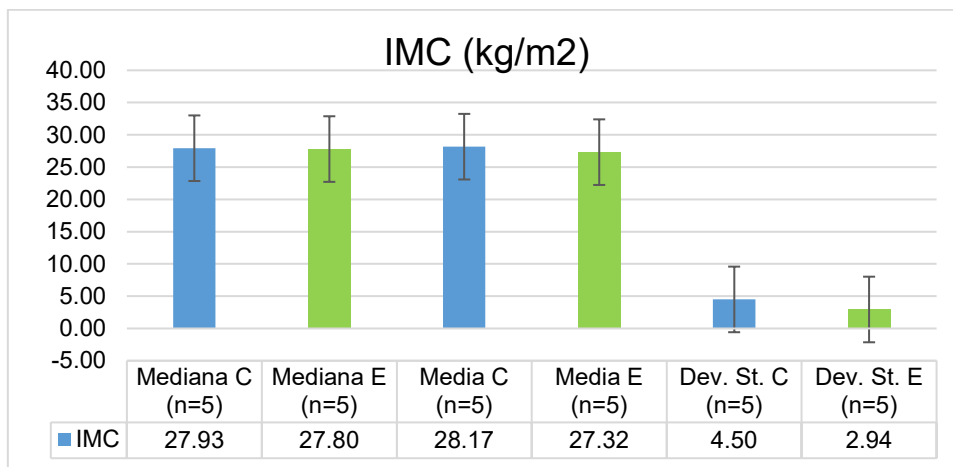
- IMC-ul grupului de experiment: 20% din subiecți au greutate normală (un subiect aferent grupei 40-49 ani), 60% sunt supraponderali (un subiect aferent grupei 50-

69 ani și doi subiecți >70 ani) și 20% obezi (un subiect aferent grupei 40-49 ani) – **Figura 10.6.**



**Figura 10.6** Grupul de experiment – IMC (%)

- IMC (kg/m<sup>2</sup>) pentru grupul de control a înregistrat o medie de 28,17±4,50, o mediană de 27,93 față de media grupului experimental de 27,32±2,94, o medie de 27,80 – **Figura 10.7.**



**Figura 10.7** IMC (Kg/m<sup>2</sup>) – comparație între grupul de control și de experiment

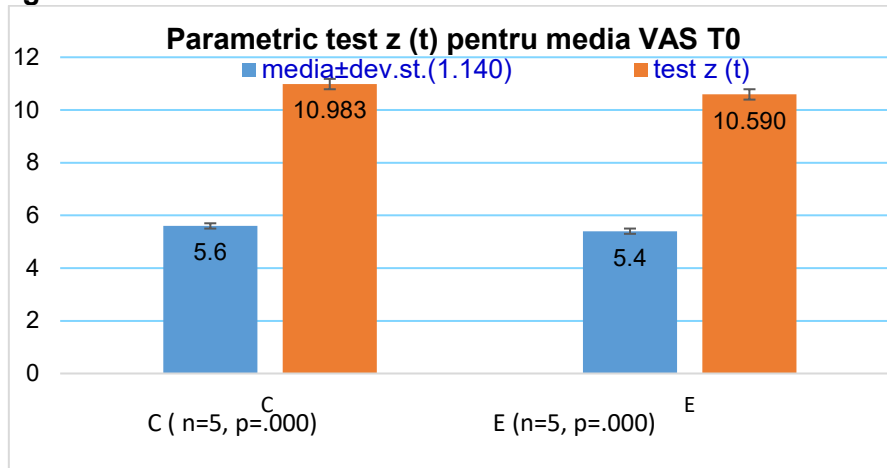
- Corelațiile Spearman** la nivelul grupului de control și a grupului de experiment au evidențiat:
  - la nivelul grupului de control asociere puternic negativă între genul masculin și somatotipul Adipos FMI, precum și cu somatotipul Intermediar FFMI și asociere puternic pozitivă între somatotipul Adipos FMI și cel Intermediar FFMI ( $p < 0.001$ , CI = 99%).
  - la nivelul grupului de experiment au evidențiat asociere puternic pozitivă între somatotipul Adipos (FMI) și IMC-ul Supraponderal ( $p < 0.001$ , CI = 99%).
- Testul T aplicat somatotipurilor analizate** au fost relevante statistic pentru ambele grupe. ANOVA în funcție de somatotipul FMI (variabilă dependentă) la grupul de control și grupul de experiment a evidențiat un  $p = 0.029$ , mărimea efectului = 0.515 adică la 51.5% din totalul subiecților ponderea țesutului adipos influențează semnificativ valoarea IMC-ului. La grupul experimental se aplica programul de pedalare A (27 minute) – un subiect, B (31 minute) – trei subiecți și C (35 minute) la un subiect, în corelație cu somatotipul fiecărui pacient și a riscului asociat.
- Nu s-a identificat sarcopenie la pacienții din cercetarea experimentală preliminară pe baza bio-impedanței în funcție de grupele de vârstă și gen în schimb somatotipul adipos reprezintă un factor de risc important pentru toate grupele de vârstă analizate.

## 10.2. Evaluarea durerii

### 1. Testul parametric z (t) pentru media grupului de control, respectiv a grupului de experiment

- Concluzia testului z (t) aplicat la grupul de control (N=5) arată că media eșantionului de cercetare diferă semnificativ de media populației standard (media =5.60, ab.std= 1.140, eroarea standard a mediei=0.510), rezultatele testului statistic fiind exprimate prin  $t=10.983$ ,  $df = 4$ ,  $p=0.000$ , rezultat relevant statistic.
- Concluzia testului z (t) aplicat la grupul de experiment (N=5) arată că media eșantionului de cercetare diferă semnificativ de media populației standard (medie de 5.40, ab.std= 1.140, eroarea standard a mediei=0.510), rezultatele testului statistic fiind exprimate prin  $t=10.590$ ,  $df =4$ ,  $p=0.000$ , rezultat relevant statistic –

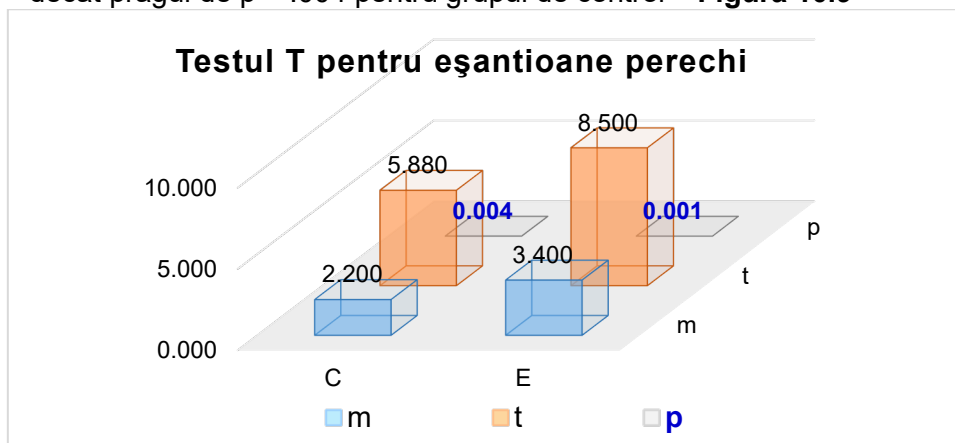
**Figura 10.8.**



**Figura 10.8 Testul parametric z (t) pentru media grupului de control/experiment**

### 2. Testul T pentru eșantioane perechi permite evaluarea semnificației variației VAS-ului, la aceeași subiecți, în două situații diferite: înainte și după efectuarea programului de recuperare.

- Statistic programul de recuperare standard a avut relevanță, diferența observată între mediile VAS înainte și după efectuarea programului de recuperare este de 2.2, valoarea testului T este 5.880 pentru pragul  $p < .004$  deci există efect al al programului de recuperare standard asupra grupului de control;
- Statistic programul de recuperare experimental propus a avut relevanță, diferența observată între mediile VAS înainte și după efectuarea programului de recuperare este de 3.4, valoarea testului T este 8.500 pentru pragul  $p < .001$  deci există efect al al programului de recuperare experimental asupra grupului de experiment;
- Comparativ pragul  $p < .001$  pentru grupul de experiment are o relevanță mai mare decât pragul de  $p < .004$  pentru grupul de control –



**Figura 10.9 Testul T pentru eșantioane perechi**

3. **Testul semnelor sau testul Z sau testul Wilcoxon**, utilizat pentru a testa diferențele dintre valori a demonstrat o semnificație mai mare pentru grupul de experiment 0.039 versus 0.041 grupul de control aferent VAS ( $p < 0.05$ ) – **Figura 10.10.**

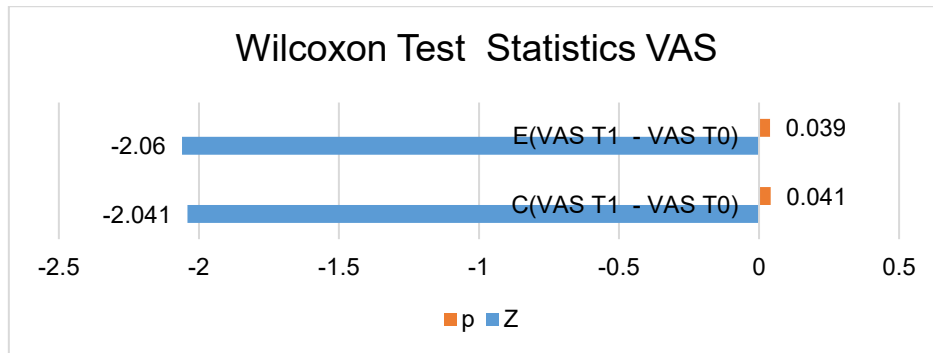


Figura 10.10 Testul Wilcoxon pentru eşantioane perechi

### 10.3 Bilanț articular

1. **Testul Wilcoxon pentru două eşantioane perechi** relevă semnificație statistică pentru ambele programme fiecare aplicat pe loturi de pacienți independente ( $p = 0.042$  pentru grupul de control, respectiv  $p = 0.043$  pentru grupul de experiment) - **Figura 10.11.**

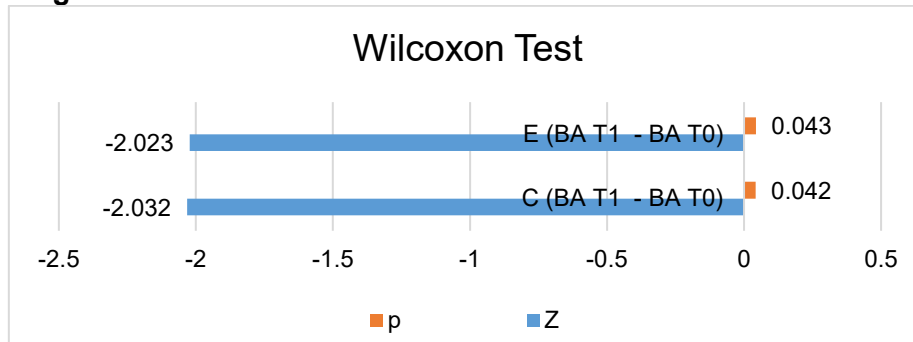


Figura 10.11 Testul Wilcoxon pentru două grupuri perechi

2. **Testul T pentru grupuri perechi independente.**

Rezultatul testului t evidențiază confirmarea ipotezei cercetării și anume faptul că programul de kinetoterapie propus este mai eficient decât cel standard la T0 ( $mE = 41.20$  vs.  $mC = 50$ ) și T1 ( $mE = 62.20$  vs.  $mC = 63$ ). Datorita variabilității măsurătorilor la nivelul a trei articulații diferite și a patologiilor diverse, testul T pentru eşantioane perechi nu este concludent.

3. **Testul T pentru eşantioane perechi dependente**

- Există efect al programului de recuperare standard asupra îmbunătățirii valorilor bilanțului articular grupului de control, diferența observată între medii este de -13, valoarea testului T este -11.402 pentru pragul  $p < .000$ .
- Există efect al programului de recuperare propus asupra îmbunătățirii valorilor bilanțului articular grupului de experiment, diferența observată între medii este de -21, valoarea testului T este -10.127 pentru pragul  $p < .001$  – **Figura 10.12.**

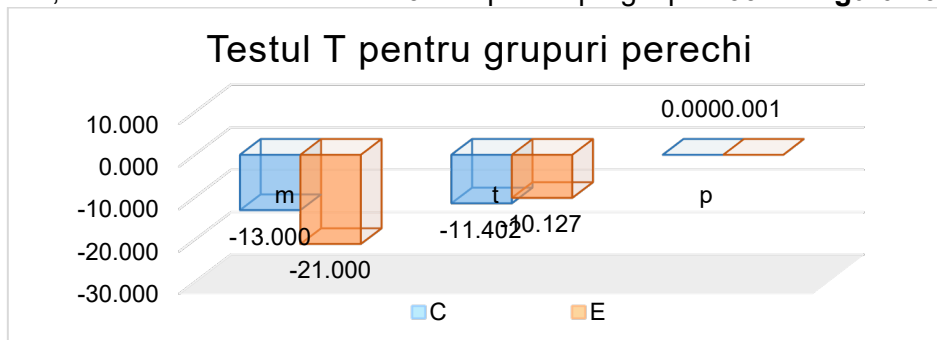


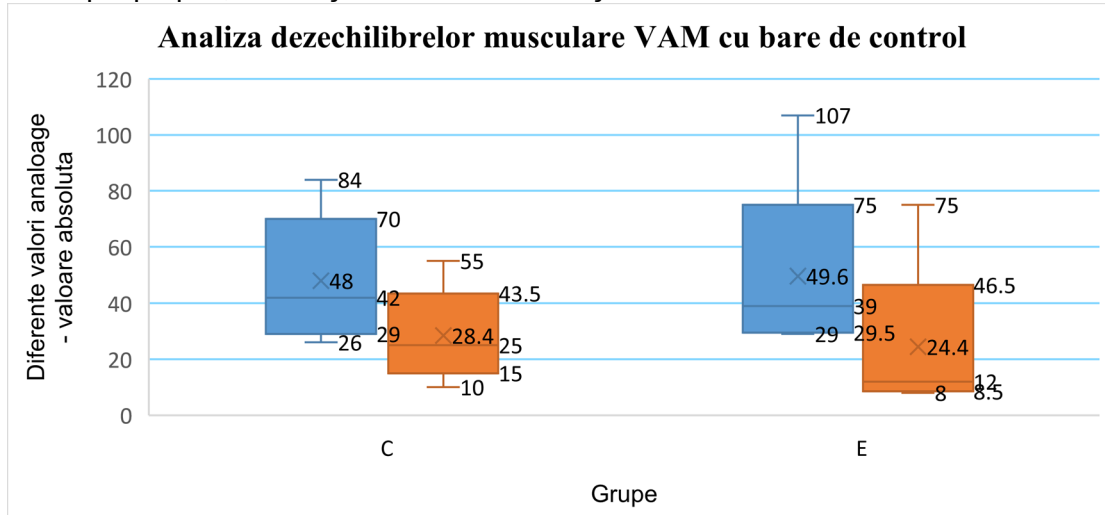
Figura 10.12 Testul T pentru eşantioane perechi dependente

## 10.4. Bilanț muscular

### 1. Analiza dezechilibrelor musculare cu bare de control – valori analoage transmise de senzori relevă:

- la grupul de control o medie de 48 valori analoage medii în valoare absolută, care s-a redus la 28.4 valori analoage medii după programul de kinetoterapie standard, diferența fiind de 19.6 unități.

- la grupul de experiment o medie de 49.6 valori analoage medii în valoare absolută, care s-a redus la 24.4 valori analoage medii în valoare absolută după programul de kinetoterapie propus, diferența fiind de 25.2 unități.



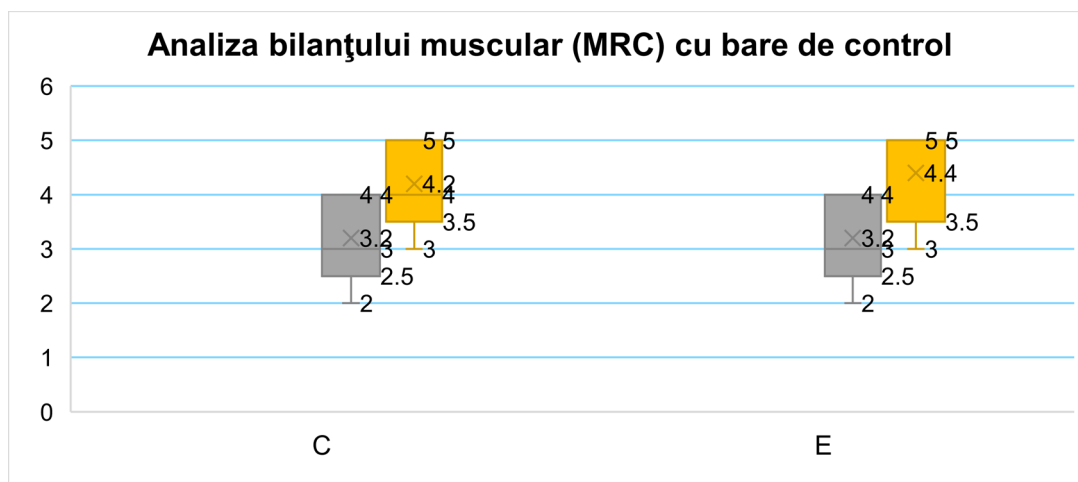
**Figura 10.13 Analiza dezechilibrelor musculare VAM cu bare de control**

Prin urmare a fost o reducere cu 28.5%  $[(25.2-19.6)/19.6] \cdot 100$  a dezechilibrelor musculare asociate membrilor inferioare cu programul de kinetoterapie propus față de programul standard, deci programul de recuperare propus cu pedalierul orizontal static a fost mai eficient cu 28.5% față de terapia standard – **Figura 10.13**.

### 2. Analiza bilanțului muscular în unități MRC relevă:

- la grupul de control o medie de 3.2 MRC, care s-a ameliorat la 4.2 MRC după programul de kinetoterapie standard, diferența fiind de 1 unitate MRC.

- la grupul de experiment o medie de 3.2 MRC, care s-a ameliorat la 4.4 MRC după programul de kinetoterapie propus, diferența fiind de 1.2 unități.

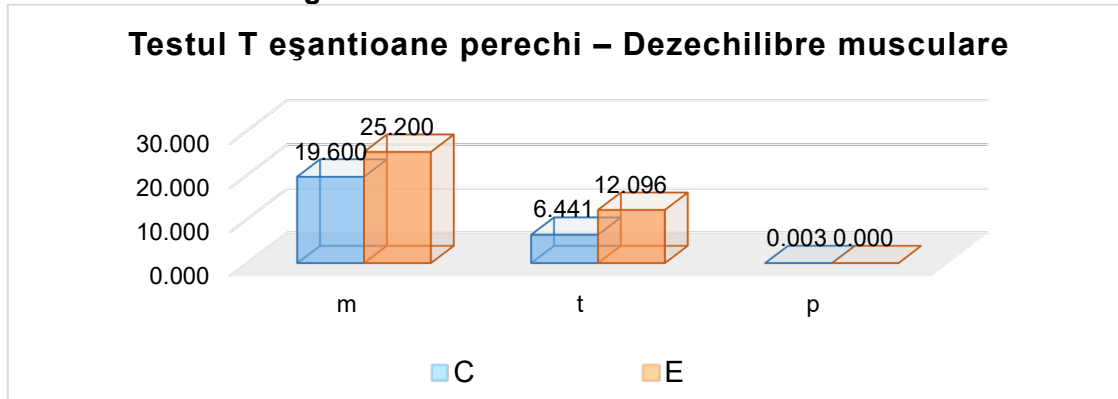


**Figura 10.14 Analiza bilanțului muscular (MRC) cu bare de control**

Prin urmare a fost o ameliorare cu 20%  $[(4.2-3.2)/3.2] \cdot 100$  a dezechilibrelor musculare asociate membrilor inferioare cu programul de kinetoterapie propus față de programul standard – **Figura 10.14**.

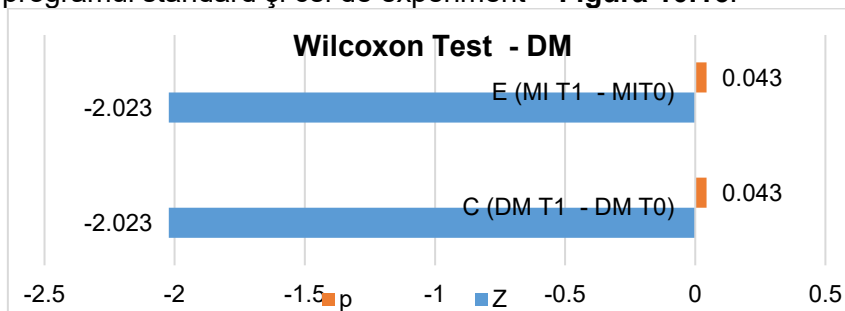
**3. Testul T pentru eşantioane perechi aplicat dezechilibrelor musculare exprimate ca diferență de valori analoage medii între membrul inferior indemn și cel afectat.**

- există efect al programului de recuperare standard asupra îmbunătățirii dezechilibrelor musculare aferente membrilor inferioare grupului de control, diferența observată între medii fiind de 19.6, valoarea testului T este 6.441 pentru pragul  $p < .003$ , denotă semnificație statistică;
- există efect al programului de recuperare propus asupra îmbunătățirii dezechilibrelor musculare aferente membrilor inferioare grupului de experiment, diferența observată între medii fiind de 25.2, valoarea testului T este 12.096 pentru pragul  $p < .000$ , denotă semnificație statistică, semnificație mai mare pentru grupul de experiment 0.000 *versus* 0.003 grupul de control aferent dezechilibrelor musculare – **Figura 10.15.**



**Figura 10.15 Testul T eşantioane perechi – Dezechilibre musculare**

4. **Testul Wilcoxon pentru două eşantioane perechi** relevă semnificație statistică pentru ambele programe fiecare aplicat pe loturi de pacienți independente  $p < 0.05$  respectiv 0.043 pentru programul standard și cel de experiment – **Figura 10.16.**



**Figura 10.16 Wilcoxon Test - DM**

### 10.5. Monitorizarea ritmului cardiac

Statistica descriptivă a demonstrat că valorile măsurate (medie/mediană) în timpul programelor de recuperare s-au situat sub valorile ritmului cardiac țintă calculate cu ajutorul formulei lui Karvonen în funcție de fazele reabilitării pentru ambele grupuri testate, menținând efortul la nivel aerob.

### 10.6. Măsurarea efortului perceput

Ambele programe de recuperare au păstrat același nivel perceput pe o scală de la 0 la 10, având o medie de 3.6 Borg, ceea ce corespunde unui nivel moderat, nu foarte intens – **Figura 10.17.**

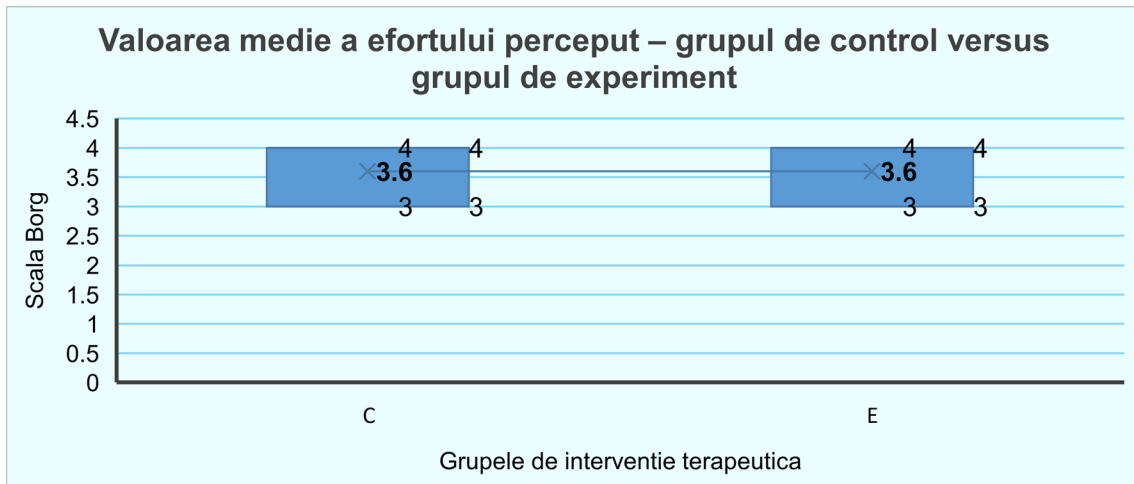


Figura 10.17 Valoarea medie a efortului perceput – grupul de control versus grupul de experiment

Concluzia este că programul de reabilitare care a inclus bicicleta staționară orizontală a obținut rezultate mai bune în ceea ce privește controlul durerii și corectarea dezechilibrelor musculare legate de membrele inferioare, cu mențiunea că ambele programe au înregistrat rezultate semnificative statistic în ceea ce privește funcționalitatea.

Concluzia finală este că programul de kinetoterapie propus implicând pedalierul orizontal static și-a dovedit eficiență conform testelor statistice aplicate – **Tabelul 10.1** și în conformitate cu obiectivele aferente protocolului de recuperare și a ipotezelor de lucru.

**Tabelul 10.1 Concluzii partea a II -a**

Evaluare concluzii	VAS		Bilanț articular		Dezechilibre musculare	
C n=5, 3B, 2F, vârsta medie 58.67 ± 11.67, IMC (kg/m <sup>2</sup> ) media 28.17±4.50 2 subiecți -40% 40-49 a, 1 subiect - 20% 50-69 a, 2 subiecți – 40% > 70 a						
E n=5, 2B, 3F, vârsta medie 56.67 ± 12.14, IMC (kg/m <sup>2</sup> ) media 27.32±2.94 2 subiecți -40% 40-49 a, 1 subiect - 20% 50-69 a, 2 subiecți – 40% > 70 a						
Variabile monitorizate: efort perceput 3.6 Borg, RC < RCT (C/E)						
Teste statistice p<.05 CI 95%	C	E	C	E	C	E
Testul t perechi (p)	.004	.001	.042	.043	.003	.000
Wilcoxon test (p)	.041	.039	.000	.001	.043	.043
Indice corelație (r)					0.990	0.997

Formularea recomandărilor și a propunerilor pentru cercetarea finală în urma aplicării cercetării preliminare experimentale:

- Pe cât posibil includerea mai multor participanți în cercetarea finală;
- Evaluarea calității vieții printr-un chestionar validat și interpretarea statistică a rezultatelor acestuia.

# PARTEA A III-A CONTRIBUȚII PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII VIEȚII UTILIZÂND PROGRAMUL DE REABILITARE CONCEPUT PENTRU PEDALIERUL ORIZONTAL STATIC CONSTRUIT COMPARATIV CU UN PROGRAM STANDARD – CERCETARE FINALĂ

## CAPITOLUL 11 CADRUL METODOLOGIC GENERAL AL CERCETĂRII FINALE

### 11.1. Premisele cercetării finale

Premisele considerate ca punct de plecare în efectuarea cercetării finale:

- sistemul pedalier orizontal staționar oferă posibilitatea de a aborda un interval variabil (minim - maxim) al amplitudinii de mișcare în funcție de programul individualizat al fiecărui pacient pornind de la patologia acestora;
- poziția de decubit dorsal antigravitațională permite o mișcare care favorizează remiterea semnelor celsiene (*dolor, calor, turgor, rugor*) și impotența funcțională, contribuind la recuperarea corespunzătoare a membrilor inferioare;
- înregistrarea valorilor analoage transmise permit corectarea în timp util a dezechilibrelor musculare și de aliniament a membrilor inferioare;
- sistemul complex abordează tripla flexie/extensie simultan în interdependență în vederea eficientizării recuperării neuromotorii;
- programul de recuperare are la bază somatotipul fiecărui pacient pentru a doza efortul, în funcție de compoziția corporală (AmazFit).

### 11.2. Obiectivele cercetării finale

**Obiectivele cercetării** propriu-zise (finale) sunt reprezentate de:

- utilizarea unor metode adecvate de evaluare a deficitului funcțional și a nevoii de intervenție terapeutică;
- elaborarea de strategii de intervenție recuperatorie originale bazate pe patologia de bază, compoziția corporală și comorbiditățile pacientului;
- evidențierea rolului lanțului kinetic al triplei flexii/extensii aferente membrilor inferioare în stabilitatea posturală, facilitarea ambulației, diminuarea numărului de zile de imobilizare;
- identificarea elementelor recuperatorii specifice patologiilor, somatotipului și vârstei pacienților, care să conducă la creșterea eficienței strategiei protocolului implementat;
- stabilirea relației între aplicarea protocoalelor de recuperare și rezultatele funcționale obținute (testare inițială și finală);
- identificarea de instrumente de evaluare obiectivă și subiectivă pentru evaluarea calității vieții în urma aplicării protocolului de recuperare standard și propus.

### 11.3. Scopul cercetării finale

Scopul cercetării finale este de a verifica eficacitatea programelor de recuperare propuse față de cele standard, adaptate în funcție de patologie, somatotip, comorbidități, aplicate cu ajutorul pedalierului orizontal staționar proiectat și construit în vederea reabilitării membrilor inferioare și de a determina impactul acestora asupra calității vieții.

### 11.4. Sarcinile cercetării finale

Sarcinile cercetării finale stabilite în concordanță cu obiectivele propuse la acest nivel sunt după cum urmează:



- Stabilirea strategiei de desfășurare a cercetării finale și întocmirea planului de organizare a cercetării finale pe etape;
- Formularea premiselor și a ipotezelor cercetării finale;
- Selectarea subiecților care participă la cercetarea finală în conformitate cu consimțământul informat al acestora și a normelor de etică profesională;
- Stabilirea criteriilor de includere, a criteriilor de excludere și a cadrului de mijloace și procese specifice de evaluare, a observațiilor de lucru în funcție de patologie și a particularităților de aplicare în funcție de patologii asociate;
- Stabilirea metodelor cercetării finale;
- Evaluarea inițială a subiecților incluși în cercetare utilizând tehnologii computerizate-senzori pentru evidențierea dezechilibrelor musculare cu rol diagnostic și terapeutic de feedback, parametrii de monitorizare - determinare compoziție corporală, scor de stabilitate, ritm cardiac și instrumente clasice – date anamnestice, scale de efort, scale privind percepția durerii, înainte de implementarea protocolului de reabilitare medicală standard și propus, utilizând un pedalier orizontal static;
- Conceperea protocolului de recuperare medicală și aplicarea acestuia;
- Elaborarea programelor de reabilitare utilizând pedalierul orizontal staționar, adaptând structura programului de exerciții pe grade de dificultate în funcție de riscograma pacienților și comorbiditățile acestora;
- Evaluarea finală a subiecților la sfârșitul cercetării finale utilizând bateria de teste utilizate la testarea inițială, aplicarea testului de calitate al vieții;
- Centralizarea datelor;
- Analiza, prelucrarea și interpretarea statistico-matematică, grafică și medicală a rezultatelor privind măsurătorile efectuate și calitatea vieții;
- Evidențierea concluziilor cercetării finale.

#### **11.5. Ipotezele cercetării finale**

Ipotezele cercetării finale sunt după cum urmează:

1. Procesul de recuperare medical poate fi eficientizat prin utilizarea sistemului pedalier orizontal static (indicatorii de eficiență utilizați au fost interpretările statistice legate de creșterea amplitudinii de mișcare articulare, recâștigarea forței musculare, diminuarea durerii, controlul ritmului cardiac și al efortului);
2. Decondiționarea poate fi evitată prin aplicarea protocolului de recuperare utilizând pedalierul orizontal static;
3. Calitatea vieții poate crește ca urmare a complianței la tratament și a eficienței protocolului de recuperare propus.

#### **11.6. Subiecții și locul desfășurării cercetării**

Cercetarea finală s-a desfășurat la domiciliul pacienților în conformitate cu acreditările medicale aferente cabinetului de liberă practică pentru activități publice conexe actului medical – Murgoci I. Nicolae – Cabinet de Practică Individuală – Kinetoterapie, înregistrat în Registrul Unic al Cabinetelor Medicale-parte a 3-a de Direcția de Sănătate Publică a Județului Galați sub nr. 096732 /149 din 11.03.2016 (**Anexa nr. 7**), conform deciziei interne nr. 32/20.10.2021, valabilă pentru toate lucrările și studiile desfășurate pentru elaborarea lucrării de doctorat.

#### **11.7. Etapele cercetării finale**

**Etapele cercetării finale s-au derulat astfel:**

- Debutul cercetării finale – elaborare premise, obiective, ipoteze de cercetare: iulie 2022
- Evaluarea inițială: ½ aprilie - iunie 2022(T0 – T2-10 pacienți), august – septembrie 2022 (14 pacienți): evaluarea durerii cu scala analog vizuală, stabilirea riscogramei pacientului prin bioimpedanță, bilanț articular - goniometrie, bilanț muscular – unități MRC și evaluare dezechilibre musculare, exprimate în diferența de valoare analogică

- medie între membrele inferioare, rezerva cardiacă, aprecierea efortului perceput cu scala Borg;
- Evaluarea finală: octombrie 2022 – februarie 2023 - evaluarea durerii cu scala analog vizuală, stabilirea riscogramei pacientului prin bioimpedanță, bilanț articular - goniometrie, bilanț muscular – unități MRC și evaluare dezechilibre musculare, exprimate în diferența de valoare analogică medie între membrele inferioare, rezerva cardiacă, aprecierea efortului perceput cu scala Borg, colectare rezultate în urma aplicării programelor de recuperare standard și propus timp de opt săptămâni pentru fiecare pacient;
  - Testarea calității vieții chestionar RAND SF- 36: ½ aprilie - iunie 2022(T0 –10 pacienți), august – septembrie 2022 (T0-14 pacienți), septembrie 2022- februarie 2023 (T2-24 pacienți);
  - Centralizare și prelucrare date: martie 2023;
  - Redactare, emitere concluzii aprilie 2023 - mai 2023;
  - Predare lucrare finală: mai 2023, în vederea presușinerii lucrării de doctorat.

### 11.8. Evaluarea subiecților

Evaluarea subiecților a respectat pașii din partea a II- a a lucrării **CAPITOLUL 6, punctul 6.8.**, la care s-a adăugat efectuarea testului de calitate a vieții SF-36, analiza statistică a rezultatelor acestuia și teste regresie liniară (coeficient beta) intercorelate cu bateria de teste funcționale și de monitorizare pentru interpretarea rezultatelor.

Pentru determinarea schimbărilor intervenite în calitatea vieții s-a utilizat un instrument generic de cuantificare a stării de sănătate - Chestionarul Short Form 36 (SF-36), dezvoltat de New England Medical Center în cadrul Medicul Outcomes Study (**Anexa nr. 4**). Acest model cuprinde 36 întrebări și opt scale care cumulează itemii în două concepte generice:

- Fizic – cuprinde scalele - funcționare fizică, durere corporală, limitări de rol din cauza problemelor de sănătate fizică și percepțiile generale de sănătate;
- Psihic – cuprinde scalele - limitări de rol din cauza problemelor personale sau emoționale, bunăstare emoțională, funcționare socială, energie/oboseală, modificări ale stării de sănătate (rand.org, 2022; John E. Ware & Sherbourne, 1992).

Sondajul RAND 36-Item Health Survey (Versiunea 1.0) abordează opt concepte de sănătate: funcționare fizică, durere corporală, limitări de rol din cauza problemelor de sănătate fizică, limitări de rol din cauza problemelor personale sau emoționale, bunăstare emoțională, funcționare socială, energie/oboseală și percepțiile generale de sănătate. Suplimentar include un articol cu privire la schimbarea percepută în starea de sănătate (Hays RD, 1992; Ware JE Jr, 1992).

Punctajul RAND 36-Item Health Survey este un proces în doi pași. În primul rând, valorile numerice precodificate sunt recodificate în funcție de cheia de punctare prestabilită. Toți itemii sunt punctați astfel încât un scor mare definește o stare de sănătate mai favorabilă. În plus, fiecare item este punctat pe un interval de la 0 la 100, astfel încât cele mai mici și cele mai mari scoruri posibile să fie 0 și, respectiv, 100. Scorurile reprezintă procentul din totalul punctajului posibil obținut. La pasul 2, elementele din aceeași scală sunt cuantificate împreună pentru a crea cele 8 scoruri ale scalei. Prin urmare, scorurile reprezintă media pentru toți itemii din scală la care respondentul a bifat răspunsul. Informațiile despre fiabilitatea, tendința centrală și variabilitatea scalelor folosind această metodă denotă siguranța utilizării acestuia (Anita L. Stewart, 1992; Hays RD, 1992; John E. Ware & Sherbourne, 1992).

Publicat inițial în 1992 în Medical Care, studiul de sănătate în formă scurtă (SF-36) cu 36 de articole evaluează generic calitatea vieții. Versiunea prezentată este cunoscută ca RAND SF-36 care acoperă opt domenii de sănătate: funcționarea fizică (10 itemi), durerea corporală (2 itemi), limitările rolului datorate problemelor de sănătate fizică (4 itemi), limitări de rol din cauza problemelor personale sau emoționale (4 itemi), bunăstarea emoțională (5 itemi), funcționarea socială (2 itemi), energie/oboseală (4 itemi) și percepțiile generale de sănătate (5 itemi). Scorurile pentru fiecare domeniu variază de la 0 la 100, un scor mai mare definind o stare de sănătate mai favorabilă. Pentru cuantificarea rezultatelor s-a utilizat SF-36 – OrthoToolKit.

## CAPITOLUL 12. RECUPERAREA MEDICALĂ AFERENTĂ GRUPULUI DE CONTROL ȘI GRUPULUI DE EXPERIMENT ÎN VEDEREA FACILITĂRII AMBULAȚIEI

### 12.1. Prezentarea subiecților și a rezultatelor evaluărilor grupului de control și a grupului de experiment

#### 12.1.1. Prezentarea subiecților și a caracteristicilor demografice specifice acestora

Grupul de control și grupul experimental au cuprins fiecare 12 subiecți și pentru păstrarea omogenității studiului s-au selectat din 52 de pacienți 24 pacienți cu afectare de bază similară pentru a respecta principiul comparabilității între date – **Tabelul 12.1**.

Fiecare grup conține 2 pacienți cu afectarea articulației coxo-femorale, 2 pacienți cu AVC, 5 pacienți cu afectarea articulației genunchiului și 3 pacienți cu afectare la nivelul articulației gleznei. Toți pacienții incluși în studiu au avut un episod de COVID-19 ușor spre moderat care nu a necesitat internare sau oxigenoterapie.

Programul de recuperare a durat 8 săptămâni cu o frecvență de 3 ori pe săptămână, în total 24 ședințe (50 min/ședință).

**Tabelul 12.1 Prezentarea subiecților**

Nr crt	Diagnostic	T	C/E	Subiecți	Vârsta	Gen	G	Î	IMC	Rezultat IMC
1	Coxartroză dreapta, Lombosciatică	T1	C	C.N.	45	M	90	1.79	27.93	Supraponderal
2	Status postfractură glezna stângă	T1	E	P.E.	44	F	59	1.64	22.03	Normal
3	Coxartroză dreaptă, Hernie de disc L4-L5 stadiul II	T1	E	A.J.	43	M	99	1.74	32.57	Obezitate
4	Poliartrita reumatoidă, coxartroza, gonatroza, HTAE stadiul 2, hipotiroidie, dislipidemie	T1	E	I.A.	73	F	73	1.60	28.32	Supraponderal
5	Status postentorsă glezna stângă	T1	C	B.I.	78	M	70	1.70	24.10	Normal
6	Leziune menisc medial stâng - ruptură zona vasculară	T2	C	V.I.	40	F	58.85	1.69	20.61	Normal
7	Gonartroză grad 2, tendinopatie proximală BIT, sechele rahitism, genu valgum stang, scolioză	T2	E	P.C.	50	M	89	1.84	26.24	Supraponderal
8	Boala Sever (apofizita de tracțiune tendon achilian), sechele rahitism, genu valg bilateral glezne, scolioză	T2	C	B.A.	38	F	48.50	1.75	15.84	Subponderal
9	Ruptură menisc genunchi drept	T2	E	C.R.	39	M	74	1.76	23.81	Normal
10	Leziune - luxație gradul 2 ligament colateral medial-extraarticular	T2	E	I.N.	42	M	88	1.80	27.28	Supraponderal
11	Tendinită BIT distal, picor plat bilateral, sechele rahitism	T2	C	A.M.	38	M	53.90	1.70	18.65	Normal
12	AVC ischemic, hemiplegie stângă	T1	C	G.L.	53	F	54	1.58	21.57	Normal
13	Gonartroză, Dislipidemie, HTAE stadiul 3	T1	C	O.P.	74	M	104	1.68	36.88	Obezitate
14	Coxartroză dreaptă, Hernie de disc stadiul II L4-L5, lombalgii, dislipidemie, HTAE stadiul 2	T2	C	M.T.	66	F	80.90	1.60	31.60	Obezitate
15	AVC ischemic, hemipareză stângă	T1	E	D.E.	52	M	88	1.78	27.80	Supraponderal
16	AVC ischemic, dizartrie, afazie mixtă, hemiplegie dreapta, HTAE stadiul 3, dislipidemie	T2	E	R.D.	53	F	106	1.64	39.50	Obezitate
17	Status post-fractură deschisă, redusă cu osteosinteza, tibie și peroneu stâng	T1	C	G.V.	49	F	82	1.64	30.60	Obezitate
18	Status post-fracturi multiple: femur stâng 1/2 diafiză, trohanter mare și cotil, fractură clavicula stângă, humerus stâng, DZ tip I, BCR stadiul IV, amauroză ochi stang, cataractă operată ochi drept, paratiroidectomie, agioplastie cu 3 stent-uri, cardiomegalie	T2	E	I.D.	31	F	51	1.56	21.10	Normal
19	Tendinită patelară, ruptură LIP post accident auto (leziune de bord)	T2	E	N.C.	34	M	70	1.68	24.77	Normal
20	Status post-luxație glezna dreaptă	T1	E	S.C.	76	F	70	1.66	25.40	Supraponderal
21	Leziune LIA – ruptură, fractura Segond	T2	C	P.M.	46	M	87.75	1.80	27.30	Supraponderal
22	Status post proteza totală necimentată de șold, cervialgii, discopatie lombară	T2	E	B.C.	60	F	91	1.58	36.61	Obezitate
23	Lombalgii, bursită prepatelară	T2	C	D.N.	32	M	57.00	1.79	17.79	Subponderal
24	AVC ischemic, hemipareză stângă, fractură de col femural stâng, status post proteză genunchi stâng	T2	C	N.A.	58	M	85.90	1.79	26.81	Supraponderal

BIT = banda iliotibială; HTAE = hipertensiune arterial esențială; BCR = boală cronică renală; LIP = ligament încrucișat posterior; LIA = ligament încrucișat anterior; AVC = accident vascular cerebral; T = interval timp evaluare; T1 = subiecți care au făcut parte și din grupul de experiment inițial (evaluare după 4 săptămâni); T2 = experiment final (după 8 săptămâni); C = grup de control; E = grup de experiment; M = gen masculin; F = gen feminin; G = greutate; Î = înălțime; IMC = indice de masa corporală;

Prezentarea subiecților a inclus pe lângă diagnosticul principal și comorbiditățile asociate, tipul pacientului codificat cu C sau E în funcție de grupul de control sau grupul de experiment, vârsta, genul și interpretarea indicelui de masa corporală.

### 12.1.2. Evaluarea durerii înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment

Interpretarea rezultatelor scalei analog vizuale a durerii prin asociere numerică a respectat următoarea standardizare: 0- nicio durere, 1-3 durere ușoară, 4-7 durere moderată, 8-10 durere severă. Momentul T0 a fost considerat cel înaintea începerii terapiei de recuperare și momentul T2 după opt săptămâni de aplicare a programului de recuperare aferent grupului de control, respectiv a grupului de experiment conform **Tabelului 12.2**.

**Tabelul 12.2 Evaluarea durerii înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment**

Nr. crt.	Tip	Subiecți	VAS T0	VAS T2
1	C	C.N.	6	1
2	C	B.I.	5	2
3	C	G.L.	4	0
4	C	O.P.	6	1
5	C	G.V.	7	2
6	C	V.I.	6	1
7	C	B.A.	4	1
8	C	A.M.	5	2
9	C	M.T.	7	3
10	C	P.M.	6	1
11	C	D.N.	5	1
12	C	N.A.	6	2
13	E	P.E.	6	0
14	E	A.J.	7	1
15	E	I.A.	5	2
16	E	D.E.	4	0
17	E	S.C.	5	0
18	E	P.C.	6	2
19	E	C.R.	5	1
20	E	I.N.	4	0
21	E	R.D.	5	1
22	E	I.D.	7	2
23	E	N.C.	5	0
24	E	B.C.	5	1

C - control; E - experiment

### 12.1.3 Bilanț articular – goniometrie înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment

Bilanțul articular (BA) realizat prin goniometrie înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment a vizat articulația coxo-femurală (CF), articulația genunchiului (G) și a gleznei (GZ) aferente membrului afectat stâng sau drept în funcție de patologie. Pentru articulația soldului și a genunchiului s-a evaluat flexia și pentru gleznă atât flexia cât și extensia. Amplitudinea de mișcare câștigată a fost evaluată separat ca diferență între momentul T2 și momentul T0. Pentru fiecare pacient s-a marcat articulația/articulațiile cea/cele mai afectată/afectate în grade, conform **Tabelului 12.3**.

**Tabelul 12.3 Bilanț articular – goniometrie înainte și după aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment (grade)**

Subiecți	tip	BA CF T0	BA G T0	BA GZ F T0	BA GZ E T0	BA CF T1	BA G T1	BA GZ F T1	BA GZ E T1	BA CF T2	BA G T2	BA GZ F T2	BA GZ E T2
1.C.N.	C	60	100	15	35	75	120	19	45	85	125	20	50
2.B.I.	C	85	120	5	34	90	130	11	40	90	130	17	45
3.G.L.	C	40	80	3	27	60	100	7	32	70	110	14	35
4.O.P.	C	75	75	10	43	85	90	15	49	85	105	17	50
5.G.V.	C	75	90	8	38	90	110	16	44	90	120	19	47
6.V.I.	C	85	55	20	35	90	75	20	45	90	115	20	47

7.B.A.	C	75	95	10	15	80	115	15	25	85	120	17	35
8.A.M.	C	60	85	15	35	75	95	17	40	85	115	19	45
9.M.T.	C	55	65	10	25	72	85	15	35	80	110	17	42
10.P.M.	C	60	35	7	22	71	50	12	27	78	82	16	43
11.D.N.	C	52	56	15	32	65	72	15	37	81	98	17	46
12.N.A.	C	35	25	3	10	42	45	7	15	55	65	15	23
13.P.E.	E	90	110	6	23	90	120	13	43	90	125	16	49
14.A.J.	E	55	95	12	32	78	125	17	42	82	128	18	46
15.I.A.	E	45	55	5	28	55	70	10	36	66	85	15	46
16.D.E.	E	35	75	3	29	60	92	8	42	72	100	11	45
17.S.C.	E	80	115	4	31	90	125	11	46	90	130	17	49
18.P.C.	E	42	45	13	29	58	62	15	32	71	105	17	42
19.C.R.	E	75	35	15	38	80	55	17	42	90	125	20	50
20.I.N.	E	62	47	12	35	75	65	15	42	90	115	19	47
21.R.D.	E	35	42	3	10	55	56	7	15	65	72	11	24
22.I.D.	E	32	67	10	20	57	86	15	32	75	92	17	41
23.N.C.	E	65	37	12	26	70	45	15	37	85	109	19	46
24.B.C.	E	55	72	2	15	65	89	12	25	72	92	15	38

C= grup de control; E = grup de experiment; BA = bilanț articular; CF = articulația coxo-femurală; G = genunchi; Gz = gleznă

#### 12.1.4. Bilanț muscular înainte (T0) și după (T2) aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment și evidențierea dezechilibrelor musculare între membrul inferior stâng și drept

Bilanțul muscular testează o forță maximă relativă la un moment dat cu metoda testingului muscular manual - scala MRC Medical Research Council cu 6 niveluri (0-5) pentru fiecare grup de mușchi ai membrului inferior. Astfel s-au consemnat flexia coapsei, flexia genunchiului, flexia dorsală/extensia gleznei, înainte (BM T0) și după (BM T2) aplicarea sesiunilor de kinetoterapie timp de 8 săptămâni. În **Tabelului 12.4** s-a consemnat grupa de mușchi cea mai afectată în funcție de patologia fiecărui pacient.

Dezechilibrele musculare au fost evaluate cu sistemul pedalier orizontal static și exprimate în valori analoage medii pentru membrul inferior drept și stâng. S-au evidențiat diferențele dintre membrele inferioare înainte (Dif VAM T0) și după (Dif VAM T2). Pentru grupul de control a fost efectuată o pedalare de 3 minute cu un efort moderat controlat în scop doar evaluativ spre deosebire de grupul de experiment la care pedalarea a avut rol atât terapeutic cât și de evaluare.

**Tabelul 12.4 Bilanț muscular înainte (T0) și după (T2) aplicarea programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment și evidențierea dezechilibrelor musculare între membrul inferior stâng și drept**

Nr, crt	Subiecți	BM T0	BM T1	BM T2	Dif VAM T0	Dif VAM T1	Dif VAM T2
1	C.N.	4	5	5	32	20	15
2	B.I.	4	5	5	26	10	5
3	G.L.	2	3	4	84	55	32
4	O.P.	3	4	5	42	25	19
5	G.V.	3	4	5	56	32	9
6	V.I.	3		5	35		19
7	B.A.	3		5	55		36
8	A.M.	4		5	62		32
9	M.T.	3		4	72		36
10	P.M.	4		5	56		29
11	D.N.	4		5	36		17
12	N.A.	2		3	89		42
13	P.E.	3	5	5	39	12	7
14	A.J.	4	5	5	43	18	11
15	I.A.	3	4	5	30	8	5
16	D.E.	2	3	4	107	75	41
17	S.C.	4	5	5	29	9	4
18	P.C.	4		5	62		12
19	C.R.	3		5	59		7
20	I.N.	4		5	47		10
21	R.D.	2		4	92		36
22	I.D.	4		5	83		46
23	N.C.	4		5	55		23
24	B.C.	3		5	48		31

Obs. Pacienții (N=10) care au fost incluși în programul experimental sunt marcați cu gri. Ulterior s-a introdus în studiul final și restul de 14 pacienți.

### 12.1.5 Valori de monitorizare a efortului perceput (scala BORG) și a ritmului cardiac în timpul aplicării programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment

Rezerva de ritm cardiac precum și ritmul cardiac țintă conform programului de recuperare a utilizat formula lui Karvonen: Frecvența cardiacă (FC) țintă = [(FC maximă - FC de repaus) × % Intensitate] + FC de repaus (Tudor Sbenghe, 2002, p. 569).

S-a propus o intensitate graduală de 40-60%, în acest mod nedepășindu-se pragul de lactat. Monitorizarea ritmului cardiac a fost efectuată cu ceas Smartwatch Huawei Watch GT 2 conform **Tabelului 12.5**, ținându-se cont de fazele reabilitării – 24 ședințe în total, repartizate câte 4 pentru fiecare din cele 3 trepte de intensitate a tratamentului de recuperare pentru prima lună de recuperare și menținerea intensității maxime de pedalare în ultima lună cu reluarea progresivă a sarcinilor cotidiene.

Frecvența cardiacă maximă a fost stabilită ca interval între o limita superioară determinată ca FCM1 = frecvența cardiacă maximă 1 = (220-vârsta) și o limită inferioară determinate ca FCM2 = frecvența cardiacă maximă 2 = (215- vârsta \*0.66), pentru fiecare limită calculându-se frecvența cardiacă țintă de control.

Deficitul cronotropic - DC % = deficit cronotropic % = [(Pmxt- Pmxef)/ Pmxt]\*100 (Tudor Sbenghe, 2002, p. 569) reprezintă un index important pentru a determina ritmul cardiac maxim efectiv înregistrat la efort și valoarea relativă a acestuia față de ritmul cardiac maxim teoretic pentru vârsta pacientului. În funcție de intensitatea pedalării, reducerea trebuie să crească astfel încât puterea de contracție a mușchiului cardiac să atingă ponțialul teoretic, în condițiile păstrării efortului aerob.

**Tabelul 12.5 Valori de monitorizare a ritmului cardiac în timpul aplicării programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment**

Subiecți	V	FCR	FCM 1	FCM 2	FCT2 (I=40%)	FCT2 (I=50%)	FCT2 (I=60%)	FC 1	FC 2	FC 3	DC 1	DC 2	DC	Reducerea DC
1.C.N.	45	75	175	185	119	130	141	118	129	137	31.93%	25.63%	21.71%	10.22%
2.B.I.	78	80	142	164	110	122	130	105	111	126	22.25%	14.25%	11.27%	10.98%
3.G.L.	53	77	167	180	117	129	139	115	127	137	29.94%	23.05%	17.96%	11.97%
4.O.P.	74	90	146	166	111	128	136	110	126	134	23.65%	12.27%	8.22%	15.44%
5.G.V.	49	67	171	183	118	125	136	116	124	133	30.96%	27.00%	22.22%	8.73%
6.V.I.	40	72	180	189	120	130	142	118	125	139	33.09%	27.61%	22.78%	10.31%
7.B.A.	38	69	182	190	121	129	142	119	127	140	33.53%	28.87%	23.08%	10.46%
8.A.M.	38	75	182	190	121	132	144	120	129	139	33.53%	27.22%	23.63%	9.91%
9.M.T.	66	68	154	171	114	120	130	111	115	124	26.25%	22.26%	19.48%	6.77%
10.P.M.	46	81	174	185	119	133	143	117	130	139	31.69%	23.67%	20.11%	11.58%
11.D.N.	32	65	188	194	123	129	142	121	125	138	34.81%	31.15%	26.60%	8.22%
12.N.A.	58	76	162	177	116	126	136	114	123	133	28.59%	22.00%	17.90%	10.69%
13.P.E.	44	80	176	186	119	133	144	116	127	141	32.17%	24.44%	19.89%	12.28%
14.A.J.	43	75	177	187	120	131	142	118	129	141	32.40%	26.10%	20.34%	12.06%
15.I.A.	73	65	147	167	112	116	126	106	113	123	23.99%	21.15%	16.33%	7.67%
16.D.E.	52	70	168	181	117	125	136	114	123	135	30.20%	25.39%	19.64%	10.55%
17.S.C.	76	85	144	165	111	125	133	110	123	131	22.96%	13.25%	9.03%	13.93%
18.P.C.	50	67	170	182	118	125	136	115	123	134	30.71%	26.76%	21.18%	9.53%
19.C.R.	39	78	181	189	121	134	145	120	131	143	33.31%	26.17%	20.99%	12.32%
20.I.N.	42	75	178	187	120	131	142	119	129	139	32.63%	26.33%	21.91%	10.72%
21.R.D.	53	69	167	180	117	125	136	115	122	135	29.94%	25.44%	19.16%	10.77%
22.I.D.	31	79	189	195	123	137	148	121	136	145	35.02%	27.63%	23.28%	11.74%
23.N.C.	34	83	186	193	122	138	149	120	135	147	34.40%	25.92%	20.97%	13.43%
24.B.C.	60	78	160	175	115	127	136	111	123	134	28.03%	20.81%	16.25%	11.78%

FCR=frecvența cardiacă de repaus, FCM1 = frecvența cardiacă maximă (220- vârsta), FCM2 = frecvența cardiacă maximă (215- vârsta \*0.66) [17]; C = control; E = experiment

FCT1=Frecvența cardiacă țintă 1= [(FC maximă1 - FC de repaus) ×40% Intensitate] + FC de repaus, aferente fazei 1, 2 (I=50%), 3 (I=60%)

FCT2= Frecvența cardiacă țintă 1= [(FC maximă2 - FC de repaus) ×40% Intensitate] + FC de repaus, aferente fazei 1, 2 (I=50%), 3 (I=60%)

I = intensitate efort (40%,50%;60%); V = vârsta

FC1,2,3 = frecvențele cardiace măsurate în funcție de faza reabilitării

DC % = deficit cronotropic % = [(Pmxt- Pmxef)/ Pmxt]\*100

Scala Borg, gradată de la 1 la 10, relevă percepția efortului în pedalare și este utilizată pentru a stabili ritmul de bază inițial care corespunde unui nivel de intensitate agreeat de pacient, condiționarea fiind aerobă. Pentru recuperare nivelul efortului perceput nu trebuie să depășească nivelul moderat: Borg = 4-6, pentru a nu atinge pragul de lactat. Valorile de

monitorizare a efortului perceput (scala BORG) în timpul aplicării programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment sunt evidențiate în **Tabelul 12.6**.

În protocoalele de recuperare a pacienților după remiterea episodului acut se indică pentru controlul cardio-pulmonar (dispnee și fatigabilitate) un scor maxim pe scala Borg de 4/10, conform protocolului de reabilitare post-Covid (EMITENT MINISTERUL SĂNĂTĂȚII, 2021). Menționez că fiecare pacient a avut cel puțin un episod COVID-19 ușor spre moderat care nu a necesitat internare sau oxigenoterapie, 22 pacienți fiind vaccinați și doi pacienți nevaccinați.

**Tabelul 12.6 Valori de monitorizare a efortului perceput (scala BORG) în timpul aplicării programelor de kinetoterapie la nivelul grupului de control și a grupului de experiment**

Nr.crt.	tip	Subieci	BORG T1	BORG T2
1	C	C.N.	4	4
2	C	B.I.	3	2
3	C	G.L.	4	3
4	C	O.P.	3	3
5	C	G.V.	4	3
6	C	V.I.	4	3
7	C	B.A.	3	3
8	C	A.M.	3	2
9	C	M.T.	4	4
10	C	P.M.	3	3
11	C	D.N.	4	2
12	C	N.A.	4	4
13	E	P.E.	4	2
14	E	A.J.	4	2
15	E	I.A.	3	3
16	E	D.E.	4	3
17	E	S.C.	3	2
18	E	P.C.	4	4
19	E	C.R.	4	3
20	E	I.N.	3	2
21	E	R.D.	4	4
22	E	I.D.	4	4
23	E	N.C.	3	2
24	E	B.C.	4	3

C - control; E - experiment

Efortul perceput a fost evaluat pentru grupul de control și grupul de experiment după efectuarea programului de kinetoterapie standard și cel propus pe parcursul celor 24 ședințe derulate timp de 8 săptămâni.

#### **12.1.6. Valori rezultate din analiza prin bio-impedanță a subiecților**

Măsurătorile compoziției corporale obținute prin bio-impedanță au utilizat analizatorul Amazfit Smart Scale - Body Composition Analyzer (Declarație de Conformitate cu directivele 2014/53/UE și 2014/65/UE) din dotarea proprie a cabinetului de practică, folosind o singură frecvență de 50 kHz. Pentru fiecare subiect au fost determinate compartimentele corporale majore determinate ca sistem de țesuturi, estimate automat prin ecuații empirice liniare stocate în memoria sistemului împreună cu datele fizice personale (vârstă, greutate, înălțime) –

#### **Tabelul 12.7.**

- Criteriile de excludere aferente măsurătorilor prin bioimpedanță au inclus toate situațiile de alterare a echilibrului hidroelectrolitic (boli hepatice, renale, cardiace decompensate), infecții acute-contagioase, subiecți care poartă stimulator cardiac, persoane cu leziuni cutanate și femeile gravide.
- Criterii de includere aferente măsurătorilor prin bioimpedanță au vizat orice pacient cu indicație medicală de kinetoterapie de la medicul specialist; se restricționează consumul de alimente și lichide timp de cel puțin 4 ore și de alcool cu cel puțin 8 ore înainte de test.

- Procedura: subiecții în ortostatism cu picioarele goale în contact cu suprafața conductoare.

**Tabelul 12.7 Valori rezultate din analiza prin bio-impedanță a subiecților**

Nr crt	C/E	N	FM (Kg)	SM (Kg)	FFM (Kg)	Apă (l)	Proteine (Kg)	Țesut osos(Kg)
1	C	C.N.	26.22	34.7	59.76	45.11	11.46	3.20
2	C	B.I.	16.72	27.30	50.13	36.29	11.14	2.70
3	C	G.L.	15.45	19.90	36.25	27.36	6.89	2.00
4	C	O.P.	40.08	35.1	60.45	45.60	11.56	3.30
5	C	G.V.	33.76	22.5	40.49	30.47	7.43	2.6
6	C	V.I.	17.89	21.40	38.71	29.19	7.12	2.40
7	C	B.A.	2.91	21.40	40.18	29.10	8.68	2.40
8	C	A.M.	2.70	26.4	48.41	35.14	10.56	2.70
9	C	M.T.	35.68	23.9	42.75	32.20	7.85	2.70
10	C	P.M.	24.48	33.2	59.89	43.35	13.34	3.2
11	C	D.N.	3.88	27.5	50.22	36.42	11.00	2.80
12	C	N.A.	23.45	32.7	59.12	42.78	13.14	3.20
13	E	P.E.	17.78	21.8	39.19	29.57	7.23	2.40
14	E	A.J.	33.92	36.20	62.15	46.98	11.77	3.40
15	E	I.A.	30.23	22.30	39.91	30.16	7.25	2.50
16	E	D.E.	24.10	31.7	54.90	41.45	10.45	3
17	E	S.C.	24.99	19.2	34.92	26.41	6.51	2
18	E	P.C.	23.90	34.20	61.41	44.51	13.59	3.30
19	E	C.R.	31.42	22.30	40.04	30.16	7.38	2.50
20	E	I.N.	18.74	34.70	66.18	45.08	17.59	3.50
21	E	R.D.	49.96	30.6	41.54	40.18	9.78	3.2
22	E	I.D.	14.48	18.2	34.92	25.26	7.65	2
23	E	N.C.	14.19	28.9	52.74	38.17	11.67	2.9
24	E	B.C	43.42	25.6	45.39	34.18	8.41	2.80

Valorile rezultate din analiza prin bio-impedanță a compoziției corporale au evidențiat țesutul adipos (FM), mușchii scheletici (SM), țesutul non-adipos (FFM), cantitatea de proteine și țesut osos, exprimate în kilograme și cantitatea de apă exprimate în litri pentru toți pacienții incluși în studiu. În urma analizei statistice a acestor indicatori s-a stabilit un profil de risc pentru fiecare subiect, urmată de o dozare individualizată a exercițiului terapeutic.

Un țesut adipos în exces constituie un risc metabolic mare, rezistență la insulină, comorbidități asociate cu obezitatea, boli cardiace și respiratorii care duc la dificultăți în îndeplinirea sarcinilor zilnice. Dacă pacienții prezintă și o scădere concomitentă a țesutului non-adipos (proteine, apă intra și extracelulară și minerale osoase), riscul se multiplică (risc fracturi/căderi, scăderea calității vieții, dizabilități și mobiditate) astfel încât sunt necesare exerciții terapeutice rezistive, concentrice de intensitate minimă-medie pe o perioadă mai mare. În schimb un somatotip echilibrat permite efectuarea de exerciții excentrice și rezistive cu o intensitate maximă (MURGOI, 2021; Murgoci, Mereuță, et al., 2022).

#### 12.2.4. Programul de recuperare medicală adaptat grupului de control și experiment

Programul de recuperare medicală adaptat grupului de control și experiment respectă protocolul de recuperare prezentat în Capitolul 8, conținutul detaliat al programelor de recuperare fiind conform **Tabelelor 12.30, 12.31** cu specificația că toți pacienții au avut cel puțin un episod COVID-19 ușor spre moderat. (**Anexa nr. 8**)

**Tabelul 12.30 Conținutul detaliat al programului de recuperare adaptat grupului de control**

Conținut program de kinetoterapie standard adaptat fiecărei afecțiuni (minute) n=12	Gonartroză, Coxartroză, lombosciatica (origine mecanică) 3 subiecți	AVC ischemic hemiplegie/hemipareză 2 subiecți	Status post-traumatism MI 7 subiecți
Masaj terapeutic	15	15	
Drenaj limfatic manual			15
Poziționare masă invesie	5		
Exerciții specifice*	20		



Tratament postural -Poziționări la marginea patului în șezut scurt		5	
FNP – Kabat (5 min pasiv, 5 min activ)		10	5
Kinetoterapie pasiv, pasiv-activă		10	20
Terapie manuală & stretching	10	10	10
Timp total (minute) din care	50	50	50
activ	20	5	15
pasiv	30	40	35
pauza activă	0	5	0

#### \*Detaliere exerciții specifice

**-Gonartroză, Coxartroză și lombosciatică de origine mecanică cu lordoză asociată - recomandare medicală - program Williams, 5 -7-10 repetări (creșteri progresive la fiecare 4 sedințe, total 24 ședințe)**

##### Exerciții specifice

- din decubit dorsal se flexează și se extind genunchii alternativ;
- din decubit dorsal se execută flexia coapsei pe abdomen alternativ, menținere 10 secunde, urmată de revenire cu membrele inferioare extinse și apoi de realuarea mișcării cu efectuare simultană;
- din decubit dorsal, mâinile la ceafă, tălpile pe sol, se execută flexia coapsei pe abdomen alternativ, menținere 10 secunde, urmată de revenire cu membrele inferioare extinse;
- din decubit dorsal, cu brațele întinse deasupra capului și genunchii îndoiți se lipește zona lombară de podea contractând musculatura abdominală;
- din decubit dorsal cu genunchii îndoiți și tălpile pe sol, se rotește bazinul spre stânga, respectiv dreapta;
- din decubit dorsal cu membrele inferioare extinse, se poziționează calcâiul pe genunchiul opus și se lasă coapsa pe sol, apoi se revine la poziția inițială;
- din decubit dorsal, se ridică câte un picior deasupra solului, se menține 10 secunde, apoi se revine la poziția inițială;
- din decubit dorsal cu o pernă sub cap, șoldurile și genunchii flexați, picioarele pe sol, contractând mușchii fesieri și abdominali, se basculează bazinul prin ridicarea feselor de pe sol. Treptat se execută aceleași mișcări cu genunchii tot mai puțin flexați.

**-AVC hemiplegie/hemipareză asociată/ Status post-traumatism membre inferioare**  
**Exerciții specifice**

S-au aplicat tehnici de facilitare neuroproprioceptivă (Beckers & Buck, 2021, p. 145-166) kinetoterapie pasivă, pasiv-activă, **5 -7-10 repetări (creșteri progresive la fiecare 4 sedințe, total 24 ședințe).**

##### Exerciții specifice:

- Flexie-abducție –rotație internă (Beckers & Buck, 2021, p. 145);
- Flexie-abducție –rotație internă cu flexia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 148);
- Flexie-abducție –rotație internă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 149);
- Extensie-adducție-rotație externă (Beckers & Buck, 2021, p. 151);
- Extensie-adducție-rotație externă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 154);
- Extensie-adducție-rotație externă cu flexia genunchiului(Beckers & Buck, 2021, p. 156);
- Flexie-adducție-rotație externă (Beckers & Buck, 2021, p. 157);
- Flexie-adducție-rotație externă cu flexia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 159);
- Flexie-adducție-rotație externă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 161);
- Extensie-abducție-rotație internă (Beckers & Buck, 2021, p. 162);
- Extensie-abducție-rotație internă cu extensia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 165)
- Extensie-abducție-rotație internă cu flexia genunchiului (Beckers & Buck, 2021, p. 166)

**Tabelul 12.31 Conținutul detaliat al programului de recuperare adaptat grupului de experiment**

Conținut program de kinetoterapie propus adaptat fiecărei afecțiuni (minute) n=12	Coxartroză, lombosciatică (origine mecanică) Gonartroză 2 subiecți	Coxartroză/Gonartroză, lombosciatică (origine mecanică) 3 subiecți	AVC ischemic 2 subiecți	Post-traumatism MI 2 subiecți	Post-traumatism MI 1 subiecți	Post-traumatism MI 2 subiecți
Masaj terapeutic	5	5	5			
Drenaj limfatic manual				8	4	4
Poziționare masă invesie	4	5				
Pedalară orizontală statică- programe adaptate A/B/C	31	35	31	27	31	35
Tratament postural - Poziționari la marginea patului în sezut scurt			4			
FNP – Kabat-activ				5	5	5
Terapie manuală, stretching	10	5	10	10	10	6
<b>Timp total (minute)</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
activ	22	26	22	23	27	31
pasiv	19	15	15	18	14	10
pauza activă			4			
pauza pasivă	9	9	9	9	9	9

Timpul total al ședințelor este de 50 de minute din care pedalară cuprinde 27-35 minute în funcție de riscul asociat.

## CAPITOLUL 13. EVALUAREA CALITĂȚII VIEȚII GRUPULUI DE CONTROL ȘI EXPERIMENT

### 13.1. Conceptul de calitate a vieții (QoL)

Conceptul de calitate a vieții, acceptat ca termen medical în *Index Medicus* în 1977 se referă la satisfacția generală indusă de bunăstarea experimentată de o persoană. Este un termen subiectiv și modul de evaluare depinde de educația, convingerile, valorile și obiectivele pe termen scurt, mediu și lung al unei persoane. Diverși factori pot fi considerați etalon de măsurare, de exemplu sănătatea fizică, bunăstarea emoțională, relațiile sociale, cariera profesională, stabilitatea financiară, educația, familia, factori culturali și modul de petrecere al timpului liber.

Calitatea vieții este corelată și cu modul în care o persoană își percepe starea de sănătate fizică, mentală și socială în condițiile provocărilor factorilor externi și interni astfel încât să fie menținută o stare de echilibru (ro.wikipedia.org, 2022; The Association of Faculties of Medicine of Canada, 2022). Pe lângă serviciile medicale, efortul individual constituie un pilon important, prevenția fiind un factor cheie în prevenirea obezității, diabetului zaharat de tip II și a bolilor cardiace datorită faptului că factorii comportamentali influențează 40% din numărul deceselor premature iar factorii sociali 15%. (Barnes et al., 2012; Farshad Fani Marvasti, 2012).

Starea de sănătate mentală a mai fost definită și prin termenul de bunăstare (Naci & Ioannidis, 2015).

### 13.2. Chestionarul Short Form 36 (SF-36)

**Chestionarul Short Form 36 (SF-36)** este un instrument auto-raportat, care utilizează sisteme de punctare numerică. Poate fi completat de pacient/un membru al familiei sau de un profesionist (medic, fizioterapeut, asistent medical/maternal/social, dietician) din domeniul sănătății. Această abordare specială evaluează dimensiunile fizice și mentale înainte și după opt săptămâni de intervenții terapeutice pe același eșantion de 24 pacienți (**Anexa nr. 4**).

Chestionarul Short Form 36 (SF-36) este un instrument generic pentru măsurarea stării de sănătate, subliniind impactul intervențiilor medicale, dezvoltat și testat de New England Medical Center în cadrul Medical Outcomes Study (John E Ware et al., 1993; Walters, 2009). Elaborarea versiunii în limba română a fost realizată în conformitate cu instrucțiunile aplicate la nivel internațional, cu recomandările și sub controlul Centrului Medical New England (Cotărlă, 2009; J. E. Ware, 2000b). SF-36 are cele mai multe dovezi de receptivitate, fiind chestionarul cel mai des utilizat și evaluat (Garratt et al., 2002; Hand, 2016).

Chestionarul, care cuprinde 36 de articole, acoperă opt domenii de sănătate: funcționarea fizică PF (10 itemi), durerea corporală BP (2 itemi), limitările rolului datorate problemelor de sănătate fizică RP (4 articole), limitări de rol din cauza problemelor personale sau emoționale RE (4 itemi), bunăstarea emoțională MH (5 itemi), funcționarea socială SF (2 itemi), energie/oboseală VT (4 itemi) și percepții generale de sănătate GH (5 itemi). Scorurile pentru fiecare domeniu variază de la 0 la 100, un scor mai mare definind o stare de sănătate mai favorabilă. RAND SF-36 versiunea 1 a fost utilizată pentru a cuantifica rezultatele în SF-36 OrthoToolKit care conține o dimensiune suplimentară – schimbarea stării de sănătate-Health Change HC (1 articol). Scorul RAND 36-Item Health Survey 1.0 utilizează valori numerice precodificate cuantificate în funcție de itemi pentru a obține cele nouă domenii de interes (Anita L. Stewart and John E. Ware, 1992; orthotoolkit.com, 2022; John E. Ware & Sherbourne, 1992).

### 13.3. Procedura de lucru și modul de colectare al rezultatelor evaluărilor

#### 13.3.1. Procedura de lucru

Pacienții au fost introduși în programul de reabilitare imediat după externare la domiciliu. La T0 înainte de începerea programului de reabilitare a fost prima evaluare cu SF-36 OrthoToolKit și după opt săptămâni de kinetoterapie a fost a 2-a evaluare, considerată la perioada T2.

Programul de reabilitare a durat 8 săptămâni cu o frecvență de 3 ori pe săptămână, într-un total de 24 de ședințe (50 min/ședință) din care pedalare orizontală statică timp de 27, 31 sau 35 de minute corespunzător riscului asociat (pentru grupul de experiment), la care s-au adăugat exerciții specifice individuale în funcție de fiecare patologie cu creșterea progresivă a intensității la fiecare patru ședințe pentru prima luna de tratament. Pe parcursul celei de-a doua luni de reabilitare s-a menținut ultima intensitate agreată conform scalei BORG, urmată de reevaluarea acesteia, pacientul fiind încurajat să reia sarcinile cotidiene, profesionale, sociale, familiale. Sistemul inovator al bicicletei orizontale a fost stabilizat pentru utilizarea în decubit dorsal și senzori de presiune au fost atașați la pedale pentru a monitoriza parametrii lanțului kinetic al triplei flexii/extensii (Murgoci, Mereuță, et al., 2022).

### 13.3.2 Modul de colectare al rezultatelor evaluărilor cu SF-36 OrthoToolKit

Rezultatele aplicării SF-36 OrthoToolKit au fost colectate la T0 (înainte de începerea programului de reabilitare) și la T2 (după opt săptămâni de fizioterapie).

La T0, înainte de începerea programului de reabilitare, prima evaluare cu SF-36 OrthoToolKit folosind RAND SF-36 versiunea 1 pentru 24 pacienți incluși în cercetarea finală (12 pacienți din grupul de control și 12 pacienți din grupul de experiment), urmată de o altă evaluare la T2 după 8 săptămâni de reabilitare. Scorurile pentru fiecare domeniu variază de la 0 la 100, un scor mai mare definind o stare de sănătate mai favorabilă.

Pasul 1 și Pasul 2 sunt conform instrucțiunilor de notare SF-36. Pasul 3 reprezintă contribuția personală, modalitate de evaluare prezentată și în studiul de analiză a rezultatelor calității vieții după aplicarea unui program terapeutic aferent reabilitării membrilor inferioare cu o bicicletă orizontală (Murgoci, 2023).

→**Pasul 1** Cei 36 de itemi înregistrează valori aferente ultimelor patru săptămâni anterioare T0/T2, pentru întrebările 3-32 și pentru restul itemilor 1 și 2 la momentul completării chestionarului, după cum urmează:

- articolele cu numărul 1, 2, 20, 22, 34, 36 au cinci categorii de răspuns, interval 100-0, gradul de măsură 25;
- articolele cu numărul 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, și 12 au trei categorii de răspuns, interval 0-100, gradul de măsură 50;
- articolele cu numărul 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 au cu două categorii de răspuns, grad de măsură 0-100;
- articolele cu numărul 21, 23, 26, 27 și 30 au șase categorii de răspuns, interval 100-0, grad de măsură 20;
- articolele cu numărul 24, 25, 28, 29 și 31 au șase categorii de răspuns, interval 0-100, grad de măsură 20;
- articolele cu numărul 32, 33 și 35 au cinci categorii de răspuns, interval 0-100, gradul de măsură 25.

→**Pasul 2** Elementele de la pasul 1 sunt cuantificate pentru a forma scale:

- PF - funcționare fizică, compusă din 10 itemi după înregistrarea mediei întrebărilor 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12;
- RP - limitări de rol din cauza problemelor de sănătate fizică, compusă din 4 itemi, după înregistrarea mediei întrebărilor 13, 14, 15, 16;
- RE - limitări de rol din cauza problemelor personale sau emoționale, compusă din 3 itemi, după înregistrarea mediei întrebărilor 17, 18, 19;
- VT - energie/oboseală (vitalitate), compusă din 4 itemi, după înregistrarea mediei întrebărilor 23, 27, 29, 31;
- MH - bunăstare emoțională (sănătate mintală), compusă din 5 itemi, după înregistrarea mediei întrebărilor 24, 25, 26, 28, 30;
- SF - funcționare socială, compusă din 2 itemi, după înregistrarea mediei întrebărilor 20, 32;
- BP - durere (durere corporală), compusă din 2 itemi, după înregistrarea mediei întrebărilor 21, 22;
- GH - starea generală de sănătate, compusă din 5 itemi, după înregistrarea mediei întrebărilor 1, 33, 34, 35, 36;
- HC - schimbarea sănătății, 1 item - numărul 2.

→**Pasul 3** RAND SF-36 versiunea 1 este un instrument generic, astfel încât componentele sale vizează starea fizică și mentală.

Componentele fizice rezumate (PCS) cuprinde media funcționării fizice (PF), limitările rolului datorate problemelor de sănătate fizică (RP) și scorurile durere corporală (BP) și de percepție a sănătății generale (GH).

Componentele mentale rezumate (MCS) cuprinde media limitărilor de rol din cauza problemelor personale sau emoționale (RE) și scorurile energie/oboseală sau vitalitate (VT), bunăstare emoțională sau sănătate mintală (MH) și funcționare socială (SF).

PCS și MCS calculate ca medie înainte și după opt săptămâni de terapie de reabilitare au fost comparate cu un studiu românesc de calitate a vieții care cuprinde n=928 de pacienți cu diferite intervenții medicale - SF-36v2-RO (Mardare et al., 2019) pentru a sublinia diferențele acestei abordări particulare.

Propunerea internațională pentru procesul de calcul PCS și MCS se bazează pe scorul z determinat pentru primele opt scale raportate la media populației generale. Deoarece nu este întocmit un normativ românesc, s-a selectat studiul privind normativul american ca etalon pentru a determina scorul z pentru fiecare subiect prin scăderea scalei individuale obținute prin media grupului în funcție de vârstă și apoi împărțirea prin deviația standard corespunzătoare. Scorurile Z înmulțite cu coeficientul factorului pentru cele opt scale sunt însumate pentru a determina PCS și MCS, înmulțite cu 10 și adăugate la 50. Astfel are loc transformarea liniară a scorurilor sumarizate de componente fizice și mentale PCS și MCS în metrica scorului T, care are o medie de 50 și o abatere standard de 10 pentru populația generală (Laucis et al., 2015; Taft et al., 2001).

#### 13.4. Criteriile de evaluare ale chestionarului

Criteriile de evaluare ale chestionarului au atins cele 8 puncte de evaluare obligatorii ale unui chestionar. Cele opt elemente de evaluare a aplicabilității instrumentale a instrumentului SF-36 ca adecvare, acceptabilitate, fezabilitate, validitate, fiabilitate, receptivitate, precizie și interpretabilitate sunt analizate în conformitate cu principiile clinimetrice și psihometrice (Fitzpatrick et al., 1998; Murgoci, 2023; Naci & Ioannidis, 2015).

Criteriile au fost analizate ținând cont de secvențialitatea aplicării acestora (**Figura 13.1**)

- **Criterii constructive** care recomandă aplicarea chestionarului RAND SF-36 versiunea 1 – criteriul nr. 4 validitate conform Medical Outcomes Study n=2471 (Brazier et al., 1996, 1999; rand.org, 2022; Walters et al., 1999) și nr. 7 precizie (utilizare scale Likert cu mai multe opțiuni de răspuns minim 2, maxim 6);
- **Criterii tehnico-economice** – criteriul nr.2 acceptabilitate, criteriul nr.3 fezabilitate și criteriul nr. 8 interpretabilitate;
- **Criterii care reflectă rezultatele** obținute în urma aplicării chestionarului– criteriul nr.5 fiabilitate și criteriul nr. 6 receptivitate;
- **Criteriul nr. 1 adecvarea** care răspunde dacă conținutul chestionarului răspunde scopului principal al studiului, respectiv facilitarea ambulației.

TEHNICO-ECONOMIC	⇒	2.ACCEPTABILITATE	3.FEZABILITATE	8.INTERPRETABILITATE
CONSTRUCȚIE	⇒	4.VALIDITATE	1.ADECVARE	7.PRECIZIE
REZULTAT	↔	5.FIABILITATE		6.RECEPTIVITATE

Figura 13.1 Secvențialitatea aplicării criteriilor SF-36 [contribuție proprie]

#### 13.4.3. Analiza criteriului țintă ce răspunde scopului principal al studiului

→**Criteriul nr. 1 adecvarea** răspunde dacă conținutul chestionarului răspunde scopului principal al studiului, respectiv facilitarea ambulației.

Stabilitatea posturală ortostatică este definitorie pentru capacitatea de control a sistemului nervos central de a menține echilibrul reprezentând un test relevant pentru a verifica obiectivul facilitarea ambulației și implicit adecvarea chestionarului aplicat de calitate a vieții

SF-36 la scopul principal al studiului. Cu cât e mai stabilă poziția ortostatică cu atât e mai mică balansarea corpului și echilibrul e mai bun, mersul fiind stabil.

Descrierea tehnicii: la sfârșitul perioadei de recuperare s-a aplicat testul de stabilitate care a constatat în menținerea echilibrului unipodal al membrului inferior supus analizei pe cântarul corporal AmazFit din dotarea cabinetului propriu. În conformitate cu **Tabelul 13.102** fiecărui pacient i se acordă un punctaj prin corelarea cu aplicația Zepp Analyzer în funcție de capacitatea de propriocepție a acestuia.

**Tabelul 13.102 Stabilitatea posturală – AmazFit – corelație cu Zepp Analyzer**

Scor	Stabilitate posturală - interpretare
0-20	scăzută
20-40	minimă
40-60	normală
60-80	foarte bună
80-100	excelentă

Rezultatele scorului de stabilitate sunt prezentate în **Tabelul 13.104** pentru grupul de control după efectuarea testului de propriocepție și echilibru.

**Tabelul 13.103 Rezultatele scorului de stabilitate - grupul de control**

Subieci	VAS T2	Dif VAM T2	BA T2	BORG T2	BM T2	PCS T2 Z	MCS T2 Z	Scor stabilitate	Interpretare stabilitate
1.A.M.	2.00	32	115	2	5.00	50.25	59.31	72	foarte bună
2.B.A.	1.00	36	52	3	5.00	44.56	50.10	65	foarte bună
3.B.I.	2.00	5	62	2	5.00	49.99	75.93	55	normală
4.C.N.	1.00	15	85	4	5.00	53.97	65.23	59	normală
5.D.N.	1.00	17	98	2	5.00	47.53	44.76	71	foarte bună
6.G.L.	0.00	32	49	3	4.00	47.19	51.60	49	normală
7.G.V.	2.00	9	66	3	5.00	42.21	41.24	81	excelentă
8.M.T.	3.00	36	80	4	4.00	49.77	54.67	67	foarte bună
9.N.A.	2.00	42	38	4	3.00	27.41	30.27	42	normală
10.O.P.	1.00	19	105	3	5.00	51.04	53.88	48	normală
11.P.M.	1.00	29	82	3	5.00	51.64	58.45	79	foarte bună
12.V.I.	1.00	19	115	3	5.00	59.76	60.25	85	excelentă

Statistica descriptivă aplicată scorului de stabilitate obținut după testarea grupului de control arată o medie de  $64.42 \pm 13.970$ , mediană de 66.00, cu un minim de 42 și un maxim de 85. (**Tabelul 13.104, Figura 13.9**).

**Tabelul 13.104 Statistică descriptivă - scor stabilitate – grup de control**

Indicatori grup de control		Scor stabilitate
N	Valid	12
	Lipsă	0
Media		<b>64.42</b>
Mediana		<b>66.00</b>
Deviația standard		13.970
Minimum		<b>42</b>
Maximum		<b>85</b>
Percentile	25	50.50
	50	66.00
	75	77.25

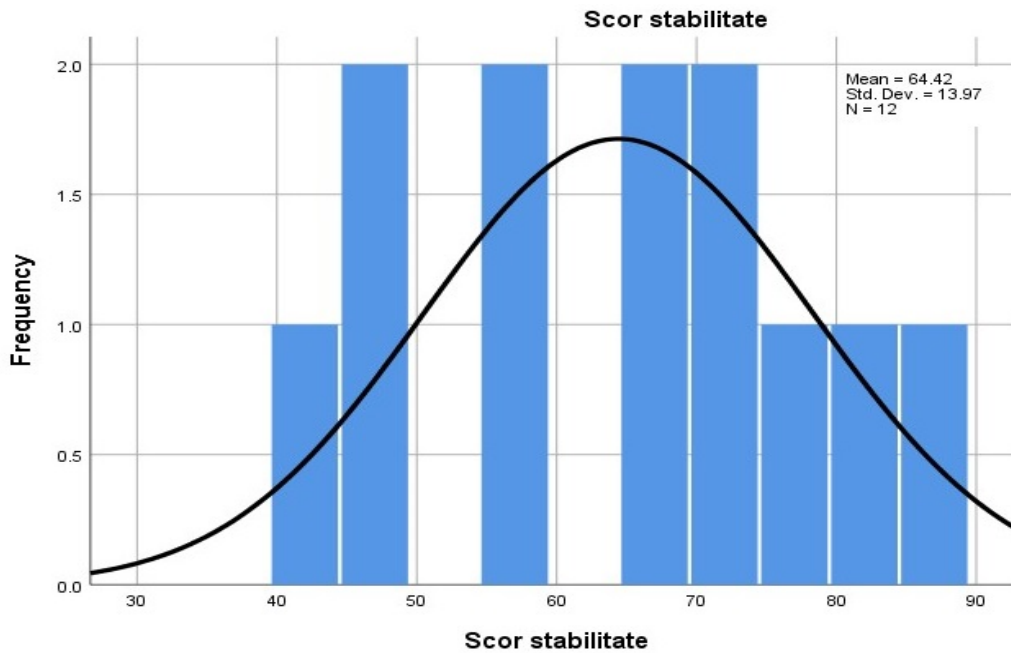


Figura 13.9 Analiza de frecvență - scor stabilitate – grup de control

Din totalul de 12 pacienți aferenți grupului de control, doi au înregistrat valori excelente (16.7%), cinci foarte bune (41.7%) și cinci pacienți valori normale (41.7%) la scorul de stabilitate (Tabelul 13.105).

Tabelul 13.105 Interpretare scor stabilitate – grupul de control

Interpretare scor stabilitate Grup de control		Frecvență	Procent	Procent cumulativ
Valid	excelentă	2	16.7	16.7
	foarte bună	5	41.7	58.3
	normală	5	41.7	100.0
	Total	12	100.0	

Rezultatele scorului de stabilitate sunt prezentate în Tabelul 13.106 pentru grupul de experiment după efectuarea testului de propriocepție și echilibru.

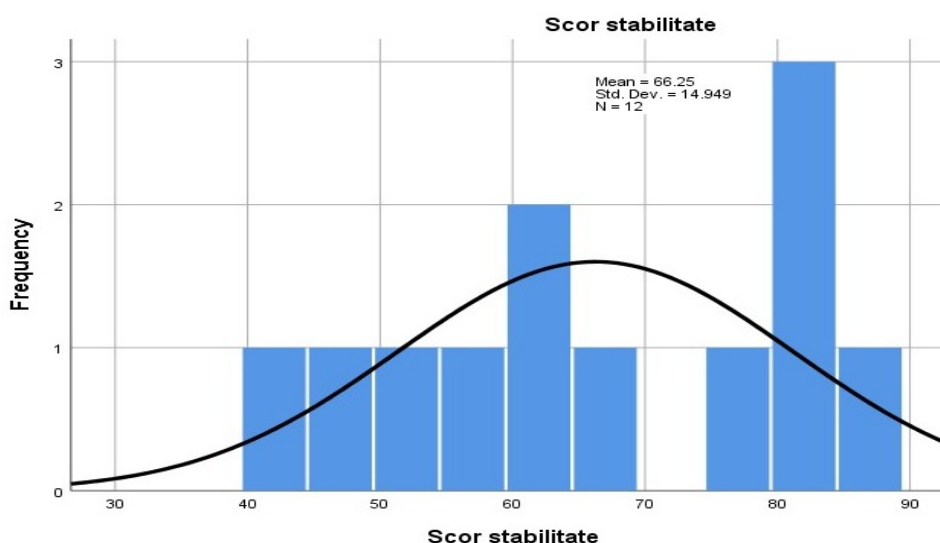
Tabelul 13.106 Rezultatele scorului de stabilitate - grupul de experiment

Subieci	VAS T2	Dif VAM T2	BA T2	BORG T2	BM T2	PCS T2 Z	MCS T2 Z	Scor stabilitate	Interpretare stabilitate
1.A.J.	1.00	11	82	2	5.00	52.84	60.21	65	foarte bună
2.B.C.	1.00	31	37	3	5.00	56.01	54.93	55	foarte bună
3.C.R.	1.00	7	125	3	5.00	40.03	59.08	82	excelentă
4.D.E.	0.00	41	56	3	4.00	50.38	36.89	49	normală
5.I.A.	2.00	5	85	3	5.00	46.14	58.45	63	foarte bună
6.I.D.	2.00	46	75	4	5.00	27.19	31.11	42	normală
7.I.N.	0.00	10	115	2	5.00	69.83	75.38	86	excelentă
8.N.C.	0.00	23	109	2	5.00	74.01	71.45	81	excelentă
9.P.C.	2.00	12	105	4	5.00	40.03	59.08	75	foarte bună
10.P.E.	0.00	7	65	2	5.00	65.71	58.45	83	excelentă
11.R.D.	1.00	36	35	4	4.00	29.12	31.43	52	normală
12.S.C.	0.00	4	66	2	5.00	69.47	66.99	62	foarte bună

Statistica descriptivă aplicată scorului de stabilitate obținut după testarea grupului de experiment arată o medie de  $66.25 \pm 14.949$ , mediană de 64.00, cu un minim de 42 și un maxim de 86. (Tabelul 13.107, Figura 13.10).

**Tabelul 13.107 Statistică descriptivă - scor stabilitate – grup de experiment**

Indicatori grup de experiment		Scor stabilitate
N	Valid	12
	Lipsă	0
Media		66.25
Mediana		64.00
Deviația standard		14.949
Minimum		42
Maximum		86
Percentile	25	52.75
	50	64.00
	75	81.75



**Figura 13.10 Analiza de frecvență- scor stabilitate – grup de experiment**

Din totalul de 12 pacienți aferenți grupului de experiment, patru au înregistrat valori excelente (33.3%), cinci foarte bune (41.7%) și trei pacienți valori normale (25%) la scorul de stabilitate. (Tabelul 13.108)

**Tabelul 13.108 Interpretare scor stabilitate – grupul de experiment**

Interpretare scor stabilitate		Frecvență	Procent	Procent cumulativ
Valid	Grup de experiment			
	excellentă	4	33.3	33.3
	foarte bună	5	41.7	75.0
	normală	3	25.0	100.0
Total		12	100.0	

În vederea comparării eficienței celor două programe de recuperare standard și propus s-a aplicat analiza de regresie multiplă - ordinary least squares (OLS) – metoda celor mai mici pătrate care răspunde erorii minime de estimare pentru determinarea coeficienților ecuațiilor de regresie liniară care descriu relația dintre mai multe variabile cantitative independente și o variabilă dependentă.

Variabila dependentă este scorul de stabilitate (test de propriocepție și echilibru) obținut după opt săptămâni de reabilitare (T2) iar ca variabile dependente s-au considerat bilanțul articular (BA T2), bilanțul muscular (BM T2), diferența dezechilibrelor musculare între membrele inferioare (Dif VAM T2) și componentele fizice sumarizate calculate pe baza Z score conform chestionarului de calitate al vieții SF-36 versiunea 1. (Tabelul 13.109)



**Tabelul 13.109 Analiza de regresie multiplă- grupul de control/experiment**

Variable Introduse/ Eliminate <sup>a</sup>			
Model	Variable introduse	Variable eliminate	Metodă
1	Dif VAM T2, BA T2, PCS T2 Z, BM T2 <sup>b</sup>	.	Enter
a. Variabila dependentă: Scor stabilitate			
b. Toate variabilele definite introduse.			

Rezultatele analizei de regresie multiplă pentru grupul de control nu au demonstrat interdependență între variabilele independente considerate ca predicatori de estimare și anume valoarea diferențelor dezechilibrelor musculare, valorile bilanțului articular și muscular, componentele fizice sumarizate.  $R^2$  ajustat = .049,  $p = .411$  ( $p > .05$ ), conform tabelelor **Tabelul 13.110**, **Tabelul 13.111**, **Tabelul 13.112**.

**Tabelul 13.110 Calculul  $R^2$  – grupul de control**

Sumarul analizei – grupul de control				
Model	R	$R^2$	$R^2$ ajustat	Eroarea standard estimată
1	.628 <sup>a</sup>	.395	.049	13.626
a. Predictori: (Constant), Dif VAM T2, BA T2, PCS T2 Z, BM T2				

**Tabelul 13.111 ANOVA – grupul de control**

ANOVA <sup>a</sup> - grupul de control						
Model		Suma pătratelor	df	Media pătratelor	F	Sig.
1	Regression	847.288	4	211.822	1.141	.411 <sup>b</sup>
	Residual	1299.628	7	185.661		
	Total	2146.917	11			
a. Variabila dependentă: Scor stabilitate						
b. Predictori: (Constant), Dif VAM T2, BA T2, PCS T2 Z, BM T2						

**Tabelul 13.112 Coeficienți beta - grup de control**

Coeficienți <sup>a</sup> – grupul de control						
Model		Coeficienți nestandardizați		Coeficienți standardizați	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-7.006	49.996		-.140	.892
	BA T2	.121	.235	.226	.517	.621
	BM T2	11.966	10.963	.558	1.091	.311
	PCS T2 Z	.013	.878	.008	.015	.988
	Dif VAM T2	.221	.465	.186	.475	.649
a. Variabilă dependentă: Scor stabilitate						

Rezultatele analizei de regresie multiplă pentru grupul de experiment au demonstrat interdependență între variabilele independente considerate ca predicatori de estimare și anume valoarea diferențelor dezechilibrelor musculare, valorile bilanțului articular și muscular, componentele fizice sumarizate.  $R^2$  ajustat = .671,  $p = .016$  ( $p < .05$ ), conform tabelelor **Tabelul 13.113**, **Tabelul 13.114**.

**Tabelul 13.113 Calculul  $R^2$  – grupul de experiment**

Sumarul analizei – grupul de experiment				
Model	R	$R^2$	$R^2$ ajustat	Eroarea standard estimată
1	.889 <sup>a</sup>	.790	.671	8.578
a. Predictors: (Constant), PCS T2 Z, BA T2, BM T2, Dif VAM T2				

**Tabelul 13.114 ANOVA – grupul de experiment**

ANOVA <sup>a</sup> – grupul de experiment						
Model		Suma pătratelor	df	Media pătratelor	F	Sig.
1	Regression	1943.192	4	485.798	6.602	.016 <sup>b</sup>
	Residual	515.058	7	73.580		
	Total	2458.250	11			
a. Variabila dependentă: Scor stabilitate						
b. Predictorii: (Constant), Dif VAM T2, BA T2, PCS T2 Z, BM T2						

**Tabelul 13.115 Coeficienți beta - grup de experiment**

Coeficienți <sup>a</sup> – grupul de experiment						
Model		Coeficienți nestandardizați		Coeficienți standardizați	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	62.960	42.811		1.471	.185
	Dif VAM T2	-.394	.234	-.402	-1.684	.136
	BA T2	.266	.109	.527	2.439	.045
	BM T2	-5.404	8.801	-.141	-.614	.559
	PCS T2 Z	.307	.186	.326	1.647	.144
a. Variabila dependentă: Scor stabilitate						

Valorile bilanțului muscular, articular în funcție de articulația lezată și diferența de valoare între dezechilibrele musculare ale membrilor inferioare și componentele fizice sumarizate influențează sinergic rezultatul scorului de stabilitate în proporție de 67.1% efect ajustat, 79% neajustat, respectiv R=88.9%.

Bilanțul articular are un coeficient beta de .527 cu o semnificație statistică de .045 ( $p < .05$ ) dovedind că mișcarea ritmică concomitentă ce implică lanțul triplei flexi/extensii cu ajutorul bicicletei orizontale statice a condus la validarea rezultatului în favoarea programului propus ce a utilizat pedalierele orizontale statice -**Tabelul 13.115**, după intercorelarea tuturor modelelor de analiză statistică efectuate.

## CAPITOLUL 14. CONCLUZII PARTEA A III-A

Concluziile au fost grupate în funcție de parametrii măsurați și interpretările statistice.

### 14.1 Caracteristici generale

**14.1.1. Grupul de control și grupul experimental** au cuprins fiecare 12 subiecți cu următoarele caracteristici generale:

#### →Grupul de control

- vârsta medie  $51.42 \pm 14.829$ , greutatea medie  $72.73 \pm 18.010$ , înălțime medie  $1.71 \pm 0.076$ , indice de masă corporală (IMC)  $24.97 \pm 6.334$ ;

- în funcție de vârstă 30-39 ani – 25% (trei subiecți), grupa de vârstă 40-49 ani – 33.3% (patru subiecți), grupa de vârstă 50-69 ani – 25% (trei subiecți) și grupa de vârstă >70 ani – 16.7% (doi subiecți);

- în funcție de gen cuprinde cinci femei – 41.7 % (un subiect aferent grupei 30-39 ani, doi subiecți aparținând grupei 40-49 ani și doi subiecți aferenți grupei de vârstă 50-69 ani) și șapte bărbați – 58.3% (doi subiecți aferenți grupei 30-39 ani, doi subiecți aferenți grupei 40-49 ani, un subiect aferent grupei 50-69 ani și doi subiecți > 70 ani);

- IMC-ul grupului de control: 33% din subiecți au greutate normală (un subiect aferent fiecărei grupe de vârstă), 25% sunt supraponderali (doi subiecți aferenți grupei 40-49 ani și un subiect aferent grupei de vârstă 50-69 ani), 25% obezi (câte un subiect aferent grupelor 40-49 ani, 50-69 ani și >70 ani) și 17% subponderali (2 subiecți aparținând grupei de vârstă 30-39 ani);

#### →Grupul de experiment

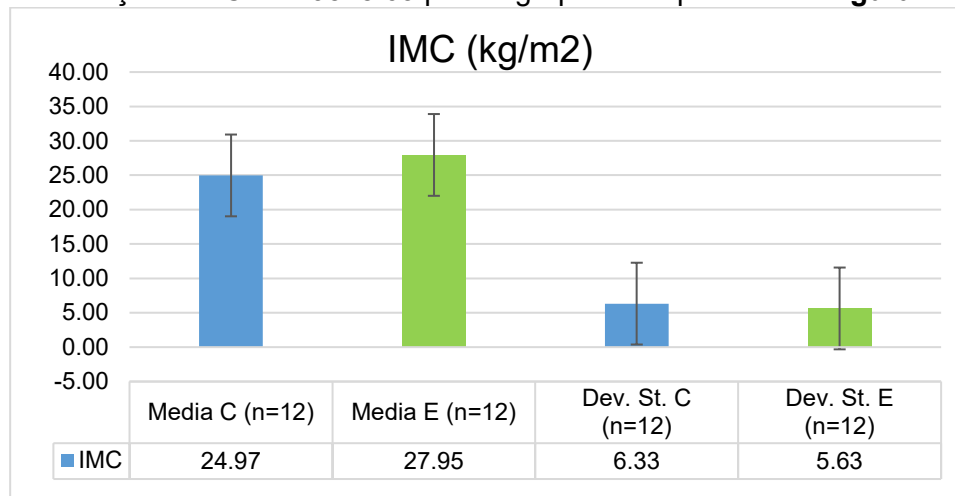
- vârsta medie  $49.75 \pm 14.156$ , greutatea medie  $79.83 \pm 16.331$ , înălțime medie  $1.69 \pm 0.092$ , indice de masa corporală (IMC)  $27.95 \pm 5.633$ ;

- în funcție de vârstă 30-39 ani – 25% (trei subiecți), grupa de vârstă 40-49 ani – 25% (trei subiecți), grupa de vârstă 50-69 ani – 33.3% (patru subiecți) și grupa de vârstă >70 ani – 16.7% (doi subiecți);

- în funcție de gen cuprinde șase femei – 50 % (câte un subiect aferent grupei 30-39 ani, respectiv grupei 40-49 ani și câte doi subiecți aferenți grupei de vârstă 50-69 ani și >70 de ani) și șase bărbați – 50% (câte doi subiecți aferenți grupei 30-39 ani, grupei 40-49 ani și grupei 50-69 ani);

- IMC-ul grupului de experiment: 33% din subiecți au greutate normală (trei subiecți aferenți grupei de vârstă 30-39 ani și un subiect de 40-49 ani), 42% sunt supraponderali (un subiect aferent grupei de vârstă 40-49 ani, doi subiecți aferenți grupei 50-69 ani și doi subiecți cu vârsta > 70 ani), 25% obezi (un subiect aferent grupei 40-49 ani și doi subiecți aparținând grupei 50-69 ani).

Situație comparativă IMC grup control/experiment denotă un IMC =  $24.97 \pm 6.33$  pentru grupul de control față de IMC =  $27.95 \pm 5.63$  pentru grupul de experiment – **Figura 14.1.**



**Figura 14.1 Situație comparativă IMC grup control/experiment**

### 14.1.2 Corelațiile Spearman la nivelul grupului de control și a grupului de experiment

**Corelațiile Spearman** la nivelul grupului de control au evidențiat asociere puternic pozitivă între genul feminin (F) și somatotipul somatotipul Intermediar FFMI ( $r= 1$ ,  $p<.000$ , CI = 99%)

Corelațiile Spearman ( $r=1$ ,  $p<.000$ , CI =99%) la nivelul grupului de experiment evidențiază faptul că:

- genul feminin se corelează puternic negativ cu somatotipul FFMI solid și subțire;
- somatotipul adipos FMI se corelează puternic negativ cu somatotipul FFMI solid;
- somatotipul FFMI solid se corelează puternic negativ cu somatotipul FFMI intermediar.

### 14.1.3 Evaluarea somatotipului

**Grupul de control** cuprinde 12 pacienți care au fost încadrați conform Tabelului 24 și a Figurii 13 în funcție de:

- reprezentarea **țesutului adipos** pe grupe de vârstă în **adipos**, total 58% din care 25% (40-49 ani), respectiv 17% (50-69 ani, > 70 ani), **intermediar** total 17% din care 8% (40-49 ani, 50-69 ani) și 25% **slab** (30-39 ani);
- reprezentarea **țesutului non-adipos** pe grupe de vârstă în **solid** 8% (>70 ani), respectiv **intermediar** total 67% din care 8% (30-39 ani), 25% (40-49 ani, 50-69 ani), 8% (>70 ani) și **subțire** total 25% din care 17% (30-39 ani), 8% (40-49 ani).

**Grupul de experiment** cuprinde 12 pacienți din care:

- reprezentarea **țesutului adipos** pe grupe de vârstă în **adipos total 92%** din care 17% (30-39 ani), 25% (40-49 ani), 33% (50-69 ani), respectiv 17% (> 70 ani) și **intermediar 8%** (30-39 ani)
- reprezentarea **țesutului non-adipos** pe grupe de vârstă în **solid total 25%** din care 17% (40-49 ani), 8% (50-69 ani), respectiv **intermediar, total 50%** din care 8% (30-39 ani, 40-49 ani, >70 ani), 25% (50-69 ani) și **subțire, total 25%** din care 17% (30-39 ani), 8% (>70 ani).

**Pentru grupul de control** s-au testat dezechilibrele musculare pentru a realiza statistica comparativă cu grupul de experiment și a determina eficiența programului de kinetoterapie aplicat conform profilului de risc: 6 pacienți -programul B, 6 pacienți -programul C.

**Pentru grupul de experiment** compus din 12 pacienți s-a propus în cadrul programului de kinetoterapie pentru 2 pacienți tipul A de pedalare, pentru 5 pacienți tipul B de pedalare și pentru 5 pacienți tipul C de pedalare.

**Testul T aplicat somatotipurilor analizate** au fost relevante statistic pentru ambele grupe. ANOVA în funcție de indicele de msă corporală (variabilă dependentă) la grupul de control și grupul de experiment a evidențiat un  $p= 0.006$  ( $p<0.05$ ), mărimea efectului =51.9% adică la 51.9% din totalul subiecților ponderea țesutului adipos influențează semnificativ valoarea IMC-ului. La grupul experimental se aplică programul de pedalare A (27 minute)– 2 subiecți, B (31 minute) – cinci subiecți și C (35 minute) - cinci subiecți, în corelație cu somatotipul fiecărui pacient și a riscului asociat.

Nu s-a identificat sarcopenie la pacienții din cercetarea finală pe baza bio-impedanței în funcție de grupele de vârstă și gen, în schimb somatotipul adipos reprezintă un factor de risc important pentru toate grupele de vârstă analizate.

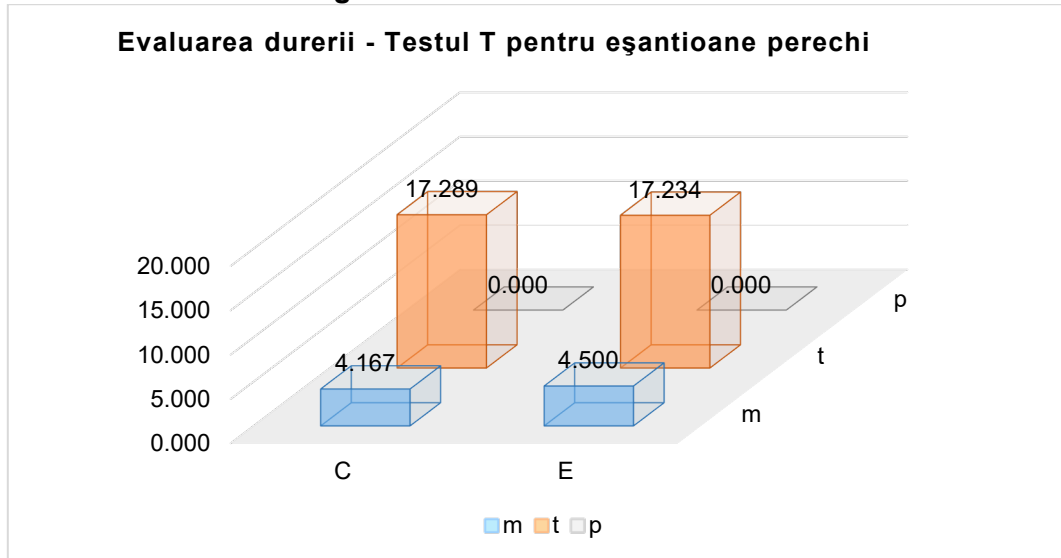
## 14.2 Reabilitarea motorie

### 14.2.1 Evaluarea durerii

**Testul T pentru eșantioane perechi** permite evaluarea semnificației variației VAS-ului, la aceeași subiecți, în două situații diferite: înainte și după efectuarea programului de recuperare.

Răspunsul la întrebarea dacă statistic programul de recuperare standard a avut relevanță este afirmativ. Diferența observată între medii este de 4.167. Deoarece valoarea testului T este 17.289 pentru pragul  $p < .000$ , diferența 4.167 între mediile variabilelor VAS pretest și post test este statistic semnificativă – **Figura 14.2.**

Răspunsul la întrebarea dacă statistic programul de recuperare propus a avut relevanță este afirmativ. Diferența observată între medii este de 4.5. Deoarece valoarea testului T este 17.234 pentru pragul  $p < .000$ , diferența 4.5 între mediile variabilelor VAS pretest și post test este statistic semnificativă – **Figura 14.2**.

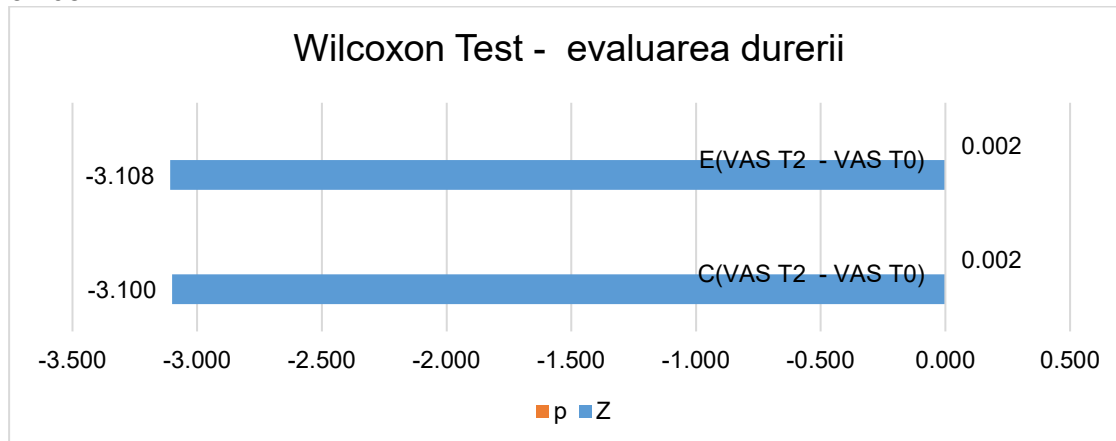


**Figura 14.2** Evaluarea durerii -Testul T pentru eșantioane perechi C/E- T0/T2

**Analiza cu bare de control** după opt săptămâni de recuperare relevă:

- scăderea cu 74.5% a pragului de percepție a durerii pentru grupul de control utilizând programul de recuperare standard;
- scăderea cu 84.4% a pragului de percepție a durerii pentru grupul de experiment utilizând programul de recuperare propus.

**Testul parametric z (t)** Analiza percepției durerii (VAS) arată o semnificație statistică importantă pentru grupul de experiment și grupul de control  $p < 0.002$ ,  $Z(C) = -3.100$ ,  $Z(E) = -3.108$



**Figura 14.3** Wilcoxon Test - evaluarea durerii C/E- T0/T2

**Testul semnelor** este semnificativ statistic pentru grupul de control și experiment  $p < .000$ .

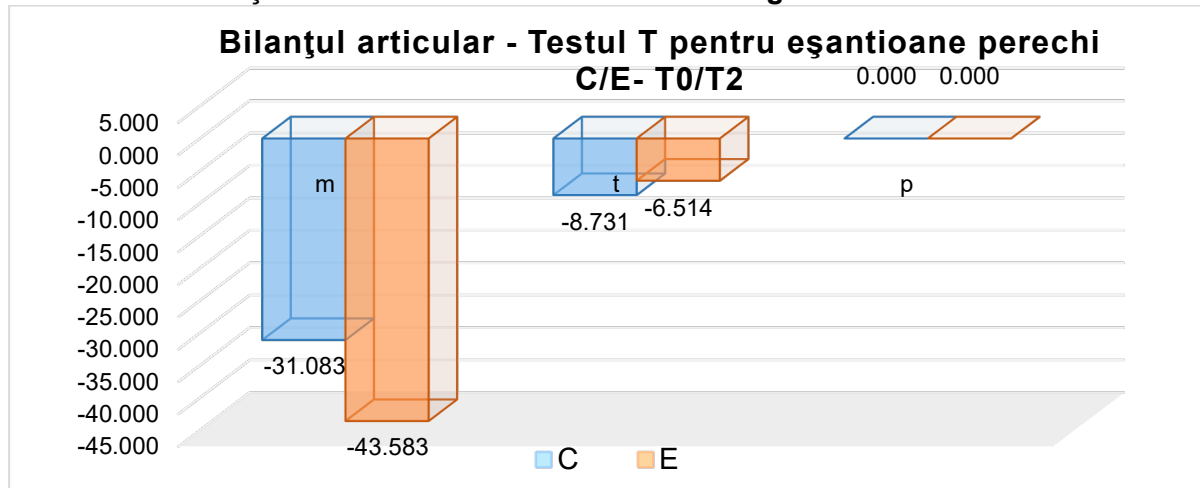
#### 14.2.2 Bilanț articular

Din totalul de 12 pacienți – 5 pacienți au avut afectarea articulației gleznei, 5 la nivelul articulației genunchiului, 2 afectare la nivelul articulației coxo-femorale pentru ambele grupuri de control și experiment pentru a putea compara rezultatele din punct de vedere statistic. Analiza cu bare de control a indentificat o creștere cu 64.58% a amplitudinii medii articulare aferente grupului de control (de la 48 grade la 79 grade) și cu 122% la grupul de experiment (de la 36 grade la 80 grade) ca urmare a programului propus.

### Testul T pentru eșantioane perechi dependente

Programul de kinetoterapie standard are efect asupra mobilității articulare. Deoarece valoarea testului T este  $t=-8.731$  pentru pragul  $p = .000$ , diferența de  $-31.083$  între mediile variabilelor BA T0 și BA T2 este statistic semnificativă – **Figura 14.4.**

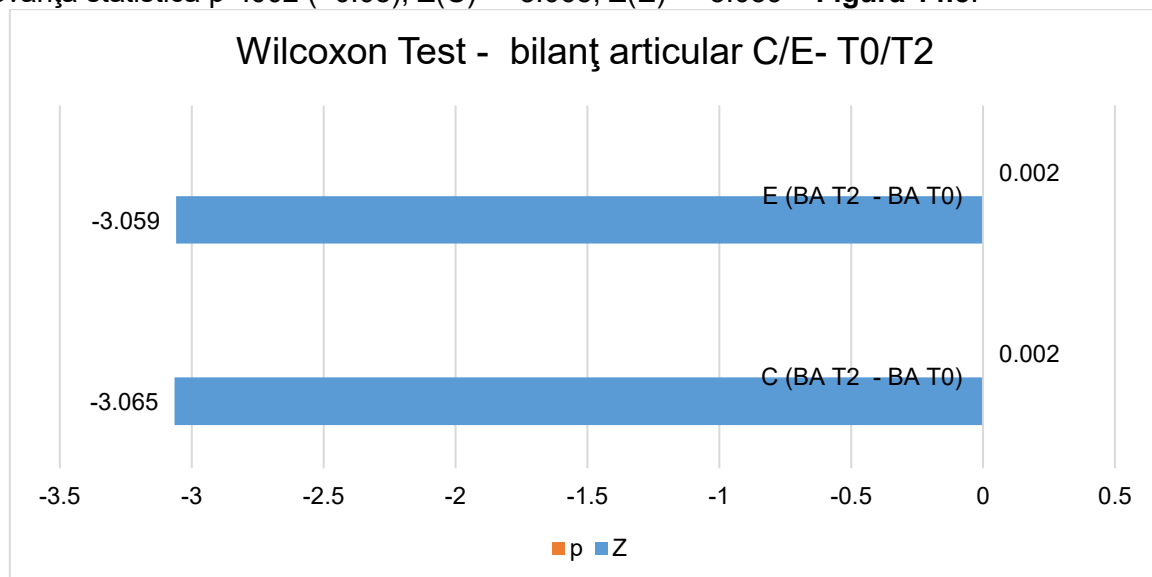
Programul de kinetoterapie propus are efect asupra mobilității articulare. Deoarece valoarea testului T este  $t=-6.514$  pentru pragul  $p = .000$ , diferența de  $-43.583$  între mediile variabilelor BA T0 și BA T2 este statistic semnificativă – **Figura 14.4.**



**Figura 14.4** Bilanțul articular - Testul T pentru eșantioane perechi C/E- T0/T2

### Testul Wilcoxon pentru două eșantioane perechi pentru bilanțul articular (BA)

Testul Wilcoxon aplicat grupului de control și experiment după efectuarea programului de kinetoterapie standard, în funcție de amplitudinea articulației lezate demonstrează relevanță statistică  $p=.002$  ( $<0.05$ ),  $Z(C) = -3.065$ ,  $Z(E) = -3.059$  – **Figura 14.5.**



**Figura 14.5** Wilcoxon Test - bilanț articular C/E- T0/T2

**Testul semnelor** este semnificativ statistic pentru grupul de control și experiment  $p<.000$ .

#### 14.2.3 Bilanț muscular

Bilanțul muscular a fost evaluat la nivelul grupelor de mușchi afectate în funcție patologia de bază a fiecărui pacient prin analiza diferențelor de valori analogice medii (VAM) între cele două membre inferioare iar forța musculară în unități MRC.

În urma analizei segmentare comparative între cele doua programe, eficacitatea în corectarea dezechilibrelor musculare totală a fost de 75% cu efect la nivelul genunchiului de

55.70% articulației coxo-femorale de 15.39% și gleznei de 3.91%. Îmbunătățirea forței musculare a gleznei a fost de 16.22% în unități MRC.

**Analiza dezechilibrelor musculare cu bare de control – valori analoage transmise de senzori relevă:**

- la grupul de control o medie de 54 valori analoage medii în valoare absolută, care s-a redus la 24 valori analoage medii după programul de kinetoterapie standard, diferența fiind de 30 unități;

- la grupul de experiment o medie de 58 valori analoage medii în valoare absolută, care s-a redus la 19 valori analoage medii în valoare absolută după programul de kinetoterapie propus, diferența fiind de 39 unități.

Prin urmare a fost o reducere cu 30% =  $[(39-30)/30] \cdot 100$  a dezechilibrelor musculare asociate membrilor inferioare cu programul de kinetoterapie propus față de programul standard.

**Analiza bilanțului muscular în unități MRC relevă:**

- la grupul de control o medie de 3.25 MRC, care s-a ameliorat la 4.67 MRC după programul de kinetoterapie standard, diferența fiind de 1.42 unități MRC;

- la grupul de experiment o medie de 3.33 MRC, care s-a ameliorat la 4.83 MRC după programul de kinetoterapie propus, diferența fiind de 1.5 unități.

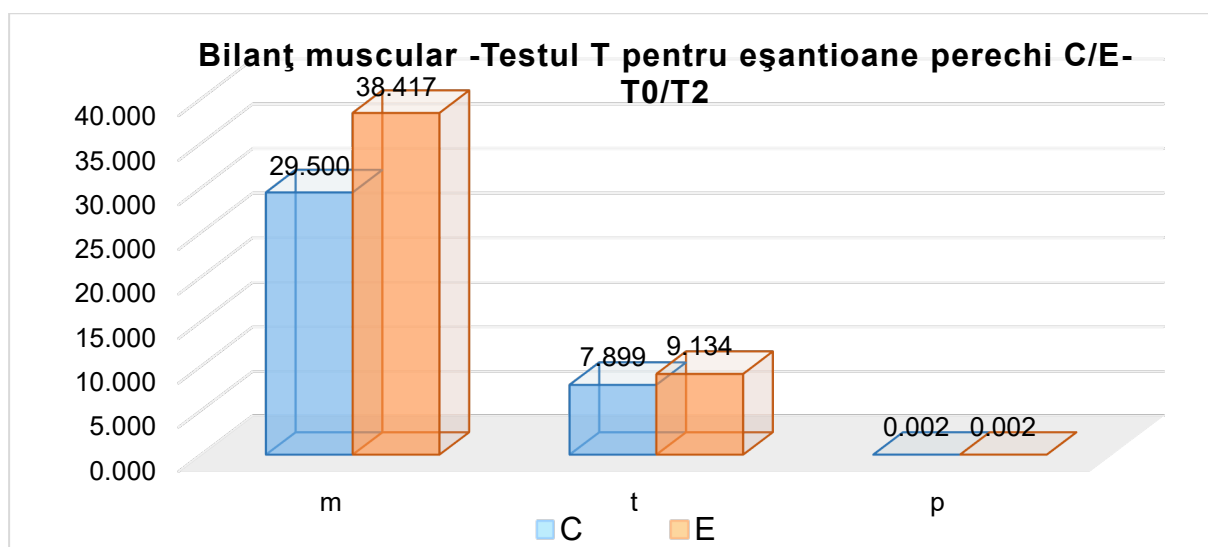
Prin urmare a fost o ameliorare cu 5.64% =  $[(1.5-1.42)/1.42] \cdot 100$  a dezechilibrelor musculare asociate membrilor inferioare cu programul de kinetoterapie propus față de programul standard.

Ca urmare a aplicării programului de reabilitare care utilizează bicicleta orizontală statică are loc o îmbunătățire considerabilă a dezechilibrelor musculare aferente lanțului triplei flexii cu 30% superioară programului standard, forța testată la nivelul membrului afectat fiind recuperată cu 5.64% mai eficient cu sistemul pedaliierului staționar.

**Testul T pentru eșantioane perechi aplicat dezechilibrelor musculare (DM) exprimate ca diferență de valori analoage medii între membrul inferior indemn și cel afectat**

- Programul de kinetoterapie standard are efect asupra dezechilibrelor musculare. Diferența observată între medii este de 29.5. Deoarece valoarea testului T este  $t=7.899$  pentru pragul  $p = .000$ , diferența de 29.5 între mediile variabilelor VAM T0 și VAM T2 este statistic semnificativă – **Figura 14.6.**

- Programul de kinetoterapie propus are efect asupra dezechilibrelor musculare. Diferența observată între medii este de 38.417. Deoarece valoarea testului T este  $t=9.134$  pentru pragul  $p < 0.05$  (.000), diferența de 38.417 între mediile variabilelor VAM T0 și VAM T2 este statistic semnificativă – **Figura 14.6.**



**Figura 14.6 Bilanț muscular -Testul T pentru eșantioane perechi C/E- T0/T2**

### Testul Wilcoxon pentru două eșantioane perechi

Testul Wilcoxon aplicat grupului de control și experiment după efectuarea programului de kinetoterapie standard, în funcție de corecția înregistrată dezechilibrului muscular demonstrează relevanță statistică  $p=.002$  ( $<0.05$ ),  $Z(C) = -3.062$ ,  $Z(E) = -3.066$ .

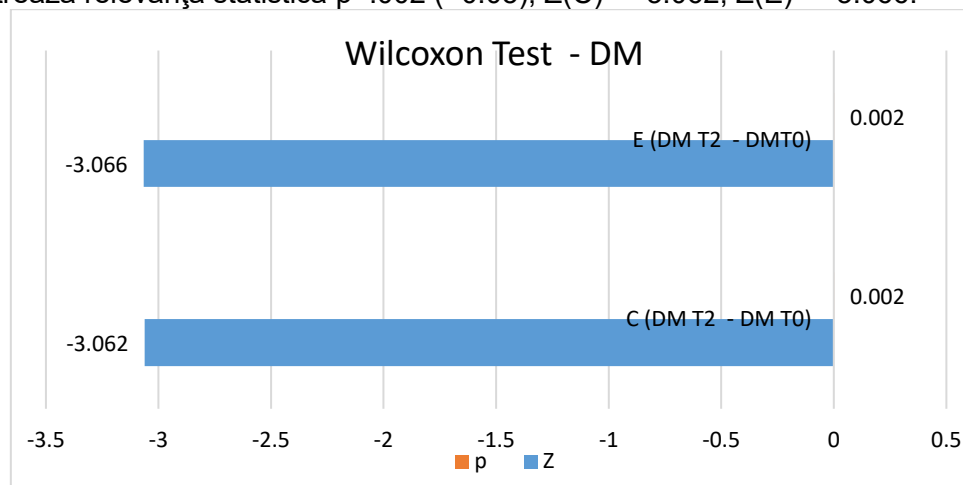


Figura 14.7 Dezechilibre musculare - Testul Wilcoxon C/E- T0/T2

Testul semnelor este semnificativ statistic pentru grupul de control și experiment  $p<.000$ .

#### 14.2.4 Monitorizarea ritmului cardiac

Statistica descriptivă a demonstrat că valorile măsurate (medie/mediană) în timpul programelor de recuperare s-au situat sub valorile ritmului cardiac țintă, valori calculate cu ajutorul formulei lui Karvonen în funcție de fazele reabilitării pentru ambele grupuri testate, menținând efortul la nivel aerob.

Testarea toleranței pacienților la efort prin testarea adaptării sistemului nervos autonom s-a efectuat cu ajutorul deficitului cronotropic. În medie deficitul cronotropic s-a redus cu 12.01% la grupul de experiment față de grupul de control care a înregistrat 10.86%.

Ecuția de regresie aferentă frecvenței cardiace ( $y=0.9476x+129.26$ ) pentru grupul de experiment în funcție de frecvența cardiacă maximă respectă corelația pentru 14.03% ( $R^2=.0143$ ) din subiecți. Acest lucru este explicabil și prin faptul că bicicleta statică orizontală se adresează lanțului triplei flexi/extensie ce implică o mișcare organizată, concomitentă, simultană și ritmică față de 1.22% ( $R^2=0.0122$ ) din subiecții aferenți grupului standard în care fiecare program de kinetoterapie se adresează cu predilecție articulației lezate.

#### 14.2.5 Măsurarea efortului perceput

Programele de recuperare au menținut pe o scala de la 0 la 10 un nivel perceput înregistrând un efort moderat cu:

- o medie de 3.58 Borg –T1 și 3 Borg – T2 pentru grupul de control;
- o medie de 3.67 Borg –T1 și 2.83 Borg – T2 pentru grupul de experiment.

Adaptarea la efort a fost mai facilă cu ajutorul programului de recuperare care a implicat bicicleta orizontală statică cu 41.23% (raportare 22.83% față de 16.20%):

- 16.20% îmbunătățire toleranță la efort pentru grupul de control;
- 22.88% îmbunătățire toleranță la efort pentru grupul de experiment.

Concluzia finală este că programul de kinetoterapie propus implicând pedalierul orizontal static și-a dovedit eficiență conform testelor statistice aplicate asupra reabilitării motorii a membrilor inferioare.

### 14.3 Calitatea vieții

**Concluzii aplicare chestionar SF36** reies din analiza pe clustere de rezultate la nivelul componentelor fizice și mentale sumarizate cu mențiunea că toate dimensiunile sănătății evaluate au înregistrat valori semnificative statistic pentru ambele grupuri.



În urma programului de reabilitare standard și propus aplicat la nivelul grupului de control și experiment, s-au obținut următoarele rezultate la nivelul calității vieții la nivel intragrup și intergrup, precum și față de normativul populației generale.

⇒ Nivel intergrup

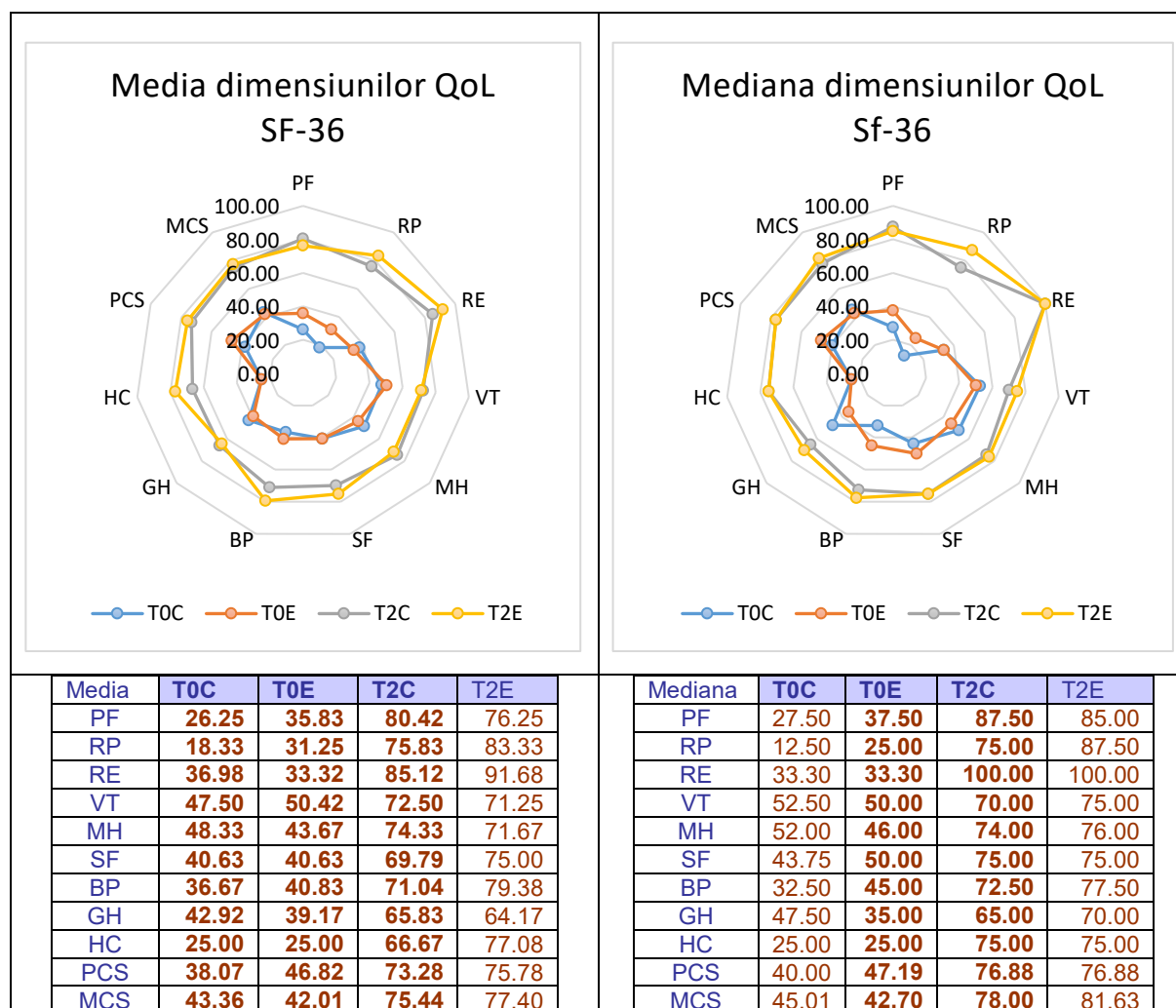
- pentru componentele fizice sumarizate la sfârșitul celor opt săptămâni de kinetoterapie față de valorile inițiale, creștere de 7.91% ale grupului de experiment (51.73) față de standard (47.94);
- pentru componentele mentale sumarizate la sfârșitul celor opt săptămâni de kinetoterapie față de valorile inițiale, creștere de 2.75% ale grupului de experiment (55.29) față de standard (53.81).

⇒ Nivel normativ

- grupul de control - minus 4.12% până la valoarea 50 pentru componentele fizice sumarizate (47.94) și creștere 7.62% peste valoarea de 50 pentru componentele mentale sumarizate (53.81);
- grupul de experiment - creștere 3.46% peste valoare de 50 pentru componentele fizice sumarizate (51.73) și de 10.58% peste valoarea de 50 pentru componentele mentale sumarizate (55.29).

Analiza grafică sinoptică redă media și mediana scalelor dimensiunilor sănătății precum și a componentelor fizice și mentale sumarizate demonstrând rezultate pozitive pentru programul de reabilitare propus care a utilizat un pedalier orizontal static – **Tabelul 14.1**.

**Tabelul 14.1 Evaluarea QoL T0/T2 pentru fiecare scală (Anexa nr. 5), valori medii și mediane**



Chestionarul aplicat a fost analizat în interdependență cu rezultatele funcționale fiind relevant pentru programul care a inclus un pedalier orizontal static – **Figura 14.8**.

<b>Concluziile evaluării statistice a chestionarului SF-36 V1 - T2 versus T0</b>		
n=12, 5F- 41.7%, 7B - 58.3% - grup de control, n=12, 6F- 50%, 6B-50% - grup de experiment		
<b>Grup de control</b> - 3 subiecți (25%) - 30-39 ani, 4 subiecți (33.3%) - 40-49 ani, 3 subiecți (25%) - 50-69 ani, 2 subiecți (16.7%) > 70 ani		
<b>Grup de experiment</b> - 3 subiecți (25%) 30-39 ani, 3 subiecți (25%) 40-49 ani, 4 subiecți (33.3%) 50-69 ani, 2 subiecți (16.7%) > 70 ani		
<b>Intervenție reabilitare: opt săptămâni program standard/propus 50 min, frecvența 3 ori/săptămână</b>		
<b>KIT evaluare: RAND 36-Item Health Survey 1.0</b>		
<b>Criterii constructive</b>		
<b>Acceptabilitate</b> 100% rată de răspuns Versiunea română (New England Medical Center) Timp de finalizare chestionar mediu = 11 min 15 sec	<b>Interpretabilitate</b> Traducerea acreditată în limba română	<b>Fezabilitate</b> SF-36 OrthoToolKit este sub licența Optum și disponibil gratuit online (Rand), timp completare 6 min pentru kit
<b>Criterii tehnico-economice</b>		
<b>Validitate</b> dovedită de Medical Outcomes Study și literatura de specialitate	<b>Precizie</b> utilizare scale Likert cu mai multe opțiuni de răspuns	
<b>Criterii de rezultat</b>		
<b>Fiabilitate</b> <b>Coeficientul de corelație intraclasă (ICC)</b> evaluat cu Coeficientul Cronbach's Alpha are valoare maximală 1.000 (valoare optimă >0.9) pentru testare-retestare cu doi observatori diferiți pentru grupul de control și experiment la T0 și T2, utilizând modelul cu efecte aleatorii bidirecționale, p<.000 Consistența a fost determinată cu <b>coeficientul de corelație Pearson (r)</b> la momentul T0 și T2 pentru fiecare grup în parte.	<b>Receptivitatea</b> Teste parametrice T- Test, și neparametrice testul semnelor, Wilcoxon (Z), p<.000 pentru grupul de control /experiment (PF, RP, RE, VT, SF, BP, MH, GH, HC) Determinarea mărimii efectului pe baza z-score cu ajutorul factorului eta2 (η <sup>2</sup> ) parțial pentru componentele fizice și mentale sumarizate - efect relevant (>.40) grupul de control η <sup>2</sup> = .664 PCS and .651 MCS grupul de experiment η <sup>2</sup> = .501 PCS and .537 MCS	
<b>Criteriu țintă - obiectiv</b>		
<b>Adecvarea</b> răspunde dacă conținutul chestionarului corespunde scopului principal al studiului, respectiv facilitarea ambulației Aplicare test de stabilitate ortostatică posturală (T2) Grupul de control (12 pacienți) - scorul de stabilitate a înregistrat: 2 valori excelente (16.7%), 5 foarte bune (41.7%) și 5 valori normale (41.7%) Grupul de experiment (12 pacienți) - scorul de stabilitate a înregistrat: 4 valori excelente (33.3%), 5 foarte bune (41.7%) și 3 valori normale (25%) Analiza de regresie multiplă - ordinary least squares (OLS) pentru compararea eficienței programelor Variabila dependentă este scorul de stabilitate (test de propriocepție și echilibru) obținut după opt săptămâni de reabilitare (T2) iar ca variabile dependente s-au considerat bilanțul articular (BA T2), bilanțul muscular (BM T2), diferența dezechilibrelor musculare între membrele inferioare (Dif VAM T2) și componentele fizice sumarizate calculate pe baza z-score Rezultatele analizei de regresie multiplă pentru grupul de experiment au demonstrat interdependență între variabilele independente considerate ca predicatori de estimare, R <sup>2</sup> ajustat = .671, p=.016(p<.05). Bilanțul articular are un coeficient beta de .527 cu o semnificație statistică de .045, dovedind că mișcarea ritmică concomitentă ce implică lanțul triplei flexii cu ajutorul bicicletei orizontale statice a condus la validarea rezultatului în favoarea programului propus.		

**Figura 14.8 Concluziile evaluării statistice a chestionarului SF-36 V1 - grupul de control - T2/T0**

Analiza de regresie multiplă - ordinary least squares (OLS) s-a aplicat pentru compararea eficienței programelor de reabilitare.

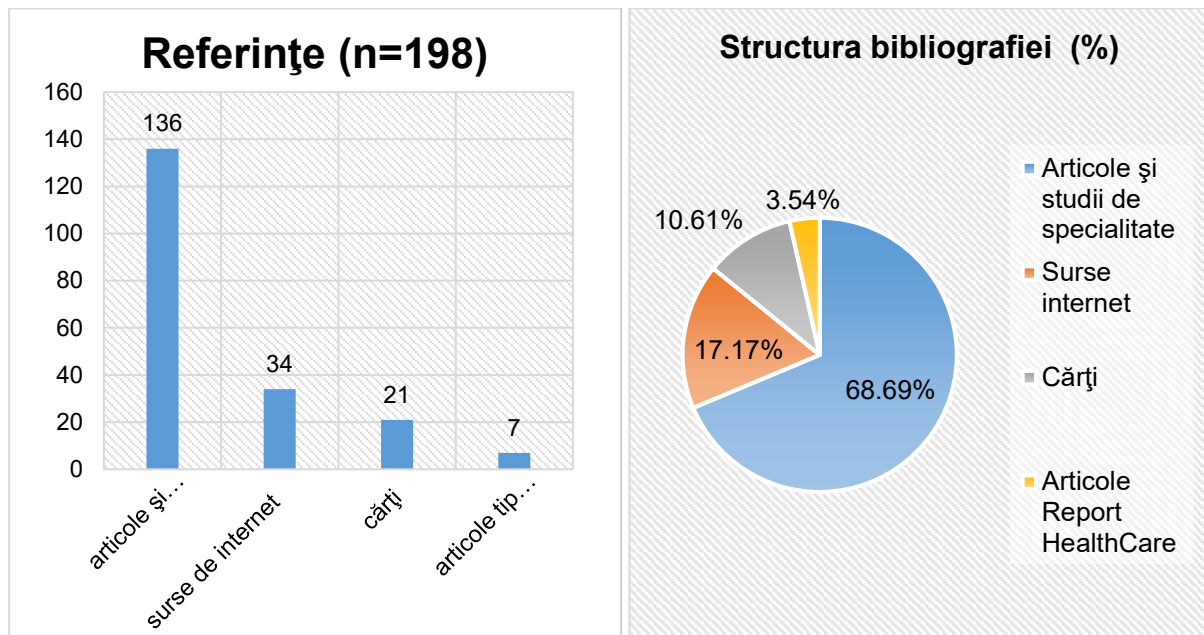
Variabila dependentă este scorul de stabilitate (test de propriocepție și echilibru) obținut după opt săptămâni de reabilitare (T2) iar ca variabile dependente s-au considerat bilanțul articular (BA T2), bilanțul muscular (BM T2), diferența dezechilibrelor musculare între membrele inferioare (Dif VAM T2) și componentele fizice sumarizate calculate pe baza z-score. Rezultatele analizei de regresie multiplă pentru grupul de experiment au demonstrat interdependență între variabilele independente considerate ca predicatori de estimare, R<sup>2</sup> ajustat = .671, p=.016 (p<.05). Bilanțul articular are un coeficient beta de .527 cu o semnificație statistică de .045, dovedind că mișcarea ritmică concomitentă ce implică lanțul triplei flexii/extensii cu ajutorul bicicletei orizontale statice a condus la validarea rezultatului în favoarea programului propus utilizând pedalierul orizontal static.

## CAPITOLUL 15. CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII PROPRII ȘI PERSPECTIVE

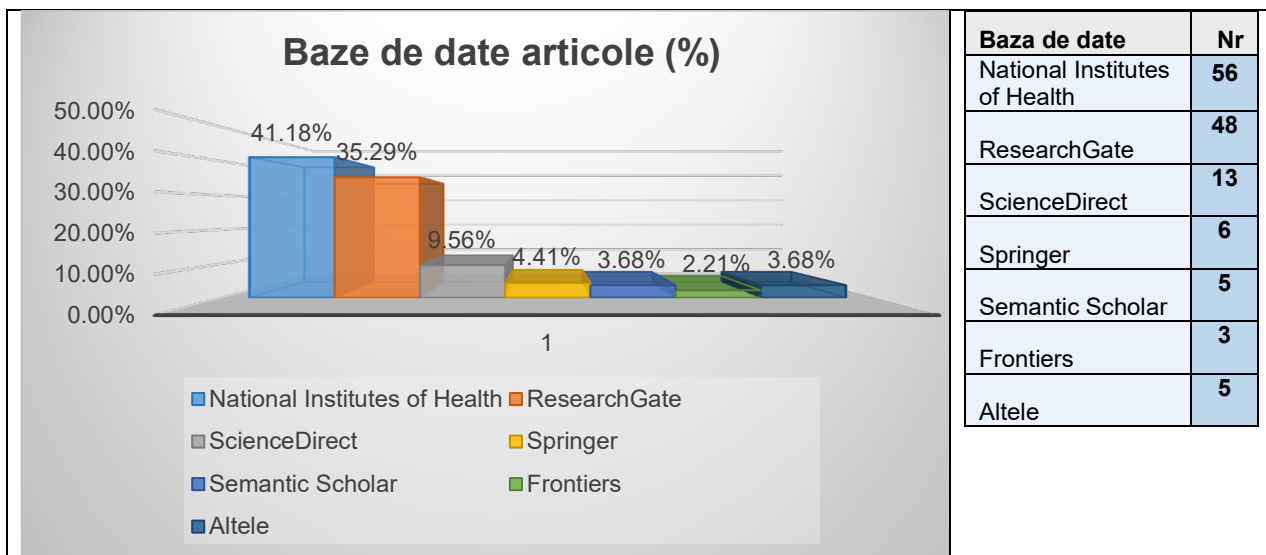
### 15.1. CONCLUZII GENERALE

#### 15.1.1. Analiza surselor bibliografice

Analiza surselor bibliografice (referințe) în total de n = 198 după număr și tip cuprinde 136 (68.69%) articole și studii de specialitate, 21 (10.61%) cărți, 34 (17.17%) surse de internet și 7 (3.54%) articole tip Report HealthCare – **Figura 15.1**.



**Figura 15.1** Structura bibliografiei [Contribuție proprie]



**Figura 15.2** Baza de date aferentă studiilor de specialitate [Contribuție proprie]

Articolele și studiile de specialitate au vizat baze de date: National Institutes of Health – 41.18% (56), ResearchGate – 35.29% (48), ScienceDirect – 9.56% (13), Springer – 4.41% (6) și restul de 9.56% (Semantic Scholar – 3.68%, Frontiers – 2.21%, altele – 3.68%) – **Figura 15.2**.

## 15.1.2. Concluzii teoretice

1. La nivelul României, necesitatea pentru serviciile de reabilitare este moderat ascendentă conform analizei SWOT extinse a mijloacelor kinetoterapeutice efectuată în concordanță cu măsurile legislative educaționale, medicale și de asistență socială locale și ritmul crescut al îmbătănirii populației.
2. Echipamentele de reabilitare musculo-scheletală dețin o pondere de 70.43% din care fac parte și echipamentele de exerciții, creșterea cererii mondiale de echipamente kinetoterapeutice fiind estimată cu 7.8% pe an până în 2026, datorită prevalenței mari a bolilor degenerative, a traumatismelor, efectelor resimțite post COVID-19 și numărului sporit al populației geriatrice coraborat cu dezadaptările legate de vârstă.
3. Echipamentele pentru exerciții ce implică pedalarea sunt favoritele reabilitării oferind pacienților siguranță, independență, beneficii psihologice, emoționale și fizice și reprezintă tema centrală a cercetării efectuate. Obiectivul principal al kinetoterapiei este recuperarea ambulației, obiectiv cu implicații de ordin motivațional și economico-sociale ce facilitează reluarea activităților personale, recăpătarea independenței, mobilității și creșterea calității vieții.
4. Un plan de tratament de reabilitare are în vedere o analiză comprehensivă a pacientului în vederea maximizării rezultatelor programului de recuperare aplicat. Reabilitarea cuprinde trei faze principale, care se adresează stadiului acut inflamator post-leziune (faza I), stadiului de regenerare precoce a țesuturilor (faza II) și a stadiului remodelării țesuturilor (faza III). Recuperarea medicală vizează atât corectarea deficiențelor rezultate ca urmare a unei leziuni cât și ca urmare a unor tipare defectuoase de mișcare rezultate din derularea activităților zilnice.
5. Recuperarea motorie aferentă membrilor inferioare utilizând echipamentele kinetoterapeutice, respectând principiul lanțului kinetic, deficitului biomecanic, dezechilibrelor musculare, exercițiului funcțional, periodizării implică aspectele de mai jos – **Tabelul 15.1:**

**Tabelul 15.1 Recuperarea motorie- concluzii metodologice [Contribuție proprie]**

Aspectul științific	Aspectul evaluativ	Aspectul practic	Aspectul corelativ
<p>1. Curba stress/strain articulară presupune adaptarea feedback cu buclă de control a osului în funcție de forțele maxime, process continuu pe tot parcursul vieții.</p> <p>2. Un prag minim de încărcare mecanică determină creșterea densității mineral-osoase conform teoriei lui Frost, denumită și teoria stimulului de tensionare minimum eficient.</p> <p>2. Curba stress/strain ligamentară stabilește zona de faliment de la 8% alungire; în recuperare nu se trece de zona elastică – 4-5%.</p> <p>3. Viteza de avansare a regenerării nervului este foarte variabilă în medie de 1-4 mm/zi, dacă în 18 luni nu s-a făcut regenerarea, placa motorie dispare și recuperarea devine inutilă.</p>	<p>1. Bilanț articular/muscular</p> <p>2. Redoarea apare în 47% capsula articulară și ligamentele, 41% fascia musculară, 10% tendonul, 2% pielea.</p> <p>3. Recuperarea mersului ordine de importanță conform coeficientului global funcțional: gleznă, genunchi, șold – flexie.</p> <p>4. Contribuția relativă % a fiecărei acțiuni articulare la puterea musculară totală produsă pentru a genera puterea maximă în pedalare este de flexie 20%, extensie 80%.</p> <p>6. Reflexele implicate în recuperarea medicală: reflexul H (Hoffmann) și reflexul vibrator tonic.</p>	<p>1. Forța 3 desparte pacienții cu incapacitate severă de cei cu capacitate normală.</p> <p>2. Participarea mușchilor la pedalare este redată sinergic la nivelul ambelor picioare implicate în pedalare și la nivelul cuplului de forță agoniști-antagoniști implicați în coactivare. Cvadriicepsul (RF, VL, VM) are o contribuție semnificativă în faza de putere – extensie (în special RF) iar semimembranosul (SM), gastronecmianul medial (GM) și bicepsul femural (BF) în paza de putere - flexie. În faza de retragere – flexie un rol importanta îl joacă gastronecmiam lateral și tibialul anterior împreună cu dreptul femural pentru extensie</p> <p>3. Un model simplificat de coordonare musculară în timpul pedalării constă în sinergia celor patru grupe musculare funcționale implicate în pedalare.</p> <p>4. Miokinele derivate din mușchi au caracter anti-inflamator (IL-6), se recomandă minim 20 minute de exerciții terapeutice.</p>	<p>1. În pedalare se utilizează contracția izotonă, corelată cu izometria.</p> <p>2. Strategiile mișcării în pedalare implică: analiza segmentară - determinarea forței fiecărui segment al MI; utilizarea coactivării - activarea concomitentă a setului de mușchi care formează cuplul funcțional agonist-antagonist;</p> <p>3. Se consideră că recuperarea unui genunchi nu este completă dacă nu am obținut un raport extensori/flexori de 2/1 sau extensorii să nu fie mai slabi cu 60% comparativ cu cei de la membrul opus, realizat prin pedalare în raport de 4:1 (puterea extensie/flexie = 80/20 )</p> <p>4. Zona de reabilitare a frecvenței cardiace vizate (formula Karvonen) cuprinde intervalul de intensitate maxim 60-80%.</p> <p>5. Obiectivul țintă al intensității ritmului cardiac este de obicei 40-60% (moderat) din rezerva ritmului cardiac</p>

### 15.1.3. Concluzii rezultate din cercetarea experimentală preliminară și cercetarea finală

#### 15.1.3.1. Concluzii aferente dispozitivului pedalier orizontal static construit și programului de pedalare propus

În construirea dispozitivului s-a ținut cont de prioritizarea obiectivelor și factorii implicați: restricțiile de mișcare, precauții/contraindicații, etapele vindecării țesuturilor cât și țintele de tratament în conformitate cu rolurile sociale ale pacientului și resursele biologice ale acestuia, tipurile de afecțiuni care implică recuperarea prin pedalare fiind multiple.

1. Pedalierul orizontal se adresează pacienților deconționați fiziologic, imobilizați la pat la domiciliu, a căror fereastră terapeutică de intervenție este critică pentru o reluare adecvată a ambulației.

2. Proiectarea ergonomică a construcției dispozitivului pedalier orizontal corelând distanța inter-pedale optimă cu mărimea lățimii pasului în mers, respectiv factorul QF auto-selectat de 14 cm, a respectat indicația medicală terapeutică pentru stabilitatea genunchiului, reducerea riscului de accidentare și creșterea eficienței pedalării iar structura ușoară din profil aluminiu cu patru stabilizatori laterali la sol facilitează pedalarea.

3. Sistemul de pedalare construit cu fixarea picioarelor prin două benzi de susținere, una la nivelul calcaneului și cealaltă pe fața dorsală a picioarelor, încărcarea fiind reprezentată de greutatea proprie a membrelor inferioare, cu rezistență în pedală poate fi considerat un sistem de lanț kinetic controlat. Implică utilizarea a trei articulații în plan sagital rotativ, cu reacție de echilibru consolidată în șezut lung.

4. Poziția de decubit dorsal facilitează reducerea edemului și inflamației prin creșterea întoarcerii venoase, mai ales în prima fază de reabilitare.

5. Senzorii de presiune atașați pedalelor transmit valori analoage în timp real, putând fi înregistrată fiecare sesiune de recuperare cu Data Streamer Excel pentru interpretare statistică ulterioară. Software-ul Arduino open-source este ușor de utilizat și implică costuri minime.

6. Elaborarea programului de exerciții de reabilitare a ținut cont de îmbinarea unor factori multipli care să asigure condiționarea aerobă, evaluarea efortului perceput, aderența la tratament, cheltuiala energetică minimă, menținerea homeostaziei, prin introducerea pauzei și a secvențierii ritmului de intensitate a pedalării pentru întărirea motivației pozitive și înlocuirea etapei de epuizare din sindromul de adaptare generală cu eustres. Au fost propuse trei tipuri de programe în funcție de riscograma asociată fiecărui pacient, cunoscut sau nu cu comorbidități astfel încât rezultatul să fie optim. Timpul fiecărui program (minim 20 minute) pentru efectul antiinflamator al exercițiilor fizice se prezintă astfel: program A (risc mare) – 27 minute, B (risc moderat) – 31 minute, C (risc minim) – 35 minute. (Figura 15.3)

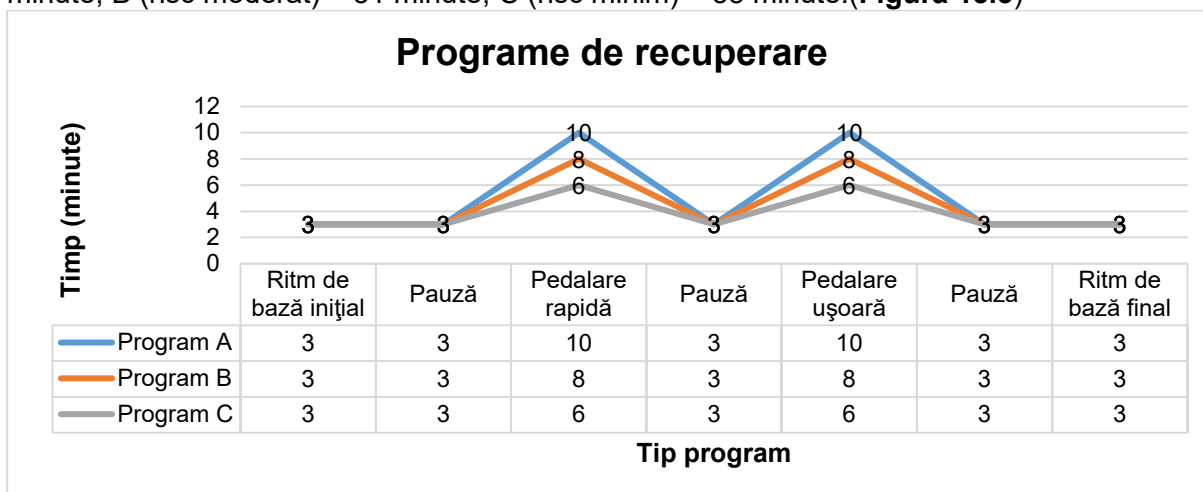


Figura 15.3 Programe de recuperare propuse [Contribuție proprie]

7. Valorile compoziției corporale determinate prin bio-impedanță au condus la stratificarea corespunzătoare a riscului în funcție de indicii statistici rezultați în urma evaluării personalizate a fiecărui pacient. Tehnica de evaluare a riscului a fost susținută prin două studii publicate, respectiv importanța evaluării compoziției corporale în cadrul procesului de reabilitare (MURGOCCI, 2021) și dozarea exercițiului terapeutic în conformitate cu

diagrama de risc a pacienților determinată prin bio-impedanță (Murgoci, Mereuță, et al., 2022).

8. Utilizarea pedalierului orizontal *in vivo* pe baza consimțământului informat al unui pacient cu patologie post-traumatică de membre inferioare a dovedit faptul că s-au atins obiectivele privind facilitarea ambulației cu programul de recuperare propus, sistemul fiind fiabil și tehnic funcțional. Testarea pedalierului a fost descrisă în studiul de caz publicat referitor la elaborarea unui program în vederea facilitării mersului cu ajutorul unui program de recuperare care utilizează bicicleta orizontală proiectată și construită pentru a monitoriza parametrii lanțului kinetic (Murgoci, Mereuță, et al., 2022).

### 15.1.3.2. Concluzii aferente cercetărilor efectuate - reabilitarea motorie

**Concluzia cercetării experimentale preliminare** (N=10 subiecți) este că programul de reabilitare care a inclus bicicleta staționară orizontală a obținut rezultate mai bune în ceea ce privește controlul durerii și corectarea dezechilibrelor musculare legate de membrele inferioare, cu mențiunea că ambele programe au înregistrat rezultate semnificative statistic în ceea ce privește funcționalitatea. (**Tabelul 15.2**)

**Tabelul 15.2 Reabilitarea motorie – cercetarea experimentală preliminară [Contribuție proprie]**

Grup de control n=5, 3B, 2F, vârsta medie 58.67 ± 11.67, IMC (kg/m <sup>2</sup> ) media 28.17±4.50 2 subiecți -40% 40-49 ani, 1 subiect - 20% 50-69 ani, 2 subiecți – 40% > 70 ani						
Grup de experiment n=5, 2B, 3F, vârsta medie 56.67 ± 12.14, IMC (kg/m <sup>2</sup> ) media 27.32±2.94 2 subiecți -40% 40-49 ani, 1 subiect - 20% 50-69 ani, 2 subiecți – 40% > 70 ani						
Variabile monitorizate: efort perceput 3.6 Borg, RC < RCT (C/E)						
Evaluare concluzii	VAS		Bilanț articular		Dezechilibre musculare	
Teste statistice p<.05 CI 95%	C	E	C	E	C	E
Testul t perechi (p)	.004	.001	.042	.043	.003	.000
Wilcoxon test (p)	.041	.039	.000	.001	.043	.043
Indice corelație (r)					0.990	0.997

Concluzia finală este că programul de kinetoterapie propus implicând pedalierul orizontal static și-a dovedit eficiență conform testelor statistice aplicate, rezultate prezentate și în studiul comparativ publicat care a evidențiat eficacitatea reabilitării membrelor inferioare utilizând o bicicletă orizontală statică *versus* un program therapeutic standard (Murgoci, 2022a).

**Concluzia cercetării finale** (N=24 subiecți) este că programul de reabilitare care a inclus bicicleta staționară orizontală a obținut rezultate mai bune în ceea ce privește controlul durerii (84.4%) și corectarea dezechilibrelor musculare legate de membrele inferioare (30%), eficacitate analiză segmentară de 75% pentru grupul de experiment. Ambele programe au înregistrat rezultate semnificative statistic în ceea ce privește bilanțul articular (**Tabelul 15.3**).

**Tabelul 15.3 Reabilitarea motorie – cercetarea finală [Contribuție proprie]**

Grup de control n=12, 5F- 41.7%, 7B - 58.3%; Grup de experiment n=12, 6F- 50%, 6B - 50%						
Grup de control - 3 subiecți (25%) - 30-39 ani, 4 subiecți (33.3%) - 40-49 ani, 3 subiecți (25%) - 50-69 ani, 2 subiecți (16.7%) > 70 ani, vârsta medie 51.42 ± 14.83, IMC (kg/m <sup>2</sup> ) media 24.917±6.33						
Grup de experiment - 3 subiecți (25%) 30-39 ani, 3 subiecți (25%) 40-49 ani, 4 subiecți (33.3%) 50-69 ani, 2 subiecți (16.7%) > 70 ani, vârsta medie 49.75 ± 14.16, IMC (kg/m <sup>2</sup> ) media 27.95±5.63						
Variabile monitorizate: efort perceput 41.23↓ E/C Borg, RC < RCT (C/E), DC η <sup>2</sup> =14.3% E						
Analiza segmentară E/C Eficacitate în ↓ DM = 75% (G 55.70% , CF 15.39% , Glz 3.91%) și ↑ forță Glz = 16.22%						
Evaluare concluzii	VAS		Bilanț articular		Dezechilibre musculare	
Teste statistice p<.05 CI 95%	C	E	C	E	C	E
Testul t perechi (p)	.000	.000	.000	.000	.002	.002
Wilcoxon test (p)	.002	.002	.002	.002	.002	.002
Indice corelație (r)			.885	.658	.810	.832
Testul semnelor	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Analiza cu bare de control	↓74.5%	↓84.4%				↑30% E/C

### 15.1.3.3. Analiza SWOT aferentă utilizării sistemului pedalier orizontal static utilizat în reabilitarea motorie

Facilitarea mersului este un obiectiv de bază al reabilitării care are un impact asupra calității vieții individuale, a sistemului de sănătate și a societății. Programele de exerciții trebuie să fie rentabile, logice și eficiente pentru a obține rapid îmbunătățiri ale funcției motorii. Analiza SWOT aferentă utilizării sistemului pedalier orizontal static utilizat a identificat punctele forte și oportunitățile aferente conform **Tabelului 15.4**

**Tabelul 15.4 Analiza SWOT aferentă utilizării sistemului pedaliier orizontal static utilizat în reabilitarea motorie, [contribuție proprie] după studiul personal (Murgoci, 2022a)**

Pozitive	
<b>Puncte tari (+)</b> - rezultate statistice încurajatoare în ceea ce privește reducerea durerii, reeducarea dezechilibrelor musculare, creșterea amplitudinii articulare, corelarea cu indicii de stabilitate și indicatorii calității vieții; - promovarea mișcării active de-a lungul întregului lanț kinetic al membrului inferior; - adresabilitate pentru pacienții deconționați aflați în fereastra terapeutică de oportunitate intervențională; - mișcare ritmică, alternativă, reducând deficitul biomecanic; - bună toleranță la efort testată și la pacienții post-Covid-19, reducerea deficitului cronotropic; - interfață interactivă pentru observarea modului de pedalare datorită senzorilor atașați pedalelor conectate la laptop, ceea ce duce la conștientizarea deficiențelor și corectarea în timp real; - elementul de noutate reprezentat de utilizarea velostatului în dublu strat din componența senzorilor, conectați la placa Arduino, conduce la o evidențiere a dezechilibrelor musculare eficientă exprimată în valori analoge.	<b>Oportunități (+)</b> - nevoi crescute de reabilitare ambulatorie; - sistemele de pedalare îmbunătățite cu realitate virtuală reprezintă o provocare; - recuperarea ambulației aferente pacienților geriatrici, post-AVC, post-traumatisme reduce considerabil cheltuielile sistemului social și de sănătate.
Negative	
<b>Puncte slabe (-)</b> - necesită asistență de specialitate pentru monitorizarea efortului perceput și a ritmului cardiac; - pacienții trebuie să respecte medicația și regimul igienico-dietetic recomandat; - limitări de resurse privind echipamentele utilizate și personalul adiacent; - număr relativ limitat al pacienților din studiu (total n=24, n=12 C/E).	<b>Amenințări (-)</b> - cheltuielile privind asigurarea echipamentelor de exerciții pentru membrele inferioare sunt suportate parțial de bugetul asigurărilor sociale de sănătate conform unor criterii riguroase; - număr mic de specialiști acreditați în domeniul kinetoterapiei la domiciliu.

#### 15.1.3.4. Concluzii aplicare chestionar SF-36 - Calitatea vieții

Criteriile de măsurare a chestionarului RAND SF-36 V1 (Tabelul 15.4) au fost analizate comprehensiv din punct de vedere al adecvării, acceptabilității, fezabilității, validității, fiabilității, receptivității, preciziei și interpretabilității. Modelul de analiză a fost elaborat și aplicat și în studiul publicat referitor la evaluarea rezultatelor calității vieții după recuperarea motorie a membrilor inferioare utilizând o bicicletă orizontală staționară (Murgoci, 2023).

**Tabelul 15.5 Criteriile de măsurare a chestionarului RAND SF-36 V1, după (Murgoci, 2023)**

Nr.	Criteriu	Detaliile instrumentului utilizat RAND SF-36 V1	Aplicare
1	<b>Adecvare</b> Appropriateness	Conținut adaptat obiectivelor studiului	Obiectiv principal – facilitarea ambulației/recuperarea mersului
2	<b>Acceptabilitate</b> Acceptability	Rată de acceptare din partea pacienților/aparținătorilor	Rate de răspuns T0/T2 = 100%, versiune în limba română, timp mediu de completare 11 minute și 15 secunde.
3	<b>Fezabilitate</b> Feasibility	Ușurința administrării și procesării	Procesarea informațiilor și colectarea datelor de către kinetoterapeut și pacient/rudă în timpul ședințelor de reabilitare, forma scurtă utilizată este cel mai ușor de gestionat, SF-36 OrthoToolKit pentru agregarea datelor este licențiat (Optum) și disponibil gratuit online (Rand), timp de finalizare 6 minute completare kit on-line.
4	<b>Validitate</b> Validity	Măsoară ceea ce pretinde că evaluează	Trei tipuri principale de validitate – conținut, criteriu și construcție prin corelare cu alte teste dovedite de literatura de specialitate. O scală validă QoL arată diferențe în direcția așteptată.
5	<b>Fiabilitate</b> Reliability	Produce rezultate care sunt reproductibile și consecvente intern	Include stabilitatea în timp (adică fiabilitatea test-retest); între evaluatori sau interviuatori (adică fiabilitatea între evaluatori); cu fiabilitate de consistență internă- ICC a fost aplicat. Pentru verificarea consistenței interne s-a utilizat coeficientul Pearson la T1 și T2 pentru grupul de control, respectiv grupul de experiment.
6	<b>Receptivitate</b> Responsiveness	Detectează schimbări în timp care contează pentru pacienți	Evaluare prin statistici privind dimensiunea efectului, testul T pentru eșantioane perechi, Testul semnelor, Wilcoxon.
7	<b>Precizie</b> Precision	Se referă la scorurile QoL – 8 dimensiuni ale sănătății	Se referă la scorurile QoL verificate prin control încrucișat datorită celui de-al patrulea criteriu (validitate), utilizarea răspunsului în format Likert unde gradele de acord sunt date progresive de valori
8	<b>Interpretabilitate</b> Interpretability	Scoruri ușor de înțeles pentru pacienți	Înseamnă scoruri semnificative și interpretabile, s-a folosit versiunea în limba română.

**Concluziile rezultate din aplicarea chestionarului SF-36** reies din analiza pe clustere de rezultate la nivelul componentelor fizice și mentale sumarizate cu mențiunea că toate dimensiunile sănătății evaluate au înregistrat valori semnificative statistic pentru ambele grupuri.

În urma programului de reabilitare standard și propus aplicat la nivelul grupului de control și experiment, s-au obținut următoarele rezultate la nivelul calității vieții la nivel intergrup, precum și față de normativul populației generale.

⇒ Nivel intergrup

- pentru componentele fizice sumarizate la sfârșitul celor opt săptămâni de kinetoterapie față de valorile inițiale, creștere de 7.91% ale grupului de experiment (51.73) față de standard (47.94);

- pentru componentele mentale sumarizate la sfârșitul celor opt săptămâni de kinetoterapie față de valorile inițiale, creștere de 2.75% ale grupului de experiment (55.29) față de standard (53.81).

⇒ Nivel normativ

- grupul de control - minus 4.12% până la valoarea 50 pentru componentele fizice sumarizate (47.94) și creștere 7.62% peste valoarea de 50 pentru componentele mentale sumarizate (53.81);

- grupul de experiment - creștere 3.46% peste valoare de 50 pentru componentele fizice sumarizate (51.73) și de 10.58% peste valoarea de 50 pentru componentele mentale sumarizate (55.29).

Chestionarul aplicat a fost analizat în interdependență cu rezultatele funcționale fiind relevant pentru programul care a inclus un pedaliu orizontal static – **Figura 15.4.**

Concluziile evaluării statistice intercorelate C/E T2/T0		
C (n=12), E (n=12)		
Intervenție reabilitare: opt săptămâni program standard/propus 50 min, frecvența 3 ori/săptămână		
KIT evaluare: RAND 36-Item Health Survey 1.0		
Criterii constructive		
<b>Acceptabilitate</b> 100% rată de răspuns Versiunea română (New England Medical Center) Timp mediu de finalizare chestionar = 11 min 15 sec	<b>Interpretabilitate</b> Traducerea acreditată în limba română	<b>Fezabilitate</b> SF-36 OrthoToolKit este sub licență Optum și disponibil gratuit online (Rand), timp completare 6 min pentru kit
Criterii tehnico-economice		
<b>Validitate</b> dovedită de Medical Outcomes Study și literatura de specialitate	<b>Precizie</b> utilizare scale Likert cu mai multe opțiuni de răspuns	
Criterii de rezultat		
<b>Fiabilitate</b> <b>Coeficientul de corelație intraclasă (ICC)</b> evaluat cu Coeficientul Cronbach's Alpha are valoare maximală 1.000 (valoare optimă >0.9) pentru testare-retestare cu doi observatori diferiți pentru grupul de control și experiment la T0 și T2, utilizând modelul cu efecte aleatorii bidirecționale, p<.000 Consistența a fost determinată cu <b>coeficientul de corelație Pearson (r)</b> la momentul T0 și T2 pentru fiecare grup în parte.	<b>Receptivitatea</b> Teste parametrice T- Test, și neparametrice testul semnelor, Wilcoxon (Z), p<.000 pentru grupul de control /experiment (PF, RP, RE, VT, SF, BP, MH, GH, HC) Determinarea mărimii efectului pe baza z-score cu ajutorul factorului eta2 (η <sup>2</sup> ) parțial pentru componentele fizice și mentale sumarizate - efect relevant (>.40) grupul de control η <sup>2</sup> = .664 PCS and .651 MCS grupul de experiment η <sup>2</sup> = .501 PCS and .537 MCS	
Criteriu țintă - obiectiv		
<b>Adecvarea</b> răspunde dacă conținutul chestionarului corespunde scopului principal al studiului, respectiv facilitarea ambulației Aplicare test de stabilitate ortostatică posturală (T2) C(12 pacienți) - scorul de stabilitate a înregistrat: valori excelente 2(16.7%), foarte bune 5 (41.7%) și 5 valori normale (41.7%) E (12 pacienți) - scorul de stabilitate a înregistrat: valori excelente 4 (33.3%), foarte bune 5 (41.7%) și 3 valori normale 3 (25%)		

**Figura 15.4. Concluziile evaluării statistice intercorelate C/E T2/T0 [Contribuție proprie]**

▶ **Tabelul 15.6 Receptivitate – Calitatea vieții**

T test p<.000; W test p<.002 r	C	E
r(PF)	.650	.703
r(VT)	-	.765
r(MH)	.717	.871
r(SF)	.608	.637
r(GH)	.586	.784

S-a efectuat analiza rezultatelor receptivității (**Tabelul 15.6**) aferente chestionarului de calitate a vieții pentru care programul de recuperare propus cu pedaliu orizontal a avut o relevanță statistică mai mare pentru grupul de experiment la nivelul dimensiunilor funcționalității fizice (PF), vitalității (VT), sănătății mentale (MH), funcționalității sociale (SF) și a sănătății generale (GH).



Analiza de regresie multiplă - ordinary least squares (OLS) pentru compararea eficienței programelor de reabilitare utilizate a considerat ca variabile independente rezultatele obținute conform bateriei de teste aplicate.

Variabila dependentă este scorul de stabilitate (test de propriocepție și echilibru) obținut după opt săptămâni de reabilitare (T2) iar ca variabile dependente s-au considerat bilanțul articular (BA T2), bilanțul muscular (BM T2), diferența dezechilibrelor musculare între membrele inferioare (Dif VAM T2) și componentele fizice sumarizate calculate pe baza z-score. Rezultatele analizei de regresie multiplă pentru grupul de experiment au demonstrat interdependență între variabilele independente considerate ca predictor de estimare  $R^2$  ajustat = .671,  $p = .016$  ( $p < .05$ ). Bilanțul articular are un coeficient beta de .527 cu o semnificație statistică de .045, dovedind că mișcarea ritmică concomitentă ce implică lanțul triplei flexii/extensii cu ajutorul bicicletei orizontale statice a condus la validarea rezultatului în favoarea programului propus.

Programul standard cuprinde exerciții terapeutice aplicate în funcție de fiecare patologie ce vizează cu predilecție membrul inferior lezat.

Mișcarea ritmică, simetrică implicată în pedalare care antrenează simultan lanțul triplei flexii și concomitent al triplei extensii aferente piciorului opus diminuează diferențele de forță musculară, corectează aliniamentul și postura corporală, având loc și reeducarea sensibilității membrului pelvin lezat. Membrul inferior indem facilitează mișcarea membrului inferior lezat, coactivarea agonist-antagonistă fiind premisa fiziologică a instaurării unei gestici normale.

Programul standard vizează metode analitice de activare segmentară, specifice pe când programul propus implicând pedalarea orizontală statică implică metode de sinteză, de activare globală și sinergică, rezultatele acestuia fiind superioare în acest caz.

Concluzia finală a lucrării este că sistemul pedalier orizontal construit și-a dovedit eficiența prin rularea analizei de regresie multiplă care a corelat rezultatele reabilitării motorii cu cele ale chestionarului de calitate a vieții.

## 15.2. CONTRIBUȚII PROPRII

Necesitatea abordării kinetoterapiei în vederea îmbunătățirii calității vieții reprezintă o cerință cu valențe multiple pentru cursul acual al patologieilor existente. Bicicletele staționare au fost considerate în studii sigure, fezabile, importante în menținerea structurilor mioartrokinetice și normalizării parametrilor cardio-pulmonari, prevenirea și reducerea deficitului neuromotor.

Dezvoltarea unui sistem de pedalier orizontal, care se adresează pacienților aflați în fereastra terapeutică de intervenție, țintește cumulativ condițiile medicale musculo-scheletale, neurologice și cardio-pulmonare.

Contribuțiile proprii din prezenta lucrare vizează proiectarea, construirea și testarea unui dispozitiv pedalier static orizontal, conceperea unui program kinetoterapeutic individualizat în funcție de riscul asociat fiecărui pacient, aplicarea unui protocol medical de recuperare ce implică pedalarea orizontală statică în concordanță cu recomandările medicului specialist comparativ cu protocolul standard. Evaluarea rezultatelor chestionarului de calitate al vieții SF-36 V1 pe baza celor opt criterii de apreciere reprezintă un plus de valoare, în literatura de specialitate nefiind abordat comprehensiv acest aspect, precum și modelul statistic de analiză intercorelativă cu bateria de teste de reabilitare.

Proiectarea dispozitivului a ținut cont de fiabilitatea acestuia, distanța inter-pedale de 140 cm, exprimată optim prin factor Q auto-selectat pentru asigurarea stabilității genunchiului în timpul pedalării, poziția pacientului – decubit dorsal, modul de acțiune activ și distribuția de forțe în lanțul kinetic controlat. Proiectarea schemei electrice a ținut cont de asigurarea siguranței utilizării, transferul informației din senzorii de presiune plantari efectuându-se prin placa analogă Arduino, a cărei fiabilitate, utilitate, eficiența în analiza mersului a fost demonstrată de literatura de specialitate. Software-ul Arduino (IDE 1.8.19) open-source facilitează scrierea codului și încărcarea acestuia pe placă iar aplicația Data Streamer (Microsoft Excel) permite importarea, vizualizarea și analizarea datelor live de la dispozitivul extern - microcontrolerul Arduino, în vederea evaluării dezechilibrelor musculare. Placa Arduino întoarce o valoare de la 0-1024 pentru orice semnal analogic dat, corespunzător unei

surse de 5 volți. La aceasta se adaugă și costul scăzut, fiind o metodă fezabilă de proiectare și aplicare. Elementul de noutate reprezentat de utilizarea velostatului în dublu strat din componența senzorilor, conectați la placa Arduino, conduce la o evidențiere a dezechilibrelor musculare eficientă exprimată în valori anologice.

Dozarea exercițiilor terapeutice care a implicat pedalarea a fost determinată conform riscogramei aferente fiecărui pacient. S-a efectuat evaluare prin bio-impedanța pentru a stabili somatotipul pacientului în funcție de indici musculari (SMI), index țesut gras (FMI) și index țesut non-gras (FFMI). Structura programului de exerciții de pedalare a fost stabilit pe grade de dificultate în funcție de riscogramă: A – risc mare, B – risc moderat, C – risc minim. Periodizarea, folosirea pauzei pasive pentru a induce eustresul, a asigura aderența la tratament, condiționarea aerobă, protocolul ascendent urmat de cel descendent au fost incluse în protocolul de recuperare pentru a asigura o cheltuială energetică minimă. Elementele de monitorizare a programului de recuperare au fost reprezentate de evaluarea efortului perceput în pedalare cu scala Borg, monitorizarea ritmului cardiac

Eficiența programului de recuperare propus s-a efectuat comparativ cu un program standard, cercetarea experimentală preliminară (N=10 subiecți) și finală (N=24 subiecți). Am concluzionat faptul că programul de reabilitare care a inclus bicicleta staționară orizontală a obținut rezultate mai bune în ceea ce privește controlul durerii și corectarea dezechilibrelor musculare legate de membrele inferioare, cu mențiunea că ambele programe au înregistrat rezultate semnificative statistic în ceea ce privește funcționalitatea.

În vederea tranșării rezultatelor la sfârșitul perioadei de recuperare de opt săptămâni am aplicat testul de stabilitate fiecărui pacient i se acordă un punctaj prin corelarea cu aplicația Zepp Analyzer în funcție de capacitatea de propriocepție a acestuia.

Rezultatele chestionarului de calitate al vieții au fost analizate sumarizat sub forma componentelor fizice și mentale, ajustate cu scorul z, comparativ cu un normativ standard și rezultatele disponibile la nivelul României.

Secvențialitatea analizei criteriilor de evaluare a chestionarului de calitate a vieții RAND SF-36 V1 reprezintă un element de originalitate, acestea fiind grupate în criterii constructive (validitate și precizie), criterii tehnico-economice (acceptabilitate, fezabilitate și interpretabilitate), criterii care reflectă rezultatele (fiabilitate și receptivitate). Adecvarea – criteriul țintă, care răspunde dacă conținutul chestionarului răspunde scopului principal al studiului, respectiv facilitarea ambulației a fost analizată cu testul de stabilitate postural pentru evaluarea propriocepției.

Am aplicat analiza de regresie multiplă - ordinary least squares (OLS) pentru compararea eficienței programelor de reabilitare utilizate luând în considerare ca variabile independente rezultatele obținute conform bateriei de teste aplicate pentru evaluarea reabilitării motorii și ca variabilă dependentă rezultatele testului de stabilitate.

Sistemul pedalier orizontal construit și-a dovedit eficiența prin rularea analizei de regresie multiplă care a corelat rezultatele reabilitării motorii cu cele ale chestionarului de calitate a vieții, corelație care nu s-a dovedit semnificativă statistic în cazul programului standard, pedalarea orizontală statică implicând metode de sinteză, de activare globală și sinergică, cu rezultate superioare în acest caz.

### 15.3. PERSPECTIVE

Perspectivile identificate sunt sublinierea cadrelor strategice pentru a stimula procesul de recuperare

Prima perspectivă identificată până în momentul de față a fost cea privind importanța articulației metatarsofalangiene aferente halucelui în procesul recuperării mersului (Murgoci & Mereuță, 2021). Studiul personal prezentat la conferința științifică doctorală din iunie 2021, a fost efectuat pe 19 pacienți cu vârsta peste 55 de ani din portofoliul propriu din perioada noiembrie 2020 - martie 2021 diagnosticați cu diferite patologii (cu excepția amputării) care afectează membrele inferioare și cu indicații pentru fizioterapie. Determinarea dorsiflexiei active și a flexiei plantare active a primei articulații metatarsofalangiene a fost efectuată în conformitate cu scala de gradare a Asociației Medicale Americane. Dacă articulația MTF are AM redusă în timpul testing-ului articular, este un semn indicativ al unei afecțiuni numite hallux

limitus funcțională sau *hallux rigidus*. Mișcarea este limitată în timpul mersului datorită blocării ambulației în faza 3 a mersului. Programele kinetice pot fi utilizate numai pentru primele 3 clase în funcție de gradele de severitate AMA și *hallux rigidus* 0-2. Concluzia finală a studiului personal cea mai importantă a fost ca în cadrul procesului de recuperare a mersului poate fi efectuată kinetoterapia pentru 12 pacienți din 19 pentru prima articulație MTF, printre celelalte programe pentru lanțul kinetic pentru a transforma dezavantajul timpului mare de imobilizare în oportunitatea de reabilitare corectă a ambulației (Murgoci & Mereuță, 2021).

A doua perspectivă este de a corela efectul anti-inflamator al exercițiilor cu o dietă corespunzătoare, abordare conform studiu publicat care evidențiază impactul percepției referitoare la menținerea aderenței în respectarea prescripțiilor referitoare la exercițiile terapeutice și regimul dietetic aferent subiecților cunoscuți cu durere lombară joasă (Murgoci, 2022b).

Dezbateri privind rolul exercițiilor terapeutice și al dietei ca modulatori ai unei stări antiinflamatorii au avut loc în ultimii ani în mediul medical. Sinergia dintre exercițiile de intensitate moderată și o dietă adecvată care vizează scăderea IL-1 inhibă producția de citokină proinflamatoare TNF- $\alpha$ , regulatorul cheie al inflamației locale și sistemice. Una dintre cele mai importante cauze ale dizabilității pe termen scurt și lung în toate grupele ocupaționale este durerea de spate, care afectează calitatea vieții. Degenerarea discului intervertebral (IVD) provoacă dureri de spate care se intensifică odată cu vârsta. Evaluarea indicelui de dizabilitate Oswestry a fost aplicată pe 23 de subiecți cu dureri de spate pentru a investiga gradul de dizabilitate. Nutriția discului intervertebral, care implică exerciții terapeutice și o dietă personalizată pot fi adjuvanți cruciali pentru procesul de reabilitare. Dieta adecvată și abordarea exercițiului terapeutic sunt menite să evalueze impactul conștientizării cu privire la posibilitatea de a îmbunătăți rezultatele sănătății. Strategia educațională este esențială deoarece implementarea schimbării dietei poate provoca un comportament rezistent, precum și aderarea la terapia cu exerciții fizice. O cheie pentru gestionarea eficientă a stării inflamatorii din cauza diferitelor comorbidități este utilizarea efectelor cumulate ale prescripțiilor profesioniștilor din domeniul sănătății. Provocarea este de a asigura respectarea acestor acțiuni pentru fiecare pacient (Murgoci, 2022b).

A treia perspectivă constă în încurajarea utilizării pedalării cu ajutorul bicicletei orizontale staționare în cadrul programelor de recuperare, care este un instrument fiabil, facil de implementat contribuind la îmbunătățirea calității vieții pacienților, care are rol atât terapeutic cât și diagnostic, precum și îmbunătățirea modelului folosit prin colaborarea cu o firmă de profil.

## DISEMINAREA REZULTATELOR ȘTIINȚIFICE

Lista lucrărilor științifice publicate și a participărilor la conferințele științifice pe parcursul studiilor doctorale aferente tezei de doctorat intitulate: Mijloc kinetoterapeutic neconvențional pentru reabilitare motorie și îmbunătățirea calității vieții autor Murgoci I. Nicolae, școala doctorală de ȘTIINȚE SOCIO-UMANE domeniul de doctorat ȘTIINȚA SPORTULUI ȘI EDUCAȚIEI FIZICE conducător de doctorat Prof. univ. dr. hab. MEREUȚĂ Claudiu.

### Articole publicate în reviste științifice indexate BDI/ESCI cu factor de impact

1. Murgoci Nicolae - The importance of body composition assessment in the rehabilitation process. Balneo and PRM Research Journal 2021, 2021;12(4):352–364 [DOI 10.12680/balneo.2021.463](https://doi.org/10.12680/balneo.2021.463)
2. Murgoci Nicolae – Comparative study on the efficiency of motor rehabilitation of the lower limbs using a stationary horizontal bicycle versus a standard therapeutic program. Balneo and PRM Research Journal 2022, 13(4): 524, [DOI 10.12680/balneo.2022.524](https://doi.org/10.12680/balneo.2022.524) factor de impact 1.5
3. Murgoci Nicolae - The impact of perception regarding therapeutic exercises and dietary changing adherence of subjects known with low back pain. Balneo and PRM Research Journal 2022, 13(4): 525 [DOI 10.12680/balneo.2022.525](https://doi.org/10.12680/balneo.2022.525) factor de impact 1.5
4. Murgoci Nicolae – Quality of life outcomes evaluation after motor rehabilitation of the lower limbs using a stationary bicycle. Balneo and PRM Research Journal 2023, 14(1): 533, [DOI 10.12680/balneo.2023.533](https://doi.org/10.12680/balneo.2023.533) factor de impact 1.5

### Articole publicate în reviste științifice indexate BDI

5. Murgoci, N. and Mereuță, C. (2021) "ASPECTS OF THE IMPORTANCE OF FIRST METATARSOPHALANGEAL JOINT IN THE PROCESS OF GAIT RECOVERY", *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle XV, Physical Education and Sport Management*, 1, pp. 20-32. <https://doi.org/10.35219/efms.2021.1.02>.
6. Murgoci, N., Mereuță, C. and Nanu, L. (2022) "DOSAGE OF THERAPEUTIC EXERCISE ACCORDING TO PATIENTS' RISK CHART DETERMINED BY BIOIMPEDANCE", *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle XV, Physical Education and Sport Management*, 1, pp. 34-62. doi: <https://doi.org/10.35219/efms.2022.1.04>.
7. Murgoci, N., Mereuță, C. and Ganea, D. (2022) "GAIT FACILITATION PROGRAM USING A HORIZONTAL BICYCLE BUILT AND DESIGNED TO MONITOR KINETIC CHAIN PARAMETERS – CASE STUDY", *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle XV, Physical Education and Sport Management*, 1, pp. 63-78. doi: <https://doi.org/10.35219/efms.2022.1.05>.

**Articole susținute și publicate în volumul “Book of abstracts” al conferințelor științifice**

**8. Murgoci, Nicolae; Mereuță, Claudiu** “ASPECTS OF THE IMPORTANCE OF FIRST METATARSOPHALANGEAL JOINT IN THE PROCESS OF GAIT RECOVERY” “Dunarea de Jos” University of Galati. 9<sup>th</sup> Edition of *SCDS-UDJG S.15*. Advanced research in human motricity and kinetotherapy, Book of abstracts pp. 216

<https://cssd-udig.ugal.ro/index.php/en/abstracts-2021>

**9. Murgoci, Nicolae; Mereuță, Claudiu.** “DOSAGE OF THERAPEUTIC EXERCISE ACCORDING TO PATIENTS’ RISK CHART DETERMINED BY BIOIMPEDANCE” “Dunarea de Jos” University of Galati. 10<sup>th</sup> Edition of *SCDS-UDJG S.15*. Advanced research in human motricity and kinetotherapy, Book of abstracts pp. 185

<https://cssd-udig.ugal.ro/index.php/en/abstracts-2022>

**10. Murgoci, Nicolae; Mereuță, Claudiu** “GAIT FACILITATION PROGRAM USING A HORIZONTAL BICYCLE BUILT AND DESIGNED TO MONITOR KINETIC CHAIN PARAMETERS – CASE STUDY” “Dunarea de Jos” University of Galati. 10<sup>th</sup> Edition of *SCDS-UDJG S.15*. Advanced research in human motricity and kinetotherapy, Book of abstracts pp. 187

<https://cssd-udig.ugal.ro/index.php/en/abstracts-2022>

**11. Murgoci Nicolae-** PROMOTORS INDUCING POSITIVE EFFECTS ON ARTICULAR NUTRITION “Dunarea de Jos” University of Galati. 11<sup>th</sup> Edition of *SCDS-UDJG S.15*. Advanced research in human motricity and kinetotherapy, Book of abstracts pp. 230

[https://cssd-udig.ugal.ro/images/2023/10/Book%20of%20abstract%202023%20\(1\).pdf](https://cssd-udig.ugal.ro/images/2023/10/Book%20of%20abstract%202023%20(1).pdf)

**12. Murgoci Nicolae-** RESPONSIVENESS QUALITY OF LIFE ASSESSMENT, “Dunarea de Jos” University of Galati. 11<sup>th</sup> Edition of *SCDS-UDJG S.15*. Advanced research in human motricity and kinetotherapy, Book of abstracts pp. 232

[https://cssd-udig.ugal.ro/images/2023/10/Book%20of%20abstract%202023%20\(1\).pdf](https://cssd-udig.ugal.ro/images/2023/10/Book%20of%20abstract%202023%20(1).pdf)

## Bibliografie

- [ 1 ] Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Neural adaptation to resistance training: Changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *Journal of Applied Physiology*, 92(6), 2309–2318. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01185.2001>
- [ 2 ] Abbiss, C. R., & Laursen, P. . (2008). Describing and Understanding Pacing Strategies during Athletic Competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239–252. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838030-00004>
- [ 3 ] Altex.ro. (2021). *Cablu USB A - USB B HAMA 20180, 1*. Altex.Ro. <https://altex.ro/cablu-usb-a-usb-b-hama-20180-1-5m-negru/cpd/CAB20180/#additional>
- [ 4 ] Anita L. Stewart and John E. Ware. (1992). Summary and Discussion of MOS Measures, published in: *Measuring Functioning and Well-Being: The Medical Outcomes Study Approach*. In *Duke University Press* (pp. 345–371). Durham, N.C.: Duke University Press. [https://www.rand.org/pubs/external\\_publications/EP19920054.html](https://www.rand.org/pubs/external_publications/EP19920054.html)
- [ 5 ] Anita L. Stewart, J. E. W. J. (1992). *Measuring Functioning and Well-Being The Medical Outcomes Study Approach*. In *Duke University Press Books*. Duke University Press Books. <https://doi.org/10.7249/CB361>
- [ 6 ] Arakawa, T., Otani, T., Tanaka, M., & Kobayashi, Y. (2018). Computational study on motion criterion and muscle activity pattern in elderly gait with muscle weakness. *ACM International Conference Proceeding Series*, 118–121. <https://doi.org/10.1145/3301879.3301891>
- [ 7 ] Arduino.cc. (2021). *Arduino IDE 2*. Arduino.Cc. <https://www.arduino.cc/en/software>
- [ 8 ] Avers, D., & Brown, M. (2019). Daniels and Worthingham's Muscle Testing: Techniques of Manual Examination and Performance Testing 10th edition. In *Elsevier Inc*.
- [ 9 ] Barnes, K. A., Kroening-Roche, J. C., & Comfort, B. W. (2012). The Developing Vision of Primary Care. *New England Journal of Medicine*, 367(10), 891–893. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1204487>
- [ 10 ] Beckers, D., & Buck, M. (2021). *PNF in Practice An Illustrated Guide Fifth Edition*. In *Springer Verlag GmbH*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61818-9>
- [ 11 ] Benatti, F. B., & Pedersen, B. K. (2014). Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases - Myokine regulation. *Nature Reviews Rheumatology*, 11(2), 86–97. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2014.193>
- [ 12 ] Bessler, J., Prange-Lasonder, G. B., Schaake, L., Saenz, J. F., Bidard, C., Fassi, I., Valori, M., Lassen, A. B., & Buurke, J. H. (2021). Safety Assessment of Rehabilitation Robots: A Review Identifying Safety Skills and Current Knowledge Gaps. *Frontiers in Robotics and AI*, 8(March), 1–18. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.602878>
- [ 13 ] Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 14, Issue 5, pp. 377–381). <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
- [ 14 ] Bouillon, L., Baker, R., Gibson, C., Kearney, A., & Busemeyer, T. (2016). Comparison of Trunk and Lower Extremity Muscle Activity Among Four Stationary Equipment Devices: Upright Bike, Recumbent Bike, Treadmill, and Elliptigo®. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(2), 190–200. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27104052%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4827362>
- [ 15 ] Braddom, R. (2011). *Medicina Fizica si de Reabilitare Ediția a IV-a*. In *Societatea Romana de Reabilitare medicala*.
- [ 16 ] Brandl, C., Rasche, P., Bröhl, C., Theis, S., Wille, M., Schlick, C. M., & Mertens, A. (2017). Incentives for the acceptance of mobility equipment by elderly people on the basis of the Kano model: A human factors perspective for initial contact with healthcare products. In *Advances in Human Factors and Ergonomics in Healthcare* (Vol. 482, pp. 161–171). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41652-6\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41652-6_16)
- [ 17 ] Brazier, J. E., Harper, R., Munro, J., Walters, S. J., & Snaith, M. L. (1999). Generic and condition-specific outcome measures for people with osteoarthritis of the knee. *Rheumatology*, 38(9), 870–877. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/38.9.870>
- [ 18 ] Brazier, J. E., Walters, S. J., Nicholl, J. P., & Kohler, B. (1996). Using the SF-36 and

- euroqol on an elderly population. *Quality of Life Research*, 5(2), 195–204. <https://doi.org/10.1007/BF00434741>
- [ 19 ] Burke, D. (2016). Clinical uses of H reflexes of upper and lower limb muscles. *Clinical Neurophysiology Practice*, 1, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2016.02.003>
- [ 20 ] C. Drugă 1, I. Ș. (2017). Study of Foot Pressure- Sole Pressure Sensor. *Transilvania University Press of Brasov*, 132–135.
- [ 21 ] Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby, J. B. (2018). Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques 7th Edition. In *F. A. Davis Company Copyright*. F. A. Davis Company Copyright.
- [ 22 ] Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S. W., Chatterji, S., & Vos, T. (2020). Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10267), 2006–2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0)
- [ 23 ] Clark, B. C., & Manini, T. M. (2010). Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 13(3), 271–276. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328337819e>
- [ 24 ] Coherent Market Insights. (2018). *Rehabilitation Robots Market Analysis, Rehabilitation Robots Market - Global Industry Insights, Trends, Outlook, and Opportunity Analysis, 2018-2026*. Coherent Market Insights. <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/rehabilitation-robots-market-406>
- [ 25 ] Cortis, C., Fusco, A., Cook, M., Doberstein, S. T., Gillette, C., Porcari, J. P., & Foster, C. (2021). Indoor cycling energy expenditure: Does sequence matter? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030870>
- [ 26 ] Cotârlă, L. (2009). Posibilități de optimizare a calității vieții la bolnavii renali, dializați cronic, rezultate. *Acta Medica Transilvanica*, 11(4), 74–75. <http://www.amtsibiu.ro/Arhiva/2009/Nr4/AC/Cotarla-rezultate-ro.pdf>
- [ 27 ] Croser, R., Garrett, R., Seeger, B., & Davies, P. (2001). Effectiveness of electronic aids to daily living: Increased independence and decreased frustration. *Australian Occupational Therapy Journal*, 48(1), 35–44. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1630.2001.00236.x>
- [ 28 ] Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Bautmans, I., Baeyens, J. P., Cesari, M., ... Schols, J. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- [ 29 ] Dana Rusten. (2015). *Tendon Outline Function Structure Mechanical Properties, online courses*. Slideplayer.Com. <https://slideplayer.com/slide/3815654/>
- [ 30 ] Dedeman.ro. (2021a). *Adeziv bicomponent universal, Bison Epoxy, aspect metalic, 24 ml*. Dedeman.Ro. <https://www.dedeman.ro/ro/adeziv-bicomponent-universal-bison-epoxy-aspect-metalic-24-ml/p/5000145>
- [ 31 ] Dedeman.ro. (2021b). *Surub autofiletant pentru tabla, cu cap plat saiba, din otel, zincat alb, 4*. Dedeman.Ro. <https://www.dedeman.ro/ro/surub-autofiletant-pentru-tabla-cu-cap-plat-saiba-din-otel-zincat-alb-4-2-x-25-mm/p/1022111>
- [ 32 ] Delgado, D. A., Lambert, B. S., Boutris, N., McCulloch, P. C., Robbins, A. B., Moreno, M. R., & Harris, J. D. (2018). Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons JAAOS: Global Research and Reviews*, 2(3), e088. <https://doi.org/10.5435/jaaosglobal-d-17-00088>
- [ 33 ] Dijk, H. Van, Megen, R. Van, & Vroemen, G. (2017). The Secret of Cycling. In *Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd*.
- [ 34 ] Dimitrov, S., Hulteng, E., & Hong, S. (2017). Inflammation and exercise: Inhibition of monocytic intracellular TNF production by acute exercise via  $\beta$ 2-adrenergic activation. *Brain, Behavior, and Immunity*, 61, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2016.12.017>
- [ 35 ] Disley, B. X., & Li, F. X. (2014). The effect of Q Factor on gross mechanical efficiency and muscular activation in cycling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(1), 117–121. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01479.x>

- [ 36 ] Disley, Benedict Xavier, & Li, F. X. (2014). Metabolic and kinematic effects of self-selected Q factor during bike fit. *Research in Sports Medicine*, 22(1), 12–22. <https://doi.org/10.1080/15438627.2013.852093>
- [ 37 ] Doi, T., Akai, M., Fujino, K., Iwaya, T., Kurosawa, H., Hayashi, K., & Marui, E. (2008). Effect of home exercise of quadriceps on knee osteoarthritis compared with nonsteroidal antiinflammatory drugs: A randomized controlled trial. *Lippincott Williams and Wilkins*, 87(4), 258–269. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318168c02d>
- [ 38 ] Duncan RL, T. C. (1995). Mechanotransduction and the Functional Response of Bone to Mechanical Strain. *Calcif Tissue Int*, 57(5), 344–358. <https://doi.org/10.1007/BF00302070>
- [ 39 ] Dunleavy, K., & Slowik, A. K. (2019). THERAPEUTIC EXERCISE PRESCRIPTION. In *Elsevier*.
- [ 40 ] Elizabeth Bryan. (2018). The Comprehensive Manual of Therapeutic Exercises Orthopedic and General Conditions. In *Slack Incorporated*.
- [ 41 ] Ellenbecker, B. T. S., & Davies, G. J. (2001). Closed Kinetic Chain Exercise: A Comprehensive Guide to Multiple Joint Exercise. *Human Kinetics Publishers*.
- [ 42 ] Emag.ro. (2021a). *Banda izolatoare autoadeziva Kapton tape 80mm x 30m*. Emag.Ro. <https://www.emag.ro/banda-izolatoare-autoadeziva-kapton-tape-80mm-x-30m-10105845/pd/D17R47MBM/>
- [ 43 ] Emag.ro. (2021b). *Folie conductiva cu rezistenta variabila cu presiunea - Velostat, dimensiune 30x30 cm*. Emag.Ro. <https://www.emag.ro/folie-conductiva-cu-rezistenta-variabila-cu-presiunea-velostat-dimensiune-30x30-cm-01ff/pd/DDFWSWBBM/>
- [ 44 ] EMITENT MINISTERUL SĂNĂTĂȚII. (2021). *ORDIN nr. 534 din 22 aprilie 2021 pentru aprobarea Protocolului de medicină fizică și de reabilitare post-COVID-19*. MONITORUL OFICIAL Nr. 439 Din 26 Aprilie 2021. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/241643>
- [ 45 ] Enoka, R. M. (2008). Neuromechanics of Human Movement. In *Human Kinetics*. <https://doi.org/10.5040/9781492595632>
- [ 46 ] Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., Wilk, K. E., & Andrews, J. R. (1998). Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(4), 556–569. <https://doi.org/10.1097/00005768-199804000-00014>
- [ 47 ] Evans, W. J. (2010). Skeletal muscle loss: Cachexia, sarcopenia, and inactivity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(4), 1123–1127. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28608A>
- [ 48 ] Farjadian, A. B., Kong, Q., Gade, V. K., Deutsch, J. E., & Mavroidis, C. (2013). VRACK: Measuring pedal kinematics during stationary bike cycling. *2013 IEEE 13th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*, Seattle, WA, USA, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2013.6650453>
- [ 49 ] Farshad Fani Marvasti, R. S. S. (2012). From sick care to health care--reengineering prevention into the U.S. system. *The New England Journal of Medicine*, 367(10), 889–891. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1206230>
- [ 50 ] Fernandes, T. (2006). Independent mobility for children with disabilities. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 13(7), 329–333. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2006.13.7.21410>
- [ 51 ] Fisher, M. I., & Harrington, S. (2015). Research Round-up: Manual Muscle Testing. *Rehabilitation Oncology*, 33, 1–2. <https://doi.org/10.3791/2632.5.Hough>
- [ 52 ] Fitzpatrick, R., Davey, C., Buxton, M. J., & Jones, D. R. (1998). Evaluating patient-based outcome measures for use in clinical trials. *Health Technology Assessment*, 2(14). <https://doi.org/10.3310/hta2140>
- [ 53 ] Foster, A. (2019). Mechanisms and Mitigation of Skeletal Muscle Fatigue in Single Fibers from Older Adults. *University of Massachusetts Amherst, July*, 1–89. [https://scholarworks.umass.edu/masters\\_theses\\_2](https://scholarworks.umass.edu/masters_theses_2)
- [ 54 ] Foster, C., Dekoning, J. J., Hettinga, F., Lampen, J., Dodge, C., Bobbert, M., & Porcari, J. P. (2004). Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. *International Journal of Sports Medicine*, 25(3), 198–204. <https://doi.org/10.1055/s-2003-45260>



- [ 55 ] Foster, Carl, de Koning, J., Bichel, S., Casalino, E., Malterer, K., O'Brien, K., Rodriguez-Marroyo, J., Splinter, A., Thiel, C., & van Tunen, J. (2012). Chapter: 9 Pacing Strategies for Endurance Performance. In Inigo Mujika (Ed.), *Endurance Training: Science and Practice*. Inigo Mujika. [https://www.researchgate.net/publication/299500462\\_Pacing\\_Strategies\\_for\\_Endurance\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/299500462_Pacing_Strategies_for_Endurance_Performance)
- [ 56 ] Foster, Carl, Schrage, M., Snyder, A. C., & Thompson, N. N. (1994). Pacing Strategy and Athletic Performance. *Sports Medicine*, 17(2), 77–85. <https://doi.org/10.2165/00007256-199417020-00001>
- [ 57 ] Fransen, M., McConnell, S., & Bell, M. (2002). Therapeutic exercise for people with osteoarthritis of the hip or knee. A systematic review. *Journal of Rheumatology*, 29(8), 1737–1745. <https://www.jrheum.org/content/jrheum/29/8/1737.full.pdf>
- [ 58 ] Frost, H. M. (1983). 067 A Determinant of Bone Architecture The Minimum Effective Strain. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 286–292.
- [ 59 ] Frost, H. M. (1997). Defining osteopenias and osteoporoses: Another view (with insights from a new paradigm). *Bone*, 20(5), 385–391. [https://doi.org/10.1016/s8756-3282\(97\)00019-7](https://doi.org/10.1016/s8756-3282(97)00019-7)
- [ 60 ] Frost, H. M. (2000). The Utah paradigm of skeletal physiology: An overview of its insights for bone, cartilage and collagenous tissue organs. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 18(6), 305–316. <https://doi.org/10.1007/s007740070001>
- [ 61 ] garagegymplanner.com. (2020). *Best Mini Exercise Bikes For Home Workout in 2019*. Garagegymplanner.Com. <https://garagegymplanner.com/best-mini-exercise-bike-reviews/>
- [ 62 ] Garratt, A., Schmidt, L., Mackintosh, A., & Fitzpatrick, R. (2002). Quality of life measurement: bibliographic study of patient assessed health outcome measures. *BMJ*, 324(February 2009). <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7351.1417>
- [ 63 ] Gassert, R., & Dietz, V. (2018). Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: A neurophysiological perspective. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 15(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0383-x>
- [ 64 ] George Serban. (1976). Stress without Distress from Psychopathology of Human Adaptation. In *Springer Science+Business Media ILLC*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2238-2>
- [ 65 ] Gielen, S., Adams, V., Möbius-Winkler, S., Linke, A., Erbs, S., Yu, J., Kempf, W., Schubert, A., Schuler, G., & Hambrecht, R. (2003). Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 42(5), 861–868. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(03\)00848-9](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(03)00848-9)
- [ 66 ] Glass, R., Waddell, J., & Hoogenboom, B. (2010). The Effects of Open versus Closed Kinetic Chain Exercises on Patients with ACL Deficient or Reconstructed Knees: A Systematic Review. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 5(2), 74–84. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953392/>
- [ 67 ] Gould, D., Kelly, D., Goldstone, L., & Gammon, J. (2001). Examining the validity of pressure ulcer risk assessment scales: developing and using illustrated patient simulations to collect the data INFORMATION POINT: Visual Analogue Scale. *Journal of Clinical Nursing*, 10, 697–706. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2702.2001.00525.x>
- [ 68 ] Grand View Rresearch. (2018). *Rehabilitation Equipment Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product Type (Daily Living Aids, Mobility Equipment, Exercise Equipment, Body Support Devices), By Application, By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2018 - 2025*. Grand View Rresearch. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/rehabilitation-products-market>
- [ 69 ] Grenez, F., Viqueira Villarejo, M., Garcia Zapirain, B., & Méndez Zorrilla, A. (2013). Wireless prototype based on pressure and bending sensors for measuring gate quality. *Sensors (Switzerland)*, 13(8), 9679–9703. <https://doi.org/10.3390/s130809679>
- [ 70 ] Hackney, K. J., Scott, J. M., Hanson, A. M., English, K. L., Downs, M. E., & Ploutz-Snyder, L. L. (2015). The Astronaut-Athlete: Optimizing Human Performance in Space. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3531–3545. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001191>

- [ 71 ] Haefeli, M., & Elfering, A. (2006). Pain assessment. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 15(SUPPL. 1), 17–24. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-1044-x>
- [ 72 ] Hand, C. (2016). Measuring health-related quality of life in adults with chronic conditions in primary care settings: Critical review of concepts and 3 tools. *Canadian Family Physician*, 62(7), e375–e383. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4955103/>
- [ 73 ] Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., Underwood, M., Buchbinder, R., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., van Tulder, M., Anema, J. R., Chou, R., ... Woolf, A. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 391(10137), 2356–2367. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X)
- [ 74 ] Hattori, K., Tatsumi, N., & Tanaka, S. (1997). Assessment of Body Composition by Using a New Chart Method. *American Journal of Human Biology*, 9(5), 573–578. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6300\(1997\)9:5<573::AID-AJHB5>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6300(1997)9:5<573::AID-AJHB5>3.0.CO;2-V)
- [ 75 ] Hays RD, S. M. (1992). An overview of generic health-related quality of life measures for HIV research. *Quality of Life Research*, 1(2), 91–97. <https://doi.org/10.1007/BF00439716>
- [ 76 ] Helbostad, J. L., & Moe-Nilssen, R. (2003). The effect of gait speed on lateral balance control during walking in healthy elderly. *Gait and Posture*, 18(2), 27–36. [https://doi.org/10.1016/s0966-6362\(02\)00197-2](https://doi.org/10.1016/s0966-6362(02)00197-2)
- [ 77 ] Hjerstad, M. J., Fayers, P. M., Haugen, D. F., Caraceni, A., Hanks, G. W., Loge, J. H., Fainsinger, R., Aass, N., & Kaasa, S. (2011). Studies comparing numerical rating scales, verbal rating scales, and visual analogue scales for assessment of pain intensity in adults: A systematic literature review. *Journal of Pain and Symptom Management*, 41(6), 1073–1093. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016>
- [ 78 ] Hoffman, J. M., Bell, K. R., Powell, J. M., Behr, J., Dunn, E. C., Dikmen, S., & Bombardier, C. H. (2010). A Randomized Controlled Trial of Exercise to Improve Mood After Traumatic Brain Injury. *PM and R*, 2(10), 911–919. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.06.008>
- [ 79 ] Hollman, J. H., Youdas, J. W., & Lanzino, D. J. (2011). Gender differences in dual task gait performance in older adults. *American Journal of Men's Health*, 5(1), 11–17. <https://doi.org/10.1177/1557988309357232>
- [ 80 ] Hoover, D. L., VanWye, W. R., & Judge, L. W. (2016). Periodization and physical therapy: Bridging the gap between training and rehabilitation. *Physical Therapy in Sport*, 18(February 2016), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.08.003>
- [ 81 ] Hu, S., Mendonca, R., Johnson, M. J., & Kuchenbecker, K. J. (2020). Robotics for occupational therapy: Learning upper-limb exercises from demonstrations. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 6(4), 7781–7788. <https://doi.org/10.1109/LRA.2021.3098945>
- [ 82 ] Huang, C., & Ogawa, R. (2010). Mechanotransduction in bone repair and regeneration. *FASEB Journal*, 24(10), 3625–3632. <https://doi.org/10.1096/fj.10-157370>
- [ 83 ] HUAWEI. (2021). *HUAWEI WATCH GT 2*. HUAWEI. <https://consumer.huawei.com/en/wearables/watch-gt2/>
- [ 84 ] Hug, F., Turpin, N. A., Guével, A., & Dorel, S. (2010). Is interindividual variability of EMG patterns in trained cyclists related to different muscle synergies? *Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1727–1736. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01305.2009>
- [ 85 ] Hussain, S., Jamwal, P. K., Vliet, P. V., & Brown, N. A. T. (2021). Robot Assisted Ankle Neuro-Rehabilitation: State of the art and Future Challenges. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 21(1), 111–121. <https://doi.org/10.1080/14737175.2021.1847646>
- [ 86 ] Institute for Health Metrics and Evaluation. (2020). *WHO Rehabilitation Need Estimator. Rehabilitation is not a service for the few*. Vizhub.Healthdata.Org. <https://vizhub.healthdata.org/rehabilitation/>
- [ 87 ] Intelligence, M. (2021). *Mordor Intelligence, Rehabilitation Equipment Market - Growth, Trends, Covid-19*. Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/rehabilitation-equipment-market>
- [ 88 ] Jesse Maida. (2017). *Rehabilitation Robots Market - Opportunity Assessment and*

- Global Forecast by Technavio. Business Wire.*  
<https://www.businesswire.com/news/home/20170707005508/en/Rehabilitation-Robots-Market---Opportunity-Assessment-and-Global-Forecast-by-Technavio>
- [ 89 ] Jin, L., Min, G., Wei, C., Min, H., & Jie, Z. (2017). Exercise training on chronotropic response and exercise capacity in patients with type 2 diabetes mellitus. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 13(3), 899–904. <https://doi.org/10.3892/etm.2017.4084>
- [ 90 ] John E Ware, K., S. K., Mark, K., & Barbara, G. (1993). SF36 Health survey : Manual and Interpretation Guided. In *Nimrod Press Inc Boston Massachusetts*. [https://www.researchgate.net/publication/247503121\\_SF36\\_Health\\_Survey\\_Manual\\_and\\_Interpretation\\_Guide](https://www.researchgate.net/publication/247503121_SF36_Health_Survey_Manual_and_Interpretation_Guide)
- [ 91 ] Jor, A., Das, S., Bappy, A. S., & Rahman, A. (2019). Foot Plantar Pressure Measurement Using Low Cost Force Sensitive Resistor (FSR): Feasibility Study. *Journal of Scientific Research*, 11(3), 311–319. <https://doi.org/10.3329/jsr.v11i3.40581>
- [ 92 ] Joseph Hamill, Kathleen M. Knutzen, T. R. D. (2015). Biomechanical basis of human movement. In *Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business*.
- [ 93 ] Julius Wolff. (1986). The Law of Bone Remodelling. In *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-71031-5>
- [ 94 ] Jutai, J., Rigby, P., Ryan, S., & Stickel, S. (2000). Psychosocial Impact of Electronic Aids to Daily Living. *Assistive Technology: The Official Journal of RESNA*, 12(2), 123–131. <https://doi.org/10.1080/10400435.2000.10132018>
- [ 95 ] Kang, J., Schweitzer, J. S., & Hoffman, J. R. (2003). Effect of order of exercise intensity upon cardiorespiratory, metabolic, and perceptual responses during exercise of mixed intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 90(5–6), 569–574. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0908-1>
- [ 96 ] Karandikar, N., & Vargas, O. O. O. (2011). Kinetic Chains: A Review of the Concept and Its Clinical Applications. *PM and R*, 3(8), 739–745. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2011.02.021>
- [ 97 ] Karapolat, H., Eyigor, S., Zoghi, M., Yagdi, T., Nalbantgil, S., Durmaz, B., & Ozbaran, M. (2008). Effects of cardiac rehabilitation program on exercise capacity and chronotropic variables in patients with orthotopic heart transplant. *Clinical Research in Cardiology*, 97(7), 449–456. <https://doi.org/10.1007/s00392-008-0648-7>
- [ 98 ] Kaya, D., Doral, M. N., & Callaghan, M. (2012). How can we strengthen the quadriceps femoris in patients with patellofemoral pain syndrome? *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 2(1), 25–32. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3666499/>
- [ 99 ] Keller, K., & Engelhardt, M. (2013). Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 3(4), 346–350. <https://doi.org/10.11138/mltj/2013.3.4.346>
- [ 100 ] Keteyian, S. J., Brawner, C. A., Schairer, J. R., Levine, T. B., Levine, A. B., Rogers, F. J., & Goldstein, S. (1999). Effects of exercise training on chronotropic incompetence in patients with heart failure. *American Heart Journal*, 138(2 1), 233–240. [https://doi.org/10.1016/S0002-8703\(99\)70106-7](https://doi.org/10.1016/S0002-8703(99)70106-7)
- [ 101 ] Kho, M. E., Martin, R. A., Toonstra, A. L., Zanni, J. M., Manthey, E. C., Nelliott, A., & Needham, D. M. (2015). Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. *Journal of Critical Care*, 30(6), 1419.e1-1419.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.07.025>
- [ 102 ] Kho, M. E., Molloy, A. J., Clarke, F. J., Ajami, D., McCaughan, M., Obrovac, K., Murphy, C., Camposilvan, L., Herridge, M. S., Koo, K. K. Y., Rudkowski, J., Seely, A. J. E., Zanni, J. M., Mourtzakis, M., Piraino, T., & Cook, D. J. (2016). TryCYCLE: A prospective study of the safety and feasibility of early in-bed cycling in mechanically ventilated patients. *PLoS ONE*, 11(12), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167561>
- [ 103 ] Klimek, L., Bergmann, K. C., Biedermann, T., Bousquet, J., Hellings, P., Jung, K., Merk, H., Olze, H., Schlenker, W., Stock, P., Ring, J., Wagenmann, M., Wehrmann, W., Mösges, R., & Pfaar, O. (2017). Visual analogue scales (VAS): Measuring instruments for the documentation of symptoms and therapy monitoring in cases of allergic rhinitis in everyday health care: Position Paper of the German Society of Allergology (AeDA) and the German Society of All. *Allergo Journal International*, 26(1), 16–24. <https://doi.org/10.1007/s40629-016-0006-7>

- [ 104 ] Laucis, N. C., Hays, R. D., & Bhattacharyya, T. (2015). Scoring the SF-36 in orthopaedics: A brief guide. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*, 97(19), 1628–1634. <https://doi.org/10.2106/JBJS.O.00030>
- [ 105 ] Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A. M., Rantanen, T., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95(5), 1851–1860. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00246.2003>
- [ 106 ] Lee, J. H., & Jun, H. S. (2019). Role of myokines in regulating skeletal muscle mass and function. *Frontiers in Physiology*, 10(JAN), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00042>
- [ 107 ] Leelayuwat, N. (2017). Exercise Therapy for Physical Therapist. *Clinical Physical Therapy*, 1, 75–94. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68390>
- [ 108 ] Li, L., Fu, Q., Tyson, S., Preston, N., & Weightman, A. (2022). A scoping review of design requirements for a home-based upper limb rehabilitation robot for stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 29(6), 449–463. <https://doi.org/10.1080/10749357.2021.1943797>
- [ 109 ] Maculewicz, J., Serafin, S., & Kofoed, L. (2015). A Stationary Bike in Virtual Reality-Rhythmic Exercise and Rehabilitation. *Doctoral Consortium on Biomedical Engineering Systems and Technologies*, 2(2003), 3–8. <https://doi.org/10.5220/0005324700030008>
- [ 110 ] Mardare, I., Furtunescu, F. L., & Bratu, E. C. (2019). Measuring Health Related Quality of Life-Methods and Tools. *Acta Medica Transilvanica*, 24(2), 6–8.
- [ 111 ] Marilyn Bradbury, Elizabeth Bennison, Helen Mason, J. G. (2021). Tools for participation: living aids and the F-words for childhood development. *Paediatrics and Child Health*, 31(9), 352–358. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.paed.2021.06.004>
- [ 112 ] Markets and Markets. (2020). *Rehabilitation Equipment Market Global Forecast*. Markets and Markets. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/rehabilitation-equipment-market-194775519.html>
- [ 113 ] McPherson, J. G., McPherson, L. M., Thompson, C. K., Ellis, M. D., Heckman, C. J., & Dewald, J. P. A. (2018). Altered neuromodulatory drive may contribute to exaggerated tonic vibration reflexes in chronic hemiparetic stroke. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(April), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00131>
- [ 114 ] Microsoft.com. (2021). *Microsoft Data Streamer*. Microsoft.Com. <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=56976>
- [ 115 ] MINISTERUL SĂNĂTĂȚII. (2021). *Ordin pentru aprobarea Protocolului de medicină fizică și de reabilitare post-COVID-19*. MONITORUL OFICIAL Nr. 439 Din 26 Aprilie 2021. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/241643>
- [ 116 ] Mordor Intelligence LLP. (2021). *Rehabilitation Equipment Market - Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2021 - 2026)*. Reportlinker.Com; Mordor Intelligence LLP. <https://www.reportlinker.com/p06039524/Rehabilitation-Equipment-Market-Growth-Trends-Covid-19-Impact-and-Forecasts.html>
- [ 117 ] Morin, J.-B. P. S. (2018). Biomechanics of Training and Testing- Innovative Concepts and Simple Field Methods. In *Springer International Publishing*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05633-3>
- [ 118 ] Murgoci, N. (2022a). Comparative study on the efficiency of motor rehabilitation of the lower limbs using a stationary horizontal bicycle versus a standard therapeutic program. *Balneo and PRM Research Journal*, 13(4), 1–18. <https://doi.org/10.12680/balneo.2022.524>
- [ 119 ] Murgoci, N. (2022b). The impact of perception regarding therapeutic exercises and dietary changing adherence of subjects known with low back pain. *Balneo and PRM Research Journal*, 13(Vol.13, 4), 525. <https://doi.org/10.12680/balneo.2022.525>
- [ 120 ] Murgoci, N. (2023). Quality of life outcomes evaluation after motor rehabilitation of the lower limbs using a stationary bicycle. *Balneo and PRM Research Journal*, 14(1), 1–17. <https://doi.org/10.12680/balneo.2023.533>
- [ 121 ] MURGOCI, N. (2021). The importance of body composition assessment in the rehabilitation process. *Balneo and PRM Research Journal*, Vol.12, 4, 351–364. <https://doi.org/10.12680/balneo.2021.463>

- [ 122 ] Murgoci, N., & Mereuță, C. (2021). Aspects of the Importance of First Metatarsophalangeal Joint in the Process of Gait Recovery. *The Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati Fascicle XV Physical Education and Sport Management*, 1, 20–32. <https://doi.org/10.35219/efms.2021.1.02>
- [ 123 ] Murgoci, N., Mereuță, C., & Ganea, D. (2022). Gait facilitation program using a horizontal bicycle built and designed to monitor kinetic chain parameters – case study. *Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle XV, Physical Education and Sport Management, Vol 1*, 63–78. <https://doi.org/10.35219/efms.2022.1.05>
- [ 124 ] Murgoci, N., Mereuță, C., & Nanu, L. (2022). Dosage of Therapeutic Exercise According To Patients' Risk Chart Determined By Bioimpedance. *The Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati Fascicle XV Physical Education and Sport Management*, 1, 34–62. <https://doi.org/10.35219/efms.2022.1.04>
- [ 125 ] Naci, H., & Ioannidis, J. P. A. (2015). Evaluation of wellness determinants and interventions by citizen scientists. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 314(2), 121–122. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.6160>
- [ 126 ] Nader, G. A., & Lundberg, I. E. (2009). Exercise as an anti-inflammatory intervention to combat inflammatory diseases of muscle. *Current Opinion in Rheumatology*, 21(6), 599–603. <https://doi.org/10.1097/BOR.0b013e3283319d53>
- [ 127 ] Nickels, M. R., Aitken, L. M., Walsham, J., Barnett, A. G., & McPhail, S. M. (2017). Critical Care Cycling Study (CYCLIST) trial protocol: A randomised controlled trial of usual care plus additional in-bed cycling sessions versus usual care in the critically ill. *BMJ Open*, 7(10). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017393>
- [ 128 ] O'Sullivan, S. B., Schmitz, T. J., & Fulk, G. (2019). Physical Rehabilitation. In *Philadelphia : F.A. Davis Company* (Sixth). F. A. Davis Company Copyright.
- [ 129 ] Ohkoshi, Y., Yasuda, K., Kaneda, K., Wada, T., & Yamanaka, M. (1991). Biomechanical analysis of rehabilitation in the standing position. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(6), 605–611. <https://doi.org/10.1177/036354659101900609>
- [ 130 ] orthotoolkit.com. (2022). SF-36 -- OrthoToolKit. OrthoToolKit. <https://orthotoolkit.com/sf-36/>
- [ 131 ] P. Sarada, B. R. (2015). *Positive Stress and Its Impact on Performance*. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. <https://www.semanticscholar.org/paper/Positive-Stress-and-Its-Impact-on-Performance.-Sarada-Ramkumar/45dbfbc0062a98409c9d4a0f2a089db4b89bcf47?sort=relevance&pdf=true>
- [ 132 ] Palmitier, R. A., An, K. N., Scott, S. G., & Chao, E. Y. S. (1991). Kinetic Chain Exercise in Knee Rehabilitation. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 11(6), 402–413. <https://doi.org/10.2165/00007256-199111060-00005>
- [ 133 ] Paquette, M. R., Zhang, S., Milner, C. E., Fairbrother, J. T., & Reinbolt, J. A. (2014). Effects of increased step width on frontal plane knee biomechanics in healthy older adults during stair descent. *Knee*, 21(4), 821–826. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.03.006>
- [ 134 ] Pedersen, B. K., Steensberg, A., Fischer, C., Keller, C., Keller, P., Plomgaard, P., Febbraio, M., & Saltin, B. (2003). Searching for the exercise factor: Is IL-6 a candidate? *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 24(2–3), 113–119. <https://doi.org/10.1023/A:1026070911202>
- [ 135 ] Petersen, A. M. W., & Pedersen, B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 98(4), 1154–1162. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00164.2004>
- [ 136 ] physio-pedia.com. (2022). *Spondylolisthesis*. Physio-Pedia.Com. <https://www.physio-pedia.com/Spondylolisthesis>
- [ 137 ] Physio-pedia.com. (2022). *Kinetic Chain*. Physio-Pedia.Com. [https://www.physio-pedia.com/Kinetic\\_Chain](https://www.physio-pedia.com/Kinetic_Chain)
- [ 138 ] Physiopedia. (2022). *36-Item Short Form Survey (SF-36)*. Physiopedia. [https://www.physio-pedia.com/36-Item\\_Short\\_Form\\_Survey\\_\(SF-36\)](https://www.physio-pedia.com/36-Item_Short_Form_Survey_(SF-36))
- [ 139 ] Raasch, C. C., & Zajac, F. E. (1999). Locomotor strategy for pedaling: Muscle groups and biomechanical functions. *Journal of Neurophysiology*, 82(2), 515–525. <https://doi.org/10.1152/jn.1999.82.2.515>
- [ 140 ] rand.org. (2022). *36-Item Short Form Survey (SF-36)*. Rand.Org.

- [https://www.rand.org/health-care/surveys\\_tools/mos/36-item-short-form.html](https://www.rand.org/health-care/surveys_tools/mos/36-item-short-form.html)
- [ 141 ] Ranky, R. G., Sivak, M. L., Lewis, J. A., Gade, V. K., Deutsch, J. E., & Mavroidis, C. (2014). Modular mechatronic system for stationary bicycles interfaced with virtual environment for rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-93>
- [ 142 ] Renson, R. (2000). New insights into the biography and scientific background of Nicolas Dally (1795-1862), father of Kinesiology (1857). *Kinesiology*, 32(1), 5–14. <http://articles.sirc.ca/search.cfm?id=S-658352%5Cnhttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=SPHS-658352&site=ehost-live&scope=site%5Cnhttp://articles.sirc.ca/search.cfm?id=S-658352> DP - EBSCOhost DB - sph
- [ 143 ] Rhodes, R. E., Beauchamp, M. R., Blanchard, C. M., Bredin, S. S. D., Warburton, D. E. R., & Maddison, R. (2018). Use of in-home stationary cycling equipment among parents in a family-based randomized trial intervention. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(10), 1050–1056. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.03.013>
- [ 144 ] Richard J. Johns, V. W. (1962). Relative importance of various tissues in joint stiffness. *Journal of Applied Physiology*, 17(5), 824–828. <https://doi.org/10.1152/jappl.1962.17.5.824>
- [ 145 ] Ringdal, M., Warren Stomberg, M., Egnell, K., Wennberg, E., Zätterman, R., & Rylander, C. (2018). In-bed cycling in the ICU; patient safety and recollections with motivational effects. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 62(5), 658–665. <https://doi.org/10.1111/aas.13070>
- [ 146 ] Rivas, D. A., & Fielding, R. A. (2013). Skeletal Muscle. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 4–4, 193–199. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00188-4>
- [ 147 ] ro.wikipedia.org. (2022). Sănătate. Ro.Wikipedia.Org. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Sănătate>
- [ 148 ] Robofun.ro. (2021a). *Arduino UNO R3 (ATmega328p) - Placa de Dezvoltare Compatibila cu Arduino IDE + Cablu USB*. Robofun.Ro. [https://www.optimusdigital.ro/ro/placi-avr/4561-placa-de-dezvoltare-compatibila-cu-arduino-uno-r3-atmega328p-atmega16u2-cablu-50-cm.html?search\\_query=arduino&results=568](https://www.optimusdigital.ro/ro/placi-avr/4561-placa-de-dezvoltare-compatibila-cu-arduino-uno-r3-atmega328p-atmega16u2-cablu-50-cm.html?search_query=arduino&results=568)
- [ 149 ] Robofun.ro. (2021b). *Banda de cupru cu adeziv - 6mm x 15 metri*. Robofun.Ro. <https://www.robofun.ro/e-textil/banda-de-cupru-cu-adeziv-6mm-x-15-metri.html>
- [ 150 ] Robofun.ro. (2021c). *Fir Conexiune Multifilar 0.22 mm<sup>2</sup>*. Robofun.Ro. <https://www.robofun.ro/cabluri/fir-conexiune-multifilar-0-22-mm-2-albastru.html>
- [ 151 ] Rugs, D., Powell-Cope, G., Campo, M., Darragh, A., Harwood, K., Kuhn, J., & Rockefeller, K. (2020). The use of safe patient handling and mobility equipment in rehabilitation. *Work*, 66(1), 31–40. <https://doi.org/10.3233/WOR-203148>
- [ 152 ] Rupali Swain, S. K. (2020). *Rehabilitation Equipment Market Size By Product*. Global Market Insights. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/rehabilitation-equipment-market>
- [ 153 ] Scheffers, M. F., Ona Ayala, K. E., Ottesen, T. D., & Tuakli-Wosornu, Y. A. (2021). Design and development of mobility equipment for persons with disabilities in low-resource and tropical settings: bamboo wheelchairs. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16(4), 377–383. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1695962>
- [ 154 ] Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 113(1), 147–155. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2421-x>
- [ 155 ] Seene, T., & Kaasik, P. (2012). Muscle weakness in the elderly: Role of sarcopenia, dynapenia, and possibilities for rehabilitation. *European Review of Aging and Physical Activity*, 9(2), 109–117. <https://doi.org/10.1007/s11556-012-0102-8>
- [ 156 ] Selye H. (1976). Stress without distress. Le stress sans detresse. *Bruxelles Medical*, 56(5), 205–210. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2238-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2238-2_9)
- [ 157 ] Shadrin, I. Y., Khodabukus, A., & Bursac, N. (2016). Striated muscle function, regeneration, and repair. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 73(22), 4175–4202. <https://doi.org/10.1007/s00018-016-2285-z>

- [ 158 ] Shibata, S., Perhonen, M., & Levine, B. D. (2010). Supine cycling plus volume loading prevent cardiovascular deconditioning during bed rest. *Journal of Applied Physiology*, 108(5), 1177–1186. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01408.2009>
- [ 159 ] Shirley Sahrman. (2002). Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. In *Mosby, Inc.*
- [ 160 ] Sigmanortec.ro. (2021). *Carcasa plastic transparent arduino uno*. Sigmanortec.Ro. [https://www.sigmanortec.ro/Carcasa-plastic-transparent-Arduino-UNO-p190559674?gclid=EAlaIqobChMIqafK55qV9gIVlvtCh2zYQYpEAQYASABEgI4T\\_D\\_BwE](https://www.sigmanortec.ro/Carcasa-plastic-transparent-Arduino-UNO-p190559674?gclid=EAlaIqobChMIqafK55qV9gIVlvtCh2zYQYpEAQYASABEgI4T_D_BwE)
- [ 161 ] Sporis, G., Badric, M., Prskalo, I., & Bonacin, D. (2013). Kinesiology - Systematic review. *Sport Science*, 7–23. [https://www.researchgate.net/publication/258029579\\_Kinesiology\\_-\\_Systematic\\_review](https://www.researchgate.net/publication/258029579_Kinesiology_-_Systematic_review)
- [ 162 ] Sprigle, S., Chen, J., & Hughes, D. (2020). Assessment of wheeled mobility devices provided to a commercially insured population in 2017. *Assistive Technology*, 34(3), 308–315. <https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1812765>
- [ 163 ] Sprigle, S., & Johnson Taylor, S. (2019). Data-mining analysis of the provision of mobility devices in the United States with emphasis on complex rehab technology. *Assistive Technology*, 31(3), 141–146. <https://doi.org/10.1080/10400435.2017.1402391>
- [ 164 ] Stepper-guide.com. (2020). *Are Mini Exercise Bikes Effective*. Stepper-Guide.Com. <https://stepper-guide.com/are-mini-exercise-bikes-effective>
- [ 165 ] Stickel, M. S., Ryan, S., Rigby, P. J., & Jutai, J. W. (2002). Toward a comprehensive evaluation of the impact of electronic aids to daily living: Evaluation of consumer satisfaction. *Disability and Rehabilitation*, 24(1–3), 115–125. <https://doi.org/10.1080/09638280110066794>
- [ 166 ] Tabata, K, N., M, K., Y, H., F, O., M, M., & K., Y. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and  $\dot{V}O_{2\max}$ . *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(October 1996), 1327–1330. <https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00018>
- [ 167 ] Taft, C., Karlsson, J., & Sullivan, M. (2001). Do SF-36 summary component scores accurately summarize subscale scores? *Quality of Life Research*, 10(5), 395–404. <https://doi.org/10.1023/A:1012552211996>
- [ 168 ] Techfit.ro. (2021). *Pedaliier TECHFIT cu afisaj*. Techfit.Ro. <https://www.techfit.ro/biciclete-fitness.html/pedaliier-cu-afisaj-techfit>
- [ 169 ] The Association of Faculties of Medicine of Canada. (2022). *AFMC Primer on Population Health Primer Contents, Part 1 - Theory: Thinking About Health Chapter 1 Concepts of Health and Illness, Definitions of Health*. AFMC Primer on Population Health. <https://phprimer.afmc.ca/en/part-i/chapter-1/>
- [ 170 ] Thorsen, T. A. (2018). EFFECTS OF INCREASED Q-FACTOR ON KNEE BIOMECHANICS DURING CYCLING [University of Tennessee]. In *University of Tennessee*. [https://trace.tennessee.edu/utk\\_gradthes/5111](https://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/5111)
- [ 171 ] Tom Myers, H. C. (2018). *Building the Holistic Evidence Base – Facts and Fallacies*. Anatomy Trains. <https://www.anatomytrains.com/blog/2018/04/02/building-holistic-evidence-base-facts-fallacies/>
- [ 172 ] Tudor Sbenghe. (2002). Kinesiologie Stiinta Miscarii. In *Editura Medicala*.
- [ 173 ] United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2019). World Population Ageing 2019. In *World population ageing 2019*. <https://digitallibrary.un.org/record/3846855>
- [ 174 ] Valderrabano, V., & Easley, M. E. (2016). Foot and Ankle Sports Orthopaedics. In *Springer International Publishing Switzerland*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15735-1>
- [ 175 ] Vandewalle, H., & Driss, T. (2015). Friction-loaded cycle ergometers: Past, present and future. *Cogent Engineering*, 2(1), 1–35. <https://doi.org/10.1080/23311916.2015.1029237>
- [ 176 ] Verdonck, M. C., Chard, G., & Nolan, M. (2011). Electronic aids to daily living: Be able to do what you want. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 6(3), 268–281. <https://doi.org/10.3109/17483107.2010.525291>
- [ 177 ] Viana, J. L., Kosmadakis, G. C., Watson, E. L., Bevington, A., Feehally, J., Bishop, N. C., & Smith, A. C. (2014). Evidence for anti-inflammatory effects of exercise in CKD.

- Journal of the American Society of Nephrology*, 25(9).  
<https://doi.org/10.1681/ASN.2013070702>
- [ 178 ] Victor Papilian. (2011). Anatomia Omului, Vol. 1 Aparatul Locomotor. *Editura ALL*.
- [ 179 ] Walters, S. J. (2009). Quality of Life Outcomes in Clinical Trials and Health-Care Evaluation: A Practical Guide to Analysis and Interpretation. In *John Wiley & Sons, Ltd Registered*. <https://doi.org/10.1002/9780470840481>
- [ 180 ] Walters, S. J., Morrell, C. J., & Dixon, S. (1999). Measuring health-related quality of life in patients with venous leg ulcers. *Quality of Life Research*, 8(4), 327–336. <https://doi.org/10.1023/A:1008992006845>
- [ 181 ] Walters, S. J., Munro, J. F., & Brazier, J. E. (2001). Using the SF-36 with older adults: A cross-sectional community-based survey. *Age and Ageing*, 30(4), 337–343. <https://doi.org/10.1093/ageing/30.4.337>
- [ 182 ] Ware, J. E. (2000a). SF-36 Health Survey update. *Spine*, 25(24), 3130–3139. <https://doi.org/10.1097/00007632-200012150-00008>
- [ 183 ] Ware, J. E. (2000b). SF-36 Health Survey Update. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25(24), 3130–3139. <https://doi.org/10.1097/00007632-200012150-00008>
- [ 184 ] Ware JE Jr, S. C. (1992). 193 The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): I. Conceptual Framework and Item Selection. *Medical Care*, 30(6), 473–483. <https://www.jstor.org/stable/3765916>
- [ 185 ] Ware, John E., & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (Sf-36): I. conceptual framework and item selection. *Medical Care*, 30(6), 473–483. <https://doi.org/10.1097/00005650-199206000-00002>
- [ 186 ] Wattbike. (2022). *Functional Threshold Power (FTP) Training Zones*. Wattbike. <https://support.wattbike.com/hc/en-gb/articles/115001848349-Functional-Threshold-Power-FTP-Training-Zones>
- [ 187 ] Webshop.mam-bricolaj.ro. (2021). *Profil aluminiu patrat 40x40 3m alb*. Webshop.Mam-Bricolaj.Ro. <https://webshop.mam-bricolaj.ro/produs/profil-aluminiu-patrat-40x40-3m-alb>
- [ 188 ] Wert, D. M., Brach, J., Perera, S., & VanSwearingen, J. M. (2010). Gait biomechanics, spatial and temporal characteristics, and the energy cost of walking in older adults with impaired mobility. *Physical Therapy*, 90(7), 977–985. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090316>
- [ 189 ] Wilk, K. E., Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Andrews, J. R., & Boyd, M. L. (1996). A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(4), 518–527. <https://doi.org/10.1177/036354659602400418>
- [ 190 ] Williams, A., Kamper, S. J., Wiggers, J. H., O'Brien, K. M., Lee, H., Wolfenden, L., Yoong, S. L., Robson, E., McAuley, J. H., Hartvigsen, J., & Williams, C. M. (2018). Musculoskeletal conditions may increase the risk of chronic disease: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *BMC Medicine*, 16(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1151-2>
- [ 191 ] Wood, R. (2010). *Heart Rate Karvonen Formula*. Topend Sports Website. <https://www.topendsports.com/fitness/karvonen-formula.htm>
- [ 192 ] World Health Organization. (2021). Rehabilitation needs of people recovering from COVID-19. In *World Health Organization* (Issue November). <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Sci-Brief-Rehabilitation-2021.1>
- [ 193 ] World Health Organization. (2022). *Musculoskeletal health*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- [ 194 ] worldometers.info. (2023). *COVID-19 Coronavirus Pandemic*. Worldometers.Info. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
- [ 195 ] Wroblewski, A. P., Amati, F., Smiley, M. A., Goodpaster, B., & Wright, V. (2011). Chronic exercise preserves lean muscle mass in masters athletes. *Physician and Sportsmedicine*, 39(3), 172–178. <https://doi.org/10.3810/psm.2011.09.1933>
- [ 196 ] Yang, Y. Z. J. S. Z.-T. L. C. X. Z. (2021). *Implementation of Impedance Control for Lower-Limb Rehabilitation Robots*. 2021 4th IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS). <https://doi.org/10.1109/ICPS49255.2021.9468210>
- [ 197 ] Yocum, D., Weinhandl, J. T., Fairbrother, J. T., & Zhang, S. (2018). Wide step width reduces knee abduction moment of obese adults during stair negotiation. *Journal of*



- Biomechanics*, 75, 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.05.002>
- [ 198 ] Zhu, Y., Wang, Z., Zhou, Y., Onoda, K., Maruyama, H., Hu, C., & Liu, Z. (2020). Summary of respiratory rehabilitation and physical therapy guidelines for patients with COVID-19 based on recommendations of World Confederation for Physical Therapy and National Association of Physical Therapy. *Journal of Physical Therapy Science*, 32(8), 545–549. <https://doi.org/10.1589/jpts.32.545>