

**„VICTOR BABEȘ” UNIVERSITY OF MEDICINE AND
PHARMACY FROM TIMIȘOARA
FACULTY OF MEDICINE
DEPARTMENT ORTHOPEDICS - TRAUMATOLOGY I**

CRISTINA-TEODORA STANCIU



PhD THESIS

**CHALLENGES IN THE REHABILITATION OF PATIENTS
UNDERGOING NEGATIVE PRESSURE WOUND THERAPY**

Scientific Coordinator

PROF. UNIV. DR. HABIL. DINU VERMEȘAN

Timișoara

2025

CONTENTS

List of published scientific papers.....	VI
List of abbreviations and symbols	VII
List of figures	X
List of tables.....	XI
Aknowledgement	XII
INTRODUCTION	1
GENERAL PART	4
CHAPTER 1. ANATOMY AND FUNCTIONAL BIOMECHANICS OF THE LOWER LIMB	4
1.1. Anatomical Considerations	4
1.2. Biomechanical and Functional Aspects of the Lower Limb.....	6
CHAPTER 2. PHYSIOLOGICAL PHASES OF ACUTE WOUND HEALING	8
2.1. Physiological Phases of Wound Healing.....	8
2.2. Clinical Factors Influencing Wound Healing.....	9
2.3. The Role of Edema in Acute Wound Healing	12
2.4. Clinical Techniques for Assessing Edema.....	14
CHAPTER 3. NEGATIVE PRESSURE WOUND THERAPY (NPWT).....	16
3.1. General Principles and Historical Development of Negative Pressure Wound Therapy (NPWT)	16
3.2. Physiological Mechanisms Underlying NPWT Effectiveness.....	16
3.3. Current Scientific Understanding of NPWT	19
3.4. Innovations and Technological Advancements in NPWT.....	22
CHAPTER 4. PHYSIOTHERAPY AND ITS ROLE IN WOUND HEALING	24
4.1. General Concepts and Foundational Principles of Physiotherapy in Wound Management	24
4.2. Physiological Mechanisms of Physiotherapy Relevant to Wound Healing	26
4.3. Clinical Evidence Supporting Physiotherapy in Acute Wound Management	28
4.4. Integrating Physiotherapy With Modern Wound Therapies (Including NPWT)	29

SPECIAL PART	32
CHAPTER 1. RESEARCH OBJECTIVES	32
1.1. Motivation	32
1.2. Context and Rationale of the Research	33
1.3. General Objective of the Study	33
1.4. Specific Objectives	34
1.5. Research Hypotheses	34
1.6. Originality and Scientific Contribution	35
CHAPTER 2. STUDY DESIGN AND METHODOLOGY	36
2.1. Inclusion and Exclusion Criteria	37
2.2. Study Population	38
2.3. Research Instruments and Evaluation Methods	41
2.4. Therapeutic Interventions	51
CHAPTER 3. RESULTS	58
3.1. Study Population	58
3.2. Functional Outcomes	60
CHAPTER 4. DISCUSSION	90
4.1. Overview of Key Findings	90
4.2. Comparison With Existing Literature	91
4.3. Interpretation of Physiological Mechanisms	92
4.4. Clinical Implications	94
4.5. Study Strengths and Limitations	95
4.6. Recommendations for Future Research	97
CONCLUSIONS AND PERSONAL CONTRIBUTIONS	100
BIBLIOGRAPHY	104
ANNEX	I

INTRODUCTION

Acute lower limb injuries represent a therapeutic challenge, both due to the difficulties associated with tissue healing and the impact on functional recovery and the patient's quality of life. Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) has emerged in recent years as a modern method with proven effectiveness in stimulating local tissue repair processes. However, its influence on functional parameters—such as joint mobility, muscle strength, pain level, and psycho-emotional status—remains insufficiently explored in the specialized literature.

Clinical observations have shown that physical therapy is rarely, if ever, integrated into the treatment protocol for patients receiving negative pressure therapy. The working hypothesis of this research was that incorporating a physical therapy program could generate significant benefits in the functional recovery of patients with acute ankle wounds treated using NPWT.

The study was conducted between 2020 and 2024 at the "Pius Brînzeu" County Emergency Clinical Hospital in Timișoara and included a cohort of 287 patients diagnosed with acute wounds located on the lower leg. These patients were divided into three therapeutic groups: NPWT alone, NPWT combined with conventional physical therapy, and NPWT combined with special physical therapy techniques. Assessments were performed at four standardized time intervals using validated tools for evaluating pain, joint mobility, muscle strength, edema volume, and quality of life.

The results confirmed the initial hypothesis, showing significantly better outcomes in the group of patients who received special physical therapy techniques, both functionally and psycho-emotionally. Notable improvements were observed in the range of joint motion, reduction of edema, decrease in pain intensity, and improvement in mental health indicators.

The work is structured into two major sections: a general part that presents the theoretical foundations relevant to the topic, and a special part dedicated to original research. The study makes valuable contributions toward developing interdisciplinary therapeutic protocols, highlighting the importance of early and personalized integration of physical therapy in the complex management of acute wounds treated with NPWT.

GENERAL SECTION

1. Anatomy and Biomechanical Functions of the Lower Limb

The anatomy and biomechanics of the lower limb are essential components in the evaluation and treatment of acute wounds, as the major joints not only allow segmental mobility but also play a crucial role in shock absorption and the efficient transfer of energy during walking. The stability of these joints is ensured by strong ligamentous structures and specialized myotendinous units, which help maintain biomechanical alignment and ensure proper load distribution—key factors in supporting the healing process.

The crural (lower leg) region is composed of four muscle compartments, each specifically involved in either supporting or balancing the gait. Dysfunction in this area can lead to postural imbalances and altered plantar pressure, negatively impacting tissue regeneration.

Innervation, originating from the lumbosacral plexus—particularly through the sciatic nerve and its branches—plays a vital role in motor control and proprioception, while vascularization, supplied by the tibial and fibular arteries, supports regeneration. Without adequate blood flow, healing can be compromised, and the risk of ulceration increases significantly.

The crural fascia, through its role in compartmental separation and force transmission, is involved in regulating compartmental pressure and the spread of infections.

Gait analysis highlights the interdependence between joint segments and neuromotor control. Biomechanical disturbances affect healing, and functional rehabilitation—through mobilization, strengthening, and proprioception—is essential for full recovery.

2. Physiological Phases of Acute Wound Healing

The physiological healing of acute wounds involves a sequential cascade of interconnected cellular and molecular processes, which occur across four principal stages: hemostasis, inflammation, proliferation, and remodeling. The initial inflammatory response activates pro-inflammatory signaling pathways, recruits immune cells, and induces macrophage polarization toward a reparative phenotype. The proliferative phase—characterized by angiogenesis and extracellular matrix synthesis—is dominated by the activity of keratinocytes and fibroblasts, which re-epithelialize the wound and reconstruct the tissue architecture. The subsequent remodeling phase involves collagen reorganization and tissue maturation, coordinated by the actions of matrix metalloproteinases (MMPs) and their endogenous inhibitors.

At the cellular level, wound healing relies on a complex network of interactions among platelets, neutrophils, macrophages, fibroblasts, and keratinocytes, orchestrated by growth factors (such as VEGF, FGF, and EGF) and cytokines (including IL-1, TNF- α , IL-10, and TGF- β). Signaling pathways such as nitric oxide (NO)–cGMP and the regulation of matrix homeostasis are critical for healing progression and the prevention of fibrosis.

Several clinical factors influence the wound healing process, encompassing both intrinsic patient variables and external conditions. Advanced age, malnutrition, diabetes mellitus, vascular disease, and immunosuppression negatively affect the inflammatory and proliferative phases, often contributing to the chronicity of wounds. Furthermore, pharmacological agents such as corticosteroids and chemotherapeutics may impair cellular proliferation and collagen synthesis.

At the local level, wound evolution is strongly affected by infection, wound care techniques, mechanical pressure, tissue oxygenation, and microenvironmental control. Modern interventions—including negative pressure wound therapy (NPWT), hyperbaric oxygen therapy, and advanced wound dressings—play a key role in maintaining a regenerative tissue environment.

Edema, a common component of the acute phase, exerts a detrimental effect on healing by impairing tissue perfusion and sustaining a pro-inflammatory milieu. Increased vascular permeability and lymphatic dysfunction promote interstitial fluid accumulation, which hinders oxygen delivery, cellular migration, and matrix organization. Objective evaluation of edema—via circumferential measurements, ultrasound, or MRI—enables accurate monitoring and guides therapeutic interventions.

Edema management is based on the use of compression therapy, lymphatic drainage, superabsorbent dressings, and NPWT. The integration of these strategies into the overall therapeutic plan is essential for optimizing healing outcomes, particularly in the presence of systemic factors that predispose to wound chronicity.

3. Negative Pressure Wound Therapy (NPWT)

Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) is a standard method for treating both acute and chronic wounds, offering multiple benefits: it removes exudate, reduces edema, stimulates granulation, and improves local perfusion. At the molecular level, it modulates inflammation, activates angiogenesis, and supports tissue regeneration through pathways such as MAPK and YAP/TAZ.

Developed in the 1990s, NPWT is supported by clinical studies and meta-analyses that confirm its effectiveness in reducing healing time, infection rates, and hospital stays—including in diabetic ulcers, traumatic wounds, and complex surgical cases.

Modern technologies include portable systems, smart sensors, and digital monitoring, enabling outpatient use and integration into telemedicine. NPWT supports fibroblast activity, collagen synthesis, and wound contraction, with direct effects on microcirculation and tissue oxygenation.

Current innovations integrate NPWT with regenerative therapies (growth factors, stem cells) and bioresponsive dressings. Variants with controlled instillation and dynamic pressure-adjustment algorithms allow for personalized treatment.

In conclusion, NPWT is a scientifically validated therapy with broad applicability and growing potential through innovation. Current challenges include standardizing outcomes and integrating NPWT into efficient and equitable care models.

4. Kinesiotherapy and Its Role in Wound Healing

Kinesiotherapy has emerged as an essential component of the integrated treatment of acute and chronic wounds, contributing to functional recovery, pain reduction, and improved mobility. From passive interventions, the practice has evolved toward active, personalized, and evidence-based models. Physiotherapists play a key role in the multidisciplinary team through early functional assessment, early mobilization, and targeted rehabilitation.

At the physiological level, kinesiotherapy positively influences perfusion, oxygenation, collagen synthesis, and tissue remodeling by activating mechanotransduction mechanisms and neurophysiological adaptations beneficial for pain control and functional restoration.

Most existing studies focus on wound closure rates, paying minimal attention to functional parameters. Moreover, no current studies integrate kinesiotherapy into the treatment of acute wounds located in the lower leg when treated with Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). This represents a significant gap in the scientific literature.

Current challenges include standardizing protocols, determining the optimal timing for intervention, and validating effectiveness in specific contexts, such as the treatment of wounds with NPWT. Integrating kinesiotherapy into such protocols could yield relevant clinical benefits, but rigorous research is needed to support this approach.

In conclusion, kinesiotherapy is not merely an adjunct but an active intervention with direct effects on the healing process. Expanding research into specific contexts—such as acute lower leg wounds treated with NPWT—would be essential to validate and refine its therapeutic role.

SPECIAL SECTION

1. Research Objectives

Acute lower limb injuries, particularly traumatic or postoperative ones, pose complex challenges that go beyond simple tissue healing. Although Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) is recognized for its effectiveness in stimulating granulation and reducing edema, functional recovery—including mobility, muscle strength, and psycho-emotional balance—remains insufficiently explored in this context.

The scientific literature generally treats NPWT and kinesiotherapy as separate interventions, without analyzing their integrated effects. Furthermore, there is a clear lack of studies comparing classical kinesiotherapy techniques with specialized interventions in combination with NPWT. This gap hinders the development of optimized interdisciplinary protocols.

The aim of this study is to evaluate the clinical efficacy of NPWT, applied either alone or in combination with kinesiotherapy techniques (classical vs. specialized), in the treatment of acute lower limb wounds, with a focus on functional recovery, pain and edema control, and quality of life.

The group allocation was as follows:

- NPWT alone;
- NPWT + classical kinesiotherapy techniques;
- NPWT + specialized kinesiotherapy techniques.

This is the first research to systematically compare these therapeutic combinations in patients with acute lower limb wounds, providing relevant data for the development of integrated and personalized protocols.

2. Materials and Methods

The study was conducted over a four-year period (September 2020 – November 2024) at the “Pius Brînzeu” County Emergency Clinical Hospital in Timișoara, in collaboration with the Department of Orthopedics and Traumatology I. A total of 287 patients, aged between 19 and 66 years, were included in the study. All patients were diagnosed with acute wounds of the crural region, resulting either from traumatic events (such as open fractures or crush injuries) or as postoperative complications, in the absence of severe conditions such as extensive infections or major tissue loss. Exclusion criteria comprised the presence of significant comorbidities, cognitive impairments, active infections, or refusal to participate in the study.

Participants were divided into three groups:

- Patients who received Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) only (n = 110);
- Patients treated with NPWT in combination with conventional kinesiotherapy techniques (including passive and active mobilizations, stretching, and isometric exercises) (n = 95);
- Patients treated with NPWT combined with specialized kinesiotherapy techniques (including Proprioceptive Neuromuscular Facilitation [PNF], Kabat diagonals, and manual lymphatic drainage) (n = 82).

Group allocation was influenced by the patients' informed consent to participate in physiotherapy sessions during hospitalization.

Clinical and functional assessments were conducted at four standardized time points (day 0, day 10, day 42, and day 180) and included measurements of joint mobility, muscle strength, edema circumference and depth, pain intensity, and quality of life. These were evaluated using validated tools such as the Visual Analogue Scale (VAS), SF-36, WHOQOL-BREF, and the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS). All therapeutic interventions were administered daily, tailored to each patient's needs, and performed by the same physiotherapist to maintain methodological consistency.

The conventional kinesiotherapy protocol focused on passive and active mobilization, isometric exercises, and muscle toning, while the specialized protocol centered on neuromuscular re-education, proprioception, and stability enhancement.

This research aims to highlight the added impact of kinesiotherapy—particularly specialized approaches—on functional recovery and psychosocial well-being, while also providing a foundation for the integration of active rehabilitation strategies in acute wound management. Through its structured design, the study offers a robust framework for the comparative evaluation of kinesiotherapy interventions within the context of NPWT, with the potential to inform the development of integrated functional recovery protocols for acute lower limb pathology.

3. Results

The comparative analysis of the three groups highlights the superiority of kinesiotherapy techniques—particularly the specialized ones—in accelerating functional recovery in patients with acute wounds located in the lower leg, treated with Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). Joint mobility, assessed using a goniometer at the femorotibial and talocrural joints, increased progressively in both groups that received kinesiotherapy, but statistically significant differences were observed in the group that received specialized techniques, with higher values already evident by day 10 and sustained at days 42 and 180.

Specifically, regarding dorsiflexion and plantar flexion mobility, a significant improvement was seen in the kinesiotherapy groups, particularly on days 10 and 42. Additionally, knee flexion progressed more rapidly and reached higher values in the two intervention groups, suggesting earlier and more effective recovery. These effects were also maintained during the long-term follow-up (180 days), confirming the lasting impact of early rehabilitation.

In terms of edema circumference, the measurement results showed a progressive reduction in both intervention groups, but the most pronounced decreases were recorded at day 42 in Group 3 (NPWT + PNF). Manual lymphatic drainage (MLD), integrated exclusively in this group, decisively contributed to accelerating the resorption of interstitial fluid by stimulating lymphatic circulation and reducing tissue pressure. These effects impacted not only patient comfort but also wound healing and the prevention of complications related to limited mobility.

By 180 days, although edema significantly decreased in all groups, patients who benefited from specialized kinesiotherapy techniques maintained a subtle but consistent advantage regarding segmental volume, suggesting that early interventions have lasting effects on microcirculation and periarticular tissue quality. This observation highlights the importance of early integration of lymphatic drainage in the therapeutic plan, especially for patients at increased risk of lymphatic stagnation.

Muscle strength recovery, assessed by manual muscle testing (MMT), followed a similar trajectory, with significant improvements in the two groups receiving kinesiotherapy. This is clinically relevant since early muscle strength combined with reliable active mobility reduces the risk of instability, imbalance, and delayed return to functional activities.

At long term, MMT scores showed near-complete recovery in all groups, but patients with kinesiotherapy reached these thresholds more rapidly.

Overall, the data show that integrating either classical or specialized kinesiotherapy techniques in the management of acute wounds treated with vacuum therapy provides superior benefits regarding joint mobility, edema reduction, and muscle strength recovery. These interventions support accelerated rehabilitation, reduce the risk of secondary complications, and can significantly contribute to full functional reintegration.

Visual Analog Scale (VAS) scores confirmed the effectiveness of Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) in reducing pain associated with acute lower limb wounds, with a significant progressive decrease in pain intensity across all three groups. However, the extent and speed of pain reduction were clearly influenced by the presence and type of integrated therapeutic intervention. The group treated exclusively with NPWT showed the highest VAS

scores at day 10, while the group receiving specialized kinesiotherapy techniques recorded the lowest scores, suggesting a superior early analgesic effect.

At 180 days, all groups reached VAS values close to zero, indicating complete remission of post-traumatic pain. Nevertheless, the smoother and faster pain improvement trajectory observed in groups that also benefited from kinesiotherapy suggests a long-term protective effect against pain chronicity. Although diminished in the final values, this difference reflects the positive impact of active rehabilitation in preventing long-lasting painful dysfunctions.

Regarding quality of life, evaluated using the WHOQOL-BREF questionnaire, patients receiving kinesiotherapy consistently reported higher scores across all three domains analyzed: physical, psychological, and social. From day 10 onward, these groups scored higher than the NPWT-only group, indicating an early impact of structured rehabilitation on functional autonomy, emotional balance, and the ability to resume social relationships. This advantage persisted until the 180-day evaluation, with the specialized kinesiotherapy group achieving faster improvements.

WHOQOL-BREF scores in the psychological domain confirmed the benefits of active and personalized intervention on patients' mental health, reflecting a faster reduction in anxiety and depressive symptoms. The bidirectional relationship between functional improvement and psychological state was evident: pain reduction and regained mobility enhanced the sense of personal efficacy, while better emotional status stimulated active participation in rehabilitation.

Results from the SF-36 questionnaire supported the WHOQOL-BREF findings, in both physical and mental dimensions. The specialized kinesiotherapy group recorded the fastest and most sustained progress in physical component scores (PCS) and mental component scores (MCS), with superior final values. This evolution reflects the cumulative impact of personalized intervention on physical function and overall psychological well-being.

HADS scores also highlighted a faster decline in anxiety and depressive symptoms in groups receiving kinesiotherapy. Interventions with interpersonal components and therapeutic feedback, specific to kinesiotherapy (especially specialized techniques), had a beneficial effect on patient motivation and adaptability to the recovery process.

In conclusion, integrating kinesiotherapy techniques into treatment protocols alongside negative pressure therapy brings significant benefits not only functionally but also in the complete recovery of the patient's psychosocial status. Overall, the data support the inclusion of kinesiotherapy as an essential component of treatment protocols for acute lower limb injuries, not only for functional effects but also for its favorable impact on pain, mental health, and quality of life.

4. Discussion

The study results confirm the effectiveness of integrating kinesiotherapy within Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) for managing acute wounds in the crural region, highlighting significant benefits in patients' functional and psychological recovery. Both classical kinesiotherapy techniques—such as manual therapy, passive/active mobilizations, static and dynamic exercises—and advanced methods like proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), Kabat diagonals, manual lymphatic drainage, and functional training led to notable improvements in joint mobility, muscle strength, pain control, and quality of life.

Although both intervention types proved effective, superior results were observed in the group receiving specialized kinesiotherapy techniques, with effects visible from the early rehabilitation stages and maintained throughout the 180-day follow-up.

These findings reinforce the literature on NPWT's efficacy in tissue healing while contributing valuable insight by emphasizing the synergistic impact of active rehabilitation. Physiologically, the involved mechanisms collectively help prevent secondary complications such as joint stiffness, muscle atrophy, and post-traumatic emotional disturbances.

In this context, the study supports adopting a multidisciplinary therapeutic model where kinesiotherapy—both conventional and specialized—is systematically integrated into the recovery strategy. Early implementation of these interventions shortens recovery time, minimizes the risk of complications, improves long-term outcomes concerning mobility and muscle strength, and supports patients' social and professional reintegration.

The rigorous methodology—prospective design, representative sample, and use of validated tools (VAS, SF-36, WHOQOL-BREF, HADS)—provides the study with valuable scientific robustness.

CONCLUSIONS

This study provides a solid and multidimensional framework supporting the essential role of kinesiotherapy—both in its classical and advanced forms—in improving clinical outcomes for patients undergoing Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) for acute lower limb wounds. Conducted on a diverse cohort of 287 patients, the research analyzed a complex and interdependent range of recovery parameters, highlighting not only biomechanical restoration but also psychological resilience and quality of life.

Although both groups receiving kinesiotherapy—classical and specialized techniques—showed significant improvements in key areas such as joint mobility, muscle strength, edema reduction, pain relief, and psychosocial status, the group treated with specialized physiotherapeutic interventions consistently recorded more favorable results across most evaluated parameters.

The methodological design of this study represents a significant advance in clinical research on wound management. Unlike previous studies, which tend to focus on wound closure rates with minimal attention to functional parameters, this research integrates biological and biopsychosocial dimensions of recovery into a unified analytical model. This approach acknowledges the interdependence between the healing process and functional capacity—a synergistic relationship often underestimated in traditional treatment paradigms.

However, the interpretation of results should consider certain limitations. Physical rehabilitation interventions were applied only during hospitalization, resulting in a limited number of recovery techniques. Patients with complex or high-risk wounds, such as infected, ischemic, or diabetic wounds, were excluded.

Ultimately, this research confirms that kinesiotherapy—regardless of the techniques involved—must be considered an indispensable component of modern acute wound care. By bridging the fields of surgery, rehabilitation, and mental health, the study proposes a new standard for interdisciplinary wound management, centered on an active patient who is heard and supported throughout their healing process.

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MEDICINĂ
DEPARTAMENTUL DE ORTOPEDIE ȘI TRAUMATOLOGIE I

STANCIU CRISTINA-TEODORA



TEZĂ DE DOCTORAT

PROVOCĂRI ÎN RECUPERAREA PACIENȚILOR TRATAȚI
CU AJUTORUL TEHNICILOR DE PRESIUNE NEGATIVĂ

Conducător științific

PROF. UNIV. DR. HABIL. VERMEȘAN DINU

Timișoara

2025

CUPRINS

Lista lucrărilor științifice publicate	VI
Lista abrevierilor și simbolurilor	VII
Lista figurilor	X
Lista tabelelor	XI
Mulțumiri	XII
INTRODUCERE.....	1
PARTEA GENERALĂ.....	4
CAPITOLUL 1. ANATOMIA ȘI BIOMECANICA FUNCȚIONALĂ A MEMBRULUI INFERIOR.....	4
1.1. Considerații anatomice	4
1.2. Aspecte biomecanice și funcționale ale membrului inferior	6
CAPITOLUL 2. FAZELE FIZIOLOGICE ALE VINDECĂRII PLĂGILOR ACUTE.....	8
2.1. Faze fiziologice ale vindecării	8
2.2. Factori clinici care influențează vindecarea.....	9
2.3. Rolul edemului în vindecarea plăgilor acute.....	12
2.4. Tehnici clinice de evaluare a edemului.....	14
CAPITOLUL 3. TERAPIA PLĂGILOR CU PRESIUNE NEGATIVĂ (NPWT) ..	16
3.1. Principii generale și evoluție istorică a terapiei cu presiune negativă.....	16
3.2. Mecanisme fiziologice care stau la baza eficienței NPWT	16
3.3. Stadiul actual al cunoștințelor științifice privind NPWT	19
3.4. Inovații și progrese tehnologice în NPWT	22
CAPITOLUL 4. KINETOTERAPIA ȘI ROLUL ACESTEIA ÎN VINDECĂREA PLĂGILOR.....	24
4.1. Concepte generale și principii fundamentale ale kinetoterapiei în managementul plăgilor	24
4.2. Mecanisme fiziologice ale kinetoterapiei relevante pentru vindecare.....	26
4.3. Dovezi clinice care susțin kinetoterapia în managementul plăgilor acute	28
4.4. Integrarea kinetoterapiei cu terapiile moderne ale plăgilor (inclusiv NPWT)	29

PARTEA SPECIALĂ.....	32
CAPITOLUL 1. OBIECTIVELE CERCETĂRII.....	32
1.1. Motivație	32
1.2. Contextul și justificarea cercetării.....	33
1.3. Obiectivul general al studiului	33
1.4. Obiective specifice	34
1.5. Ipoteze de cercetare	34
1.6. Originalitate și contribuție științifică	35
CAPITOLUL 2. DESIGNUL STUDIULUI ȘI METODOLOGIE	36
2.1. Criterii de includere și excludere	37
2.2. Populația studiată	38
2.3. Instrumente de cercetare și metode de evaluare	41
2.4. Intervenții terapeutice	51
CAPITOLUL 3. REZULTATE	58
3.1. Populația studiată	58
3.2. Rezultate funcționale	60
CAPITOLUL 4. DISCUTII	90
4.1. Sumarul principalelor rezultate	90
4.2. Comparatie cu literatura existentă	91
4.3. Interpretarea mecanismelor fiziologice	92
4.4. Implicații clinice.....	94
4.5. Puncte forte și limite ale studiului.....	95
4.6. Recomandări pentru cercetări viitoare	97
CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE	100
BIBLIOGRAFIE	104
ANEXE	I

INTRODUCERE

Leziunile acute ale membrului inferior reprezintă o provocare terapeutică atât prin dificultățile legate de vindecarea tisulară, cât și prin impactul asupra recuperării funcționale și calității vieții pacientului. Terapia prin presiune negativă (Negative Pressure Wound Therapy – NPWT) s-a impus în ultimii ani ca o metodă modernă, cu eficiență dovedită în stimularea proceselor locale de reparare tisulară. Cu toate acestea, influența sa asupra parametrilor funcționali – precum mobilitatea articulară, forța musculară, nivelul algic și statusul psiho-emoțional – rămâne insuficient explorată în literatura de specialitate.

Observațiile clinice au evidențiat faptul că kinetoterapia este rar spre deloc integrată în protocolul de tratament al pacienților care beneficiază de terapia cu presiune negativă. Ipoteza de lucru a acestei cercetări a fost că asocierea unui program de kinetoterapie poate genera beneficii semnificative în recuperarea funcțională a pacienților cu plăgi acute la nivelul gleznei, tratați cu ajutorul terapiei cu presiune negativă (NPWT).

Studiul a fost realizat în perioada 2020–2024, în cadrul Spitalului Clinic Județean de Urgență „Pius Brînzeu” din Timișoara, și a inclus un lot de 287 de pacienți diagnosticați cu plăgi acute localizate la nivelul gambei. Aceștia au fost repartizați în trei grupuri terapeutice: NPWT exclusiv, NPWT asociat cu kinetoterapie clasică și NPWT asociat cu tehnici speciale de kinetoterapie. Evaluările s-au efectuat la patru intervale temporale standardizate, utilizând instrumente validate pentru aprecierea durerii, mobilității articulare, forței musculare, volumului edematos și calității vieții.

Rezultatele obținute au confirmat ipoteza inițială, evidențiind o evoluție semnificativ superioară în grupul pacienților care au beneficiat de tehnici speciale de kinetoterapie, atât din punct de vedere funcțional, cât și psiho-emoțional. S-au observat progrese notabile în amplitudinea mișcărilor articulare, reducerea edemului, scăderea intensității durerii și îmbunătățirea indicilor de sănătate mintală.

Lucrarea este structurată în două secțiuni majore: o parte generală, care prezintă fundamentele teoretice relevante pentru tematica abordată, și o parte specială, dedicată cercetării originale. Studiul aduce contribuții valoroase în direcția dezvoltării unor protocoale terapeutice interdisciplinare, subliniind importanța integrării precoce și personalizate a kinetoterapiei în managementul complex al plăgilor acute tratate prin NPWT.

PARTEA GENERALĂ

1. Anatomia și funcțiile biomecanice ale membrului inferior

Anatomia și biomecanica membrului inferior reprezintă o componentă esențială în procesul de evaluare și tratament al plăgilor acute, întrucât articulațiile majore nu doar că permit mobilitatea segmentară, ci joacă un rol esențial în absorbția șocurilor și transferul eficient al energiei în timpul mersului. Stabilitatea acestor articulații este asigurată prin structuri ligamentare solide și unități mio-tendinoase specializate, care contribuie la menținerea aliniamentului biomecanic și la distribuția adecvată a sarcinilor – factori cruciali în susținerea procesului de vindecare.

Regiunea crurală este alcătuită din patru compartimente musculare, fiecare implicat în mod specific în funcția de sprijin sau de balans a mersului, iar disfuncțiile apărute în această zonă pot determina dezechilibre posturale și modificări ale presiunii plantare, afectând negativ procesul de regenerare tisulară.

Inervația, provenită din plexul lombosacral – în special prin nervul sciatic și ramurile sale – are un rol esențial în controlul motor și în propriocepție, în timp ce vascularizația, asigurată de arterele tibiale și peronieră, susține regenerarea. În absența unei circulații adecvate, vindecarea poate fi compromisă, iar riscul de ulceratii crește considerabil.

Fascia cruris, prin rolul său de delimitare și transmitere a forțelor, este implicată în reglarea presiunii compartimentale și în răspândirea infecțiilor.

Analiza mersului scoate în evidență interdependența segmentelor articulare și a controlului neuromotor. Tulburările biomecanice afectează vindecarea, iar reabilitarea funcțională, prin mobilizare, întărire și propriocepție, este esențială pentru recuperare completă.

2. Fazele fiziologice ale vindecării plăgilor acute

Vindecarea plăgilor acute urmează patru faze: hemostază, inflamație, proliferare și remodelare. Procesul implică semnale celulare și moleculare coordonate, cu roluri esențiale ale trombocitelor, celulelor imune, fibroblastelor și keratinocitelor. Factorii de creștere (VEGF, FGF, EGF) și citokinele (IL-1, TNF- α , TGF- β) reglează migrarea celulară, angiogeneza și sinteza matricei extracelulare. Remodelarea tisulară presupune reorganizarea colagenului și echilibrul dintre MMP-uri și inhibitorii lor.

Vindecarea este influențată de factori sistemici (vârstă, nutriție, comorbidități) și de tratamente (corticosteroizi, chimioterapie), care pot întârzia procesele inflamatorii și proliferative. Local, infecțiile, presiunea, oxigenarea și tehnicile de îngrijire determină evoluția plăgii. Terapii moderne precum NPWT, oxigenoterapia hiperbară și pansamentele inteligente optimizează mediul de vindecare.

Edemul, frecvent în faza acută, afectează negativ regenerarea tisulară. Este cauzat de permeabilitatea vasculară crescută și disfuncția limfatică, influențând oxigenarea și organizarea matricei.

Controlul edemului include compresie, pansamente superabsorbante și NPWT, fiind esențial în planul terapeutic, mai ales în cazul pacienților cu risc de cronicizare.

3. Terapia cu Presiune Negativă (NPWT)

Terapia prin presiune negativă (NPWT) este o metodă standard în tratamentul plăgilor acute și cronice, având efecte multiple: elimină exsudatul, reduce edemul, stimulează granulația și îmbunătățește perfuzia locală. La nivel molecular, modulează inflamația, activează angiogeneza și susține regenerarea tisulară prin căi precum MAPK și YAP/TAZ.

Dezvoltată în anii '90, NPWT este susținută de studii clinice și meta-analize care confirmă eficiența sa în reducerea timpului de vindecare, a infecțiilor și a duratei de spitalizare, inclusiv în ulcere diabetice, plăgi traumatice sau intervenții chirurgicale complexe.

Tehnologiile moderne includ sisteme portabile, senzori inteligenți și monitorizare digitală, facilitând aplicarea ambulatorie și în telemedicină. NPWT sprijină activitatea fibroblastelor, sinteza de collagen și contracția plăgii, având efecte directe asupra microcirculației și oxigenării tisulare.

Inovațiile actuale integrează NPWT cu terapii regenerative (factori de creștere, celule stem) și pansamente bioresponsive. Variantele cu instilație controlată și algoritmi de ajustare dinamică a presiunii personalizează tratamentul.

În concluzie, NPWT este o terapie validată științific, cu aplicabilitate largă și potențial extins prin inovație. Provocările actuale includ standardizarea rezultatelor și integrarea în modele de îngrijire eficiente și echitabile.

4. Kinetoterapia și rolul ei în vindecarea plăgilor

Kinetoterapia s-a afirmat ca fiind parte esențială a tratamentului integrat al plăgilor acute și cronice, contribuind la recuperarea funcțională, reducerea durerii și îmbunătățirea mobilității. De la intervenții pasive, practica a evoluat spre modele active, personalizate și bazate pe dovezi. Fizioterapeuții joacă un rol important în echipa multidisciplinară prin evaluare funcțională precoce, mobilizare timpurie și reabilitare ținută.

La nivel fiziologic, kinetoterapia influențează pozitiv perfuzia, oxigenarea, sinteza collagenului și remodelarea tisulară, activând mecanisme de mecanotransducție și adaptări neurofiziologice utile pentru controlul durerii și refacerea funcției.

Majoritatea studiilor existente se concentrează asupra ratei de închidere a plăgilor, acordând atenție minimă parametrilor funcționali. Mai mult, în prezent nu există studii care să integreze kinetoterapia în tratamentul plăgilor acute localizate la nivelul gambei, atunci când acestea sunt tratate prin terapie cu presiune negativă (NPWT). Aceasta reprezintă un gol semnificativ în literatura de specialitate.

Provocările actuale includ standardizarea protocoalelor, determinarea momentului optim de intervenție și validarea eficienței în contexte specifice, cum ar fi tratamentul plăgilor cu NPWT. Integrarea kinetoterapiei în astfel de protocoale ar putea aduce beneficii clinice relevante, dar este necesară susținerea prin cercetare riguroasă.

În concluzie, kinetoterapia nu este un simplu adjuvant, ci o intervenție activă cu efecte directe asupra procesului de recuperare. Extinderea cercetării în contexte specifice, precum plăgile acute localizate la nivelul regiunii crurale tratate cu NPWT, ar putea fi esențială pentru validarea și rafinarea rolului său terapeutic.

PARTEA SPECIALĂ

1. Obiectivele cercetării

Leziunile acute ale membrului inferior, în special cele traumatiche sau postoperatorii, ridică provocări complexe, ce depășesc simpla vindecare tisulară. Deși terapia prin presiune negativă (NPWT) este recunoscută pentru eficiența sa în stimularea granulației și reducerea edemului, recuperarea funcțională – mobilitatea, forța musculară și echilibrul psiho-emoțional – este insuficient explorată în acest context.

Literatura de specialitate tratează, de regulă, NPWT și kinetoterapia ca intervenții distincte, fără a analiza integrat efectele acestora. Mai mult, există o lipsă evidentă de studii care să compare tehnicile clasice de kinetoterapie cu intervențiile specializate în asociere cu NPWT. Această lacună îngreunează elaborarea unor protocoale interdisciplinare optimizate.

Scopul studiului este evaluarea eficacității clinice a NPWT, aplicată exclusiv sau în combinație cu tehnici de kinetoterapie (clasice vs. specializate), în tratamentul plăgilor acute ale membrului inferior, cu accent pe recuperarea funcțională, controlul durerii și al edemului, și calitatea vieții.

Repartizarea grupurilor a fost făcută după cum urmează:

- NPWT exclusiv;
- NPWT + tehnici clasice de kinetoterapie;
- NPWT + tehnici speciale de kinetoterapie.

Aceasta este prima cercetare care compară sistematic aceste combinații terapeutice la pacienții cu plăgi acute localizate la nivelul membrului inferior, oferind date relevante pentru dezvoltarea unor protocoale integrate și personalizate.

2. Material și Metodă

Studiul a fost desfășurat pe parcursul anilor 2020 – 2024, în cadrul Spitalului Clinic Județean de Urgență „Pius Brînzeu” din Timișoara, în colaborare cu Secția Ortopedie-Traumatologie I. Au fost incluși 287 de subiecți cu vârste cuprinse între 19 și 66 de ani, diagnosticați cu plăgi acute localizate la nivelul regiunii crurale, rezultate fie în urma traumatismelor, fie postoperator, în absența complicațiilor severe precum infecții extinse sau pierderi tisulare majore. Criteriile de excludere au vizat prezența comorbidităților majore, plăgi cronice, infecții active sau refuzul participării.

Participanții au fost împărțiți în trei grupuri:

- pacienți care au beneficiat doar de terapie cu presiune negativă (NPWT) – n 110;
- pacienți tratați cu NPWT asociat cu tehnici clasice de kinetoterapie (terapie manuală, mobilizări pasive și active, exerciții statice și dinamice) – n 95;
- pacienți tratați cu NPWT asociat cu tehnici speciale de kinetoterapie (FNP, diagonale Kabat, drenaj limfatic) – n 82.

Alocarea a fost influențată de consimțământul informat privind participarea la ședințe de kinetoterapie în timpul spitalizării.

Evaluările clinice și funcționale au fost realizate la patru momente standardizate (ziua 0, 10, 42 și 180) și au inclus măsurători ale mobilității articulare, forței musculare, circumferinței edemului, intensității durerii și calității vieții, utilizând instrumente validate precum chestionarele VAS, SF-36, WHOQOL-BREF și HADS. Toate intervențiile terapeutice au fost aplicate zilnic și adaptate individual, fiind realizate de același fizioterapeut, pentru a menține coerența metodologică.

Protocolul kinetoterapiei clasice a vizat mobilizări pasive și active, terapie manuală, exerciții izometrice și de tonifiere musculară, în timp ce protocolul specializat a fost centrat pe drenaj limfatic, reeducare neuromusculară, propriocepție și stabilitate.

Această cercetare își propune să evidențieze impactul adăugat al kinetoterapiei clasice și specializate, asupra recuperării funcționale și stării psihosociale, oferind totodată un fundament pentru integrarea reabilitării active în cazul plăgilor acute. Prin această abordare structurată, studiul oferă o bază solidă pentru evaluarea comparativă a eficienței intervențiilor de kinetoterapie în contextul terapiei negative cu presiune, având potențialul de a contribui la elaborarea unor protocoale integrate de recuperare funcțională în patologia acută a membrului inferior.

3. Rezultate

Analiza comparativă a celor trei grupuri evidențiază superioritatea tehnicilor de kinetoterapie, mai ales în cazul tehnicilor speciale, în accelerarea recuperării funcționale la pacienții cu plăgi acute localizate la nivelul gambei, tratați prin terapia cu presiune negativă. Mobilitatea articulară, evaluată cu ajutorul goniometrului la nivelul articulațiilor femuro-tibială și talocrurală, a crescut progresiv în ambele grupuri care au beneficiat de kinetoterapie, dar diferențele semnificative statistic s-au înregistrat în grupul ce a beneficiat de tehnici speciale de kinetoterapie, cu valori mai mari încă din ziua a 10-a și menținute la 42 și 180 de zile.

Mai exact, în ceea ce privește mobilitatea articulară la dorsiflexie și flexie plantară, s-a observat o creștere semnificativă la grupurile care au beneficiat de kinetoterapie, în special în ziua 10 și 42. De asemenea, flexia genunchiului a evoluat mai repede și a atins valori superioare în cele două grupuri, ceea ce sugerează o recuperare timpurie și eficientă. Aceste efecte s-au menținut și în faza de urmărire pe termen lung (180 de zile), ceea ce confirmă impactul durabil al reabilitării timpurii.

În ceea ce privește circumferința edemului, rezultatele măsurărilor au arătat o reducere progresivă la cele două categorii, dar cele mai evidente scăderi ale edemului s-au înregistrat la 42 de zile în cazul grupului 3 (NPWT+FNP). Drenajul limfatic manual (MLD), integrat exclusiv în acest grup, a contribuit decisiv la accelerarea resorbției lichidului interstițial, prin stimularea circulației limfatice și reducerea presiunii tisulare. Aceste efecte au avut impact nu doar asupra confortului pacientului, ci și asupra cicatrizării și prevenirii complicațiilor legate de mobilitatea limitată.

Până la 180 de zile, deși edemul s-a redus semnificativ în toate grupurile, pacienții care au beneficiat de tehnici speciale de kinetoterapie au păstrat un avantaj discret dar constant în ceea ce privește volumele segmentare, ceea ce sugerează faptul că intervențiile timpurii au efecte de durată asupra microcirculației și calității țesuturilor periarticulare. Această observație subliniază importanța integrării precoce a drenajului limfatic în planul terapeutic, în special pentru pacienții cu risc crescut de stagnare limfatică.

Recuperarea forței musculare, evaluată prin testarea musculară manuală (MMT), a urmat o traiectorie similară, cu îmbunătățiri semnificative în cazul celor două grupuri, care au beneficiat de kinetoterapie. Acest aspect este relevant clinic, întrucât forța musculară precoce corelată cu o mobilitate activă sigură reduce riscul de instabilitate, dezechilibru și reîntoarcere întârziată la activități funcționale.

Pe termen lung, scorurile MMT au arătat recuperări aproape complete în toate grupurile, dar pacienții care au beneficiat de kinetoterapie au atins aceste praguri mai rapid.

Per ansamblu, datele ne arată faptul că integrarea tehnicilor de kinetoterapie fie clasice, fie specializate, în managementul plăgilor acute tratate prin terapia cu vacuum, oferă beneficii superioare în ceea ce privește mobilitatea articulară, reducerea edemului și recuperarea forței musculare. Aceste intervenții susțin o reabilitare accelerată, reduc riscul complicațiilor secundare și pot contribui semnificativ la reintegrarea funcțională completă.

Scorurile obținute prin Scala Vizuală Analogică (VAS) au confirmat eficiența terapiei cu presiune negativă (NPWT) în reducerea durerii asociate plăgilor acute ale membrului inferior,

cu o scădere progresivă semnificativă a intensității dureroase în toate cele trei grupuri. Cu toate acestea, amplitudinea și rapiditatea reducerii durerii au fost influențate în mod clar de prezența și tipul intervenției terapeutice integrate. Grupul tratat exclusiv cu terapia prin presiune negativă a prezentat cele mai ridicate valori VAS la 10 zile, în timp ce grupul cu tehnici speciale de kinetoterapie a înregistrat cele mai scăzute scoruri, sugerând un efect analgezic precoce superior.

La 180 de zile, toate grupurile au atins valori VAS apropiate de zero, indicând remisia completă a durerii posttraumatice. Totuși, traiectoria mai lină și mai rapidă de ameliorare observată în grupurile care au beneficiat și de kinetoterapie sugerează un efect protector pe termen lung împotriva cronicizării durerii. Această diferență, deși estompată în valorile finale, reflectă impactul pozitiv al reabilitării active în prevenirea disfuncțiilor dureroase de durată.

În ceea ce privește calitatea vieții, evaluată prin chestionarul WHOQOL-BREF, pacienții care au beneficiat de kinetoterapie au raportat scoruri superioare constant în toate cele trei domenii analizate: fizic, psihologic și social. Încă din ziua a 10-a, aceste grupuri au obținut scoruri mai ridicate decât cel cu NPWT exclusiv, semnalând un impact timpuriu al reabilitării structurate asupra autonomiei funcționale, echilibrului emoțional și capacității de a relua relațiile sociale. Acest avantaj s-a menținut până la evaluarea de la 180 de zile. Cu toate acestea, grupul care a beneficiat de tehnici speciale de kinetoterapie a obținut rezultate mai rapide.

Scorurile WHOQOL-BREF în domeniul psihologic au confirmat beneficiile intervenției active și personalizate asupra sănătății mentale a pacienților, reflectând o reducere mai rapidă a anxietății și a simptomelor depresive. Relația bidirecțională dintre ameliorarea funcțională și starea psihologică a fost evidentă: pe de o parte, reducerea durerii și redobândirea mobilității au crescut sentimentul de eficiență personală; pe de altă parte, o stare emoțională mai bună a stimulat participarea activă în procesul de reabilitare.

Rezultatele obținute din chestionarul SF-36 au susținut observațiile făcute pe baza WHOQOL-BREF, atât în dimensiunile fizice, cât și în cele mentale. Grupul cu tehnici speciale de kinetoterapie a înregistrat cel mai rapid și mai susținut progres în scorurile componente fizice (PCS) și mentale (MCS), cu valori finale superioare. Această evoluție reflectă impactul cumulativ al intervenției personalizate asupra funcției fizice și stării psihologice generale.

Scorurile HADS au evidențiat, de asemenea, un declin accelerat al simptomatologiei anxioase și depresive în grupurile care au beneficiat de kinetoterapie. Intervențiile cu componentă interpersonală și feedback terapeutic, specifice kinetoterapiei (în special în cazul tehnicilor speciale), au avut un efect benefic asupra motivației pacientului și a capacității de adaptare la procesul de recuperare.

În concluzie, integrarea tehnicilor de kinetoterapie în protocoalele de tratament alături de terapia cu presiune negativă, aduce beneficii semnificative nu doar în plan funcțional, ci și în recuperarea completă a statusului psihosocial al pacientului. În ansamblu, datele susțin integrarea kinetoterapiei ca parte esențială a protocoalelor de tratament în leziunile acute ale membrului inferior, nu doar pentru efectele funcționale, ci și pentru impactul favorabil asupra durerii, stării psihice și calității vieții.

4. Discuții

Rezultatele studiului confirmă eficiența integrării kinetoterapiei în cadrul tratamentului cu presiune negativă (NPWT) în gestionarea plăgilor acute la nivelul regiunii crurale, evidențiind beneficii semnificative în recuperarea funcțională și psihologică a pacienților. Atât tehnicile clasice de kinetoterapie precum terapia manuală, mobilizări pasive/active, exerciții statice și dinamice, cât și cele avansate, precum facilitarea neuromusculară proprioceptivă (FNP), diagonalele Kabat, drenajul limfatic manual și antrenamentul funcțional, au condus la îmbunătățiri relevante ale mobilității articulare, forței musculare, controlului durerii și calității vieții.

Deși ambele tipuri de intervenții s-au dovedit eficiente, rezultatele au fost superioare în cazul grupului care a beneficiat de tehnici speciale de kinetoterapie, cu efecte vizibile încă din primele etape ale reabilitării și menținute pe tot parcursul celor 180 de zile de urmărire.

Aceste constatări consolidează literatura privind eficiența NPWT în vindecarea tisulară, dar aduc o contribuție valoroasă prin evidențierea impactului sinergic al reabilitării active. La nivel fiziologic, mecanismele implicate contribuie împreună la prevenirea complicațiilor secundare, precum rigiditatea articulară, atrofia musculară sau tulburările emoționale post-traumatice.

În acest context, studiul susține adoptarea unui model terapeutic multidisciplinar, în care kinetoterapia, atât în forma sa convențională, cât și în forma specializată, este integrată sistematic în strategia de recuperare. Implementarea precoce a acestor intervenții scurtează durata timpului de recuperare, minimizează riscul apariției complicațiilor, contribuie la îmbunătățirea rezultatelor pe termen lung în ceea ce privește mobilitatea și forța musculară, și susține reintegrarea socială și profesională a pacientului.

Metodologia riguroasă — design prospectiv, eșantion reprezentativ și utilizarea de instrumente validate (VAS, SF-36, WHOQOL-BREF, HADS) — conferă studiului o soliditate științifică valoroasă.

CONCLUZII

Acest studiu oferă un cadru solid și multidimensional care susține rolul esențial al kinetoterapiei – atât în formele sale clasice, cât și avansate – în îmbunătățirea rezultatelor clinice la pacienții supuși terapiei cu presiune negativă (NPWT) pentru plăgi acute ale membrului inferior. Pe un lot divers de 287 de pacienți, cercetarea a analizat o gamă complexă și interdependentă de parametri de recuperare, evidențiind nu doar refacerea biomecanică, ci și reziliența psihologică și calitatea vieții.

Deși ambele grupuri care au beneficiat de kinetoterapie — atât tehnici clasice, cât și speciale — au prezentat îmbunătățiri semnificative în domenii-cheie precum mobilitatea articulară, forța musculară, reducerea edemului, ameliorarea durerii și starea psiho-socială, grupul care a beneficiat de intervenții fizioterapeutice specializate a înregistrat constant rezultate mai favorabile în majoritatea parametrilor evaluați.

Designul metodologic al acestui studiu reprezintă un progres semnificativ în cercetarea clinică privind managementul plăgilor. Spre deosebire de studiile anterioare, care au tendința de a se concentra asupra ratei de închidere a plăgilor, acordând atenție minimă parametrilor funcționali, această cercetare integrează dimensiunile biologice și biopsihosociale ale recuperării într-un model analitic unitar. Prin această abordare, este recunoscută interdependența dintre procesul de vindecare și capacitatea funcțională — o relație sinergică adesea subestimată în paradigmele tradiționale de tratament.

Cu toate acestea, interpretarea rezultatelor trebuie făcută ținând cont de câteva limitări. Intervențiile de recuperare fizică au fost aplicate doar pe perioada spitalizării, ceea ce a condus la un număr limitat de tehnici de recuperare, pacienții cu plăgi complexe sau cu risc crescut, cum sunt cele infectate, ischemice sau diabetice, au fost excluși.

În cele din urmă, această cercetare confirmă faptul că kinetoterapia – indiferent de tehnicile implicate – trebuie considerată o componentă indispensabilă a îngrijirii moderne a plăgilor acute. Prin conectarea domeniilor chirurgiei, reabilitării și sănătății mintale, studiul propune un nou standard în managementul interdisciplinar al plăgilor, centrat pe un pacient activ, ascultat și sprijinit în procesul propriei vindecări.