

**UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY
„VICTOR BABEȘ” TIMIȘOARA
MEDICINE
DEPARTMENT ORTHOPAEDICS TRAUMATOLOGY**

LIVIU-CORIOLAN MIȘCĂ



**INNOVATIVE OSTEOSYNTHESIS CONCEPT FOR
DIAPHYSEAL FRACTURES USING THE "CROICU" LOCKED
INTRAMEDULLARY ROD – BIOMECHANICAL STUDY AND
CLINICAL APPLICATIONS**

PhD Supervisor

PROF.DR. PĂTRAȘCU JENEL MARIAN

PhD Abstract

**Timișoara
2025**

Introduction

This doctoral thesis aims to address a complex and highly relevant issue in modern orthopaedics: the optimization of treatment for diaphyseal fractures of long bones, through the design, testing and validation of an innovative locked intramedullary rod patented by a Romanian inventor, Cristian Croiuc. The necessity of such research arises from the increasing incidence of diaphyseal fractures, particularly among the active and elderly populations, as well as the clinical challenges associated with the treatment of these injuries.

The foundation of the thesis lies in the belief that, in order to improve treatment outcomes and reduce postoperative complications, a reevaluation of both the biomechanical principles of osteosynthesis and the available surgical technologies, is essential. Starting from an analysis of the limitations of current techniques, the thesis develops an integrated approach that combines experimental research, clinical observation of complex fracture treatment, and economic analysis of osteosynthesis materials currently used in orthopaedic surgery. Within this context, the “Croiuc” rod emerges as the result of a complex and innovative development process.

The scientific approach is supported by a rigorous structure, comprising a general section dedicated to theoretical foundations and a special section that includes the original contributions of the research. The main objectives of the thesis include a critical analysis of current treatment methods, identification of the limitations of existing devices, and the design of a biomechanical solution validated under experimental and clinical conditions. The relevance of this research is emphasized not only by its technical innovation but also by the integration of clinical and financial aspects into the development of a comprehensive scientific work.

Chapter I – Anatomical and biomechanical considerations

The first chapter of this thesis addresses the essential aspects of the anatomy and biomechanics of long bones, with a specific focus on the diaphyseal structure.

This section provides the conceptual framework necessary for understanding the complexity involved in treating diaphyseal fractures, starting from the morphological and functional particularities of long bones. The thesis analyzes the anatomical differences between the femur, tibia and humerus, emphasizing the cortical and trabecular composition, vascular distribution, and the mechanical role each of these structures is required to fulfill in its physiological function.

From a biomechanical perspective, the diaphyses of long bones are repeatedly subjected to various types of loadin, such as axial compression, torsion and bending. This doctoral thesis highlights the resistance principles of these structures as well as hot the properties of bone tissue influence its response to traumatic stimuli. Throughout the chapter, the concepts of bone stiffness and elasticity are discussed, explaining how the balance between these factors determines the bone's ability to absorb and distribute biomechanical loads.

The theory of bone remodelling and the influence of mechanical stress on the structural adaptation of bone tissue are also addressed. In the context of fractures, these principles become essential when selecting a method of internal fixation that adheres to the biomechanical principles of bone healing. The thesis emphasizes the importance of correct implant positioning and the preservation of medullary canal integrity, as both factors have a direct impact on surgical outcomes.

Chapter II – Diaphyseal fractures

Diaphyseal fractures of long bones represent one of the most frequent and challenging entities in musculoskeletal trauma. This chapter provides a detailed exploration of the etiology, classification, treatment and complications of these injuries, offering a coherent and scientifically grounded synthesis of the relevant literature. Diaphyseal fractures may occur as a result of high-energy trauma such as road accidents or falls from height, but also can arise from low-energy mechanisms, particularly in frail or elderly patients, or even in the absence of significant trauma when underlying bone pathology is present.

An important aspect discussed in this section is the classification of diaphyseal fractures. Anatomical, mechanical and clinical criteria are used to differentiate between simple, comminuted, spiral, transverse or segmental fractures. The clinical implications of each fracture type are explained, particularly in relation to treatment selection and healing prognosis. The internationally AO/OTA classification is also referenced, providing a standardized approach to the management of these injuries.

Special attention is given to the complications associated with diaphyseal fractures, both early and late. Among the most common are expanding hematomas, vascular or nerve injuries, postoperative infections, delayed union, and nonunion. It is emphasized that incorrect fixation method selection can lead to instability, which severely compromises the healing process. Additionally, the risk of atypical fractures is discussed.

The treatment of diaphyseal fractures has undergone significant evolutions over recent decades, with the advancement of modern orthopaedic implants and osteosynthesis techniques. This chapter includes a comparative analysis of conservative versus surgical treatment approaches, justifying the selection of optimal methods depending on the location, type and complexity of the fracture. Although less frequently used today, conservative treatment remains a viable option for stable fractures that can be properly immobilized.

On the other hand, surgical treatment is discussed in depth, with particular emphasis on locked intramedullary nailing, which constitutes the central focus of the study. The author highlights the advantages of this method, especially its axial stability and preservation of endosteum and periosteal vascularization. The ideal conditions for using intramedullary nails are explored, as well as risks associated with improper distal locking, implant migration or orientation challenges in the absence of optimal radiologic guidance.

The chapter also reviews current trends in minimally invasive orthopaedic surgery and the use of navigation assisted systems to ensure correct implant

positioning. The evolution of orthopedic technology is explored, focusing on centromedullary osteosynthesis devices, recent advances in implant design, materials used, and implantation techniques, highlighting the importance of adapting technology to current clinical demands. Modern intramedullary nails are designed to provide a balance between stability and flexibility, allowing for bone healing without compromising vascularization or soft tissue integrity through excessive incisions or dissection.

Intraoperative imaging and computer guided navigation technologies are also discussed in relation to their role in optimizing implant positioning. The trend toward robot assisted or navigated surgery is described, along with the use of 3D printing for the customization of orthopaedic devices. However, the high costs and complexity of these systems are acknowledged as significant barriers to implementation in public hospitals or low-resource settings.

The concept of intermediate technology is introduced as a solution that combines biomechanical efficiency with economic accessibility. The "Croicu" rod fits within this category, being specifically designed to overcome the limitations of standard intramedullary nails without requiring advanced technological infrastructure. Through a pragmatic approach, the thesis demonstrates that innovation does not necessarily equate to complexity, but rather to adaptation to the real needs of medical practice and accessibility.

This chapter thus highlights the necessity of devices tailored to clinical needs: easy to use, with reduced operative time and optimized costs. These premises fully justify the development and testing of the "Croicu" rod, which will be detailed in the following sections of the thesis.

Chapter III – Osteoporosis and the Impact of Bisphosphonate Treatment

This chapter explores one of the most common comorbidities that significantly influence the prognosis of fractures- osteoporosis. The thesis provides a detailed presentation of the pathophysiological process of bone mass loss, emphasizing its impact on structural bone integrity and the increased risk of fractures. Osteoporosis predominantly affects the elderly population but can also occur in secondary forms among younger patients with underlying metabolic disorders.

A central aspect of this chapter is the analysis of bisphosphonate therapy and the complications associated with the chronic use of these medications. The mechanism of action of bisphosphonates is presented, particularly their ability to inhibit bone resorption and their beneficial effects on bone mineral density. However, attention is drawn to the risk of atypical femoral fractures, which may occur after prolonged bisphosphonate use, especially in the subtrochanteric and femoral diaphyseal regions.

The thesis underscores the diagnostic challenges in identifying atypical fractures at an early stage and the importance of close monitoring for patients undergoing long-term bisphosphonate treatment. Possible therapeutic alternatives are discussed such as denosumab and sequential treatment strategies, along with the necessity of personalized risk assessment in the management of osteoporosis. The relevance of this information is closely tied to the clinical study detailed in later chapters, which investigates atypical fractures observed in patients following extended bisphosphonate therapy for osteoporosis management.

Chapter IV – Biomechanical Study of the “Croicu” rod

This chapter represents one of the most significant components of the thesis, highlighting its original contribution through the implementation of a biomechanical study applied to an innovative centromedullary nail – the “Croicu” rod. The research was driven by the need to optimize internal fixation solutions for diaphyseal fractures,

especially in light of the challenges encountered in current clinical practice when using the available implants. This doctoral thesis proposes a nail specifically designed to enhance stability through a versatile and user-friendly solution suitable for clinical application.

The study was designed and conducted under laboratory conditions and involved biomechanical testing of the “Croicu” rod according to standard biomechanical testing protocols. Its performance was then compared with other osteosynthesis devices commonly used in the treatment of diaphyseal fractures. The parameters assessed included axial stiffness, torsional resistance, and deformation under loading forces. In order to replicate clinical conditions, porcine bone models were used, and controlled forces were applied in simulated environments to mimic the physiological loading resistance of human bone. The results demonstrated the superior performance of the “Croicu” nail in these contexts.

The simplicity of its design is also noteworthy, allowing for guided insertion without the need for complex navigation systems, as well as the nail’s adaptability to various types of diaphyseal fractures. The correlation between the geometry of the nail and the stability it provides is emphasized, underlining the importance of optimizing the locking mechanism’s location. Ultimately, it is argued that the “Croicu” rod not only meets biomechanical requirements but also responds to accessibility needs, offering an effective and cost-efficient alternative for clinical use.

Chapter V – Clinical Study

The clinical study conducted aimed to evaluate bone healing in patients who experienced atypical fractures and were surgically treated through interamedullary nail osteosynthesis. The patients included in the study were selected on strict inclusion criteria. Clinical data were collected both retrospectively and prospectively, including information on fracture type, associated comorbidities, duration of bisphosphonate therapy and the mechanism of injury.

Analysis of the results revealed a high rate of bone consolidation and a low incidence of postoperative complications. A slightly prolonged average healing time was observed. In addition, postoperative pain was reduced, and patients regained ambulatory function within a short period. Functional outcomes were assessed using validated clinical scoring systems, such as the Parker Mobility Score and other standardized fracture functional evaluation tools.

Another important element of the clinical study is the analysis of these atypical fractures associated with bisphosphonate therapy, observed in this subset of the population of the study. The thesis highlights the distinct biomechanical and biological behavior of these fractures, as well as their different healing process compared to non-pathological bone, emphasizing the necessity of a personalized therapeutic approach in such cases.

Chapter VI – Economic Analysis

This chapter evaluates the economic impact of using intramedullary nails in routine medical practice, with a focus on cost-effectiveness, sustainability and accessibility. Starting from the premise that healthcare systems are increasingly burdened by budgetary constraints, a thorough analysis of the cost-benefit ratio of each therapeutic innovation is essential. The thesis emphasizes that the success and efficiency of a medical device are determined not only by its clinical performance but also by its affordability, versatility, and ease of use.

To carry out this analysis, data were collected from both clinical and financial sources, including costs related to materials used, surgical duration, length of hospital stay and the need for reintervention. Universal intramedullary nails allow for reduced operative time and technical complexity, which translates into lowering resource consumption.

The thesis includes a detailed comparison between conventional intramedullary nails and universal centromedullary nails which are currently in use, demonstrating superior economic efficiency without compromising clinical outcomes. It is argued that such solutions can be implemented on a wide scale, including in

hospitals with mid-level technical resources, thereby contributing to the democratization of access to effective orthopaedic treatments. The work advocates for the integration of economic criteria into therapeutic decision-making, especially in contexts where resource optimization is both possible and necessary.

Original Contributions

The thesis presented is distinguished by an integrated approach that combines theoretical analysis, experimental research, clinical evaluation and economic assessment of osteosynthesis solutions used in the treatment of diaphyseal fractures.

Among the most significant original contributions is the study of an innovative implant and the validation of its superior biomechanical performance in laboratory conditions. The “Croicu” nail demonstrates clear advantages in terms of stability and ease of implantation, without requiring costly resources or technologies accessible only in highly specialized medical facilities. As such, the innovation is positioned at the intersection of applied research and clinical practice, offering an osteosynthesis solution that could be accessible even in resource-limited settings.

The thesis also highlights the importance of a multidisciplinary approach in the development of therapeutic solutions, integrating perspectives from orthopaedics, biomechanics, medical imaging and health economics.

Conclusions

The conclusions presented in this thesis reflect both the depth of scientific investigation and the practical relevance of the findings. The author demonstrates that the “Croicu” intramedullary rod addresses real needs in orthopaedic practice, validating that this innovative osteosynthesis solution offers a viable alternative to currently available implants.

The conclusions support the idea that progress in medicine involves not only technological excellence but also adaptability to the real world contexts in which

medical care is delivered. Through this contribution, the thesis offers not only a new medical device but also a model of clinical thinking oriented toward responsible innovation, accessibility and versatility.

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

MIȘCĂ LIVIU-CORIOLAN



**CONCEPT INOVATIV DE OSTEOSINTEZĂ AL FRACTURILOR
DIAFIZARE CU TIJĂ BLOCATĂ „CROICU” – STUDIUL
BIOMECHANIC SI APLICAȚII CLINICE**

Conducător de doctorat

PROF.DR. PĂTRAȘCU JENEL MARIAN

REZUMAT

**Timișoara
2025**

Introducere

Această teză de doctorat își propune să răspundă unei probleme complexe și relevante din sfera ortopediei moderne și anume optimizarea tratamentului fracturilor diafizare ale oaselor lungi prin conceperea, testarea și validarea unei tije centromedulare blocate inovatoare, brevetată de un inventator Român: Cristian Croicu. Necesitatea unei astfel de cercetări derivă din incidența crescută a fracturilor diafizare, în special în rândul populației active și vârstnice, dar și din provocările clinice asociate tratamentului acestor leziuni.

Lucrarea se fundamentează pe ideea că, pentru a eficientiza tratamentul și pentru a reduce complicațiile postoperatorii, este necesară o reevaluare atât a principiilor biomecanice implicate în osteosinteză cât și a tehnologiilor disponibile în blocul operator. Pornind de la analiza deficiențelor tehnicilor actuale, lucrarea de față dezvoltă o abordare integrată ce combină cercetarea experimentală, observația clinică a tratamentului unor fracturi complexe și analiza economică a materialelor de osteosinteză disponibile actualmente în chirurgia ortopedică. În acest context, tija „Croicu” este rezultatul unui proces complex de inovator.

Demersul științific este susținut prin structura riguroasă a lucrării, care include o parte generală de fundamentare teoretică și o parte specială, ce conține contribuțiile originale ale cercetării. Printre obiectivele tezei se numără analiza critică a metodelor actuale de tratament, identificarea limitărilor dispozitivelor existente și proiectarea unei soluții biomecanice validată în condiții experimentale și clinice. Relevanța lucrării de cercetare este accentuată nu doar de inovația tehnică cât și de integrarea aspectului clinic și financiar în elaborarea unei lucrări de cercetare cuprinzătoare.

Capitolul I – Considerații anatomice și biomecanice

În primul capitol al lucrării sunt abordate aspectele esențiale privind anatomica și biomecanica oaselor lungi, cu accent pe structura diafizară. Această secțiune oferă un cadru conceptual necesar pentru înțelegerea complexității tratamentului

fracturilor diafizare, pornind de la particularitățile morfologice și funcționale ale oaselor lungi. Lucrarea analizează diferențele anatomice dintre femur, tibie și humerus, punând accent pe compoziția corticală și trabeculară, pe distribuția vasculară și pe rolul mecanic pe care fiecare dintre aceste structuri este nevoit să le îndeplinească în funcționalitatea sa fiziologică.

Din punct de vedere biomecanic, diafizele oaselor lungi sunt structuri supuse în mod repetat unor solicitări variate, precum compresie axială, torsiune și flexie. În această teză de doctorat sunt evidențiate principiile de rezistență ale acestor structuri, precum și modul în care proprietățile osului influențează răspunsul la stimuli traumatici. Pe parcursul lucrării se discută conceptul de rigiditate și elasticitate osoasă, explicând cum echilibrul acestor factori determină capacitatea osului de a prelua sarcini biomecanice.

De asemenea, este abordată teoria remodelării osoase și influența stresului mecanic asupra adaptării structurale osoase. În contextul fracturilor, aceste cunoștințe devin esențiale în alegerea unei metode de fixare internă care să respecte principiile biomecanice ale consolidării osoase. Această lucrare subliniază importanța poziționării corecte a implantului și a păstrării integrității canalului medular, aspecte care influențează direct rezultatul chirurgical.

Capitolul II – Fracturile diafizare

Fracturile diafizare ale oaselor lungi reprezintă una dintre cele mai frecvente și provocatoare entități din traumatologia musculo-scheletală. În acest capitol, este abordată detaliat etiologia, clasificarea, tratamentul și complicațiile acestor leziuni, oferind o sinteză coerentă și fundamentată științific asupra literaturii de specialitate. Fracturile diafizare pot apărea atât în contextul unui traumatism major cum ar fi accidente rutiere, căderile de la înălțime sau prin mecanisme cu energie joasă în cazul pacienților fragili, vârstnici sau chiar fără o marcă traumatică în contextul preexistenței unei patologii osoase.

Un aspect important abordat în această secțiune a lucrării este clasificarea fracturilor diafizare. Sunt utilizate atât criteriile anatomice, cele mecanice dar și cele clinice pentru a face distincția dintre fracturi simple, cominutive, spiroide, transverse sau segmentare. Sunt explicate implicațiile clinice ale fiecărui tip de fractură, în special în ceea ce privește alegerea metodelor de tratament și prognoza de vindecare. De asemenea, se face referire la clasificările AO/OTA considerate standard internațional, care permit o abordare unitară a tratamentului acestor leziuni.

Lucrarea acordă o atenție specială complicațiilor asociate fracturilor diafizare, atât complicațiilor precoce, cât și celor tardive. Printre cele mai frecvente complicații se numără: hematoamele expansive, leziunile vasculare sau nervoase, infecțiile postoperatorii, întârzierea consolidării sau pseudartroza. Se subliniază faptul că alegerea incorectă a metodei de fixare poate duce la instabilitate, ceea ce compromite procesul de vindecare. De asemenea este adusă în discuție riscul apariției de fracturi atipice.

Tratamentul fracturilor diafizare a cunoscut o evoluție semnificativă pe parcursul ultimelor decenii, odată cu dezvoltarea implanturilor ortopedice moderne și a tehnicilor de osteosinteză. În acest capitol, se realizează o analiză comparativă între metodele conservatoare și cele chirurgicale de tratament, argumentând alegerea tratamentului optim în funcție de localizarea, tipul și complexitatea fracturii. Tratamentul conservator deși mai rar în prezent, rămâne o variantă valabilă pentru fracturile stabile și optim imobilizate.

Pe de altă parte, tratamentul chirurgical este detaliat pe larg, cu un accent deosebit pe osteosinteza cu tije centromedulare blocate, care fac defapt și obiectul studiului de față. Autorul evidențiază avantajele acestei metode, în special stabilitatea axială și păstrarea vascularizației endo și periostale. Sunt discutate condițiile ideale pentru utilizarea tije centromedulare, precum și riscurile asociate închiderii distale incorecte, migrarea implanturilor sau dificultățile de orientare în lipsa ghidajului radiologic optim.

Pe parcursul acestui capitol se oferă și o trecere în revistă a tendințelor de actualitate în chirurgia ortopedică minim invazivă, precum și folosirea sistemelor de navigație asistată pentru poziționarea corectă a implanturilor. Este explorată evoluția tehnologică din ortopedie cu accent pe dispozitivele de osteosinteză centromedulare, progresele înregistrate în designul implanturilor, materialele utilizate și variantele de implantare, subliniind importanța adaptării tehnologiei la cerințele clinice actuale. Tijele centromedulare moderne sunt concepute pentru a oferi un echilibru între stabilitate și flexibilitate, permițând consolidarea osoasă fără a compromite vascularizația sau integritatea țesuturilor prin incizii sau disecții excesive.

Se evidențiază și rolul imagisticii intraoperatorii și al tehnologiilor de ghidaj computerizat în optimizarea poziționării implanturilor. Este descrisă tendința de chirurgie asistată robotic sau navigată, precum și utilizarea imprimării 3D pentru personalizarea dispozitivelor ortopedice. Cu toate acestea, se atrage atenția asupra costurilor ridicate și a complexității acestor sisteme, aspecte care limitează aplicabilitatea în spitalele publice sau în regiuni cu resurse reduse.

Este discutat conceptul de tehnologie intermediară, o soluție care combină eficiența biomecanică cu accesibilitatea economică. Tija „Croicu” se încadrează în această categorie, fiind concepută pentru a rezolva limitările tijelor centromedulare standard, fără a necesita o infrastructură tehnologică sofisticată. Prin abordarea pragmatică, lucrarea demonstrează că inovația nu presupune întotdeauna complexitate, ci mai degrabă adaptare la nevoile reale ale actului medical și accesibilitate.

Se conturează astfel necesitatea unor dispozitive adaptate nevoilor clinice, care sunt ușor de utilizat, cu un timp operator redus și costuri optimizate. Aceste premise justifică dezvoltarea și testarea tijei „Croicu” care va fi detaliată în această lucrare.

Capitolul III – Osteoporoza și impactul tratamentului cu bifosfonați

Acest capitol analizează cele mai frecvente comorbidități care influențează prognosticul fracturilor – osteoporoza. Lucrarea oferă o prezentare detaliată a procesului fiziopatologic al pierderii masei osoase, subliniind impactul acestuia asupra integrității structurale osoase și asupra riscului crescut de fracturi. Osteoporoza afectează cu predilecție populația vârstnică, însă poate fi întâlnită în forme secundare în cazul pacienților tineri cu afecțiuni metabolice.

Un aspect central al acestui capitol este reprezentat de analiza tratamentului cu bifosfonați și a complicațiilor asociate utilizării cronice a acestor medicamente. Este prezentat mecanismul de acțiune al bifosfonaților, capacitatea lor de a inhiba resorbția osoasă și efectele benefice asupra densității minerale osoase. Cu toate acestea se insistă asupra riscului fracturilor atipice de femur, care pot apărea în urma utilizării îndelungate a bifosfonaților, în special în regiunea subtrohanteriană și în regiunea diafizară femurală.

Lucrarea subliniază dificultatea diagnosticului precoce al fracturilor atipice și importanța monitorizării pacienților tratați cu bifosfonați. Se discută posibilele alternative terapeutice, cum ar fi denosumabul sau terapia secvențială dar și nevoia unei evaluări personalizate a riscurilor în tratamentul osteoporozei. Relevanța acestor informații este strâns legată de studiul clinic detaliat în capitolele următoare în care sunt investigate fracturi atipice apărute la pacienți după tratament îndelungat cu bifosfonați pentru combaterea osteoporozei.

Capitolul IV – Studiul biomecanic al tije „Croicu”

Acest capitol constituie una dintre cele mai importante componente ale lucrării, evidențiind contribuția originală a acestei teze de doctorat prin realizarea unui studiu biomecanic aplicat asupra unei tije centromedulare inovatoare – tija „Croicu”. Cercetarea a pornit de la necesitatea optimizării soluțiilor de fixare internă a fracturilor diafizare, în special în contextul dificultăților întâlnite în practica clinică curentă prin utilizarea implanturilor existente. Această teză de doctorat propune o tijă

proiectată în așa fel încât să îmbunătățească stabilitatea conferită prin osteosinteză printr-un mijloc versatil și facil de utilizat în practica clinică.

Studiul a fost conceput și executat în condiții de laborator și a implicat testarea biomecanică a tije „Croicu” prin protocoalele standard de testare biomecanică și apoi o comparație cu alte materiale de osteosinteză utilizate în cazul fracturilor diafizare. Parametrii evaluați au inclus rigiditatea axială, rezistența la torsiune și la deformare sub sarcină. Pentru a reproduce condiții clinice, au fost utilizate modele osoase de proveniență porcică, replicând prin forțe controlate în medii simulate rezistența fiziologică la încărcare a osului. Rezultatele au arătat performanța superioară a tije „Croicu”

De asemenea, se remarcă simplitatea designului, care permite inserția ghidată fără necesitatea unui sistem complex de navigație, precum și versatilitatea tije pentru multiple tipuri de fracturi diafizare. Este evidențiată corelația dintre geometria tije și stabilitatea oferită, subliniind importanța optimizării sediului de blocare. În final se argumentează că tija „Croicu” nu doar respectă necesitățile biomecanice dar și răspunde cerințelor de accesibilitate și este o variantă eficientă și din perspectiva costurilor.

Capitolul V – Studiul clinic

Studiul clinic desfășurat are ca scop evaluarea vindecării osoase în cazul pacienților care au suferit fracturi atipice și au fost tratați chirurgical prin osteosinteză cu tije centromedulare. Pacienți incluși în studiu au fost selectați pe baza unor criterii de incluziune riguroase. Datele clinice au fost colectate retrospectiv și prospectiv, incluzând informații privind tipul fracturii, comorbiditățile asociate, durata tratamentului cu bifosfonați și mecanismul de producere al fracturii.

Analiza rezultatelor a evidențiat un grad înalt de consolidare osoasă și o rată scăzută a complicațiilor posteoperatorii. S-a remarcat un timp mediu de vindecare ușor îndelungat. De asemenea durerea postoperatorie a fost redusă iar pacienții și-au reluat funcția de locomoție într-un interval de timp scurt. Evaluările funcționale au

fost realizate folosind scoruri clinice validate precum scorul Parker pentru evaluarea fracturilor și scorul de funcționalitate pentru evaluarea fracturilor.

Un alt element important al studiului clinic este analiza fracturilor atipice asociate tratamentului cu bifosfonați, observate în cazul subpopulației din eșantionul analizat. Se evidențiază diferența de comportament biomecanic și biologic al acestor fracturi și procesul diferit de vindecare comparativ cu osul non patologic, subliniind astfel necesitatea adaptării terapeutice personalizate.

Capitolul VI – Analiza economică

Pe parcursul acestui capitol, este evaluată implicația economică asupra sistemelor medicale adusă de tijele centromedulare în practica medicală curentă, din perspectiva cost eficienței, sustenabilității și accesibilității. Pornind de la premisa că sistemele de sănătate se confruntă cu presiuni bugetare crescute, este necesară o analiză riguroasă a raportului cost beneficiu al fiecărei inovații terapeutice. Lucrarea subliniază că succesul și eficiența unui dispozitiv medical nu este determinat doar de performanța clinică ci și de accesibilitatea, versatilitatea și facilitatea utilizării acestuia.

Pentru realizarea acestei analize, au fost colectate date din surse clinice și financiare, incluzând costuri legate de materialele utilizate, durata intervenției chirurgicale, timpul de spitalizare și necesarul de reintervenții. Tijele universale permit o reducere a timpului operator și al complexității tehnice, ceea ce se traduce în scăderea consumului de resurse.

Lucrarea include o comparație detaliată între tijele centromedulare convenționale și tijele centromedulare universale existente în practică, demonstrând o eficiență economică superioară fără a compromite rezultatele clinice. Se argumentează că aceste soluții pot fi implementate la scară largă, inclusiv în spitalele cu dotare tehnică medie, contribuind astfel la democratizarea accesului la tratamente ortopedice eficiente. Lucrarea pledează pentru integrarea criteriilor economice în eficientizarea deciziilor terapeutice, în special în contextul în care este posibilă optimizarea utilizării resurselor.

Contribuții originale

Lucrarea propusă se remarcă printr-o abordare integrată care combină analiza teoretică, cercetarea experimentală, clinică dar și financiară a soluțiilor de osteosinteză utilizate pentru tratamentul fracturilor diafizare.

Printre contribuțiile originale cele mai importante se numără studiul unui implant inovativ și validarea performanțelor biomecanice superioare în laborator. Tija croicu aduce beneficii clare în termen de stabilitate și ușurință în implantare, fără a necesita resurse costisitoare sau tehnologii accesibile numai în facilități supraspecializate. Astfel inovația se plasează la intersecția dintre cercetarea aplicată și practica medicală, oferind o variantă de osteosinteză care ar putea fi disponibilă și în medii cu resurse limitate.

Lucrarea evidențiază și importanța unei abordări multidisciplinare în dezvoltarea de soluții terapeutice, integrând perspective din ortopedie, biomecanică, imagistică și economie medicală.

Concluzii

Concluziile formulate reflectă atât profunzimea investigației științifice, cât și relevanța practică a rezultatelor obținute. Autorul demonstrează că tija centromedulară „Croicu” răspunde unor nevoi reale din practica ortopedică, validând că această variantă inovativă de osteosinteză oferă o alternativă viabilă la implanturile existente în practica curentă.

Concluziile susțin ideea că progresul în medicină presupune nu doar excelență tehnologică, ci și adaptabilitate la contextul real în care este aplicat actul medical. Prin această contribuție, această lucrare nu oferă doar un nou dispozitiv, ci și un model de gândire clinică orientată spre inovație responsabilă, accesibilitate și versatilitate.