

---

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

# Managementul artroscopic al leziunilor traumatiche articulare

---

Doctorand **Ciprian-Alin Bardaş**

---

Conducător de doctorat Prof.dr. **Gheorghe Tomoaia**

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA

# CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b>	15
<b>STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII</b>	
<b>1. Noțiuni actuale de anatomie și fiziologie articulară</b>	19
1. 1. Cartilajul articular	19
1. 2. Meniscurile	22
1. 3. Ligamentele	24
1. 4. Membrana sinovială și capsula articulară	26
<b>2. Leziuni traumatice articulare</b>	27
2. 1. Leziuni condrale și osteocondrale	27
2. 2. Leziuni de menisc	28
2. 3. Leziuni ligamentare	30
<b>3. Diagnosticul leziunilor traumatice articulare</b>	31
3. 1. Diagnosticul clinic	31
3. 2. Examinarea imagistică	31
3.2.1. Radiografia simplă	31
3.2.2. Ultrasonografia	31
3.2.3. Tomografia computerizată	32
3.2.4. PET-CT	32
3.2.5. Imagistica prin rezonanță magnetică	33
<b>4. Tratamentul leziunilor traumatice articulare</b>	35
4. 1. Leziunile condrale și osteocondrale	35
4.1.1. Vindecarea leziunilor de cartilaj	35
4.1.2. Tratamentul funcțional	35
4.1.3. Tratamentul medicamentos	35
4.1.4. Tratamentul chirurgical	36
4.1.5. Tendințe și priorități	37
4. 2. Leziunile de menisc	38
4.2.1. Vindecarea leziunilor meniscului	38
4.2.2. Meniscectomia	39
4.2.3. Repararea și prezervarea meniscului	39
4.2.4. Reconstrucții meniscale - transplantul de menisc, substituenți meniscali	40

4. 3. Leziunile ligamentare - posibilități de vindecare și management terapeutic	41
<b>CONTRIBUȚIA PERSONALĂ</b>	
<b>1. Ipoteza de lucru/obiective</b>	47
<b>2. Studiul 1. Managementul artroscopic al fracturilor platoului tibial</b>	49
2.1. Introducere	49
2.2. Ipoteza de lucru/obiective	50
2.3. Studiul factorilor de risc implicați în producerea fracturilor platoului tibial	51
2.4. Studiul comparativ al tratamentului fracturilor platoului tibial prin metoda reducerii sub control artroscopic versus intervenția chirurgicală clasică	55
2.5. Cazuri particulare	74
2.6. Concluzii	81
<b>3. Studiul 2. Caracterizarea mecanică asistată de calculator a diferitelor materiale de osteosinteză folosite în tratamentul fracturilor platoului tibial</b>	83
3.1. Introducere	83
3.2. Ipoteza de lucru	84
3.3. Material și metodă	84
3.4. Rezultate	95
3.5. Discuții	97
3.6. Concluzii	99
<b>4. Studiul 3. Rezultatele funcționale ale tratamentului artroscopic al leziunilor traumatice de cartilaj articular</b>	101
4.1. Introducere	101
4.2. Ipoteza de lucru	102
4.3. Material și metodă	103
4.4. Rezultate	108
4.5. Discuții	110
4.6. Cazuri clinice particulare	113
4.7. Concluzii	117
<b>5. Studiul 4. Managementul artroscopic al fracturilor talusului</b>	119
4.1. Introducere	119
4.2. Ipoteza de lucru	121
4.3. Material și metodă	121
4.4. Rezultate	126
4.5. Discuții	127

4.6. Caz particular	129
4.7. Concluzii	130
<b>6. Concluzii generale (sinteză)</b>	131
<b>7. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei</b>	135
<b>ANEXE</b>	137
<b>REFERINȚE</b>	139

**CUVINTE CHEIE:** ARIF, condropatie, mozaicplastie, caracterizare mecanică materiale de osteosinteză, management artroscopic fractură platou tibial, management artroscopic fractură col talar

## INTRODUCERE

Leziunile traumatice articulare sunt leziuni complexe, de cele mai multe ori severe, ce afectează cartilajul articular, osul subcondral, meniscul, ligamentele, capsula articulară. Sunt leziuni al căror management este dificil, rezultatele obținute nefiind cele scontate, atât din cauza unui diagnostic și a unui tratament incorect, cât și din cauza gravității lor.

Progresul înregistrat în ultimul timp este important mai ales în etapa de diagnostic, prin utilizarea curentă a investigațiilor de precizie înaltă (CT, artro-CT, RMN, artro-RMN). Tratamentul însă, de cele mai multe ori, se adresează doar fracturii, leziunea cea mai evidentă, leziunile ligamentare sau cele meniscale fiind neglijate, ceea ce determină, în timp, o capacitate funcțională mai redusă sau chiar progresia spre degenerarea artrozică a articulației în cauză, complicație redutabilă, invalidantă, care afectează profund calitatea vieții pacienților.

Utilizarea artroscopiei, o metodă minim invazivă, permite un diagnostic complet al leziunilor articulare, dar și posibilitatea reparării concomitente a acestora. Pacientul beneficiază de avantajele chirurgiei minim invazive: recuperare rapidă a mobilității articulare, complicații reduse, spitalizare redusă.

Tratamentul minim invaziv al leziunilor traumatice articulare reprezintă încă o provocare deosebită pentru chirurgii ortopezi de pretutindeni. Dificultatea ridicată a intervențiilor chirurgicale, timpul mai lung necesar efectuării intervenției, curba de învățare prelungită, posibilitățile limitate de fixare, au determinat o utilizare rară a acestuia.

## CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

### Studiul 1. Managementul artroscopic al fracturilor platoului tibial

**Introducere.** Tratamentul fracturilor tibiei proximale se face clasic printr-un abord mai extins, însă acest fapt poate duce la afectarea vascularizației osoase, dar și la apariția de complicații locale ale părților moi. Sunt des întâlnite defecte de reducere a suprafeței articulare, care ulterior determină degenerarea artrozică a articulației. Recent au fost introduse în practica medicală și tehnici minim invazive, ce își propun diminuarea complicațiilor și maximizarea rezultatelor funcționale. Scopul tratamentului chirurgical asistat artroscopic este de a obține o reducere bună a fracturii și o fixare internă stabilă, cu șuruburi introduse percutanat.

**Ipoteza de lucru.** Obiectivul principal al studiului de față a fost compararea acurateții reducerii fracturilor de platou tibial tratate prin metoda artroscopică de control al reducerii față de metoda clasică, deschisă.

**Material și metodă.** Am realizat un studiu multicentric, intervențional, retrospectiv, ce a inclus pacienții cu diagnosticul de fractură a tibiei proximale clasificată Schatzker I, II, III, Studiul s-a desfășurat în perioada ianuarie 2011-august 2018. Cei 81 de pacienți studiați au fost împărțiți în două grupuri: A. pacienți ce au beneficiat de intervenția clasică (n=69); B. pacienți ce au beneficiat de controlul artroscopic al reducerii fracturii (n=12). Au fost incluși în studiu pacienți cu vârsta peste 18 ani, diagnosticați cu fractura platoului tibial tip I, II, III. Au fost analizate următoarele variabile: vârstă, sex, mediu de proveniență, tipul intervenției chirurgicale, durata intervenției chirurgicale, durata spitalizării, durerea postoperatorie la 24 ore, scorul de complexitate al intervenției, utilizarea substituenților osoși sau a grefelor iliace, complicații survenite, investigații radiologice suplimentare (CT, RMN), valorile hemoglobinei inițiale și post intervenționale, a leucocitelor, a parametrilor vitali. Radiografiile efectuate la internare au servit la măsurarea gradului de înfundare al fracturii (mm). Pe radiografiile postoperatorii din incidența anteroposterioară și latero-laterală a fost măsurat gradul de înfundare restant postintervențional (mm).

**Rezultate.** Durata spitalizării pacienților din grupul A a fost în medie de 11,48 zile față de 5,50 zile în cazul grupului B ( $p < 0,001$ ). Durata intervenției chirurgicale în cazul pacienților ce au aparținut grupului A a fost în medie de 77,54 minute față de 108,75 minute în medie pentru o intervenție chirurgicală a unui pacient aparținând grupului B ( $p = 0,003$ ). Durerea postoperatorie la 24 ore monitorizată cu ajutorul scalei VAS a fost de 4,71/10 pacienții aparținând grupului A și de 5,17/10 puncte în cazul pacienților din grupul B ( $p = 0,147$ ). Gradul inițial de separare și înfundare al platoului tibial extern fracturat ("gap inițial") a fost în medie de 8,10 mm ( $\pm 2,03$  mm) în cazul grupului A și de 6,52 mm ( $\pm 1,17$  mm) în cazul grupului B ( $p = 0,001$ ). Măsurătorile au pus în evidență un "gap restant" postoperator de 4,88 mm în medie pentru pacienții aparținând grupului A față de 2,03 mm în medie pentru pacienții aparținând grupului B ( $p < 0,001$ ). Rezultatele funcționale la 6 luni ale pacienților tratați prin metoda artroscopică au fost foarte bune conform scorului Rasmussen.

**Concluzii.** Înfundarea restantă postoperatorie a platoului tibial extern este semnificativ mai mare la pacienții tratați prin metoda clasică. Durata spitalizării este redusă semnificativ în cazul pacienților tratați prin metoda artroscopică. Durerea postoperatorie la 24 de ore nu diferă semnificativ în cazul celor 2 loturi studiate.

## **Studiul 2. Caracterizarea mecanică asistată de calculator a diferitelor materiale de osteosinteză folosite în tratamentul fracturilor platoului tibial**

**Introducere.** Pentru a putea realiza un tratament minim invaziv în cazul fracturilor platoului tibial, fixarea acestora este necesar să fie efectuată cu șuruburi introduse percutan, prin incizii mici, sub control artroscopic și fluoroscopic.

**Ipoteza de lucru.** Obiectivul principal al acestui studiu este de a analiza din punct de vedere al proprietăților mecanice dacă osteosinteza fracturilor platoului tibial cu 3 șuruburi introduse percutanat este comparabilă cu cea realizată cu placa de susținere laterală și superioară osteosintezei cu 2 șuruburi paralele.

**Material și metodă.** Pentru uniformitatea testelor biomecanice, a fost necesară fabricarea unui accesoriu original de testare, echivalent al femurului distal, prin intermediul căruia se produce, de fapt, solicitarea mecanică. S-au achiziționat modele compozite de tibie, generația a patra, produse de Pacific Research Laboratories, care au fost pregătite pentru testarea la mașina de încercat. Alegerea modelului artificial de tibie s-a bazat pe rezistența și rigiditatea foarte apropiată a acestora de valorile măsurate pentru oasele naturale, prezentând avantajul de a avea o variabilitate sub 10% între specimene. Modelele experimentale compozite tibiale au fost „fracturate” prin debitare laser. S-a practicat apoi reducerea și fixarea modelelor compozite, conform tehnicii curente de osteosinteză a platoului tibial extern, practicate de un chirurg ortoped cu experiență în domeniu. Modelele prelucrate au fost împărțite în 4 grupuri de studiu. Grupul 1 – a cuprins modele fixate cu placă LCP cu 7 șuruburi blocate de 5 mm diametru, confecționate din aliaj de titan (CHM@ 7.0ChLP proximal lateral tibial plate), reprezentând grupul martor. Grupul 2 - fixare cu 2 șuruburi canulate diametru 6,5 mm dispuse paralel, din aliaj de titan. Grupul 3 - fixare cu 3 șuruburi canulate, cu diametru 6,5 mm dispuse paralel, din aliaj de titan. Grupul 4 - fixare cu 3 șuruburi canulate diametru 6,5 mm, din care 2 dispuse paralel și unul la un unghi de aproximativ 15° față de suprafața articulară. Caracterizarea mecanică s-a efectuat pe mașina universală de încercat cu două coloane (Instron 3366).

**Rezultate.** La valori mici ale sarcinii suportate de platoul tibial lateral (40-50 N), toate tehnicile asigură nivele comparabile de rigiditate. Pe întreg intervalul de valori ale forțelor aplicate, tehnica de fixare cu placă și șuruburi asigură cel mai ridicat nivel de rigiditate, iar tehnica de fixare cu 2 șuruburi asigură cel mai scăzut nivel de rigiditate. Tehnica propusă spre evaluare cu 3 șuruburi, din care unul tip antialunecare asigură o rigiditate net superioară comparativ cu metoda cu 2 șuruburi, mai ales pe zona de început a solicitării (0-200N).

**Concluzii.** Rezistența cea mai bună din punct de vedere mecanic este înregistrată de placa LCP, pe întregul interval de valori ale forțelor aplicate, în timp ce tehnica de fixare cu 2 șuruburi conferă cea mai slabă stabilitate. Tehnica de fixare cu 3 șuruburi dintre care 1 șurub «antialunecare» conferă o rigiditate mai apropiată de placa LCP față de metoda cu 3 șuruburi paralele.

### **Studiul 3. Rezultatele funcționale ale tratamentului artroscopic al leziunilor traumatice de cartilaj articular**

**Introducere.** Ultimii ani au înregistrat progrese remarcabile în tratamentul leziunilor focale ale cartilajului articular, însă soluția definitivă este încă departe de a fi găsită, de aceea numeroase studii sunt în desfășurare în prezent pe această temă. Dintre metodele folosite în practica medicală recentă, niciuna nu și-a dovedit pe deplin superioritatea față de celelalte propuse.

**Ipoteza de lucru.** Obiectivul principal al acestui studiu a fost de a determina care metodă de tratament chirurgical folosită în prezent în practica medicală din Cluj-Napoca, un centru de referință regional în tratamentul afecțiunilor osteoarticulare, conferă cea mai mare satisfacție pacientului diagnosticat cu leziune condrală.

**Material și metodă.** Am realizat un studiu monocentric comparativ paralel, observațional. Studiul a cuprins pacienții din cadrul Clinicii Ortopedie-Traumatologie Cluj-Napoca, desfășurându-se între ianuarie 2013 și iunie 2018. Au fost incluși în cercetare un număr de 512 pacienți. Am împărțit pacienții în 4 grupuri de studiu (I-IV), în funcție de tehnica chirurgicală folosită: Grupul I - pacienți cu debridarea mecanică a leziunii de cartilaj, Grupul II - pacienți la care s-au practicat microfracturi, Grupul III - pacienți la care s-a practicat transplantul osteocondral autolog, Grupul IV - pacienți ce au beneficiat de aplicarea unor membrane de colagen peste microfracturi subcondrale, Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC). Scorurile IKDC (International Knee Documentation Committee subjective and objective) preoperator și postoperator la 6 luni au fost comparate în cazul celor 4 grupuri de studiu. Au fost analizate diferențele dintre valorile postoperatorii la 6 luni între grupurile de studiu.

**Rezultate.** Toate cele 4 grupuri de pacienți analizați au obținut o creștere a scorurilor IKDC subiective postoperatorii în comparație cu valorile preoperatorii ( $p < 0.01$ ). Pacienții incluși în grupul IV au avut valori mai mici ale scorului preoperator IKDC subiectiv, comparativ cu grupul I ( $p < 0.001$ ), grupul II ( $p = 0.01$ ) și grupul III ( $p = 0.037$ ). Mai mult decât atât, nu au fost identificate diferențe statistice între scorurile postoperatorii IKDC subiective între grupuri ( $p > 0.05$ ). Cea mai mare creștere s-a observat în cazul grupului IV ( $p < 0.0001$ ), care, pornind de la valorile preoperatorii cele mai scăzute ale scorurilor funcționale, reușesc să le îmbunătățească cel mai mult în comparație cu pacienții din grupurile I și II.

**Concluzii.** Pacienții cu leziuni condrale clasificate Outerbridge III sau IV care au beneficiat de procedee de reparare, au obținut rezultate superioare la testele funcționale IKDC Subiectiv și Obiectiv la 6 luni postoperator în cazul tehnicilor AMIC și OAT față de tehnicile de reparare prin microfracturi și debridare mecanică.

#### **Studiul 4. Managementul artroscopic al fracturilor talusului**

**Introducere.** Rezultatele obținute în acest tip de fracturi se corelează cu severitatea traumatismului, complicațiile sunt numeroase și constau în apariția necrozei osoase avasculare, a redorii articulare și a artrozei posttraumatice, chiar și în cazul unor fracturi cu minimă deplasare, termen mai nou evitat în comunitatea științifică. Standardul de aur în tratamentul fracturilor cu deplasare ale talusului este reducerea deschisă și osteosinteza fermă, însă se asociază cu un risc crescut de afectare a părților moi prin abordul extins, prin accesul dificil la nivelul fragmentelor fracturate și vizibilitatea redusă intraoperatorie

**Ipoteza de lucru.** Obiectivul principal al acestui studiu este de a demonstra că noile tehnici de reducere a fracturilor sub control artroscopic (ARIF) pot fi folosite cu succes și în tratamentul fracturilor colului talar.

**Material și metodă.** Am realizat un studiu multicentric intervențional, ce s-a desfășurat între anii 2011-2019 pe pacienți internați în cadrul Secției Ortopedie-Traumatologie a Spitalului Ambroise Paré, din Paris, Franța și în Clinica de Ortopedie-Traumatologie Cluj-Napoca. În această perioadă au fost incluși în studiu 4 pacienți consecutivi, care au prezentat fracturi ale colului talusului, ce au fost tratați prin tehnica artroscopică. Calitatea reducerii a fost verificată pe radiografiile postoperatorii, din incidența antero-posterioară și laterală, iar rezultatele funcționale pe termen lung, la 1 an, ale pacienților tratați cu ajutorul acestei metode inovative au fost evaluate cu ajutorul scalei AOFAS pentru gleznă și picior.

**Rezultate.** Evaluarea radiologică efectuată postoperator a arătat o reducere anatomică a fracturii în cazul a 3 pacienți (75%) și aproape anatomică în cazul unuia (25%). La 6 săptămâni de la operație, pe radiografia de control a fost vizibil semnul Hawkins la 3 pacienți. Scorul funcțional înregistrat de lotul de pacienți, conform scalei AOFAS pentru gleznă și retropicior a fost în medie de 92,75 puncte (variind între 86–98 puncte) la 1 an de la intervenția chirurgicală. Nu s-a consemnat o diminuare semnificativă a mobilității comparativ cu membrul contralateral. Pacienții au prezentat în medie o pierdere a dorsiflexiei gleznei de 3,5°, a flexiei plantare a gleznei de 11,25°, a 4,5° de inversiune și 4,75° de eversiune. Imaginile radiografice au arătat o consolidare bună a fracturii.

**Concluzii.** Tratamentul fracturilor colului talar clasificate Hawkins II sub control vizual artroscopic a dus la rezultate foarte bune funcționale ale gleznei și piciorului, apreciate după scala AOFAS Gleznă-Retropicior.



## CONCLUZII GENERALE

- Măsurătorile radiologice arată un rezultat postoperator superior în cazul tehnicii ARIF pentru fractura platoului tibial extern față de metoda clasică. Durata spitalizării este redusă semnificativ în cazul pacienților tratați prin metoda artroscopică.
- Analiza cu elemente finite și construcția modelului 3D al condilului femural extern prin procedeul reverse engineering au permis obținerea unor rezultate de mare precizie în cazul simulărilor biomecanice. Tehnica de fixare cu 3 șuruburi dintre care 1 șurub «antialunecare» conferă o rigiditate mai apropiată de placa LCP față de metoda cu 3 șuruburi paralele.
- Tehnica de tratament a fracturilor colului talar sub control artroscopic prezintă avantaje importante față de tehnicile clasice, cum ar fi o vizualizare bună intraoperatorie a calității reducerii și posibilitatea diagnosticării și tratamentului simultan al leziunilor asociate articulare..
- Rezultatele menționate ale studiilor întreprinse subliniază necesitatea folosirii de rutină a artroscopiei în tratamentul leziunilor traumatice articulare, utilitatea ei fiind incontestabilă.

## ORIGINALITATEA ȘI CONTRIBUȚIILE INOVATIVE ALE TEZEI

- Metoda ARIF reduce durata spitalizării, scade costurile îngrijirii și crește acuratețea reducerii fracturii platoului tibial, reducând și expunerea intraoperatorie la radiații ionizante atât a pacientului, cât și a echipei chirurgicale.
- Studiul epidemiologic al fracturilor platoului tibial în centrul regional Cluj-Napoca desfășurat pe o lungă perioadă de timp a permis identificarea factorilor de risc asociați acestei patologii în regiunea Nord-Vest a României
- Realizarea prin analiză cu elemente finite și prin reverse engineering a accesoriului original de testare, a asigurat precizia testelor de solicitare mecanică
- Primul studiu mecanic ce compară tehnica de osteosinteză cu 3 șuruburi, din care unul antialunecare, cu plăcile angular stabile.
- Descrierea în premieră a metodei de tratament sub control asistat artroscopic al reducerii și fixării fracturilor colului talar și prezentarea rezultatelor funcționale pe o serie consecutivă de pacienți.
- Extinderea utilizării metodei minim invazive la fracturi complexe ale corpului talar, asociate cu luxații peritalare, cu rezultate încurajatoare.

---

SUMMARY OF THE DOCTORAL THESIS

# Arthroscopic management of traumatic articular lesions

---

PhD student **Ciprian-Alin Bardaş**

---

PhD Supervisor Prof.dr. **Gheorghe Tomoaia**

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA

# TABLE OF CONTENTS

<b>INTRODUCTION</b>	15
<b>CURRENT STATE OF KNOWLEDGE</b>	
<b>1. Current aspects of articular anatomy and physiology</b>	19
1. 1. Articular cartilage	19
1. 2. Meniscus	22
1. 3. Ligaments	24
1. 4. Synovial membrane and articular capsule	26
<b>2. Traumatic articular lesions</b>	27
2. 1. Chondral and osteochondral lesions	27
2. 2. Meniscus lesions	28
2. 3. Ligament lesions	30
<b>3. Traumatic articular lesions diagnosis</b>	31
3. 1. Clinical examination	31
3. 2. Imagistic examination	31
3.2.1. Radiography	31
3.2.2. Ultrasonography	31
3.2.3. Computed tomography	32
3.2.4. PET-CT	32
3.2.5. Magnetic resonance imaging	33
<b>4. Traumatic articular lesions treatment</b>	35
4. 1. Chondral and osteochondral lesions	35
4.1.1. Articular cartilage lesions healing	35
4.1.2. Functional treatment	35
4.1.3. Medicamentous treatment	35
4.1.4. Surgical treatment	36
4.1.5. Trends and priorities	37
4. 2. Meniscus lesions	38
4.2.1. Meniscus lesions healing	38
4.2.2. Meniscectomy	39
4.2.3. Meniscus repair	39
4.2.4. Meniscus reconstruction – meniscal transplant and substitutes	40
4. 3. Ligament lesions - healing possibilities and therapeutic management	41

## **PERSONAL CONTRIBUTION**

<b>1. Background/objectives</b>	47
<b>2. Study 1. Arthroscopic management of tibial plateau fractures</b>	49
2.1. Introduction	49
2.2. Background/objectives	50
2.3. Tibial plateau fractures risk factors	51
2.4. Comparative study of tibial plateau fractures reduction: arthroscopic method versus open method	55
2.5. Particular cases	74
2.6. Conclusions	81
<b>3. Study 2. Computer-aided mechanical characterization of various osteosynthesis materials used in the treatment of tibial plateau fractures</b>	83
3.1. Introduction	83
3.2. Hypothesis	84
3.3. Material and method	84
3.4. Results	95
3.5. Discussions	97
3.6. Conclusions	99
<b>4. Study 3. Functional results of arthroscopic treatment of traumatic articular cartilage lesions</b>	101
4.1. Introduction	101
4.2. Hypothesis	102
4.3. Material and method	103
4.4. Results	108
4.5. Discussions	110
4.6. Particular clinical cases	113
4.7. Conclusions	117
<b>5. Studiul 4. Arthroscopic management of talar fractures</b>	119
4.1. Introduction	119
4.2. Hypothesis	121
4.3. Material and method	121
4.4. Results	126
4.5. Discussions	127
4.6. Particular case	129
4.7. Conclusions	130
<b>6. General conclusions</b>	131

<b>7. Originality and innovative contributions of the thesis</b>	135
<b>ANNEXES</b>	137
<b>REFERENCES</b>	139

**KEYWORDS:** ARIF, chondropathy, mosaicplasty, mechanical characterization of osteosynthesis materials, arthroscopic management of tibial plateau fractures, arthroscopic management of talar neck fractures

## **INTRODUCTION**

Traumatic joint injuries are complex injuries, often severe, affecting the articular cartilage, subchondral bone, meniscus, ligaments, joint capsule. There are lesions whose management is difficult, the results obtained are not being the expected ones, due to an incorrect diagnosis and treatment and due to their severity.

The progress made lately is important especially in the diagnostic stage, through the use of high precision investigations (CT, arthro-CT, MRI, arthro-MRI). However, most of the time, the treatment only addresses the fracture, the most obvious lesion, the ligament or meniscal lesions are being neglected, which determines, in time, a lower functional capacity or even the progression to arthritic degeneration of the joint, a formidable, disabling complication that profoundly affects patient's quality of life.

The use of arthroscopy, a minimally invasive method, allows a complete diagnosis of joint injuries, but also the possibility of concomitant repair. The patient enjoys the benefits of minimally invasive surgery: rapid recovery of joint mobility, reduced complications, reduced hospitalization.

Minimally invasive treatment of traumatic joint injury is still a great challenge for orthopedic surgeons everywhere. The high difficulty of the surgeries, the longer time required to perform the operation, the prolonged learning curve, the limited possibilities of fixation, determines a rare use of it.

## PERSONAL CONTRIBUTION

### Study 1. Arthroscopic management of tibial plateau fractures

**Introduction.** The treatment of proximal tibia fractures is classically done through a more extensive approach, but this can lead to damage of bone vascularization, but also to the occurrence of local complications of the soft tissues. Defects in the reduction of the joint surface are often encountered, which subsequently cause arthritic degeneration of the joint. Recently, minimally invasive techniques have been introduced in medical practice, which aim to reduce complications and maximize functional results. Arthroscopically assisted surgery aim is to get a good fracture reduction and stable internal fixation with screws inserted percutaneously.

**Hypothesis.** The main goal of the present study was to compare the accuracy of reduction of tibial plateau fractures treated by the arthroscopic reduction control method compared to the classical, open method.

**Material and method.** We conducted a multicenter, interventional, retrospective study that included patients with a diagnosis of proximal tibia fracture classified Schatzker I, II, III. The study took place between January 2011 and August 2018. The 81 studied patients were divided into two groups: A. patients who benefited from the classic intervention (n = 69); B. patients who benefited from arthroscopic control of fracture reduction (n = 12). Patients older than 18 years, diagnosed with tibial plateau fracture type I, II, III were included in the study. The following variables were analyzed: age, sex, background, type of surgery, duration of surgery, length of hospitalization, 24-hour postoperative pain, the complexity score of the intervention, use of bone substitutes or iliac grafts, complications, radiological investigations (CT, MRI), initial and post-interventional hemoglobin values, leukocytes, vital parameters. Radiographs performed at admission were used to measure the degree of depression of the fracture (mm). On the postoperative radiographs from the antero-posterior and antero-lateral incidence, the degree of remaining post-interventional depression (mm) was measured.

**Results.** The duration of hospitalization of patients in group A was on average 11.48 days compared to 5.50 days in group B ( $p < 0.001$ ). The duration of surgery in patients belonging to group A was on average 77.54 minutes compared to 108.75 minutes on average for a surgery of a patient belonging to group B ( $p = 0.003$ ). The 24-hour postoperative pain monitored using the VAS scale was 4.71/10 patients belonging to group A and 5.17/10 points in the case of patients in group B ( $p = 0.147$ ). The initial degree of separation and depression of the fractured external tibial plateau ("initial gap") was on average 8.10 mm ( $\pm 2.03$  mm) in group A and 6.52 mm ( $\pm 1.17$  mm) in group B ( $p = 0.001$ ). The measurements revealed a postoperative "remaining gap" of 4.88 mm on average for patients belonging to group A compared to 2.03 mm on average for patients belonging to group B ( $p < 0.001$ ). The 6-month functional

outcomes of patients treated by the arthroscopic method were very good according to the Rasmussen score.

**Conclusions.** The residual postoperative depression of the external tibial plateau is significantly higher in patients treated using the conventional method. The duration of hospitalization is significantly reduced for patients treated by the arthroscopic method. Postoperative pain at 24 hours does not differ significantly in the 2 studied groups.

## **Study 2. Computer-assisted mechanical characterization of the various osteosynthesis materials used in the treatment of tibial plateau fractures**

**Introduction.** In order to achieve a minimally invasive treatment of tibial plateau fractures, their fixation is necessary to be performed with screws inserted percutaneously, through small incisions, under arthroscopic and fluoroscopic control.

**Hypothesis.** The primary objective of this study is to analyze in terms of mechanical properties whether the osteosynthesis of tibial plateau fractures with 3 screws inserted percutaneously is comparable to that performed with the LCP plate and superior to the osteosynthesis with 2 parallel screws.

**Material and method.** For the uniformity of the biomechanical tests, it was necessary to manufacture an original test accessory, equivalent to the distal femur, through which the mechanical stress actually occurs. The fourth generation of tibia composite models, produced by Pacific Research laboratories, were purchased, which were prepared for testing on the universal machine (Instron 3366). The choice of the artificial tibia model was based on their strength and rigidity very close to the measured values for natural bones, having the advantage of less than 10% variability between specimens. Composite tibial experimental models have been "fractured" by laser cutting. The reduction and fixation of composite models was then practiced, according to the current technique of osteosynthesis of the external tibial plateau, practiced by an orthopedic surgeon with experience in the field. The processed models were divided into 4 study groups. Group 1 - LCP plate with 7 locked screws 5 mm diameter, made of titanium alloy (CHM® 7.0ChLP proximal lateral tibial plate), representing the control group. Group 2 - 2 cannulated screws 6.5 mm diameter arranged in parallel, made of titanium alloy. Group 3 - 3 parallel cannulated screws 6.5 mm diameter. Group 4 - 3 cannulated screws 6.5 mm diameter, of which 2 parallel and one at an angle of about 15° to the joint surface. Mechanical characterization was performed on the universal two-column test machine.

**Results.** At low load values supported by the lateral tibial plateau (40-50 N), all techniques ensure comparable levels of rigidity. In the whole range of values of applied forces, the technique of plate and screws ensures the highest level of rigidity, while the 2-screw technique ensures the lowest level of rigidity. The proposed technique for

evaluation with 3-screws, of which one anti-glide ensures a clearly superior rigidity compared to the 2-screw method, especially on the start area of the load (0-200N).

**Conclusion.** The best mechanical strength is recorded by the LCP plate, over the entire range of values of the applied forces, while the 2-screw technique provides the weakest stability. The 3-screw technique, of which one anti-gliding, provides a closer rigidity to the LCP plate than the 3-parallel screw method.

### **Study 3. Functional results of arthroscopic treatment of traumatic articular cartilage injuries**

**Introduction.** Recent years have seen remarkable progress in the treatment of focal lesions of articular cartilage, but the definitive solution is still far from being found, which is why many studies are currently underway on this topic. Of the used methods in recent medical practice, none has fully proved its superiority over the other proposals.

**Hypothesis.** The main objective of this study was to determine which method of surgical treatment currently used in Orthopaedics- Traumatology Clinic Cluj-Napoca, a regional reference center in the treatment of osteoarticular diseases, ensures the greatest satisfaction to the patient diagnosed with chondral lesion.

**Material and method.** We conducted a parallel, observational comparative monocentric study. The study included the patients of the Cluj-Napoca Orthopedics-Traumatology Clinic, admitted between January 2013 and June 2018. A number of 512 patients were included in the research. We divided the patients into 4 study groups (I-IV), depending on the surgical technique used: Group I - patients with mechanical debridement of the cartilage lesion, Group II - patients who underwent microfractures, Group III - patients who underwent autologous osteochondral transplantation, Group IV - patients who benefited from the application of collagen membranes over subchondral microfractures, Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC). IKDC scores (International Knee Documentation Committee subjective and objective) preoperatively and postoperatively at 6 months were compared for the 4 study groups. The differences between the postoperative values at 6 months between the study groups were analyzed.

**Results.** All the 4 groups of patients obtained an increase in subjective postoperative IKDC scores compared to preoperative values ( $p < 0.01$ ). Patients included in group IV had lower values of the subjective preoperative IKDC score, compared to group I ( $p < 0.001$ ), group II ( $p = 0.01$ ) and group III ( $p = 0.037$ ). Moreover, no statistical differences were identified between subjective postoperative IKDC scores between groups ( $p > 0.05$ ). The highest increase was observed in group IV ( $p < 0.0001$ ), which, starting from the lowest preoperative values of the functional scores, manage to improve them the most compared to patients in groups I and II.



**Conclusions.** Patients with chondral lesions classified Outerbridge III or IV who benefited from repair procedures, obtained superior results in the functional tests at 6 months postoperatively in the case of AMIC and OAT techniques compared to microfracture repair techniques and mechanical debridement.

## **Study 4. Arthroscopic management of talar fractures**

**Introduction.** The obtained results in this type of fractures correlate with the severity of the trauma, the complications are numerous and consist in the appearance of avascular bone necrosis, joint stiffness and post-traumatic osteoarthritis, even in the case of fractures with minimal displacement, term avoided in the scientific community. The gold standard for the treatment of displaced talus fractures is open reduction and firm osteosynthesis, but is associated with an increased risk of soft tissue damage due to the extended approach, difficult access to fractured fragments and reduced intraoperative visibility.

**Hypothesis.** The main objective of this study is to demonstrate that new techniques for reducing fractures under arthroscopic control (ARIF) can also be successfully used in the treatment of talar neck fractures.

**Material and method.** We conducted a multicenter interventional study between 2011-2019 on patients admitted in the Orthopedics-Traumatology Department of the Ambroise Paré Hospital in Paris, France and in the Orthopedics-Traumatology Clinic Cluj-Napoca. During this period, 4 patients were included in the study, who presented fractures of the talus neck, which were treated by arthroscopic technique. The quality of the reduction was confirmed on postoperative radiographs, antero-posterior and lateral incidence, and the long-term functional results, at 1 year, of treated patients with this innovative method were evaluated using the AOFAS ankle and foot scale.

**Results.** Radiological evaluation performed postoperatively showed an anatomical reduction of the fracture in 3 patients (75%) and almost anatomical in one (25%). At 6 weeks after surgery, the Hawkins sign was visible on 3 control radiographs in 3 patients. The functional score according to the AOFAS ankle and foot scale was on average 92.75 points (ranging from 86–98 points) at 1 year after surgery. There was no significant decrease in mobility compared to the contralateral limb. Patients had an average loss of ankle dorsiflexion of 3.5°, 11.25° of plantar flexion of the ankle, 4.50° of inversion and 4,75° of eversion. Radiographic images showed good fracture consolidation.

**Conclusion.** The treatment of talar neck fractures classified Hawkins II under arthroscopic visual control led to very good functional results of the ankle and foot, assessed by the AOFAS ankle and foot scale.

## GENERAL CONCLUSIONS

- Radiological measurements show a superior postoperative result in the case of the ARIF technique for fractures of the external tibial plateau compared to the classical method. The duration of hospitalization is significantly reduced in patients treated by the arthroscopic method.
- The finite element analysis and the design of the 3D model of the external femoral condyle through the reverse engineering procedure allowed to obtain high precision results in biomechanical simulations. The 3-screw technique, of which 1 anti-glide, provides a closer rigidity to the LCP plate than the 2 or 3-parallel screw method.
- The treatment of the talar neck fracture under arthroscopic control presents significant advantages over traditional techniques, such as a good intraoperative visualization, superior reduction and the possibility of simultaneous diagnosis and treatment of associated joint injuries.
- The results of the undertaken studies emphasize the need for routine use of arthroscopy in the treatment of traumatic joint injuries, its usefulness being recognized.

## ORIGINALITY AND INNOVATIVE CONTRIBUTIONS OF THE THESIS

- The ARIF method reduces the duration of hospitalization, reduces the cost of care and increases the reduction accuracy of the fracture of the tibial plateau, reducing the intraoperative exposure to ionizing radiation of both the patient and the surgical team.
- The epidemiological study of tibial plateau fractures in Cluj-Napoca, carried out over a long period of time allowed the identification of risk factors associated with this pathology in the North-West region of Romania.
- The construction of the original test accessory, using finite element analysis and reverse engineering, ensured the accuracy of the mechanical stress test.
- The first mechanical study comparing the 3-screw osteosynthesis technique, of which 1 anti-glide, with angular stable plates.
- A novel surgical technique of arthroscopic assisted reduction of talar neck fractures; functional results on a consecutive series of talar fractures ARIF treated
- Extending the use of the minimally invasive method to complex fractures of the talar body, associated with peritalar dislocations, with encouraging results.