



UNIVERSITATEA „LUCIAN BLAGA” SIBIU  
FACULTATEA DE MEDICINĂ „VICTOR PAPILIAN” SIBIU

## REZUMAT

### TEZA DE DOCTORAT

# TIJA RETROGRADA - METODA MODERNA DE OSTEOSINTEZA A FRACTURILOR EXTREMITATII DISTALE A FEMURULUI

DOCTORAND  
*Dr. DAN PUTINEANU*

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT  
*Prof. Univ. Dr. IOAN BAIER*

**SIBIU**  
2012

## CUPRINS

### MOTIVATIE

#### PARTEA GENERALA

Capitolul 1. Fracturile extremitatii distale de femur

Capitolul 2. Fracturile extremitatii distale a femurului – metode moderne de osteosinteza

Capitolul 3. Particularitati anatomice si biomecanice in tratamentul fracturilor extremitatii distale a femurului

Capitolul 4. Studii comparative mecanice ale diverselor metode de osteosinteza ale fracturilor extremitatii distale a femurului

#### PARTEA SPECIALA

Capitolul. 5 Particularitati clinice ale osteosintezei fracturilor extremitatii distale a femurului cu tija retrograda

Capitolul. 6 Studiu mecanic comparativ al fixarii fracturilor femurale distale cu placi si suruburi si tije centromedulare

Capitolul 7. Dispozitiv de reducere si fixare provizorie intraoperatorie pentru fracturile extremitatii distale de femur

Capitolul 8. Concluzii finale. Contributii personale.

Lucrarea de fata este dedicata tratamentului chirurgical al fracturilor extremitatii distale a femurului si, in mod particular, osteosintezei cu tija retrograda, din mai multe motive . In primul rand, fracturile femurului distal sunt leziuni complexe, cu un pattern variat al componentei osoase, cu leziuni asociate ale partilor moi adesea importante. Complicatiile pe termen lung apar frecvent si sunt greu de tratat. Diagnosticul, in aparenta facil, este adeseori incomplet efectuat – atat in ceea ce priveste cunoasterea amanuntita a inventarului fragmentelor osoase si a deplasarilor acestora, cat si a evaluarii corecte a leziunilor partilor moi. Varietatea implanturilor disponibile este din ce in ce mai mare, insa necunoasterea acestora in amanunt, a principiilor de tratament care trebuie urmate, a tehnicilor de reducere adecvate fiecarui tip de fractura si fiecarui tip de implant, a tehnicii de aplicare a implantului respectiv, poate duce, in final, la esec. Fiecare implant are avantajele si dezavantajele sale si poate fi mai potrivit sau nu unui anumit tip de fractura.

In consecinta, studiul amanuntit al acestei probleme si gasirea de solutii pentru ameliorarea tratamentului a constituit ideea de baza a acestei lucrari.

Am plecat de la revizuirea elementelor de anatomie si biomecanica ce intervin nemijlocit in diagnosticul si tratamentul acestei fracturi, am revizuit literatura de specialitate in ceea ce priveste comparatiile mecanice dintre diversele metode de osteosinteza. Am continuat cu analiza rezultatelor clinice in practica noastra, demonstrand care sunt punctele forte si cele slabe ale metodei in mainile noastre si am efectuat, personal, o comparatie mecanica intre cele mai noi implanturi utilizate la nivel mondial in tratamentul fracturilor extremitatii distale de femur. In cele din urma, am conceput un sistem de reducere si fixare provizorie a fracturii extremitatii distale de femur, care sa ajute chirurgul in timpul interventiei chirurgicale *sa obtina* si, mai ales, *sa mentina* reducerea fracturii pana la stabilizarea definitiva a acesteia cu implantul centromedular (la care, in opinia mea, acesta este punctul slab). Pozitionat intr-un anumit mod, dispozitivul imaginat poate fi utilizat si pentru osteosinteza paracorticala, cu placi si suruburi.

Nu in ultimul rand, lucrarea deschide drumul catre cercetari ulterioare, in ceea ce priveste folosirea navigatiei pentru reducerea si osteosinteza fracturilor extremitatii distale de

femur, precum și o eventuala atasare a dispozitivului de reducere imaginat la un robot chirurgical, care să participe la faza de reducere a fracturii, scopul fiind acela de a scădea iradierea și a crește acuratetea reducerii.

## PARTEA GENERALA

### Capitolul 1. Fracturile extremitatii distale de femur

Fracturile extremitatii distale de femur sunt leziuni puțin frecvente, dar complexe și greu de tratat. Spitalizarea prelungită, o intervenție chirurgicală dificilă, recuperarea greoaie caracterizează, pe termen scurt, această fractură. În plus, rezultatul pe termen lung al acestor leziuni este, de multe ori, nesatisfăcător, cu numeroase probleme de ordin funcțional pentru pacient, datorită leziunilor întinse de cartilaj articular, a cominutiei severe sau leziunilor asociate de parti moi.

Fracturile extremitatii distale de femur sunt *definite* ca acele fracturi care interesează ultimii 15 cm ai femurului (măsurati proximal de la interliniul articular al genunchiului), adică atât fracturile metafizei (supracondiliene) cât și fracturile suprafeței articulare (intra-articulare). Datorită similitudinii indicațiilor și tehnicilor chirurgicale, în lucrarea de față ne-am referit și la fracturile 1/3 distale a diafizei femurale.

În ceea ce privește *epidemiologia*, spre deosebire de fracturile de sold, fracturile extremitatii distale de femur sunt mult mai rare – reprezentând 7% din totalul fracturilor de femur.

Dacă ne referim la *mecanismul de producere*, cea mai mare parte a fracturilor extremitatii distale de femur apar ca urmare a unei supraîncărcări axiale exagerate, combinată cu o mișcare de valgus, varus sau rotație. Există, în principiu, două mari categorii de pacienți cu fracturi ale extremitatii distale de femur: pacienții tineri, la care fractura se produce ca urmare a unui traumatism de înaltă energie – cum ar fi căderea de la înălțime sau în timpul unui accident de circulație – și pacienții vârstnici, la care, de obicei, traumatismul este de joasă energie, în urma unei alunecări – căderi pe membrul afectat, eventual cu genunchiul flectat.

*Diagnosticul* acestei leziuni se face atât clinic, cât și prin examinări paraclinice.

În ciuda numeroaselor posibilități de diagnostic paraclinic, examenul clinic nu și-a pierdut din importanță nici în zilele noastre și trebuie efectuat sistematic. În cadrul acestuia, este deosebit de importantă examinarea membrului inferior afectat din punct de vedere circulator, precum și funcția nervoasă, senzitivă și motorie.

Radiografia de față și profil reprezintă examinarea standard atunci când avem suspiciunea unei fracturi a extremitatii distale de femur. Radiografiile oblice sunt utile pentru a căuta sistematic fractura intercondiliană nedeplasată sau cu minimă deplasare. Efectuarea radiografiilor oblice devine inutilă dacă se decide, de la început, efectuarea unei tomografii computerizate, utilă în depistarea fracturilor osteocondrale precum și a fracturilor tip Hoffa, care scapă examinării radiologice într-o proporție foarte ridicată. Deasemeni, tomografia computerizată este utilă în identificarea tuturor fragmentelor fracturii și efectuarea unui *planning* preoperator minucios.

Efectuarea unei arteriografii este indicată în unele situații particulare: dacă fractura a fost asociată cu o luxație de genunchi, dacă s-a constatat o diminuare a pulsului arterial distal, pentru decelarea unui hematom de coapsă voluminos, dacă există o sângerare activă cu sânge roșu, arterial, care se exteriorizează printr-o plagă de deschidere a fracturii.

Examinarea RMN pentru depistarea eventualelor leziuni asociate ale partilor moi nu este indicată în urgență. Dacă după stabilizarea fracturii rămâne o suspiciune ridicată de leziune ligamentară sau de cartilaj articular, efectuarea unui examen RMN în timpul doi se justifică.

## Capitolul 2. Fracturile extremitatii distale a femurului – metode moderne de osteosinteza

In ultimii 20 de ani s-au facut progrese semnificative in tratamentul fracturilor supracondiliene de femur.

Mai multi autori din numeroase centre de traumatologie au propus, utilizat si sustinut diverse materiale de osteosinteza. Concluzia este una singura: principiile de fixare interna trebuie sa fie respectate indiferent de metoda aleasa pentru stabilizare. Acestea principii sunt:

1. Reducere anatomica a suprafetei articulare a femurului distal
2. Fixare interna stabila, cu restabilirea axului anatomic al femurului
3. Dezinsertie minima a partilor moi
4. Mobilizare activa cat mai rapida postoperator a membrului afectat

Raman in continuare numeroase dispute in ceea ce priveste implantul optim de fixare a fracturilor femurului distal. Fixarea stabila este adesea dificila, mai ales pentru osul osteoporotic, datorita gradului ridicat de cominutie si a capacitatii reduse a osului de retentie a materialului de osteosinteza. Utilizarea implantului potrivit nu este sinonima cu fixarea stabila. Exista cateva studii mai vechi care demonstreaza succesul clinic in tratamentul fracturilor extremitatii distale a femurului cu lama-placa. Utilizarea lor necesita insa o deperiozare intinsa si leziuni semnificative ale partilor moi, care pot afecta procesul fiziologic de vindecare osoasa. Utilizare osteosintezei centromedulare ofera avantaje biomecanice potentiale fata de placile cu suruburi, deoarece plasarea intramedulara a tijelor duce la un stress mai mic asupra implantului, avand potential pentru „load-sharing”, si, deasemeni, ele pot fi plasate cu o agresiune minima pentru partile moi.

Introducerea tijei *retrograde* in tratamentul fracturilor extremitatii distale a femurului a reprezentat o noua optiune de tratament. Aceasta tija ofera un avantaj biomecanic fata de metodele conventionale care plaseaza materialul de osteosinteza lateral de os (paracortical), datorita pozitiei sale centromedulare, si, fata de osteosinteza anterograda, ofera avantajul practic al posibilitatii de manipulare si reducere directa a fragmentului fracturar distal.

Principalele optiuni de tratament chirurgical pot fi grupate astfel:

A. Metode clasice – cu reducere sangeranda cu abord chirurgical larg, deperiozari largi, reducere anatomica, stabilizare paracorticala, uneori necesitand grefa osoasa pentru defectul supracondilian rezultat in urma reducerii, sangerare moderata spre abundenta, necesitand frecvent transfuzia de sange (lama placa, DCS, placile mulate)

B. Metode centromedulare – fara abordul direct sau cu abordul minim al focarului de fractura, fara deperiozari largi, reducere indirecta, stabilizare centromedulara, nu necesita grefa de os, sangerare mica, nu necesita, de cele mai multe ori, transfuzie sanguina (tija anterograda de femur, tija retrograda de femur)

C. Placi cu stabilitate angulara - introduse paracortical miniminvaziv sau cu deschiderea partiala a focarului de fractura intercondilian (LCP – cale de abord clasica, deschisa, LISS – stabilitate angulara monoaxiala, abord miniminvaziv, NCB – placa cu stabilitate angulara si suruburi poliaxiale).

**Clasificarea** cea mai utilizata in prezent pentru fracturile oaselor lungi este clasificarea AO, folosita si in lucrarea de fata. Ea imparte fracturile extremitatii distale de femur in fracturi extra-articulare (tip A), partial articulare (tip B) si articulare complete (tip C). Lucrarea prezinta optiunile de tratament chirurgical pentru fiecare tip de fractura a extremitatii distale de femur .

In continuare este descrisa **tija retrograda folosita** in Clinica de Ortopedie a Spitalului de Urgenta Floreasca (tija SCN – Stryker). Din practica noastra am constatat ca principalul dezavantaj al acestui model de tija retrograda il constituie distanta mare intre apexul tijei si

primul orificiu de zavorare distala. Acest lucru face ca, de multe ori, al doilea orificiu de zavorare distala sa ajunga in focarul de fractura, atunci cand acesta este situat destul de distal.

**Indicatiile osteosintezei cu tija retrograda** sunt:

- a) Fracturile 33 - A din clasificarea AO/ASIF – extraarticulare
- b) Fracturile 33 – C1 si C2 din clasificarea AO (care au un traiect intraarticular simplu)
- c) Fracturile 33 – C3, cu traiect intraarticular complex, au o indicatie relativa (dupa alti autori, este o contraindicatie formala) pentru osteosinteza cu tija retrograda
- d) Fracturile 1/3 distale a diafizei femurale
- e) Fracturile 1/3 distale a diafizei femurale la pacienti femur anterior operat (distal - cu proteza de genunchi, proximal – DHS, tija gamma, proteza partial sau totala de sold)
- f) „genunchiul flotant” – fractura ipsilaterală de tibie proximala si femur distal, la care se poate tenta abordarea ambelor diafize prin aceeasi incizie transpatelara
- g) Fractura diafizara situata in 1/3 medie sau 1/3 distala la pacienti/paciente cu obezitate, la care gasirea punctului de intrare trohanterian pentru tija anterograda este foarte dificila
- h) Pacientul politraumatizat (metoda de osteosinteza rapida, putin invaziva, putin sangeranda)

**Contraindicatiile osteosintezei cu tija retrograda** sunt:

1. Patella baja – la care un tendon patelar prea scurt nu permite „descoperirea” punctului de intrare corect, si introducerea corecta a tijeii, in axul femurului. Aceasta trebuie apreciata corect preoperator prin efectuarea unei radiografii de profil a genunchiului controlateral
2. Flexia genunchiului de operat mai mica de 80 de grade, care ar impiedica pozitionarea corecta a pacientului pe masa de operatie, gasirea punctului de intrare si introducerea corecta a tijeii
3. Cominutia intensa a fracturii articulare sau previziunea imposibilitatii reducerii anatomice a acesteia

### **Capitolul 3. Particularitati anatomice si biomecanice in tratamentul fracturilor extremitatii distale a femurului**

Managementul fracturilor extremitatii distale a femurului asociate cu leziunile tesuturilor moi adiacente, precum si tratamentul chirurgical al acestora, presupun cunoasterea elementelor anatomice din aceasta zona si din zonele invecinate ei.

Capitolul nu isi propune, desigur, o simpla trecere in revista a elementelor de anatomie, ci are **3 obiective** :

1. Sublinierea relatiei dintre diverse structuri anatomice si fractura extremitatii distale a femurului (deplasarea fragmentelor, posibilitati de reducere a fracturii in timpul interventiei chirurgicale)
2. Relatia elementelor anatomice cu materialul de osteosinteza utilizat – tija retrograda – astfel incat sa se foloseasca o tehnica de implantare cat mai corecta si sa se evite aparitia complicatiilor prin lezarea elementelor anatomice
3. Documentarea (cu trimitere la surse bibliografice) diverselor leziuni anatomice posibile in timpul osteosintezei cu tija retrograda

Din acest motiv pe parcursul capitolului vom intalni :

**! Atentie !** - elemente anatomice la risc in timpul interventiei chirurgicale si modul in care ele pot fi lezate

**Recomandari** - modalitati practice prin care pot fi evitate leziunile elementelor anatomice, desprinse fie din consultarea surselor bibliografice, fie din experienta clinica personala

**Observatie** – observatii practice din experienta clinica personala

In aceasta parte a lucrării vor fi descrise următoarele regiuni: regiunea anterioară și posterioară a coapsei, planul osos, regiunea anterioară și posterioară a genunchiului și articulația genunchiului, care pot fi influențate în acest context. Descrierea anatomică nu va urmări stilul clasic pe sisteme, ci mai degrabă interrelațiile dintre diversele structuri.

#### **Capitolul 4. Studii comparative mecanice ale diverselor metode de osteosinteza ale fracturilor extremității distale a femurului**

Cele mai folosite implanturi pentru fixarea fracturilor extremității distale a femurului sunt: lama-placa de 95°, placa DCS (dynamic condylar screw), placile cu stabilitate angulară (tip LISS) și tija retrogradă de femur.

Rezultatele clinice obținute în utilizarea tije retrograde sunt bune, dar inserția sa în fracturile cominutive ale extremității distale de femur este dificilă, în experiența mai multor autori. O altă problemă pare să fie și stabilitatea zavoarelor distale ale tije retrograde în osul osteoporotic.

În capitolul față de s-a efectuat un studiu extensiv al literaturii de specialitate în ceea ce privește articolele publicate referitoare la studiile biomecanice comparative, legate de tija retrogradă de femur. În urma acestui demers, se remarcă mai multe tipuri de studii:

- ✓ Studiile care compară osteosinteza cu tija retrogradă cu cea cu tija anterogradă
- ✓ Studiile care compară osteosinteza cu lama-placa – DCS – tija retrogradă – placi cu stabilitate angulară în diverse combinații
- ✓ Studii care compară diverse tipuri de tije retrograde între ele.

În ceea ce privește *studiile care compară rezultatele tije anterograde cu cea retrogradă*, considerăm că acestea sunt mai puțin importante pentru lucrarea de față, întrucât indicațiile acestor două tipuri de osteosinteza sunt diferite, tija anterogradă nemaifiind, practic, folosită în tratamentul fracturilor extremității distale de femur, datorită numeroaselor complicații legate de reducerea fracturii și stabilitatea montajului. Singura indicație pentru care cele două metode de tratament se suprapun este osteosinteza centromedulară a fracturilor 1/3 distale diafizare de femur, pentru care rezultatele clinice și biomecanice ale acestor studii dau rezultate comparabile.

*Studiile care compară osteosinteza cu lama-placa – DHS – tija retrogradă – placi cu stabilitate angulară* în diverse combinații. Concluziile acestora sunt:

- selecția indicației de tratament între tija retrogradă și DCS nu ar trebui făcută pe baza severității fracturii.
- În cazul în care este selectată placa DCS pentru tratament, se recomandă o configurație cu suruburi dispersate, incluzând gaura cea mai proximală în placa, pentru a obține o rezistență superioară la torsiune și o rezistență egală la încărcarea axială – în comparație cu osteosinteza cu tija retrogradă (GSH).
- În cazul în care se selectează pentru tratament o tija retrogradă (GSH), se recomandă o configurație grupată a suruburilor, care absorb mai multă energie în timpul încărcării axiale în comparație cu osteosinteza cu placa DCS sau cu tija retrogradă cu o configurație cu suruburi dispersate.
- toate cele 3 implanturi (LISS, lama-placa și tija retrogradă) oferă o stabilitate suficientă la torsiune și o stabilitate proximală suficientă pentru a putea rezista încărcării axiale fără să cedeze.
- sistemul LISS dovedește o mai bună fixare distală, mai ales în osul osteoporotic, prin încărcare axială mai mare și energii mai mari până la cedare și o incidență mai mică a pierderii fixării în fragmentul distal.

Din analiza acestor studii s-au desprins și câteva discuții interesante. Deși nu se cunoaște încă cu exactitate echilibrul foarte fin între rigiditate și micromiscare în focarul de fractură, se

stie totusi ca micromiscarile excesive in focarul de fractura (instabilitatea) duc la pseudartroza. Pentru a permite pacientului mobilizarea precoce, micromiscarile in focarul de fractura trebuie sa fie minime. Miscarile excesive, dimpotriva, pot duce la pseudartroza, calus vicios sau ruperea implantului.

Nu am gasit studii efectuate pe modele de os osteoporotic, si de aceea rezultatele nu ar trebui extrapolate si asupra osului osteoporotic.

**Studii care compara diverse tije retrograde intre ele.** In ultimele doua decenii au fost imaginate cateva tipuri de tije retrograde, in mod special pentru fixarea fracturilor extremitatii distale a femurului. Toate acestea si-au dovedit utilitatea si eficienta clinica, dar exista putine date biomecanice care sa documenteze stabilitatea fixarii si rigiditatea mecanica a diferitelor tipuri de tije.

Din analiza studiilor gasite in literatura de specialitate s-au desprins urmatoarele concluzii: rezistenta la indoire a diverselor tipuri de tije retrograde disponibile nu pare sa fie dependenta de variatiile de design, iar rezistenta la torsiune a variat de la o tija la alta, dar aceasta nu a depins de numarul de gauri de zavorare pe care le prezinta tija

Toate evidentele duc la concluzia ca o tija retrograda supracondiliana de femur, daca este bine introdusa (tehnica corecta), va oferi o rigiditate suficienta pentru a oferi suport femurului si, deasemeni, va oferi stabilitate suficienta pe durata consolidarii osoase.

## PARTEA SPECIALA

### Capitolul. 5 Particularitati clinice ale osteosintezei fracturilor extremitatii distale a femurului cu tija retrograda

Obiectivul acestui studiu clinic a fost acela de a *evalua retrospectiv rezultatul osteosintezei centromedulare a fracturilor extremitatii distale a femurului cu tija retrograda*, pe un lot de pacienti operati in 2 Spitale de Urgenta din Bucuresti. Aceste spitale au servicii de ortopedie cu mare experienta in tratamentul fracturilor membrelor, fiind implicate in rezolvarea atat a fracturilor produse prin traumatisme de joasa energie, cat si a celor rezultate in urma traumatismelor de inalta energie (accidente de circulatie) in cadrul politraumatismelor.

In studiu au fost introduse doua loturi de pacienti :

1. 62 pacienti operati in Clinica de Ortopedie a Spitalului Clinic de Urgenta cu tija retrograda pentru o fractura a extremitatii distale a femurului intre anii 2001 – 2007
2. 71 pacienti operati in Clinica de Ortopedie a Spitalului Sf. Pantelimon intre anii 2001-2007 pentru acelasi tip de fractura.

In total, lotul studiat cuprinde 133 de pacienti cu fracturi ale extremitatii distale a femurului, la care s-a practicat osteosinteza cu tija retrograda (in perioada 2001 – 2007).

In continuare este descrisa **tehnica operatorie** utilizata la Spitalul de Urgenta Floreasca, insistandu-se pe acele aspecte, amanunte, desprinse din practica noastra si care influenteaza in mod semnificativ rezultatul interventiei chirurgicale. Este vorba de aspecte legate de pozitionarea corecta a pacientului pe masa de operatie, pozitionarea corecta, inainte de inceperea chirurgicala, a aparatului radiologic, astfel incat sa se obtina o imagine buna de fata si de profil atat in zona genunchiului dar si in zona de zavorare proximala, mai grea accesibila (mai ales pentru tija retrograda lunga, la care un sistem de ochire proximal). Sunt prezentate aspecte legate de abordul chirurgical, atat pentru fracturile extra-articulare cat si pentru fracturile intra-articulare, la care este necesara vizualizarea condililor femurali si a reducerii corecte a componentei fracturii intra-articulare. Se continua cu prezentarea tehnicii noastre de a fixa traiectele intra-articulare, astfel incat suruburile utilizate sa ne jeneze insertia ulterioara a tijei retrograde, precum si aspecte importante legate de gasirea corecta a

punctului de intrare, reducerea fracturii, introducerea tijei, zavorarea distala si proximala. In final sunt prezentate aspecte legate de ingrijirea postoperatorie a pacientilor la care s-a efectuat osteosinteza cu tija retrograda.

In continuarea lucrarii este prezentata *cazuistica din studiul nostru clinic*.

De la momentul accidentului si pana la momentul consolidarii s-au evaluat urmatoorii parametrii:

- a) timpul interventiei chirurgicale,
- b) pierderea de sange, necesitatea transfuziei de sange,
- c) gradul cominutiei,
- d) gradul deschiderii (la fracturile deschise) dupa clasificarea Gustilo si Anderson,
- e) durata consolidarii osoase, necesitatea reinterventiilor,
- f) gradul de mobilitatea al genunchiului,
- g) complicatiile.

Din cei 133 de pacienti care au fost introdusi in studiu, doar 119 dintre ei au putut fi urmariti pana la consolidarea osoasa sau reinterventia chirurgicala, pentru toti insa au fost inregistrati acei parametri ce decurg din interventia chirurgicala si din radiografia de control postoperator efectuata inainte de parasirea spitalului.

Din cei 119 de pacienti mentionati, in 15 cazuri (12.6%) a fost necesara reinterventia: 6 cazuri pentru reducere nesatisfacatoare, intr-un caz pentru a adauga o grefa osoasa (un caz cu lipsa osoasa din momentul producerii accidentului), in 5 cazuri datorita evolutiei catre pseudatroza cu deteriorarea montajului, in 3 cazuri pentru calus vicios. In lotul studiat a existat o singura complicatie septica.

**Rezultatele studiului clinic** pot fi rezumate astfel:

133 de pacienti (76 de femei – 57.14% si 57 de barbati – 42.86%) cu fracturi ale extremitatii distale a femurului au fost tratati prin osteosinteza cu tija retrograda. Varsta medie a fost de 54 de ani (intre 24 si 80 de ani).

Majoritatea pacientilor – 65.41% au suferit traumatisme de joasa energie (caderi de la acelasi nivel), restul (34.59%) fiind victima unor traumatisme de inalta energie (accidente de circulatie, cadere de la inaltime). Cu toate acestea, relativ frecvent fracturi intens cominutive ale extremitatii distale a femurului au rezultat in urma unor traumatisme relativ usoare, de joasa energie.

Conform clasificarii AO, din numarul total de fracturi : 50 (37.59%) au fost fracturi tip A1 , 37 (27.81%) au fost fracturi tip A2, 18 (13.53%) au fost fracturi tip A3 , 14 (10.52%) au fost fracturi tip C1 9 (6.76%) au fost fracturi tip C2 , (3.75%) au fost fracturi C3 .

24 de fracturi din lotul studiat au fost deschise conform clasificarii Gustilo-Anderson – tip I – 15 fracturi (11.27%), tip II – 5 fracturi (3.75%), tip III-A – 4 fracturi (3%), restul de 109 (81.95%) fiind fracturi inchise.

S-a facut deasemeni un studiu al indicatiilor speciale ale tijei retrograde :

1. Fracturile 1/3 distale a diafizei femurale la pacienti femur anterior operat : distal - cu proteza de genunchi – 1 caz, proximal – DHS, tija gamma , proteza partiala sau totala de sold -10 cazuri
2. Pacienti/paciente cu obezitate, la care punctul de intrare trohanterian pentru tija anterograda este greu de gasit, sau la care, chiar daca se gaseste corect punctul de intrare, este dificil de intrat „in axul” diafizei femurale – 15 cazuri
3. Pacienti politraumatizati – 12 cazuri
4. „Genunchiul flotant” – fractura ipsilaterală de tibie proximala si femur distal, la care se abordeaza ambele diafize prin aceiasi incizie ce traverseaza tendonul rotulian – 5 cazuri
5. Un caz special – tratamentul unei pseudartroze septice de 1/3 distale de femur, multiplu operata, cu defect osos important. Defectul osos a fost inlocuit cu un cage



executat pe masura defectului (lungime si diametru osos) si umplut cu grefa osoasa spongioasa recoltata din creasta iliaca.

In ceea ce priveste **incidentele intraoperatorii**, acestea au fost de doua tipuri: fractura intraoperatorie a femurului - incident a aparut la un singur pacient, necesitand schimbarea tijei retrograde standard cu o tija retrograda lunga, pentru a fi "pontata" si fractura iatrogena situate la varful tijei standard, si esecul in zavorarea proximala - incident intraoperator constatat la 6 cazuri, chiar si pentru tijele standard unde exista dispozitiv de ochire proximala. In toate cazurile eroarea a fost descoperita la controlul radiologic final intraoperator, si corectia a fost facuta in timpul aceleiasi interventii chirurgicale.

In ceea ce priveste **complicatiile imediate** ale osteosintezei cu tija retrograda in lotul studiat, s-au constatat urmatoarele:

A existat o singura infectie postoperatorie – artrita septica de genunchi. Nici una din fracturile deschise tratate prin aceasta metoda de osteosinteza nu a dezvoltat postoperator o complicatie septica.

Scurtarea membrului inferior operat a aparut la 5 cazuri: valoarea acesteia a fost de 1-2 cm (3 cazuri) si 3-4 cm (2 cazuri).

Procentul de pacienti care au avut un rezultat postoperator nesatisfacator din punct de vedere al reducerii fracturii – deci o reducere imperfecta - (in afara scurtarii singulare a membrului operat) a fost relativ ridicat (18%), criteriul de apreciere fiind: deviere in valgus/varus > 5 grade sau flexum/recurvatum >10 grade. Doar la 18 pacienti osteosinteza a fost reluata, in toate cazurile utilizandu-se un implant paracortical pe focar deschis (de fiecare data s-a considerat ca reducerea pe focar inchis a fost imposibila si, odata cu deschiderea focarului de fractura, este mai logica utilizarea unui implant paracortical).

In continuarea lucrarii sunt prezentate cateva cazuri (din lotul studiat) cu dezaxare postoperatorie importanta precum si discutia lor, avand in vedere faptul ca aceasta complicatie este principalul motiv pentru care metoda (osteosinteza cu tija retrograda) este criticata. Consider ca o atenta reducere preoperatorie si, eventual, utilizarea dispozitivului de reducere si stabilizare a fracturii extremitatii distale de femur prezentat in Capitolul 7. pot reduce semnificativ proportia in care apare aceasta complicatie.

Din analiza cazurilor studiate in acest lot , care au prezentat postoperator o reducere insuficienta a fracturii, putem rezuma cauzele care au dus la aceasta complicatie astfel: indicatie de utilizare a tijei retrograde (ca material de osteosinteza) pusa gresit, planning preoperator insuficient, reducere incorecta sau incompleta a fracturii inainte de introducerea tijei retrograde, tehnica chirurgicala defectuoasa, cu pierderea reducerii in timpul interventiei chirurgicale, fixare insuficienta (suruburi intercondiliene pentru fracturile tip C dupa clasificarea AO, zavoare distale si mai ales proximale insuficient numeric).

In ceea ce priveste **complicatiile tardive**, in lotul studiat au existat 12 cazuri (10.08% din cazurile urmarite pana la consolidarea osoasa) la care s-a constatat prezenta durerii anterioare de genunchi la sfarsitul perioadei de urmarire. Principala cauza a acesteia a fost protruzia intraarticulara, sub nivelul cartilajului articular, a capatului distal al tijei retrograde. A doua cauza a fost iritatiea la nivelul suruburilor de zavorare distala. O a doua complicatie tardiva a fost calusul vicios.– **valgus/varus/rotatie externa**. In ciuda pozitiei incorecte, fracturile extremitatii distale de femur la care s-a efectuat osteosinteza cu tija retrograda au tendinta de a consolida, datorita faptului ca sunt fracturi situate in zona metafizo-epifizara si osteosinteza este efectuata pe focar inchis. In cazuistica noastra 3 cazuri au fost reluate dupa un interval de 6 luni de la osteosinteza initiala, practicandu-se osteotomie de corectie si osteosinteza paracorticala.

O a treia complicatie tardiva este artroza de genunchi datorata osteosintezei, aparuta datorita migrarii distale a implantului si penetrarii capului tijei in articulatie – 1 caz in statistica noastra. Acesta a forat, practic, in cartilajul articular tibial si apoi in osul subcondral,

producand deteriorarea grava a articulatiei. Solutia aleasa in acest caz a fost extragerea tijeii zavorate si osteosinteza cu placa cu stabilitate angulara si suruburi.

**Concluziile studiului** practicii noastre de inceput au fost urmatoarele:

- Majoritatea fracturilor stabilizate cu tija retrograda (78.93%) au fost fracturi extraarticulare ( tip A dupa clasificarea AO) - metafizare simple, metafizare cu fragment intermediar sau metafizare complexe. Fracturile intra-articulare (tip C dupa clasificarea AO raman o indicatie de exceptie pentru acest tip de osteosinteza
- Proportia de tije retrograde introduse dupa ‘tehnica optima’ (cel putin 2 buloane distal, doua zavoare proximal) a fost de doar 72%
- La 12.6% dintre pacienti (15 cazuri) a fost necesara reinterventia: 6 cazuri pentru reducere nesatisfacatoare, intr-un caz pentru a adauga o grefa osoasa (un caz cu lipsa osoasa din momentul producerii accidentului), in 5 cazuri datorita evolutiei catre pseudartroza cu deteriorarea montajului, in 3 cazuri pentru calus vicios
- In 18.05 % din cazuri tija retrograda a fost utilizata pentru fracturi deschise ale extremitatii distale de femur.
- Rezultatele clinice sunt foarte bune la o proportie mare de pacienti, doar 4 prezentand postoperator o redoare secundara de genunchi (3% din lotul studiat)
- Riscul de infectie postoperatorie este foarte mic (doar 1% in lotul studiat, care include si fracturi deschise, chiar Gustillo tip III)
- Exista o proportie relativ ridicata de imperfectiuni de reducere a fracturii – 4% dintre pacienti cu membrul inferior scurtat, 18.9% dintre pacienti cu defect de reducere valg/var, flexum/recurvatum. Acest lucru se datoreaza, probabil, lipsei de experienta in utilizarea metodei (perioada de inceput)
- Exista o proportie relativ ridicata (10%) de pacienti care prezinta o durere anterioara de genunchi ca si complicatie postoperatorie tardiva

## **Capitolul. 6 Studiu mecanic comparativ al fixarii fracturilor femurale distale cu placi si suruburi si tije centromedulare**

In ultimii ani in literatura de specialitate s-a vehiculat ideea ca stabilitatea osteosintezei cu placi blocate ar fi mai mare decat cea a osteosintezei cu tija centromedulara in tratamentul fracturilor extremitatii distale de femur.

Intrucat in studiul exhaustiv al literaturii de specialitate pe care l-am efectuat nu am gasit un studiu mecanic care sa compare stabilitatea noilor tije retrograde cu suruburi distale multiplanare cu placile blocate, am imaginat, impreuna cu un colectiv de cercetatori de la Institutul National de Mecanica Fina Bucuresti un studiu mecanic in care am simulat trei tipuri de fracturi – supracondiliana simpla, supra si intercondiliana si supra si intercondiliana cu fragment intermediar – produse pe femure sintetice, la care s-a efectuat apoi osteosinteza cu 4 tipuri de implant (pentru fiecare tip de fractura in parte) – DCS (Dynamic Condilar Screw), LISS (Less Invasive Stabilisation System) pentru femurul distal, tija retrograda simpla (suruburi monoplanare) si tija retrograda moderna, cu suruburi multiplanare. S-a testat comportamentul acestor 12 montaje la sollicitari mecanice similare celor in vivo – static si dinamic - masurându-se deplasarea totală maximă, variația interstițiului fracturii și realizându-se o analiză statistică a celor 4 modele de implanturi.

Asadar, scopul prezentului studiu a fost de elucidare a aspectelor legate de rigiditatea și rezistența la oboseală a patru modele de dispozitive de fixare a fracturilor supra- și intercondiliene, în vederea facilitării alegerii modelului care conferă cea mai bună stabilitate și durabilitate.

In ceea ce priveste materialele si echipamentele utilizate, pentru teste au fost folosite un număr de 13 femururi sintetice produse de firma SYNBONE AG.

Au fost utilizate următoarele modele de implanturi:

1. Placa LISS (Less Invasive Stabilization System) – Synthes
2. Placa DCS (Dynamic Condylar Screw) – Synthes
3. Tijă retrogradă intramedulară T2, Stryker, executată din titan;
4. Tijă intramedulară supracondilară SCN (Supracondylar Nailing Sistem - Stryker), executată din oțel inoxidabil

Alegerea modelului de fractură s-a făcut astfel încât sistemele de fixare să fie solicitate în principal la încărcarea cu o forță axială. Pentru a maximiza efectul solicitării, la osteotomia supracondiliană s-a optat pentru o distanță de 10mm între marginile osteotomiei, distanță ce nu permite contactul osos direct în timpul solicitării, maximizându-se astfel efectul forței axiale. Prin secționarea modelelor femurale s-au simulat trei tipuri de fracturi supra- și intercondilare și anume:

- 1) fractură extra-articulară simplă, clasificare AO/OTA tip 33-A1 (metafizara orizontala);
- 2) fractură articulară completă simplă, clasificare AO/OTA tip 33-C1 (în formă de T cu deplasare redusă);
- 3) fractură articulară completă simplă, clasificare AO/OTA tip 33-C2 (cu un fragment metafizar “în fluture). La acest model experimental fragmentul intermediar obliga, în situația osteosintezei cu placi și suruburi, la o distanță mai mare între suruburile situate în imediata vecinătate a fracturii (proximal și distal de ea). De aici rezulta o instabilitate mai mare a montajului și o rezistență mai mică la încărcare axială, încovoiere sau torsiune. Pentru montajul care utilizează tija centromedulară (indiferent de tip), prezența fragmentului intermediar nu schimbă cu nimic situația

Pentru încercările statice s-a utilizat un echipament universal de încercare HOUNSFIELD de tip H10KT care operează asistat de un calculator extern. Pentru realizarea încercărilor statice sunt disponibile două tipuri de softuri: QMAT XT și QMAT Professional, ambele operând sub Windows Microsoft.

Echipamentul de încercare poate fi utilizat pentru determinarea comportamentului materialelor și dispozitivelor la solicitări de tracțiune, compresiune, încovoiere și forfecare. Curba caracteristică a solicitării la aplicarea forței se afișează în timp real pe monitorul calculatorului la care e cuplat echipamentul de încercare. Programul QMAT include 1157 subrutine de încercare, acestea având la bază norme internaționale și europene de determinare a proprietăților fizice și mecanice ale materialelor.

Încercarea la durabilitate a implanturilor s-a realizat cu un echipament universal de testare INSTRON 8872 cu ajutorul căruia se pot efectua încercări statice și dinamice.

Comanda echipamentului este servohidraulică, ceea ce permite realizarea de încercări la oboseală și încercări la solicitări statice (tracțiune, compresiune, încovoiere) cu viteze de lucru foarte mari.

Caracteristicile echipamentului de încercare la durabilitate sunt: viteza de lucru: de la 0,005 până la 60.000mm/min; Temperatura de lucru: de la -70°C până la 250°C; Frecvența maximă de lucru: 1 Khz; Presiune în gol: 24 bar; Presiune de lucru: 207 bar. Forma curbelor de încărcare: sinusoidal, trapezoidal, tringhiular, dreptunghiular, fierăstrău, etc.

Echipamentul poate fi utilizat pentru evaluarea rezistenței la oboseală a implanturilor în condițiile respectării cerințelor standardelor aplicabile.

Probele au fost poziționate pe masa mașinilor astfel încât capul femural să se afle în lungul axei de lucru a echipamentului de încercare, iar pentru transmiterea forței de apăsare pe capul de lucru s-a montat un mecanism cu frecare redusă care are rolul de a minimiza forțele a căror direcție nu coincide cu cea de solicitare. Sprijinirea probei în partea inferioară s-a realizat prin poziționarea condililor femurali pe elementul intermediar antifricțiune al unei proteze totale de genunchi, realizat din polietilenă de ultra înaltă densitate (UHMWPE).

Respectând aceste condiții de poziționare, fiecare probă a fost testată static nedestructiv și dinamic la 100.000 cicluri.

**Într-o primă etapă a încercărilor statice** montajele au fost testate nedestructiv la două forțe de apăsare de 500N respectiv 700N, determinându-se deplasările totale și trasându-se curbele caracteristice ale solicitării.

**A doua etapă a încercărilor statice** a constat în solicitarea montajelor cu forțe crescătoare începând de la 100N, cu un increment de 100N. Forța de apăsare maximă a fost de 800N, ceea ce corespunde unui număr total de 8 niveluri de solicitare. Pentru fiecare nivel de solicitare s-au măsurat și s-au notat atât deplasarea pe verticală a punctelor extreme lateral și medial, cât și variația interstițiului osteotomiei în 4 puncte din regiunea anterioară și 4 puncte din regiunea posterioară.

Diferențele între implanturi în ceea ce privește deplasările totale și variația interstițiului osteotomiei au fost analizate, au fost comparate curbele caracteristice ale încercărilor și au fost trasate grafice ale rigidității și deplasărilor.

Încercarea la oboseală s-a desfășurat prin controlul forței de apăsare a montajelor femurale. Forța aplicată a variat sinusoidal între o forță maximă ( $F_0$ ) și una minimă ( $F_u$ ), între ele trebuind să existe relația:  $F_u = 0,1 \cdot F_0$  - (1). Forța de apăsare maximă a fost de 500N, întrucât elasticitatea modelelor osoase nu a permis valori superioare și corespunzător acestei valori rezultă forța de apăsare minimă:  $F_u = 0,1 \cdot 500 = 50N$  - (2).

Frecvența solicitării a fost de asemenea limitată de elasticitatea modelelor utilizate, cea mai bună calibrare a mașinii fiind obținută pentru o frecvență  $f = 1Hz$  (1 apăsare/secundă). Această frecvență a condus la mărirea duratei încercărilor, dar modul de încărcare reproduce astfel solicitările ce apar în femur în timpul unei faze de pășire (sprijin pe un singur picior). Probele au fost supuse la un număr de 100.000 cicluri, după acest număr de cicluri încercarea fiind oprită, chiar dacă modelele nu s-au rupt.

Au fost testate un număr total de 13 specimene, câte unul pentru fiecare tip de implant și fiecare tip de fractură (4 implanturi x 3 tipuri de fractură) și un femur sintetic neprotezat pentru comparație. Primul rezultat al încercărilor statice este reprezentat de curbele caracteristice (forță/deplasare) ale solicitării la apăsarea cu 500N respectiv 700N. Pentru aceste încercări, au fost trasate curbele caracteristice separat pentru fiecare model de implant, pe graficele trasate introducându-se și curba corespunzătoare femurului sintetic care este utilizată ca bază de comparație.

**A doua etapă a încercărilor statice** a constat în măsurarea variației interstițiului osteotomiei în 4 puncte din regiunea anterioară și 4 puncte din regiunea posterioară precum și a deplasării pe verticală a punctelor extreme lateral și medial pentru 8 niveluri de solicitare. Evaluarea implantului s-a făcut pe baza calculului rigidității în fiecare dintre cele 4 x 2 puncte.

Analizând formula rigidității, rezultă că la aceeași forță de apăsare, este mai rigid corpul care se deformează mai puțin. Pe baza mărimii forței de apăsare și a variației mărimii interstițiului osteotomiei s-au trasat nomogramele rigidității în cele 8 puncte de măsurare pentru 200N, 400N, 600N și 800N.

Datorită deformațiilor relativ reduse s-a preferat exprimarea rigidității în  $N/\mu m$ . Pentru ușurința comparării graficele au fost scalate pe ordonată la aceeași valoare ( $60N/\mu m$ ), iar din lipsă de spațiu au fost prezentate numai nomogramele corespunzătoare forțelor de apăsare de 600N și 800N.

În urma măsurării interstițiului osteotomiei s-a constatat că deplasările absolute în zona anterioară a montajelor sunt mai mari decât cele din zona posterioară, ceea ce înseamnă că osteotomia tinde să se închidă în această zonă pe măsura creșterii forței de apăsare. O tendință similară s-a constatat la cele două plăci condilare testate, la care s-a putut observa mărirea deplasărilor în direcție opusă implantului, comportament care putea fi însă anticipat

încă dinaintea începerii încercărilor. Corespunzător acestor deplasări, rezultă o rigiditate crescută a montajului testat în zonele situate în imediata apropiere a implantului.

Pe baza măsurării deplasărilor pe verticală a punctelor extreme lateral și medial s-au trasat și diagramele de variație a poziției fragmentului/ fragmentelor de os condilar.

După realizarea încercărilor statice, *toate probele au fost testate și dinamic*. Pentru prima încercare valoarea forței se apăsare a variat sinusoidal între 90N și 900N conform relației (1), cu o frecvență de apăsare de 1Hz, însă proba astfel solicitată a cedat după realizarea unui număr de cicluri  $n=8$  cicluri, datorită deplasărilor totale foarte mari și deformării excesive a fibrei medii a osului.

Din acest motiv, forța maximă de apăsare a fost scăzută la 500N, păstrându-se frecvența de 1Hz. Înaintea începerii încercării la oboseală pentru fiecare montaj a fost determinată deplasarea totală corespunzătoare forței maxime de apăsare. Valorile determinate au fost utilizate în programul de comandă al mașinii pentru stabilirea de limite maxime/minime pentru forță și deplasare, urmând ca la depășirea lor încercarea să se oprească automat pentru protejarea probei de suprasarcini, precum și pentru a împiedica apariția unor deplasări exagerate. Folosindu-se aceste valori, implanturile au fost supuse la un număr de 100.000 de cicluri, condițiile de oprire a încercării fiind: slăbirea șuruburilor, ruperea osului/implantului, depășirea cu 25% a valorii deplasării totale determinate înaintea începerii încercării, realizarea numărului de cicluri stabilit.

După terminarea încercărilor dinamice au fost comparate deplasările totale realizate la ciclul 1 (D1) cu cele rezultate la ciclul cu numărul 100.000 (D100.000) și s-au calculat diferențele ( $\Delta D$ ). Pentru ușurința comparării s-a făcut reprezentarea grafică a diferențelor de deplasare, cele mai mari diferențe de deplasare rezultând în cazul plăcii LISS.

**Observațiile** facute în timpul studiului mecanic au fost următoarele:

- deplasările cresc la toate modelele de implanturi la trecerea de la fractura de tip 33-A1 la cea de tip 33-C2;
- comparativ cu femurul sintetic neprotezat, ambele plăci condiliene au prezentat deplasări totale mai mari, indiferent de tipul de fractură simulat;
- deplasările măsurate pentru placa LISS au fost mai reduse decât cele ale modelului DCS;
- tijele intramedulare T2 și SCN au avut deplasări totale mai mici decât femurul neprotezat la primele două modele de fractură, ceea ce înseamnă că acestea au condus la mărirea rigidității totale;
- datorită vitezei de apăsare reduse (1mm/min) pe unele dintre curbele caracteristice au apărut distorsiuni datorate fenomenului de stick-slip, care nu influențează însă rezultatele finale.

Din studiul rigidității bazat pe deplasările interfragmentare s-a constatat în primul rând că încercările la valori mici ale forțelor nu sunt concludente, de aceea acestea au fost excluse din studiul de față, iar din lipsă de spațiu au fost prezentate numai nomogramele corespunzătoare forțelor de apăsare de 600N și 800N. Studiind aceste nomograme putem face următoarele

**remarci:**

- indiferent de tipul fracturii, valorile cele mai mari ale rigidității corespund tijelor intramedulare, în speță tija SCN și tija T2;
- tija intramedulară SCN, este mai rigidă decât T2, întrucât are șuruburile proximale situate mai aproape de micul trohanter, ceea ce în opinia autorilor contribuie la creșterea stabilității în raport cu tija T2.;
- plăcuțele condilare sunt mai puțin rigide comparativ cu tijele intramedulare. Între cele două modele (LISS-DCS), pe baza deplasărilor interfragmentare deducem că modelul de plăcuță DCS conduce la obținerea unor deplasări mai reduse. Această constatare

vine în contradicție cu concluziile rezultate în urma măsurătorilor la încercarea statică, unde modelul LISS a prezentat deplasări totale mai mici

- indiferent de tipul implantului, deplasările în zona posterioară sunt mai mici. Aceste diferențe pot fi atribuite neomogenității femurilor sintetice utilizate. **Oooooo** Pe măsura creșterii forțelor de solicitare, fractura tinde să se „închidă” în direcție posterioară, fenomenul putând fi explicat prin curbarea fibrei medii și în plan sagital ;
- indiferent de modelul implantului, deplasările sunt mai reduse în apropierea implantului și cresc pe măsura distanțării de acesta. Aceasta face ca rigiditatea tijelor femurale să fie mai mare nu numai datorită poziției lor centrale, ci și datorită scăderii momentului aplicat prin reducerea brațului forței, ceea ce conduce la reducerea deplasărilor atât în plan sagital cât și în plan coronal;
- nu s-au constatat diferențe majore între rigiditățile fracturilor de tip 33-C1 și 33-C2, iar valorile obținute pentru cele patru tipuri de implanturi nu permit sintetizarea unei concluzii clare privind diferențele de stabilitate.

Pe baza măsurătorii deplasărilor pe verticală a punctelor extreme lateral și medial s-au trasat diagramele de variație a poziției fragmentului/fragmentelor de os condilar, din care se remarcă rotirea în plan frontal a condililor pentru toate modelele de implanturi. Este puțin surprinzătoare constatarea că deplasările în cazul fracturilor de tip 33-C1 și 33-C2 sunt puțin mai reduse decât la modelul 33-A1. Explicația fenomenului stă în tendința de rotire a fragmentelor condilare, rotire care contribuie și la mărirea deplasării totale.

Încercarea ciclică a montajelor, a venit în sprijinul concluziilor de la încercările statice în sensul că a demonstrat faptul că rigiditatea tijelor femurale este mai mare decât a plăcuțelor condilare. Deformațiile permanente au fost mai mici la tijele SCN și T2, comparativ cu plăcuțele condilare. Ca și la încercările statice diferențele de rigiditate între tipurile de fractură 33-C1 și 33-C2 nu a fost semnificativă, dar în cazul încercărilor ciclice valorile obținute, au indicat clar o instabilitate mai mare în cazul celui de-al treilea tip de fractură.

**In concluzie**, studiul demonstrează că utilizarea plăcuțelor condilare conduce la deplasări mai mari la locul osteotomiei decât în cazul tijelor femurale, la aceleași sarcini de solicitare. Încercările ciclice efectuate pe montajele femurale, au demonstrat încă o dată rigiditatea sporită a tijelor SCN și T2, întrucât pentru acestea deformațiile permanente au fost mai reduse comparativ cu cele ale plăcilor condiliene.

## **Capitolul 7. Dispozitiv de reducere și fixare provizorie intraoperatorie pentru fracturile extremității distale de femur**

În urma studiului biomecanic efectuat am ajuns la concluzia că tija retrogradă este, in vitro, o metoda de osteosinteza mai stabilă decât placa paracorticală, fie că ea este blocată sau nu. Asadar, cel puțin din acest punct de vedere, utilizarea tijei retrograde pare să fie mai avantajoasă în osteosinteza fracturilor extremității distale de femur..

În urma studiului clinic efectuat am ajuns la concluzia că, și din acest punct de vedere, tija retrogradă are numeroase avantaje: timp scurt al intervenției chirurgicale, sangerare redusă, intra și postoperator, rată mare de consolidare.

Una din dificultățile cele mai mari în utilizarea tijei retrograde ca metoda de stabilizare a fracturii extremității distale de femur este reducerea corectă, de la început, a fracturii, precum și menținerea acestei reduceri pe toată durata intervenției chirurgicale, până la zavorarea bipolară, definitivă. Încercările de a reduce fractura cu ajutorul tijei sunt sortite, de cele mai multe ori, eșecului, și doar o mare experiență chirurgicală în general și în utilizarea acestui implant în particular permite chirurgului o reducere secundară a fracturii, în timpul introducerii tijei.

Din acest motiv apare logica necesitatea utilizării în timpul intervenției chirurgicale a unui dispozitiv de reducere și stabilizare intraoperatorie a fracturii extremității distale de femur, care să răspundă următoarelor necesități identificate în practică:

- 1) posibilitatea manevrării libere și independente a condililor femurali, întrucât aceștia urmează deplasări în grade diferite – separare, rotație posterioară, translație antero-posterioară, eventual valgizare/varizare
- 2) posibilitatea compresiunii interfragmentare a celor doi condili femurali – în cazul în care traiectul de fractură intercondilian este unic și suprafețele fracturii stabile, cu os de bună calitate
- 3) posibilitatea apropiării și poziționării corecte, față în față, a celor doi condili femurali – în cazul în care traiectul de fractură intercondilian este cominutiv iar compresiunea interfragmentară ar produce modificarea anatomiei normale a masivului condilian femural
- 4) stabilitate suficientă a montajului după obținerea reducerii corecte – astfel încât manevrele de introducere a tijei retrograde să nu compromită reducerea obținută la începutul intervenției chirurgicale

În colaborare cu colectivul de cercetare-proiectare al INCDMF București am conceput și proiectat un dispozitiv care să îndeplinească aceste cerințe. El are următoarele **componente** :

- două fișe de fixator extern, obișnuite, care se introduc dinspre lateral și superior, percutanat, în cei doi condili femurali.
- două bare laterale prevăzute cu dispozitive de orientare în care sunt introduse cele două fișe de fixator extern. Aceste « nuci » au trei grade de libertate și au reprezentat partea cea mai dificilă în procesul de proiectare. Fiecare « grad » de libertate poate fi ajustat și blocat cu câte o rozetă de fixare
- bara centrală, de interconectare, pe care barele laterale pot glisa independent și pot fi blocate separat. Ea permite fie compresiunea interfragmentară, fie apropierea și menținerea în poziție corectă a condililor femurali până la introducerea tijei retrograde.

Proiectarea și execuția acestui dispozitiv de reducere a fracturii extremității distale de femur nu a fost deloc simplă. Cea mai mare dificultate am întâmpinat-o la găsirea soluției de proiectare pentru ca dispozitivul să aibă 3 grade de libertate, astfel încât condilul femural să poată fi rotat în 3 planuri iar reducerea fracturii intercondilieni să fie perfectă.

În continuare sunt descrise și ilustrate schematic **etapele de utilizare** a dispozitivului de reducere a fracturii extremității distale de femur, luând ca exemplu o fractură supra și intercondiliană varianta 33 C1 după clasificarea AO.

În concluzie, dispozitivul imaginat și executat împreună cu colectivul de cercetători de la Institutul Național de Mecanica Fină este un instrument util pentru reducerea și stabilizarea fracturii extremității distale de femur. În utilizarea lui însă trebuie respectate etapele prezentate în acest Capitol.

## **Capitolul 8. Concluzii finale. Contribuții personale.**

Lucrarea de față reprezintă o prezentare exhaustivă a problemei fracturii extremității distale de femur. Fracturile femurului distal sunt leziuni complexe, cu un pattern variat al componentei osoase, cu leziuni asociate ale părților moi adesea importante (musculare, ligamentare, meniscale, capsulare și chiar tegumentare în fracturile deschise)

Complicațiile pe termen lung sunt frecvente și greu de tratat – cel mai bun tratament rămânând, desigur, prevenția apariției acestora, adică un tratament inițial adecvat

Diagnosticul, în aparență facil, este adesea incomplet efectuat – atât în ceea ce privește cunoașterea amănunțită a inventarului fragmentelor osoase și a deplasărilor acestora, cât și a

evaluării corecte a leziunilor partilor moi a caror importanță în succesul tratamentului este adeseori uitată.

Variatatea implanturilor disponibile este din ce în ce mai mare și da chirurgului liniște în ceea ce privește posibilitățile de tratament. În schimb, necunoașterea acestora în amănunțime, a principiilor de tratament care trebuie urmate, a tehnicilor de reducere a fracturii adecvate fiecărui tip de implant, a tehnicii de aplicare a implantului respectiv poate duce, în final, la eșec. Fiecare implant are avantajele și dezavantajele sale și poate fi mai potrivit sau nu unui anumit tip de fractură.

În consecință, studiul amănunțit al acestei probleme și găsirea de soluții pentru ameliorarea tratamentului a constituit ideea de bază a acestei lucrări.

**Concluziile** lucrării de față sunt următoarele :

- Există numeroase elemente de anatomie a caror cunoaștere amănunțită ajută la o bună reducere a fracturii și la o corectă execuție a tehnicii chirurgicale de osteosinteză cu tija retrogradă a femurului
- Cunoașterea sau, dimpotrivă, necunoașterea a numeroase amănunți legate de anatomia loco-regională (pe care le-am remarcat în practică îndelungată a acestui tip de osteosinteză) pot duce la un rezultat final foarte bun sau, dimpotrivă, la multiple complicații
- În cazul în care este aleasă pentru tratament placa DCS, se recomandă o configurație cu suruburi dispersate, incluzând gaura cea mai proximală în placă, pentru a obține o rezistență superioară la torsiune și o rezistență egală la încărcarea axială – în comparație cu osteosinteză cu tija retrogradă.
- Placa DCS cu suruburi dispersate are cea mai mare rigiditate rotațională (în comparație cu placa DCS cu suruburi grupate, tija retrogradă cu suruburi grupate sau tija retrogradă cu suruburi dispersate)
- Sistemul LISS, lama-placă și tija retrogradă oferă o stabilitate suficientă la torsiune și o stabilitate proximală suficientă pentru a putea rezista încărcării axiale fără să cedeze.
- Sistemul LISS dovedește o mai bună fixare distală, mai ales în osul osteoporotic, prin încărcare axială mai mare și energii mai mari până la cedare și o incidență mai mică a pierderii fixării în fragmentul distal.
- În ceea ce privește micromiscările și rigiditatea montajului, tija centromedulară (IM) retrogradă are o rigiditate semnificativ mai mare și o cantitate semnificativ mai mică de micromiscări în focarul de fractură în timpul compresiei axiale.
- Tija retrogradă are cea mai mare stabilitate pentru fractura tip 33-A, însă are cea mai mică rezistență la oboseală în fracturile tip 33-C
- Rezistența la îndoire a diverselor tipuri de tije retrograde disponibile nu pare să fie dependentă de variațiile de design.
- Tija retrogradă supracondiliană de femur, dacă este bine plasată (introdusă), va oferi o rigiditate suficientă pentru a oferi suport femurului pe durata consolidării osoase.

Din studiul clinic efectuat au rezultat următoarele concluzii:

- Majoritatea fracturilor stabilizate cu tija retrogradă (78.93%) au fost fracturi extraarticulare (tip A după clasificarea AO) - metafizare simple, metafizare cu fragment intermediar sau metafizare complexe. Fracturile intra-articulare (tip C după clasificarea AO) rămân o indicație de excepție pentru acest tip de osteosinteză, dat fiind pericolul deplasării sau chiar eclatării traiectului de fractură intercondiliană odată cu introducerea tijei retrograde)
- Proportia de tije retrograde introduse după 'tehnica optimă' (cel puțin 2 buloane distale, două zavoare proximale) a fost de doar 72%



- La 12.6% dintre pacienti (15 cazuri) a fost necesara reinterventia: 6 cazuri pentru reducere nesatisfacatoare, intr-un caz pentru a adauga o grefa osoasa (un caz cu lipsa osoasa din momentul producerii accidentului), in 5 cazuri datorita evolutiei catre pseudotroza cu deteriorarea montajului, in 3 cazuri pentru calus vicios
- In 18.05 % din cazuri tija retrograda a fost utilizata pentru fracturi deschise ale extremitatii distale de femur. Aceasta proportie semnificativa demonstreaza preferinta chirurgului pentru o metoda centromedulara, putin invaziva, in tratamentul unei leziuni cu risc crescut de infectie
- Rezultatele clinice sunt foarte bune la o proportie mare de pacienti, doar 4 prezentand postoperator o redoare secundara de genunchi (3% din lotul studiat)
- Rata infectiei postoperatorii este foarte mica (doar 1% in lotul studiat)
- Exista o proportie relativ ridicata de imperfectiuni de reducere a fracturii – 4% dintre pacienti cu membrul inferior operat scurtat, 18.9% dintre pacienti cu defect de reducere valg/var, flexum/recurvatum. Acest lucru se datoreaza, probabil, lipsei de experienta in utilizarea metodei (perioada de inceput)
- Exista o proportie relativ ridicata (10%) de pacienti care prezinta o durere anterioara de genunchi ca si complicatie postoperatorie tardiva

Din studiul mecanic efectuat rezulta urmatoarele concluzii:

- deplasările cresc la toate modelele de implanturi la trecerea de la fractura de tip 33-A1 la cea de tip 33-C2;
- comparativ cu femurul sintetic neprotezat, ambele placi condiliene au prezentat deplasări totale mai mari, indiferent de tipul de fractură simulat;
- deplasările măsurate pentru placa LISS au fost mai reduse decât pentru DCS;
- tijele intramedulare T2 și SCN au avut deplasări totale mai mici decât femurul nesintezat la primele două modele de fractură, ceea ce înseamnă că acestea au condus la mărirea rigidității totale;
- în cazul tuturor modelelor, variația curbei caracteristice pentru forța de 700N devine pe a doua porțiune neliniară, sugerând astfel intrarea în domeniul deformațiilor plastice a modelelor femurale;
- datorită vitezei de apăsare reduse (1mm/min) pe unele dintre curbele caracteristice au apărut distorsiuni datorate fenomenului de stick-slip, care nu influențează însă rezultatele finale.
- indiferent de tipul fracturii, valorile cele mai mari ale rigidității corespund tijelor intramedulare, în speță tija SCN și tija T2;
- plăcile condiliene sunt mai puțin rigide comparativ cu tijele intramedulare. Între cele două modele (LISS-DCS), pe baza deplasărilor interfragmentare deducem că modelul de plăcuță DCS conduce la obținerea unor deplasări mai reduse. Această constatare vine în contradicție cu concluziile rezultate în urma măsurătorilor la încercarea statică, unde modelul LISS a prezentat deplasări totale mai mici
- indiferent de tipul implantului, deplasările în zona posterioara sunt mai mici. Deplasările din zona anterioară a montajelor sunt mai mari decât cele din zona posterioară. Aceste diferențe pot fi atribuite neomogenității femurilor sintetice utilizate

### ***Contributii originale***

Prin aceasta teza de doctorat am incercat si reusit sa aduc o serie de contributii originale privind, in primul rand, alegerea tehnicii de osteosinteza cu tija retrograda in fracturile extremitatii distale de femur. In al doilea rand, proiectarea si executia dispozitivului de reducere a fracturii intercondiliene de femur va reprezenta un pas inainte in ameliorarea

tehnicii operatorii de osteosinteza cu tija retrograda pentru fracturile partial articulare sau articulare complete ale extremitatii distale de femur.

Am introdus, pentru prima oara in literatura de specialitate, in studiul mecanic comparativ cu alte metode de osteosinteza, tija retrograda T2, care ofera un plus de stabilitate montajului tija-femur fracturat.

Rata mare a incidentelor intraoperatorii si a defectelor de reducere si stabilizare intalnita in cazul utilizarii acestei tehnici poate fi ameliorata, prin utilizarea dispozitivului de reducere si stabilizare temporara, intraoperatorie, a fracturii extremitatii distale de femur. Ideea proiectarii unui astfel de dispozitiv a aparut, in mod firesc, de-a lungul perioadei de utilizare a tijei retrograde ca metoda de stabilizare a fracturii extremitatii distale de femur.

Am constatat ca tija insasi nu poate fi utilizata in mod eficient ca instrument de reducere, asa cum se intampla, de exemplu, pentru fracturile subtrohaneteriene.

Atitudinea chirurgului ortoped, atunci cand practica osteosinteza femurului distal cu tija retrograda, trebuie sa semene mai degraba cu tactica utilizata in osteosinteza cu placi cu stabilitate angulara, si anume: implantul este introdus abia dupa ce fractura este redusa. Reducerea fracturii extremitatii distale de femur, dar mai ales mentinerea acesteia pana la introducerea tijei si zavorare, este, de multe ori, extrem de dificila. Pentru unele cazuri, fractura a fost initial bine redusa, dar pe parcursul introducerii tijei, reducerea s-a pierdut.

Intrucat obtinerea imaginii de profil este dificil de obtinut, lipsa controlului repetat al reducerii a dus uneori la un rezultat final nesatisfacator. De aici au rezultat doua necesitati :

1. a codifica pozitionarea pacientului pe masa de operatie si a amplificatorului de imagine, astfel incat sa nu intimpinam dificultati in a obtine rapid si usor o imagine scopica repetata de fata si profil (si pe care am prezentat-o exhaustiv in aceasa lucrare)
2. a imagina un dispozitiv prin care reducerea fracturii, pe de o parte, sa fie mai usor de obtinut, iar pe de alta parte, sa fie mentinuta pe toata perioada introducerii tijei retrograde. Rezultatul - o rata mai mica a deficientelor de reducere a fracturii, un timp operator mai scurt, o expunere mai mica la razele X pentru pacient si pentru echipa operatorie.

Proiectarea dispozitivului de reducere a fost un proces indelungat de cautari, pentru punerea in practica a unei idei : un dispozitiv care sa dea posibilitatea manevrarii independente, in trei planuri , a celor doi condili femurali, posibilitatea obtinerea compresiei intercondiliene (in cazul fracturilor intercondiliene simple) sau mentinerea pozitiei corecte a condililor femurali (in cazul fracturilor intercondiliene complexe), pana in momentul terminarii osteosintezei. Punerea in practica s-a dovedit, insa, a fi foarte dificila. Obtinerea celor trei grade de libertate dorite pentru condiliile femurali a reprezentat un efort indelungat, iar ingenozitatea echipei de proiectare si executie de la Institutul National de Mecanica Fina a dat rezultatele dorite.

### ***Directii ulterioare de cercetare***

Lucrarea de fata va avea o continuare logica – si anume efectuarea conexiunii cu chirurgia robotica. Reducerea corecta a condililor femurali poate fi facuta, teoretic, de catre un robot chirurgical. In felul acesta, procedura este precisa si reproductibila, iar pe de alta parte, echipa operatorie se poate indeparta de zona de actiune a aparatului radiologic, avand drept consecinta o expunere semnificativ mai mica la razele X. Este cunoscut de altfel faptul ca majoritatea expunerii la razele X survine in timpul reducerii fracturii si nu in timpul insertiei tijei retrograde.

Deasemenea, producerea unui soft special dedicat fracturii extremitatii distale de femur si utilizarea pentru dispozitivele de navigatie este o alta directie posibila de cercetare. Se stie deja ca un asemenea soft exista pentru osteosinteza diafizei femurale cu placa si suruburi prin tehnica linim-invaziva. De aici si pana la osteosinteza cu tija retrograda nu mai este decat un pas, obiectivul fiind mereu acelasi : scaderea cantitativa a iradierii si reproductibilitatea interventiei chirurgicale.

# CUVINTE CHEIE

- fractura extremitate distala femur
- osteosinteza femur
- tija retrograda

# CUPRINS

MOTIVATIE .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PARTEA GENERALA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1 Capitolul 1. Fracturile extremitatii distale de femur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Introducere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Definitie .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Epidemiologie .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Mecanism de producere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Leziuni asociate si complicatii .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Diagnostic .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.1 Examenul clinic .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.2 Examine paraclinice .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2 Capitolul 2. Fracturile extremitatii distale a femurului – metode moderne de osteosinteza .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Introducere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Optiuni de tratament chirurgical .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Clasificare si indicatii de osteosinteza .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Tija retrograda de femur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Descrierea implantului .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 Indicatii si contraindicatii .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.3 Planningul preoperator .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.4 Complicatii postoperatorii .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3 Capitolul 3. Particularitati anatomice si biomecanice in tratamentul fracturilor extremitatii distale a femurului .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Introducere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Regiunea anterioara a coapsei .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Regiunea posterioara a coapsei .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Planul osos .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Regiunea anterioara a genunchiului .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Regiunea posterioara a genunchiului .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.7	Articulatia genunchiului.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8	CONCLUZIE.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4	Capitolul 4. Studii comparative mecanice ale diverselor metode de osteosinteza ale fracturilor extremitatii distale a femurului.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Introducere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Studiile care compara osteosinteza cu tija retrograda cu cea cu tija anterograda .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Studiile care compara osteosinteza cu lama-placa – DHS – tija retrograda – placi cu stabilitate angulara in diverse combinatii .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Studii care compara diverse tije retrograde intre ele. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	PARTEA SPECIALA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5	Capitolul. 5 Particularitati clinice ale osteosintezei fracturilor extremitatii distale a femurului cu tija retrograda .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Introducere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Obiectiv:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Material si metoda: .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4	Tehnica operatorie .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.1	Pozitionarea pacientului pe masa de operatie si pozitionarea aparatului radiologic .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.2	Abordul chirurgical.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.3	Fixarea traectelor articulare .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.4	Punctul de intrare .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.5	Reducere, introducerea implantului .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.6	Zavorare .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.7	Ingrijirea postoperatorie.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.5	Cazuistica:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6	Rezultate: .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.7	Indicatii speciale .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.8	Incidente intraoperatorii.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.8.1	Fractura intraoperatorie.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.8.2	Esecul in zavorarea proximala .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.9	Complicatii imediate:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.9.1	Complicatii septice.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.9.2	Scurtarea membrului inferior operat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.9.3	Reducerea imperfecta.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.10	Complicatii tardive: .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.10.1	Durerea anterioara de genunchi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.10.2	Calusul vicios.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.10.3	Artroza de genunchi datorata osteosintezei.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.11	Discutii:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.12	Concluzii:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

6	Capitolul. 6 Studiu mecanic comparativ al fixarii fracturilor femurale distale cu placi si suruburi si tije centromedulare .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1	Introducere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2	Materialele si echipamentele utilizate .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.3	Rezultatele obtinute .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.4	Discutia rezultatelor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.5	Concluzii .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7	Capitolul 7. Dispozitiv de reducere si fixare provizorie intraoperatorie pentru fracturile extremitatii distale de femur.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.1	Introducere .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.2	Descrierea dispozitivului de reducere a fracturii extremitatii distale de femur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.3	Tehnica utilizarii dispozitivului .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
8.	Capitolul 8. Concluzii finale. Contributii personale.....	143
	BIBLIOGRAFIE.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	ANEXE.....	153
	ANEXA 1 Imagini capturate in cursul experimentului biomecanic.....	153
	ANEXA 2 Planse de proiectare ale dispozitivului de reducere si fixare provizorie intraoperatorie a fracturii extremitatii distale de femur.....	157
	ANEXA 3 LISTA DE FIGURI SI TABELE.....	176