

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
CRAIOVA
ȘCOALA DOCTORALĂ**

TEZĂ DE DOCTORAT

**OSTEOSINTEZA DHS ÎN FRACTURILE
TROHANTERIENE. STUDIU BIOMECANIC
ȘI PERSPECTIVE DE AMELIORARE TEHNICĂ**

**Conducător de doctorat:
Acad. NICOLAE GORUN**

**Student - doctorand:
ADRIAN TIȚU**

**Craiova
2015**

CUPRINS

A. PARTEA GENERALĂ	1
Capitolul 1. DATE DE ANATOMIE A EXTREMITĂȚII FEMURALE SUPERIOARE	1
1.1. Date de anatomie descriptivă.....	1
1.2. Date de anatomie funcțională	6
Capitolul 2. FRACTURILE TROHANTERIENE	9
2.1. Date generale.....	9
2.2. Etiopatogenie.....	10
2.3. Clasificarea fracturilor trohanteriene și deducții anatomo-patologice.....	15
2.3.1. Date generale.....	15
2.3.2. Clasificarea Evans (1949).....	16
2.3.3. Clasificarea Boyd și Griffin (1949).....	16
2.3.4. Clasificarea Ramadier (1956).....	17
2.3.5. Clasificarea Boyd și Anderson (1961).....	18
2.3.6. Clasificarea Decoulx și Lavarde (1969)	18
2.3.7. Clasificarea Ender (1969)	22
2.3.8. Clasificarea Tronzo (1973)	22
2.3.9. Clasificarea Salama și Weissman (1973)	22
2.3.10. Clasificarea Kyle, Gustilo și Premer	24
2.3.11. Clasificarea Jensen (1980).....	24
2.3.12. Clasificarea AO/ASIF (1989).....	25
2.3.13. Clasificarea lui Parker (1977)	26
2.3.14. Clasificarea lui Georgescu și Alexa (2003).....	27
2.3.15. Clasificarea fracturilor subtrohanteriene, după Seinsheimer	27
2.3.16. Clasificarea fracturilor subtrohanteriene, după Russel-Taylor	29
2.3.17. Clasificarea fracturilor subtrohanteriene, după Müller (1991)	29
2.3.18. Clasificarea fracturilor trohanterodiafizare, după Briot (1980)	29
2.3.19. Clasificarea fracturilor extremității superioare a femurului la copil, după Boitzky (1971).....	29
2.4. Studiu clinic și imagistic	31
2.5. Conduita de tratament	34
2.5.1. Date generale.....	34
2.5.2. Alegerea momentului operator	36
2.5.3. Alegerea tipului de anestezie	37
2.5.4. Profilaxia trombozei	37
2.5.5. Antibioterapie profilactică	37
2.5.6. Alegerea implantului	38
2.5.7. Reducerea fracturii	38
Capitolul 3. OSTEOSINTEZA CENTROMEDULARĂ CU TIJE ENDER	38
3.1. Date generale.....	38
3.2. Materialul și instrumentarul necesar.....	39
3.3. Indicații	39
3.4. „Planning-ul” preoperator și pregătirea preoperatorie	41
3.5. Tehnică	41

3.6.	Managementul postoperator	47
3.7.	Discuții și rezultate	48
Capitolul 4. OSTEOSINTEZA CU DHS		50
4.1.	Date generale	50
4.2.	Material și instrumentar necesar	51
4.3.	Indicații	53
4.4.	“Planning-ul” preoperator și pregătirea preoperatorie	54
4.5.	Tehnică	54
4.6.	Managementul postoperator	62
4.7.	Discuții și rezultate	63
4.7.1.	Reducerea în varus și osteosinteza DHS	63
4.7.2.	Plasarea excentrică a șurubului de compresiune	63
4.7.3.	Alegerea unui șurub prea scurt sau prea lung	64
4.7.4.	Depășirea focarului de fractură de manșonul plăcii	64
4.7.5.	Complicații mecanice	64
B. PARTEA PERSONALĂ		66
Capitolul 1. STUDIU CLINICOSTATISTIC COMPARATIV ÎNTRE METODA ENDER ȘI METODA DHS		66
Capitolul 2. STUDIU CLINICOSTATISTIC PERSONAL ASUPRA OSTEOSINTEZEI DHS		84
Capitolul 3. STUDIUL EXPERIMENTAL		137
3.1.	Introducere	137
3.2.	Metoda cu elemente finite	140
3.3.	Generarea modelelor geometrice	141
3.3.1.	Configurația geometrică a osului coxal	142
3.3.2.	Configurația geometrică a femurului	142
3.3.3.	Modelul geometric al osului coxal	150
3.3.4.	Modelul geometric al femurului	151
3.3.5.	Modelul geometric al plăcilor diafizare	159
3.3.6.	Modelul geometric al șurubului de compresiune	162
3.3.7.	Modelul geometric al șurubului de compactare	163
3.3.8.	Modelul geometric al șuruburilor corticale	164
3.4.	Modele cu elemente finite. Cazuri de studiu	165
3.4.1.	Cazul 1 de studiu. Modelul cu elemente finite	165
3.4.2.	Cazul 2 de studiu. Modelul cu elemente finite	174
3.4.3.	Cazul 3 de studiu. Modelul cu elemente finite	185
3.4.4.	Materiale utilizate	189
3.5.	Condiții la limită. Soluționarea modelelor cu elemente finite	190
3.5.1.	Condiții de rezemare/fixare	190
3.5.2.	Sarcini de solicitare	190
3.6.	Rezultate obținute	191
3.6.1.	Cazul 1 de studiu	192
3.6.2.	Cazul 2 de studiu	196
3.6.3.	Cazul 3 de studiu	197
3.6.	Concluzii	212
Bibliografie DHS		216

Partea generală cuprinde patru capitole. În primele două capitole, sunt prezentate datele de anatomie a extremității femurale superioare și fracturile trohanteriene cu etiopatogenia lor, clasificări, studiu clinic și imagistic, conduita generală de tratament (alegerea momentului operator, alegerea tipului de anestezie, profilaxia trombozei, antibioterapia profilactică, alegerea implantului mecanic și reducerea fracturii).

Capitolul 3 prezintă osteosinteza centromedulară cu tije Ender, iar capitolul 4, osteosinteza cu șurubul dinamic de șold.

Partea personală cuprinde două studii clinice și un studiu experimental și va fi prezentată în continuare.

Cuvinte cheie: fracturi trohanteriene, osteosinteză, tije elastice, DHS.

Capitolul 1. Studiu clinicostatistic comparativ între metoda Ender și metoda DHS

În prima parte a contribuției personale, am efectuat un studiu clinico-statistic comparativ între două tehnici chirurgicale: metoda Ender și metoda DHS. Am analizat astfel, o serie de 140 fracturi trohanteriene tratate prin metoda Ender într-o perioadă de zece ani (2002-2011) și a doua serie de 129 de cazuri supuse tratamentului prin tehnica șurubului dinamic de șold (DHS) într-o perioadă de numi patru ani (2008-2011).

De la bun început, se poate observa că osteosinteza cu tije elastice Ender-Weidner, are indicații mai restrânse în ultimii ani, îndeosebi în fracturile stabile, cu traiect simplu și fracturile stabilizabile, prin reducere „anatomică” pe masa ortopedică. De asemenea, am recurs la această metodă la persoanele vârstnice, cu fracturi cominutive și comorbidități mai grave, care impun o intervenție mai rapidă, mai simplă și mai puțin hemoragică.

În perioada 2002-2011 (10 ani), am tratat prin metoda tijelor flexibile 140 de cazuri cu fracturi trohanteriene (tabel I). Este o serie selectată de pacienți cu vârsta peste 65 de ani

Repartizarea acestor pacienți pe grupe de vârstă și sexe a demonstrat o realitate cu valoare de axiomă și anume, predominența clară a fracturilor trohanteriene la sexul feminin (66,4%).

Tabel I. Fracturi trohanteriene operate prin tehnica Ender în perioada 2002-2011 (10 ani)

Grupa de vârstă	M	F	Total
65-74 ani	16	28	44
75-84 ani	20	46	66
85 ani și peste	11	19	30
Total	47 (33,6%)	93 (66,4%)	140

În foarte puține cazuri, am operat fracturi stabile. În peste 85% din cazuri, fracturile au fost cominutive și instabile. Deși tehnica a fost urmată cu multă rigurozitate în ceea ce privește cerințele sale principale, am întâmpinat unele incidente, iar numărul de complicații a fost relativ ridicat. De subliniat însă faptul că, în toată această serie de cazuri, nu s-a practicat blocajul distal. Complicațiile mecanice înregistrate sunt prezentate în imagini sugestive.

A doua serie studiată a cuprins 129 de cazuri cu fracturi trohanteriene operate prin tehnica DHS, într-o perioadă de numai patru ani (2008-2011) (tabel II).

Și în această serie, repartizarea cazurilor pe grupe de vârstă și sexe arată frecvența foarte mare la pacienții de și peste 65 de ani (118 cazuri, 91,5%) și în special la femeii (98 cazuri, 76%). Doar 11 cazuri cu fracturi trohanteriene am înregistrat în grupa de vârstă 25-64 ani (3,9%).

Tabel II. Fracturi trohanteriene operate prin tehnica DHS în perioada 2008-2011

Grupa de vârstă	M	F	Total	
25-34 ani	1	1	2	
35-44 ani	-	-	-	
45-54 ani	4	1	5	
55-64 ani	2	2	4	
65-74 ani	6	21	27	118 cazuri (91,5%)
75-84 ani	15	45	60	
85 ani și peste	3	28	31	
Total	31 (24%)	98 (76%)	129	

Din acest tabel, mai rezultă faptul că, în ultimii ani, predomină osteosinteza DHS, dar și această tehnică comportă unele incidente mecanice intraoperatorii. Rata complicațiilor este, însă, mult mai mică decât în metoda Ender, motiv pentru care o serie de autori recomandă renunțarea la metoda Ender, cu toate că s-au adus îmbunătățiri interesante și utile. În plus, costurile tehnicii Ender sunt mult mai mici, iar rezultatele obținute pot fi foarte bune și bune, dacă se realizează un blocaj distal solid al tijelor elastice.

În ansamblu, metoda Ender a dat rezultate bune și foarte bune în 119 cazuri (79%), iar metoda DHS în 118 cazuri (91,5%).

Rata complicațiilor este semnificativ mai mare după tehnica Ender, iar complicațiile posibile, prezentate la expunerea acestei metode sunt ilustrate în plin în prezentarea radiologică a cazurilor din cazuistica cercetată.

Trebuie subliniat însă că, în această serie, nu s-a folosit niciodată blocajul distal.

Capitolul 2. Studiu clinicostatistic personal asupra osteosintezei DHS

Într-o perioadă de 7 ani (2008-2014), am studiat o serie de 338 pacienți cu fracturi pertrohanteriene, tratate prin tehnica DHS. Este o serie amplă, în care planning-ul preoperator foarte riguros ne-a ajutat să adoptăm această tehnică modernă, cu respectarea strictă a timpilor intervenției chirurgicale, ceea ce a condus la obținerea unor rezultate foarte bune, în marea majoritatea a cazurilor.

În tabelul III, este prezentată cazuistica studiată, cu date complete, de la identitatea, sexul și vârsta pacienților, la numărul șuruburilor de fixare a plăcii la diafiza femurală.

În această serie, am pus accentul pe aspectele mecanice și biomecanice ale osteosintezei cu DHS în fracturile masivului trohanterian, având totdeauna în atenție erorile tehnice, incidentele și complicațiile acestei tehnici chirurgicale.

Din tabelul IV, rezultă numărul relativ ridicat al pacienților din grupa 90-100 de ani cu o medie de 91,5 ani (22 cazuri) și o frecvență de 4,5 ori mai mare la sexul feminin. De reținut însă că cel mai vârstnic pacient a fost un bărbat de 100 ani.

Tabel IV. Grupa de vârstă 90-100 ani

Numărul observației în tabel	M	F	Vârstă	Numărul observației în tabel	M	F	Vârstă
Obs.31		F	91 ani	Obs.226		F	93 ani
Obs.34		F	90 ani	Obs.230		F	91 ani
Obs.41		F	92 ani	Obs.256		F	90 ani
Obs.56		F	90 ani	Obs.264		F	90 ani
Obs.60		F	93 ani	Obs.286	M		94 ani
Obs.86		F	93 ani	Obs.290		F	92 ani
Obs.90	M		92 ani	Obs.291	M		90 ani
Obs.124		F	91 ani	Obs.297		F	90 ani
Obs.139		F	90 ani	Obs.299		F	90 ani
Obs.198		F	91 ani	Obs.322		F	90 ani
Obs.211		F	90 ani	Obs.327	M		100 ani
Nr. total cazuri = 22 (4M/18F)							
Vârsta medie a lotului = 91,5 ani							

Notă: de 4,5 ori mai frecvente la sexul feminin

Desigur că pregătirea preoperatorie și „planning-ul” implică o mare atenție și rigoare.

Din tabelul V, rezultă frecvența de peste 2,8 ori a acestor fracturi la sexul feminin (73,8%), frecvența deosebit de mare la grupa de vârstă 65-100 de ani (92,8%), cu mențiune specială pentru grupa 90-100 de ani (cu vârsta medie peste 92 ani), din care rezultă vârsta medie foarte ridicată, de 77,9 ani pentru întreaga serie.

Tabel V. Repartizarea cazurilor operate prin metoda DHS în perioada 2008-2014 (7 ani) pe grupe de vârstă și sexe

Grupa de vârstă	M	F	Total
27-34 ani	2	1	3
35-44 ani	0	0	0
45-54 ani	7	2	9
55-64 ani	11	6	17
65-74 ani	15	41	56
75-84 ani	38	124	162
85-89 ani	11	58	69
90-100 ani	4	18	22
Total	88 (26,2%)	250 (73,8%)	338

Tabelul VI cuprinde repartizarea cazurilor pe alte criterii: partea afectată, vârsta maximă, minimă și medie, starea pielii, stabilitatea fracturii – criteriu de bază în aprecierea gravității fracturilor trohanteriene și adoptarea celei mai potrivite conduite de tratament. De aceea, ne-am referit în toată analiza noastră la acest criteriu.

Capitolul 3. Studiul experimental

În cazul osteosintezei cu sistemul DHS (Dynamic Hip Screw), în fracturile trohanteriene, pot apărea complicații de natură mecanică, dacă tehnica chirurgicală nu este riguros respectată.

Din această cauză este important să se cunoască stările de tensiuni și deformații, ce apar în elementele metalice ale sistemului DHS cât și în corticala femurului.

Studiul experimental s-a realizat prin simularea numerică a osteosintezei cu sistemul DHS (Dynamic Hip Screw) în fractura pertro-hanteriana simplă, considerând două sisteme DHS și anume, două plăci diafizare având unghiul față de cilindru diferit, fixate cu 3 șuruburi corticale pe diafiză, supuse la sarcinile datorate poziției unipodale (stând într-un picior).

S-a folosit metoda cu elemente finite cu următoarele etape:

- obținerea configurației geometrice;
- generarea modelului cu elemente;
- definirea și aplicarea condițiilor la limită;
- soluționarea modelului cu elemente finite;
- postprocesarea rezultatelor.

A urmat generarea modelelor geometrice cu:

- configurația geometrică a osului coxal;
- configurația geometrică a femurului;
- modelul geometric al osului coxal;
- modelul geometric al femurului;
- modelul geometric al plăcilor diafizare;
- modelul geometric al șurubului de compresiune;

- modelul geometric al șurubului de compactare;
 - modelul geometric al șuruburilor corticale.
- S-a studiat apoi modelul cu elemente finite în trei cazuri.
Condiții la limită și soluționarea modelelor cu elemente finite:
- condiții de rezemare/fixare;
 - sarcini de solicitare.
- Rezultate obținute în cele 3 cazuri.

Concluzii

1. Fracturile masivului trohanterian constituie un vast capitol de traumatologie, în care opțiunile pentru un anumit tip de tratament, au indicații și contraindicații bine precizate.
2. Metodele de tratament chirurgical s-au diversificat semnificativ, în ultimii ani, așa încât, chirurgicalizarea crescută, în fracturile trohanteriene, este justificată prin calitatea ridicată a rezultatelor obținute, în marea majoritate a cazurilor
3. Desigur că, nu rareori, dotarea materială insuficientă și costurile ridicate limitează folosirea celor mai moderne tehnici. În acest sens, studiile comparative între diferite metode prezintă o deosebită importanță pentru specialist, care trebuie să armonizeze calitatea rezultatelor cu dimensiunea costurilor materiale.
4. Primul avantaj al tratamentului chirurgical în fracturile pertro-hanteriene este mobilizarea precoce și consecutiv, scăderea considerabilă a mortalității la pacienții vârstnici.
5. Într-un prim studiu clinic mi-am propus să fac un studiu statistic și terapeutic comparativ între două tehnici chirurgicale, metoda Ender și metoda șurubului dinamic de șold (DHS).
6. Metoda Ender rămâne o tehnică valoroasă pe plan vital și funcțional și avantajoasă pe plan economic, cu deosebire în fracturile stabile. Considerăm că tijele elastice, sunt o soluție acceptabilă și în fracturile instabile, la vârstnicii cu unele tare, care impun o intervenție simplă, rapidă și puțin hemoragică.
7. Într-o serie de 140 de pacienți cu fracturi pertrohanteriene, la care am practicat osteosinteza cu tije Ender, am obținut rezultate foarte bune și bune în 79% din cazuri, deși această metodă a avut indicații mai restrânse.
8. Rata de incidente și complicații prin metoda Ender este relativ mai mare, dar avantajele pe plan economic și social trebuie avute, nu rareori, în vedere.
9. Osteosinteza cu DHS este astăzi larg folosită în toată lumea, deși costurile ridicate limitează, nu rareori, accesul la această metodă.
10. Pe plan biomecanic, metoda DHS are avantajul de a permite impactarea focarului de fractură și alunecarea fragmentului proximal concomitent cu șurubul, după ghidajul plăcii diafizare. Fiind un sistem dinamic de

osteosintează, permite încărcarea precoce, întrucât riscul de degradare a montajului este foarte scăzut și asigură o vindecare anatomică de cea mai bună calitate.

11. În seria noastră de 129 cazuri cu fracturi pertrohanteriene (operate prin metoda DHS), procentul rezultatelor foarte bune și bune s-a ridicat la 90,1%.
12. Ambele metode de osteosintează au indicații destul de precise, la cazuri bine alese, în raport cu starea bolnavului, tipul fracturii, eventuale boli asociate, experiența echipei chirurgicale și dotarea materială.
13. Mobilizarea precoce, rata destul de mică a complicațiilor și scăderea apreciabilă a mortalității la pacienții vârstnici, este primul și cel mai mare avantaj al tratamentului chirurgical în fracturile pertrohanteriene.
14. Osteosinteza internă rigidă permite o reeducare și mobilizare precoce, precum și încărcarea imediată.
15. Deși costurile sunt relativ ridicate, osteosinteza cu DHS are multiple avantaje, motiv pentru care este utilizată larg, în toată lumea. Este un sistem dinamic de osteosintează, care conferă montajului o mare rigiditate și stabilitate, cu risc foarte mic de degradare.
16. Deși rata complicațiilor este mai mică, în comparație cu alte implante, osteosinteza DHS poate antrena câteva complicații mecanice importante.
17. Complicațiile mecanice principale sunt: penetrarea șurubului de compresiune în articulație, desprinderea plăcii de diafiză, detașarea șurubului de compresiune de manșon, ruptura șurubului de compresiune sub partea filetată, alunecarea externă excesivă a șurubului de compresiune, ruptura plăcii sub manșonul tubului, expulzia șurubului de compactare.
18. Fiecare complicație de ordin mecanic are cauze precise din punct de vedere tehnic, care trebuie cunoscute perfect, pentru a evita producerea lor.
19. De asemenea, cunoașterea cauzelor tehnice permite rezolvarea impecabilă a acestor complicații mecanice pe baza unui planning precis și complet.
20. Într-o serie personală de 129 cazuri cu fracturi pertrohanteriene operate cu DHS, am înregistrat 8,6% complicații mecanice, toate fiind reluate, cu rezultate foarte bune și bune.
21. Concluzia finală este aceea că respectarea cu strictețe a planning-ului preoperator inițial, reprezintă garanția principală a scăderii ratei de complicații mecanice și că, în cazul apariției lor, un nou planning poate asigura reluarea osteosintezei cu rezultate foarte
În urma studiului experimental s-au desprins următoarele concluzii:
22. Utilizarea unei dimensiuni mici pentru generarea modelelor matematice tridimensionale, cât și utilizarea caracteristicilor ortotropice pentru definirea materialului osos, a permis determinarea, cu acuratețe, a tensiunilor locale (zona găurilor, zonele de contact între componente, etc.).
23. Cele 3 modele matematice generate pentru acest studiu pot fi completate cu mai multe elemente anatomice (ligamente, cartilaje, criterii de cedare ale materialului etc.) și pot fi folosite pentru cercetări viitoare ale articulației

- coxofemorale, normale și cu femur fracturat, cum ar fi aplicarea în continuare a sarcinii până la cedare/ruperea unor componente;
24. În urma aplicării sarcinilor prin intermediul osului coxal și a mușchiului fesier, pentru toate cazurile de studiu, s-au determinat componentele forțelor ce au solicitat femurul în zona capului femural (centrul articulației coxofemorale): $F_x = 37,524 \text{ N}$; $F_y = -481.8 \text{ N}$ și $F_z = -1174.1 \text{ N}$, obținând forța rezultantă $F_r = 1276,54 \text{ N}$, ce acționează asupra capului femural și care este de 2,55 ori mai mare ca greutatea (în studiul prezent $G = 500 \text{ N}$). Cu aceste componente s-au determinat și unghiurile de înclinare ale rezultantei: în planul XY unghiul este de $16,35^\circ$ iar în planul YZ s-a calculat un unghi de $23,5^\circ$, verificându-se astfel teoria lui Pauwels. Din această cauză, este important ca sarcina să nu se aplice direct pe capul femural, ci prin intermediul întregii configurații osoase a articulației coxofemorale;
 25. Rezultatele obținute pentru cazul 1 arată că, tensiunea pe corticala femurului, este uniform distribuită pe mare parte a diafizei. În cazul utilizării sistemului DHS, placa diafizară face ca tensiunea dezvoltată la nivelul corticalei în zona plăcii să fie mai mică, solicitând mai mult zona diafizară situată de la șurubul al treilea în jos;
 26. Pentru ambele cazuri de studio, în care s-a simulat sistemul DHS, se observă o tensiune mare pe corticala externă a femurului, în zona găurii de prindere a celui de-al treilea șurub cortical, cel mai defavorabil fiind cazul 2. Astfel, studiul arată posibilitatea desfacerii șurubului 3 sau ruperea sa.
 27. Valorile tensiunilor ce se dezvoltă pe elementele sistemului DHS în cazul 3 sunt mai mici față de cele calculate în cazul 2.
 28. Utilizarea sistemului DHS din cazul 2 rigidizează zona extremității superioare a femurului, mai mult decât utilizarea sistemului DHS din cazul 3.
 29. Starea de tensiuni și deformații determinate, la nivelul osului spongios, este propice osteosintezei (valori ale tensiunii sub valoare de 5-8 MPa).
 30. În cazul 3, utilizarea sistemului DHS face ca, între cele 2 segmente osoase, să se realizeze un contact la nivelul corticalei transversale (în planul fracturii) rezultând o zonă locală (baza colului femural) cu o tensiune ridicată (121 MPa). În timp, această suprafață de contact (ce preia inițial din sarcină) poate să cedeze, întreaga sarcină fiind preluată de componentele sistemului DHS și prin placa diafizară, forța să ajungă și să solicite suplimentar șuruburile corticale (și zone corespunzătoare din femur) existând riscul de a se rupe șurubul (forfecare) sau șurubul să iasă din corticala femurală.
 31. În cazul 2, distribuția tensiunilor ce apar pe placa diafizară și zona găurilor corticale arată o încărcare a sistemului aproximativ simetrică, adică planul de încovoiere al femurului coincide cu planul de încovoiere al plăcii. În schimb, pentru cazul 3, se observă că tensiunea este distribuită asimetric pe placa diafizară, generând posibilitatea deplasării plăcii diafizare față de femur.