

UNIVERSITATEA DE STIINTE AGRICOLE SI
MEDICINA VETERINARA A BANATULUI TIMISOARA
FACULTATEA DE MEDICINA VETERINARA

RAPORT FINAL DE CERCETARE
CONTRACT 1075/2009

GHIDAREA REGENERARII OSOASE PERIOSTALE

COD CNCSIS: 130
ETAPA UNICA AN III: DECEMBRIE 2011

Director proiect,
Prof. Dr. Igna Cornel

OBIECTIVE (conform anexei IIa)

- 1. Studiul experimental in vivo al capacității de ghidare a regenerării osoase a periostului sub influența diferitelor forțe tensionale exercitate de mijloacele de osteosinteză**

Activități

- 1.1. Monitorizarea clinica si paraclinica a modelului animal realizat.**
- 1.2. Analiza recuperarii morfologice - comparatii imagistice ale refacerii masei osoase.**
- 1.3. Testari de laborator a rezistentei mecanice a osului.**
- 1.4. Audit financiar extern**

CUPRINS

Studiul comparativ, între câine și iepure, al transplantului heterotopic al lamboului vascularizat cortico-periostal	4
1.1. Elaborarea unor modele experimentale animale	4
1.1.1. Materiale și metode.....	4
1.1.2. Rezultate și discuții.....	6
1.1.3. Concluzii	6
1.2. Monitorizarea clinică și paraclinică a modelelor experimentale realizate	6
1.2.1. Materiale și metode	6
1.2.2. Rezultate și discuții	8
1.2.3. Concluzii	11
1.3. Analiza recuperării morfologice a masei osoase	12
1.3.1. Materiale și metode	12
înglobarea pieselor corticoperiostale	12
analiza densității osoase	14
analiza histologică	15
1.3.2. Rezultate și discuții	17
1.3.3. Concluzii	21
Vindecarea defectelor fracturale sub influența diferitelor tipuri de plăci de osteosinteză	22
2.1. Elaborarea modelului experimental animal	22
2.1.1. Materiale și metode	22
<i>evoluția vindecării defectelor fracturale consolidate cu plăci de tip DCP.....</i>	<i>22</i>
<i>evoluția vindecării defectelor osoase consolidate cu plăci de tip LC - DCP</i>	<i>25</i>
<i>evoluția vindecării defectelor osoase consolidate cu plăci de tip LCP</i>	<i>27</i>
2.1.2. Rezultate și discuții	29
2.1.3. Concluzii	29
2.2. Monitorizarea clinică și paraclinică a modelului animal realizat	30
2.2.1. Materiale și metode	30
2.2.2. Rezultate	32

<i>Examenul clinic</i>	32
fracturi stabilizate cu plăci de tip DCP	32
fracturi stabilizate cu plăci de tip LC-DCP	33
fracturi stabilizate cu plăci de tip LCP	33
<i>Examenul radioscopic</i>	34
fracturi stabilizate cu plăci DCP	34
fracturi stabilizate cu plăci de tip LC-DCP	36
fracturi stabilizate cu plăci de tip LCP	39
2.2.3. Discuții	39
2.2.4. Concluzii	40
Testarea rezistenței mecanice a oaselor vindecate, în urma stabilizării defectelor fracturale cu diferite tipuri de plăci de osteosinteză	42
3.1. Elaborarea modelului experimental animal	42
3.1.1. Materiale și metode	42
3.1.2. Rezultate și discuții	44
3.1.3. Concluzii	44
3.2. Monitorizarea clinică și paraclinică a modelului experimental realizat	44
3.2.1. Materiale și metode	44
3.2.2. Rezultate	48
<i>Monitorizarea clinică</i>	48
<i>Monitorizarea radiografică</i>	49
defect stabilizat cu placă de tip DCP	49
defect stabilizat cu placă de tip LC-DCP	53
defecte stabilizate cu placă de tip LCP	57
<i>Testarea în laborator a rezistenței mecanice a osului</i>	62
încercarea la torsiune	62
încercarea la compresiune	63
încercarea la încovoiere	65
3.2.3. Discuții	69
3.2.4. Concluzii	70
Concluzii generale	70
Bibliografie selectivă	71
Diseminarea rezultatelor	74

STUDIUL COMPARATIV, ÎNTRE CÂINE ȘI IEPURE, AL TRANSPLANTULUI HETEROTOPIC AL LAMBOULUI VASCULARIZAT CORTICO-PERIOSTAL

1.1. ELABORAREA UNOR MODELE EXPERIMENTALE ANIMALE

1.1.1 Materiale și metode

Studiul s-a realizat pe 8 câini de rasă comună și 8 iepuri *Alb New Zealand* (tabelul 1-1.1), de ambele sexe, la care sub anestezie generală (*acepromazină – ketamină – izofluran*), s-a realizat transplantul de periost.

Tabelul 1-1.1.

Valorile biologice ale animalelor luate în studiu

Iepuri				Câini			
Nr. crt	Greutate (kg)	Vârsta (luni)	Sex	Nr. crt	Greutate (kg)	Vârsta (ani)	Sex
1	2,8	9	mascul	1	21,5	5	mascul
2	2,9	9	femelă	2	23	3	mascul
3	3,4	12	femelă	3	17	3	femelă
4	3,5	12	mascul	4	25	3 ½	mascul
5	2,7	9	femelă	5	20,5	4	femelă
6	3,2	12	femelă	6	22	3	mascul
7	3,4	12	mascul	7	24	3 ½	femelă
8	2,9	9	mascul	8	19	4	mascul

Accesul operator la tibie (treimea inferioară) a fost cel clasic [2, 5, 19, 21], pe partea medială. O porțiune a periostului diafizei tibiale (aproximativ 5/7mm la iepuri și 20/30mm la câini) a fost detașat de la suprafața osoasă păstrând continuitatea cu periostul tibial în porțiunea proximală. Capătul liber al lamboului periostal s-a disecat împreună cu un fragment osos de 10 /5/3mm la iepuri (fig. 1-1.1 a) și 20/30/5mm la câini (l/L/h)¹, (fig. 2-1.1 a). Disecția lamboului osteo-periostal a inclus și pediculul vascular cu originea din artera și vena safenă.

¹ l=lățime, L= lungime, h= înălțime



Fig. 1-1.1. - Aspecte intraoperatorii la iepure: a – crearea lamboului, b – poziționarea în musculatură a lamboului.

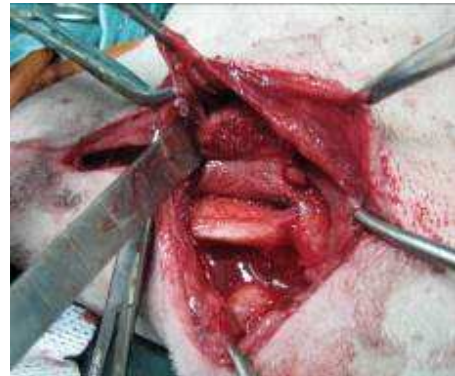
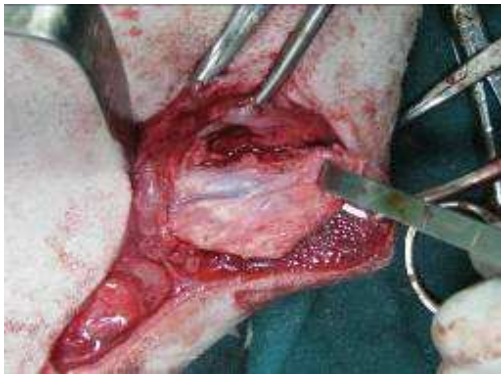


Fig. 2-1.1. - Aspecte intraoperatorii la câine: a – crearea lamboului, b – poziționarea în musculatură a lamboului.

Vascularizația lamboului a fost verificată în momentul detașării acestuia, prin fluoroscopie după injectarea de substanței de contrast, în artera safenă (fig.3-1.1). Fiecare lambou a fost alcătuit din patru straturi: os cortical, periost, mușchi și fascie.

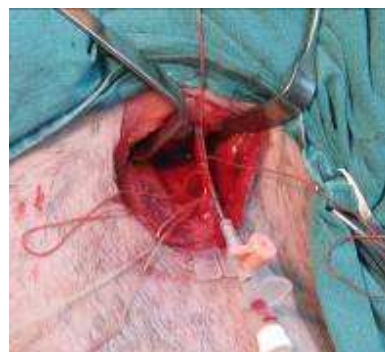


Fig.3-1.1. - Verificarea intraoperatorie a vascularizației lamboului a - izolarea arterei safene, b - cateterizarea arterei în vederea injectării substanței de contrast

Pediculul cortico-periostal vascularizat a fost transferat în musculatura învecinată într-un buzunar creat în mușchiul popliteu (fig. 1-1.1 b și 2-1.1 b). Membrul congener a fost folosit ca martor pentru obținerea valorilor radioscopice de referință.

1.1.2. Rezultate și discuții

Modelele experimentale propuse sunt realizabile fără a se întâmpina dificultăți tehnice deosebite în ceea ce privește crearea lambourilor corticoperiostale vascularizate.

1.1.3. Concluzii

Modelele experimentale create nu impun dificultăți în realizare.

1.2. MONITORIZAREA CLINICĂ ȘI PARACLINICĂ A MODELOR EXPERIMENTALE REALIZATE

1.2.1. Materiale și metode

Protocolul anestezic a constat în: administrarea intravenoasă a premedicației anestezice 0,4 mg/kg *Acepromazină*² 1% urmată la interval de 10 minute de 8 mg/kg *Ketamină*³ 10% și inducție narcotică cu *Propofol*⁴ 1% (autodozare), după care subiecții au fost intubați și conectați la aparatul de narcoză inhalatorie – circuit închis – cu respirație asistată, narcoza menținându-se pe toată durata intervenției cu *Izofluran* la concentrații care au variat între 5 % și 0,5 %, (MAC 1,5-1,2) acestea fiind corelate cu timpii operatori.

Intraoperator pacienții au fost monitorizați după un protocol standard neinvaziv care a inclus măsurarea la intervale prestabilite de timp (5 minute) a presiunii arteriale (*sistolice, diastolice și medii*), măsurarea continuă a saturației hemoglobinei în oxigen, a frecvenței cardiace, pulsului periferic, frecvenței respiratorii, capnogramului și MAC-ului, și urmărirea permanentă a traseului EKG (derivația DII).

Analgezia postoperatorie a fost asigurată prin administrarea subcutanată de *Butorfanol*⁵ 0,25 mg/kg la interval de 4 ore în primele 12- 24 de ore după intervenție.

Îngrijirile postoperatorii au constat în protejarea plăgii cu un pansament steril schimbat la interval de 48 de ore. Pentru a evita autotraumatizarea plăgii, în timpul necesar vindecării (7 zile), fiecărui individ i-a fost aplicat un colier Elisabethan. Pe cale generală timp de 5 zile s-a administrat intramuscular *Synulox*⁶ în doza de 10mg / kg corp.

Monitorizarea postoperatorie a indivizilor s-a realizat pentru o perioadă de 63 de zile, prin:

- ***examen clinic*** zilnic timp de 21 zile postoperator urmărindu-se:
 - statusul clinic general,

² Acepromazina - VETOQUINOL

³ Ketamina - CP-PHARMA

⁴ Propofol - FRESENIUS KABI

⁵ Butorfanol - RICHTERPHARMA

⁶ Synbulox - Phyzer Ltd

- aspectul plăgilor postoperatorii și vindecarea inciziei,
- sensibilitatea dureroasă la palpare,
- comportamentul,
- temperatura corporală;
- locomotia, interesând gradul de șchiopătură (tabelul 1-1.2) și intervalul de persistență a tulburările locomotorii.

Examinarea postoperatorie s-a realizat săptămânal urmărindu-se: statusul clinic general și gradul de utilizare a membrului afectat. Severitatea șchiopăturii a fost evaluată preoperator și la 1, 2, 4, 8 și 12 săptămâni postoperator. Pentru evaluarea deficitului funcțional în timpul mersului a fost utilizată o scală cu cinci nivele (tabelul 1-1.2).

Tabelul 1-1.2

Scala de evaluare a gradului șchiopăturii

Gradul	Descriere
0	Atitudine normală atât în stațiune cât și în mers – fără șchiopătură
1	Dificultăți în mers, mai ales la pas alert – șchiopătură discretă
2	Dificultăți în mers, șchiopătură intermitentă în mers rapid
3	Șchiopătură evidentă la fiecare pas, durere
4	Membrul este scos din sprijin atât în stațiune cât și în mișcare, durere intensă

- **examenul radiologic** - radioscopia zonei de interes, preoperator, imediat postoperator și la intervale prestabilite de 7 zile până la 16 săptămâni postoperator, în primele 8 săptămâni evaluarea fluoroscopică a fost efectuată la toți subiecții luați în studiu, între 8 și 16 săptămâni evaluarea a fost realizată doar la patru subiecți din fiecare grup.

S-a urmărit: reacția tisulară la nivelul lamboului corticoperiostal și în vecinătate precum și modificările radioopacității la nivelul lamboului și a zonei din care a fost detașat.

Examinarea s-a efectuat cu aparatul *Siremobil L⁷, C-Arm, SIEMENS*, în condiții radiologice prestabilite (50 kV, 0,4 mAS și 70 cm distanța de expunere pentru câini și 47kV, 0,3 mAS și 70 cm distanța de expunere pentru iepuri) pentru obținerea a două incidente (cranio-caudală și oblică).

Pentru examinarea radioscopică toți subiecții au fost anesteziați la fiecare examinare. Protocolul anestezic a constat în: *Acepromazină* 2% 0,2 mg/kg, *Ketamină* 10% 3 mg/kg administrate intravenos și narcoză inhalatorie pe mască cu *Izofluran* la concentrație de 1% timp de aproximativ 15 minute pentru fiecare examinare.

Densitatea lamboului din imaginile radioscopice a fost măsurată folosind soft-ul *ImageJ ImageJ* (versiunea 1.44)⁸. prin măsurarea densității nuanțelor de negru. Măsurarea ariei lamboului a fost efectuată la toți subiecții, luându-se media a din fiecare grup folosind același soft, calculând media pentru patru subiecți ai fiecărui grup.

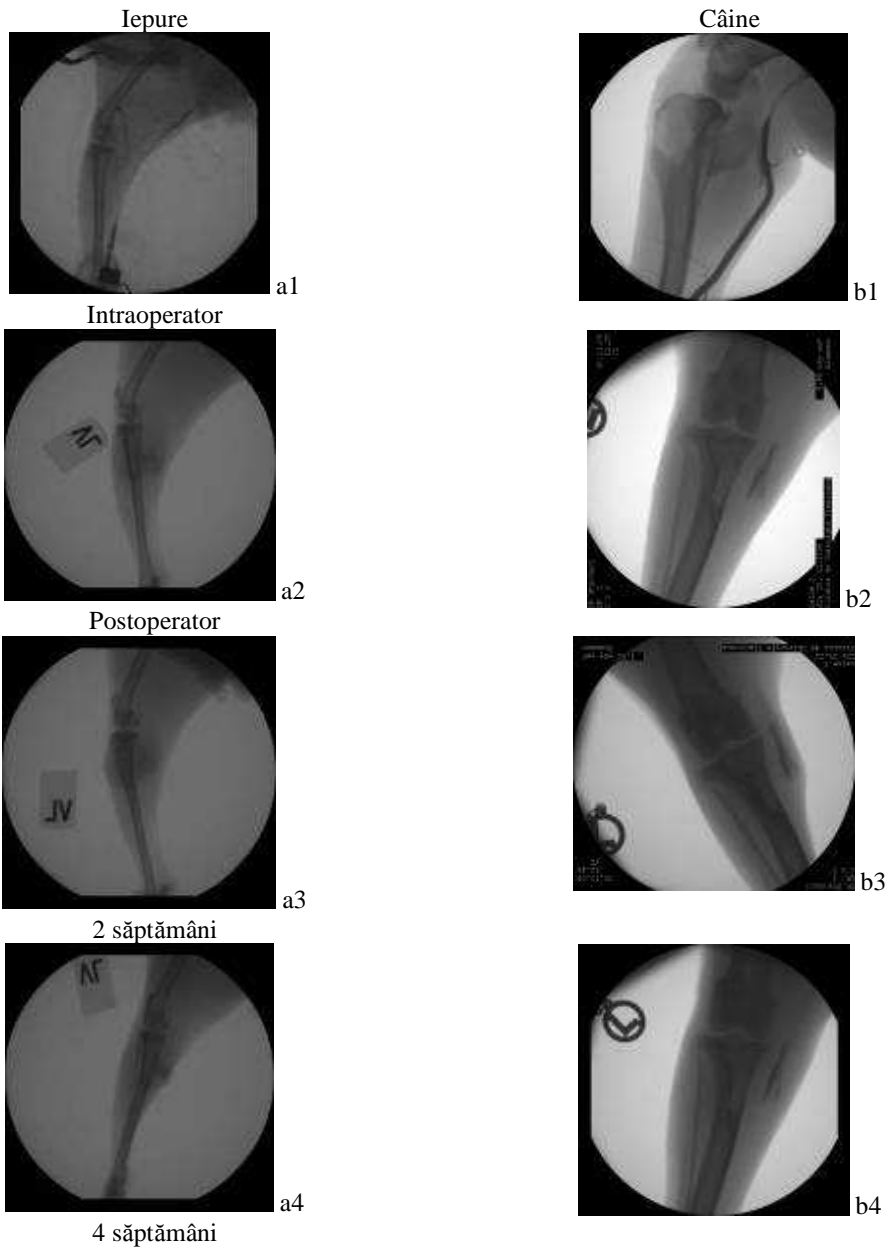
Câte patru animale din fiecare grup au fost eutanasiate (folosind o supradoză de Fenobarbital), la opt și 16 săptămâni. Obținându-se câte 16 probe de la fiecare grup (opt corticoperiostale și opt fragmente osoase corticale).

⁷ Siemens Siremobil Compact L, C-Arm

³ <http://rsbweb.nih.gov/ij/download.html>

1.2.2. Rezultate și discuții

Reducerea radiodensității fragmentelor osoase la câini poate fi observată începând cu săptămâna a patra în cazul câinilor iar la iepuri radiodensitatea fragmentului osteoperiostal crește chiar din prima săptămână postoperator fig.1-1.2.



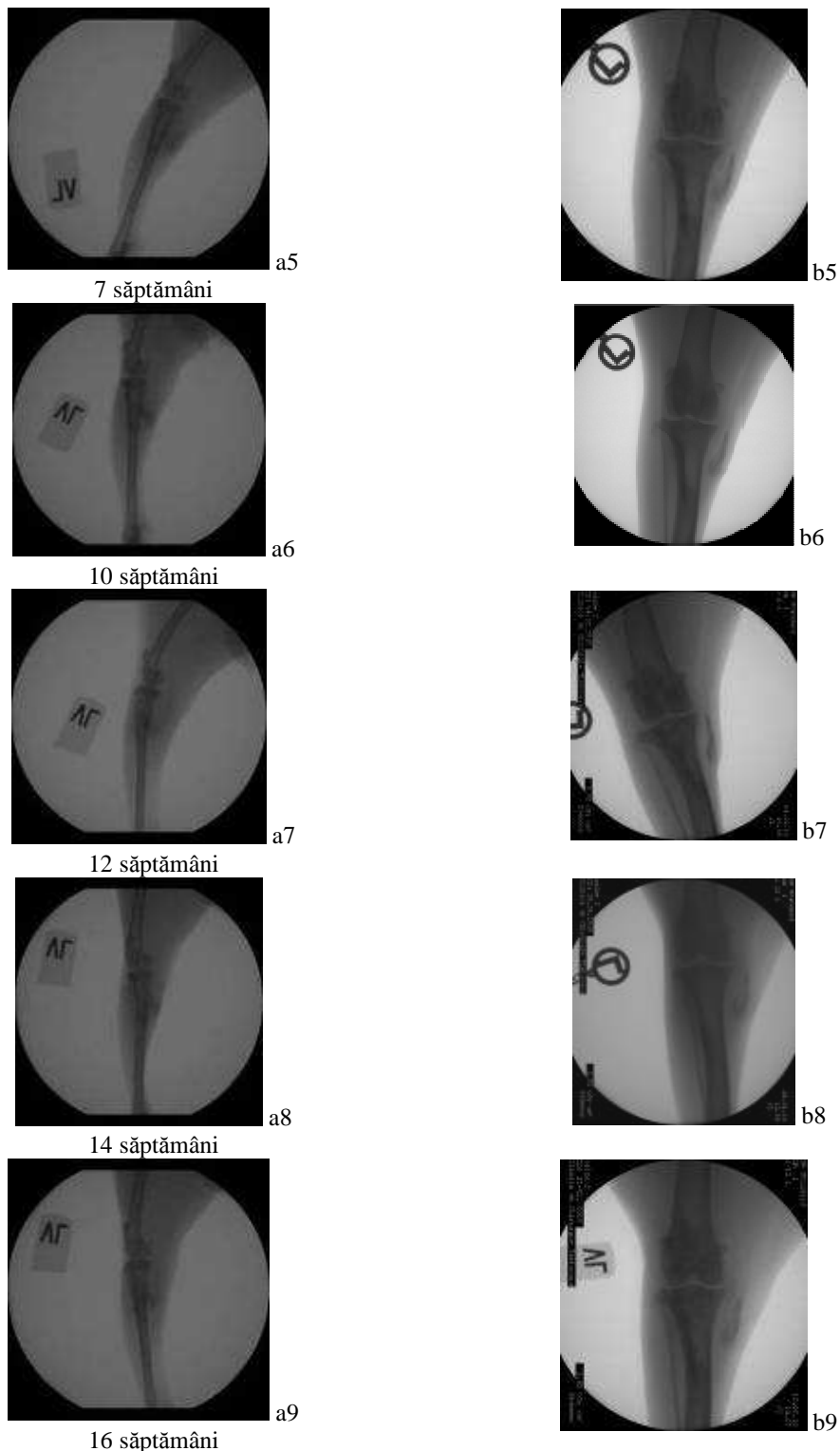


Fig. 1-1.2. - Aspecte comparative, iepure versus câine, ale evoluției lamboului osteo-periostal vascularizat transplantat heterotopic

Analiza imagistică computerizată a rezultatelor radioscopiei pentru ambele grupuri este redată în tabelul 2-1.2. și fig. 2-1.2 și 3-1.2.

Tabel 2-1.2.

Comparații între evoluția lamboului osteo-periostal la iepuri și câini

	Numărul de subiecți	Perioada (săptămâni)	Iepuri		Câini	
			Media	Deviația standard SD	Media	Deviația standard SD
Radioopacitatea lamboului [#]	n=8	0	62.55 ^{**}	1.33	96.57 ^{**}	1.25
		2	58.81 ^{**}	1.11	103.66 ^{**}	1.02
		4	54.04 ^{**}	0.73	107.37 ^{**}	0.95
		6	52.11 ^{**}	0.68	110.30 ^{**}	1.02
		8	50.87 ^{**}	0.66	115.63 ^{**}	1.23
	n=4	10	49.49 ^{**}	0.81	120.01 ^{**}	0.39
		12	48.68 ^{**}	0.76	129.58 ^{**}	0.83
		14	48.00 ^{**}	0.52	157.95 ^{**}	0.73
Aria lamboului (mm ²)	n=8	0	33.44 ^{**}	0.73	683.37 ^{**}	3.81
		2	55.44 ^{**}	1.51	608.12 ^{**}	2.03
		4	85.62 ^{**}	1.10	511.87 ^{**}	2.03
		6	92.91 ^{**}	1.27	501.75 ^{**}	1.83
		8	99.36 ^{**}	1.19	484.00 ^{**}	2.39
	n=4	10	102.40 ^{**}	1.49	458.25 ^{**}	1.25
		12	113.83 ^{**}	1.59	422.50 ^{**}	1.29
		14	122.30 ^{**}	2.83	388.50 ^{**}	1.29
		16	127.60 ^{**}	0.870	300.75 ^{**}	1.25

[#]Date de referință pentru densitate: alb - 0; negru - 256; aer - 248; câine: tibia - 92.6; musculatura - 202.2; iepuri: tibia - 78.5; musculatura - 143

* p < 0.05 și ** p < 0.001 diferențe semnificative între cele două grupuri. Student's t-test.

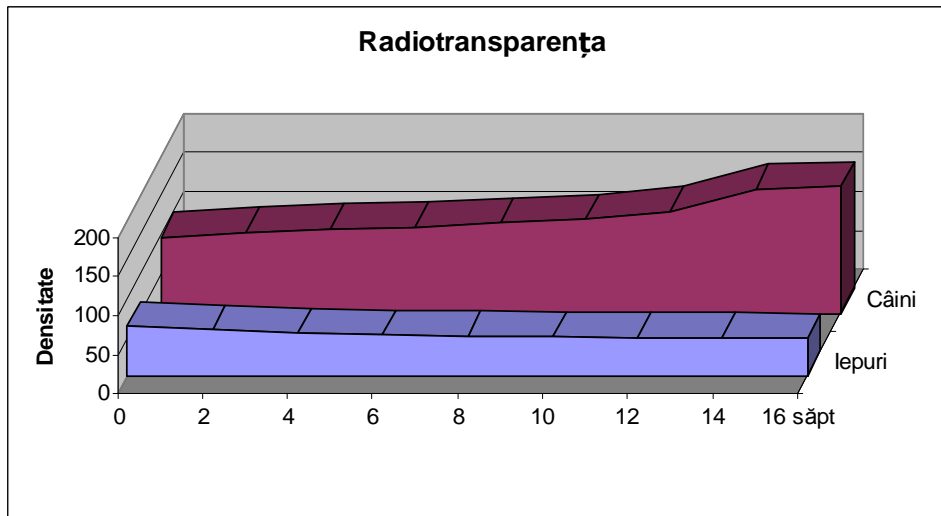


Fig. 2-1.2 - Evoluția radioopacității pe parcursul perioadei de monitorizare

#Date de referință pentru densitate: alb - 0; negru - 256; aer - 248; câine: tibia - 92.6; musculatura - 202.2; iepuri: tibia - 78.5; musculatura - 143

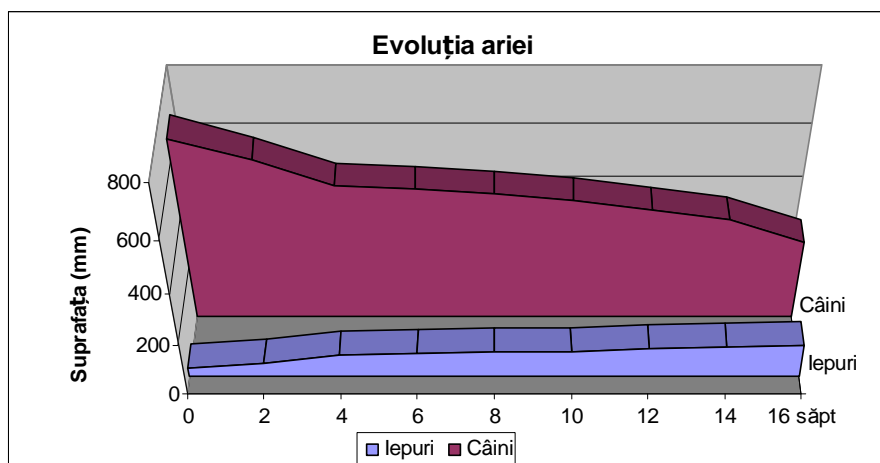


Fig. 3-1.2. - Evoluția ariei fragmentului osos

1.2.3. Concluzii

Reducerea radiodensității lamboului corticoperiostal la câine, este specifică fenomenelor degenerative osoase.

Creșterea radiodensității lamboului la iepuri este specifică activității osteogenice, de la acest nivel.

1.3. ANALIZA RECUPERĂRII MORFOLOGICE A MASEI OSOASE

Pentru a putea fi stabilit cu exactitate tipul de țesut osos nou format la nivelul defectelor s-a impus analiza recuperării morfologice a masei osoase, realizată prin microscopie și osteodensimetrie

1.3.1. Materiale și metode

Pentru realizarea acestei etape, s-au recoltat probe biologice de la nivelul lamboului corticoperiostal la jumătatea perioadei de monitorizare precum și la finalul acesteia, în vederea stabilirii recuperării morfologice a masei osoase prin microscopie clasică și prin osteodensimetrie.

Pentru recoltarea probelor biologice, subiecții au fost supuși unei noi intervenții chirurgicale. Protocolul anestezic, operator precum și îngrijirile postoperatorii au fost aceleași ca și cele folosite pentru crearea lambourilor corticoperiostale.

Înglobarea pieselor corticoperiostale

Fragmentele corticoperiostale au fost introduse în băi seriate de alcool etilic pentru deshidratare. Protocolul de deshidratare este redat în tabelul 1-1.3.

Tabelul 1-1.3.

Etapele deshidratării în vederea înglobării
(conform prospectului Technovit 9100 New al producătorului Hereus Kulzer)

Etapă	Soluție	Concentrație	Timp
Deshidratare -1	Etanol	70%	1 h
Deshidratare -2	Etanol	80%	1 h
Deshidratare -3	Etanol	96%	1 h
Deshidratare -4	Etanol	96%	1 h
Deshidratare -5	Etanol	absolut	1 h
Deshidratare -6	Etanol	absolut	1 h
Deshidratare -7	Etanol	absolut	1 h

După deshidratarea pieselor au urmat două băi intermediare în xilen, premergătoare etapelor de preinfiltrare, respectiv de infiltrare.

În vederea obținerii secțiunilor histologice cu ajutorul microtomului cu disc diamantat Leica SP1600 specișenele au fost înglobate, după protocolul sistemului *Technovit 9100 New* (fig.1-1.3 și tabelul 2-1.3), care presupune etapele de preinfiltrare, infiltrare și înglobare propriu-zisă (tabelul 3-1.3).



Fig.1-1.3. Sistemul de înglobare Technovit 9100 New

Tabelul 2-1.3.

Componentele sistemului Technovit 9100 New

Nr. crt.	Componentă	Cantitate
1	Soluție Basic	1000 ml
2	Pudră PMMA	120 g
3	Întăritor 1	8 picuri a 1 g
4	Întăritor 2	10 ml
5	Reglator de polimerizare	5 ml

Tabelul 3-1.3.

Etapele preinfiltrării și infiltrării
(conform prospectului Technovit 9100 New al producătorului Hereus Kulzer)

Etapă	Soluție	Timp
Preinfiltrare-1	Technovit 9100 New Basic (stabilizată)	1h
Preinfiltrare-2	Technovit 9100 New Basic (stabilizată) + Întăritor 1	1h
Preinfiltrare-3 (4°C)	Technovit 9100 New Basic (destabilizată) + Întăritor 1	1h
Infiltrare (4°C)	Technovit 9100 New Basic (stabilizată) + Întăritor 1 + Pudră PMMA	1h -2 sau 3 zile

Soluția Basic este compusă din monomeri – molecule organice cu cel puțin o dublă legătură carbon-carbon. Se folosește atât în formă stabilizată (livrată de producător), cât și destabilizată. Destabilizarea soluției a fost realizată ca urmare a trecerii acesteia printr-o coloană de cromatografie în care se găsește oxid de aluminiu. Soluția destabilizată a fost depozitată în flacoane brune la 4°C.

Pudra PMMA este alcătuită din microparticule de polimetilmetacrilat (PMMA) și este folosită pentru a reduce acțiunea contractilă exercitată de procesul de polimerizare asupra probei tisulare, pentru a diminua energia termică generată de acest proces și pentru a îmbunătăți calitățile polimerizării.

Întăritorul 1 este un derivat de dibenzoil peroxid care, în combinație cu întăritorul 2, declanșează polimerizarea.

Întăritorul 2 este cea de-a doua componentă a sistemului de inițiere a polimerizării și acționează ca un catalizator asupra întăritorului 1, pentru a permite polimerizarea chiar și la temperaturi sub 0°C.

Reglatorul de polimerizare este un compus organic care asigură polimerizarea controlată chiar și a unor cantități mari de polimer, fără o creștere semnificativă a temperaturii în timpul reacției.

Amestecul de înglobare (tabelul 4-1.3) a fost realizat prin combinarea a două părți soluție A cu o parte soluție B, chiar înainte de folosire. Cele două soluții au fost introduse într-un pahar *Berzelius* și omogenizate cu o baghetă de sticlă. Porțiunile de os cu periost au fost poziționate în recipiente din PVC și acoperite complet cu mixtura de înglobare. Aceste recipiente au fost introduse apoi în cuva unui aspirator chirurgical și s-a creat vacuum parțial timp de 15-20 de minute, timp în care mixtura s-a solidificat. Continuarea procesului de polimerizare a fost asigurată prin menținerea speciimenelor la temperatura de -20°C, timp de 24 de ore (valoare termică și interval de timp recomandate de producător). Speciimenele au fost apoi menținute la temperatura de refrigerare pentru o oră, urmând ca înainte de realizarea secțiunilor să fie lăsate în repaus pentru a ajunge la temperatura camerei.

Tabelul 4-1.3.

Prepararea soluțiilor de lucru din componentele sistemului Technovit 9100 New

Componentă Etapă	Soluție Basic	Pudră PMMA	Întăritor 1	Întăritor 2	Reglator de polimerizare	Depozitare
Preinfiltrare	200 ml		1g			temp. camerei
Infiltrare	250 ml	20 g	1 g/2 g			4°C
Înglobare A	500 ml	80 g	3 g/4 g			4°C
Înglobare B	50 ml			4 ml	2 ml	4°C

Analiza densității osoase

Specimenele înglobate au fost supuse determinării densității osoase, această etapă s-a realizat cu ajutorul osteodensimetrului *Hologic Delphy W Elite*, produs de *Hologic, USA* iar analiza probelor osoase s-a realizat cu programul *Hologic 11.1:7*.

Absorbția duală a energiei (DXA) a fost folosită pentru măsurarea conținutului mineral al osului (BMC) și a densității minerale osoase (BMD).

Pentru acuratețea rezultatelor, examinarea osteodensimetrică s-a realizat de două ori pentru fiecare probă, în plan longitudinal, rotațional și vertical, cu rotirea 180° a piesei pentru a doua determinare.

Zona scanată (cm²), conținutul mineral al osului (BMC)(g) și densitatea osoasă (BMD, g/cm², pentru fiecare determinare au fost înregistrate de *software-ul Hologic 11.1:7*.

Ca parte a procedurii de control al calității s-a reluat scanarea probelor dacă a existat o diferență mai mare de 0,1 cm² a ariei scanate între cele două determinări.

Analiza histologică

A fost realizată pe speciamele înglobate care au fost supuse analizei densității osoase și a presupus:

Secționarea pieselor înglobate Secționarea s-a efectuat cu microtomul cu disc diamantat Leica SP1600. Secțiunile au fost realizate perpendicular pe axul lung al osului. Speciamele au fost fixate cu o rășină epoxidică pe plăcuța port-piesă și au fost instalate în suportul aparatului (fig. 2-1.3).



Fig. 2-1.3. - Aspectul microtomului cu speciamele pregătite pentru secționare

În prima fază a fost stabilit nivelul la care trebuie regularizată suprafața speciamei, astfel încât să fie obținută o secțiune uniformă prin toată grosimea fragmentului osos. După regularizarea suprafeței probei a fost reglată microviza microtomului pentru a obține secțiuni cu o grosime de 30 micrometri.

Secționarea a fost făcută cu o viteză de avans redusă și răcire abundentă cu jet de apă pentru a preveni crearea de vibrații ale discului diamantat și deteriorarea acestuia sau desprinderea fragmentului osos din materialul de înglobare (fig. 3-1.3).



Fig. 3-1.3. Detaliu de răcire

Pentru a face posibilă colorarea țesuturilor din componența secțiunilor obținute după metoda descrisă mai sus, acestea au fost supuse procesului de extragere a polimerului înglobat, urmând următoarele etape (tabelul 5-1.3.):

Tabelul 5-1.3.

Etapile procesului de extragere a polimerului înglobat

Etapă	Soluție	Timp	Temperatură
1	Xilen	2-3 băi x 20 minute	temp. camerei
2	2-metoxietilacetat	1 baie x 20 minute	temp. camerei
3	Acetonă pură	2 băi x 5 minute	temp. camerei
4	Apă distilată	2 băi x 2 minute	temp. camerei

Colorarea preparatelor: Preparatele au fost colorate prin metoda Tricromică (*Hematoxină Harris + Pondceau + Orange G.*) redată în tabelul 6-1.3. și Tricromică (*Masson*) redată în tabelul 7-1.3, fiind apoi vizualizate la microscopul optic *Olympus CX41* cu cameră foto *Olympus PS 300*.

Din fiecare probă recoltată au fost prelucrate și examinate 2 lame. Pe fiecare lamă au fost urmărite:

- aspectul periostului transplatat;
- aspectul țesutului osos adiacent stratului celular al periostului;
- potențialul osteogenic al celor două tipuri de periost (femural și scapular);
- potențialul osteogenic al periostului implantat heterotopic;
- tipul de osificare indusă; structura matricei osoase.
-

Tabelul 6-1.3.

Etapile colorăției Tricromică (Hematoxină Harris+ Pondceau+ Orange G.)

Etapă	Soluția	Timpul
1	Hematoxină Harris	5-7 minute
2	Apă robinet	5-10 minute
3	Apă robinet	5 minute
4	Apă distilată	Se clătește
5	Pondceau	5 minute
6	Apă distilată	Se clătește
7	Apă distilată	Se clătește
8	Orange G.	15 minute
9	Apă distilată	Se clătește
10	Alcool 70°	Se clătește
11	Alcool 80°	5 minute
12	Alcool 95°	5 minute
13	Alcool absolut	5 minute
14	Alcool absolut	5 minute
15	Benzen	15 minute
16	Benzen	15 minute
17	Montare (Balsam de Canada)	

Tabelul 7-1.3

Colorația tricromică Masson

Etapa	Soluția	Timp
	Hematoxină ferică (Weigert)	10 min
	Diferențiere în alcool cu HCl 1 % până fondul este clar	
	Spălarea în apă distilată	
	Colorare cu fuxină acidă Ponceau	10 min
	Spalare in apă distilată	
	Diferențiere cu soluție de lucru acid fosfotungstic-fosfomolibdic	5 min
	Spălare în apă distilată	
	Colorare cu soluție de albastru de anilina	5 min
	Diferențiere în acid acetic 1%	5 min
	Deshidratare în alcool	
	Clarificare în xilen și montare	2 min

1.3.2. Rezultate și discuții

Au fost observate și diferențe ale densității osoase a lamboului osteo-periostal la ambele grupuri (tabelul 8-1.3). La iepuri, valorile densității osoase, la finalul perioadei de monitorizare, cresc apropiindu-se de valorile normale de referință pentru țesutul osos sănătos tibial. În schimb la câini a putut fi observată o scădere a densității osoase (fig. 4-1.3).

Tabel 8-1.3.

Diferențele densității osoase (g/cm^2), a lamboului corticoperiostal între iepure și câine la opt și 16 săptămâni postoperatory

Proba de lambou	Subiect	Iepuri				Câini			
		Densitatea osoasă	Media	Deviația standard	% valorilor de referință ⁺	Densitatea osoasă	Media	Deviația standard	% valorilor de referință ⁺
La 8 săptămâni postoperator	1	0.673	0.684 [*]	0.015	97.9	0.801	0.830 ^{**}	0.027	93.0
	2	0.692				0.823			
	3	0.702				0.830			
	4	0.671				0.867			
La 16 săptămâni postoperator	5	0.684	0.690 [*]	0.008	98.9	0.602	0.556 ^{**}	0.030	62.3
	6	0.682				0.538			
	7	0.692				0.543			
	8	0.700				0.544			
Total			0.687	0.011	98.4		0.693	0.148	77.6

⁺ %valori de referință– densitatea tibială normală (câine: $0.892 \text{ g}/\text{cm}^2$, iepure: $0.698 \text{ g}/\text{cm}^2$)

^{*} $p < 0.05$ și ^{**} $p < 0.001$ diferențe semnificative între cele două grupuri. Student's t-test.

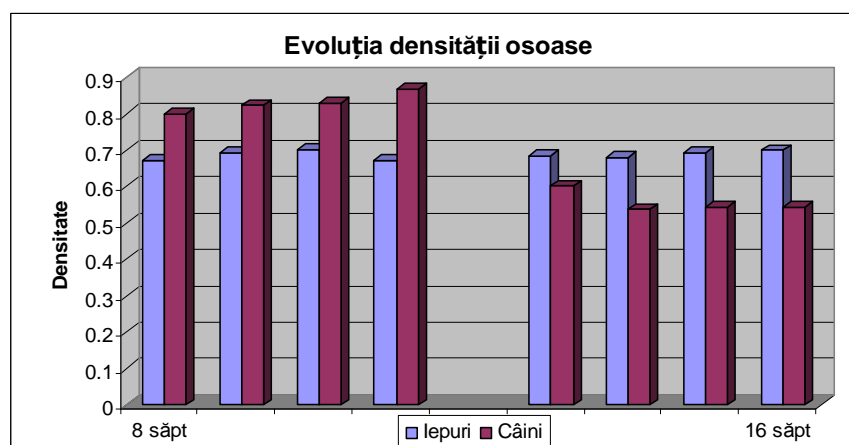


Fig.4-1.3. - Evoluția densității minerale osoase la 8 și 16 săptămâni

Evaluarea histologică a probelor provenite de la iepuri pune în evidență (fig 5-1.3. a,b) în secțiuni native, fragmentul osos periferic heterostructurat și joncțiunea os - mușchi. În fig 5-1.3.c,d, se observă țesut osos imatur bogat celular, pe alocuri alternând cu os compact lamelar matur.

Rezultatele histologice completează rezultatele radiologice și osteodensimetrice, care confirmă activitatea osteogenică a lamboului osteo-periostal vascularizat transplatat heterotopic.

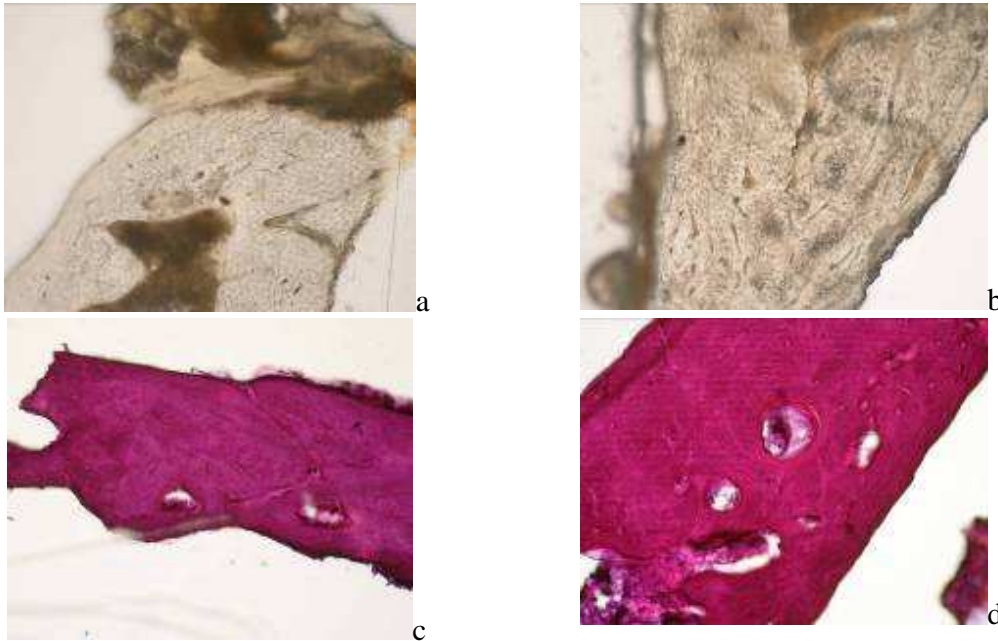


Fig. 5-1.3. - Aspectul țesutului osos de la iepuri transplatat heterotopic, a,b: aspectul țesutului nativ, obiectiv 10x, c,d: aspectul țesutului colorat, c - obiectiv 10x, d - obiectiv 20x

Examenul histologic al probelor de la câini (fig. 6-1.3.) pune în evidență degenerarea țesutului osos aflat la capătul liber al lamboului periostal. La periferia lamboului, (fig.6-1.3. a, b), se observă țesut osos inclus în țesut moale, cu aspect metaplastic și transformare pseudoligamentară. Spațiul dintre osteoanele aflate în proces de restructurare este lărgit și ocupat de un țesut conjunctiv lax necrobiotic. În figura 6-1.3. c, se observă os compact lacunar și os spongios cu structură histologică parțial păstrată, în zona periferică a fragmentului. În figura 6-1.3. d, este decelat os compact lamelar cu ștergerea parțială a arhitecturii tisulare, îngustarea și obliterarea canalelor nutritive.

Toate aceste modificări ale structurii osoase transplantate confirmă rezultatele radiologice și densimetrice obținute la câine.

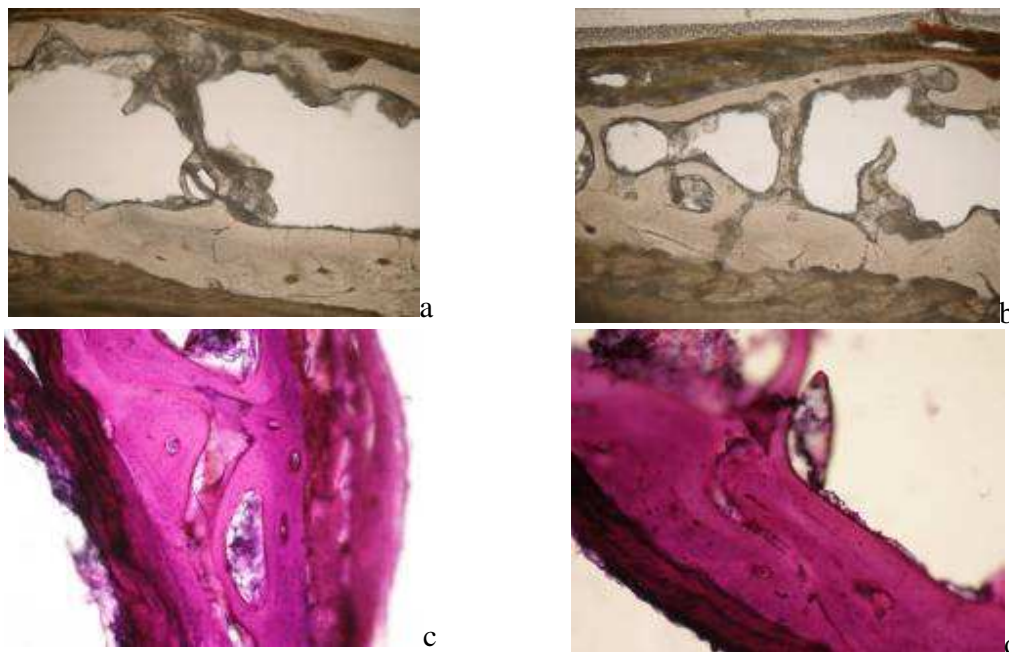


Fig. 6-1.3. - Aspectul țesutului osos canin transplantat heterotopic, obiectiv 20x, a,b: aspectul țesutului nativ, , c,d: aspectul țesutului colorat

Datele obținute în acest studiu, evidențiază un comportament diferit al lamboului osteo-periostal, implantat heterotopic la iepure față de câine.

Rezultatele acestui studiu confirmă în ceea ce privește activitatea osteogenică a periostului de iepure studiile lui *Cheng și colab. - 2009* [3] și *Dailiana și colab. - 2009* [5].

Rezultatele obținute în cazul câinelui evidențiază în premieră un comportament diferit al periostului canin față de cel al rozătoarelor, șoareci [45], șobolani [49, 50] și iepure [51].

Aceste rezultate vin parțial în contradicție cu informațiile din literatură, în ceea ce privește pacienții umani, care menționează că lamboul periostal vascularizat care include un fragment osos poate genera țesut osos la locul de implantare [45]. În majoritatea acestor cazuri periostul transplantat este pus în contact cu un substrat osos deficitar, maxilă, mandibulă, tibie, creasta iliacă, studiul nostru a investigat transplantarea heterotopică (musculară).

Alte studii raportează că transplantul heterotopic al lambourilor periostale sau cortico-periostale necesită factori optimi pentru formarea osoasă: proteină morfogenetică osoasă [43, 48], matrice biodegradabilă *Santic și colab. - 2009* [40], celule osteoprogenitoare și aport vascular *Moukoko - 2010* [30], *Mark și colab. - 2004* [28].

Menținerea vascularizației este un factor important pentru asigurarea capacității osteogenice a periostului [39, 41], aceasta nu pare să fie primordială pentru câine. Deficitul de celule progenitoare circulante, care ar trebui să depășească 50% din osteocitele prezente în țesutul osos regenerat heterotopic [28, 40], nu explică incapacitatea osteogenică a lamboului cortico-periostal vascularizat transplantat heterotopic.

Lipsa reacției inflamatorii poate explica parțial capacitatea osteogenică limitată a lamboului. Influxul de celule nediferențiate urmat de o fază proliferativă și de diferențiere este inițiată de un proces inflamator [38, 42, 46].

Studiul nostru pe câini aduce informații care susțin ipoteza activării capacității osteogenice a celulelor osteoprogenitoare doar în contact direct cu semnalele informaționale generate de contactul cu un defect osos structural, de solicitările mecanice apendiculare sau prin adăugarea de proteină morfogenetică osoasă.

Aceste observații explică contribuția lamboului la osteogeneză și importanța *stress*-ului mecanic asupra lamboului transplatat în defectul osos.

1.3.3. Concluzii

Lambourile corticoperiostale vascularizate implantate heterotopic, la iepure sunt capabile să inducă fenomene de osificare heterotopică.

La câine, lambourile corticoperiostale vascularizate își reduc treptat potențialul de osteogeneză heterotopică.

Vascularizația și prezența celulelor osoase nu sunt suficiente pentru activitatea osteogenică a transplantului heterotopic osteoperiostal vascularizat la câine, factori care par suficienți pentru activitatea osteogenică a transplantului la iepure.

VINDECAREA DEFECTELOR FRACTURALE SUB INFLUENȚA DIFERITELOR TIPURI DE PLĂCI DE OSTEOSINTEZĂ

2.1 ELABORAREA MODELULUI EXPERIMENTAL ANIMAL

2.1.1. Materiale și metode

EVOLUȚIA VINDECĂRII DEFECTELOR FRACTURALE CONSOLIDATE CU PLĂCI DE TIP DCP

Studiul s-a realizat pe 16 subiecți canini cu fracturi ale oaselor lungi și împărțiți în două loturi, (tabelul 1-2.1).

S-a realizat reducerea și fixarea fracturilor cu plăci de tip DCP (*Dynamic Compression Plate*) cu grosimea de 8 și respectiv de 10 mm, folosind șuruburi de corticală – cortex screw stainles steell⁹, cu diametru de 2,7 și 3,5 și cu o lungime cuprinsă între 10 și 24 mm, în funcție de terenul anatomic al fiecărui individ (fig. 1-2.1).

Abordul regiunii de interes a fost realizat clasic [14, 15, 19, 20, 21, 33]. Anterior reducerii fracturii la indivizii din lotul II s-a recurs la deperiostarea suprafeței osoase pe care s-a aplicat placa. La cazurile incluse în lotul I placa a fost aplicată peste stratul periostal aderent la corticala osului.

Reducerea focarului de fractură s-a realizat prin tracționarea, angularea și coaptarea fragmentelor osoase. Menținerea coaptării s-a realizat cu pense de fixare cu contact punctual.

Pentru fixarea și stabilizarea focarului de fractură, placa a fost modelată (conturată) după forma osului pe care urma a fi aplicată. După așezarea plăcii în poziția optimă de fixare a fracturii, s-a găurit osul (burghiu de 2 mm sau 2,5 mm, dependent de diametrul șuruburilor utilizate - 2,7 respectiv 3,5 mm și de tipul plăcii -7,5 sau 11 mm grosime), folosind un ghidaj pentru burghiu (DCP – *drill guide neutral and load Synthes*) amplasat în găurile plăcii în poziții care să asigure realizarea unui montaj de compresiune dinamică [11, 36]. Canalului, creat prin burghiere, i-a fost măsurată adâncimea, iar prin tarodare s-a creat filetul corespunzător diametrului și pasului de filet al șuruburilor inserate. Lungimea șuruburilor utilizate a fost corelată cu adâncimea canalului osos creat – tabelul 2-1.1. Numărul de șuruburi folosit pentru stabilizarea fracturilor a fost influențat de dimensiunea osului fracturat, de tipul fracturii și de caracteristicile plăcii. Înfiletarea șuruburilor s-a făcut manual cu o șurubelniță (*screwdriver*) cu cap hexagonal.

Planul muscular a fost suturat în fir continuu cu material resorbabil iar pielea s-a suturat în puncte separate cu material neresorbabil.

⁹ Synthes (Swiss) –DCP implants set

Tabelul 1-2.1.

Caracteristicile clinice ale cazurilor consolidate cu plăci de tip DCP

Lotul	Subiect	Vârsta (ani)	Greutate (kg)	Tipul de fractură	Materialul folosit
I	1	7	12	Fractură simplă, oblică scurtă, diafizară 1/3 proximală, tibie	Placă DCP g= 10 mm, L=97 mm, G=8, S =6, Ø=3,5mm, l=15-17 mm
	2	3 ^{1/2}	24	Fractură simplă, transversală diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă DCP g= 10 mm, L=121 mm, G=10, S=8, Ø=3,5mm, l=21-25 mm
	3	5	16	Fractură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 mijlocie femur	Placă DCP g= 10 mm, L=109 mm, G=9, S=7, Ø=3,5mm, l=19-23 mm
	4	4	10	Fractură simplă, transversală, diafiza 1/3 mijlocie tibie	Placă DCP g= 8 mm, L=68 mm, G=8, S=6, Ø=2,7mm, l=13-17 mm
	5	6	9	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 distală tibie	Placă DCP g= 8 mm, L=76 mm, G=9, S=6, Ø=2,7mm, l=15-17 mm
	6	5	14	Fractură simplă, transversală, diafiza 1/3 proximală tibie și fibulă	Placă DCP g= 10 mm, L=109 mm, G=9, S=7, Ø=3,5mm, l=15-19mm
	7	8	16	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, femur	Placă DCP g= 10 mm, L=97 mm, G=8, S=6, Ø=3,5mm, l=17-21 mm + un cerclaj
	8	2	13	Fractură simplă, oblică scurtă, diafizară 1/3 distală, tibie	Placă DCP g= 10 mm, L=97 mm, G=8, S=6, Ø=3,5mm, l=19-21 mm
II	1	5	10	Fractură simplă, transversală, diafiza 1/3 mijlocie, tibie	Placă DCP g= 8 mm, L=68 mm, G=8, S=6, Ø=2,7mm, l=13-17 mm
	2	4	26	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă DCP g=10 mm, L=145 mm, G=12, S=8, Ø=3,5mm, l=21-25 mm
	3	1	16	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie femur	Placă DCP g= 10 mm, L=97 mm, G=8, S=5, Ø=3,5mm, l=19-21 mm
	4	6	13	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 distală femur	Placă DCP g= 10 mm, L=85 mm, G=7, S=5, Ø=3,5mm, l=19-21 mm
	5	2	14	Fractură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 mijlocie, humerus	Placă DCP g= 10 mm, L=109 mm, G=9, S=7, Ø=3,5mm, l=19-23 mm
	6	4	12	Fractură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 proximală tibie	Placă DCP g=8 mm, L=68 mm, G=8, S=5, Ø=2,7mm, l=19-21 mm
	7	3	11	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 distală, tibie și fibulă	Placă DCP g= 8 mm, L=68 mm, G=8, S=5, Ø=2,7mm, l=17-19 mm
	8	3	9	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie tibie	Placă DCP g=8 mm, L=68 mm, G=8, S=6, Ø=2,7mm, l=15-19 mm

Legenda

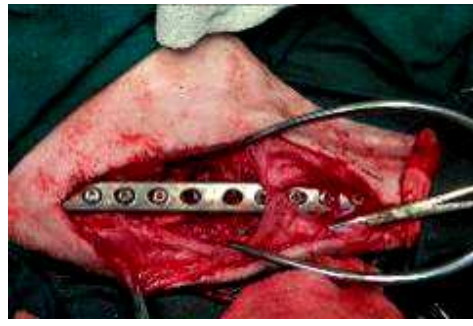
g - grosimea plăcii; L - lungimea plăcii; G - numărul de găuri; S - numărul de șuruburi; Ø - diametrul șurubului; l - lungimea șuruburilor.



Fig. 1-2.1. Aspecte preoperatorii ale fracturilor



a



b

Fig. 2-2.1. - Aspecte intraoperatorii: a - reducerea fracturii , b – stabilizarea fracturii cu placă de tip DCP cu 8 șuruburi

EVOLUȚIA VINDECĂRII DEFECTELOR OSOASE CONSOLIDATE CU PLĂCI DE TIP LC - DCP

Studiul s-a realizat pe 16 pacienți canini grupați în două loturi (tabelul 2-2.1). La care s-a realizat stabilizarea fracturilor diafizare ale oaselor lungi (fig. 3-2.1), focarul fractural s-a fixat cu o placă de osteosinteză de tip LC-DCP (*Low Contact - Dynamic Compression Plate*)¹⁰ cu o grosime de 7,5 și respectiv 11mm [35] și șuruburi de corticală – cortex screw, cu cap hexagonal, cu diametru de 2,7 și 3,5, autodarodabile (self-tapping) și cu o lungime cuprinsă între 10 și 24 mm, în funcție de conformația oaselor, specifică fiecărui individ (fig. 4-2.1).

Abordul regiunii de interes a fost cel clasic descris de [19, 20, 21, 37] pentru femur și tibie și de [15, 20, 37] pentru humerus.

La pacienții din lotul I a fost păstrat periostul în contact cu suprafața osoasă. La subiecții lotului II s-a realizat deperiostarea suprafeței osoase pe care s-a aplicat placa.

Reducerea fracturii s-a realizat prin tracționarea, angularea și coaptarea fragmentelor osoase. Menținerea coaptării s-a realizat cu pense de fixare cu contact punctual.

Pentru stabilizarea focarului de fractură și fixarea plăci, s-a realizat modelarea (conturarea) plăcii după forma osului. După așezarea plăcii în poziția optimă de fixare a fracturii, s-a găurit osul (burghiu de 2 mm sau 2,5 mm, dependent de diametrul șuruburilor utilizate - 2,7 respectiv 3,5 mm și de tipul plăcii -7,5 sau 11 mm grosime), folosind un ghidaj pentru burghiu (*DCP – drill guide neutral and load Synthes*) amplasat în găurile plăcii în poziții care să asigure realizarea unui montaj de compresiune dinamică [36]. Canalului, creat prin burghiere, i-a fost măsurată adâncimea pentru a selecta lungimea corespunzătoare a fiecărui șurub. Lungimea șuruburilor utilizate a fost corelată cu adâncimea canalului osos creat – tabelul 3-1.1. Numărul de șuruburi folosit pentru stabilizarea fracturilor a fost influențat de dimensiunea osului fracturat, de tipul fracturii și de caracteristicile plăcii. Înfiletarea șuruburilor s-a făcut manual cu o șurubelniță (screwdriver) cu cap hexagonal.

Planul muscular a fost suturat în fir continuu cu material resorbabil¹¹ iar pielea s-a suturat în puncte separate cu material neresorbabil¹².

¹⁰ Synthes (Swiss) – LC-DCP implants set

¹¹ PDS II, PDS plus, sau Vicryl de 2, 3 sau 3,5 metric - Ethicon, Johnson & Johnson Ltd.

¹² Mersilk de 3 sau 3,5 metric - Ethicon, Johnson & Johnson Ltd.

Tabelul 2-2.1.

Caracteristicile clinice ale cazurilor consolidate cu plăci de tip LC - DCP

Lotul	Subiect	Vârstă (ani)	Greutate (kg)	Tipul de fractură	Materialul folosit
I	1	2	10	Fractură simplă, obică, diafizară 1/3 mijlocie, femur	Placă LC-DCP g= 7,5 mm, L=73 mm, G=8, S= 6, Ø=2,7, l=17-19 mm
	2	4	17	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 distală, tibie	Placă LC-DCP g= 11mm, L=132mm, G=10, S=7, Ø=3,5mm, l=17-21 mm
	3	6	14	Fractură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LC-DCP g=7,5 mm, L=73 mm, G=8, S=5, Ø=2,7, l=17-19 mm
	4	3	18	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LC-DCP g= 11mm, L=121mm, G=10, S=7, Ø=3,5mm, l=19-21 mm
	5	5	15	Fractură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 distală, femur	Placă LC-DCP g= 11mm, L=121mm, G=10, S=8 Ø=3,5mm, l=19-21 mm
	6	2	10	Fractură simplă, obică scurtă, diafizară 1/3 mijlocie, humerus	Placă LC-DCP g=7,5 mm, L=73 mm, G=8, S=6, Ø=2,7, l=15-19 mm
	7	7	21	Fractură simplă, oblică scurtă, diafizară 1/3 distală, femur	Placă LC-DCP g=11mm, L=145 mm, G=11, S=9, Ø=3,5 mm, l=19-21 mm
	8	4	23	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LC-DCP g=11mm, L=158mm, G=12, S=10, Ø=3,5mm, l=19-25 mm
II	1	5	11	Fractură simplă, obică, diafizară 1/3 proximală, tibie stângă	Placă LC-DCP g=7,5 mm, L=73 mm, G=8, S=6, Ø=2,7, l=13-17 mm
	2	2	13	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LC-DCP g=7,5 mm, L=73 mm, G=8, S=6, Ø=2,7, l=19-21 mm
	3	2 ^{1/2}	15	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LC-DCP g=11 mm, L=93 mm, G=7, S=6, Ø=3,5 mm, l=17-21 mm
	4	2	17	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 distală, femur	Placă LC-DCP g= 11mm, L=106mm, G=8, S=7, Ø=3,5 mm, l=19-23 mm
	5	6	24	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 proximală, femur	Placă LC-DCP g= 11mm, L=158mm, G=12, S=9, Ø=3,5 mm, l=19-21 mm
	6	8	16	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 proximală, tibie	Placă LC-DCP g=11 mm, L=119mm, G=9, S=6, Ø=3,5 mm, l=19-21 mm
	7	3	19	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LC-DCP g=11 m, L=132 mm, G=10, S=8, Ø=2,5mm, l=17-23 mm
	8	1	14	Fractură simplă, transversală, diafizară 1/3 distală, humerus	Placă LC-DCP g=7,5mm, L=64mm, G=7, S=5, Ø=2,7, l=19-23 mm

Legenda

g - grosimea plăcii; L - lungimea plăcii; G - numărul de găuri; S - numărul de șuruburi; Ø - diametrul șurubului; l - lungimea șuruburilor.

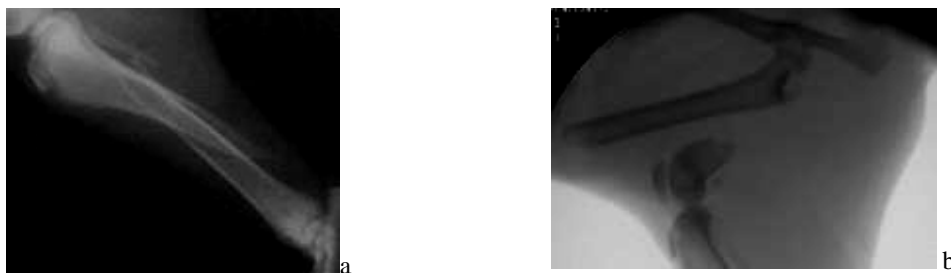


Fig. 3-2.1. - Aspecte preoperatorii ale fracturilor fixate cu plăcu de tip LC - DCP



Fig. 4-2.1. - Aspect intraoperator:- fixarea plăcii de tip LC-DCP cu 4 șuruburi

EVOLUȚIA VINDECĂRII DEFECTELOR OSOASE CONSOLIDATE CU PLĂCI DE TIP LCP

Studiul s-a realizat pe 16 pacienți canini grupați în două loturi (tabelul 3-2.1), la care sub aceleași condiționări s-a realizat stabilizarea fracturilor diafizare ale oaselor lungi (fig. 5-2.1), focarul fractural s-a fixat cu o placă de osteosinteză de tip LCP (*Looking Contact Plate*)⁹ cu o grosime de 7,5 și respectiv 11mm și șuruburi de corticală – cortex screw, cu cap hexagonal, cu diametru de 2,7 și 3,5, autodarodabile (self-tapping) și cu o lungime cuprinsă între 10 și 24 mm, în funcție de conformația oaselor, specifică fiecărui individ (fig. 6-2.1).

Abordul regiunii de interes a fost cel clasic descris de [19, 20, 21, 37] pentru femur și tibie și de [15, 20, 37] pentru humerus.

La pacienții din lotul I a fost păstrat periostul în contact cu suprafața osoasă. La subiecții lotului II s-a realizat deperiostarea suprafeței osoase pe care s-a aplicat placa.

Reducerea fracturii s-a realizat prin tracționarea, angularea și coaptarea fragmentelor osoase. Menținerea coaptării s-a realizat cu pense de fixare cu contact punctual.

Pentru stabilizarea focarului de fractură și fixarea plăci, s-a realizat modelarea (conturarea) plăcii după forma osului. După așezarea plăcii în poziția optimă de fixare a fracturii, s-a găurit osul (burghiu de 2 mm sau 2,5 mm, dependent de diametrul șuruburilor utilizate - 2,7 respectiv 3,5 mm și de tipul plăcii -7,5 sau 11 mm grosime), folosind un ghidaj pentru burghiu (*DCP – drill guide neutral and load Synthes*) amplasat în găurile plăcii în poziții care să asigure realizarea unui montaj de compresiune dinamică [4, 7]. Canalului, creat prin burghiere, i-a fost măsurată adâncimea pentru a selecta

lungimea corespunzătoare a fiecărui șurub. Lungimea șuruburilor utilizate a fost corelată cu adâncimea canalului osos creat – tabelul 4.1. Numărul de șuruburi folosit pentru stabilizarea fracturilor a fost influențat de dimensiunea osului fracturat, de tipul fracturii și de caracteristicile plăcii. Înfiletarea șuruburilor s-a făcut manual cu o șurubelniță¹³ (screwdriver) cu cap hexagonal. Planul muscular a fost suturat în fir continuu cu material resorbabil¹⁴ iar pielea s-a suturat în puncte separate cu material neresorbabil¹⁵.

Tabelul 3-2.1.

Caracteristicile clinice ale cazurilor consolidate cu plăci de tip LCP

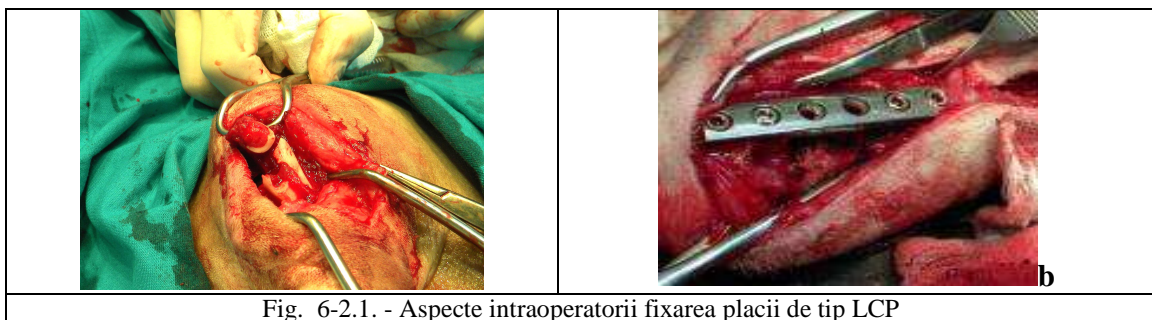
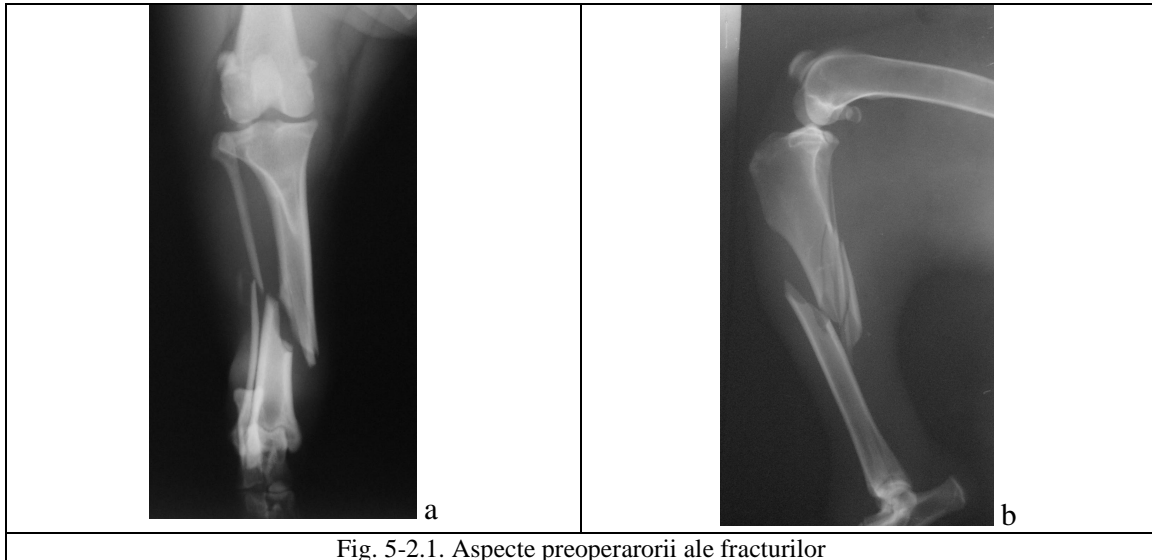
Lotul	Subiect	Vârstă (ani)	Greutate (kg)	Tipul de fractură	Materialul folosit
I	1	4	12	Fraktură simplă, oblică, diafizară 1/3 mijlocie, femur	Placă LCP g= 7,5 mm, L=121 mm, G=10, S = 6, Ø=2,7, l=17-19 mm
	2	3	16	Fraktură simplă, transversală, diafizară 1/3 proximală, tibie	Placă LCP g= 11mm, L=132mm, G=10, S=7, Ø=3,5mm, l=17-21 mm
	3	2	15	Fraktură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 distală, tibie	Placă LCP g= 11 mm, L=73 mm, G=8, S=7, Ø=2,7, l=17-19 mm
	4	3	19	Fraktură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, femur	Placă LCP g= 11mm, L=121mm, G=10, S=8, Ø=3,5mm, l=19-21 mm
	5	4	14	Fraktură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LCP g= 11mm, L=121mm, G=10, S=7 Ø=3,5mm, l=19-21 mm
	6	3	11	Fraktură simplă, oblică lungă, diafizară, 1/3 distală, humerus	Placă LCP g=7,5 mm, L=73 mm, G=8, S=5, Ø=2,7, l=15-19 mm
	7	6	25	Fraktură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LCP g=11mm, L=121 mm, G=11, S=9, Ø=3,5 mm, l=19-21 mm
	8	2	24	Fraktură simplă, oblică scurtă, diafizară 1/3 distală, femur	Placă LCP g=11mm, L=158mm, G=12, S=10, Ø=3,5mm, l=19-25 mm
II	1	3	10	Fraktură simplă, oblică, diafizară 1/3 proximală, tibie	Placă LCP g=7,5 mm, L=73 mm, G=8, S=6, Ø=2,7, l=13-17 mm
	2	2	16	Fraktură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LCP g=7,5 mm, L=73 mm, G=8, S=6, Ø=2,7, l=19-21 mm
	3	4 ^{1/2}	18	Fraktură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 distală, tibie	Placă LCP g=11 mm, L=119 mm, G=7, S=6, Ø=3,5 mm, l=17-21 mm
	4	5	19	Fraktură simplă, oblică scurtă, diafizară 1/3 mijlocie, femur	Placă LCP g= 11mm, L=158mm, G=8, S=7, Ø=3,5 mm, l=19-23 mm
	5	6	20	Fraktură simplă, transversală, diafizară 1/3 proximală, femur	Placă LCP g= 11mm, L=158mm, G=12, S=9, Ø=3,5 mm, l=19-21 mm
	6	7	16	Fraktură simplă, oblică scurtă, diafizară 1/3 mijlocie, tibie	Placă LCP g=11 mm, L=119mm, G=9, S=6, Ø=3,5 mm, l=19-21 mm
	7	2	14	Fraktură simplă, transversală, diafizară 1/3 mijlocie, humerus	Placă LCP g=7,5mm, L=64mm, G=7, S=5, Ø=2,7, l=19-23 mm
	8	3	18	Fraktură simplă, oblică lungă, diafizară 1/3 distală, femur	Placă LCP g=11 m, L=132 mm, G=10, S=8, Ø=2,5mm, l=17-23 mm

¹⁴ PDS II, PDS plus, sau Vicryl de 2, 3 sau 3,5 metric - Ethicon, Johnson & Johnson Ltd.

¹⁵ Mersilk de 3 sau 3,5 metric - Ethicon, Johnson & Johnson Ltd.

⁹ LCP - Looking Contact Plate

Legenda
g - grosimea plăcii; L - lungimea plăcii; G - numărul de găuri; S - numărul de șuruburi; Ø - diametrul șurubului; l - lungimea șuruburilor.



2.1.2. Rezultate și discuții

Realizarea modelului animal nu a întâmpinat dificultăți, în ceea ce privește deperiostarea capetelor fracturate sau coaptarea și stabilizarea fracturilor cu plăcile de osteosinteză

2.1.3. Concluzii

Modelele nu impun dificultăți de ordin tehnic pentru realizare.

2.2. MONITORIZAREA CLINICĂ ȘI PARACLINICĂ A MODELULUI ANIMAL REALIZAT

2.2.1. Materiale și metode

Protocolul anestezic a constat în: administrarea intravenoasă a premedicației anestezice 0,4 mg/kg *Acepromazină*¹⁶ 1% urmată la interval de 10 minute de 8 mg/kg *Ketamină*¹⁷ 10% și inducție narcotică cu *Propofol*¹⁸ 1% (autodozare), după care subiecții au fost intubați și conectați la aparatul de narcoză inhalatorie – circuit închis – cu respirație asistată, narcoza menținându-se pe toată durata intervenției cu *Izofluran* la concentrații care au variat între 5 % și 0,5 %, (MAC 1,5-1,2) acestea fiind corelate cu timpii operatori.

Intraoperator pacienții au fost monitorizați după un protocol standard neinvaziv care a inclus măsurarea la intervale prestabilite de timp (5 minute) a presiunii arteriale (*sistolice, diastolice și medii*), măsurarea continuă a saturației hemoglobinei în oxigen, a frecvenței cardiace, pulsului periferic, frecvenței respiratorii, capnogramului și MAC-ului, și urmărirea permanentă a traseului EKG (derivația DII).

Analgezia postoperatorie a fost asigurată prin administrarea subcutanată de *Butorfanol*¹⁹ 0,25 mg/kg la interval de 4 ore în primele 12- 24 de ore după intervenție.

Ingrijirile postoperatorii au constat în protejarea plăgii cu un pansament steril schimbat la interval de 48 de ore. Pentru a evita autotraumatizarea plăgii, în timpul necesar vindecării (7 zile), fiecărui individ i-a fost aplicat un colier *Elisabethan*. Pe cale generală timp de 5 zile s-a administrat intramuscular *Synulox*²⁰ în doza de 10mg / kg corp.

Monitorizarea postoperatorie a indivizilor s-a realizat pentru o perioadă de 63 de zile, prin:

- **examen clinic** zilnic timp de 21 zile postoperator urmărindu-se:

- statusul clinic general,
- aspectul plăgilor postoperatorii și vindecarea inciziei,
- sensibilitatea dureroasă la palpare,
- comportamentul,
- temperatura corporală;
- locomotia, interesând gradul de șchiopătură (tabelul 1-2.2) și

intervalul de persistență a tulburărilor locomotorii.

Examinarea postoperatorie s-a realizat săptămânal urmărindu-se: statusul clinic general și gradul de utilizare a membrului afectat. Severitatea șchiopăturii a fost evaluată preoperator și la 1, 2, 4, 8 și 12 săptămâni postoperator. Pentru evaluarea deficitului funcțional în timpul mersului a fost utilizată o scală cu cinci nivele (tabelul 1-2.2).

¹⁶ Acepromazina - VETOQUINOL

¹⁷ Ketamina - CP-PHARMA

¹⁸ Propofol - FRESENIUS KABI

¹⁹ Butorfanol - RICHTERPHARMA

²⁰ Synbulox - Phyzer Ltd

Tabelul 1-2.2

Scala de evaluare a gradului șchiopăturii

Gradul	Descriere
0	Atitudine normală atât în stațiune cât și în mers – fără șchiopătură
1	Dificultăți în mers, mai ales la pas alert – șchiopătură discretă
2	Dificultăți în mers, șchiopătură intermitentă în mers rapid
3	Șchiopătură evidentă la fiecare pas, durere
4	Membrul este scos din sprijin atât în stațiune cât și în mișcare, durere intensă

- **examenul radiologic** - radioscopia zonei de interes, preoperator, imediat postoperator și la intervale prestabilite de 30, 60 și 90 de zile postoperator, urmărindu-se: reacția tisulară la nivelul defectului și în vecinătate precum și modificările radioopacității la nivelul defectului. Examinarea s-a efectuat cu aparatul *Siremobil L²¹, C-Arm, SIEMENS*. Pentru a determina uniunea s-a urmărit prezența punții de calus, a distanței dintre fragmente, angularea și prezența liniei de fractură, utilizând o grilă de apreciere cu patru trepte (tabelul 2-1.2). Timpul necesar vindecării și rata complicațiilor a fost analizată.

Pentru examinarea radioscopică toți subiecții au fost aneșteziați la fiecare examinare. Protocolul aneștic a constat în: *Acepromazină* 2% 0,2 mg/kg, *Ketamină* 10% 3 mg/kg administrate intravenos și narcoză inhalatorie pe mască cu *Izofluran* la concentrație de 1% timp de aproximativ 15 minute pentru fiecare examinare.

Tabelul 2-2.2.

Scala radiologică de evaluare a vindecării fracturii

Gradul	Fixarea liniei de fractură și a continuității corticalei
Foarte bună	remodelare totală a liniei de fractură, continuitate corticală, lipsa angulării
Bună	spațiu < 0.5 mm între fragmente cu întreruperea continuității corticale, lipsa angulării
Suficientă	spațiu < 0.5-1.0 mm între fragmente cu întreruperea continuității corticale, angulare 5-10 ⁰
Slabă	spațiu > 1.0 mm între fragmente, lipsa continuității corticale, angulare >10 ⁰

²¹ Siemens Siremobil Compact L, C-Arm

2.2.2. Rezultate

EXAMENUL CLINIC

Fracturi stabilizate cu plăci de tip DCP

Postoperator, nu a fost observată alterarea statusului clinic general la nici unul dintre pacienți.

Sensibilitatea algică la palparea regiunii plăgii operatorii a fost prezentă în primele 4 zile postoperator la toți subiecții. La evaluarea de la 7 zile postoperator, s-a constatat că sensibilitatea persistă la patru pacienți, dispărând complet, la toți pacienții, la examinarea de la 14 zile.

Vindecarea plăgii operatorii s-a realizat primar la 14 indivizi, cu excepția pacientului 3 din lotul I și a pacientului 1 din lotul II. La acești pacienți a fost observată formarea unui serom care a fost drenat și peste zona afectată s-a aplicat un bandaj elastic timp de 3 zile. Plaga operatorie s-a vindecat în interval de 14 - 17 zile.

Gradul de utilizare al membrului stabilizat, din punct de vedere al evaluării șchiopăturii este redat în tabelul 3-2.2. Utilizarea normală membrului operat, fără șchiopătură, s-a produs în intervalul 23 - 35 de zile (cu o medie de 29 de zile) la lotul I și între 24 și 37 de zile (cu o medie de 32,5 zile) pentru lotul II.

Tabelul 3-2.2.

Gradul de utilizare al membrului operat pe parcursul perioadei de monitorizare
(conform grilei din tabelul 2-2.2)

Lot	Timp Grad șchiopătură	1 săptămână	2 săptămâni	4 săptămâni	8 săptămâni	12 săptămâni
		(nr. indivizi)	(nr. indivizi)	(nr. indivizi)	(nr. indivizi)	(nr. indivizi)
I	0	-	-	6	8	8
	1	-	2	2	-	-
	2	4	5	-	-	-
	3	4	1	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
II	0	-	-	6	8	8
	1	-	1	1	-	-
	2	3	4	1	-	-
	3	5	3	-	-	-
	4	-	-	-	-	-

Fracturi stabilizate cu plăci de tip LC-DCP

Pe parcursul perioadei de monitorizare, la toți pacienții, nu a fost constatată alterarea statusului clinic general. Deasemenea, în primele 4 zile, a fost prezentă sensibilitatea algică a zonei învecinate plăgii operatorii.

La evaluarea de la 7 zile postoperator, s-a constatat că sensibilitatea persistă la 2 pacienți, dispărând complet la 14 zile.

Vindecarea plăgii operatorii s-a realizat fără complicații în 7 până la 10 zile postoperator, pentru 13 indivizi. La trei cazuri a fost notată apariția unor seroame, care după drenare și aplicare unui bandaj elastic, menținut timp de trei zile s-au vindecat în timp de 14 - 17 zile.

Evaluarea gradului șchiopăturii, este redată în tabelul 4-2.2, recuperarea funcțională a membrului s-a produs între 14 și 25 de zile (cu o medie de 18,5 zile) la lotul I și între 14 și 30 de zile (cu o medie de 22 de zile) la lotul II.

Tabelul 4-2.2.

Gradul de utilizare al membrului operat pe parcursul perioadei de monitorizare
(conform grilei din tabelul 2-2.2)

Lot	Timp Grad șchiopătură	1 săptămână	2 săptămâni	4 săptămâni	8 săptămâni	12 săptămâni
		(nr. indivizi)	(nr. indivizi)	(nr. indivizi)	(nr. indivizi)	(nr. indivizi)
I	0	-	3	7	8	8
	1	-	3	1	-	-
	2	5	2	-	-	-
	3	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
II	0	-	1	6	8	8
	1	1	4	2	-	-
	2	3	3	-	-	-
	3	4	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-

Fracturi stabilizate cu plăci de tip LCP

Pe parcursul perioadei de spitalizare, la toți pacienții, nu a fost constatată alterarea statusului clinic general. Deasemenea, în acest interval a fost prezentă sensibilitatea algică a zonei învecinate plăgii operatorii.

La evaluarea de la 7 zile postoperator, s-a constatat că sensibilitatea persistă la 2 pacienți, dispărând complet la 14 zile.

Vindecarea plăgii operatorii s-a realizat fără complicații în 7 până la 10 zile postoperator, pentru 16 indivizi. La două cazuri a fost notată apariția unor seroame, care după drenare și aplicare unui bandaj elastic, menținut timp de trei zile s-au vindecat în timp de 14 - 17 zile.

Evaluarea gradului șchiopăturii, este redată în tabelul 5-2.2, recuperarea funcțională a membrului s-a produs între 14 și 23 de zile (cu o medie de 17,5 zile) la lotul I și între 16 și 29 de zile (cu o medie de 22,5 zile) la lotul II.

Tabelul 5-2.2.

Gradul de utilizare al membrului operat pe parcursul perioadei de monitorizare
(conform grilei din tabelul 2-2.2)

Lot	Timp Grad șchiopătură	1 săptămână (nr. indivizi)	2 săptămâni (nr. indivizi)	4 săptămâni (nr. indivizi)	8 săptămâni (nr. indivizi)	12 săptămâni (nr. indivizi)
		I	0	-	3	8
1	-		3	-	-	-
2	5		2	-	-	-
3	3		-	-	-	-
4	-		-	-	-	-
II	0	-	2	7	8	8
	1	1	4	1	-	-
	2	3	2	-	-	-
	3	4	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-

EXAMENUL RADIOSCOPIC

Fracturi stabilizate cu plăci DCP

Gradul de vindecare radiologică pentru loturile a căror fracturi au fost stabilizate cu plăci de tip DCP este redată în tabelul 6-2.2.

Tabelul 6-2.2.

Monitorizarea radiologică a vindecării osoase
(conform tabelului 6-2.2.)

Lot	Timp Grad vindecare	30 de zile	60 de zile	90 de zile
		I	Foarte bună	-
Bună	6		4	1
Satisfăcătoare	2		2	1
Slabă	-		-	-
II	Foarte bună	-	2	5
	Bună	5	3	2
	Satisfăcătoare	3	3	1
	Slabă	-	-	-

La evaluarea radiologică la 30 de zile, la pacientul 2 din lotul I (fig. 1-2.2. a) se decelează formarea calusului la nivelul fracturii, fără a depăși corticala osoasă, radiodensitatea la nivelul calusului este mai redusă decât a țesutului osos învecinat. La pacientul 7 din lotul II (fig. 9.2.5.3 b) se observă formarea calusului dar se păstrează încă liniile de fractură.



Pacient 2- lot I incidența cranio-caudală

Pacient 7- lot II incidența cranio-caudală

1-2.2.. -Evoluția radioscopică a loturilor la 30 de zile postoperator

Examenul radiologic efectuat la 60 de zile postoperator evidențiază la subiectul 7 din lotul I (fig. 2-2.2 a) creșterea densității țesutului la locul fracturii, fiind similară țesutului osos adiacent. În cazul pacientului 6 din lotul II (fig. 2-2.2 b) se observă încă persistența liniilor de fractură.



Pacient 7- lot I incidența cranio-caudală

Pacient 6- lot II incidența cranio-caudală

Fig. 2-2.2. - Evoluția radiologică la 60 de zile postoperator

Examenul radiologic, efectuat la 90 de zile, evidențiază o „foarte bună” vindecare osoasă pentru majoritatea pacienților (7) din lotul I (ex: cazul nr.2 din lotul I - fig. 3-2.2. a) și un proces reparatoriu aflat încă în desfășurare pentru cinci pacienți din lotul II (ex: cazul nr. 3 din lotul II - fig. 3-2.2. b), la care țesutul din focarului de fractură este încă mai radiotransparent decât țesutul osos sănătos.



Pacient 2- lot I, incidența cranio-caudală

Pacient 3- lot II, incidența cranio-caudală

Fig. 3-2.2 - Evoluția radiologică la 90 de zile postoperator

Fracturi stabilizate cu plăci de tip LC-DCP

Urmărirea vindecării radiologice pentru loturile cu fracturi stabilizate cu plăci de tip LC-DCP este prezentată în tabelul 8-2.2. Examenul radiologic efectuat la 60 de zile postoperator evidențiază o vindecare „foarte bună” pentru 75% din indivizii lotului I și pentru 50% din cei din lotul II.

Examenul radiologic, efectuat la 90 de zile, evidențiază o „foarte bună” și „bună” vindecare osoasă pentru toți pacienții din lotul I și un proces reparativ aflat încă în desfășurare pentru 25% din pacienții lotului II.

Tabelul 8-2.2.

Monitorizarea radiologică a vindecării osoase
(conform tabelului.2-.2.2)

Lot	Timp Grad vindecare	30 de zile	60 de zile	90 de zile
		I	Foarte bună	4
	Bună	2	1	2
	Satisfăcătoare	2	1	-
	Slabă	-	-	-
II	Foarte bună	3	4	5
	Bună	2	2	1
	Satisfăcătoare	3	2	2
	Slabă	-	-	-

Pentru a particulariza evoluția vindecării la cele două loturi redăm, în cele ce urmează, câteva exemple pe care le considerăm edificatoare pentru dinamica vindecării.

Examinarea radiosopică efectuată la 30 de zile postoperator indică prezența calusului cu radiodensitate redusă cu precădere în zona linilor de fractură, pentru pacientul 4 din lotul I (fig. 4-2.2. a). La pacientul 6, din lotului II, poate fi observată

mobilizarea primelor două șuruburi proximale precum și persistența liniei de fractură (fig. 4-2.2. b).



Pacient 4- lot I, incidența cranio-caudală



Pacient 3- lot II, incidența cranio-caudală

Fig. 4-2.2. - Evoluția radiosopică la 30 de zile

Examenul radiologic efectuat la 60 de zile postoperator evidențiază o vindecare „foarte bună” pentru 75% din indivizii lotului I și pentru 50% din cei din lotul II.

A doua examinare radiosopică (la 60 de zile) indică pentru pacientul 3, lotul I, (fig. 5-2.2. a) creșterea radiodensității calusului similară cu cea a țesutului osos învecinat, iar calusul depășește ușor corticală capetelor osului. La pacientul 6, lotul II, (fig. 5-2.2. b), se observă creșterea radiodensității de la nivelul calusului precum și a dimensiunilor acestuia, depășind discret corticala osoasă, iar șuruburile mobilizate sunt mai depărtate de placă, față de poziția înregistrată la controlul efectuat la 30 de zile.



Pacient 3- lot I, incidența cranio-caudală



Pacient 3- lot II, incidența cranio-caudală

Fig. 5-2.2. - Evoluția radiosopică la 60 de zile

La 90 de zile pe imaginile radiosopice se observă radiodensitate uniformă pe toată suprafața osoasă la indivizii din lotul I (ex: caz 4 – fig. 6-2.2.a) și o radiodensitate mai mică decât a țesutului osos normal la 25% din cazurile aparținând lotului II (ex: pacient 3 - fig. 6-2.2. b).



Pacient 4- lot I, incidența cranio-caudală



Pacient 3- lot II, incidența cranio-caudală

Fig. 6-2.2. - Evoluția radiosopică la 90 de zile

Nu s-au înregistrat complicații cu etiologie infecțioasă.

Reluarea precoce (cca. 21 de zile), de către toți indivizii, a sprijinului pe piciorul afectat, cu suportarea întregii greutate corporale – tabelul 2.6.2 atestă rigiditatea și stabilitatea montajelor efectuate la ambele loturi.

Conturarea plăcilor de tip LC-DCP este mai facilă decât a plăcilor de tip DCP, constatare semnalată și de alți autori [2, 4, 17, 23, 27, 35].

Rata vindecării fracturilor la pacienții din lotul II se încadrează în intervalul descris de *Schindeler și colab. - 2008* [41], *Leighton - 1993* [27], fiind asemănătoare celei înregistrate după fixarea cu plăci de tip DCP în monaje aderente la corticala deperiostată a oaselor fracturate [13, 32].

Scurtarea evidentă a intervalului de timp care atestă prin examen radiologic vindecarea focarelor fracturale la pacienții din lotul I, față de timpul înregistrat pentru cazurile din lotul II, o atribuim păstrării integrității periostului.

Dimensiunea mai redusă a calusului format la nivelul fracturii și radiodensitatea acestuia (lotul I) sugerează calitatea bună a țesutului osos nou format, aspect susținut și de *Jain și colab. - 1999* [18]. Datele înregistrate de noi cu privire la dimensiunea calusului la cazurile din lotul I considerăm că sunt datorate păstrării circulației periostale (coeficientul ischemic cauzat de plăcile de tip LC-DCP fiind mai redus decât cel provocat de plăcile de tip DCP) [25]. Cercetările întreprinse de către *Srinivasan și colab. - 2002* [47] și *Svindland și colab. - 1995* [49] care investigând rolul ischemiei asupra răspunsului periostal arată că s-a înregistrat hiperplazia și hipertrofia periostului tibial cu formarea de țesut osos după trei zile, vin în sprijinul constatărilor efectuate de noi.

Constatările efectuate asupra reparării discontinuităților periostale în cazul utilizării plăcilor de tip DCP sunt valabile și pentru plăcile de tip LC-DCP. Ba chiar mai mult, la lotul I utilizarea plăcilor LC-DCP care, constructiv, reduc contactul cu periostul la un minim necesar pentru o aderență care să asigure fixarea și compresiune interfragmentară, a dus la scurtarea cu cca șapte zile a intervalului de timp necesar pentru o vindecare osoasă primară (prin comparație cu plăcile DCP montate supraperiostal). Date asemănătoare au raportat și alți autori, *Field și colab. - 1997* [7], *Gautier și Perren - 1992* [9], *Perren - 2003* [34].

Fracturi stabilizate cu plăci de tip LCP

Urmărirea vindecării radiologice pentru loturile cu fracturi stabilizate cu plăci de tip LCP este prezentată în tabelul 9-2.2. Examenul radiologic efectuat la 60 de zile postoperator evidențiază o vindecare „foarte bună” pentru 87,5% din indivizii lotului I și pentru 65% din cei din lotul II.

Examenul radiologic, efectuat la 90 de zile, evidențiază o „foarte bună” și „bună” vindecare osoasă pentru toți pacienții din lotul I și un proces reparativ aflat încă în desfășurare pentru 15% din pacienții lotului II.

Tabelul 9-2.2.

Monitorizarea radiologică a vindecării osoase
(conform tabelului.2-.2.2)

Lot	Tim Grad vindecare	30 de zile	60 de zile	90 de zile
	I	Foarte bună	4	6
Bună		2	2	1
Satisfăcătoare		2	-	-
Slabă		-	-	-
II	Foarte bună	3	5	6
	Bună	2	2	2
	Satisfăcătoare	3	1	-
	Slabă	-	-	-

Pentru a particulariza evoluția vindecării la cele două loturi, sunt redate, în cele ce urmează imaginile edificatoare pentru dinamica vindecării.

Examinarea radiosopică efectuată la 30 de zile postoperator pentru pacienții lotului I, indică prezența calusului cu radiodensitate redusă cu precădere în zona linilor de fractură, la pacienții lotului II radiodensitatea calusului este mai redusă decât la lotul I.

Examenul radiologic efectuat la 60 de zile postoperator evidențiază o vindecare „foarte bună” pentru 87,5% din indivizii lotului I și pentru 65% din cei din lotul II.

La 90 de zile pe imaginile radiosopice se observă radiodensitate uniformă pe toată suprafața osoasă la indivizii din lotul I și o radiodensitate mai mică decât a țesutului osos normal la 20% din cazurile aparținând lotului II

2.2.3. Discuții

Nu s-au înregistrat complicații datorate destabilizării montajelor și nici complicații cu etiologie infecțioasă.

Rezultate diferite înregistrate față de literatura de specialitate Larsson și colab. - 2001 [26] pentru plăcile de tip DCP, se datorează atât conturării atente a plăcii la conformația osului, conformă cu cerințele fixării rigide cu acest tip de placă Gautier și Perren - 2000 [10], Klaue și colab. - 2000 [24], cât și a utilizării unui număr crescut de șuruburi de fixare Kaab și colab. - 2004 [22], Whitehair și Vasseau - 1992 [53].

Conturarea plăcilor de tip LCP nu este necesară ele putând fi plasate paralel cu suprafața osoasă fără a intra în contact cu ea, făcând astfel mai facilă stabilizarea decât cu plăcile de tip DCP sau LC-DCP, constatare semnalată și de alți autori [2, 4, 17, 23, 27].

Reluarea precoce (cca. 30 de zile) a sprijinului pe piciorul afectat, cu suportarea întregii greutate corporale, atestă rigiditatea și stabilitatea montajelor efectuate.

Rata vindecării fracturilor la pacienții din loturile II se încadrează în intervalul descris de *Jain și colab.* - 1999 [16], *Leighton* - 1993 [27] și *Terjesen și colab.* - 1984 [51].

Scurtarea evidentă a intervalului de timp care atestă prin examen radiologic vindecarea focarelor fracturale la pacienții din lotul I o atribuim păstrării integrității periostului. Repararea rapidă a discontinuității periostale este posibilă prin apozitionarea compresiv dinamică exercitată de placa de osteosinteză asupra capetelor osoase. Integritatea periostală în condițiile unei compactări strânse a corticalei capetelor osoase o considerăm responsabilă pentru vindecările osoase primare obținute. Literatura de specialitate [4, 8] consideră că pentru a obține o vindecare osoasă primară este necesară coaptarea perfectă, rapidă și fixarea compresiv dinamică a capetelor osoase. Diferențele înregistrate între cele două loturi ale fiecărui tip de fixare (condiții identice de fixare dar diferite de manipulare a periostului) ne face să ne considerăm îndreptățiți să afirmăm că rolul periostului este unul esențial, contrazicând datele tehnice care reglementează plasarea plăcilor de osteosinteză în contact intim cu corticala (deperiostată) osului [6].

Dimensiunea mai redusă a calusului format la nivelul fracturii și radiodensitatea acestuia, la loturile I, stabilizate cu plăci de tip LC-DCP și LCP, sugerează calitatea bună a țesutului osos nou format, aspect susținut și de *Jain și colab.* - 1999 [18]. Datele înregistrate de noi cu privire la dimensiunea calusului la cazurile din loturile I, considerăm că sunt datorate păstrării circulației periostale (coeficientul ischemic cauzat de plăcile de tip LC-DCP și LCP fiind mai redus decât cel provocat de plăcile de tip DCP). Cercetările întreprinse de către *Srinivasan și colab.* - 2002 [47] și *Svindland și colab.* - 1995 [49] care investigând rolul ischemiei asupra răspunsului periostal arată că s-a înregistrat hiperplazia și hipertrofia periostului tibial cu formarea de țesut osos după trei zile, vin în sprijinul constatărilor efectuate de noi.

Constatățile efectuate asupra reparării discontinuităților periostale în cazul utilizării plăcilor de tip DCP, sunt valabile și pentru plăcile de tip LC-DCP și LCP. Ba chiar mai mult, la lotul I utilizarea plăcilor LC-DCP și LCP care, constructiv, reduc contactul cu periostul, au dus la scurtarea cu cca șapte zile a intervalului de timp necesar pentru o vindecare osoasă primară (prin comparație cu placile DCP montate supraperiostal). Date asemănătoare au raportat și alți autori, *Field și colab.* - 1997 [7], *Gautier și Perren* - 1992 [9], *Perren* - 2003 [34].

2.2.4. Concluzii

Consolidarea fracturilor fixate cu plăci de tip DCP se produce în aproximativ 65 de zile la cazurile cu placa fixată supraperiostal (lot I) și la peste 90 de zile pentru pacienții cu placă aplicată direct pe corticala osoasă (corticală deperiostată – lot II).

Vindecarea primară a defectelor fracturale stabilizate cu plăci de tip DCP, se produce rapid în condițiile coaptării perfecte, rapide și fixării compresiv dinamică a capetelor osoase cu integritate periostală conservată intraoperator.

Plăcile de tip LC-DCP prin contactul limitat cu suprafața osoasă favorizează perfuzarea periostului.

Consolidarea fracturilor fixate cu plăci de tip LC-DCP se produce în aproximativ 58 de zile la cazurile cu placa fixată supraperiostal (lot I) și la peste 90 de zile pentru 25% din pacienții tratați cu placă aplicată direct pe corticala osoasă (corticală deperiostată – lot II).

Vindecarea primară a defectelor fracturale stabilizate cu plăci de tip LC-DCP, se produce rapid în condițiile coaptării perfecte, rapide și fixării compresiv dinamică a capetelor osoase cu integritate periostală conservată intraoperator.

Consolidarea fracturilor fixate cu plăci de tip LCP se produce în aproximativ 55 de zile pentru lotul I, și la peste 90 de zile pentru 20% în cazul lotului II deperiostat.

Evaluarea influenței manipulării periostului, în relație cu diverse tipuri de fixări interne a focarelor fracturale, asupra vindecării osoase arată că cele mai bune rezultate au fost obținute cu plăcile de tip LCP și LC-DCP, vindecarea primară a defectelor fracturale stabilizate producându-se rapid în condițiile coaptării perfecte, rapide și a fixării compresiv dinamice a capetelor osoase cu integritate periostală conservată intraoperator.

TESTAREA REZISTENȚEI MECANICE A OASELOR VINDECATE, ÎN URMA STABILIZĂRII DEFECTELOR FRACTURALE CU DIFERITE TIPURI DE PLĂCI DE OSTEOSINTEZĂ

3.1. ELABORAREA MODELULUI EXPERIMENTAL ANIMAL

3.1.1. Materiale și metode

Studiul s-a realizat pe 24 de subiecți, împărțiți în 3 loturi, dependent de tipul de placă de osteosinteză folosită, dat redate în tabelul 1-3.1. La care s-au creat defecte fracturale totale cu dimensiuni de aproximativ 2,5 cm, la nivelul diafizei proximale tibiale și care ulterior au fost stabilizate cu plăci de osteosinteză de tip DCP (*Dynamic Compression Plate*)²², LC-DCP (*Low Contact - Dynamic Compression Plate*)²³, LCP (*Looking Compression Plate*)²⁴ cu o grosimi de 7,5 și respectiv 11mm și șuruburi de corticală – cortex screw, cu cap hexagonal, cu diametru de 2,7 și 3,5, autodarodabile (self-tapping) și cu o lungime cuprinsă între 10 și 24 mm, în funcție de conformația oaselor, specifică fiecărui individ (fig. 1-3.1, 2-3.1, 3-3.1.)

Abordul regiunii de interes a fost cel clasic descris de [19, 21, 37] pentru tibie.

Pentru stabilizarea focarului de fractură și fixarea plăcii, s-a realizat modelarea (conturarea) plăcii după forma osului. După așezarea plăcii în poziția optimă de fixare a fracturii, s-a găurit osul (burghiu de 2 mm sau 2,5 mm, dependent de diametrul șuruburilor utilizate - 2,7 respectiv 3,5 mm și de tipul plăcii -7,5 sau 11 mm grosime), folosind un ghidaj pentru burghiu (*DCP – drill guide neutral and load Synthes*) amplasat în găurile plăcii în poziții care să asigure realizarea unui montaj de compresiune dinamică [10, 11, 52]. Canalului, creat prin burghiere, i-a fost măsurată adâncimea pentru a selecta lungimea corespunzătoare a fiecărui șurub. Lungimea șuruburilor utilizate a fost corelată cu adâncimea canalului osos creat – tabelul 1-3.1. Numărul de șuruburi folosit pentru stabilizarea fracturilor a fost influențat de dimensiunea osului fracturat, de tipul fracturii și de caracteristicile plăcii. Înfiletarea șuruburilor s-a făcut manual cu o șurubelniță (screwdriver) cu cap hexagonal.

Planul muscular a fost suturat în fir continuu cu material resorbabil²⁵ iar pielea s-a suturat în puncte separate cu material neresorbabil²⁶.

²² Synthes (Swiss) – DCP implants set

²³ Synthes (Swiss) – LC-DCP implants set

²⁴ Synthes (Swiss) – LCP implants set

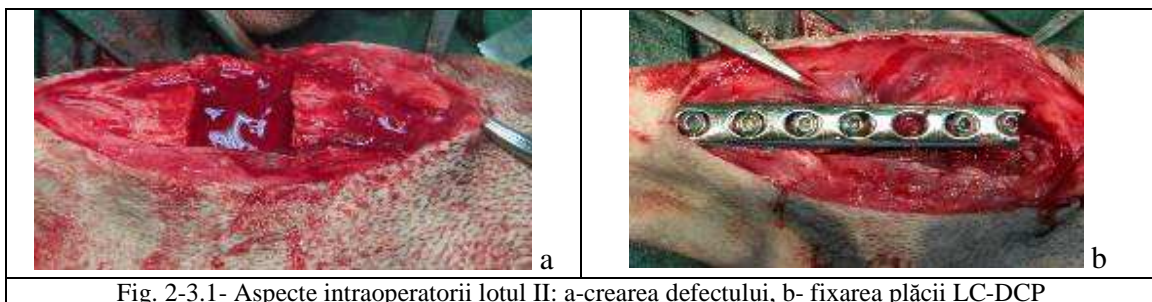
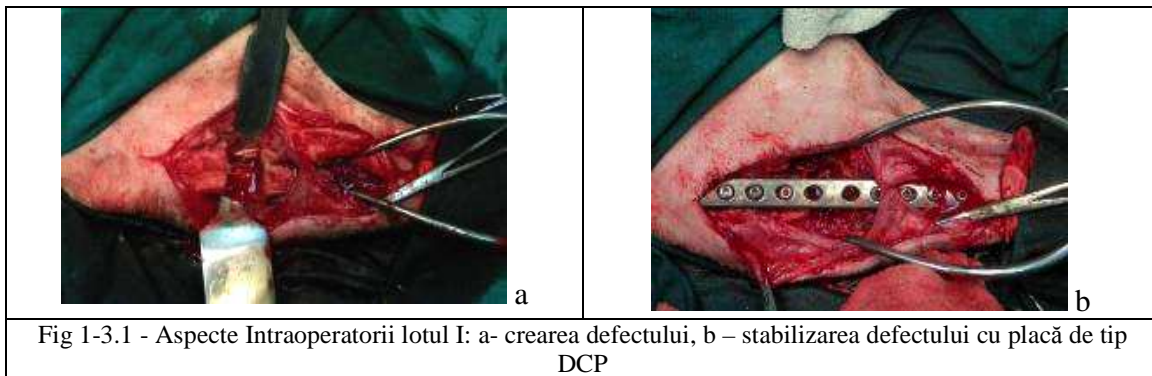
²⁵ PDS II, PDS plus, sau Vicryl de 2, 3 sau 3,5 metric - Ethicon, Johnson & Johnson Ltd.

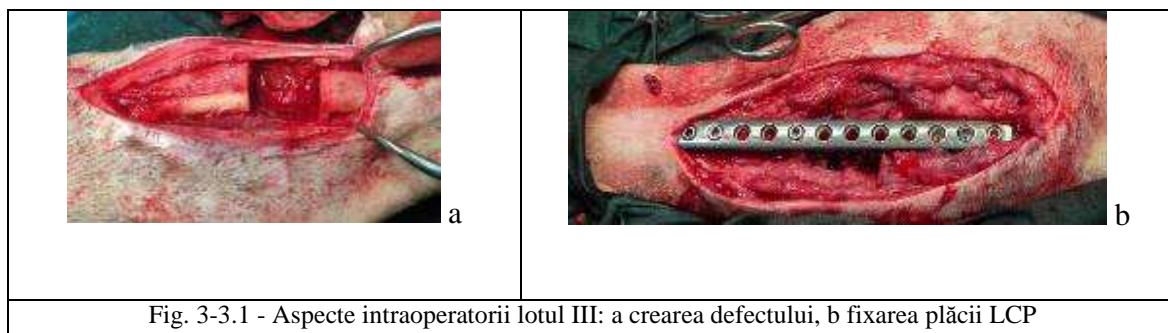
²⁶ Mersilk de 3 sau 3,5 metric - Ethicon, Johnson & Johnson Ltd.

Tabelul 1-3.1

Caracteristicile subiecților celor trei loturi

LOT I - DEFECTE OSOASE CONSLIDATE CU PLACĂ DE TIP DCP (Dynamic Compression Plate)				LOT II - DEFECTE OSOASE CONSLIDATE CU PLACĂ DE TIP LC-DCP (Low Contact Dynamic Compression Plate)				LOT III - DEFECTE OSOASE CONSLIDATE CU PLACĂ DE TIP LCP (Loking Contact Plate)			
Subiect	Sex	Greutate (kg)	Vârsta (ani)	Subiect	Sex	Greutate (kg)	Vârsta (ani)	Subiect	Sex	Greutate (kg)	Vârsta (ani)
1	Mascul	24	3 ½	1	Femela	24	2	1	Mascul	18	2 ½
2	Mascul	22	2	2	Mascul	24	2	2	Mascul	23	3
3	Mascul	26	6	3	Mascul	25	2 ½	3	Mascul	24	4
4	Femela	23	3 ½	4	Femela	21	4	4	Femela	19	4 ½
5	Mascul	25	2 ½	5	Mascul	20	5	5	Mascul	20	2 ½
6	Mascul	29	4	6	Mascul	23	3 ½	6	Mascul	21	3
7	Femela	21	3	7	Femela	20	4	7	Femela	21	5
8	Femela	27	5	8	Mascul	26	5 ½	8	Femela	25	2 ½





3.1.2. Rezultate și discuții

Modelele experimentale propus sunt realizabile fără a se întâmpina dificultăți tehnice deosebite în ceea ce privește crearea defectelor și fixarea plăcilor de osteosinteză sau a tijelor centromedulare, pentru consolidarea focarelor fracturale create..

Modelul animal canin ofera avantajul, față de animalele de laborator, folosirii instrumentarului ortopedic uzual pentru animale de companie.

3.1.3. Concluzii

Modelele experimentale canine sunt realizabile fără a se întâmpina dificultăți tehnice deosebite.

3.2. MONITORIZAREA CLINICĂ ȘI PARACLINICĂ A MODELULUI EXPERIMENTAL REALIZAT

3.2.1. Materiale și metode

Protocolul anestezic a constat în: administrarea intravenoasă a premedicației anestezice 0,4 mg/kg Acepromazină 1%²² urmată la interval de 10 minute de 8 mg/kg Ketamină 10%²³ și inducție narcotică cu Propofol 1%²⁴ (autodozare), după care subiecții au fost intubați și conectați la aparatul de narcoză inhalatorie – circuit închis – cu respirație asistată, narcoza menținându-se pe toată durata intervenției cu Izofluran²⁵ la concentrații care au variat între 5 % și 0,5 %, (MAC²⁶ 1,5-1,2) acestea fiind corelate cu timpii operatori.

²² Calmivet – Vetoquinol S.A. (Franța)

²³ Ketaminol – Intervet BV (UE)

²⁴ Propofol - Fresenius Kabi (Deutschland GmbH)

²⁵ Isofluran - CP Pharma GmbH (Germania)

²⁶ MAC – Minimum Alveolar Concentration

Intraoperator pacientii au fost *monitorizat*²⁷ după un protocol standard neinvaziv care a inclus măsurarea la intervale prestabilite de timp (5 minute) a presiunii arteriale (sistolice, diastolice și medii), măsurarea continuă a saturației hemoglobinei în oxigen, frecvenței cardiace, pulsului periferic, frecvenței respiratorii, capnogramului și MAC-ului, și urmărirea permanentă a traseului EKG (derivata DII).

Analgezia postoperatorie a fost asigurată prin administrarea subcutanată de Butorfanol²⁸ 0,25 mg/kg la interval de 4 ore în primele 12-24 de ore după intervenție.

Îngrijirile postoperatorii au constat în protejarea plăgii cu un pansament steril schimbat la interval de 48 de ore. Antiseptia s-a efectuat la aceleași intervale cu Terramycin spray²⁹. Pentru a evita autotraumatizarea plăgii, în timpul necesar vindecării (7 zile), fiecărui individ i-a fost aplicat un colier Elisabethan. Pe cale generală timp de 5 zile s-a administrat intramuscular Synulox³⁰ în doza de 10mg / kgcorp.

Monitorizarea postoperatorie a loturilor de modele animale s-a realizat pentru o perioadă de 30 de săptămâni, prin:

- *examen clinic* zilnic timp de 21 zile postoperator urmărindu-se:
 - statusul clinic general,
 - aspectul plăgilor postoperatorii și vindecarea inciziei,
 - sensibilitatea dureroasă la palpare,
 - comportamentul,
 - temperatura corporală;
 - locomotia, interesând gradul de șchiopătură (tabelul 1-3.2) și intervalul de timp cât persistă tulburările locomotorii.

Tabelul 1-3.2.

Scala de evaluare a gradului șchiopăturii

Gradul	Descriere
0	Atitudine normală atât în stațiune cât și în mers – fără șchiopătură
1	Dificultăți în mers, mai ales la pas alert – șchiopătură discretă
2	Dificultăți în mers, șchiopătură intermitentă în mers rapid
3	Șchiopătură evidentă la fiecare pas, durere
4	Membrul este scos din sprijin atât în stațiune cât și în mișcare, durere intensă

²⁷ monitor Cardell 9405 și Capnomac Ultima Datex

²⁸ Butomidol (Austria) Richter-Pharme AG Wels

²⁸ monitor Cardell 9405 și Capnomac Ultima Datex

²⁸ Synthes (Suisse) – Power drive Oscillator

²⁸ Synthes (Suisse) – Small fragment DCP implants set

²⁸ PDS II 2 metric Ethicon, Johnson & Johnson Ltd.

²⁸ Butomidol (Austria) Richter-Pharme AG Wels

²⁹ Terramycin spray – Pfizer Ltd.

³⁰ Synulox – Pfizer Ltd.

- **examen radiologic** prin fluoroscopia zonei de interes preoperator, imediat postoperator și la interval de șapte zile până la 30 de săptămâni postoperator, urmărindu-se: reacția tisulară la nivelul defectului și în vecinătate precum și modificările radioopacității la nivelul defectului.

Pentru examinarea fluoroscopică toți subiecții au fost aneșteziați la fiecare examinare, s-au folosit Acepromazina 2% 0,2 mg/kg, Ketamină 10% 3 mg/kg administrate intravenos și narcoză inhalatorie pe masca cu Izofluran la concentrație de 1% timp de aproximativ 15 minute pentru fiecare examinare.

- **testarea în laborator a rezistenței mecanice a osului.** Pentru această activitate la finalul perioadei de monitorizare radiosopică, s-a recurs la eutanasierea a șase subiecți din fiecare lot, prin supradozaj cu Thiopental³¹.

De la acești subiecți s-au recoltat tibiile cu plăcile de osteosinteză care au fost ulterior îndepărtate iar câte două tibii au fost supuse în laborator testărilor mecanice pentru rezistență la compresiune, torsiune și încovoiere.

Testele mecanice au fost realizate în Laboratorul de încercări CIDUCOS. LABORATORUL DE ÎNCERCĂRI CIDUCOS din UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMISOARA. Laboratorul are implementat sistemul calității, în conformitate cu cerințele europene promovate de standardul SR EN ISO/CEI 17025:2005.

Echipamentele folosite pentru încercări în cadrul Laboratorului CIDUCOS sunt certificate CE și respectă standardele europene în vigoare. Echipamentele au fost verificate metrologic și etalonate.

Echipamente utilizate:

- Stand motorizat încercări tracțiune MULTITEST 5-I pentru determinarea dependenței dintre forță și deformație. Caracteristici tehnice: forță maximă 5000N; cursa efectivă 600mm; distanța maximă de prindere 610mm; dimensiunea maximă a piesei 730mm; domeniul de viteză 1 - 500mm/min.

- Stand motorizat de încercări la torsiune VORTEX-X. Caracteristici tehnice: Momentul maxim 10Nm; Deplasarea maximă 2500 rot; Distanța maximă de prindere 350mm; Capacitatea celulei 10Nm; Domeniul de viteză 0.1 - 20 rot/min.

Determinarea comportării mecanice a oaselor s-a realizat pe echipamentele de încercat la tracțiune Ultratest și Multitest 5i, respectiv pe echipamentul de încercat la torsiune Vortex-x, toate produse de firma MECMESIN. Pentru fiecare din încercările mecanice de compresiune, încovoiere și torsiune efectuate s-au realizat dispozitive de prindere specifice.

Încercarea la torsiune s-a realizat cu echipamentul ULTRATEST. Echipamentul ULTRATEST (Figura 1-3.2) este dotat cu celule de forță și moment. Capacitatea maximă a echipamentului UltraTest este 60 Nm, care în combinație cu o celulă digitală de măsurare reprezintă un echipament competitiv de măsurare a cuplului.

³¹ Thiopental - Eipico Med



Figura 1-3.2. - Echipament ULTRATEST

Încercările de compresiune și încovoiere s-au efectuat pe echipamentul MULTITEST 5-i (figura 2-3.2), un sistem de testare controlat complet de calculator. Echipamentul MULTITEST 5-i conține și un software dedicat, crescându-i astfel acuratețea achiziției și stocării datelor.



Figura 2-3.2 - Echipament Multi Test 5-i

3.2.2. Rezultate

Monitorizarea Clinică

În perioada postoperatorie imediată s-a constatat la toți indivizii luați în studiu un status clinic general bun, fără tulburări de locomoție și cu un comportament alimentar normal. Ingerarea primului tain postoperator s-a făcut la un interval de maxim 6 ore, fapt ce dovedește eficiența medicației analgezice în recuperarea postoperatorie.

Sensibilitatea algică la palparea plăgii și a regiunii adiacente plăgii operatorii a fost prezentă în primele 3-4 zile postoperator și a dispărut complet la 7- 10 zile, indiferent de tipul manoperei chirurgicale practică.

Valorile temperaturii corporale s-au încadrat în limitele fiziologice.

Vindecarea plăgilor operatorii s-a realizat primar la toți indivizii incluși în experiment.

Tabelul 2-3.2.

Gradul de utilizare al membrului operat pe parcursul perioadei de monitorizare
(conform grilei din tabelul 2-3.2)

Lot	Temp	1 săptămână (nr. indivizi)	2 săptămâni (nr. indivizi)	4 săptămâni (nr. indivizi)	6 săptămâni (nr indivizi)
	Grad șchiopătură				
I	0	-	3	6	8
	1	-	3	1	-
	2	5	2	1	-
	3	3	-	-	-
	4	-	-	-	-
II	0	-	3	7	8
	1	1	2	1	-
	2	3	3	-	-
	3	4	-	-	-
	4	-	-	-	-
III	0	-	4	7	8
	1	1	2	1	-
	2	3	2	-	-
	3	4	-	-	-
	4	-	-	-	-

Monitorizarea Radiografică

DEFECT STABILIZAT CU PLACĂ DE TIP DCP

Pe parcursul perioadei de monitorizare a lotului 1 (fig. 3-3.2), s-a observat că în primele 7 săptămâni de monitorizare (tabelul 3-3.2), diferențele între măsurătorile defectelor cresc la 3 săptămâni, creșterea distanței dintre capetele osoase se produce pe baza procesului de osteoliză reprezentând debutului vindecării osoase. Până în a șaptea săptămână de monitorizare se observă reducerea diferențelor dintre capetele osoase, după această perioadă măsurătorile nu au mai putut fi realizate cu acuratețe datorită creșterii radiodensității țesutului format la nivelul defectului.

Densitatea țesutului nou format la nivelul defectului crește progresiv astfel că la 16 săptămâni defectul este umplut în proporție de 30% cu țesut cu densitate sinilară țesutului osos sănătos, la 20 de săptămâni gradul de umplere al defectului este de 60 %, la 26 de săptămâni defectul este umplut în proporție de 90%, aspect care persistă până la 30 de săptămâni.

Reacția periostală în jurul plăcii este redusă pe parcursul perioadei de monitorizare.

Tabelul 3-3.2

Evoluția defectului fractural la Lotul 1

Săptămâna	Medio-Lateral		Cranio-Caudal		
	Fața cranială	Fața caudală	Fața medială	Central	Fața caudală
1	3 cm	2,9 cm	2,5 cm	2,3 cm	1,8 cm
2	3 cm	2,9 cm	2,6 cm	2,1 cm	2 cm
3	3,4 cm	3,3 cm	2,5 cm	3 cm	2,3 cm
4	3 cm	3 cm	2,5 cm	3 cm	2,2 cm
5	2,8 cm	3 cm	2,5 cm	2,2 cm	2 cm
6	2,7 cm	3 cm	2,5 cm	2,2 cm	2 cm
7	2,7 cm	2,8 cm	2,5 cm	2 cm	1,9 cm



Postoperator



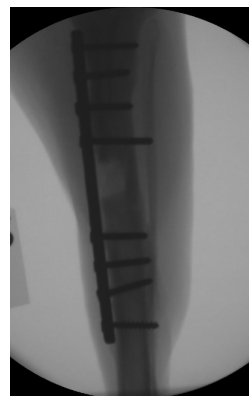
Săptămâna 3



Săptămâna 5



Săptămâna 7





Săptămâna 10



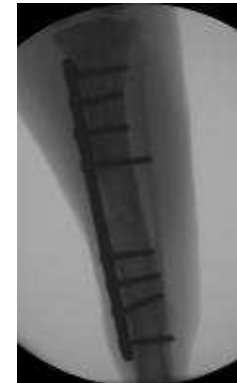
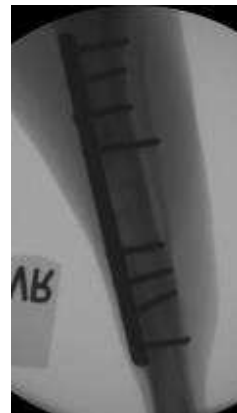
Săptămâna 13



Săptămâna 16



Săptămâna 19





Săptămâna 22



Săptămâna 25



Săptămâna 28



Săptămâna 30



Fig. 3-3.2. - Evoluția vindecării defectului fractural Lotul 1

DEFECT STABILIZAT CU PLACĂ DE TIP LC-DCP

Pe parcursul perioadei de monitorizare a lotului II, tabelul 4-3.2. și fig. 3-3.2, s-a constatat că distanțele dintre capetele defectului se reduc începând cu prima săptămână postoperator, iar în a șase-a săptămână de monitorizare defectul este umplut în proporție de 100% cu țesut de neoformație cu radioopacitate mai redusă decât țesutul osos învecinat.

Țesutul deșus la nivelul defectului depășește cu aproximativ 0,5 cm corticalele tibiale începând cu a șase-a săptămână aspect care persistă până în săptămâna a 15-a. După a 16-a săptămână de monitorizare, se observă remodelarea calusului osos format la nivelul defectului tibial, începe să se reducă dimensiunile calusului care depășeau corticalele tibiale proces care persistă până a 30-a săptămână.

Reacția periostală în jurul plăcii este redusă pe parcursul perioadei de monitorizare.

Tabelul 4-3.2.

Evoluția defectului fractural la Lotul II

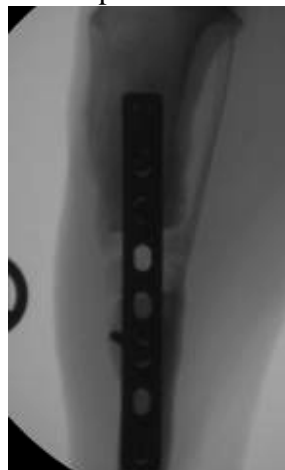
Săptămâna	Medio-Lateral		Cranio-Caudal		
	Fața cranială	Fața caudală	Fața medială	Central	Fața caudală
1	3,7 cm	3,5 cm	2,6 cm	2,6 cm	3,3 cm
2	3,2 cm	3,4 cm	2,3 cm	2,5 cm	2,8 cm
3	3,5 cm	3,2 cm	Țesut osos între capete și sub placă	2 cm	3,5 cm
4	Tesut osos între capete	Tesut osos între capete	Tesut osos între capete	1,6 cm	3,3 cm
5	Tesut osos între capete	Tesut osos între capete	Tesut osos între capete	0,9	2,1 cm
6	Tesut osos între capete				
7	Tesut osos între capete				



Postoperator



Săptămâna 1



Săptămâna 3





Săptămâna 6



Săptămâna 10



Săptămâna 13



Săptămâna 14



Săptămâna 15



Săptămâna 16



Săptămâna 20



Săptămâna 23



Săptămâna 26



Săptămâna 28



Săptămâna 30



Fig 4-3.2. - Monitorizarea fluoroscopică a lotului II

DEFECTE STABILIZATE CU PLACĂ DE TIP LCP

Pe parcursul perioadei de monitorizare a lotului II, tabelul 5-3.2. și fig. 5-3.2., s-a constatat că distanțele dintre capetele defectului cresc în săptămânile trei și patru, dar la nivelul defectului se constată depunerea unui țesut cu radiodensitate mai redusă decât țesutul osos sănătos. În săptămâna a șase-a țesutul de la nivelul defectului are densitate similară țesutului osos sănătos, defectul fiind umplut în proporție de 100%. Până în săptămâna a zece-a la nivelul defectului se constată creșterea în dimensiune a calusului care depășește corticala tibială, după acest interval se observă o remodelare treptată a calusului care persistă până la 30 de săptămâni..

Reacția periostală în jurul plăcii este redusă pe parcursul perioadei de monitorizare.

Tabelul 5-3.2.

Evoluția defectului fractural la Lotul III

Săptămâna	Medio-Lateral		Cranio-Caudal		
	Fața cranială	Fața caudală	Fața medială	Central	Fața caudală
1	3,6 cm	3,8 cm	3 cm	2,9 cm	2,2 cm
2	3,6 cm	3,5 cm	2,6 cm	2,8 cm	2,2 cm
3	3,7 cm	3,8 cm	3,5 cm	3,2 cm	2,2 cm
4	3,7 cm	3,8 cm	3,2 cm	3,2 cm	2,2 cm
5	3,7 cm	1,8 cm	2,2 cm	2 cm	1,7
6	Punte osoasă		Punte osoasă între capete		
7	Punte osoasă		Punte osoasă între capete		



Postoperator





Săptămâna 1



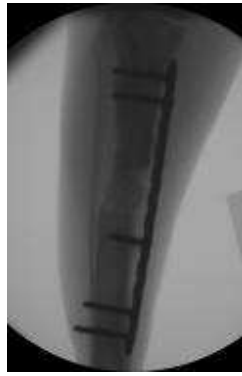
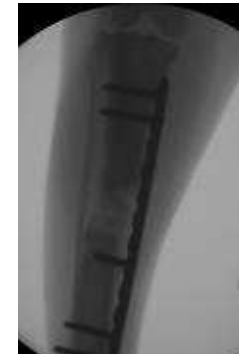
Săptămâna 3

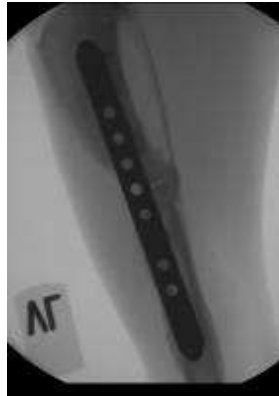


Săptămâna 5



Săptămâna 7





Săptămâna 9



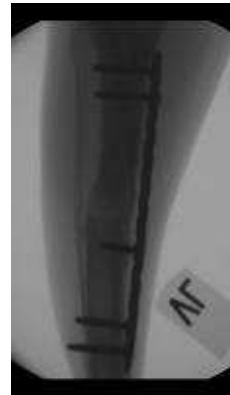
Săptămâna 10



Săptămâna 13



Săptămâna 15





Săptămâna 18



Săptămâna 21



Săptămâna 24



Săptămâna 27





Săptămâna 30



Fig. 5- 3.2. Evoluția floroscopică a vindecării lotului III

Testarea în laborator a rezistenței mecanice a osului

ÎNCERCAREA LA TORSIUNE

Pentru fiecare os studiat s-a efectuat încercarea de torsiune folosind echipamentul ULTRATEST. Pentru fixarea osului s-a realizat o dispozitivare specială, care a permis fixarea osului în dispozitivul de prindere al echipamentului (figura 6-3.2).



Figura 6-3.2. Dispozitiv de prindere pentru încercarea la torsiune

Utilizând echipamentul ULTRATEST, programul elaborat și dispozitivarea prezentată s-a efectuat încercarea de torsiune obținând valoarea maximă a momentului la care s-a produs fractura pentru fiecare os.

Pentru tibie în figura 7-3.2 este prezentată curba de încărcare la torsiune, iar în figura 8-3.2 este indicată zona unde s-a produs fractura.

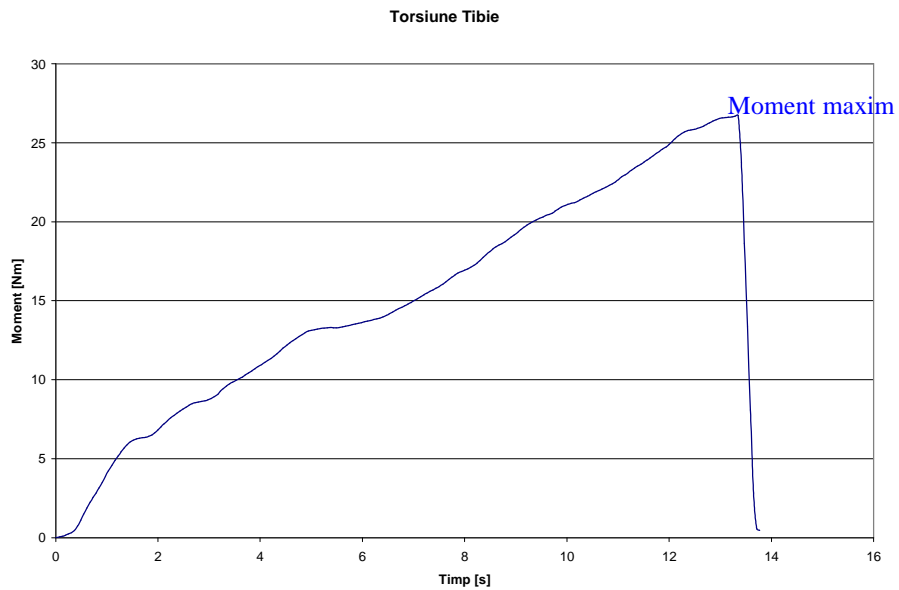


Figura 7- 3.2. - Curba de încărcare a tibiei la torsiune



Figura 3.2 - Fractura produsă tibie la solicitarea de torsiune

Tibia, fiind osul urmărit din punct de vedere al tratamentului medical, a fost analizată la torsiune în două cazuri: sănătos (ca referință) și post operator

ÎNCERCAREA LA COMPRESIUNE

În cazul tibiei, dispozitivul de fixare pentru solicitarea de compresiune este prezentat în figura 9-3.2, iar în figura 10-3.2 este prezentată curba de încărcare ce rezultă în urma efectuării încercării. În figura 11.3.2 este indicată zona unde s-a produs fractura.



Figura 9- 3.2. Tibie supusă la compresiune – fixată în dispozitivul de prindere

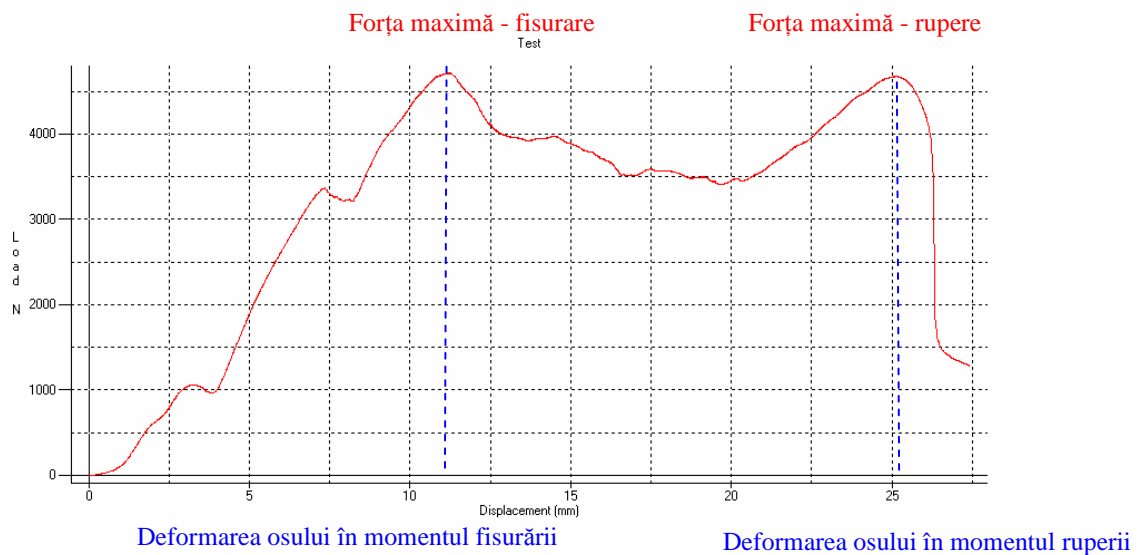


Figura 10.- 3.2. - Curba de încărcare a tibiei la compresiune

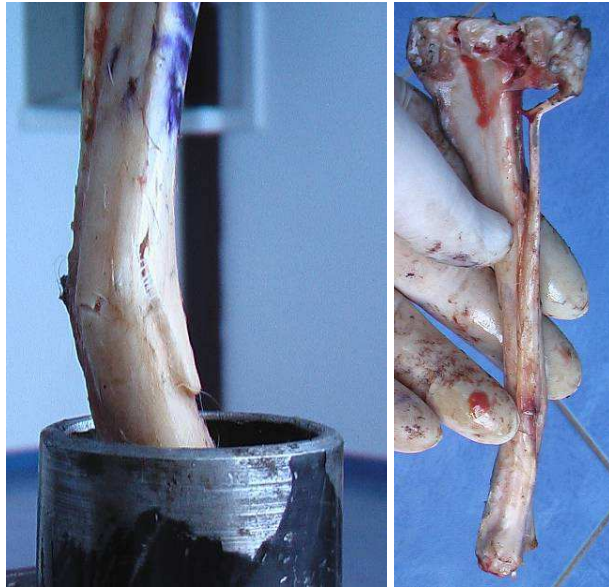


Figura 11- 3.2.. Fisura provocată în tibie datorită comprimării acesteia pe direcția longitudinală

ÎNCERCAREA LA ÎNCOVOIERE

Pentru efectuarea solicitării de încovoiere s-a realizat un dispozitiv care are distanța dintre reazeme de 50 mm, iar aplicarea forței de încovoiere se face pe centru (simetric).

În figura 12-3.2 este prezentat dispozitivul de testare iar rezultatele obținute în urma testării sunt prezentate grafic în figura 13-3.2 reprezentând curba de încărcare ce rezultă în urma efectuării încercării de încovoiere asupra tibiei, iar în figura 14-3.2. se observă modul de producere a fracturii.

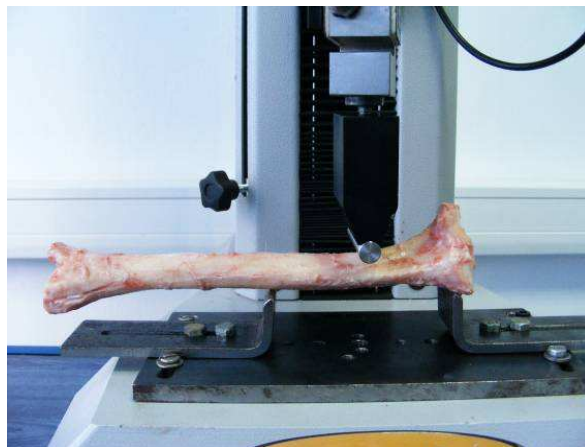


Figura 12-3.2. - Modul de fixare a tibiei în dispozitivul de încercare mecanică la încovoiere

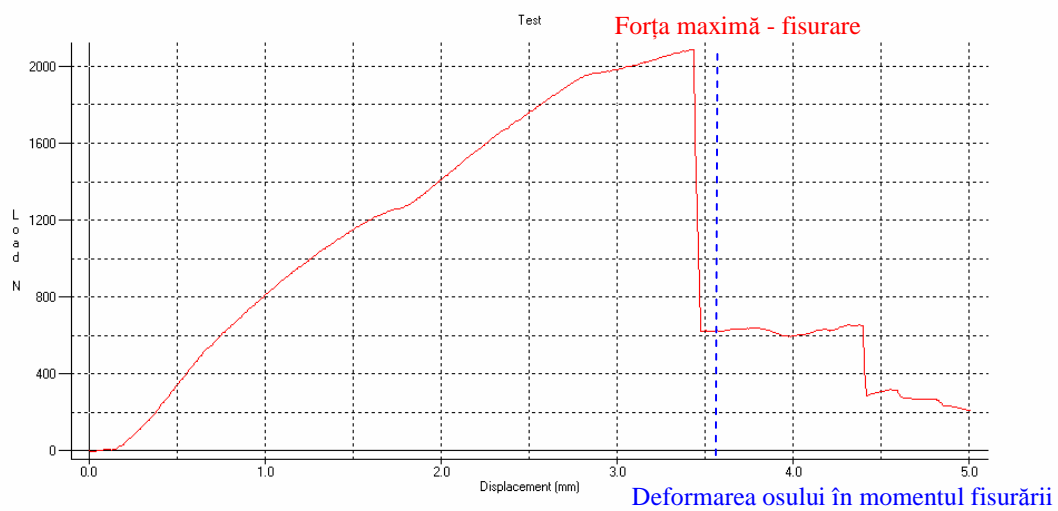


Figura 13.-3.2. - Curba de încărcare a tibiei supuse la încovoierie

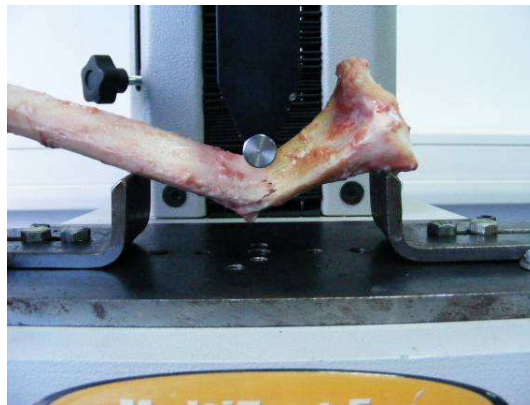


Fig. 14-3.2. - Modul de producere al fracturii în urma încovoierii

Valorile forțelor rezultate în urma testărilor mecanice la lotul martor și la loturile cu defecte, stabilizate cu diferite tipuri de plăci sunt redată în tabelele: 4-3.2., 5-3.2., 6-3.2., 7-3.2., și în imaginile: 15-3.2., 16-3.2., 17-3.2.

Tabel 4-3.2.

Testările mecanice pe oase întregi (lotul martor)

COMPRESIUNE		ÎNCOVOIERE		TORSIUNE
Forță (N)	Deplasare (mm)	Forță (N)	Deplasare (mm)	Moment (Nm)
4620,2	2,8	2120,7	3,78	26
3976,7	2,6	2301,2	4,45	29

Tabel 5-3.2.

Testările mecanice pe oase cu defecte, stabilizate cu placi tip DCP

COMPRESIUNE		ÎNCOVOIERE		TORSIUNE
Forță (N)	Deplasare (mm)	Forță (N)	Deplasare (mm)	Moment (Nm)
3522,6	2,7	1944,3	3,5	24
3254,1	3,2	1876,7	3,9	27

Tabel 6-3.2.

Testările mecanice pe oase cu defecte, stabilizate cu placi tip LC-DCP

COMPRESIUNE		ÎNCOVOIERE		TORSIUNE
Forță (N)	Deplasare (mm)	Forță (N)	Deplasare (mm)	Moment (Nm)
4312,4	2,9	1827,2	2,7	24
3722,5	2,9	2143,7	3,1	26

Tabel 7-3.2.

Testările mecanice pe oase cu defecte, stabilizate cu placi tip LCP

COMPRESIUNE		ÎNCOVOIERE		TORSIUNE
Forță (N)	Deplasare (mm)	Forță (N)	Deplasare (mm)	Moment (Nm)
4421,8	2,5	1970,7	2,98	30
3826,5	2,9	2076,3	3,95	27

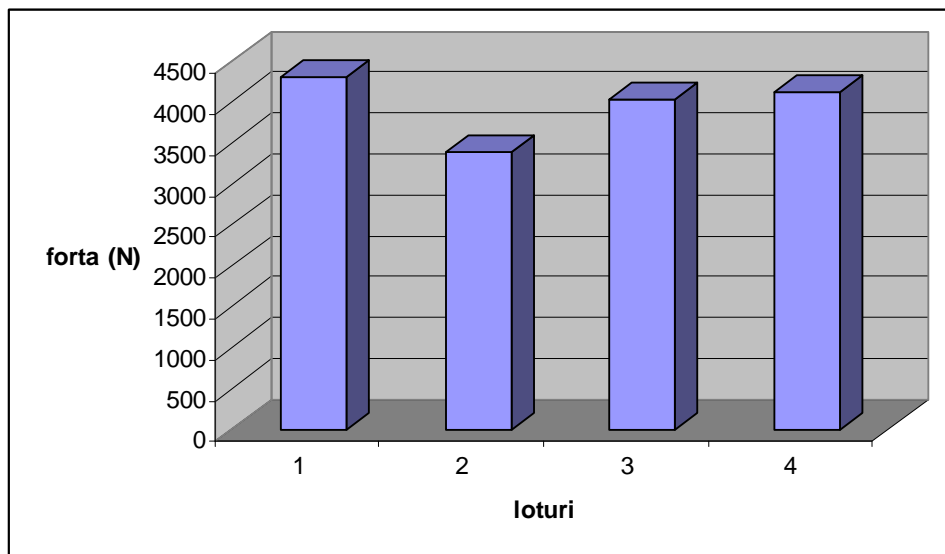


Fig.15-3.2. - Reprezentarea grafică a valorilor medii ale forțelor de compresiune, comparativ între loturi
 1- oase întregi, 2 - oase cu defecte, stabilizate cu plăci tip DCP, 3 - cu defecte, stabilizate cu plăci tip LC-
 DCP 4 - oase cu defecte, stabilizate cu plăci tip LCP

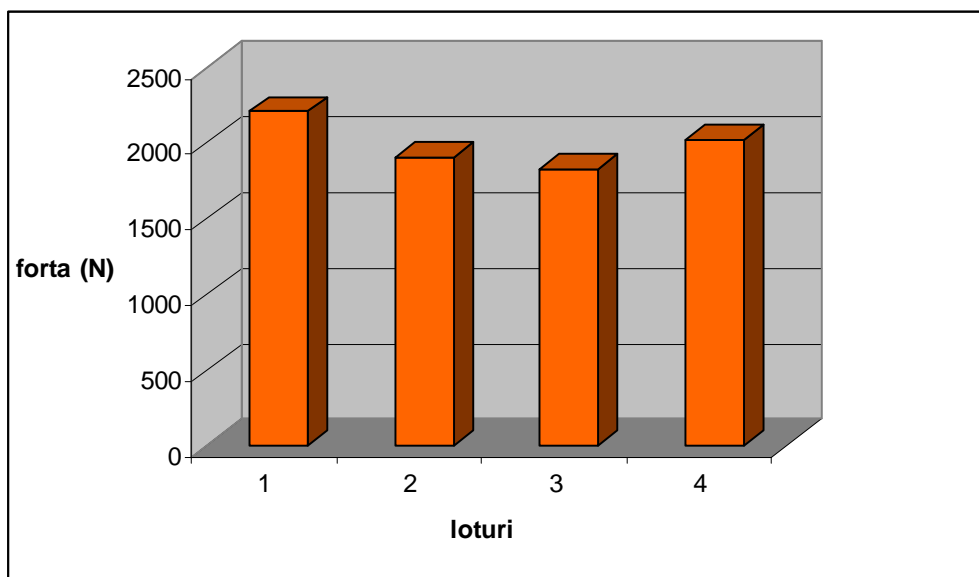


Fig.16-3.2. - Reprezentarea grafică a valorilor medii ale forțelor de încovoiere, comparativ între loturi
 1- oase întregi, 2 - oase cu defecte, stabilizate cu plăci tip DCP, 3 - cu defecte, stabilizate cu plăci tip LC-
 DCP, 4 - oase cu defecte, stabilizate cu plăci tip LCP

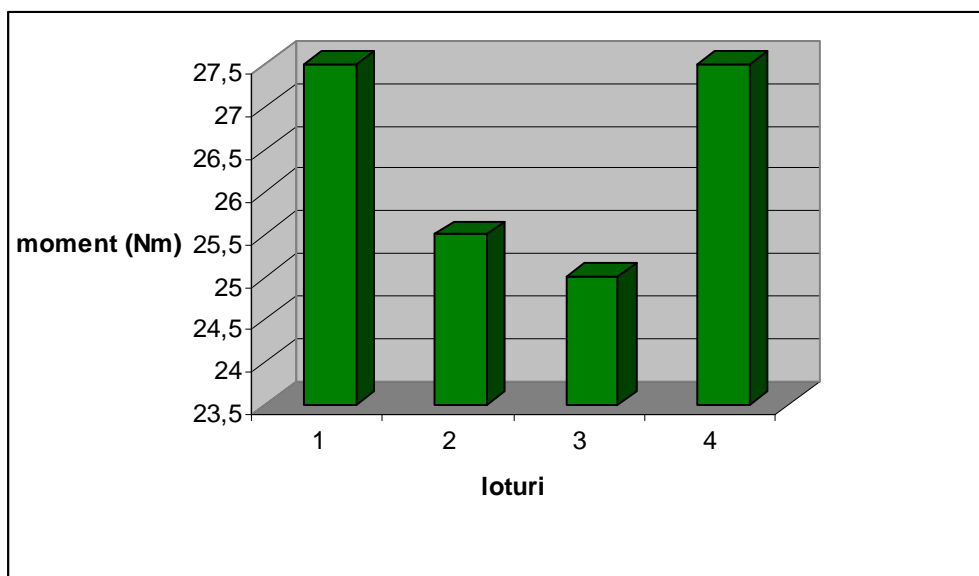


Fig. 17-3.2. - Reprezentarea grafică a valorilor medii ale momentelor de producere a fracturilor la torsiune, comparativ între loturi

1- oase întregi, 2 - oase cu defecte, stabilizate cu plăci tip DCP, 3 - cu defecte, stabilizate cu plăci tip LC-DCP, 4 - oase cu defecte, stabilizate cu plăci tip LCP

Se constată că valorile forțelor obținute la cele trei tipuri de testări mecanice pentru oasele cu defecte, stabilizate cu plăci tip LCP sunt similare celor obținute la oasele întregi, datorită favorizării vindecării mai precoce a fracturilor [1, 12].

Valorile forțelor obținute pentru oasele cu defecte, stabilizate cu plăci tip DCP, respectiv LC-DCP sunt ușor mai scăzute decât cele pentru oasele întregi, observându-se diferențe mai semnificative în urma testărilor mecanice la torsiune.

3.2.3. Discuții

Nu au fost înregistrate complicații datorate destabilizării montajelor sau a infecțiilor.

Vindecarea defectelor consolidate cu placă LCP se realizează în 11 săptămâni, a defectelor consolidate cu placă LC-DCP, se realizează în 16 săptămâni iar a defectelor consolidate cu placă DCP, se produce după 28 de săptămâni, după aceste intervale pot fi observate procesele de remodelare osoasă.

Reluarea sprijinului pe membrul afectat, într-un interval relativ scurt (34-40 de zile) cu suportarea întregii greutate corporale, confirmă rigiditatea și stabilitatea montajelor.

Rata vindecării fracturilor la toți pacienții se încadrează în intervalul maxim descris de *Jain și colab.- 1999* [18], *Leighton - 1993* [27] și *Terjesen și colab. - 1984* [51].

Dimensiunea mai redusă a calusului format la lotul III (consolidat cu placă LCP) și vindecarea mai rapidă, în comparație cu celelalte tipuri de fixare, sugerează o fixare

mai rigidă dar care nu afectează vascularizația corticalei osoase. *Srinivasan și colab. - 2002 [47]*.

3.2.4. Concluzii

Plăcile de tip LCP și LC-DCP favorizează vindecarea într-un interval de timp mai scurt comparativ cu plăcile de DCP.

Rezistența țesutului osos după la nivelul focarului fractural este în strânsă dependență cu intervalul de timp în care s-a produs vindecarea radiografică și cu tipul de placă folosit.

Rezistența oaselor (tibiilor) cu defecte, vindecate prin stabilizare cu plăci tip LCP la încercările mecanice de compresiune axială, încovoiere, respectiv torsiune este similară celei a oaselor întregi (fără defecte).

Rezistența mecanică a oaselor cu defecte, vindecate prin stabilizare cu plăci tip DCP și LC-DCP este apropiată celei a oaselor stabilizate cu plăci tip LCP.

Rezultatele încercărilor mecanice sunt utile pentru evaluarea recuperării oaselor în urma diferitelor leziuni tratate chirurgical.

CONCLUZII GENERALE

Decolarea periostului poate fi realizată fără a întâmpina dificultăți, de pe ambele tipuri de țesut osos (*spongios și cortical*). Decolarea periostală de pe osul cortical este mai laborioasă.

La câine, implantarea heterotopică, a lambourilor cortico-periostale, duce la resorbția grefei. Implanturile heterotopice de lambouri periosto-osoase vascularizate la iepure sunt capabile să inducă fenomene de osificare heterotopică.

Vascularizația și prezența celulelor osoase nu sunt suficiente pentru a demara și întreține activitatea osteogenică a transplantului heterotopic osteoperiostal vascularizat la câine, factori care par suficienți pentru susținerea activității osteogenice a transplantului la iepure. La canide spre deosebire de rozătoare, solicitările biomecanice la care este supus implantul cortico-periostal și semnalele informaționale generate de contactul dintre implant și un defect osos structural reprezintă factori decisivi pentru demararea și întreținerea osificării heterotopice.

Evaluarea influenței manipulării periostului, în relație cu diverse tipuri de fixări interne a focarelor fracturale, asupra vindecării osoase arată că cele mai bune rezultate au fost obținute cu plăcile de tip LCP și LC-DCP, vindecarea primară a defectelor fracturale stabilizate producându-se rapid în condițiile coaptării perfecte, rapide și a fixării compresiv dinamice a capetelor osoase cu integritate periostală conservată intraoperator

Evaluarea influenței tipului de placă de osteosinteză asupra vindecării osoase după testarea mecanică a focarelor fracturale vindecate la câine arată că o condiție esențială este fixarea rigidă, stabilă. Plăcile testate asigură acest deziderat, dar plăcile de tip LCP sau LC-DCP permit o vindecare mai rapidă a focarelor de fractură.

Bibliografie selectivă

1. Ahmad, M., Nanda, A.S., Bajwa, A.S., Candal-Couto, J., Green, S., Hui, A.C., - *Biomechanical testing of the locking compression plate: When does the distance between bone and implant significantly reduce construct stability?*, Injury, vol.: 38, pag.: 358–364, (2007);
2. Brinker, W.O., Piermattei, D.L., Flo, G.L., - *Handbook of small animal orthopedics and fracture treatment*, Philadelphia, Editura: W.B. Saunders Comp., (1997);
3. Cheng, M.H., Brey, E.M., Allori, A.C., Gassman, A., Chang, D.W., Patrick, C.W., Miller, M.J., - *Periosteum-guided prefabrication of vascularized bone of clinical shape and volume*, Plast Reconstr Surg., Vol.:124, Issue 3, pag.:787-795, (2009);
4. Claes, L., Heitemeyer, U., Krischak, G., - *Fixation technique influences osteogenesis of comminuted fractures*. Clinical Orthopaedics and Related Resources, vol.: 365, pag.:221-229, (1999);
5. Dailiana, Z.H., Malizos, K.N., Varitimidis, S.E., Urbaniak, J.R., - *Donor sites for pedicled skeletal grafts of the hand, wrist, and forearm*, Microsurgery, vol.:29(5), pag.:408-412,(2009);
6. Denny, H.R., - *Ortopadiche Chirurgie an Hund and Katze*, Stuttgart, Editura: Ferdinand Enke Verlag, (1996);
7. Field, J.R., Hearn, T.C., Caldwell, C.B., - *Bone plate fixation: an evaluation of interface contact area and force of the dynamic compression plate (DCP) and the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP) applied to cadaveric bone*. J Orthop Trauma, vol.:11, pag.:368–373, (1997);
8. Fulkerson, E., Egol, K.A., Kubiak, E.N., Liporace, F., Kummer, F.J., Koval, K.J., - *Fixation of diaphyseal fractures with a segmental defect: a biomechanical comparison of locked and conventional plating techniques*, Journal of Trauma, vol.:60(4), pag.:830–835, (2006);
9. Gautier, E., Perren, S.M., - *Die limited contact dynamic compression plate (LC-DCP): Biomechanische Forschung als Grundlage des neuen Plattendesigns*, Der Orthopade, vol.:21, pag.:11–23, (1992);
10. Gautier, E., Perren, S.M., Cordey, J., - *Effect of plate position relative to bending direction on the rigidity of a plate osteosynthesis. A theoretical analysis*. Injury, vol.:31, pag.:C14-C20, (2000);
11. Holmstrom, Tady, Paavolainen, Pekka, SlatiPar, Karaharju, Erkki, - *Effect of compression on fracture healing, Plate fixation studied in rabbits*, Acta Orthopaedica Scandinavica, Vol.: 57, pag.: 368-372, (1986);
12. Hong, G., Zhang, C. Q., Luo, C. F., Zhou, Z. B., and Zeng, B. F., - *Fractures of the distal tibia treated with polyaxial locking plating*, Clinical Orthopaedics and Related Research, vol.:467, pag.:831–837, (2009);
13. Hsieh, Y.F., Turner, C.H., - *Effects of loading frequency on mechanically induced bone formation*, J. Bone. Miner. Res., vol.:16(5), pag.:918-924, (2001);
14. Hulse, D. A., Hyman, B., - *Biomechanis of fracture fixation failure*, The Veterinary Clinics of North America - Small animal practice, vol.:21, no.:4, pag.: 647-667, (1991);
15. Igna, Cornel, - *Ortopedia animalelor de companie*, Vol II , Timisoara, Editura: Brumar, (2005);
16. Islam, Omar, Soboleski, Don, Symons, S., Davidson, L.K., Ashworth, M.A., Babyn, Paul, - *Development and Duration of Radiographic Signs of Bone Healing in Children*, American Journal of Roentgenology, Vol.: 175, pag.: 75-78, (2000);
17. Jacques, Yachouh, Breton, Pierre, Roux, Jean-Paul, Goudot, Patrick, - *Osteogenic capacity of vascularised periosteum: An experimental study on mandibular irradiated bone in rabbits* Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, vol.: 63, pag.:2160-2167,

- (2010);
18. Jain, R., Podworny, N., Hupel, T.M., Weinberg, J., Schemitsch, E.H., - *Influence of plate design on cortical bone perfusion and fracture healing in canine segmental tibial fractures*. J Orthop Trauma, vol.:13, pag.:178–186, (1999);
 19. Johnson, Ann L., Dunning, Dianne, - *Atlas of orthopaedics surgical procedures of the dog and cat*, Missouri, Editura: Elsevier Saunders, (2005);
 20. Johnson, Ann L., Houlton, John E.F., Vannini, Rico, Griffon, Dominique J., - *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat, Chapter 3 Bone Healing*, AO. Pubilshing, pag.: 72-92, (2005);
 21. Johnson, A.L., Hulse, D.A., - *Fundamentals of orthopedic surgery and fracture management and Management of specific fractures*. In: FOSSUM, T.W., HEDLUND, C.S., HULSE, D.A. et al. Small animal surgery 2nded. St. Louis, Editura: Mosby, pag.821-1017, (2002);
 22. Kaab, M.J., Frenk, A., Schmeling, A., Schaser, K., Schutz, M., Haas, N.P., - *Locked internal fixator: sensitivity of screw/plate stability to the correct insertion angle of the screw*. J. Orthop. Trauma, vol.:18(8), pag.: 483–487, (2004);
 23. King, Dana S., - *What's New in Fracture Repair Part I: Internal Fixation*, Journal of the American Veterinary Medical Association, vol.:213, pag.:1157-1161, (1998);
 24. Klaue, K., Fengels, I., Perren, S.M., - *Long-term effects of plate osteosynthesis: Comparison of four different plates*, Injury, vol.:31, pag.:B51-B62, (2000);
 25. Kregor, P. J., Senft, D., Parvin, D., Campbell, C., Toomey, S., Parker, C., Gillespy, T., and Swiontkowski, M.F., - *Cortical bone perfusion in plated fractured sheep tibiae*. J. Orthop. Res., vol.:13(5), pag.:715-724, (1995);
 26. Larsson, S., Kim, W., Caja, V. L., Egger, E. L., Inoue, N., Chao, E. Y., - *Effect of early axial dynamization on tibial bone healing: a study in dogs*. Clinical Orthopaedics, vol.:388, pag.:240-251, (2001);
 27. Leighton, L.R., - *Small animal orthopedics – Head*, London, Editura: Wolfe, (1993);
 28. Mark, H., Penington, A., Nannmark, U., Morrison, W., Messina, A., - *Microvascular invasion during endochondral ossification in experimental fractures in rats*, Bone, , vol.: 35(2), pag.:535-542, (2004);
 29. McKibbin, B., - *The biology of fracture healing in long bones*, J Bone Joint Surg Br., vol.: 60-B(2), pag.:150-162, (1978);
 30. Moukoko, D., - *Vascularized periosteum and bone regeneration*, Chirurgie de la main, vol.:29S, pag.: S214–S220, (2010);
 31. Newton, Charles D., Nunamaker, David M., - *Textbook of small animals orthopaedics Chapter 11 Etiology, classification, and diagnosis of fractures*, Philadelphia, Editura: J.B. Lippincott Company, (1985);
 32. Perren, S.M., - *Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation*, Clin. Othop. Relat. Res., vol.:138, pag.:175–196, (1979);
 33. Perren, S.M., - *Evolution on the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology*. J. Bone Joint Surg. Br., vol.:84- B, pag.:1093–1110, (2002);
 34. Perren, S.M., Klaue, K., Pohler, O., Predieri, M., Steinemann, S., Gautier, E., - *The limited contact dynamic compression plate (LC-DCP)*. Arch. Orthop. Trauma Surg., vol.:109, pag.:304–310, (1990);
 35. Perren, S.M., Russenberger, M., Steinmann, S., Muller, M.E., Allgower, M., - *A dynamic compression plate*, Acta Orthop. Scand., vol.: 125, pag.: 31–41, (1969);
 36. Piermattei, Donald L., Jhonson, Kenneth A., - *Surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat*, Philadelphia, Editura: Elsevier Saunders, (2004),
 37. Phipper, Mark A., - *Periosteum: its biomechanical role in bone fracture*. In: Proceedings of the North American Conference on Biomechanics (NACOB III), Waterloo, Canada, pag.:

- 501– 502, (1998);
38. Rucker, M., Roesken, Vollmar B, Menger, D.M., - *A novel approach for comparative study of periosteum, muscle, subcutis and skin microcirculation by intravital fluorescence microscopy*, *Microvasc Res*, vol.:56, pag.:30-42, (1998);
 39. Sakata, Yoshiro, Takaaki, Ueno, Toshimasa, Kagawa, Miwa, Kanou, Takashi, Fujii, Eiki, Yamachika, and Toshio, Sugahara, - *Osteogenic potential of cultured human periosteum-derived cells – A pilot study of human cell transplantation into a rat calvarial defect model*, *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, vol.: 34, pag.: 461–465, (2006);
 40. Santić, V, Cvek, SZ, Sestan, B, Bobinac, D, Tudor, A, Miletić, D, Nemec, B., - *Treatment of tibial bone defect with rotational vascular periosteal graft in rabbits*, *Coll Antropol.* vol.:33(1), pag.:43-50, (2009);
 41. Schindeler, A., McDonald, M.M., Bokko, P., Little, D.G., - *Bone remodeling during fracture repair: The cellular picture*, *Semin Cell Dev Biol.*, vol.:19(5), pag.:459-466, (2008);
 42. Seeman, E, Duan, Y., - *Measurement issues in periosteal apposition*. *J Bone Miner Res.*, vol.:19, pag.:691, (2004);
 43. Shapiro, F., - *Bone development and its relation to fracture repair. The role of mesenchymal osteoblasts and surface osteoblasts*. *Eur Cell Mater.*, vol.:15, pag.:53–76, (2008);
 44. Soontornvipart, K., Necas, A., Dvorák, M., - *Effects of metallic implant on the risk of bacterial osteomyelitis in small animals*. *Acta Veterinaria*, vol.:72, pag.:235-247, (2003);
 45. Soucacos, Panayotis N., Dailiana, Zoe, Beris, Alexandros E., Johnson, Elizabeth O., - *Vascularised bone grafts for the management of non-union*, *Injury*, vol.: 37S, pag.: S41-S50, (2006);
 46. Squier, C. A., Ghoneim, S., and Kremenak, C. R., - *Ultrastructure of the periosteum from membrane bone*, *J. Anat.*, vol.:171, pag.: 233-239, (1990);
 47. Srinivasan, S., Weimer, D.A., Agans, S.C., - *Lowmagnitude mechanical loading becomes osteogenic when rest is inserted between each load cycle*, *J Bone Miner Res*, vol.:17, pag.:1613–1620, (2002);
 48. Stocker, S., and Wolinetz, Carrie D., - *Bone Builders: The Science of Grafts, Biomaterials, and Bone Engineering*, *Breakthroughs in Bioscience*, Toronto, Editura: FASEB, pag.: 2-16, (2009);
 49. Svindland, Aud D., Nordsletten, L., Reiker, O., Skjelda, S., - *Periosteal response to transient ischemia, Histological studies on the rat tibia*, *Acta Orthopaedica Scandinavica*, Vol.:66, Issue 5, pag.: 468-472, (1995);
 50. Takiguchi, Shimpei, Kuboyama, Noboru, Kuyama, Kayo, Yamamoto, Hirotsugu, and Kondoh, Toshiro, - *Experimental study of bone formation ability with the periosteum on rat calvaria*, *Journal of Hard Tissue Biology*, Vol.: 18, No. 3, pag.:149-160, (2009);
 51. Terjesen, Terje, - *Bone healing after metal plate fixation and external fixation of the osteotomized rabbit tibia*, *Acta Orthopaedica*, Vol.: 55 (1), pag.: 69-77, (1984);
 52. Wang, Yu-li, Lo, Chun-Min, Wang, Hong-Bei, Dembo, Micah, - *Cell Movement Is Guided by the Rigidity of the Substrate*, vol.:79, pag.: 144-152, (2000);
 53. Whitehair, J. G., Vasseur, P. B., - *Fractures of the femur*, *Veterinary Clinics North American Small Animal Practice*, vol.:22, no.:1, pag.:149-159, (1992);

DISEMINAREA REZULTATELOR

ISI

1. Cornel Igna, Roxana Dascalu, Marius Sabau, Larisa Schuszler, Calin Luca, - *Comparison of Heterotopic Vascularized Corticoperiosteal Flap in Dogs versus Rabbits* Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology (VCOT), articol trimis spre publicare, aflat in recenzie, (2011) (vezi manuscript ID VCOT-11-10-0144, <http://mc.manuscriptcentral.com/vcot>)

BDI, B+

1. Igna C., Cotea C., Luca C., Vasile L., Onet C., Schuszler L., Dascalu R., Sabau M., Mosneang C. - *A Comparative Study Of The Bone Defects Healing In The Dog*, Lucr. Șt. Medicină Veterinară, USAMVB Timișoara, vol. XLIV (2), sub tipar (2011).

2. Larisa Schuszler, Roxana Dascalu, M. Sabău, A. Sala, C. Luca, C. Igna - *Feasibility of intraosseous injection*, Lucr. Șt. Medicină Veterinară, USAMVB Timișoara, vol. XLIV (2), sub tipar (2011).

3. Cornel Igna, Călin Luca, Roxana Dascălu, Larisa Schuszler, Marius Sabău, Aurel Sala, Crina Moșneang - *Radiological aspects of bone healing under the influence of different types of fixation plates*, Lucr. St. USAMV "Ion Ionescu de la Brad" Iași, vol. 54 (1), sub tipar (2011).

4. Larisa Schuszler, Marius Sabău, Roxana Dascălu, Aurel Sala, Cornel Igna, 2011 - *Intraosseous general anesthesia*, Lucr. St. USAMV "Ion Ionescu de la Brad" Iași, vol. 54 (1), ISSN 1454-7406, sub tipar (2011).

5. Călin Luca, Roxana Dascalu, Larisa Schuszler, Marius Sabau, Aurel Sala, Crina Moșneang, Cornel Igna, - *Radiografic aspects of tibial defects healing using decalcified egg peel*, Lucr. St. USAMV "Ion Ionescu de la Brad" Iași, vol. 54 (1), sub tipar (2011).

6. Cornel Igna, Schuszler Larisa, Dascalu Roxana, Sabau Marius, Luca Calin, - *Interlocking Nail Stabilization of Diaphyseal Low-Bone Fractures. Initial Experiences in Six Clinical Cases.*, Buletin USAMV- Cluj-Napoca, vol. 68 (2), 165-171, (2011).

7. Dascălu Roxana, Toth-Tascau Mirela, Schuszler Larisa, Sabău Marius, Menyhardt Karol, Luca Calin, Igna Cornel, 2011 - *Is Kinematic Analysis A*

Reliable Tool For Osteochondral Lesions Dynamic Evolution In Dog? Buletin USAMV-Cluj-Napoca, vol. 68 (2), 133-141, (2011).

8. Igna Cornel – *Elbow dysplasia in dogs – etiopathogenesis and control*, Scientific Works, C Series, veterinary medicine, Bucuresti, sub tipar (2011).

9. Luca Calin, Schuszler Larisa, Dascalu Roxana, Sabau Marius, Cornel Igna – *Periosteal bone healing capacity under the LC-DCP*, Scientific Works, C Series, veterinary medicine, Bucuresti, sub tipar (2011).

Călin Luca - Implicații ale manipulării chirurgicale a periostului asupra vindecării defectelor osoase, Teză de doctorat, Coordonator științific Prof. Cornel Igna, 1 septembrie 2011.

Echipa de cercetare

Prof. Dr. Igna Cornel – director proiect

Sef lucr. Dr. Schuszler Larisa

Sef lucr. Dr. Dascălu Roxana

Asist. Dr. Sabău Marius

Doctorand Luca Călin