

UNIVERZITET U NOVOM SADU

MEDICINSKI FAKULTET

KLINIČKA MEDICINA



**PROCENA REZULTATA LEĆENJA  
UNUTARZGLOBNIH VIŠEKOMADNIH PRELOMA  
GORNJEG I DONJEG OKRAJKA POTKOLENICE  
APARATOM PO ILIZAROVU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

MENTORI: Prof.dr Milan Stanković

Prof.dr Svetlana Popović - Petrović

KANDIDAT: dr Ivica Lalić

Novi Sad, 2016. godine

**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
NAZIV FAKULTETA: MEDICINSKI**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Ivica Lalić
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof. dr Milan Stanković Prof. dr Svetlana Popović - Petrović
Naslov rada: NR	Procena rezultata lečenja unutarzglobnih višekomadnih preloma gornjeg i donjeg okrajka potkolenice aparatom po Ilizarovu
Jezik publikacije: JP	Srpski / latinica
Jezik izvoda: JI	Srpski / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Autonomna pokrajina Vojvodina
Godina: GO	2016
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Srbija, Novi Sad, Hajduk Veljkova 3

Fizički opis rada: FO	(8 poglavlja / 239 stranica / 71 slika / 36 grafikona / 74 tabele / 375 referenci / 5 priloga)
Naučna oblast: NO	Medicina, Hirurgija
Naučna disciplina: ND	Ortopedija sa traumatologijom
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	tibijalne frakture; fiksacija frakturnih spoljašnjih fiksatora; Ilizarova tehnika; višestruke povrede; ishod terapije; zarastanje preloma; skor težine povreda; ortopediske tehnike
UDK	616.728.4-001.5-089
Čuva se: ČU	U biblioteci Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, 21000 Novi Sad, Srbija, Hajduk Veljkova 3
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	<p>Kompleksnost visokoenergetskih preloma platoa i pilona tibije i njihova udruženost sa značajnim povredama mekog tkiva oko pripadajućeg zglobova veoma je dobro opisana. Lečenje ima za cilj da multifragmentarni prelomi platoa i pilona tibije postanu stabilni, artikularno poravnani, bezbolni, da koleno i skočni zglob budu pokretni i da se minimizira rizik do nastanka posttraumatskog osteoartritisa. Aparat po Ilizarovu sa nategnutim iglama, koristi opterećenje da stvori jedinstvenu podršku za zglob i stabilnu imobilizaciju preloma da se postigne njegovo srastanje. Ovo omogućuje ranu pokretljivost zgloba bez rizika od gubitka redukcije.</p> <p>Cilj istraživanja je procena i poređenje rezultata lečenja unutarzglobnih višekomadnih preloma kostiju proksimalnog i distalnog okrajka potkoljenice tretiranih spoljnijim unilateralnim rigidnim fiksatorom i aparatom po Ilizarovu primenom ASAMI koštanog skoring sistema i funkcionalnog skoring sistema po Karlstrom – Olerudu. Takođe je jedan od ciljeva istraživanja bio da se uoče faktori koji utiču na različite rezultate lečenja unutarzglobnih višekomadnih preloma kostiju gornjeg i donjeg okrajka potkoljenice tretiranih spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom i aparatom po Ilizarovu.</p> <p>Istraživanje je dizajnirano kao kontrolisana komparativna klinička studija a podaci su se prikupljali retrospektivno i delom prospektivno na osnovu medicinske dokumentacije od 2008. do 2013. godine. Studija je u potpunosti izvedena na Klinici za ortopediju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodina u Novom Sadu. Studija je obuhvatila ukupno 103 ispitanika kod kojih je u toku 2008 do 2013. godine postavljena dijagnoza unutarzglobnog višekomadnog preloma gornjeg ili donjeg okrajka</p>

tibije. Ispitanici koji su obuhvaćeni ovim kliničkim istraživanjem razvrstani su u tri grupe: Prvu grupu od 53 ispitanika činili su oni sa višekomadnim unutarzglobnim otvorenim ili zatvorenim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka kostiju potkolenice lečenih isključivo spoljnijim unilateralnim rigidnim fiksatorom. Drugu grupu ispitanika, njih 31, činili su oni sa višekomadnim unutarzglobnim otvorenim ili zatvorenim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka kostiju potkolenice lečenih isključivo aparatom po Ilizarovu. Treću grupu činila su 19 ispitanika sa višekomadnim unutarzglobnim otvorenim ili zatvorenim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka kostiju potkolenice koji su lečenje započeli spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom, a u kasnijem periodu zbog nastalih komplikacija (loše srastanje, produženo srastanje, nesrastanje, infekcija, pseudoartroza) lečenje nastavili konverzijom spolnjeg unilateralnog rigidnog fiksatora u aparat po Ilizarovu. Osnovni izvor podataka za prikazano istraživanje bio je protokol formiran za svakog bolesnika pojedinačno, istorije bolesti i poliklinička evidencija. Za potrebe istraživanja dizajniran je protokol istraživanja gde su se prikupljeni podaci analizirali hronološki : podaci o pacijentu, klinički nalaz na prijemu, postoperativni tok, monitoring aparata, klinički nalaz na otpustu i klinički nalaz na kontrolama od 6, 12 i 18 meseci. Kliničke nalaze na kontrolama na 6, 12 i 18 meseci beležili smo upotrebom skoring sistema ASAMI ( Udrženja za istraživanje i primenu metoda po Ilizarovu) – za koštane rezultate, i Karlstrom – Oleruda za procenu funkcionalnih rezultata.

Neki do najvažnijih rezultata dobijenih prilikom ovog istraživanja jesu da je najbrže vreme srastanja imala grupa Ilizarov, nakon  $16 \pm 2$  nedelja. Grupa konverzija zabeležila je prosečno vreme srastanja u  $17 \pm 2$  nedelji, dok je kod ispitanika u grupi fiksator zabeženo srastanje u  $21 \pm 4$  nedelji. Pojava površnih i dubokih infekcija značajno je veća kod grupe tretiranih spolnjim unilateralnim fiksatorom nego kod grupe tretiranih aparatom po Ilizarovu. Vreme postizanje ranog, punog oslonca na operisani ekstremitet je značajno kraće kod grupe Ilizarov i konverzija nego kod grupe fiksator. Procena koštanih rezultata korišćenjem ASAMI bodovnog sistema koštanog srastanja ukazuje na statistički značajno bolje rezultate kod grupe Ilizarov i konverzija u odnosu na grupu spoljni fiksator u periodu praćenja i analize na 6,12 i 18 meseci. Funkcionalni rezultati primenom sistema funkcionalne evaluacije po Karlstrom – Olerudu govore u prilog značajno statistički boljim rezultatima kod grupe Ilizarov i konverzija u odnosu na grupu

	<p>spoljni fiksator u periodima praćenja i analize na 6,12 i 18 meseci.</p> <p>Na osnovu dobijenih rezultata dolazimo do zaključka da je tretman ispitanika sa multifragmentarnim, intraarikularnim prelomima gornjeg i donjeg okrajka kostiju potkoljenice znatno efikasniji aparatom po Ilizarovu što sveukupno daje smernice za brži i kvalitetniji oporavak ispitanika i njihov povratak svakodnevnim aktivnostima sa što manjim posttraumatskim sekvelama.</p>
Datum prihvatanja teme od strane NN veća: DP	14.11.2013
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	<p>Predsednik:</p> <p>član:</p> <p>član:</p> <p>član:</p> <p>član:</p>

**University of Novi Sad  
ACIMSI  
Key word documentation**

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Ph.D. thesis
Author: AU	Ivica Lalić
Mentor: MN	Prof. dr Milan Stanković Prof. dr Svetlana Popović - Petrović
Title: TI	Assessment of treatment results of intraarticular multifragmentary fractures of upper and lower part of the lower leg by Ilizarov apparatus
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	English
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2016
Publisher: PU	Author reprint
Publication place: PP	21000 Novi Sad, Serbia, Hajduk Veljkova 3

Physical description: PD	8 chapters / 239 pages/ 71 pictures / 36 schemes / 74 tables / 375 references / 5 appendix
Scientific field: SF	Medicine, Surgery
Scientific discipline: SD	Orthopaedic surgery and traumatology
Subject, Key words: SKW	Tibial Fractures; Fracture Fixation; External Fixators; Ilizarov Technique; Multiple Trauma; Treatment Outcome; Fracture Healing; Injury Severity Score; Orthopedic Procedures
UC	616.728.4-001.5-089
Holding data: HD	Library of Medical Faculty Novi Sad 21000 Novi Sad, Serbia, Hjduk Veljkova 3
Note: N	
Abstract: AB	<p>The complexity of high-energy fractures of the tibia plateau and pilons and their association with significant violations of the soft tissue around the corresponding joint is well described in the literature. Main aim of the treatment is to multiple fractures of the tibia plateau and pylon become stable, articularly aligned, without pain, and with full motion in the knee and ankle joint with minimum risk for post-traumatic osteoarthritis. Ilizarov apparatus with taut needles is used to create a unique load support for the ankle and create conditions for good healing. This strong stability allows early joint movement, without risk of loss position of fracture parts.</p> <p>The aim of this research is assessment and comparation of the results of treatment, for intraarticular multiple fractures of the proximal and distal part of lower leg treated with unilateral external rigid fixator and Ilizarov apparatus, with ASAMI bone scoring system and functional scoring sistem by Karlstrom – Olerud. One of the goals of the study was to detect factors which affecting different treatment results of the intraarticular multiple fractures of the proximal and distal part of lower leg, treated with unilateral external rigid fixator and Ilizarov apparatus. The study was designed as a controlled comparative clinical study and data were collected retrospectively and prospectively from medical records from 2008 to 2013. The study has been fully implemented at the Department for orthopedic surgery and traumatology in the Clinical Center of Vojvodina in Novi Sad and included 103 patients who had intraarticular multiple fractures of the proximal and distal part of tibia. Subjects covered in this clinical study were classified into three groups: The first group of 53 patients were with intraarticular multifragmentary open or closed</p>

fractures of the upper or distal part of lower leg, treated exclusively with unilateral external rigid fixator. The second group included 31 patients with intraarticular open or closed fractures of the upper or distal lower leg, treated exclusively with Ilizarov apparatus. 19 patients made the third group with intraarticular open or closed fractures of the upper or distal lower leg, which were treated at the begining with unilateral external rigid fixator and later because of the complications (poor or prolonged healing, nonunion, infection and pseudoarthrosis) tretment was continued by Ilizarov apparatus. The main source of data for this study was protocol wich was established for each patient individually. In this protocol collected data analyzed by date: patient data, clinical findings at admission, postoperative course, monitoring apparatus, clinical findings at discharge and clinical findings at the controls which were at 6, 12 and 18 months after surgery. Clinical findings at control examinations (6, 12 and 18 months after surgery), we recorded by scoring system ASAMI (Association for the Study and Application of the Methods of Ilizarov) - that represent the results of the bone healing, and Karlstrom - Olerud for assessment functional outcomes.

The most important results were: the fastest time of bone union was in the group of Ilizarov, and it was after  $16 \pm 2$  weeks and the third group (conversion group) recorded an average time after  $17 \pm 2$  weeks, while the patients in the first group (external fixator) had average time of union after  $21 \pm 4$  week. The appearance of superficial and deep infection was significantly higher in the group treated with unilateral external fixator than in the group treated by the Ilizarov apparatus. Fastest full weight bearing on the injured leg, had patients in the group treated with Ilizarov apparatus. Evaluation of results using bone ASAMI fusion scoring system indicating a statistically significantly better results in the conversion and Ilizarov group compared to the group of external fixator in the period of monitoring at 6,12 and 18 months after surgery. Functional results by Karlstrom - Olerud scoring system show statistically significantly better results in the Ilizarov and conversion group contrary to the external fixator group in periods of monitoring at 6,12 and 18 months.

Based on these results we conclude that the treatment of subjects with intraarticular, multifragmentary fractures of the upper and lower part of the lower leg are more efficient after Ilizarov apparatus which provides overall guidance for faster and better recovery of patients and their return to their daily activities with minimal post-traumatic sequelae.

Accepted on Scientific Board on: AS	14.11.2013
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	President: member: member: member: member:

*Zahvaljujem se svojim mentorima, prof. dr Milanu Stankoviću i prof. dr Svetlani Popović - Petrović, na pomoći i podršci koju su mi pružili tokom izrade doktorske disertacije.*

*Posebnu zahvalnost dugujem prof. dr Vladimиру Ivanoviču Ševcovu, prof. dr Sergeju Ivanoviču Švedu, prof. dr Nikolaju Mihajloviču Kljuščinu, prof. dr Anatoliju Grigorijević Karasevu i dr Konstantinu Igoreviču Novikovu na izuzetnoj pomoći i pravilnim smernicama u izradi ovog rada.*

*Zahvaljujem se kolegama, i svom osoblju Klinike za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine koji su na bilo koji način učestvovali u izradi ove studije*

*Goranu i Milani Dragić, koji su imali sve vreme ovog sveta za mene.*

*Zahvaljujem mojoj porodici na podršci i strpljenju.*

*Rad posvećujem*

*ćerki Jeleni*

*koja najbolje zna i razume sve ovo*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. SPOLJNA FIKSACIJA .....</b>	<b>3</b>
1.1.1. ISTORIJAT SPOLJNJE FIKSACIJE .....	3
1.1.2. RAZVOJ SPOLJNE FIKSACIJE U SVETU.....	3
1.1.3. RAZVOJ SPOLJNE FIKSACIJE KOD NAS.....	8
1.1.4. TRANSOSEALNA KOMPRESIONA OSTEOSINTEZA APARATOM PO ILIZAROVU - TEORIJSKE OSNOVE .....	9
<b>1.2. SPOLJNA FIKSACIJA I BIOMEHANIKA .....</b>	<b>11</b>
1.2.1. BIOMEHANIKA ZARASTANJA PRELOMA U USLOVIMA SPOLJNE FIKSACIJE .....	11
1.2.2. UNILATERALNA I BILATERALNA SPOLJNA FIKSACIJA.....	12
1.2.3. KOMPRESIVNA I NEKOMPRESIVNA SPOLJNA FIKSACIJA.....	12
1.2.4. DINAMIČKA I RIGIDNA SPOLJNA FIKSACIJA .....	13
1.2.5. BIOMEHANIKA SPOLJNIH FIKSATORA .....	14
<b>1.3. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE PROKSIMALNOG OKRAJKA TIBIJE.....</b>	<b>17</b>
1.3.1. TIBIOFEMORALNI ZGLOB.....	17
1.3.2. PATELOFEMORALNI ZGLOB.....	18
1.3.3. ZGLOBNA KAPSULA I SINOVIJALNA MEMBRANA.....	19
1.3.4. TIBIJALNI PLATO .....	19
1.3.5. INTERKONDILARNO POLJE.....	20
<b>1.4. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE DISTALNOG OKRAJKA TIBIJE I SKOČNOG ZGLOBA .....</b>	<b>23</b>
1.4.1. SKOČNI ZGLOB .....	23
1.4.2. DISTALNI OKRAJAK TIBIJE .....	23
1.4.3. DISTANI OKRAJAK FIBULE .....	24
1.4.4. TALUS .....	24
1.4.5. LIGAMENTARNI APARAT SKOČNOG ZGLOBA .....	25
<b>1.5. VASKULARIZACIJA TIBIJE.....</b>	<b>28</b>
1.5.1. EKSTRAOSALNA KRVNA MREŽA .....	30
1.5.2. INTRAOSALNA KRVNA MREŽA .....	32
1.5.3. UTICAJ OSTEOSINTEZE NA VASKULARIZACIJU TIBIJE .....	34
<b>1.6. INERVACIJA GOLENJAČE .....</b>	<b>36</b>
<b>1.7. OSTEOGENEZA U RAZLIČITIM USLOVIMA FIKSACIJE .....</b>	<b>37</b>
1.7.1. OSTEOGENEZA U USLOVIMA UNUTRAŠNJE FIKSACIJE .....	37
1.7.2. OSTEOGENEZA U USLOVIMA SPOLJNJE FIKSACIJE .....	38
<b>1.8. BIOMEHANIKA KOLENOG ZGLOBA .....</b>	<b>39</b>
<b>1.9. BIOMEHANIKA SKOČNOG I SUBTALARNOG ZGLOBA .....</b>	<b>42</b>
1.9.1. TALOKRURALNI ZGLOB .....	42
1.9.2. SUBTALARNI ZGLOB .....	43
<b>1.10. POVREDE PROKSIMALNOG OKRAJKA TIBIJE.....</b>	<b>45</b>

1.10.1. EPIDEMIOLOGIJA .....	45
1.10.2. MEHANIZAM NASTANKA POVREDA .....	45
1.10.2.1. Znaci i simptomi.....	45
1.10.2.2. Udružene povrede.....	46
1.10.3. DIJAGNOSTIKA POVREDA .....	46
1.10.4. KLASIFIKACIJA POVREDA .....	49
1.10.5. LEČENJE POVREDA .....	52
1.10.5.1. Neoperativno lečenje .....	53
1.10.5.2. Operativno lečenje.....	53
1.10.5.2.1. Spoljna fiksacija .....	53
1.10.5.3. Komplikacije .....	54
1.10.5.3.1. Rane komplikacije .....	54
1.10.5.3.2. Kasne komplikacije .....	54
<b>1.11. POVREDE DISTALNOG OKRAJKA TIBIJE .....</b>	<b>56</b>
1.11.1. EPIDEMIOLOGIJA.....	56
1.11.2. MEHANIZAM NASTANKA POVREDE.....	57
1.11.3. DIJAGNOSTIKA POVREDA .....	57
1.11.4. KLASIFIKACIJA POVREDA .....	59
1.11.4.1. Ruedi - Allgower klasifikacija.....	59
1.11.4.2. AO/OTA klasifikacija .....	60
1.11.4.3. Tscherene i Goetzen klasifikacija zatvorenih preloma .....	61
1.11.4.4. Gustilo - Anderson klasifikacija otvorenih preloma.....	62
1.11.5. LEČENJE POVREDA .....	62
<b>1.12. APARAT PO ILIZAROVU.....</b>	<b>65</b>
1.12.1. ISTORIJAT .....	65
1.12.2. INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE.....	66
1.12.3. SASTAVNI DELOVI APARATA .....	67
1.12.4. OPŠTA PRAVILA PRIMENE .....	70
1.12.5. KOMPLIKACIJE I GREŠKE PRI APLIKACIJI .....	72
1.12.5.1. Rane komplikacije .....	72
1.12.5.1.1. Komplikacije nastale provođenjem igala.....	73
1.12.5.1.2. Komplikacije nastale kompresijom i nepravilnom aplikacijom aparata .....	75
1.12.5.1.3. Komplikacije uslovljene distrakcijom i nepravilnom aplikacijom aparata.....	75
1.12.5.2. Kasne komplikacije .....	77
1.12.6. PREDNOSTI APARATA PO ILIZAROVU .....	77
1.12.7. PRIMENA ILIZAROVE METODE KOD AKUTNE TRAUME .....	78
1.12.8. RANA REHABILITACIJA PACIJENATA SA UNUTARZGLOBNIM VIŠEKOMADNIM PRELOMIMA PROKSIMALNE I DISTALNE TIBIJE OPERISANIH METODOM PO ILIZAROVU .....	79
1.12.9. PERIOD ZAVRŠNE FUNKCIONALNE REHABILITACIJE PACIJENATA SA UNUTARZGLOBNIM VIŠEKOMADNIM PRELOMIMA PROKSIMALNE I DISTALNE TIBIJE OPERISANIH METODOM PO ILIZAROVU .....	80

<b>1.13. NAUČNA I DRUŠVENA OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>82</b>
1.13.1. ETIČKA RAZMATRANJA ISTRAŽIVANJA .....	82
1.13.2. NAUČNA I DRUŠVENA OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA .....	82
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>84</b>
<b>2.1. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>84</b>
<b>2.2. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>84</b>
<b>3. MATERIJAL I METODE.....</b>	<b>85</b>
<b>3.1. UZORAK I NAČIN RADA .....</b>	<b>85</b>
3.1.1. POSTUPAK ISTRAŽIVANJA.....	85
3.1.2. KRITERIJUMI ZA UKLJUČIVANJE I ISKLJUČIVANJE ISPITANIKA IZ ISTRAŽIVANJA .....	86
<b>3.2. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>87</b>
3.2.1. PODACI O PACIJENTU.....	87
3.2.2. KLINIČKI NALAZ NA PRIJEMU .....	87
3.2.3. POSTOPERATIVNI TOK.....	88
3.2.4. MONITORING APARATA .....	88
3.2.5. KLINIČKI NALAZ NA OTPUSTU.....	88
3.2.6. KLINIČKI NALAZ NA KONTROLAMA NA 6, 12 I 18 MESECI .....	88
<b>3.3. INSTRUMENTI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>89</b>
3.3.1. ASAMI KLASIFIKACIJA ZA PROCENU KOŠTANIH REZULTATA .....	89
3.3.2. KARLSTROM - OLERUD KLASIFIKACIJA ZA PROCENU FUNKCIONALNIH REZULTATA .....	90
<b>3.4. OPERATIVNI ZAHVAT .....</b>	<b>92</b>
3.4.1. POSTAVKA UNILATERALNOG RIGIDNOG SPOLJNJE FIKSATORA KOD PRELOMA PROKSIMALNE TIBIJE.....	93
3.4.2. POSTAVKA UNILATERALNOG RIGIDNOG SPOLJNJE FIKSATORA KOD PRELOMA DISTALNE TIBIJE .....	94
3.4.3. POSTAVKA APARATA PO ILIZAROVU KOD PRELOMA PROKSIMALNE TIBIJE .....	95
3.4.4. POSTAVKA APARATA PO ILIZAROVU KOD PRELOMA DISTALNE TIBIJE .....	97
3.4.5. OPERATIVNI ZAHVAT KONVERZIJE KOD PRELOMA PROKSIMALNE TIBIJE.....	99
3.4.6. OPERATIVNI ZAHVAT KONVERZIJE KOD PRELOMA DISTALNE TIBIJE.....	99
<b>3.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA .....</b>	<b>100</b>
<b>4. REZULTATI .....</b>	<b>101</b>
<b>4.1. OPŠTE KARAKTERISTIKE UZORKA .....</b>	<b>101</b>
4.1.1. KARAKTERISTIKE GRUPA PREMA MODALITETIMA OPERACIJE .....	111
4.1.2. OPERATIVNI TOK.....	116
<b>4.2. POREĐENJE GRUPA PREMA KOŠTANIM REZULTATIMA - TRANSFERZALNO POREĐENJE (ASAMI).....</b>	<b>123</b>
4.2.1. POSTOPERATIVNO (6 MESECI) .....	123
4.2.2. POSTOPERATIVNO (12 MESECI) .....	124
4.2.3. POSTOPERATIVNO (18 MESECI) .....	125
<b>4.3. POREĐENJE GRUPA PREMA KOŠTANIM REZULTATIMA - LONGITUDINALNO POREĐENJE .....</b>	<b>128</b>

<b>4.4. ANALIZA SISTEMA FUNKCIONALNE EVALUACIJE PO KARLSTROM - OLERUDU .....</b>	<b>130</b>
4.4.1. POUZDANOST SISTEMA FUNKCIONALNE EVALUACIJE PO KARLSTROM - OLERUDU .....	130
4.4.2. POREĐENJE GRUPA PREMA FUNKCIONALNIM REZULTATIMA-TRANSFERZALNO POREĐENJE .....	130
4.4.2.1. Postoperativno (6 meseci) .....	131
4.4.2.2. Postoperativno (12 meseci) .....	132
4.4.2.3. Postoperativno (18 meseci) .....	134
4.4.3. POREĐENJE GRUPA PREMA FUNKCIONALNIM REZULTATIMA -LONGITUDINALNO POREĐENJE .....	135
4.4.4. POREĐENJE GRUPA U INDIKATORIMA FUNKCIONALNOG STATUSA .....	137
4.4.4.1. Postoperativno (6 meseci) .....	137
4.4.4.2. Postoperativno (12 meseci) .....	139
4.4.4.3. Postoperativno (18 meseci) .....	140
<b>4.5. POVEZANOST IZMEĐU KOŠTANIH REZULTATA I FUNKCIONALNOG STATUSA.....</b>	<b>142</b>
4.5.1. ANALIZA OPŠTIH PODATAKA I INDIKATORA KOŠTANOOG I FUNKCIONALNOG STATUSA KOD PACIJENATA LEČENIH TEHNIKOM PO ILIZAROVU.....	142
4.5.1.1. Razlike u koštanom i funkcionalnom statusu s obzirom na starost i pol .....	142
4.5.1.2. Razlike u koštanom i funkcionalnom statusu s obzirom na stranu operacije .....	144
4.5.1.3. Efekat položaja aparata (proksimalno/distalno) i tretmana (fiksator/ Ilizarov) u napredovanju u koštanim rezultatima tokom vremena .....	144
4.5.1.4. Efekat položaja aparata (proksimalno/distalno) i tretman (fiksator/ Ilizarov) prema funkcionalnom statusu tokom vremena .....	146
4.5.1.5. Efekat stepena deformiteta i procene koštanih rezultata.....	147
4.5.1.6. Efekat stepena deformiteta na funkcionalne rezultate .....	150
4.5.2. POVEZANOST KOŠTANIH I FUNKCIONALNIH REZULTATA SA SMEROM DEFORMITETA .....	154
4.5.3. POVEZANOST KOŠTANIH I FUNKCIONALNIH REZULTATA SA POSTIZANJEM OSLONCA .....	155
4.5.4. OSTEOPLASTIKA METAFIZE GOLENJAČE .....	156
4.5.5. POTKOVICA STOPALA.....	156
4.5.6. OBRUČ NATKOLENICE .....	157
4.5.7. OSTEOTOMIJA DISTALNE LIŠNJAČE .....	158
<b>4.6. ANALIZA PRIMENJENIH OPERATIVNIH MERA I INDIKATORA OPORAVKA.....</b>	<b>159</b>
4.6.1. ANALIZA PRIMENJENIH OPERATIVNIH MERA I STANJA NA PRIJEMU .....	160
4.6.2. ANALIZA FUNKCIONALNIH I KOŠTANIH REZULTATA PREMA MONITORINGU APARAT .....	161
4.6.3. EFEKAT LOMA IGALA NA OPORAVAK .....	162
4.6.4. STANJE NA OTPUSTU.....	164
<b>4.7. ANALIZA REZULTATA PREMA KATEGORIJAMA SKORING SISTEMA PREMA         KARLSTROM - OLERUDU .....</b>	<b>165</b>
<b>4.8. ANALIZA PROCENE KOŠTANIH REZULTATA SKORING SISTEMA UDRUŽENJA ZA         ISTRAŽIVANJE I PRIMENU METODA PO ILIZAROVU- ASAMI.....</b>	<b>168</b>
<b>5. DISKUSIJA.....</b>	<b>171</b>
<b>6. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>205</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>206</b>

<b>8. PRILOZI.....</b>	<b>231</b>
Prilog 1. INFORMACIJA ZA ISPITANIKE .....	231
Prilog 2. TEKST INFORMACIONOG PRISTANKA.....	232
Prilog 3. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA.....	233
Prilog 4. SKORING SISTEM UDRUŽENJA ZA ISTRAŽIVANJE I PRIMENU METODA PO ILIZAROVU (ASAMI) .....	239
Prilog 5. SKORING SISTEM PROCENE FUNKCIONALNOG STATUSA PO KARLSTRÖM- OLERUDU .....	239

## 1. UVOD

Kompleksnost visokoenergetskih preloma platoa i pilona tibije i njihova udruženost sa značajnim povredama mekog tkiva oko pripadajućeg zgloba veoma je dobro opisana. Ove povrede uglavnom su posledica saobraćajnih nesreća ili pada sa visine. Pojava vazdušnih jastuka kod motornih vozila štiti ljudе od smrtonosnih grudnih i abdominalnih povreda i omogućava ljudima da prežive nesreće koje uzrokuju visokoenergetske povrede donjih ekstremiteta, dovodeći do povećanja incidence preloma tibijalnog platoa i pilona. Uzimajući u obzir i činjenicu da porast intraartikularnih povreda gornjeg i donjeg okrajka golenjače iz godine u godinu raste, razumljivo je i interesovanje ortopedskih hirurga i traumatoologa za što uspešnijem rešavanjem problematike koju prate intraartikularni prelomi, naročito oni otvoreni.

Lečenje ima za cilj da multifragmentarni prelomi platoa i pilona tibije postanu stabilni, artikularno poravnani, bezbolni, da koleno i skočni zglob budu pokretni i da se minimizira rizik od nastanka posttraumatskog osteoartritisa. S ciljem da se postigne ovakav ishod, vrednost rane mobilizacije zgloba je do izuzetnog značaja. Redukcija preloma i stabilna fiksacija su potrebne da se omogući rana pokretljivost u zglobu. Postoje različiti načini lečenja ovih preloma, koji uključuju trakciju i nošenje gipsa, premoščavanje kolena spoljnim fiksatorom, ograničena otvorena redukcija i perkutana fiksacija, otvorena redukcija i unutrašnja fiksacija i indirektna redukcija i fiksacija sa hibridnim ili cirkulatornim aparatom za spoljnju fiksaciju. Trakcija i nošenje gipsa doprinose lošim rezultatima. Ograničena redukcija i perkutana fiksacija takođe ne daju adekvatnu redukciju kod visoko kominutivnih tipova V i VI preloma platoa i AO/C3 pilona, premoščavajući spoljni fiksator ne omogućava ranu pokretljivost pri čemu usporava srastanje preloma zgloba. Otvorena redukcija i dvostruko popločavanje iako daju dobru redukciju ulomaka i vraćaju artikularnu površinu, produkuju ekscesivno cepanje mekog tkiva što dovodi do devitalizacije i lošeg zarastanja rane. Tradicionalno, dvostruko popločavanje se smatralo kao najbolji metod za stabilizaciju ovih preloma zato što obuhvata i lateralni i medijalni stub da bi se postigla redukcija i stabilnost. Međutim, ovo je povezano sa komplikacijama pošto zahteva disekciju mekog tkiva kako bi se postavile ploče, a meko tkivo je već kompromitovano zbog delovanja visoko energetske traume. Ovo za posledicu ima visoku stopu komplikacija koje i dalje ostaju u vezi sa ovom tehnikom. S ciljem da se savladaju komplikacije, manje invazivna tehnika sa spoljašnjim fiksatorima je predstavljena kao strategija da se smanje jatogene povrede mekog tkiva. Monolateralni fiksatori su korišćeni, i iako imaju veliki uspeh u smanjenju komplikacija vezanih za meka tkiva mehanička stabilnost kod ove tehnike nije adekvatna i gubitak redukcije je čest. Mehanički nedostatak monolateralnih fiksatora potiče od sila koje produkuju manje stabilnu fiksaciju. Prstenasti fiksatori,

kao što je Ilizarov, sa nategnutim iglama, koriste opterećenje da stvore jedinstvenu podršku za zglob i stabilnu imobilizaciju preloma da se postigne srastanje preloma. Ovo omogućuje ranu pokretljivost zgloba bez rizika od gubitaka redukcije.

Cirkularna tibijalna fiksacija je postala veoma popularna za lečenje kompleksnih preloma tokom poslednje dve decenije. Pažljiv odabir hiruške metode u rešavanju komplikovanih preloma proksimalnog i distalnog okrajka golemače svakako će doprineti boljim koštanim i funkcionalnim rezultatima pacijenata a koji će pozitivno uticati i na ekonomski aspekt ovih pojava.

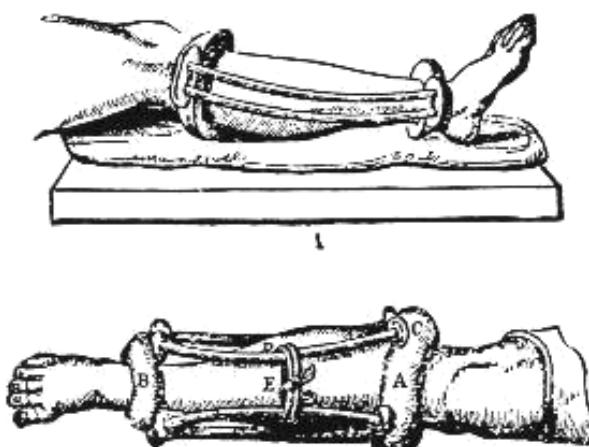
## 1.1. SPOLJNA FIKSACIJA

Spoljnja fiksacija predstavlja terapijsku proceduru u ortopediji i traumatologiji uz pomoć koje se koštani fragmenti fiksiraju putem klinova ili igala prolazeći kroz kost, a koje su spolja pričvršćene za aparat zvani spoljni fiksator.

Spoljni fiksator je aparat putem koga se povezuju igle i klinovi koji prolaze kroz koštane strukture i tako zajedno čine jedinstvenu celinu koja služi za fiksaciju skeleta kao i pokretanje koštanih fragmenata približavanjem, udaljavanjem ili menjanjem ugla između fragmenata. Time se koštani fragmenti stabilizuju i održavaju u anatomske pozicije preko okvira fiksatora.

### 1.1.1. ISTORIJAT SPOLJNJE FIKSACIJE

Od davnina su ljudi bili suočeni sa povredama lokomotornog aparata i razmišljali o mogućnostima lečenja. Preteča ideje o spoljnoj fiksaciji potiče od Hipokrata (460 - 377 p.n.e.) Njegov aparat činile su dve alke od kože i više elastičnih stabljika između njih koje su u savijenom položaju obezbeđivale ekstenziju potkolenice (*Slika 1.*). Ovaj aparat je obezbeđivao stabilnost preloma potkolenice i tretman rane - Adams 1939. godine<sup>(1,2)</sup>.



*Slika 1.* Osnovni principi spoljne fiksacije za tibijalne prelome primenjene od Hipokrata  
(preuzeto iz Bick, E. M. 1968, *Source Book of Orthopaedics*)

### 1.1.2. RAZVOJ SPOLJNE FIKSACIJE U SVETU

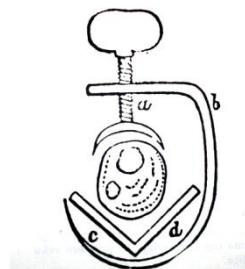
Jean Francois Malgaigne je 1840. godine predložio prvi aparat za spoljnu fiksaciju dugih kostiju<sup>(3)</sup>. Novi aparat je konstruisao 1943. godine a koristio je napravu sličnu kuki za perkutanu kompresiju i imobilizaciju većih fragmenata slomljene patele i olekranona. Aparat ima zavrtanj za kompresiju na kome su dodate po dve kukice za proksimalni i distalni deo kostiju (*Slika 2.*).



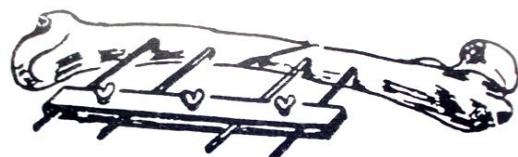
*Slika 2. Malgaigne-ov spoljnji fiksator*

(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)

Langebek je 1851. godine predložio konstrukciju za lečenje pseudoartroze nadkolenice. Aparat ima klinove sa navojima na jednom kraju, stezače i metalne šipke. Narezani deo klina se plasira u kost, iznad i ispod pseudoartroze, pa se preko stezača plasira za šipku<sup>(4)</sup>. David Price je 1863. godine opisao metodu lečenja usporene sanacije preloma, kod koje se najpre uz pomoć Brainardovog preforata izbuše rupe na krajevima koštanih fragmenata, zatim se postavi jedan od spolnjih fiksatora po Malgaigneu (*Slika 3.*). Belgijanac Alvin Lambote je 1902. godine prvi put upotrebio perkutano postavljanje metalnih klinova koji su spolja bili spojeni metalnom šipkom<sup>(3)</sup>. To je ujedno i bio prvi uspešan spoljni fiksator na kome su kasnije bili zasnovani savremeniji modeli. Primjenjivao je i mini spoljni fiksator za repoziciju i spoljnu fiksaciju kostiju. Takođe prvi uvodi samonarezujuće klinove čime se postavka znatno olakšava (*Slika 4.*).



*Slika 3. Spoljni fiksator D. Priceu*  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)

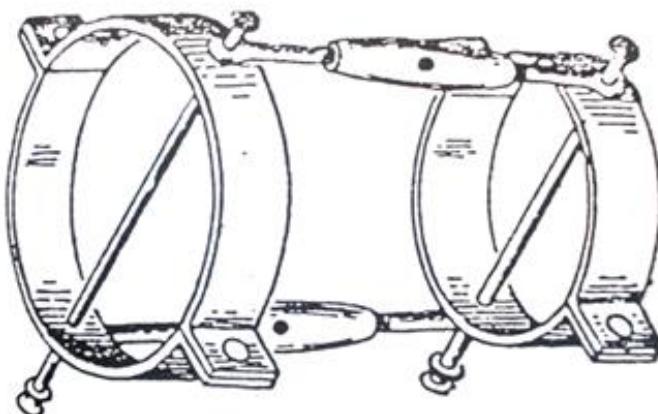


*Slika 4. Spoljni fiksator A. Lambotte*  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)

Početkom 20 veka primetna je pojava većeg broja autora koji koriste princip transfiksacije preloma. Ona podrazumeva repoziciju fragmenata i aplikaciju klina debljine 4 - 5 cm u proksimalni i distalni fragment a potom se postavlja cirkularni gips. Tako se klinovi inkorporiraju u cirkularni gips koji ima ulogu njihovih nosača - Freeman 1928. godine, Schantz 1925. godine, Bohler 1928. godine, Murray 1928. godine, Orr 1932. godine, Griswold 1939. godine. Rozen je 1926. godine prikazao aparat koji je omogućio izvođenje repozicije i fiksacije koštanih ulomaka. Aparat se sastoji iz dve T ploče, sa dva izreza postavljena pod pravim uglom, dva zavrtnja i po dve fiksirajuće navrtke. Njime je bila izvodljiva i korekcija položaja fragmenata u dve ravni<sup>(2,3)</sup>.

Abbott je 1924. godine konstruisao aparat koji se sastoji od dva para klinova koji se uvode u kost iznad i ispod preloma a spolja se fiksiraju sa dva distraktora. Aparat se koristio za lečenje preloma, za artrodeze i elongaciju kostiju. U to vreme se javljaju i mnogi drugi autori: Mayeda 1926. godine, Ombrendane 1929. godine, Knapp 1930. godine, Goosen 1931. godine, Joly 1933. godine, Anderson 1934. godine, Bittner 1934. godine, Percovski 1938. godine<sup>(2,3)</sup>.

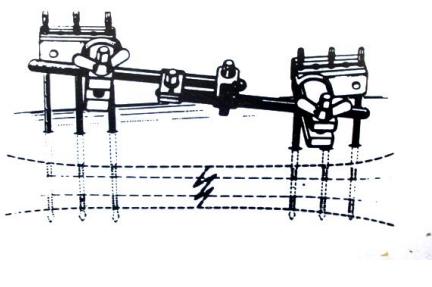
Percovski je 1938. god. konstruisao aparat za produženje kostiju. Posle osteotomije, kroz svaki fragment se uvodi po jedan klin. Oni se fiksiraju za cilindar i stranični metalni štap a ovaj je na sredini narezan i razdvojen. Maticom se može manjati dužina štapa čime se ostvaruje distrakcija (*Slika 5.*).



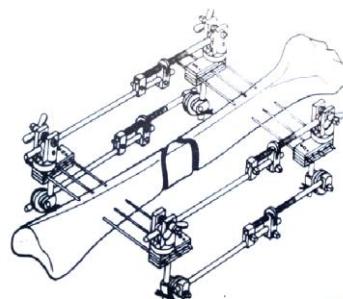
*Slika 5. Spoljni fiksator Percovskog*

(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)

Godine 1938. Raoul Hoffmann iz Švajcarske uvodi unilateralni tip spoljnog fiksatora koji je dao odlične rezultate. Osnovni elementi aparata bili su: klinovi, kleme za klinove, loptasti zglob i kompresiono - distrakcioni štap. Ovim aparatom se može postići fiksacija, kompresija, distrakcija i repozicija ulomaka. Unilateralna montaža ovog fiksatora nije bila dovoljno rigidna. Mnogi autori su radili na poboljšanju stabilnosti ovog aparata (*Slika 6.*)<sup>(5,6)</sup>. Vidal 1968. godine uvodi dupli ram (*Slika 7.*)<sup>(7)</sup>.



*Slika 6. Hoffmann-ov spoljni fiksator*  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u  
traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)



*Slika 7. Vidal-ov spoljni fiksator*  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u  
traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)

Rabischong, Bonnel i Adrey 1970. godine uvode modifikaciju Hoffmannovog fiksatora praveći dupli sklop čime su postigli značajnu stabilnost fiksatora i koštanih fragmenata. Adrey je 1970. godine uradio biomehaničke studije predloženih montaža i dokazao da je montaža u obliku obostranog duplog rama najstabilnija<sup>(8)</sup>. U isto vreme Burny iz Brisela inauguriše koncept elastične fiksacije uvodeći prvi transdijuser 1970. godine. Prvi je počeo merenja *in vivo* savijanja rama spoljnog fiksatora pri dejstvu određenog momenta sile na mesto preloma. Rezultati komparacije njegovih merenja u toku zarastanja preloma pokazali su da je savijanje rama u početim fazama zarastanja mnogo veće, nego u završnim<sup>(9-17)</sup>. Jorgensen 1972. godine pojednostavljuje i više objektivizira metodu Burny-a koristeći mikrometar<sup>(18- 21)</sup>, dok krajem 70-ih i početkom 80-ih godina koristeći različite transjudere počinju metode merenja u predelu savijanja klina ili rama, Tanner 1985. godine, Cleas 1988. godine<sup>(22,23)</sup>. John Charnley, britanski ortoped je 1948. godine prikazao svoj aparat za artrodezu kolenog i skočnog zgloba<sup>(24,25)</sup>. Aparat je bilateralan a klinovi moraju biti plasirani strogo paralelno. Ova dva autora započela su novi način primene spoljnog fiksatora Oni su eksperimentalno i na povređenima dokazali značaj kompresije. Njihove radove potvrđuje Danis 1949. godine ukazujući na značaj stabilnosti i pritiska na mestu preloma ili artrodeze<sup>(26)</sup>. Freidemberg i Franch 1952. godine ispituju na psima optimalni pritisak potreban za zarastanje kostiju i iznose sledeće rezultate: najoptimalniji pritisak na mestu preloma je 6-9 N/cm<sup>2</sup>, dok viši i niži pritisak ne dovode do stvaranja kalusa<sup>(27)</sup>. Gavril Avramović Ilizarov 1950. godine uvodi metodu primene originalnog cirkularnog aparata sastavljenog od perforiranih prstenova na rasklapanje, tankih Kirschnerovih igala sa i bez olive, zatezača igala, klemova, distancera, zavrtnja, itd. (*Slika 8.*). Aparat se koristi za lečenje svežih preloma, pseudoartroza, defekt pseudoartroza, za korekciju deformiteta, elongaciju ekstremiteta itd.<sup>(28-30)</sup>. Wagner 1972. godine konstruiše aparat za elongaciju ekstremiteta koji je u prvoj verziji imao mogućnost repozicije fragmenata u jednoj ravni a kasnije u sve tri ravni (*Slika 9.*). Aparat je sastavljen od 4 klina i tela fiksatora koje je predstavljeno teleskopskim uzdužnim elementom četvrtastog profila na kome se nalaze kleme i ručica za podešavanje dužine<sup>(3)</sup>.

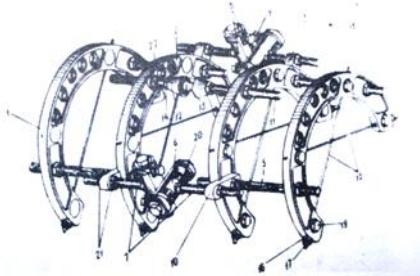


*Slika 8. Spoljni fiksator po Ilizarovu  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u  
traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)*

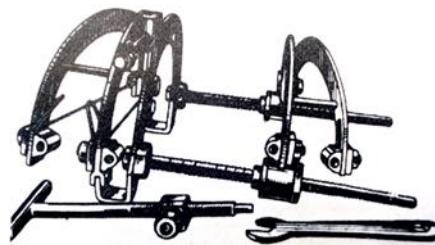


*Slika 9. Spoljni fiksator tipa Wagner  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u  
traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)*

Ubrzo zatim se pojavljuju i aparati Sivaša 1952. godine<sup>(2,3)</sup>, Gudušaurija 1954. godine<sup>(32)</sup>, (Slika 10.), Kalnberzesa 1976. godine, Volkova-Oganesjana 1976. godine<sup>(33,34)</sup>, (Slika 11.) i aparati švajcarske AO grupe<sup>(2,3)</sup>.



*Slika 10. Gudušaurijev spoljni fiksator  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u  
traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)*



*Slika 11. Spoljni fiksator Volkov-Oganesjan  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u  
traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)*

Početkom 80-ih godina pojavljuje se nekoliko tipova spoljnih fiksatora: Stuhler<sup>(2,3)</sup> 1981. godine, Lotret – Jakob<sup>(2,3)</sup> 1982. godine, Saba – Coombs<sup>(2,3)</sup> 1983. godine. De Bastiani<sup>(2,3)</sup> 1984. godine konstruiše spoljni fiksator po imenu Ortofix<sup>(35)</sup> koji je našao široku primenu u svetu a od nedostataka mu se pripisuje visoka cena i to da klinovi moraju biti plasirani strogo paralelno na određenom rastojanju (Slika 12.). Iz godine u godinu se može konstatovati pojava sve većeg broja aparata za spoljnju fiksaciju.



*Slika 12. Ortofix spoljni fiksator  
(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)*

### 1.1.3. RAZVOJ SPOLJNE FIKSACIJE KOD NAS

Značajnija primena metoda spoljne fiksacije na prostorima bivše Jugoslavije počinje šezdesetih godina. Pionirski koraci se odnose na produženje ekstremiteta i lečenje osteita. Ovi radovi vezani su za Branka Radulovića iz specijalne ortopedске hiruške bolnice "Banjica" u Beogradu. Njegov doprinos je u konstrukciji aparata a osnovna njegova primena je u elongaciji ekstremiteta jednim aktom ili metodom distrakcione epifiziolize. Kompresiono - distrakcioni fiksator konstruisan po uzoru na aparat Ilizarova takođe potiče sa "Banjice" a autor je Georgijević<sup>(3)</sup>. Metoda spoljašnje fiksacije se široko primenjuje u ovoj kući, posebno aparat po Ilizarovu kod korektivno - rekonstruktivnih operacija<sup>(2,3)</sup>.

Od 1982. godine spoljna fiksacija se primenjuje kao rutinska metoda u Ortopedsko - traumatološkoj klinici u Beogradu. U njenom sklopu se nalazi i traumatološka služba Urgentnog centra koja prima najveći broj povređenih kod kojih se primenjuje spoljna fiksacija. Ovim stručno - metodološkim centrom rukovodio je od osnivanja Buždon koji je ujedno i veliki propagator spoljne fiksacije. Prvi u zemlji uvodi protokol lečenja otvorenih preloma III stepena<sup>(3)</sup>.

Ortopedska klinika VMA u Beogradu primenjuje metod spoljne fiksacije kod povreda lokomotornog aparata. Strelni prelomi su posebna i važna indikacija za primenu ove metode. Baščarević iz Prištine je 1978. godine predložio svoj aparat za spoljnu fiksaciju. On pripada grupi hemicirkularnih fiksatora. U Novom Sadu, Krajčinović 1990. godine izdaje monografiju pod nazivom "Spoljašnji fiksator". U Nišu od 1978 godine spoljna fiksacija u zbrinjavanju preloma poprima sve veći značaj. Kao i svuda, primenjivani su fiksatori stranih i domaćih proizvođača<sup>(3)</sup>.

Od 1983. godine pojavljuju se orginalni fiksatori Mitkovića koji imaju široku primenu u rešavanju ortopedskih i traumatoloških problema. Oni su pre kliničke primene prošli sva biomehanička i eksperimentalna ispitivanja. Tu treba izdvojiti aparat M.9, i visoko mobilni aparat M.20 nazivan kao "ratni fiksator" a sada poznat kao aparat "Mitković". On se lako montira i mnogo je korišćen u ratnim dešavanjima na prostoru bivše SFRJ. Aparat "Mitković" je unilateralan sa uravnoteženom AP i LL stabilnošću<sup>(3)</sup> (*Slika 13.*).



*Slika 13. Unilateralni spoljni fiksator po Mitkoviću*

(preuzeto iz Mitković M. Spoljna fiksacija u traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.)

#### 1.1.4. TRANSOSEALNA KOMPRESIONA OSTEOSINTEZA APARATOM PO ILIZAROVU - TEORIJSKE OSNOVE

Reparativna regeneracija kostiju koja nastaje u uslovima kompresione transosealne osteosinteze ima protivurečne stavove. Skraćenje vremena konsolidacije fragmenata kostiju pri kompresiji pripisuje se njenom stimulativnom dejstvu na osteogenezu<sup>(24,25,36,-38)</sup>. Neki autori smatraju da ubrzanje konsolidacije nastaje zbog poboljšane fiksacije pri kompresiji koštanih fragmenata i zbog njihovog boljeg kontakta<sup>(39,40)</sup>. Postojala su različita mišljenja o veličini kompresionih sila koje deluju na koštano tkivo tako da neki smatraju da je optimalna sila kompresije 24 - 48 kg Chartnely, Love<sup>(25)</sup>, 45 - 50 kg Patrocov<sup>(38)</sup>, 50 – 100 kg Muller<sup>(41)</sup> i drugi autori su pisali o biološkoj opravdanosti kompresije dejstvom mišićne sile i težine<sup>(42)</sup>.

Mnogobrojna kliničko - eksperimentalna ispitivanja omogućila su formiranje teorijskih osnova kompresione osteosinteze<sup>(43-46)</sup>. Eksperimentalnim ispitivanjima opovrgнута су mišljenja o destruktivnom dejstvu kompresije na kost<sup>(44-46)</sup>. Ilizarov je eksperimentalno dokazao da se pri kompresionoj osteosintezi sa konstantnom kompresijom na kost silom od 150 kg ne usporava reparatori proces i ne nastaje trauma i resorpcija kosti<sup>(43)</sup>. Da se pri sili kompresije od 70 - 180 kg može dobiti potpuna nepokretnost fragmenata utvrđili su i drugi autori biomehaničkim ispitivanjima<sup>(45-46)</sup>. Uočeno je da se na mestima najveće koncentracije sile (20 - 40 kg/mm<sup>2</sup>) na mestu kontakta igala ne uočavaju patološke promene vezane za pritisak. Takođe je utvrđena i visoka otpornost kosti na dejstvo statičkih opterećenja koje ne prevazilaze prirodnu otpornost koštanog tkiva<sup>(46)</sup>. Neki autori smatraju da se pri primarnoj kompresiji fragmenata javlja lokalna ishemija na krajevima sa neizbežnom nekrozom i lizom po obodu kosti na mestu kompresije<sup>(36-38)</sup>.

Ilizarov je predložio načine koji omogućavaju potpunu fiksaciju različitih formi kontaktnih površina fragmenata<sup>(43,47,48)</sup>.

U eksperimentalnim ispitivanjima pokazalo se da kompresija ne stimuliše proces regeneracije, nego da je ona jedno od sredstava koja omogućuje potpunu i postojanu nepokretnost fragmenata<sup>(49)</sup>. U povoljnim mehaničkim uslovima postignutim potpunom nepokretnošću, osteogeneza spongiozne i kompaktne kosti protiče mimo fibrozno-hrskavičavog stadijuma<sup>(50)</sup>. Pokretljivost na kontaktu krajeva fragmenata pri osteosintezi dovodi do formiranja hrskavičavo-fibroznog kalusa<sup>(49,50)</sup>. Nekroza i resorpcija kosti na mestu kontakta uočava se pri pokretljivosti fragmenata zbog narušavanja lokalne vaskularizacije<sup>(43,46,49)</sup>. Po nekim autorima, karakter reparativne regeneracije kosti zavisi od oštećenja vaskularizacije kosti, Stekula<sup>(50)</sup>. U uslovima potpune i trajne nepokretnosti fragmenata normalizuje se lokalni krvotok koji pogoduje reparativnoj osteogenezi.

Ilizarov je naglašavao da se samo pri stabilnoj fiksaciji fragmenata koji zarastaju a koja ne ograničava funkciju zgloba i ekstremiteta, u celini mogu postići optimalni biološki i mehanički uslovi za nastanak koštanog zarastanja i funkcionalno oporavljanje<sup>(43)</sup>.

Transosealna kompresiona osteosinteza ubrzava lokalnu vaskularizaciju koja pogoduje osteoregeneraciji, a pri povoljnim mehaničko-biološkim uslovima periost, endost i elementi koštane srži mogu učestvovati u formiranju žarišta osteogeneze<sup>(50)</sup>. Gudušauri i Oganesjan su na osnovu kliničkih ispitivanja zaključili da su interfragmentarno fibrozno – hrskavičavo tkivo i sklerozirajući krajevi fragmenata u potpunosti sposobni za regeneraciju pri kompresionoj osteosintezi<sup>(51)</sup>. Kompresija transosealnim aparatima omogućava dirigovanu fiksaciju kosti pri kojoj se postiže dinamička ravnoteža između sila koje utiču na stvaranje stabilnosti fragmenata i sila koja izazivaju dislokaciju<sup>(50)</sup>.

U kliničkim ispitivanjima Ilizarova<sup>(43)</sup> i Stekule<sup>(46,50)</sup>, potvrđeno je da u uslovima potpune nepokretnosti između krajeva fragmenata, nastaje zarastanje bez formiranja fibroznog i hrskavičavog tkiva. Ilizarov<sup>(43)</sup> je takođe dokazao da je uticaj opštih faktora organizma na tok reparativne regeneracije kosti kod usporenog zarastanja značajno preveličan. Primarnu ulogu u tom procesu ima vaskularizacija delova kostiju koji se regenerišu, kao i povoljni mehanički uslovi za zarastanje. Ovo sve govori da odsustvo harmonije mehaničkih i bioloških faktora destimuliše kost i druga tkiva za reparativni proces.

## 1.2. SPOLJNA FIKSACIJA I BIOMEHANIKA

Biomehanika predstavlja primenu mehanike u ortopediji sa svim svojim disciplinama: statikom, dinamikom i kinematikom. Objedinjavanjem mehanike i anatomije u osnovi ona proučava fizička svostva kostiju, mišića, hrskavica, fascija, tetiva i zglobova i to, kako u normalnom tako i u patološkom stanju. Biomehanika analizira uslove kretanja i mirovanja čovečjeg tela, tj. analizira aparat za kretanje.

Čovečji aparat za kretanje predstavlja ustvari jedan sistem poluga od kojih svaka ima svoje određeno mesto i ulogu. Svaki pokret poluge izazivaju sile mišića, koje svoje uporište imaju na kostima, a zglob ima anatomsku strukturu koja omogućava odvijanje pokreta. Posmatrajući pokret u okviru zglobno - koštano - mišićnog sistema, može se videti da određeni deo tela ne može proizvoljno da se kreće u bilo kom smeru, da ne može biti pokrenut proizvoljnom silom i da se rastojanja težišta pojedinih delova tela ne mogu proizvoljno povećavati u odnosu na centar zgloba, u okviru koga nalaze neposredan oslonac.

Svaki pokret predstavlja aktivnost sistema poluge, koji je sastavljen iz tri elementa: kost, zglob i mišić. Celina i funkcija ovog sistema omogućuju aktivnost i kretanje. Narušavanje elemenata sistema redukuje, ili isključuje određenu polugu iz aktivnosti, tj. kretanje prestaje. U slučaju narušavanja celine kostiju i zglobova, koriste se spoljni fiksatori sa dvostrukom namenom. Spoljni fiksator služi kao sredstvo za imobilizaciju omogućuje stabilnost fragnata i doprinosi procesu osteogeneze. Uz to, spoljni fiksator, svojom krutošću, preuzima ulogu preolomljene kosti. On predstavlja "egzoskelet" koji povezuje iskidani lanac u sistemu poluge i omogućuje pokret i aktivnosti povređenog segmenta<sup>(52)</sup>. Otpor sagitalnim silama pritiska i savijanja pruža ram spoljnog fiksatora. Konfiguracija rama utiče na rigidnost i stabilnost preloma<sup>(52-54)</sup>. Spoljni fiksator ne dozvoljava prenošenje aksijalnog opterećenja preko kosti i mesta preloma. On isključuje prelom iz lanca poluge i preuzima ulogu povređene kosti. Premošćujući žarište preloma, interponira se u integritet kosti i sa njom čini celinu sistema poluge<sup>(54,55-57)</sup>.

### 1.2.1. BIOMEHANIKA ZARASTANJA PRELOMA U USLOVIMA SPOLJNE FIKSACIJE

Faktori koji utiču na proces osteogeneze su mnogobrojni. Sa biomehaničkog aspekta zarastanje preloma zavisi od sledećih faktora: rigidnosit spoljnog fiksatora i konfiguracije klinova, tipa preloma, preciznosti repozicije, veličine fiziološkog opterećenja i odnosa između kosti i klina, Chao 1989. godine<sup>(58)</sup>.

Metoda spoljne fiksacije pruža različite mogućnosti i uslove za saniranje preloma: mogućnost postavljanja četiri ili šest klinova kod unilateralnog fiksatora, unilateralna ili bilateralna

spoljna fiksacija, kompresivna ili nekompresivna spoljna fiksacija, dinamička kompresija nasuprot rigidnoj spoljnjoj fiksaciji, različita orijentacija klinova - paralelni ili konvergentni.

### 1.2.2. UNILATERALNA I BILATERALNA SPOLJNA FIKSACIJA

Za ranu sanaciju preloma od bitne važnosti je krutost spoljnog fiksatora. Prelomi lečeni unilateralnim ili bilateralnim fiksatorom zarastaju po tipu sekundarnog zarastanja. Ovde se stvara periostani kalus koji je primetan u četvrtoj nedelji, a maksimum dostiže u šestoj.

Kod unilateralne fiksacije stvara se periostalni kalus koji je više izražen na suprotnoj strani od fiksatora. Razlog ovome je biomehaničke prirode. Naime, strana suprotna od fiksatora je nestabilnija i zato se kost stabilizira povećanom produkcijom periostalnog kalusa<sup>(43)</sup>. Endostalni kalus je manje izražen. Poroznost kosti je veća<sup>(43-46)</sup>.

Bilateralni ram ima veću torzionu i savitljivu krutost, te se zato stvara manja količina periostalnog kalusa<sup>(59)</sup>. Poroznost kosti je manje izražena.

Williams je 1987. godine izvršio biomehanička ispitivanja koja su dala interesantne rezultate<sup>(60)</sup>. U četvrtoj, šestoj i devetoj nedelji, osteotomija fiksirana bilateralnim ramom, zarašla je sa većom krutošću nego što je to slučaj kod osteotomije fiksirane unilateralnim ramom. Međutim, posle trinaeste nedelje, prema ovom autoru, nema razlike u stabilnosti osteotomija tretiranih različitim montažama. Ovim je dokazano da je zarastanje u uslovima bilateralne fiksacije brže.

Bilateralni ramovi su nepovoljniji sa aspekta komplikacija i drugih biomehaničkih nepovoljnosti, pre svega uticaja na mišice i zglobove<sup>(61)</sup>. Oni više ograničavaju pokrete zglobova, oštećuju klinovima mišićnu masu, češće su mogućnosti za neurovaskularna oštećenja, češće su infekcije oko klinova, ometaju negu i debridman rane<sup>(61- 63)</sup>.

### 1.2.3. KOMPRESIVNA I NEKOMPRESIVNA SPOLJNA FIKSACIJA

Za izlečenje preloma važna je kompresija kosti. Brojni autori su dokazali da kompresija od 80 N na mestu preloma ima najveći efekat. Manja kompresija vodi do nespajanja a veća do resorpcije kosti i nezarastanja<sup>(59,64- 66)</sup>.

Kontakt kosti povećava kompresionu ukočenost. Poprečni prelomi imaju dobar kontakt i ostvarljivu kompresiju. Kod kosih preloma postizanje kompresije i njeno održavanje su znatno komplikovaniji. Ona se u ovim okolnostima povećava brojem klinova, ili žica ili primenom žice sa olivom kod aparata po Ilizarovu. Kompresija kosti ima veliki efekat na stabilnost preloma što utiče pozitivno na proces osteogeneze<sup>(59)</sup>. Sile smicanja i torziona nestabilnost imaju obrnuti efekat na osteogenezu. Umerenom kompresijom nastaje enhondralni tip osteogeneze, tada hrskavičave naslage u kalusu postepeno osificiraju<sup>(62)</sup>. Velika kompresija izaziva burnu proliferaciju

hrskavičavog kalusa - tada osifikacija kasni. Znači, kompresija izvesnog stepena je neophodna da omogući diferencijaciju mezenhimnog tkiva u hrskavičavo tkivo<sup>(67)</sup>.

Studija Harta i saradnika 1985. godine imala je za cilj da pokaže efekat stalne kompresije na metu preloma. Pokazalo se da kompresija povećava rigidnost fiksacije<sup>(68)</sup>. Nisu zapažene bitne razlike između osteotomija u mehaničkom testiranju, histološkoj analizi kalusa ili protoku krvi kroz kost. Nisu zapažene znatne biološke ili biomehaničke koristi zarastanja preloma kod golenjače fiksirane sa stalnom kompresijom.

#### 1.2.4. DINAMIČKA I RIGIDNA SPOLJNA FIKSACIJA

Biomehanička uloga spoljnog fiksatora je: da zadrži koštane fragmente u dobrom saodnosu; da obezbedi odupiranje aksijalnim pokretima na mestu preloma, tj. kretanje duž centralne osovine i transmisiju dinamskog opterećenja kroz kost i preko mesta preloma; da u datom momentu obezbedi transmisiju aksijalnog opterećenja preko kosti i mesta preloma fenomenom dinamizacije spoljnog fiksatora<sup>(69,70)</sup>.

Dinamizacija aparata omogućuje mikropokrete na mestu preloma. Pokreti mogu biti aksijalni ili savijajući. Kenwright i saradnici 1986. godine eksperimentalno i klinički su ispitivali aksijalnu dinamizaciju i potvrđili njen uticaj na osteogenezu – može se ubrzati saniranje preloma<sup>(71)</sup>. Veličina i smer kretanja frakturnih okrajaka ostaje sporan. Statička konstantna kompresija fragmenata kostiju, koja se ostvaruje aksijalnom dinamizacijom spoljnog fiksatora bez narušavanja torzione i savitljive krutosti fiksacije, dovodi do konstantnog ozdravljenja, sa umerenim periostalnim obrazovanjem kalusa. Aksijalna dinamizacija ne menja fiksacionu krutost torzije i savijanja. Ona smanjuje frakturni zjap i korisna je za saniranje preloma, sazrevanje frakturnog kalusa i remodeliranje kosti. Dinamizacijom se menja stopa napora na mestu preloma a to ima jak uticaj na osteogenezu<sup>(66)</sup>. Dinamizacija treba da bude rana, pre isteka četiri nedelje od momenta preloma, a zdrava fibula usporava efekat rane dinamizacije<sup>(59,64,65,72,73)</sup>.

Aro i saradnici 1988. godine, ispitivali su učinak rane aksijalne dinamizacije na zarastanje kostiju<sup>(74)</sup>. Dokazali su da dinamizacija olakšava osteonsko direktno zarastanje. Prednost je uočljiva u početnom stadijumu zarastanja. Posle devedeset dana i komprimovana i rigidna osteotomija imale su visok stepen kortikalne rekonstrukcije preko Haversovog remodeliranja. Nisu zapažene razlike u histološkom sastavu kosti, poroznosti korteksa i protoka krvi kroz celu kost. Torziona jačina i krutost izlečenih golenjača bile su iste.

### 1.2.5. BIOMEHANIKA SPOLJNIH FIKSATORA

Spoljni fiksator je aparat koji služi za imobilizaciju preloma i apliciranje na polomljenu kost, pa joj obezbeđuje uslove za sanaciju i preuzima njenu ulogu u sistemu kretanja poluga. Na mestu preloma deluju sile pritiska, vučenja, smicanja i torzije. Postavljanje spoljnog fiksatora ima za cilj da sve sile neutrališe i uravnoteži, ali pri tom on trpi njihovo dejstvo, koje manje ili više umanjuje njegov značaj i ulogu.

Poznavajući biomehaniku zdrave i prelomljene kosti nameće se i potreba izučavanja biomehanike spoljnog fiksatora. Samo tako se mogu obezbediti adekvatni biomehanički uslovi koji pogoduju procesu osteogeneze.

Dobro poznavanje biomehanike spoljnih fiksatora je neophodno, kako bi se u potpunosti iskoristile sve prednosti aparata i metode spoljne fiksacije u lečenju preloma kostiju. U biomehaničkim ispitivanjima najčešće se upotrebljava termin rigidnost i krutost aparata za spoljnu fiksaciju. Rigidnost fiksatora je važna promenljiva kategorija koja može biti ključni faktor kod ranog zarastanja kosti. Ona stvara uslove za brzi oporavak medularne cirkulacije, što je bitan uslov za formiranje endostalnog kalusa<sup>(75,76)</sup>. Idealna krutost fiksacije da bi nastalo zarastanje preloma još nije poznata.

Sa mehaničke tačke gledišta, optimalna rigidnost fiksatora treba da obezbedi: dovoljnu stabilnost preloma, da spreči sekundarnu dislokaciju fragmenata, da dozvoli osteogeno premoščavanje preloma. Definicija krutosti spoljnih fiksatora podrazumeva struktturnu rigidnost, tj. otpornost fiksirane kosti na dejstvo tri različite sile:

- *Aksijalne* – kompresija i distrakcija
- *Savijajuće* – anteroposteriorne i mediolateralne
- *Torzione*

Svi spoljni fiksatori se mogu klasifikovati u šest osnovnih tipova: unilateralni aparat, bilateralni, delta ram (“V” montaža), triangularna montaža, spoljni fiksator sa poluprstenovima i unilateralna montaža sa ili bez konvergentnom orijentacijom klinova pod pravim uglom.

Antero - posteriorna nestabilnost je najveća kod unilateralne i bilateralne montaže sa paralelnim klinovima. Nasuprot tome, lateralna stabilnost ovih montaža ima vrednosti koje su iznad optimalnih<sup>(60)</sup>. Rigidnost je visoka kod triangularnih i semicirkularnih spoljnih fiksatora i u smeru AP i u smeru LL<sup>(2,77)</sup>.

Torziona stabilnost, u svim uslovima montaže spoljnih fiksatora, sasvim je dovoljna. In vivo, ove sile su daleko manje izražene u odnosu na sile savijanja (AP i LL), kao i aksijalne sile (kompresija). Torziona nestabilnost je kobna za proces osteogeneze. Inače, torziona stabilnost zavisi od: stabilnosti i mira fragmenata, kompresije na mestu preloma i od dodatnih klinova ili žica koje

povećavaju krutost. Za ove namene, obično se koristi žica sa olivom kod montaže aparata po Ilizarovu<sup>(64,78,79)</sup> ili konvergentna orijentacija klinova, kod unilateralnih fiksatora<sup>(80)</sup>.

Rigidnost spoljne fiksacije zavisi od više faktora :

- *konfiguracije rama i mogućnosti njegovog montiranja.* Ovi parametri su pod kontrolom hirurga i nalaze se u okviru limita postavljenog od obima povrede mekog tkiva i dizajna fiksatora. Najefikasniji način da se uravnoteži ram i obezbedi njegova stabilnost je da se postave klinovi u više ravni. U stvari, klinovi se postavljaju polukružno oko kosti. Postavljanjem klinova u više ravni postiže se ukupna krutost i velika sloboda prostora za rad hirurga i tretman rane<sup>(69,81)</sup>;
- *biomehaničke karakteristike preloma, tj. tip preloma.* Rigidnost spoljnog fiksatora je veća kod poprečnog tipa preloma, a slabija kod kosih i kominutivnih preloma;
- *stepen repozicije i kontencije fragmenata;*
- *debljina klinova utiče na rigidnost spoljnog fiksatora.* Deblji klinovi obezbeđuju veću rigidnost;
- *veći broj klinova u ramu pruža veću rigidnost;*
- *manji razmak između kosti i nosača klinova spoljnog fiksatora povećava rigidnost aparata;*
- *veći broj nosača i veznih šipki aparata povećava rigidnost;*
- *kompresija na mestu preloma povećava rigidnost* <sup>(7,17,53,59,76,78,79,80,82-84)</sup>.

Sastavne delove spoljnog fiksatora čine klinovi i igle. Oni imaju veoma značajnu ulogu u njihovoј biomehanici. Spoj klinova i igala sa kostima i ramom fiksatora su biomehaničke slabe tačke fiksatora. Klinovi su najslabiji deo sistema i stepen njihove deformacije pod opterećenjem je glavna odrednica jačine fiksacije kosti.

Klinovi se spolja fiksiraju za ram fiksatora preko klema. Konstrukcija savremenih klema obezbeđuje da njihov spoj sa klinovima bude čvrst i pouzdan.

Spoj između klina i kosti predstavlja najslabiju tačku spoljne fiksacije. Na tom mestu klinovi su izloženi rotaciji i savijanju. Pri opterećenju, na tim mestima se događaju značajni stresovi u klinovima, koji mogu izazvati stalne deformacije ili lomljenje klinova. Na spoju klin – kost, stalni i visoki stres izaziva resorpciju kosti ili nekrozu. Zbog toga dolazi do razlabavljenja klinova, što utiče na krutost fiksacije i kompromituje izlečenje kosti<sup>(53,82,85)</sup>. Visoka stopa razlabavljenja klinova kompromituje metodu spoljne fiksacije. Dinamizacija aparata smanjuje stopu razlabavljenja klinova. Prečnik klina i broj klinova tj. rigidnost fiksatora i svi faktori koji utiču na nju, smanjuju pojavu razlabavljenja klinova<sup>(59,79)</sup>.

U cilju ostvarivanja što čvršćeg spoja između kosti i klina, istražuju se navoje klinova sa različitim karakteristikama: sa većim korakom, sa koničnim oblikom dela klina sa navojima, sa navojima samo za drugi korteks, sa posebnim ispuštenjem (oliva) na igli i dr.

Pojava hemikortikalnog klina 1988. godine (Mitković), debljine 5 - 6 mm, dok je vrh oblika Kirshner-ove igle dijametra 2 mm a dužine 4 - 5 mm, pokušava da reši fiksaciju slobodnih koštanih fragmenata njihovim približavanjem frakturnoj pukotini i time stvori uslove za bolju sanaciju<sup>(2)</sup>.

### 1.3. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE PROKSIMALNOG OKRAJKA TIBIJE

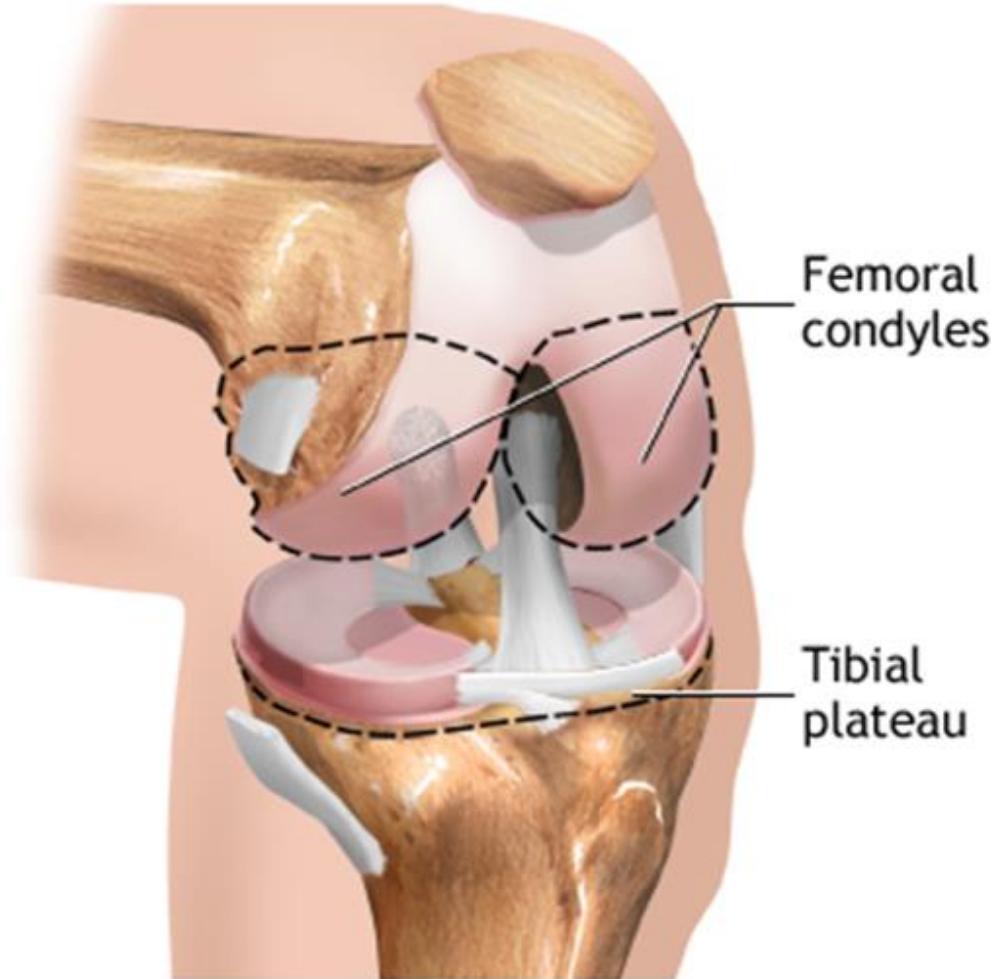
Veličina, kompleksnost i klinički značaj kolenog zgloba dovelo je do toga da se o njegovom razvoju mnogo pisalo u predhodnim dekadama više nego o bilo kom drugom zglobu<sup>(86)</sup>. Pupoljci donjih ekstremiteta pojavljuju se u 4-toj nedelji intrauterinog života, dok hondrifikacija butne kosti, goleњače i lišnjače počinje u 6-toj nedelji embriogeneze. Između okrajaka butne kosti i goleњače nalazi se jedan snop mezenhimalnog tkiva, koji se u narednim danima kondenzuje, pomera ka napred i kranijalno, i predstavlja početak razvoja čašice<sup>(87)</sup>. Embrionalni razvoj samog zgloba kolena započinje pojavom obrisa zglobnog prostora u 8-oj gestacijskoj nedelji. Brojne manje šupljine oko kondila butne kosti i čašice koje se tada pojavljuju, spajaju se i daju veću šupljinu, tako da u uzrastu od 10,5 nedelja zglob kolena postaje jedinstvena šupljina obložena sinovijalnom membranom.

Kompleks zgloba kolena je izuzetno složen i sastoji se od tri zglobne površine, koje formiraju dva odvojena zgloba sadržana unutar zajedničke zglobne kapsule: patelofemoralni i tibiofemoralni zglob. Uprkos blizini tibiofemoralnog zgloba, patelofemoralni se može posmatrati kao odvojen entitet. U 15-20% populacije, prisutna je akcesorna sezamoidna kost u gastroknemiusu, fabela, koja takođe predstavlja deo zgloba kolena.

#### 1.3.1. TIBIOFEMORALNI ZGLOB

Tibiofemoralni zglob se sastoji od distalnog dela femura i proksimalnog dela tibije. Tibiofemoralni zglob predstavlja izuzetno zahtevnu strukturu, u smislu stabilnosti i pokretljivosti. Femur je najveća kost u organizmu i predstavlja skoro 25% telesne visine. Distalni okrajak se sastoji od dva femoralna kondila koje razdavaju interkondilarna jama ili fosa. Interkondilarna jama služi za pripoj prednjeg ukrštenog ligamenta i zadnjeg ukrštenog ligamenta. Femoralni kondili se pružaju put nazad u odnosu na dijafizu femura. Manji lateralni femoralni kondil je loptastog oblika i usmeren upolje, dok je elipsoidni medijalni femoralni kondil usmeren unutra. Lateralni kondil služi kao pripoj popliteusa, dok lateralni epikondil služi kao pripoj lateralne glave gastroknemiusa i lateralnog kolateralnog ligamenta. Medijalni epikondil služi kao mesto insercije aduktor magnusa, medijalne glave gastroknemijusa i medijalnog kolateralnog ligamenta. Anterioposteriorna dužina medijalnog kondila je u proseku veća za 1,7 cm od lateralne, što rezultira u većim dimenzijama zglobne površine na medijalnom kondilu. Iako su zglobne površine asimetrične, njihov rad pri pokretima je usklađen. Distalni i posteriorni delovi femoralnih kondila učestvuju u artikulaciji sa tibijom. Proksimalna tibia je sačinjana od dva platoa međusobno odvojena interkondilarnom eminencijom, koja uključuje medijalnu i lateralnu tibijalnu krvžicu. Tibijalni platoi su konkavni u mediolateralnom pravcu. U anterioposteriornom pravcu, medijalni tibijalni plato je takođe

konkavan, dok je lateralni konveksan, stvarajući pri tome više asimetrije i dovodeći do povećanja lateralne mobilnosti. Površina medijalnog tibijalnog platoa je približno za 50% veća od lateralnog, a zglobna površina je tri puta deblja. Konkavitet tibijalnih platoa je naglašen prisustvom meniskusa<sup>(86,87)</sup> (Slika 14.).



Slika 14. Koštane stukture zgloba kolena

(preuzeto od Floyd RT, Thompson CW: *Manual of Structural Kinesiology*, 14th edn. New York: McGraw-Hill, 2001:146.)

### 1.3.2. PATELOFEMORALNI ZGLOB

Patelofemoralni zglob predstavlja kompleksnu formaciju, zavisnu od dinamičkih i statičkih ograničenja kako bi se obezbedili fukcionisanje i stabilnost. Patela, sezamoidna kost, igra važnu ulogu u biomehanici kolena. Anatomija same patele je dosta jednostavna: to je veoma čvrsta triangularna kost, pozicionirana u predelu interkondilarne jame, fiksirana proksimalno tetivom m. kvadriceps femoris-a, a distalno ligamentom patele. Zadnja površina patele sačinjena je od najviše sedam faseta. Konkavne medijalne i lateralne fasete su razdvojene vertikalnim grebenom. Manja faseta, nazvana neparna faseta, postavljena je medijalno i ograničena je takođe vertikalnim

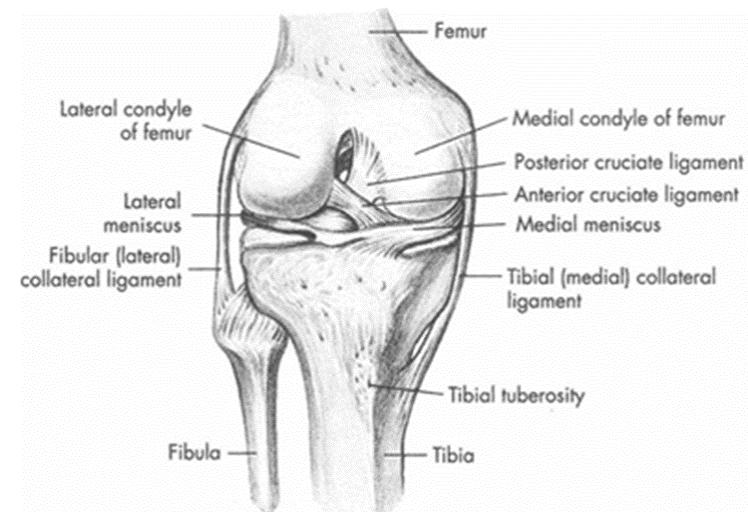
grebenom. Radiografskim i studijama na kadaverima patele je klasifikovana na četiri tipa shodno veličini i obliku navedenih medijalnih i lateralnih faseta. Zadnja površina patele, a naročito njen centralni deo pokriven je slojem hijaline hrskavice. Zglobna hrskavica patele je najdeblja u celom organizmu (do 7 mm). Hijalina hrskavica ima funkciju da smanji trenje koje nastaje pri funkcionalnom kontaktu zglobnih površina. Patelarna površina femura je podeljena na medijalnu i lateralnu fasetu koje skoro u potpunosti odgovaraju fasetama na zadnjoj strani patele<sup>(86,87)</sup>.

### 1.3.3. ZGLOBNA KAPSULA I SINOVIJALNA MEMBRANA

Zglobna kapsula zgloba kolena se sastoji od tanke fibrozne membrane i predstavlja najveću sinovijalnu kapsulu u organizmu. Kapsula se izdiže prema napred, dva poprečna prsta iznad patele formirajući suprapatelarni recesus. Prema nazad se pruža do pripoja gastroknemijusa. Distalno, kapsula se pripaja duž ivice zglobne površine tibijalnih platoa, sa izuzetkom interkondilarne eminencije i manjeg dela prednjeg interkondilarnog polja. Sinovijalna membra predstavlja unutrašnji sloj kapsule kolenog zgoba. Oblažući kapsulu, sinovijalna membrana odvaja ukrštene ligamente od unutrašnjih struktura zgoba, čineći ih ekstrasinovijalnim, ali ipak intraartikularnim strukturama.

### 1.3.4. TIBIJALNI PLATO

Proksimalna tibijalna površina (često navođena kao tibijalni plato) nagnuta je prema nazad i na dole u odnosu na osovinu dijafize. Nagib, koji je maksimalan na rođenju, smanjuje se tokom godina. Tibijalni plato predstavlja medijalnu i lateralnu zglobnu površinu koje artikuliraju sa odgovarajućim femoralnim kondilima. Zadnja strana, distalno od zglobne margine, je predstavljena horizontalnim hrapavim žlebom, na kojem se pripajaju kapsula i zadnji deo medijalnog kolateralnog ligamenta. Anteromedijalna površina medijalnog tibijalnog kondila je hrapava ploča, odvojena od unutrašnje strane dijafize prilično neupadljivim grebenom. Medijalna zglobna površina je ovalna (anteroposteriorni pravac najduže osovine) i duža od lateralne zglobne površine. Duž svoje prednje, unutrašnje i zadnje ivice, u vezi je sa unutrašnjim meniskusom. Meniskalni otisak, širi prema nazad a sužavajući se anteromedijalno, često je uočljiv. Površina je ravna u zadnjoj polovini, dok se prednjim delom pruža naviše pod uglom od 10 stepeni. Veći deo zadnjeg dela je prekriven meniskusom, tako da u celini konkavitetom naleže na femoralni kondil. Spoljna ivica je izdignuta odvajajući je od interkondilarne regije (*Slika 15.*).

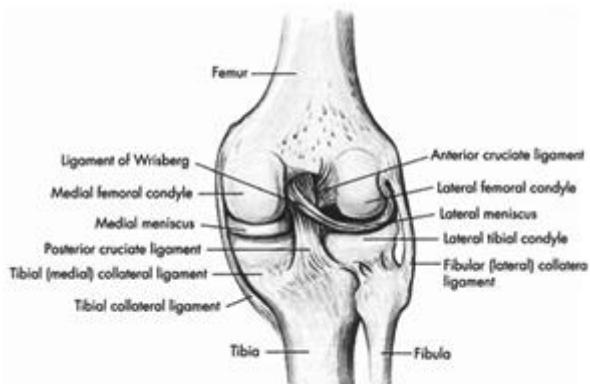


*Slika 15.* Anteriorna projekcija ligamentarno meniscealnog aparata kolena  
(preuzeto od Floyd RT, Thompson CW: *Manual of Structural Kinesiology*, 14th edn. New York:  
McGraw-Hill, 2001:146.)

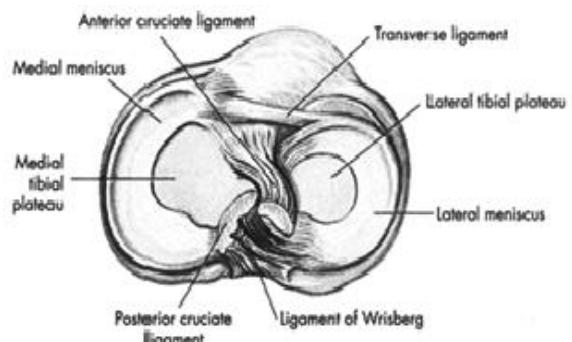
Lateralni tibijalni kondil se posterolateralno nadvija nad tibijalnom dijafizom, pružajući se iznad male cirkularne površine koja artikulira sa fibulom. Lateralna zglobna površina je više cirkularna tako da odgovara pripadajućem meniskusu. U sagitalnoj ravni je zglobna površina ravno položena u centralnom delu, dok se put napred i nazad pruža nadole. Na ovaj način se formira konveksna površina koja u kontaktu sa lateralnim femoralnim kondilom obrazuje prednji i zadnji recessus (na preseku trouglastog oblika) u kojima su položeni prednji i zadnji meniskalni rog. Prema unutra se površina uzdiše formirajući unutrašnju ivicu koja se pruža do lateralnog interkondilarnog tuberkula. Zglobna ivica je oštra, izuzev posterolateralnog dela, gde je zaobljena i glatka, što predstavlja mesto pripoja tetrice popliteusa.

### 1.3.5. INTERKONDILARNO POLJE

Polje hrapave površine smešteno između kondilarnih zglobnih površina je najuže u svom srednjem delu, gde se nalazi interkondilarna eminencija, čije se ivice pružaju napred formirajući lateralni i medijalni interkondilarni tuberkul. Interkondilarno polje se širi prema napred i nazad, razdvajajući zglobne površine. Prednje interkondilarno polje je najšire prema napred. Anteromedijalno se nalazi udubljenje koje označava mesto pripoja prednjeg roga medijalnog meniskusa. Pozadi je glatka površina na koju se pripaja prednji ukršteni ligament. Prednji rog lateralnog meniskusa se pripaja ispred interkondilarne eminencije, spolja od prednjeg ukrštenog ligamenta. Eminencija, sa medijalnim i lateralnim tuberkulom je nazuži centralni deo interkondilarnog polja. Smatra se da uzdignuti tuberkuli doprinose dodatnoj stabilizaciji femura (*Slika 16. - 17.*).



Slika 16.



Slika 17.

Slike 16. i 17. Posteriorna i vertikalna projekcija ligametarno meniscealnog aparata kolena (preuzeto od Floyd RT, Thompson CW: *Manual of Structural Kinesiology*, 14th edn. New York: McGraw-Hill, 2001:146.)

Zadnji rog lateralnog meniskusa se pripaja na zadnjem nagibu interkondilarnog polja. Zadnje interkondilarno polje se pruža na dole i prema nazad iza pripoja zadnjeg roga lateralnog meniskusa. Ulegnuće iza baze medijalnog interkondilarnog tuberkula odgovara zadnjem rogu lateralnog meniskusa. Preostali deo ove površine je gladak i predstavlja mesto pripoja zadnjeg ukrštenog ligamenta.

Od dve kosti potkolenice, tibija predstavlja oslonac za celu težinu organizma, dok fibula služi za pripoj muskulature. Glava fibule je mesto insercije fibularnog kolatelarnog ligamenta kao i teticive biceps femoris-a. Medijalni tibijalni plato je veći, konkavan i prekriven hijalinom hrskavicom. Laterlni plato je manji, konveksan i takođe prekriven hijalinom hrskavicom. Ove anatomske karakteristike su korisne u slučaju kada se osteosinteza vrši perkutano, kako bi se izbegla jatrogena penetracija zglobova. Razlikovanje lateralnog od medijalnog tibijalnog platoa je moguće bočnim radiografskim snimanjem. Fibrokartilaginozni meniskusi pokrivaju oba platoa. Koronarni ligamenti služe kao veza meniskusa i platoa, dok intermeniskalni ligamenti povezuju meniskuse njihovim prednjim krajevima.

Tibija je triangularnog oblika na uzdužnom preseku dijafize. Proksimalno, tibijalni tuberkul se nalazi anterolateralno, 3 cm ispod zglobne površine i služi kao mesto pripoja ligamenta patela. Iza ligamenta patelle se nalazi bogato vaskularizovano masno tkivo. Na spoljašnjoj strani proksimalne tibije se nalazi Gerdy-jev tuberkul koji odgovara pripoju traktusa iliotibijalis-a. Dalje lateralno, proksimalna tibija i fibula formiraju zgrob prekriven hijalinom hrskavicom. Medijalni kolateralni ligament se pripaja na unutrašnju stranu proksimalne tibije i zajedno sa lateralnim kolateralnim ligamentom sprečava bočnu nestabilnost, dok intraartikularni prednji i zadnji ukršteni ligamenti doprinose prednje-zadnjoj stabilnosti.

Postoji rizik od povrede neurovaskularnih struktura kod preloma proksimalne tibije. Zajednički peronealni nerv obilazi oko vrata fibule, distalno od proksimalnog tibiofibularnog zgloba, pre nego što se podeli na superficialne i duboke grane. Rizik od lezije je utoliko veći kada postoji značajna dislokacija kao posledica visokoenergetskih preloma proksimalne tibije. Trifurkacija poplitealne arterije na prednju tibijalnu, zadnju tibijalnu i peronealnu arteriju nastaje posteromedijalno u odnosu na proksimalnu tibiju. Vaskularne lezije navedenih struktura su česte kod dislokacije kolena, ali mogu nastati takođe kod visokoenergetskih preloma proksimale tibije.

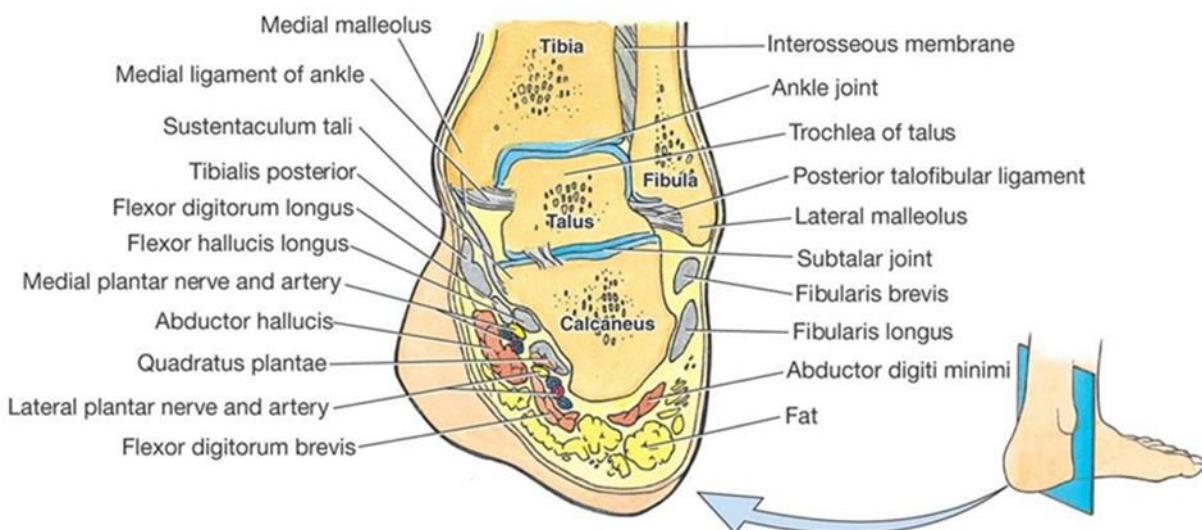
Muskulatura prednjeg kompartmana se pripaja na spoljašnju stranu proksimalne tibije te se mora pažljivo elevirati kod lateralnog pristupa proksimalnoj tibiji. Unutrašnja strana proksimalne tibije je lišena mišićnog pokrivača, ali služi kao mesto insercije tetiva pes anserinusa. Ova tanka mekotkivna formacija unutrašnje strane medijalnog kondila je rizična za povređivanje pri hirurškim intervencijama kod visokoenergetskih trauma<sup>(88,89)</sup>.

## 1.4. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE DISTALNOG OKRAJKA TIBIJE I SKOČNOG ZGLOBA

Koštana anatomija talokruralnog zgloba omogućava stabilnost u dorzifleksiji i relativnu mobilnost u plantarnoj fleksiji. Prilikom stajanja ili dorzifleksiji, skočni zglob se ponaša kao prava brava, sa stabilnošću koju obezbeđuje artikularni kontakt. Prilikom neoslanjanja ili tokom plantarne fleksije, stabilnost je obezbeđena ligamentarnim strukturama.

### 1.4.1. SKOČNI ZGLOB

Skočni zglob je kompleksan i čine ga tri kosti. Sačinjen je od tibijalnog pilona (koji sadrži posteriorni maleolus), medijalnog maleolusa, lateralnog maleolusa i talusa. Zglob ima oblik sedla sa većom lateralnom cirkumferencijom talarne trohlee u odnosu na medijalnu. Talarna trohlea je šira prema napred, tako da se pri dorzifleksiji fibula rotira upolje preko tibiofibularne sindesmoze, kako bi se prilagodila široj prednjoj površini talusa (*Slika 18.*).



*Slika 18.* Koronalni prikaz talokruralnog i subtalarnog zgloba  
(preuzeto sa <https://www.studyblue.com/notes/n/anatomy-11-legankle-joint/deck/1019587>)

### 1.4.2. DISTALNI OKRAJAK TIBIJE

Distalni okrajak tibije formiraju pet površina: donja, prednja, zadnja, spoljašnja i unutrašnja. Donja površina je zglobna, konkavna u anteroposteriornom pravcu i neznatno konveksna transverzalno, podeljena na širi lateralni i suženi medijalni segment. Zadnja granica skočnog zgloba je položena niže u odnosu na prednju. Zadnja granica je u kontinuitetu sa zadnjom površinom medijalnog maleolusa. Ovaj segment poseduje kosi usek sa unutrašnje strane, koji je usmeren na dole i unutra a odgovara tetivi m. tibialis posterior. Osteotomije medijalnog maleolusa

obavezno dovode do oštećenja ovog useka, te je neophodna identifikacija i protekcija tetine pri navedenim hirurškim intervencijama. Distalna lateralna ivica tibije je konkavna, sa prednjim i zadnjim tuberkulom. Prednji tuberkul označava mesto pripoja prednjeg tibiofibularnog ligamenta, a zadnji tuberkul odgovara pripoju duboke komponente zadnjeg tibiofibularnog ligamenta. Prednji tuberkul je prekriven fibulom. Ovaj odnos je osnova za radiološku interpretaciju stabilnosti tibiofibularne sindesmoze. Površni deo zadnjeg tuberkula je mesto pripoja zadnjeg tibiofibularnog ligamenta koji se pruža preko zadnje površine distalne tibije. Ovaj ligament obično ostaje intaktan kod trimaleolarnih preloma. On povezuje posteriorni sa lateralnim maleolusom i osnova je indirektne repozicije zadnjeg maleolarnog fragmenta nakon operativne repozicije preloma fibule. Unutrašnja površina distalne tibije je koso usmerena na dole i unutra i produžava se distalno medijalnim maleolusem. Zglobna površina medijalnog maleolusa je oblika zapete, sa većom prednjom površinom. Zadnja ivica medijalnog maleolusa sadži usek za tetivu *m.tibialis posterior-a*. Medijalni maleolus je sačinjen od dva kolikula razdvojena interkolikularnim usekom. Duboka talotibijalna komponenta deltoidnog ligamenta se pripaja u interkolikularnom useku i na susednim stranama pridruženih kolikula. Superficijalni deltoidni ligament se pripaja na unutrašnjoj površini i prednjoj ivici prednjeg kolikula.

#### 1.4.3. DISTANI OKRAJAK FIBULE

Distalni okrajak fibule je kompleksna koštana struktura na koju se pripaja veći broj ligamenata i obezbeđuje lateralnu zglobnu površinu za skočni zglob. Distalna fibula ima dve glavne površine, spoljašnju i unutrašnju koje se šire u trostrani lateralni maleolus. Interosealni ligament se pripaja na mestu na kome se uvija spoljašnja površina i postaje zadnja ivica lateralnog maleolusa. Lateralni maleolus je pričvršćen snažnim ligamentarnim pripojima napred, pozadi, distalno i proksimalno. Napred se nalaze pripoji prednjeg tibiofibularnog ligamenta kao i glavne i sekundarne veze prednjeg talofibularnog ligamenta. Distalno se pripaja snažan kalkaneofibularni ligament. Nazad je fibula čvrsto povezana za talus i tibiju preko zadnjeg talofibularnog ligamenta, površnih i dubokih komponenti zadnjeg tibiofibularnog ligamenta. Proksimalno, fibula se nalazi u kontinuitetu sa tibijom preko tibiofibularnog interosealnog ligamenta.

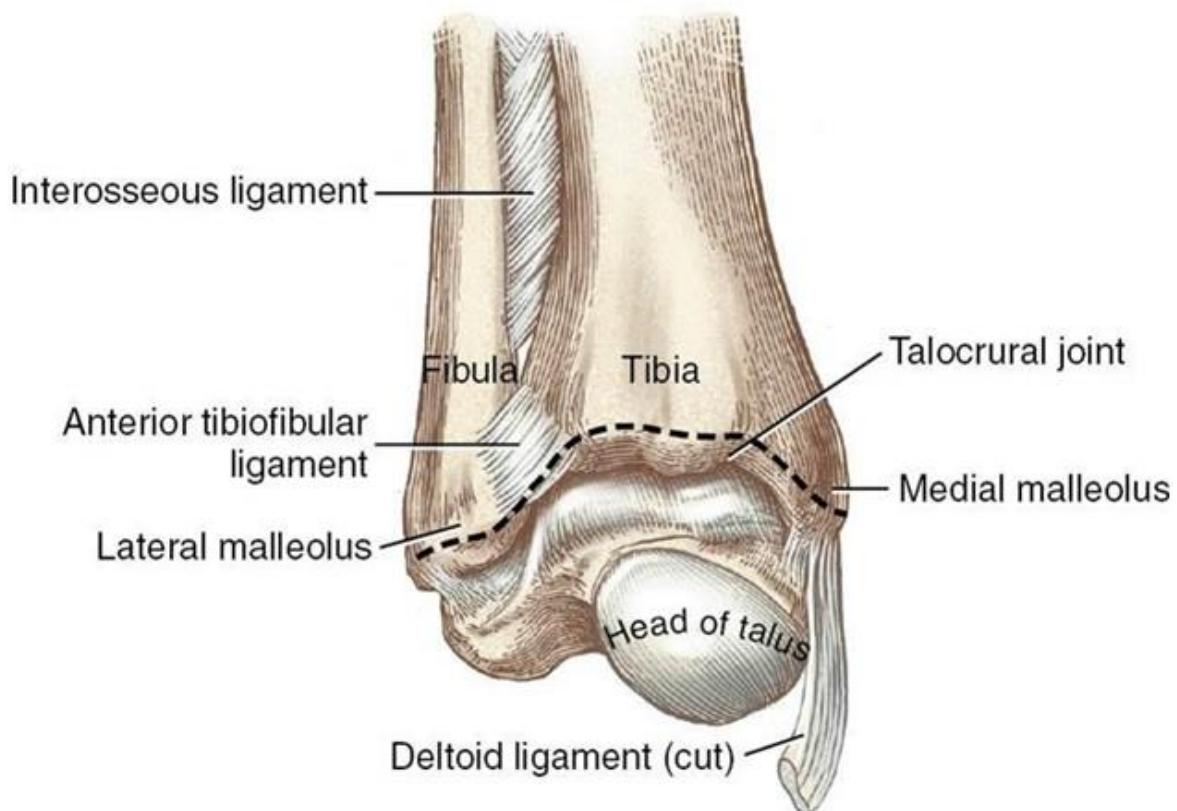
#### 1.4.4. TALUS

Talus je skoro u potpunosti prekriven zglobnom hrskavicom, lišen muskulotetivnih pripoja. Gornja površina je konveksna od napred prema nazad, i neznatno konkavna u bočnom pravcu. Talarna trohlea je trapezoidnog oblika, s tim da je prednja površina nešto šira od zadnje. Ovakav oblik doprinosi povećanju stabilnosti skočnog zgloba pri dorzifleksiji. Unutrašnje i spoljašnje zglobne fasete su u kontinuitetu sa gornjom zglobnom površinom. U proseku je koštana

masa talusa gušća od distalne tibije, i generalno nije povređena pri prelomima skočnog zgloba. Lateralna ivica talusa je duža od medijalne, a prednja je duža od zadnje. Zbog toga je Inman opisao ovu površinu kao odsečak kupe, sa vrhom usmerenim unutra<sup>(90)</sup>. Ovakav oblik je delimično odgovoran za varijabilne ose rotacije skočnog zgloba.

#### 1.4.5. LIGAMENTARNI APARAT SKOČNOG ZGLOBA

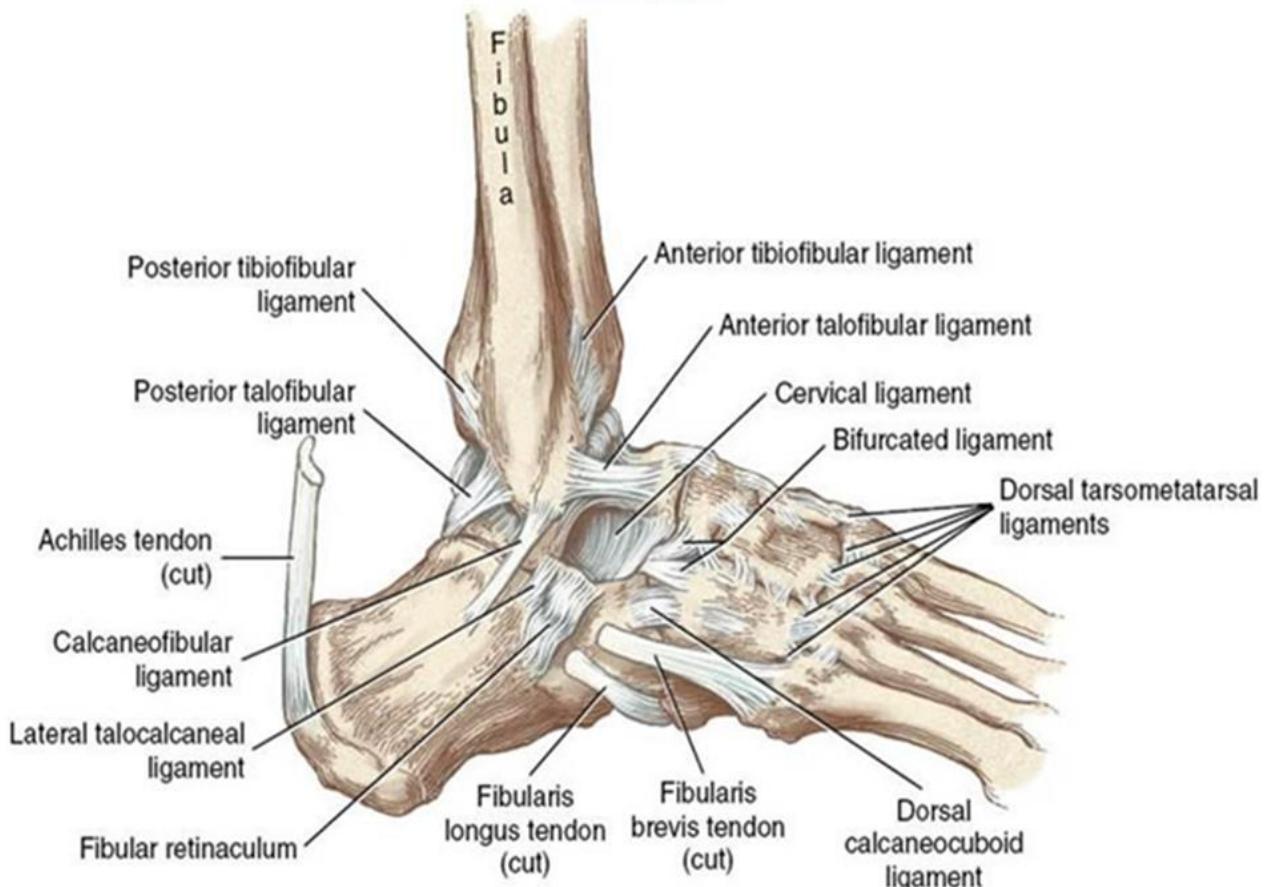
Stabilnost skočnog zgloba je obezbeđena koštanom arhitekturom kao i kapsularnim i ligamentarnim strukturama. Postoje tri odvojene grupe ligamenata koji obezbeđuju stabilnost skočnog zgloba: sindesmotični ligamenti, lateralni kolateralni ligamenti i medijalni kolateralni ligament (*Slika 19.*).



*Slika 19.* Anteriorni prikaz koštano ligamentarnog aparata skočnog zgloba  
(preuzeto od Neumann: *Kinesiology of Musculoskeletal Sistem, 2<sup>nd</sup> edition, 2010 Mosby Inc, an affiliate of Elsevier Inc.*)

Sindesmotični ligamenti su sastavljeni od tri odvojena dela. Prema napred, prednje donji tibiofibularni ligament polazi sa prednjeg tuberkula i anterolateralne površine tibije i pruža se koso ka prednjoj strani fibule. Zadnji tibiofibularni ligament je izgrađen od površnih i dubokih veza koje polaze za zadnjeg tuberkula lateralnog maleolusa i pružaju se naviše, unutra i nazad ka pripoju na

posterolateralnom tuberkulu tibije. Površna veza ima širok pripoj na zadnjoj strani tibije. Deblja, jaka duboka veza se pripaja na donjem delu zadnje ivice tibijalne zglobne površine i gradi labrum posterior skočnog zgloba. Zadnji tibiofibularni ligament je mnogo jači od prednjeg tibiofibularnog ligamenta, tako da ova razlika dolazi do izražaja pri torzionim ili translacionim silama koje dovode do avulzionih preloma zadnjeg tibijalnog tuberkula, često ostavljajući intaktan zadnji ligament, praćen kidanjem prednjeg tibiofibularnog ligamenta. Treća komponenta distalne tibiofibularne sindesmose je čvrsti interosealni ligament, koji se pruža naviše i stapa se sa interosealnom membranom. Sve navedene strukture su od velikog značaja za očuvanje integriteta skočnog zgloba. Ukoliko nastane lezija ovih struktura, naročito deltoidnog ligamenta, dolazi do proširenja zglobne viljuške što rezultira abnormalnim opterećenjem na skočni zglob (*Slika 20.*).



*Slika 20.* Lateralni prikaz koštano ligametarnog aparata skočnog zgloba  
(preuzeto sa <https://www.studyblue.com/notes/note/n/ankle--foot/deck/4314882>)

Glavni lateralni kolateralni ligamenti su prednji talofibularni ligament, kalkaneofibularni ligament i zadnji talofibularni ligament. Prednji talofibularni ligament je najslabiji od tri navedena. Deo je anterolateralne kapsule skočnog zgloba i polazi sa donjeg kosog segmenta prednje ivice lateralnog maleolusa, a pruža se ka pripoju na telu talusa ispred lateralne maleolarne zglobne

površine. Ligament pruža zaštitu od prednje subluksacije talusa kada je skočni zglob u plantarnoj fleksiji, a podložan je oštećenju pri iščašenju skočnog zgoba u inverziji.

Kalkaneofibularni ligament je snažan, zaravnjen i ovalan ligament koji polazi sa donjeg segmenta prednje ivice lateralnog maleolusa, pružajući se iza peronealnih tetiva sa pripojem na zadnjoj strani lateralnog kalkaneusa. Ovaj ligament štiti zglob sprečava inverziju pri dorzifleksiji skočnog zgoba, a vrši stabilizaciju kako skočnog tako i subtalarne zglobe. Zadnji talofibularni ligament je veoma snažan koji se pruža skoro horizontalno. Polazi sa unutrašnje površine lateralnog maleolusa i pripaja se na zadnjoj površini talusa. Najjači je lateralni ligament i sprečava zadnju i rotatornu subluksaciju talusa.

Deltoidni ligament pruža medijalnu potporu za skočni zglob. Struktura deltoidnog ligamenta je podeljena na površnu i duboku komponentu. Površna vlakna polaze sa prednjeg kolikula i prednjeg aspekta zadnjeg kolikula i pripajaju se na navikularnoj kosti, vratu talusa, unutrašnjoj ivici sustentakuluma talusa i posteromedijalnom talarnom tuberkulu. Tibiokalkanearni ligament je najjača komponenta površnih vlakana deltoidnog ligamenta, i odgovoran je za sprečavanje everzije kalkaneusa.

Duboki sloj deltoidnog ligamenta je primarni medijalni stabilizator skočnog zgoba. To je debeo, snažan ligament koji polazi sa širokog polja između prednjeg i zadnjeg kolikula. Najjača vlakna se pripajaju na unutrašnjoj površini talusa. Ovaj ligament je praktično nedostupan sa spoljne strane zgoba, te je nemoguća njegova reparacija ukoliko se prethodno ne izvrši lateralna dislokacija talusa<sup>(88,89,91)</sup>.

## 1.5. VASKULARIZACIJA TIBIJE

Kost je živo tkivo, sposobno da raste zajedno sa organizmom. Bogata vaskularizacija koštanog tkiva i prisustvo međusobno povezanih ćelija omogućavaju živ metabolizam, elasticitet i plasticitet tkiva. Tokom celog života prisutan je proces koštane izgradnje i razgradnje, nekad većeg, nekad manjeg intenziteta. Procesom stalne aktivnosti kosti, za tri meseca se razgradi i ponovo izgradi 50% osteonskih kanala<sup>(92)</sup>. Za vreme tog procesa koštano tkivo se adaptira na faktore razvoja, rasta, životnog doba, kao i na različite metaboličke, hranidbene, nervne i endokrine uticaje.

Vaskularizacija kosti je bitan faktor u osteogenezi, vitalnosti, rastu, sanaciji preloma i drugih povreda iste. Jednako je važna u funkciji kosti kao i koštana srž. Zbog svoje važnosti, pobudila je interesovanje mnogih autora. Još davne 1876. godine Langer i 1904. godine Lexer postavili su osnove anatomije vaskularizacije dugih kostiju<sup>(92)</sup>. Barclay 1951. godine uvodi mikroangiografiju kao posebnu metodu mikroradiografije<sup>(93)</sup>.

Za život, normalno obavljanje fizioloških funkcija i mitotičku deobu, svakoj ćeliji je potrebna dovoljna količina kiseonika i hranljivih materija, a njih dobiju putem krvi. Isto važi i za koštane ćelije kako bi sačuvale funkciju koštanog rasta i zarastanja. Koštano tkivo ima dobro razvijenu mrežu intraosalnih kanala, koja je glavni preduslov za njegovu bogatu vaskularizaciju i ishranu. Adekvatno snabdevanje krvlju jeste nužna osnova vitalnosti i rasta kostiju kao i njihove mutabilnosti vezane za promene okoline.

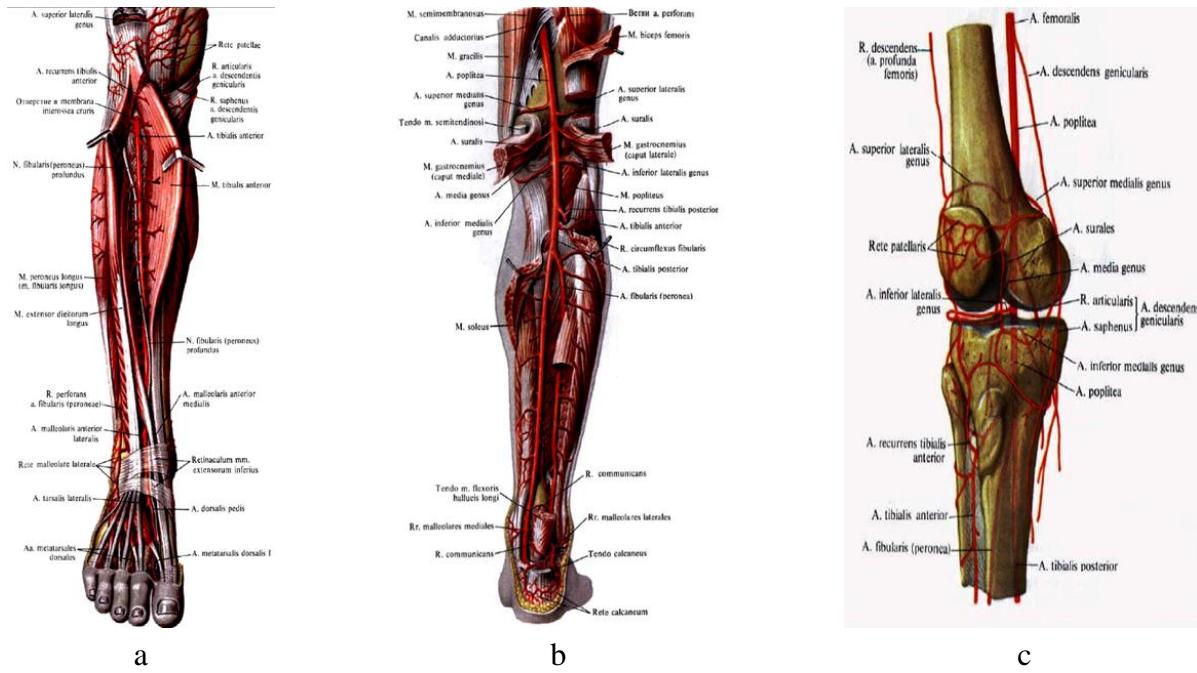
Koštanoj cirkulaciji grade tri glavne vaskularne grupe:

- Aferentni sudovi – arterije,
- Funkcionalna vaskularna rešetka – sinusoidna mreža,
- Eferentni sudovi – vene<sup>(92,94-96)</sup>.

A. *poplitea*, (zatkolena arterija), kao glavna grana i nastavak butne arterije a. femoralis, silazi od tetivnog zjapa velikog primicača buta (hijatus tendineus s. adductorius) sredinom zatkolene jame do tetivnog luka m. soleus-a (arcus tendineus m. solei), gde se deli u dve svoje završne grane, prednju gojenjačnu (*a. tibialis anterior*) i zadnju gojenjačnu arteriju (*a. tibialis posterior*). Ona daje mišićne grane (*aa. surales*) i zglobne grane, dve parne i jednu neparnu. Parne zglobne grane aa. genus superiores, ulaze u sastav arterijske mreže zglova kolena (rete articulare genus). Neparna grana, a. genus media ulazi u zglop kolena i vaskularizuje njegove intraartikularne veze.

A. *tibialis anterior* (prednja gojenjačna arterija), silazi ispred međukoštane opne potkolenice, spolja do gojenjačnog mišića (m. tibialis anterior), i nastavlja se dorzalnom arteriom stopala (*a.dorsalis pedis*). Granicu između njih predstavlja ukrštena veza korena stopala (*retinaculum extensorium*). A. tibialis anterior daje bočne grane za mišiće, povratnu granu

(*a. recurrens tibialis anterior*) za arterijsku mrežu zglobo kolena (*Slika 21c.*), i dve grane *aa. malleolares anteriores*, za arterijske mreže spoljašnjeg i unutrašnjeg gležnja A. dorsalis pedis se dalje nastavlja dajući svoje grane koje obrazuju arterijski luk (*arcus plantaris*) te tako učestvuje u vaskularizaciji struktura stopala (*Slika 21a.*).



*Slika 21. (a,b,c)* Arterijski sistem prednje (a), zadnje (b) strane potkolenice i arterijske mreže kolena (c)

(preuzeto sa [http://de.shram.kiev.ua/health/anatomy/page\\_572.shtml](http://de.shram.kiev.ua/health/anatomy/page_572.shtml))

A. *tibialis posterior* (zadnja golenjačna arterija) silazi između površnog i dubokog sloja mišića zadnje lože potkolenice i ispod unutrašnjeg gležnja račva se u dve tabanske arterije, spoljni i unutrašnji (*A. plantaris - lateralis et medialis*). Ona daje mišićne grane i grane za unutrašnji gležanj (*rr. malleolares mediales*). Njena najveća bočna grana lišnjačna arterija (*a. peronea*) silazi iza lišnjače (*Slika 21b.*). A. *peronea*, silazi između lišnjače i m. *flexor hallucis longus*-a. Ona daje grane za muišice, za spoljašnji gležanj (*rr. malleolares laterales*), probojnu granu (*r. peroneus perforans*) i anastomotičnu granu (*r. communicans*) za zadnju golenjačnu arteriju. Njena probojna grana (*r. perforans*), prolazi kroz međukoštanu opnu i završava se ispred spoljnog gležnja. A. *plantaris medialis* je slabija do spoljašnje, pruža se napred i obično završava kod baze palca. A. *plantaris lateralis* pruža se do baze 5. kosti donožja gde savija prema unutra i spaja se sa probojnom tabanskom granom dorzalne arterije stopala i obrazuje plantarni luk (*arcus plantaris*). Od ovog luka polaze 4 grane (*aa. metatarsae plantares*) koje se pružaju napred i račvaju u arterije prstiju (*aa. digitales propriae*)<sup>(97,98)</sup>.

Duboki venski sistem noge predstavlja zatkolena i butna arterija koje prati po jedno vensko stablo (*v. poplitea et v. femoralis*), a ostale arterije noge prate po dve istoimene vene. Zatkolena vena nalazi se iza i upolje do arterije. Butna vena, idući naviše, prelazi najpre iza arterije, a zatim se postavlja unutra do nje.

Površni venski sistem donjeg uda predstavljen je sa dve safenske vene koje se izdvajaju svojom konstantnošću, velika i mala (*v. saphena – magna et parva*), a polaze od venske mreže na dorzalnoj strani stopala (*rete venosum dorsale pedis*). *V. saphena parva* polazi od spoljašnjeg kraja dorzalne mreže stopala, prolazi iza spoljnog gležnja i penje se zadnjom stranom potkolenice do zatkolene jame, gde probija fasciju i uliva se u zatkolenu venu. *V. saphena magna* prati unutrašnju ivicu stopala. Ona prelazi ispred unutrašnjeg gležnja i penje se unutrašnjom stranom potkolenice i prednjom stranom buta do ispod preponske veze, gde se uliva u završni deo butne vene. Velika safenska vena prolazi kroz najveći otvor (*hiatus saphenus*) na rešetastom delu (*fascia cibroza*) butne fascije.

Hodanje ubrzava oticanje venske krvi iz zatkolene i butne vene. Zatkolena vena se širi i usisava krv iz vena potkolenice prilikom ekstenzije zglobova kolena, usled širenja zatkolene jame. Butna vena se širi i usisava krv prilikom fleksije zglobova kuka. Suprotni pokreti zglobova kolena i kuka potiskuju krv iz ove dve vene naviše, prema srcu<sup>(97,98)</sup>.

### 1.5.1. EKSTRAOSALNA KRVNA MREŽA

Ovu mrežu čine aferentni sudovi - arterije i eferentni sudovi - vene.

Venske sudove kosti čine vene periosta i priljubljenih mišića, dok se sa druge strane nalazi vena hranilja koja napušta kost kroz *foramen nutriens*. Često postoje i pomoćne vene koje izlaze iz kosti preko pomoćnih venskih otvora. Vene koje grade venski sistem kosti su mnogobrojnije nego ulazne arterije<sup>(68)</sup>. Kroz ove brojne sudove, koštana cirkulacija se drenira u sistemske vene kardiovaskularnog sistema.

Dovodni (afferentni) sudovi su arterije, i to:

- *a. nutriens*,
- metafizo – epifizarne arterije,
- periostalne arterije<sup>(92,99-104)</sup>.

*A. nutriens* je najveća među arterijama koje perforiraju kost. Karakteristika ove arterije je da ima uglavnom konstantno poreklo i mesto ulaska u kost kroz *foramen nutritium*. No, i ovde su moguće varijacije, posebno u njihovom broju – nekad ih je dve, a nekad ih i nema. Dužina *pars intramuralis a. nutriens* koleba se, obično iznosi 5-15 mm kod eksperimentalnih životinja, a kod tibije čoveka oko 5 cm<sup>(105)</sup>. Prošavši kroz nutritivni otvor arterija se grana u medularnu šupljinu, i to na *ramus ascedens* i *descendens*. Ponekad grananje počinje u kanalu, ali nikad iz njega ne daje

grane za korteks<sup>(102,106)</sup>. Njeno odvajanje iz vaskularnog stabla, put i mesto ulaska u kost su veoma važni, treba ih znati, jer može doći do njene povrede prilikom hirurške intervencije.

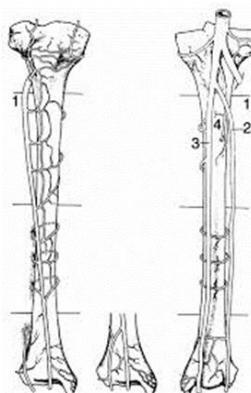
Metafizo - epifizarne arterije su mnogobrojne. Na krajevima dugih kostiju formiraju vaskularni krug tzv. *circulus articuli vasculosi*. Njihov ukupni poprečni prečnik jednak je prečniku a. nutriens i njene mreže. U slučaju da ne postoji glavna a. nutriens ovaj sistem može da preuzme njenu ulogu. Metafizarne arterije se odvajaju direktno iz vaskularnog kruga gde je pritisak veliki. U kost prodiru kroz mnogobrojne vaskularne otvore. Epifizarne arterije se pak odvajaju od vaskularnih arkada, a ne direktno iz *circulus vasculosus-a*. U vaskularnim arkadama pritisak je manji, što uslovljava manji dotok krvi u epifizu, a to pak stimuliše brži rast kostiju.

Periostalne arterije su mnogobrojne, kratke i malog kalibra. Periost dobija krvne sudove iz tri sistema: muskuloperiostalni sistem, fascioperiostalni sistem i direktno iz arterije segmenta<sup>(107, 108)</sup>.

Muskuloperiostalni sistem je evidentan na mestima gde se mišić pričvršćuje za periost pomoću Sharpey-evih vlakana. Epimysium srasta za periost i služi kao mesto gde krvni sudovi mišića prodiru u periost.

Facioperiostalni sistem čine grane arterije uda, koja je na distanci od kosti. Ona ulazi u intermuskularni septum (dva srasla sloja epymisium-a) i gradi facioperiostalni sistem.

Izvor obilne vaskularne mreže perista tibije je a. tibialis anterior<sup>(109)</sup>. Ona se spušta niz prednju površinu *membranae interosseae* i po njenoj površini daje bočne grane. One su horizontalne i na mestu pripaja membrane za tibiju daju dve grančice. Jedna ide ka zadnjoj površini tibije, a druga ka spoljašnjoj. Svaku arteriju prate dve vene. Ove transverzne sudove povezuju mali longitudinalni sudovi (*Slika 22.*)<sup>(105)</sup>.



*Slika 22. Periostalne arterije tibije - 1. a. tibialis anterior, 2. a. fibularis, 3. a.tibialis posterior, 4. a. nutriens*

(preuzeto sa <http://publisher.medfak.ni.ac.rs/2010-html/2-roj/Desimir%20MladenovicAnatomske%20i%20fiziologiske%20odlike.pdf>

Vaskularizacija kosti kod odraslih i mladih se razlikuje. Dva događaja uslovljavaju promenu: prvo - gubitak vaskularne nezavisnosti epifize kada se završi rast i nastaje njena fuzija u metafizu. Drugo - vidno se smanjuje periostalna cirkulacija onda kada se završi rast kosti, tj. rast u širinu - debljanje kosti.

Arteria nutriens tibialis često varira prema mestu nastanka i njenoj dužini. Kod čoveka, nastaje iz a. popliteae kada je i foramen nutritium na zadnjoj površini tibije, ali iznad lineae m. solei. Češće, nutritivna arterija potiče kao prednja grana iz a. tibialis posterior<sup>(102,105,110)</sup>, odmah pošto se ova arterija odvoji od a. popliteae. Spušta se prema dole, probija m. tibialis posterior u blizini njegovog pripoja za tibiju. Ulazi u žleb na zadnjoj strani tibije i potom u foramen nutriens. Kanal ide prema stopalu.

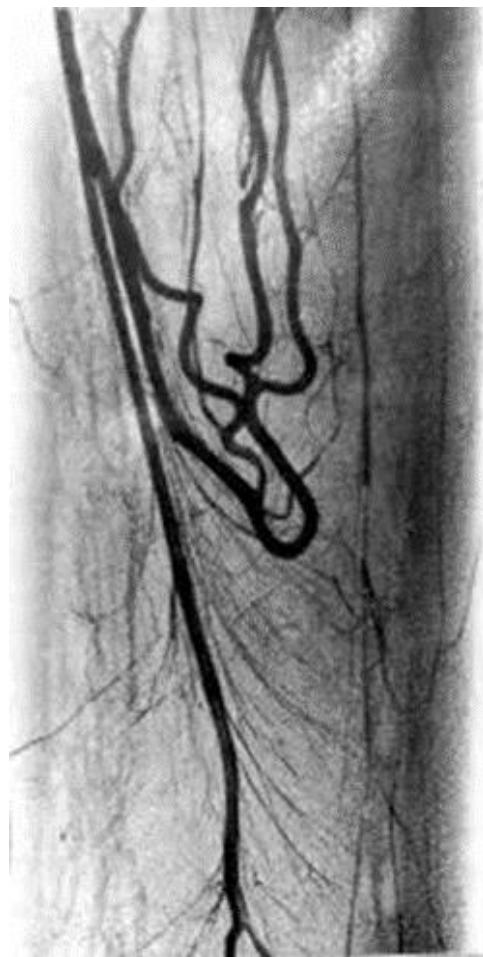
Arteria nutriens fibulae se odvaja od a. fibularis<sup>(101,110)</sup>.

Kod životinja (zec, pas), a. nutriens tibiae i fibulae se odvajaju varijabilno, od a. tibialis anterior ili posterior u odnosu 50% prema 50%<sup>(92,107,111,112)</sup>. Kod zeče tibije ponekad ima dve a. nutriens<sup>(95,96)</sup>.

### 1.5.2. INTRAOSALNA KRVNA MREŽA

Ovu mrežu čini funkcionalna vaskularna rešetka – sinusoidna mreža. To su završne grane a. nutriens, epimetafizarnih arterija, periostalne arterije i prateći venski sistem.

Posle ulaska u medularnu šupljinu a. nutriens se deli na ascendentnu i descendantnu granu. Ascendentna grana se spušta prema dole i ubrzo menja pravac, penje se prema gore gradeći tzv. vaskularni čvor (*Slika 23.*). Deli se na tri i više grana koje se penju do proksimalne metafize, pravolinijske su i okružene sinusoidima i ćelijama srži. Leže uz zadnju stranu medularne šupljine i granaju se u gustu mrežu arterija, koje prodiru u korteks i metafizu. Grane a. nutriens u meduli se ne anastomoziraju<sup>(92)</sup>. Descendentna grana silazi dole, leži uz zadnju stranu i završava vaskularnim buketom<sup>(104,107,113,114)</sup>. Epimetafizarna gusta mreža arteriola postaje celina posle osifikacije hrskavične ploče epifize. Ona vaskularizuje metafizu koja predstavlja spongioznu strukturu u okviru tanke kortikalne ljudske. Dotle, ove dve celine su odvojene. Metafizarni krvni sudovi su vertikalni i međusobno ne anastomoziraju. Epifizarni sudovi međusobno anastomoziraju. Ova mreža krvnih sudova ostvaruje mnoštvo anastomoza sa završnim vaskularnim buketom a. nutriens<sup>(55,92,115)</sup>.



Slika 23. Račvanje a. nutriens

(preuzeto sa <http://publisher.medfak.ni.ac.rs/2010-html/2-roj/Desimir%20Mladenovic-Anatomske%20i%20fiziologiske%20odlike.pdf>)

Periost ima bogatu vaskularnu mrežu koja je pomenuta. Treba dodati unutrašnji periostalni sistem. Grade ga arteriole koje imaju tri obrasca pružanja: longitudinalni, kružni i obrazac kratkih sudova. Međusobno anastomoziraju grade gustu i bogatu vaskularnu rešetku periosta. Grade bogate anastomoze sa krvnim sudovima medularnog porekla, ovo je izraženije kod mlađih osoba, zbog bolje razvijenosti periosta.

Venski sistem kostiju je predstavljen centralnim venskim sinusom. Ima tanak zid, prostire se celom dužinom medularne šupljine i četiri puta je širi od medularnih arterija. U njega se ulivaju mnogi venski sinusoidi korteksa, a izvodna vena je v. nutriens. Osim nje, iz sinusa često izlaze i druge drenažne vene kroz korteks kosti. Površni deo korteksa i periost se dreniraju sitnim venama. Metafiza ima poseban venozni sinus koji ne komunicira sa centralnim venskim sinusom, vertikalno je postavljen, dok je venski sinus epifize horizontalan. Oni imaju posebne vene za drenažu<sup>(92,95,107, 116)</sup>.

Mreža intraosalnih kanala je ispunjena krvnim sudovima što čini bogatu i gustu cirkulatornu mrežu korteksa. Krvni sudovi kompaktnog koštanog tkiva variraju po formi i dijametru<sup>(117)</sup>. Dijametar arteriola je varijabilan i kreće se od 12 do 60 mikrona. Nalaze se u osteonskom kanalu, a dele se ili u njegovom lumenu ili na mestu grananja kanala. Grananjem formiraju prekapilarne arteriole, dijametra od 8 do 15 mikrona. One prelaze u kapilare, koji često nastaju i direktno iz arteriola. Grananje je prema uglu osteonskih kanala od 25 do 30°. Dijametar je kolebljiv, od 2 do 14 mikrona. Oni obrazuju postkapilarne venule veoma tankog zida i promenljivog dijametra, u proseku 28 mikrona. One formiraju sinusoide čiji je prosečni prečnik 45 mikrona.

Ova šema govori o bogatoj vaskularizaciji korteksa, on je potopljen u kapilarno tkivo (na 100 mm<sup>2</sup> korteksa ima 370 kapilara i 76 arteriola)<sup>(118)</sup>. Kapilari su iskošeni a ponekad i transverzalni u odnosu na osovinu kosti. Tako se uspostavlja veza sa periostalnom mrežom. Transverzalnost se ostvaruje preko Volkman - ovih kanala. Oni su horizontalno postavljeni u odnosu na dužinsku osu kosti i povezuju osteonske kanale. U njima se sreću prekapilari i postkapilari, a ređe arteriole i venule. Ovo su tzv. "transportni sudovi", krv se ovuda transportuje kraćim putem, što je važno za razmenu materija.

Udaljavanjem od nutritivnog otvora, kortikalna cirkulacija opada – posebno u distalnim delovima tibije. U ovim delovima kortikalna cirkulacija ne zavisi od koštane srži, što je uobičajeno, već od mreže krvnih sudova periostalnog porekla. U donjoj polovini tibije dolazi do znatne redukcije prečnika kosti. Pri tome se ne gubi stroma već povećava gustina kosti kako bi ispunila svoju mehaničku ulogu. Ovde se javlja disproporcija između malog prostora koji zauzima medularna srž i velike kompaktne mase koštane supstance, što je još jedan razlog bitnog umanjenja lokalne koštane vaskularizacije. Samo uz liniju međukoštane membrane, postoji dovoljna vaskularizacija da se izgradi efikasan, ali spori kalus<sup>(107,115,116)</sup>.

Tibia je idealan primer koji pokazuje kako stepen vaskularnosti koštanog tkiva direktno utiče na proces sanacije preloma. Naime, proksimalna metaphiza tibije je jedna od najbogatijih vaskularnih oblasti, zato se i prelomi u ovoj regiji brzo saniraju. Nasuprot tome, distalni deo tibijalne osovine je najsirošnija oblast u vaskularizaciji, zbog čega prelomi ove regije teško zarastaju<sup>(115,116)</sup>.

### 1.5.3. UTICAJ OSTEOSINTEZE NA VASKULARIZACIJU TIBIJE

Inicijalnom traumom dolazi do primarnog povređivanja vaskularne mreže tibije. Intenzitet i obim povrede je proporcionalan sili i jačini traumatskog agensa. Primarno oštećenje vaskularne mreže mnogo zavisi od linije preloma tibije<sup>(107,109)</sup>. Kada se frakturna desna, npr. u gornjoj trećini tibije, mnogo veći deo kosti ostaje avaskularan nego kada se frakturna desna u donjoj trećini. Pokretljivost koštanih fragmenata izaziva dodatno oštećenje puteva cirkulacije krvi i tkivnih

tečnosti, a to dovodi do produžene regenerativne reakcije i obrazovanja oskudnog i nekvalitetnog regenerata<sup>(108,110)</sup>.

Iz ovih razloga se vrši osteosinteza preloma. Ona obezbeđuje stabilnost koštanih fragmenata, ali povlači za sobom dopunsko povređivanje osteogenih elemenata i narušavanje mesnih cirkulacionih uslova. U uslovima osteosinteze, dva faktora opredeljuju ishod preloma:

- *traumatičnost hirurškog rada*; on je uslovljen dopunskim narušavanjem cirkulacije celog segmenta;
- *stepen ostvarene stabilnosti u zoni preloma*.

Revaskularizacija i sanacija zavise od primarnog oštećenja koje nastaje u momentu preloma i sekundarnog koje nastaje osteosintezerom. Regeneracija koštanog tkiva posle traume ili osteosinteze je nemoguća bez pojačane cirkulacije. Ona se manifestuje povećanom brzinom i količinom protoka krvi u celoj kosti kao i na mestu preloma<sup>(111)</sup>. Posle osteosinteze ispoljavaju se značajne kompenzatorno-adaptacione mogućnosti kosti. Kod grube cirkulatorne narušenosti, nastaje dinamična preraspodela puteva krvotoka na račun maksimalnog učešća sačuvanih izvora krvnog snabdevanja koštanog tkiva.

Kod masivnog oštećenja vaskularizacije, vreme revaskularizacije kompaktnog sloja dijafize je 4-5 puta duže, upoređeno sa istim prelomom dijafize u uslovima minimalnog koštanog rastrojstva. Iz ovih razloga je u ortopediji i traumatologiji prihvaćeno osnovno pravilo, obezbediti maksimalnu stabilnost kosti minimalno traumatskom metodom<sup>(111,112,114)</sup>.

Stabilna osteosinteza ima veliku ulogu u procesu revaskularizacije i osteogeneze. Stabilna sinteza, u uslovima povrede medularnog krvotoka, obezbeđuje uslov za njeno obnavljanje za 10-14 dana, tako se stvara povoljna sredina za primarno koštano zarastanje. U tom periodu funkciju narušenog medularnog krvotoka nadoknađuju epimetafizarni i periostalni sistem krvotoka zahvaljujući mnogim anastomozama. Nestabilna osteosinteza dozvoljava nestabilnost fragmenata što se odražava na proces uspostavljanja mikrocirkulacije u dijafizi i konsolidaciju preloma. Iz tih razloga nastaje avaskularnost okrajaka, a konsolidacija preloma ne nastupa ili je prolongirana<sup>(107,110-116)</sup>.

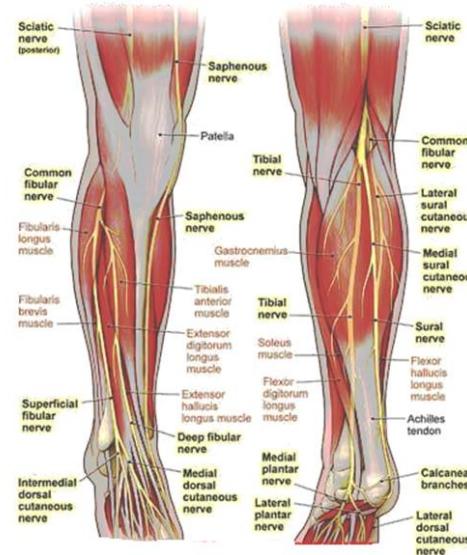
## 1.6. INERVACIJA GOLENJAČE

*Veliki sedalni živac (N. Ischiadicus)*, u visini gornjeg kraja zatkolene jame deli se u dve svoje završne grane, *n. tibialis* i *n. peroneus communis*. Njegove bočne grane oživčavaju mišiće zadnje lože buta i *m. adductor magnus* iz unutrašnje lože.

*N. peroneus communis* (*zajednički lišnjačni živac*), silazi kroz zatkolenu jamu upolje, dubokom stranom tetine *m. biceps femoris-a*. Na spolnjoj strani vrata lišnjače, u pripoju *m. peroneus longus-a*, on daje dve svoje završne grane, *n. peroneus superficialis* i *n. peroneus profundus* za mišiće prednje i spoljnje lože potkolenice. Njegova bočna grana, *n. cutaneus surae lateralis*, oživčava kožu spoljne strane potkolenice.

*N. peroneus profundus* (*duboki lišnjačni živac*), oživčava mišiće prednje lože potkolenice i dorzalne strane stopala. On prati prednju golenjačnu arteriju i dorzalnu arteriju stopala. Njegove završne grane postaju površne u prednjem delu 1. međukoštanog prostora i oživčavaju obližnje grane 1. i 2. prsta. *N. peroneus superficialis* (*površni lišnjačni živac*), oživčava mišiće spoljne lože potkolenice. Kod donje trećine potkolenice on postaje površan i daje dve završne grane, *n. cutaneus dorsalis medialis et intermedius*, za kožu gornje strane stopala i prstiju.

*N. tibialis* (*golenjačni živac*), produžuje pravac ishijadikusa i silazi kroz zatkolenu jamu iza i upolje do zatkolene arterije i vene (Slika 24.). On prolazi ispred tetivnog luka *m. soleus-a* i silazi između površnog i dubokog mišićnog sloja zadnje lože potkolenice do ispod unutrašnjeg gležnja, gde daje dve svoje završne grane, *n. plantaris medialis et lateralis*, za mišiće i kožu tabana. Od njega se odvajaju bočne mišićne grane za mišiće zadnje lože potkolenice i jedna senzitivna grana, *n. cutaneus surae medialis*, za kožu zadnje strane potkolenice<sup>(97, 98)</sup>.



Slika 24. Inervacija potkolenice

(preuzeto sa [http://www.medicalexhibits.com/medical\\_exhib](http://www.medicalexhibits.com/medical_exhib))

## 1.7. OSTEogeneza u različitim uslovima fiksacije

Cilj osteosinteze je adaptacija fragmenata i njihova stabilizacija. Mir fragmenata na mestu preloma uz prisustvo izvora vaskularizacije su dva osnovna uslova zarastanja preloma. Manipulacijom i aplikacijom osteosintetskog materijala, hirurg vrši dodatna, sekundarna oštećenja izvora vaskularizacije kosti. Dakle, oštećenja se kumuliraju, i od njihove obimnosti zavisi kojim će putem krenuti proces osteogeneze, tj. da li će se razviti koštani, hrskavični ili fibrozni kalus<sup>(119)</sup>. Različiti vidovi osteosinteze nose sa sobom i različite mogućnosti oštećenja pojedinih izvora vaskularizacije koštanog tkiva. Pored toga, formiraju se i različiti vidovi koštanog kalusa, endostalan, periostalan, interkortikalni ili kombinovani tip<sup>(119-121)</sup>.

### 1.7.1. OSTEogeneza u uslovima unutrašnje fiksacije

Unutrašnja, interna osteosinteza podrazumeva operativni pristup mestu preloma, razložno izlaganje, manipulaciju na mekim i koštanim strukturama i aplikaciju osteosintetskog materijala. Ovim činom se vrši sekundarno oštećenje izvora vaskularizacije kosti.

Osteosinteza pločom sa šrafovima povlači za sobom, oštećenje ekstraosalnog izvora vaskularizacije. Od obimnosti i stepena deperiostiranja zavisi koliko će se oštetiti i periostalni izvor vaskularizacije.

Ostaje zdrav medularni izvor vaskularizacije ili mu se daje šansa, ako je primarno oštećen, da regeneriše za dve nedelje u uslovima stabilne osteosinteze. Protok krvi je centrifugalan, ali je tok poremećen u korteksu ispod ploče, zbog blokade venskog protoka krvi<sup>(119)</sup>. Zbog dominacije medularnog izvora cirkulacije, nastaje bujanje kapilara i pupoljaka iz medule koje se usmeravaju ka frakturnom mestu<sup>(119)</sup>. Gradi se endostalni kalus sa elementima interkortikalnog kalusa, ali bez periostalnog kalusa. Periostalni kalus se formira na suprotnoj strani korteksa<sup>(120)</sup>. Sanacija preloma nastaje za tri do četiri meseca<sup>(120,121)</sup>.

U uslovima stabilne osteosinteze, bliskog kontakta fragmenata i dovoljne vaskularizacije formira se tzv. primarni kalus u procesu primarne osteogeneze.

Osteosinteza intermedularnim klinom izaziva sekundarno oštećenje medularne cirkulacije. Njegovim prodorom ona biva uništena celom dužinom dijafize. Ostaju neke arterije u okrajcima proksimalnog i distalnog fragmenta, ali ne dostižu mesto preloma i nemaju ideo u procesu osteogeneze. U slučaju rimovanja medularnog kanala, vaskularna oštećenja su znatno veća.

U sanaciji preloma koji je lečen ovom metodom učestvuju, periostalni i ekstraosalni izvor vaskularizacije. Periostalne arterije ishranjuju korteks, a neke čak i prodiru u koštanu šupljinu gradeći, sekundarni medularni krvotok. Ovo se često događa i sa arterijama koje potiču iz mekih tkiva. Pravac krvotoka je centripetalan<sup>(119-121)</sup>.

Formira se obiman periostalni hrskavičavi kalus. Njegovi izvori vaskularizacije su periosalno i ekstraosalno. Kapilari penetriraju kalus celom debljinom, do medule. Prelom sanira, u proseku za pet do šest meseci<sup>(122)</sup>.

#### 1.7.2. OSTEOGENEZA U USLOVIMA SPOLJNJE FIKSACIJE

Spoljna fiksacija je metod fiksiranja fragmenta uz pomoć igala ili klinova, kojima se nijedan izvor vaskularizacije kosti ne oštećeće. Prilikom tzv. otvorene metode, prisutno je lokalno oštećenje mekih tkiva i to samo zbog repozicije.

Osteogeneza se odvija po tipu sekundarnog zarastanja. Uključuju se krvni sudovi periosta i okolnih mekih tkiva i formira se periostalni kalus, dok medularna cirkulacija stimuliše formiranje endostalnog kalusa. Količina i vrsta kalusa zavisi od stabilnosti fiksatora.

Stabilnost fiksatora smanjuje interfragmentarni hematom i eksudaciju, a to ubrzava medularnu osteogenezu<sup>(123)</sup>. Formiranje kalusa oko mesta preloma evidentnije je na strani dalje od fiksatora.

## 1.8. BIOMEHANIKA KOLENOG ZGLOBA

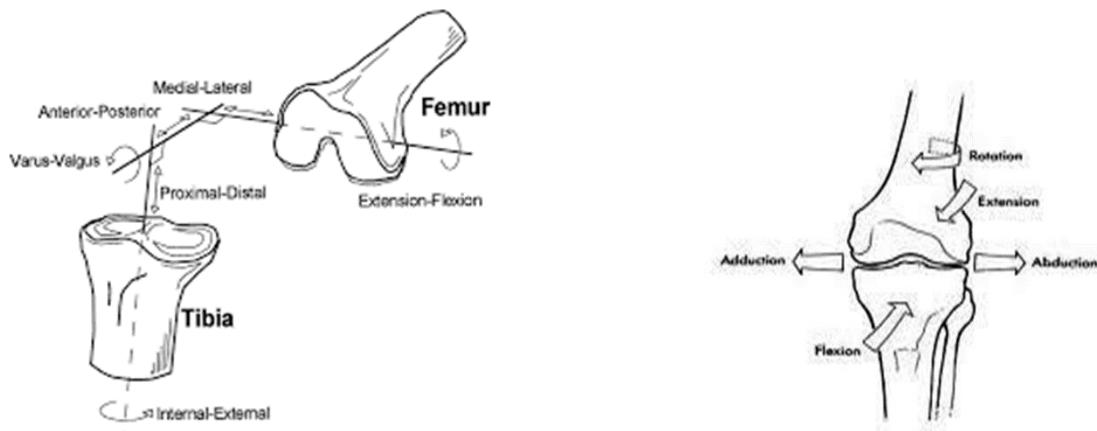
Zglob kolena podržava težinu tela i prenosi veliku silu ka zemlji, dok istovremeno omogućava veliku pokretljivost između nadkolenice i potkolenice. Dok je u punoj ekstenziji, zglob kolena je stabilan zbog svog vertikalnog poravnjanja, izuzetnog poklapanja zglobnih površina i efekta gravitacije. U fleksiji, međutim, zglob kolena je pokretan i zahteva posebnu stabilnost zglobne kapsule, ligamenata i mišića koji ga okružuje<sup>(124)</sup>.

U sklopu zgloba kolena postoje 3 odvojena zgloba, a to su:

- Tibiofemoralni;
- Patelofemoralni;
- Gornji tibiofibularni zglob.

Funkcija zgloba kolena je veoma kompleksna zbog svojih asimetričnih medijalnih i lateralnih zglobova i patelarnog mehanizma napred. Funkcionalnu povezanost anatomske strukture kolena uočila je većina autora. Po navodima Helfeta 1974. godine<sup>(125)</sup> anatomsко-funkcionalni kontinuitet ligamentarnih i meniskalnih struktura kolena prvi je opisao Sir Harry Platt. On prvi uvodi termin „*figura osmice*“. Od njega pa sve do danas veliki broj autora bavio se proučavanjem veoma složene funkcionalne anatomije i opšte biomehanike zgloba kolena<sup>(126,127)</sup>.

Povrede i oboljenja struktura kolena mogu dovesti do poremećaja procesa kretanja što ima velike posledice na sve životne aktivnosti ičoveka i na taj način na fizički i psihički integritet svakog pojedinca i društva u celini. Koleno teži da se odupre sili nametnutoj od strane stopala, tokom njegovog kontakta sa podlogom, kroz čitav proces hoda toliko da može da omogući savladavanje efekta inercije noge tokom faze ljuštanja hoda. U kolenom zglobu postoje dva osnovna pokreta: savijanje (*flexio*) i opružanje (*extensio*). Kinematika kolena je ipak kompleksnija od vršenja samo ova dva pokreta, jer se pri hodу vrše i drugi kao što su pokreti privođenja (*adductio*) tj. odvođenja (*abductio*), ali i rotacije (*rotacio*), spoljašnje i unutrašnje (Slika 25.).



Slika 25. Šematski prikaz pokreta u zglobu kolena

(preuzeto sa <http://www.slideshare.net/kisnakmc04/biomechanics-of-knee-and-implant-design>)

U kolenu se vrše i translatorni pokreti: kompresija – distrakcija, spoljašnje –unutrašnja ili mediolateralna, i prednje – zadnja ili anteroposteriora translacija. Osim pokreta savijanja i opružanja, svi ostali pokreti su malog opsega<sup>(86,128)</sup>. Da bi se ove funkcije mogle obavljati nužan je anatomska i funkcionalna integritet svih komponenti zglobova sa posebnim naglašavanjem značaja stabilnosti kolena. Funkcionalna stabilnost kolena je omogućena zajedničkim delovanjem: geometrije zglobnih površina, ligamenata, meniskusa, zglobne kapsule i sile gravitacije, koji predstavljaju pasivne stabilizatore, i okolnim mišićima tj. njihovim pripojima kao aktivnim stabilizatorima zglobova kolena<sup>(129)</sup>. Centralni ligamentarni aparat, tj. prednji i zadnji ukršteni ligament, su osnovni stabilizatori kolena u sagitalnoj ravni i jezgro su kinematike zglobova kolena<sup>(130, 131,132)</sup>. Osnovna njihova uloga je ograničavanje prednje – zadnje translacije golenjače. Biomehanička efikasnost ligamenata zavisi od stepena savijanja kolena zato što je funkcionalni ugao različit u odnosu na položaj kolena. Kao što je ranije već pomenuto prednji ukršteni ligament nije jedinstvena celina već predstavlja složen sistem sastavljen iz prednje – unutrašnjeg i zadnje – spoljašnjeg snopa koji se različito ponašaju pri različitim stepenima savijanja kolena<sup>(86,128,133-135)</sup>. U opruženom položaju kolena oba snopa prednjeg ukrštenog ligamenta su paralelna i sva vlakna su pod uniformnom tenzijom. Savijanjem kolena dolazi do izduživanja i zatezanja prednje – unutrašnjeg snopa, a skraćivanja i smanjenja zategnutosti zadnje – spoljašnjeg snopa prednjeg ukrštenog ligamenta<sup>(136-138)</sup>. U opruženom položaju većina vlakana zadnjeg ukrštenog ligamenta je opuštena osim zadnje kosog snopa<sup>(128)</sup>. Obzirom na ovakvu građu centralni ligamentarni aparat kolena ima dve suprotne uloge. On omogućava stalnu mobilnost artikularnih površina tako što postoji permanentni kontakt kroz sve sepene fleksije, a takođe i ograničava pokretljivost dajući otpor silama koje deluju na koleno prilikom kretanja<sup>(139)</sup>.

Da bi se mogla shvatiti suština funkcije centralnog ligamentarnog aparata zvijeni su određeni matematički modeli poput modela četiri stuba koji biomehaničke odnose u sagitalnoj ravni predstavljaju tako što su ukršteni ligamenti čvrste veze koje imaju pokretna hvatišta na butnoj kosti i golenjači<sup>(140)</sup>. Ovi modeli u jednoj ravni nisu mogli da objasne fenomen labavosti zglobova kolena, ulogu bočnih ligamenata, kao i unutrašnje i spoljašnje rotacije u transverzalnom preseku. Zbog toga mnogi autori pristupaju ispitivanju fiziološke pokretljivosti kolena u tri dimenzije<sup>(141,142)</sup>, što je posebno omogućeno razvojem kompjuterske tehnologije. Istraživanja su pokazala da odnos elemenata u zglobovu kolenu zavisi u mnogome od spoljne sile tj. opterećenja. Na primer, kada je koleno u savijenom položaju bez opterećenja, ne dolazi do unutrašnje rotacije podkolenice. Međutim, ukoliko na koleno deluje sasvim mala aksijalna sila, prilikom savijanja dešava se i unutrašnja rotacija podkolenice<sup>(136)</sup>. U slučaju da na golenjaču deluje mala sila sa prednje strane opet dolazi do unutrašnje rotacije podkolenice tokom savijanja, dok delovanjem sile na zadnju stranu golenjače nastaje spoljašnja rotacija<sup>(137,143-145)</sup>. Ovo objašnjava već dobro poznatu činjenicu da se pri

punom savijanju potkolenica rotira ka unutra, a pri punom opružanju upolje. Pri savijanju od 40-90° osa u čeonoj ravni je praktično horizontalna tako da se u tim momentima odvija čisto savijanje, tj. tada se koleno ponaša kao šarkasti zglob. Smanjivanjem ili povećanjem savijanja kolena preko pomenutog opsega dolazi do rotacije potkolenice uz mogućnost valgus ili varus položaja.

Zglob nije obezbeđen zbog svojih biomehaničkih zahteva i oslanjanja na strukture mekih tkiva za potporu. Ligamenti i mišići pasivno daju potporu zglobu kolena zbog svoje napetosti, dok se kosti bore protiv kompresivnih opterećenja<sup>(146)</sup>. Funkcionalna stabilnost kolena je omogućena zajedničkim delovanjem zglovnih tela, ligamenata, zglobne kapsule i meniskusa koji predstavljaju pasivne stabilizatore i okolnim mišićima tj. njihovim pripojima koji su aktivni stabilizatori zgloba kolena.

Pokretljivost u zgobu kolena je rezultat kombinacije spoljnih i unutrašnjih sila. U toku hoda zahvaljujući mehanoreceptorima u predelu svih elemenata kolena odvija se kontrolni mehanizam na osnovu čega centralni nervni sistem vrši kontrolu kretanja i eventualno odgovara na spoljne sile tj. traume koje deluju na koleno. Normalan obim pokretljivosti u zgobu kolena pri fleksiji iznosi 120 – 150°, a u hiperekstenziji 5 – 10°.

Sumirajući ove podatke može se reći da je koleno mehanizam sa dva nezavisna stepena slobode savijanja i rotacija potkolenice, unutar koga je razvijen limit pokreta<sup>(136,137,147)</sup>. Svi pokreti kolena ograničeni su postojanjem ligamenata, kako bočnih tako i ukrštenih, zglobne čaure i geometrijom samih zglovnih površina. Centralni ligamentarni aparat je osnova pasivne stabilnosti zgoba kolena u sve tri ravni, a ne samo u sagitalnoj ravni<sup>(136,139)</sup>. Prema Muller-u<sup>(148)</sup> i Menschik – u<sup>(149)</sup> ukršteni ligamenti su pored oblika kondila najznačajniji za normalnu kinematiku kolena. Ovim ispitivanjima utvrđeno je da ligamenti imaju značajnu ulogu i u prenošenju opterećenja tokom hoda<sup>(150)</sup>, s tim da postoje razlike u opterećenju prednje – unutrašnjeg i zadnje –spoljašnjeg snopa. Utvrđeno je da prisavijanju većem od 45° prednji snop prednjeg ukrštenog ligamenta prenosi 90-95% opterećenja, dok su pri potpuno opruženom položaju kolena podjednako opterećena oba ligamenta<sup>(137,147)</sup>. Mobilnost kolena je rezultat kombinovanog i izbalansiranog delovanja spoljašnjih i unutrašnjih sila. U toku hoda zahvaljujući mehanoreceptorima u predelu svih elemenata kolena, odvija se kontrolni mehanizam na osnovu čega centralni nervni sistem vrši kontrolu kretanja i eventualno odgovara na spoljne sile kojima je koleno izloženo<sup>(137)</sup>. Studije su pokazale da su tenzije sile kojima su izloženi ukršteni ligamenti veće ukoliko je i brzina kretanja veća<sup>(137,138)</sup>. Ovo je verovatno samo rezultat viskoznih osobina ligamenata tj. same strukture kolagenih fibrila i njihovog rasporeda. Koleno na kraju treba shvatiti kao kompleksan skup asimetrično pokretnih delova. Cilj ovih različitih sistema je da prihvate, prenesu i razlože sile opterećenja nastale na donjem okrajku butne kosti i gornjem okrajku golenjače. Okolni mišići predstavljaju generatore sila pokreta i njihovog kočenja pod kontrolom kompleksnog neurološkog mehanizma.

## 1.9. BIOMEHANIKA SKOČNOG I SUBTALARNOG ZGLOBA

Stopalo i članak čine kompleksnu anatomsku strukturu koja se sastoji od 26 nepravilnih kostiju, 30 sinovijalnih zglobova, više od 100 ligamenata i 30 mišića. Svi ovi zglobovi moraju raditi sinhronizovano i kombinovano da bi se ostvarila pokretljivost. Većina pokreta u stopalu vrše tri sinovijalna zgloba: talokruralni, subtalarni i mediotarzalni zglob<sup>(151)</sup>. Stopalo se kreće u tri ravni sa većinom pokreta koja se odvija u zadnjem delu stopala. Stopalo značajno doprinosi funkciji čitavog donjeg ekstremiteta.

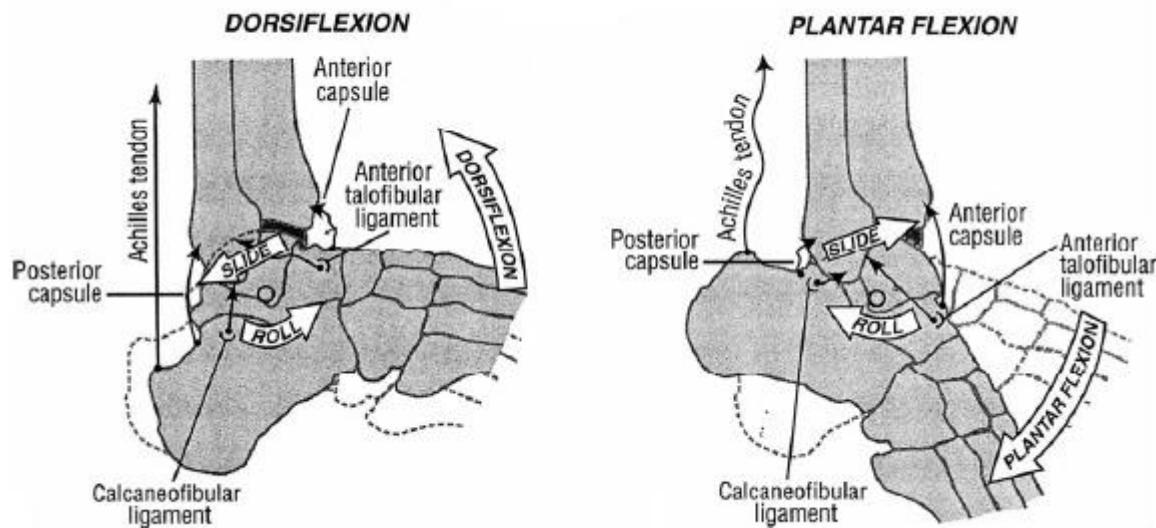
Stopalo se može podeliti u tri regije, zadnje stopalo koje čine talus i kalkaneus; srednje stopalo koje čine navikularna, čunasta i kuboidna kost; i prednje stopalo koje čine metatarzalne kosti i falange.

### 1.9.1. TALOKRURALNI ZGLOB

Proksimalni zglob stopala je talokruralni zglob. To je jednoosovinski zglob po tipu šarke koji formiraju tibia i fibula (tibio-fibularni zglob). Služi više za stabilnost nego za kretanje. Zglob je stabilan kada su velike sile absorbovane kroz ekstremitet. Ako je bilo koja anatomska struktura koja podržava zglob povređena, zglob može postati veoma nestabilan<sup>(152)</sup>. Pokreti koji se vrše u ovom zglobu su everzija, inverzija, dorzalna i plantarna fleksija, pronacija i supinacija.

Tibia i fibula lako prelaze preko trohlee talusa, koji je širi napred u odnosu na nazad<sup>(153)</sup>. Razlika u širini talusa omogućuje abdukciju i addukciju u stopalu. Ovaj zglob ima dobru ligamentarnu podršku na medijalnoj i lateralnoj strani. Ligamenti koji okružuju zglob ograničavaju pokrete plantarne fleksije, dorzalne fleksije, pomeranja stopala napred i nazad, naginjanja talusa, everziju i inverziju<sup>(154)</sup>.

Stabilnost zgloba zavisi od orijentacije ligamenata i opterećenja i pozicije zgloba za vreme opterećenja. Lateralna strana zgloba je više podložna povredama, i čini 85% povreda<sup>(154)</sup>. Osa rotacije je linija između dva maleolusa koja ide koso prema tibiji i nije u ravni sa telom<sup>(155)</sup>. Normalan obim pokretljivosti: everzija 30°, inverzija 60°, plantarna fleksija 40-50°, dorzalna fleksija 20-30°, pronacija 15° i supinacija 35° (*Slika 26.*).



Slika 26. Šematski prikaz pokreta u talokruralnom zglobu

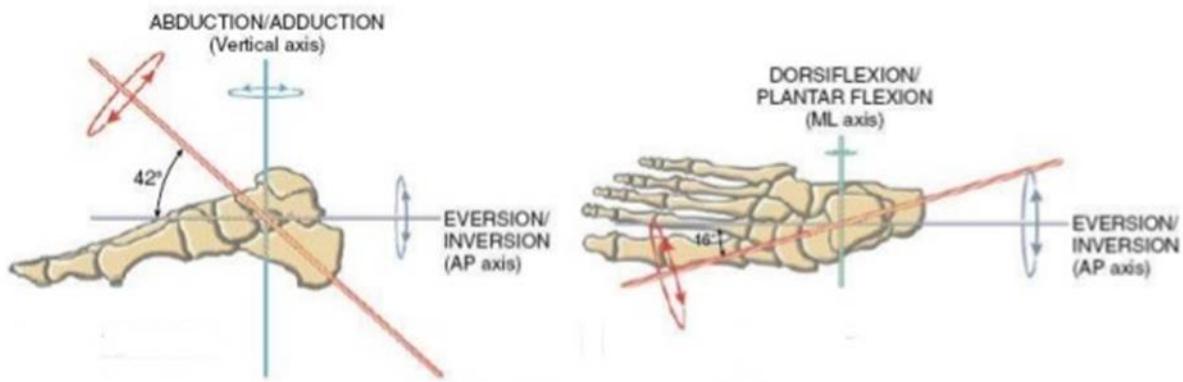
(preuzeto sa <http://www.slideshare.net/saurabsharma/1-ankle-joint-biomechanics-2015-saurab>)

### 1.9.2. SUBTALARNI ZGLOB

Distalno od talokruralnog zgloba nalazi se subtalarni ili talokalkanealni zglob koji predstavlja zglobnu površinu između talusa i kalkaneusa. Talus i kalkaneus su najopterećenije kosti u stopalu. Talus povezuje tibiju i fibulu sa stopalom. Nijedan mišić se ne pripaja za talus. Plantarna fleksija (PF) i dorzalna fleksija (DF) se javljaju oko mediolateralne ose koja prolazi kroz zglob. Obim pokretljivosti za plantarnu i dorzalnu fleksiju je oko 50 odnosno 20°. Talus se zglobljava sa kalkaneusom na tri strane, napred, nazad i medijalno, gde konveksna površina talusa naleže na konkavnu površinu kalkaneusa. Subtalarni zglob podržava pet kratkih i jakih ligamenata koji su otporni na teška opterećenja prilikom pokretanja donjeg ekstremiteta. Ligamenti koji podržavaju talus ograničavaju pokrete u kalkaneusu.

Zbog toga što je osovina subtalarnog zgoba kosa u sagitalnoj, frontalnoj i transverzalnoj ravni stopala, mogu se vršiti pokreti u tri ravni. Pokreti u tri ravni u subtalarnom zglobu su nazvani pronacija i supinacija. Pronacija koja se odvija u otvorenoj lančanoj reakciji sistema sa stopalom na zemlji, sastoji se od kalkanealne everzije, abdukcije i dorzifleksije<sup>(156)</sup>. Everzija je pokret u frontalnoj ravni u kojoj se lateralna ivica stopala pomera nadkolenici bez opterećenja ili se noga pomera duž stopala uz opterećenje. Pokret u transverzalnoj ravni je abdukcija. Dešava se sa spoljašnjom rotacijom stopala i lateralnim pokretom kalkaneusa u poziciji bez opterećenja, ili u unutrašnjoj rotaciji noge bez uključivanja kalkaneusa i medijalnom pomeranju talusa bez opterećenja. Pokret u sagitalnoj ravni ili dorzalna fleksija dešava se kada se kalkaneus pomera gore

prema talusu u poziciji bez opterećenja, ili ako se talus pomera dole prema kalkaneusu sa opterećenjem. Supinacija je suprotna pronaciji, sa kalkanealnom inverzijom addukcijom, i plantarnom fleksijom u poziciji bez opterećenja<sup>(157)</sup>. Primarna funkcija subtalarnog zgloba je da absorbuje rotaciju donjeg ekstremiteta tokom faze hoda.



*Slika 27. Prikaz pokreta u subtalarnom zglobu*

(preuzeto sa <http://www.slideshare.net/saurabsharma/1-ankle-joint-biomechanics-2015-saurab>)

Sekundarna funkcija subtalarnog zgloba je absorpcija šoka. Ovo takođe može biti ostvareno pronacijom. Subtalarni pokreti takođe dozvoljavaju tibiji da se rotira put unutra brže nego femur, olakšavajući otključavanje u zglobu kolena.

Subtalarni zglob je odgovoran za inverziju i everziju stopala. Otpriklike oko 50% inverzije ustvari potiče od subtalarnog zgloba<sup>(158)</sup>. Osa pokretnjivosti subtalarnog zgloba je otpriklike  $45^\circ$  u horizontalnoj i  $20^\circ$  u medijalnoj do srednjoj sagitalnoj ravni<sup>(159-161)</sup>. Ova osa koja se pomera prilikom pokreta u subtalarnom zglobu, omogućuje subtalarnom zglobu da izvodi pokret u tri ravni što se poredi sa brodom na moru<sup>(162)</sup>. Ovaj pokret u tri ravni je ili pronacija ili supinacija i varira u zavisnosti od toga da li je zglob pod opterećenjem ili ne<sup>(163)</sup>. Subtalarni zglob kontroliše supinaciju i pronaciju i u bliskoj je vezi sa transverzalnim tarzalnim zglobovima srednjeg stopala. Subtalarna supinacija i pronacija se klinički mere na osnovu veličine kalkanealne inverzije i everzije (*Slika 27.*).

Normalno, kod ljudi, odnos između inverzije i everzije iznosi 2:3 do 1:3, što je otpriklike  $20^\circ$  inverzije i  $10^\circ$  everzije<sup>(161,162,164, 165)</sup>. Za normalan hod, neophodno je minimalno  $4-6^\circ$  everzije i 8-12 stepeni inverzije<sup>(166)</sup>.

## 1.10. POVREDE PROKSIMALNOG OKRAJKA TIBIJE

### 1.10.1. EPIDEMIOLOGIJA

Intraartikularne frakture proksimalne tibije predstavljaju približno oko 1% svih fraktura u opštoj populaciji i oko 8% frakturna kod starijih ljudi, učestalije su kod muškaraca<sup>(167)</sup>. Uzroci su saobraćajne nezgode u 52% slučajeva, padovi u 17% slučajeva i povrede u toku sporta i rekreacije u 5% slučajeva<sup>(167,168)</sup>. Sam lateralni plato tibije je zahvaćen u 55% do 70% frakturna platoa tibije, 10-25% čine frakture medijalnog platoa tibije i 10-30% čine bikondilarne frakture<sup>(167)</sup>. Otpriklje, 90% svih frakturna platoa tibije su udružene sa povredom mekog tkiva, a 1-3% su otvorene frakture<sup>(169)</sup>. Ekstraartikularne frakture proksimalne tibije su zastupljene u 5-10% svih frakturna tibije.

### 1.10.2. MEHANIZAM NASTANKA POVREDA

Unazad 85 godina, prelomi proksimalne tibije opisivani su kao "bumper fracture"<sup>(170)</sup> jer su nastajale kod niskoenergetskih pešačkih nesreća usled udara branika od automobila. U današnje vreme, većina frakturna tibijalnog platoa su posledica udara motornog vozila ili pada sa visine<sup>(171-176)</sup>. Frakturna platoa tibije nastaje zbog direktnе aksijalne kompresije, obično sa valgus (češće) ili varus (ređe) momentom, i usled indirektnе sile smicanja<sup>(175,177)</sup>. Prednji aspekt femoralnih kondila je klinastog oblika; kada je koleno u punoj ekstenziji, sila stvorena prilikom povrede pomera kondile u tibijalni plato<sup>(178)</sup>. Pravac, opseg mesto sile, kao i pozicija kolena pri samom udaru, određuje vrstu frakture, mesto, i stepen dislokacije<sup>(177)</sup>. Ekstraartikularne frakture proksimalne tibije najčešće su posledica direktnih sila savijanja koje deluju na metadiafizealnu regiju gornjeg dela donjeg ekstremiteta.

Kada je frakturom zahvaćen samo jedan deo tibijalnog platoa, obično se radi o lateralnom platu<sup>(173,178-184)</sup>. Ovo se dešava zbog anatomske ose zglobo kolena, koja je normalno 7° u valgus položaju, kao i predominacija povreda koje uzrokuju spoljašnje i unutrašnje direktnе sile<sup>(117)</sup>. Faktori pacijenta kao što su starost i kvalitet kostiju takođe utiču na vrstu frakture. Stariji pacijenti sa osteopenijom imaju veće šanse da zadobiju prelome depresionog tipa<sup>(185-187)</sup>, jer njihova subhondralna kost ima manje šanse da istrpi aksijalno usmereno opterećenje. Nasuprot njima, mlađi pacijenti sa gušćom subhondralnom kosti imaju veće šanse da zadobiju prelome po tipu rascepa sa udruženom rupturom ligamenta<sup>(179,187,188)</sup>.

#### 1.10.2.1. Znaci i simptomi

Frakture u blizini proksimalne tibije treba uzeti u obzir kao diferencijalnu dijagnozusvaki put kada se pacijent žali na bol u kolenu i oticanje nakon manje ili veće traume. Saznanje o mehanizmu povrede, kliničkoj stabilnosti, radiografskim nalazima i udruženim povredama su od suštinskog značaja za odluku o terapiji preloma kolena. Inicijalna evaluacija kolena posle traume

uključuje, palpaciju - da bi se izazvala osetljivost regije potencijalnog preloma ili disruptije ligamenta. Hemartroza je obično prisutna; međutim, kapsularna disruptija može dovesti do ekstravazaciju okolna meka tkiva.

Pažljiv neurovaskularni pregled ekstremiteta trebao bi da prati i opis stanja kože i prisustva otoka. Mora se isključiti i mogućnost nastanka kompartment sindroma koji se može razviti kao posledica dejstva visoko energetskog mehanizma. U slučaju da se pulsevi ne palpiraju, treba obaviti Doppler ispitivanje. Ako su prisutni klinički znaci kompartment sindroma (bol van proporcija, ili bol usled pasivnog rastezanja nožnih prstiju), trebalo bi meriti kompartment pritiske putem monitoringa. Kompartment pritiske bi takođe trebalo meriti kod pacijenata bez svesti, pacijenata sa napetom i otečenom nogom. Ako postoji zabrinutost u pogledu vaskularnog integriteta ostalog dela ekstremiteta, trebao bi se odrediti zglobno-brahijalni indeks<sup>(189)</sup>. Ako iole postoji redukcija pokreta, zglobno-brahijalni indeks pada ispod 0.9, i potrebno je konsultovati vaskularnog hirurga.

#### 1.10.2.2. Udružene povrede

Povreda kolateralnih ligamenata je prijavljena u 7 do 43% slučajeva preloma platoa tibije.<sup>(172,173,177,179,190-198)</sup>, a ruptura prednjeg ukrštenog ligamenta je prijavljena u 23% slučajeva visoko energetskih povreda<sup>(192,199)</sup>. Povrede meniskusa su se javile 50% slučajeva preloma platoa tibije; U frakturnama po tipu rascepa, meniskusi mogu biti inkarcerirani unutar preloma<sup>(171,175,183,197,198,200,201)</sup>. Povrede ligamenata mogu biti problem za dijagnostikovanje pri inicijalnom pregledu tokom akutne faze. Varus i valgus stres testkolena u skoro punoj ekstenziji mogu se obaviti fluoroskopijom, na urgentnom odelenju ili pod opštom anestezijom u operacionoj sali<sup>(202)</sup>. Svako proširenje femorotibijalnog zglobo veće do 10° pri stres ispitivanju ukazuje na insuficijenciju ligamenta. Rascepne frakture lateralnog platoa tibije prate relativno visoku incidencu udruženih povreda ligamenata jer gusta spongiozna kost kod rascepnih frakturna ne podleže kompresiji. Energija se stoga ne rasipa i sila se prostire do medijalnog kolateralnog ligamenta.

#### 1.10.3. DIJAGNOSTIKA POVREDA

Kroz anamnezu bi trebalo dobiti podatke kojima se utvrđuje mehanizam povrede i opšte stanje pacijenta, starost, funkcionalni i ekonomski zahtevi. Detaljan fizikalni pregled je neophodan da bi se utvrdile prateće povrede ligamenata, neurovaskularne povrede, kompartment sindrom, dodatni prelomi i druge povrede. Kompartimentni pritisci bi trebali da se mere preciznom metodom ako postoji sumnja na postojanje kompartment sindroma. Arteriogram bi trebao da se uradi kod preloma kod kojih se sumnja na udruženu vaskularnu povrodu i kod preloma sa dislokacijom. Pacijenti sa očiglednom vaskularnom povredom odmah bi trebali da se upute u operacionu salu radi vaskularne eksploracije i revaskularizacije.

Radiografska evaluacija uključuje standardne snimke traume kolena, anterio-posteriorni, lateralni, i oba kosa snimka (*Slika 28.*)<sup>(203-205)</sup>. Usled 10 do 15° posteriornog nagiba zglobne površine tibije ovi položaji mogu biti neadekvatni za utvrđivanje artikularne depresije<sup>(157,205)</sup>. Stoga, snimak pri nagibu platoa tibije 10 do 15° trebao bi da se koristi za procenu zglobnog odstupanja<sup>(157,202)</sup>. Snimak pomoću assistirane trakcije od strane lekara je često koristan kod visoko energetskih frakturna sa teškom impakcijom i metadijafizealnom fragmentacijom. Ligamentotaksija laganim "in-line" povlačenjem često smanjuje razdvojene komponente i može dati lekaru dodatnu informaciju o vrsti preloma pre nego što stignu rezultati kompjuterizovane tomografije (CT). Pored pružanja dokaza o proceni i vrsti preloma radiografija često pruža dokaz o udruženoj povredi ligamenta. Avulzija glavice fibule i Segondov znak (avulzija spoljašnje kapsule) su znaci udružene povrede ligamenta<sup>(191,202,206)</sup>, dok se Pellegrini-Stieda lezija (kalcifikacija duž insercije medijalnog kolateralnog ligamenta) viđa kasnije i predstavlja povredu medijalnog kolateralnog ligamenta.

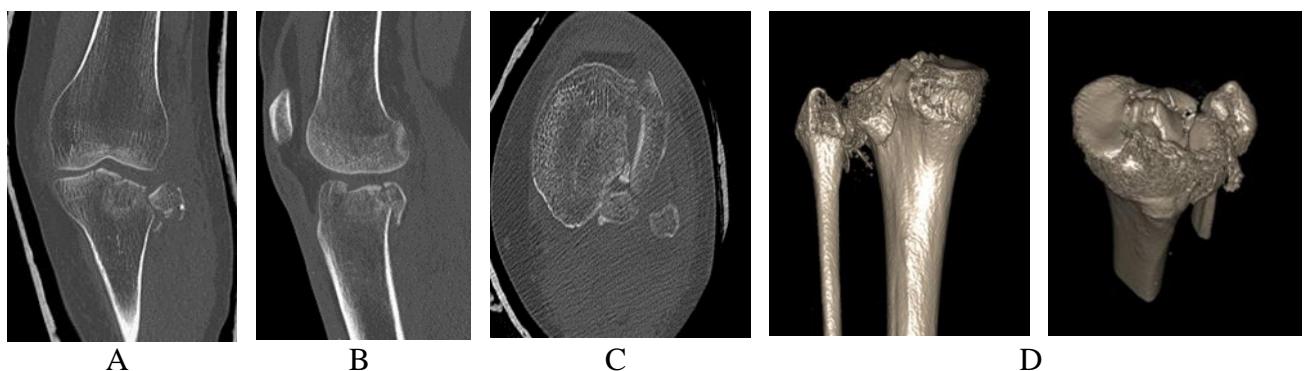


*Slika 28.* Standardni RTG snimci traume. Unutrašnji kosi snimak (A), lateralni (B), anterio-posteriorni (C), spoljašnje rotirani kosi (D) otkrivaju minimalno dislokovani prelom platoa tibije

(preuzeto od *Rockwood & Green's Fractures in Adults, 6th Edition Copyright ©2006 Lippincott Williams & Wilkins*)

CT je zamenio običnu tomografiju za evaluaciju fracture kolena. CT skeniranje sagitalnom rekonstrukcijom je povećalo dijagnostičku preciznost preloma platoa tibije i indikovano je u slučajevima artikularne depresije (*Slika 29.*)<sup>(207-211)</sup>. CT dijagnostika je svojom preciznošću povećala nivo slaganja među lekarima u vezi klasifikacije preloma platoa tibije<sup>(210)</sup>. Štaviše, ove studije su odlični dodaci pre operativnom planiranju i razmatranju o postavljanju osteosintetskog materijala ako se radi o perkutanoj fiksaciji kao operativnoj metodi.

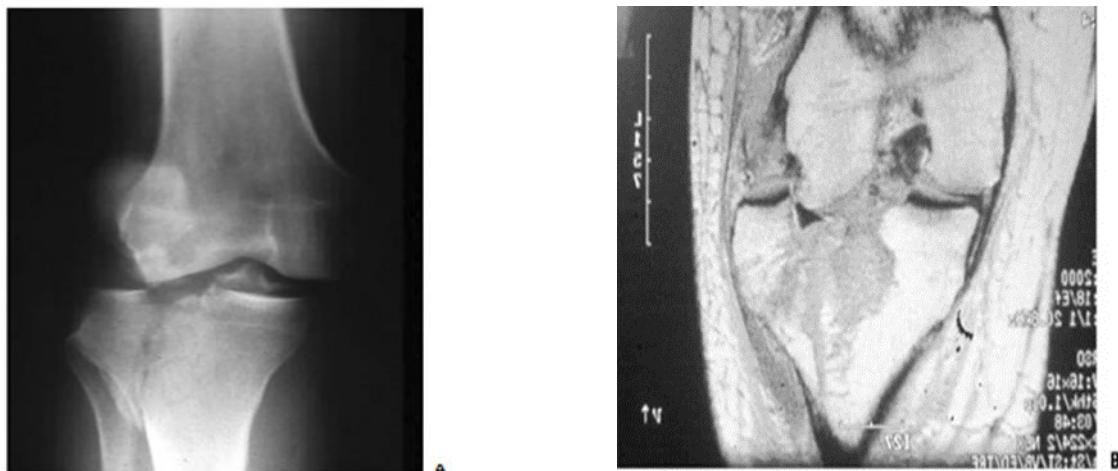
Aksijalni snimci su često najkorisniji za određivanje konfiguracije preloma i planiranje postavljanja osteosinteskog materijala, kao i mesta hirurškog reza.



Slika 29. Koronalni (A), sagitalni (B), aksijalni (C), i 3D (D) CT otkriva zgloboznu impakciju i pomaže daljem otkrivanju ostalih frakturnih fragmenata

(preuzeto sa <http://radiopaedia.org/cases/tibial-plateau-fracture-schatzker>)

Magnetna rezonanca (MRI) je nedavno predložena kao metoda za evaluaciju preloma proksimalne tibije kao alternativa CT dijagnostici ili artroskopiji (Slika 30.).<sup>(194,195,212-215)</sup> Ovaj modalitet procenjuje obe komponente i koštane i meko-tkivne koje mogu biti zahvaćene povredom, neinvazivnog je karaktera. Mnoge studije su bile u mogućnosti da demonstriraju prednosti ovog modaliteta; međutim, cena MRI dijagnostike može biti previsoka za nečije standarde. Iako mnogi hirurzi smatraju ovo kao najznačajniji imidžing modalitet kod ovakvih povreda, trenutno ne postoji čista usaglašenost za korišćenje MRI kod preloma platoa tibije.<sup>(212-215)</sup>



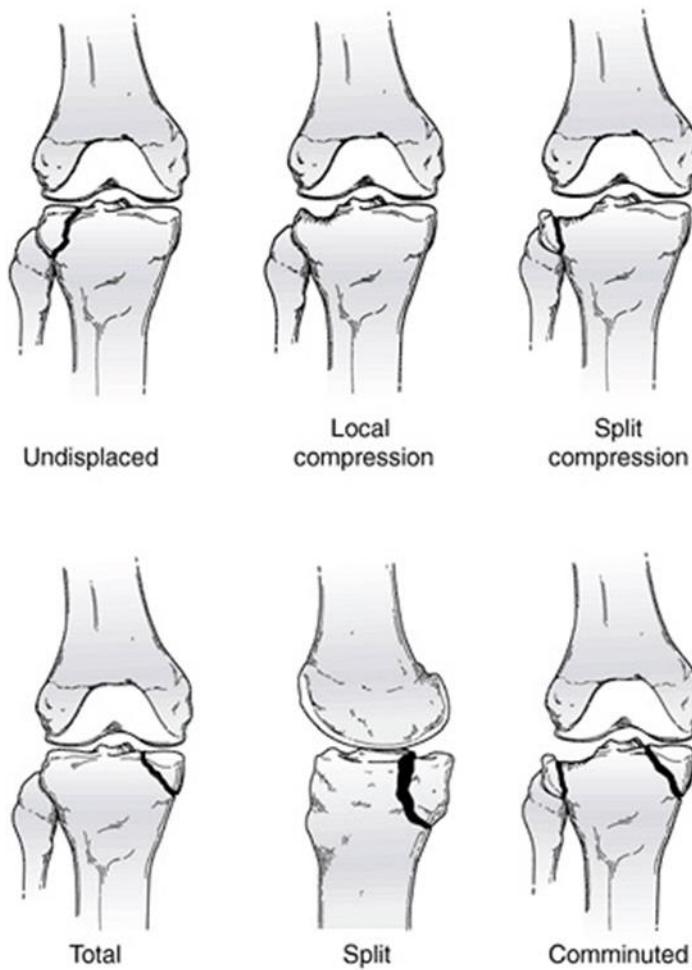
Slika 30. Radiografija (A) sa propratnom MRI (B) preloma platoa tibije. Može se videti inkarcerirani meniskus unutar prelomne pukotine, kao i povreda prednjeg ukrštenog ligamenta.

(preuzeto od Rockwood & Green's Fractures in Adults, 6th Edition Copyright ©2006 Lippincott Williams & Wilkins)

#### 1.10.4. KLASIFIKACIJA POVREDA

Brojni klasifikacioni sistemi opisuju prelome platoa tibije<sup>(178,179,167,216,202,167,217,218)</sup>. Većina ovih sistema je veoma slična, i svaki od njih opisuje klinaste, kompresivne i bikondilarne tipove.

Hohl - ova klasifikacija je bila prva široko prihvaćena klasifikacija preloma platoa tibije<sup>(202)</sup>, koja je ove prelome klasifikovala u prelome bez dislokacije i sa dislokacijom. U kategoriju sa dislokacijom, svrstao je lokalnu kompresiju, podeljenu kompresiju, totalnu kondilarnu depresiju, i sitne frakture (*Slika 31.*).

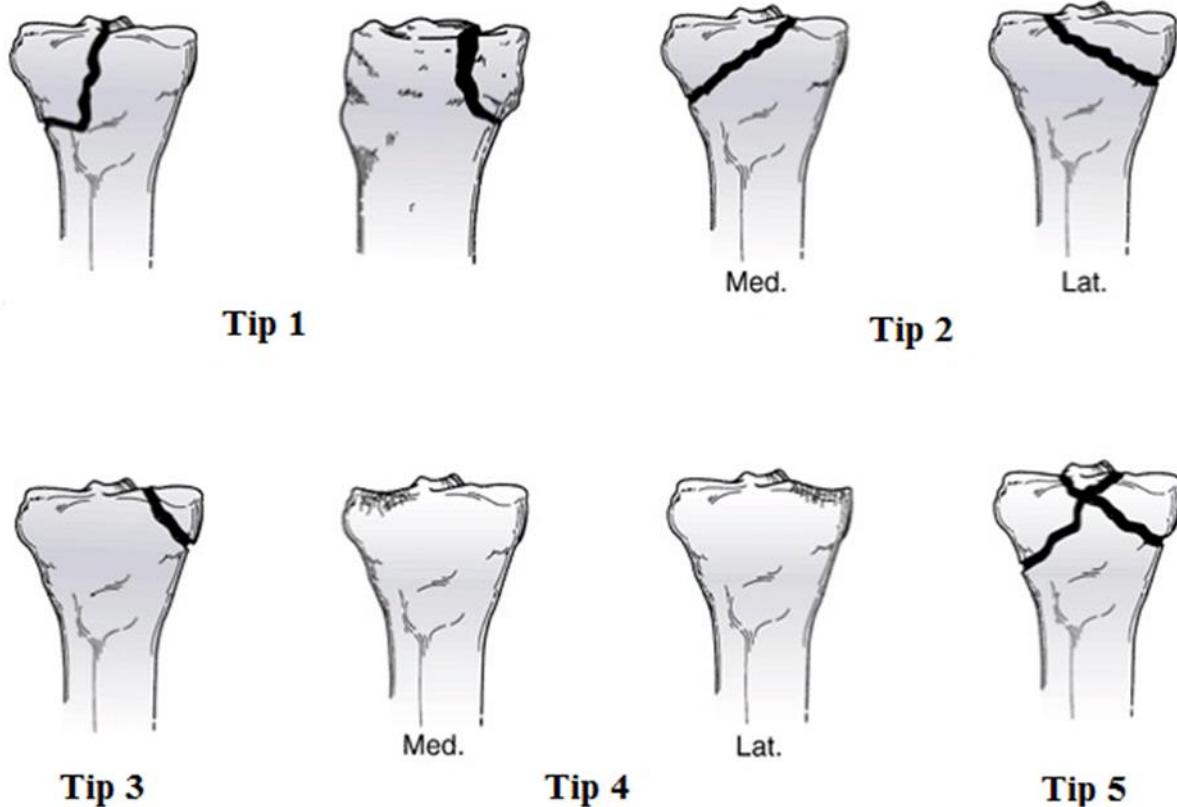


*Slika 31. Hohl-ova klasifikacija preloma proksimalne tibije*

(preuzeto sa [http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383\(09\)00458-6/abstract](http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383(09)00458-6/abstract))

Moore je proširio Hohl – ove koncepte, uzimajući u obzir i visokoenergetske povrede kao i rezultirajuću nestabilnost kolena<sup>(167)</sup>. Njegova klasifikacija preloma-subluksacija kolena je podeljena na pet tipova. Tip I je rascepni prelom medijalnog platoa tibije u koronarnoj ravni; Tip II je kompletan prelom kondila u kojem fraktturna linija počinje u suprotnom odeljku i širi se duž tibijalne eminencije; Tip III predstavlja nasilno odvajanje ivice (ovi prelomi su udruženi sa visokom

stopom neurovaskularnih povreda); Tip IV je drugi tip ivičnog preloma, ivična kompresivna povreda koja je obično udružena sa nekim tipom kontralateralne povrede ligamenta; i Tip V je četvorodelni prelom u kojem se tibijalna eminencija odvaja od tibijalnih kondila i tibijalne osovine (*Slika 32.*)<sup>(167)</sup>.

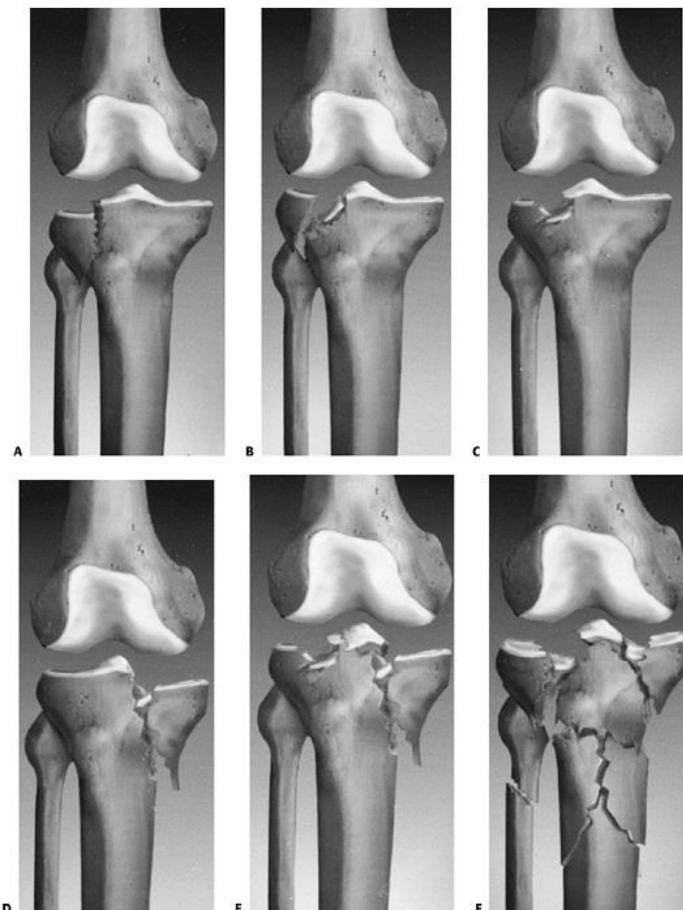


*Slika 32. Moore klasifikacija preloma tibijalnog platoa*

(preuzeto od Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP. *Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. J Orthop Trauma 1987; 1 (2) 97-119*)

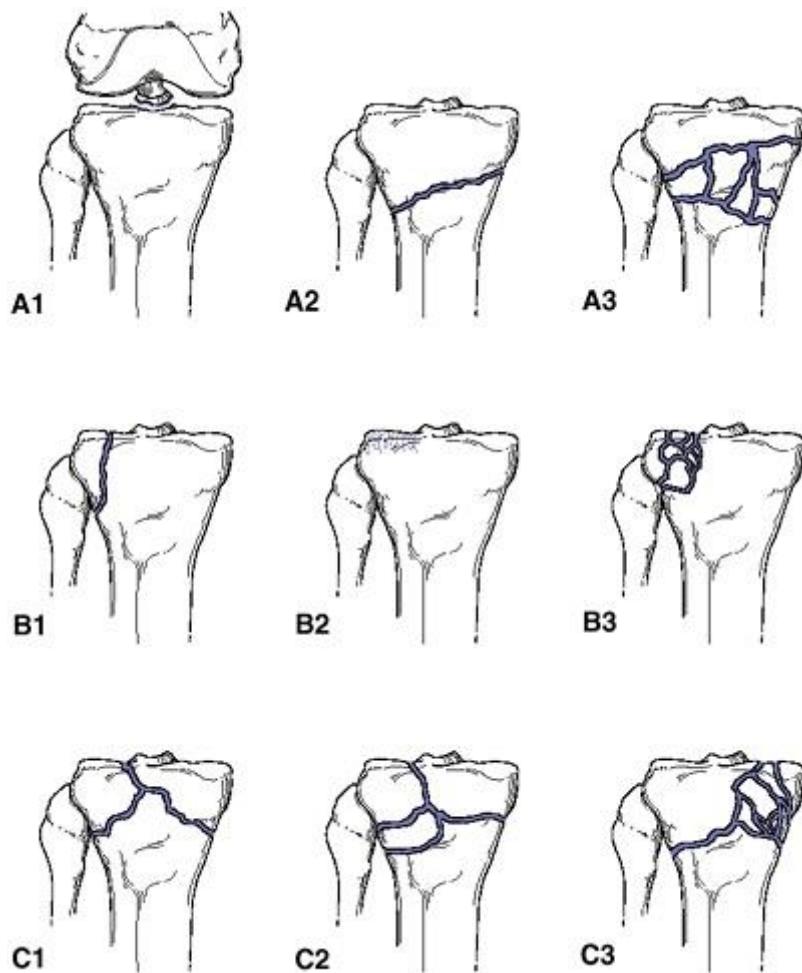
Schatzker - ova klasifikacija preloma platoa tibije se trenutno najviše koristi prva je napravila razliku između medijalnog i lateralnog preloma platoa tibije (*Slika 33.*)<sup>(179,219)</sup>. Tip I (podeljen prelom) predstavlja čist rascep lateralnog tibijalnog platoa koji rezultira stvaranjem ulomaka klinastog oblika. Tip II (podeljena depresija) je rascep lateralnog platoa tibije u kom se preostala zglobna površina spušta u metafizu. Tip III je čista centralna depresiona fraktura lateralnog tibijalnog platoa sa intaktnom koštanom ivicom. Tip I uključuje medijalni plato tibije i podeljen je u dva podtipa: podtip A, koji predstavlja rascep i B, koji predstavlja depresionu frakturu medijalnog platoa tibije. Svaki od ovih tipova može biti kombinovan sa prelomom tibijalnog grebena. Tip V je bikondilarni prelom u kome je frakturna linija često obrnuta, a metafiza i dijafiza ostaju intaktne. Tip VI je prelom platoa tibije u kojem postoji dislokacija između metafize i dijafize;

ovi prelomi mogu imati različiti stepen kominucije jednog ili oba tibijalna kondila i zglobne površine<sup>(179,219)</sup>. Honkonen i Jarvinen su modifikovali Schatzkerovu klasifikaciju uzimajući u obzir preostalo poravnanje ekstremiteta. Oni dele prelome tipa VI u dve grupe; one koji su medijalno i lateralno nagnuti tako da uzimaju u obzir funkcionalne (praktične, korisne) rezultate lečenih preloma sa preostalim uglom<sup>(175)</sup>.



*Slika 33. Shatzker klasifikacija intra-artikularnih preloma tibijalnog platoa. Prelomi su klasifikovani prema stepenima (I-VI) prema težini i složenosti koštane povrede  
(preuzeto sa [http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383\(09\)00458-6/abstract](http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383(09)00458-6/abstract))*

U klasifikaciji udruženja ortopeda i traumatologa (OTA), koja je zasnovana na osnovu klasifikacije udruženja za proučavanje unutrašnje fiksacije (AO/ASIF), proksimalna tibia je označena u 43 segmenta i podeljena u tri glavne kategorije. Tip A preloma su ekstraartikularni. Tip B preloma su delimično artikularni podeljeni na tri glavne kategorije: B1 su čisti rascepi, B2 su čiste depresije i B3 su rascepi-depresije. Tip C preloma su kompletni artikularni prelomi i takođe su podeljeni u tri podtipa: Tip 1 je obični artikularni i metafizealni, Tip 2 je obični artikularni i multifragmentarni metafizealni i Tip 3 multifragmentarni artikularni (*Slika 34.*)<sup>(217,218)</sup>.



*Slika 34. AO/OTA klasifikacija proksimalnih tibijalnih preloma. (A1-A3) podrazumeva prelome gde nije zahvaćena artikularna površina kondila - ekstraartikularni (B1-B3) sadrži unikondilarne - delimično artikularne i (C1-C3) sadži kompleksne bi-kondilarne prelome – intraartikularni (preuzeto sa [http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383\(09\)00458-6/abstract](http://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383(09)00458-6/abstract))*

#### 1.10.5. LEČENJE POVREDA

Prelomi bez dislokacije ili sa minimalnom dislokacijom mogu biti lečeni neoperativno (173,183,202,219,220). Indikacije za neoperativnu u odnosu na operativno lečenje dislokovanih preloma platoa tibije široko variraju u literaturi, veliki broj hirurga prijavio je odlične rezultate neoperativnog lečenja dislokovanih preloma tibijalnog platoa<sup>(175,202,216,220-223)</sup>, dok drugi zastupaju stav o anatomsкоj restauraciji zglobne površine<sup>(173,179,219,224)</sup>. Opseg artikularne depresije koji može biti prihvaćen varira od manje od 2 mm do 1 cm<sup>(179,184,202,219,220,224)</sup>. Još važnije, potreba za operacijom preloma tibijalnog platoa trebala bi biti bazirana na nestabilnosti većoj od 10° ekstendiranog kolena u odnosu na kontralateralnu stranu<sup>(183,184)</sup>. Kod rascepnih preloma postoji veća verovatnoća da budu nestabilni u odnosu na čiste depresione prelome kod kojih je ivica intaktna.

Kao što je spomenuto ranije, otvoreni prelomi, prelomi udruženi sa vaskularnim povredama ili kompartment sindromom zahtevaju hitnu hiruršku intervenciju.

#### 1.10.5.1. Neoperativno lečenje

Nedislokovani i stabilni prelomi se najbolje leče neoperativno. Opterećenje teretom i rano pokretanje kolena kod ovih preloma su veoma bitne metode o čemu se usaglasio veliki broj autora. Neuspeh da se održi redukcija sa vežbama pokretljivosti kolena je indikacija da se prelom leči operativno. Treba započeti izometričke vežbe kvadricepsa i progresivne pasivne, aktivno-potpomognute, i aktivne vežbe pokretljivosti u zglobu kolena. Delimično opterećenje teretom (30 do 50 lbs) od 8 do 12 nedelja sa progresivnim povećanjem opterećenja teretom do granice tolerancije.

Znatna atrofija kvadricepsa i smanjen obim pokretljivosti u zglobu kolena su česti nakon duge gipsane imobilizacije noge<sup>(202)</sup>. Upotreba dugačkog gipsa trebala bi biti rezervisana za nepouzdane pacijente; u ovakvim slučajevima, gips bi trebao biti postavljen pri fleksiji kolena do 45 stepeni. Apley je opisao korišćenje skeletne trakcije da se obezbedi poravnanje dislociranih preloma tibijalnog platoa koja omogućuje pokrete u zglobu kolena<sup>(216)</sup>. Ova tehnika obuhvata upotrebu Steinmann igle koja se stavlja u tibijalnu osovinu ispod preloma uz skeletnu trakciju. Pacijenti miruju u krevetu do 6 nedelja, ali su dozvoljene aktivne vežbe pokretljivosti za koleno. Glavna ograničenja ove vrste terapije uključuju neadekvatnu redukciju zglobne površine i neefikasnu kontrolu poravnjanja ekstremiteta<sup>(202)</sup>. Osim toga, produžena hospitalizacija i ležanje su ekonomski neisplativi u današnjim vremenima. Kroz istoriju, gipsana imobilizacija je davala dobre funkcionalne rezultate<sup>(174,183,220,225)</sup>.

#### 1.10.5.2. Operativno lečenje

##### 1.10.5.2.1. Spoljna fiksacija

Spoljna fiksacija može uključivati klinove, tanke igle, ili njihovu kombinaciju (hibrid). Spoljni fiksatori mogu biti postavljeni preko preloma tako da tanke igle sa ili bez olive, hvataju fragmente preloma ili se ukrštaju kod zgloba kolena održavajući tako ligamentotaksu<sup>(226-236)</sup>. Suština je u tome da se igle plasiraju 10 do 14 mm ispod zglobne površine da bi se izbegla penetracija sinovijalnog sinusa odpozadi. Postavljanje igala na ovaj način pomaže da se smanji šansa za nastanak septičnog artritisa usled infekcije područja igala<sup>(237)</sup>. Glatke igle bi trebalo postaviti paralelno sa zglobnom površinom i ispod perkutano postavljenih šrafova ako je kombinovana fiksacija. Prednosti spoljašnje fiksacije uključuju minimalnu disekciju mekog tkiva, i mogućnost promene zategnutosti rama, tako da se na taj način kontroliše kompresija preko kominutivnih fragmenata preloma. Ovi ramovi mogu biti dinamizirani tokom zarastanja preloma, što može pomoći ako se srastanje oduži ili se uopšte ne desi u metafizealnoj regiji. Osim toga, spoljna

fiksacija obezbeđuje odličnu stabilnost u slučajevima gde postoje teži defekti mekog tkiva ili kosti. Na kraju, spoljna fiksacija omogućava korekciju ako postoji deformitet.

#### 1.10.5.3. Komplikacije

Komplikacije se mogu javiti bez obzira da li je lečenje bilo operativno ili neoperativno. Stopa komplikacija od 10% do 12%<sup>(183,238)</sup>, je prijavljena kod pacijenata koji su lečeni neoperativno, a 1% do 54%<sup>(176,178,221,226 239)</sup>, kod pacijenata lečenih operativno. Većina komplikacija koje su se javile kod pacijenata lečenih neoperativno su povezane sa dužim ležanjem i to: tromboembolija i pneumonija<sup>(178,221,238)</sup>. Dodatno, paraliza peronealnog nerva je prijavljena kao posledica lečenja gipsanom imobilizacijom<sup>(238)</sup>. Na kraju, infekcija predela oko igala može se pojaviti kod pacijenata kod kojih je za lečenje odabrana iglena skeletna trakcija proksimalne tibije.

##### 1.10.5.3.1. Rane komplikacije

Najteža komplikacija koja se javlja usled operacije preloma platoa tibije je infekcija. Infekcija se javlja od 3% do 38% slučajeva<sup>(176,221,226,240)</sup> u zavisnosti od tehnike operacije. Površne infekcije se javljaju u 3% do 38% slučajeva<sup>(176,178,179,221,226)</sup> a duboke infekcije u 2% do 9,5% slučajeva<sup>(176,221,226)</sup>. Infekcije predela igala su česte kada se koristi spoljnja fiksacija za lečenje preloma platoa tibije i viđa se i do 33% slučajeva<sup>(232,241,242)</sup>. Najveća briga je moguć razvoj septičnog artritisa ako postoji komunikacija između igle ili žice sa kapsulom zglobova kolena. Slabljenje kože predstavlja faktor rizika za nastanak kasnije infekcije što je naročito bitno kod proksimalnog dela potkoljenice zbog slabosti mekog tkiva koje pokriva taj predeo.

Tromboembolijske komplikacije se javljaju usled operativnog lečenja preloma platoa tibije<sup>(185)</sup>. Stopa javljanja duboke venske tromboze je prijavljena u 5% do 10%, a plućna embolija se javila kod 1% do 2% pacijenata<sup>(176,241)</sup>. Profilaksa duboke venske tromboze uključuje korišćenje kompresivnih čarapa, nisko molekularni heparin ili Coumadin; veoma je bitna agresivna terapija plućne embolije.

##### 1.10.5.3.2. Kasne komplikacije

Kasne komplikacije uključuju bol, gubitak fiksacije, posttraumatski arthritis i loše srastanje. Najčešća kasna komplikacija koja prati operaciju preloma tibijalnog platoa je bol usled fiksacije i javlja se u 10% do 54%<sup>(180,200,226)</sup>. Implantat se može ukloniti kroz jednu godinu ako je rađen ORIF (otvorena redukcija i unutrašnja fiksacija). Gubitak fiksacije je komplikacije koja se može smanjiti dobrim preoperativnim planiranjem i pripremom. Nepravilna upotreba implanta i/ili neadekvatna upotreba koštanog grafta kao potpore za artikularnu površinu može dovesti do gubitka redukcije<sup>(177,179)</sup>. Posttraumatska artroza se može razviti od inicijalnog oštećenja hrskavice ili može biti povezana sa rezidualnom zglobnom nepodudarnošću<sup>(243,244)</sup>. Zadovoljavajući funkcionalni rezultati mogu se dobiti i uprkos loših radiografskih rezultata, međutim, može biti i posledica očuvanja meniskusa i njegove sposobnosti da ponese opterećenje lateralnog

kompartmenta<sup>(172,180,183,225)</sup>. Loše srastanje može nastati intra - artikularno usled neadekvatne redukcije ili zbog gubitka redukcije zglobnih površina. To se ogleda u odnosu zglobne površine platoa na tibijalnu osovinu. Rezultati pacijenata sa lošim srastanjem i rezidualnim varus ili valgus deformitetom većim od 10° su u korelaciji sa lošim dugoročnim funkcionalnim rezultatom<sup>(171,202)</sup>. Retke komplikacije uključuju: razderotine poplitealne arterije, osteonekrozu i nesrastanje<sup>(202)</sup>.

## 1.11. POVREDE DISTALNOG OKRAJKA TIBIJE

### 1.11.1. EPIDEMIOLOGIJA

Prelomi distalnog dela tibije su počeli češće da se javljaju posle 60-ih godina dvadesetog veka. Oni čine 0,7% od ukupnih preloma skeleta. Studija bazirana na osnovu registra Nacionalne bolnice u Finskoj pokazala je da se incidencija ovih frakturna kod osoba starijih od 60 godina povećala sa 57/100.000 ljudi u 1970. godini, na 130/100.000 u toku 1994. godine. Starosno prilagođena incidencija ovih preloma se takođe povećala i kod žena, sa 66 u 1970. godini do 162 u 1994. godini, a kod muškaraca, od 38 u 1972. godini do 82 u 1994. godini<sup>(245)</sup>. Studija praćenja istog stanovništva je pokazala da je učestalost ovih preloma porasla na 174 preloma na 100.000 lica u 2000. godini, a procenjuje se povećanje od tri puta do 2030. godine<sup>(246)</sup>. U daljoj analizi podataka Finskog stanovništva, faktori rizika za prelome skočnog zgloba su razjašnjeni. Povećana telesna masa i istorija pušenja povezani su sa povećanjem stope preloma skočnog zgloba i utvrđeno je da su to dva odvojena i nezavisna faktora koji doprinose učestalosti preloma skočnog zgloba. Niti menopauza ni opšte zdravstveno stanje nisu povezani sa povećanjem incidence preloma skočnog zgloba<sup>(247)</sup>. Ove studije, zajedno sa studijama iz Edinburškog ortopedskog trauma udruženja<sup>(248)</sup>, ukazuju da je epidemiologija preloma skočnog zgloba nastavlja da se menja kroz starosnu populaciju u razvijenim zemljama. Najveća učestalost preloma skočnog zgloba se javlja kod starijih žena. Generalno, većina preloma skočnog zgloba su izolovane maleolarne frakture, što čini dve trećine preloma, i bimaleolarni prelomi koji se pojavljuju u jedne četvrtine pacijenata, i trimaleolarni prelomi koji se javljaju u preostalih 7%. Otvorene frakture su retke, što čini samo 2% svih preloma skočnog zgloba<sup>(248)</sup>. Prelomi pilona tibije čine do 10% svih preloma donjih ekstremiteta i češći su kod muškaraca nego kod žena. Ovi prelomi se javljaju u širokom opsegu što se tiče starosne dobi, ali nisu uobičajene kod dece i starijih pacijenata. Prosečna starost pacijenata je između 35 i 40 godina. Ove povrede su uglavnom posledica saobraćajnih nesreća ili pada sa visine. Iskustva pokazuju da su se incidence ovih preloma povećala poslednjih godina. Pojava vazdušnih jastuka kod motornih vozila štiti ljude od smrtonosnih grudnih i abdominalnih povreda i omogućava ljudima da prežive nesreće koje uzrokuju visoko-energetske povrede donjih ekstremiteta<sup>(249,250)</sup>, dovodeći do povećanja incidence preloma tibijalnog pilona. Ekonomski aspekt ovih pojava je ozbiljan: 30-40% povređenih vraća se na posao tek nakon 2 godine (14% fizičkih radnika) a 35% ostaje sa značajnim, trajnim posledicama<sup>(249-251)</sup>. Jedan pacijent od dva ima više povreda, što utiče na tretman, oporavak, i rehabilitaciju.

### 1.11.2. MEHANIZAM NASTANKA POVREDE

Dva posebna, odvojena mehanizma dovode do frakture pilona tibije. Niskoenergetski mehanizmi su generalno rotacione frakture distalne tibije koje nastaju kao posledica pada ili sportske povrede, naročito pri skijaškim nezgodama. Visokoenergetske povrede su uglavnom aksijalne u kojima talus naleže u distalnu tibiju. Kao rezultat, distalna artikularna površina puca, pri čemu dolazi do impakcije i kominucije metafize kosti. Te povrede uglavnom nastaju kao rezultat pada sa visine ili tokom saobraćajnih nesreća. Tibijalna zglobna površina najviše zahvaćena silom, određena je pozicijom stopala u momentu udara. Vertikalna kompresiona sila koja deluje na taban dovodi do centralne depresije. Ako sila deluje na stopalo koje je u dorzifleksiji ili plantarnoj fleksiji, prelom izazivaprednje ili zadnje maleolarne povrede<sup>(252)</sup>. Udružene povrede su različite obično povezane sa samom nezgodom. Sile koje deluju prilikom pada sa visine ili udara motornog vozila i uzrokuju prelom pilona tibije takođe mogu često dovesti i do drugih povreda<sup>(253)</sup>. Druge frakture i povrede bile su prisutne kod 27% do 51% pacijenata sa prelomom pilona<sup>(254, 255)</sup>. Obostrani prelomi pilona tibije prijavljeni su u 0% do 8% slučajeva<sup>(254)</sup>. Na osnovu iskustva i saznanja incidencu obostranih preloma pilona tibije se povećala poslednjih godina<sup>(252-254)</sup>. Veća incidenca otvorenih preloma koja se kreće između 12% i 56% prijavljena je kod pacijenata koji su se uglavnom povredili prilikom udara automobila ili pada sa visine<sup>(256)</sup>. Kompartiment sindrom i vaskularne povrede su prijavljene u 0% do 5% slučajeva, i ređe se javljaju nego kod teških preloma proksimalne tibije<sup>(254,256)</sup>.

### 1.11.3. DIJAGNOSTIKA POVREDA

Osnovu dijagnostike čine klinički pregled, radiografska snimanja i CT dijagnostika. Pacijenta treba oprezno pregledati zbog opasnosti od udruženih povreda. Kada isključimo povrede koje mogu biti životno ugrožavajuće možemo se usredsrediti na samu povodu zglobo. Na samom početku pregleda očigledan je deformitet stopala. Mora se proceniti neurovaskularni status povređenog stopala. Otvorene rane se pregledaju da se utvrdi njihova veličina i stepen kontaminacije. Stanje kože bi trebalo pažljivo pregledati, uključujući veličinu otoka i prisustvno kožnih mehurića. Napetost i otok mekog tkiva je često prisutno i procenjuje se inspekcijom i palpacijom.

Prisustvo ili odsustvo kožnih nabora takođe predstavlja jedan od znakova na osnovu kojih se određuje oticanje mekog tkiva. Bitno je ocenjivati stanje zglobo kontinuirano, jer se prava priroda povrede mekog tkiva često otkriva odmah pri pregledu. Lokalne modrice i ekhimoze ukazuju na veći stepen dubokog oštećenja mekog tkiva. Iako se kompartiment sindrom retko javlja, trebao bi se uzeti u obzir i neophodno je pregledati napetost mišićnih kompartmana noge i stopala.

Standardni RTG snimci se rade u AP, lateralnom pravcu, kosom pravcu. Zatim se rade trakciona radiografija, RTG pilona tibije (AP sa uglom od  $15^{\circ}$  kaudalno) i RTG suporotnog pilona. Ponovljeni RTG snimak ekstremiteta koji je prethodno redukovani obezbeđuje više informacija o izgledu preloma, i trebao bi se rutinski raditi ako je inicijani RTG snimak pokazao široko dislokovan ili skraćen talus. (*Slika 35.*)<sup>(257)</sup>. Kalkanealna trakcija ili eksterna fiksacija može biti neohodna da se sačuva redukcija dislokovanog talusa<sup>(258)</sup>. Proksimalno širenje preloma ili sumnja na više proksimalnih povreda ukazuju da treba uraditi RTG snimak cele dužine tibije i fibule. Neki hirurzi smatraju da su kontralateralni snimci zglobova od pomoći kao šablon za preoperativno planiranje<sup>(259)</sup>.

Trispiralna tomografija je uveliko zamenjena CT skenerom. CT omogućava više informacija nego obični RTG snimci i često menja plan operacije<sup>(260)</sup>. CT snimak u aksijalnoj ravni opisuje veličinu i orijentaciju zglobnih fragmenata<sup>(261)</sup>. Ovo saznanje je krucijalno, naročito kod manje invazivnih pristupa, kod kojih se ograničene incizije plasiraju direktno preko frakturnih linija, a implantati se često postavljaju perkutano s ciljem da smanji količina uklanjanja mekog tkiva. Koronarni i sagitalni snimci obezbeđuju slike koji su slični sa konvencionalnom tomografijom. Informacija dobijena od CT snimaka pomaže pri operaciji i ograničava disekciju mekog tkiva. Zbog svega ovoga aksijalni CT snimci bi se trebali vršiti rutinski kao pomoć operativnom planu. Pre CT skeniranja, prethodna redukcija talusa optimizira kvalitet snimka.



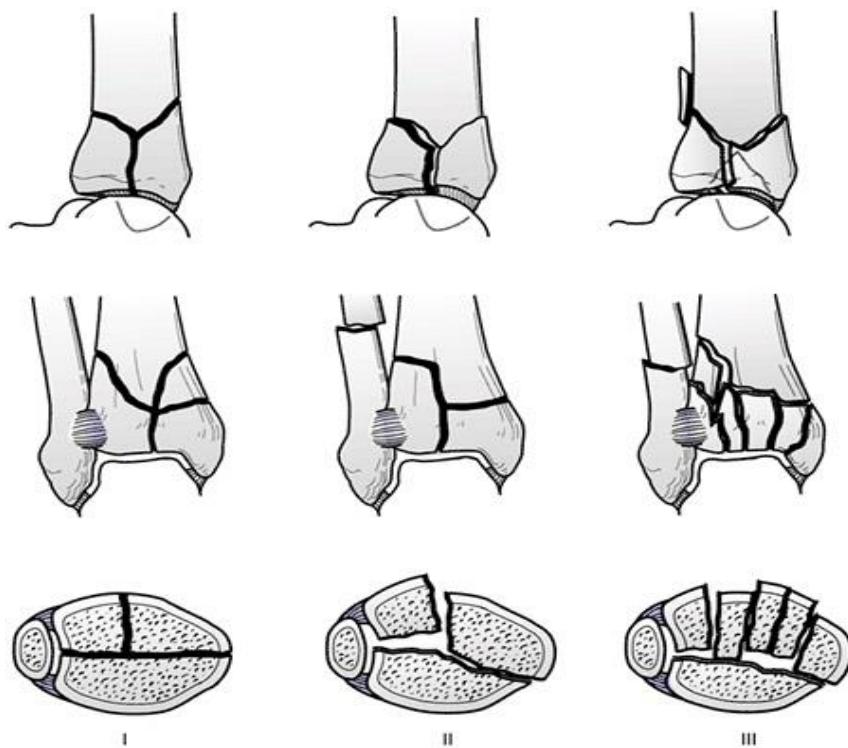
*Slika 35.* Anteroposteriorni (A) i lateralni RTG snimak (B) govore o AO/OTA C3 prelomu pilona tibije sa proksimalnom frakturom fibule. CT snimci u (C) aksijalnoj, (D) koronarnoj i (E) sagitalnoj ravni demonstriraju lokaciju i veličinu kominutivnih zglobnih fragmenata.

#### 1.11.4. KLASIFIKACIJA POVREDA

Povrede mekog tkiva se uvek moraju pažljivo evaluirati i opisati. Prisustvo otvorene rane sa komunikacijom zahteva hitnu operaciju. Pored ovih rana, bitna je uočavanje i observacija ostalih potencijalnih meko-tkivnih povreda kao što su abrazije, laceracije ili kraš povrede. Najčešće se povrede mekog tkiva, uzrokovane energijom oslobođenom od samog preloma, prezentuju kao oticanje tkiva, koje može biti jako, zatim kao duboke kontuzije i prelomni mehuri, koji ako su prisutni potrebno im je opisati veličinu i broj odnosno da li su u pitanju hemoragični ili čisti mehuri. Kod klasifikacije preloma pilona tibije bitni su brojni faktori. RTG snimci, pravac i stepen dislokacije talusa i artikularnih fragmenata bi trebalo uzeti u obzir. Talus je uglavnom proksimalno dislokovan, ali takođe može biti pomeren i u drugim pravcima. Stepen kominucije zglobne površine i područja metafize distalne tibije je bitan kao dokaz koji ukazuje na energičnost povrede. Proksimalno širenje frakturnih linija u dijafizu komplikuje lečenje i može prolongirati to vreme<sup>(262)</sup>. Bitno je takođe i prisustvo ili odsustvo udruženog preloma fibule, ako je prelom fibule prisutan, njegova lokalizacija i stepen kominucije su bitni za planiranje lečenja.i broj odnosno da li su u pitanju hemoragični ili čisti mehuri<sup>(263)</sup>.

##### 1.11.4.1. Ruedi - Allgower klasifikacija

Ruedi - Allgower klasifikacija je bila prva opšte korišćena<sup>(264,265)</sup>. Ova klasifikacija deli aksijalno opterećene prelome distalne tibije u tri tipa, na osnovu stepena kominucije zglobne površine. Tip I je nedislokovani rascepni prelom zgloba, tip II čini dislokovani ali minimalno kominutivni prelom zgloba, i tip III je visoko kominutivni i dislokovani prelom (*Slika 36.*)<sup>(264,265)</sup>. Ova klasifikacija ima samo tri kategorije koje se klinički primenjuju, ali prelomi sa širokim spektrom ozbiljnosti i deferencijalne dijagnoze nalaze se između tipa II i III.



*Slika 36. Ruedi - Allgower klasifikuju prelome distalne tibije u tri tipa na osnovu stepena zglobne kominucije.*

(preuzeto od Müller M, Allgower M, Schneider R, et al. *Manual of internal fixation*, 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1979)

Ruedi - Allgower klasifikacija može takođe imati i prognostički značaj zato što se ispostavilo da je incidenca komplikacija i ishoda preloma različita kada se uporede tip I i II sa tipom III preloma. Sa druge strane neki hirurzi su ustanovili da se klinički ishod ove tri kategorije manje jasno razlikuje<sup>(266)</sup>. Ovo iznenađujuće otkriće može biti delom uzrokovano lošom interpretacijom klasifikacije od samog lekara<sup>(203)</sup>.

#### 1.11.4.2. AO/OTA klasifikacija

Ruedi - Allgower sistem je naveliko zamenjen AO/OTA klasifikacionim sistemom, i ovo je sada univerzalna klasifikacija za sve prelome distalne tibije (*Slika 37.*)<sup>(267,268)</sup>. U ovom klasifikacionom sistemu distalni prelomi tibije su podeljeni u sledeće kategorije: tip A, vanzglobni prelomi; tip B, delimični prelomi zgloba; i C, prelomi čitavog zgloba. Sva kategorija je podeljena u tri grupe na osnovu veličine kominucije. Ove grupe su dalje podeljene u tri podgrupe na osnovu drugih karakteristika preloma, kao što su opis pravca i opis lokalizacije frakturne linije, prisustva ili odsustva asimetrične metafizealne impakcije, i mesta i veličine kominucije. Sveukupno postoji 27 podgrupa, što predstavlja veliki broj i teško je za snalaženje. Od devet grupa, samo četiri grupe predstavljaju prave prelome pilona tibije. Svi prelomi vezani za tip A su uglavnom retki. Oni su

ekstra-artikularni i mesto frakturne linije je uglavnom proksimalno. Neki od principa lečenja i prognoze ovih preloma ustvari imaju više zajedničkog sa prelomima tibijalne osovine nego sa prelomima pilona tibije. Iako je AO/OTA klasifikacija preloma distalne tibije logična i predstavlja vodič za lečenje, a verovatno i prognozu, loša interpretacija od strane lekara umnogome sputava pravilno korišćenje ovog sistema. Studije su pokazale da je dobra interpretacija ovog sistema postignuta samo u tipu A, B i C, a kod interpretacije devet grupa, a naročito 27 podgrupa klasifikacija nije pouzdana<sup>(203,269,270,271)</sup>.



Slika 37. AO/OTA klasifikacija preloma distalne tibije. Tri tipa preloma su: ekstra-artikulrani, delimično artikularni i totalno artikularni, i podeljeni su na devet grupa na osnovu stepena kominucije.

(preuzeto od Müller M, Allgower M, Schneider R, et al. *Manual of internal fixation*, 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1991)

#### 1.11.4.3. Tscherene i Goetzen klasifikacija zatvorenih preloma

Klasifikacija zatvorenih preloma koja se trenutno koristi predložena je od strane Tscherne-a i Goetzen-a<sup>(272)</sup>. Zatvoreni prelomi su svrstani u četiri kategorije od 0 do 3. Zatvoreni prelomi kod kojih ne postoje ili postoje minimalne povrede mekog tkiva su svrstani u 0 stepen. Stepen 1 je kada postoji povreda mekog tkiva u smislu značajne abrazije ili kontuzije kože i potkožnog tkiva, prisutna je i umerena dislokacija. Stepen 2 preloma predstavlja duboku abraziju sa lokalnom kontuzijom tkiva i zahvaćenošću mišića, nastaju delovanjem direktnе traume, i stepen 3

preloma je gde postoji ekstenzivna kontuzija ili kraš sa potkožnim avulzijama i teškim oštećenjem mišića uz često razvijanje kompartment sindroma. Opisali su takođe i rizična područja potkožnog tkiva na antero medijalnoj strani tibije. Iako je o ovoj metodi klasifikacije dosta diskutovano u literaturi, pouzdanost lekara u interpretaciji i reprodukciji ove klasifikacije još nije ispitana. Brojni faktori se uzimaju u obzir u svakoj kategoriji, kao što su konfiguracija preloma, izgled mekih tkiva i vaskularni status ekstremiteta. Opis mekog tkiva uključuje abrazije, kontuzije i potkožne avulzije.

#### 1.11.4.4. Gustilo - Anderson klasifikacija otvorenih preloma

Oni su klasifikovali otvorene preloma u tri tipa<sup>(273)</sup>

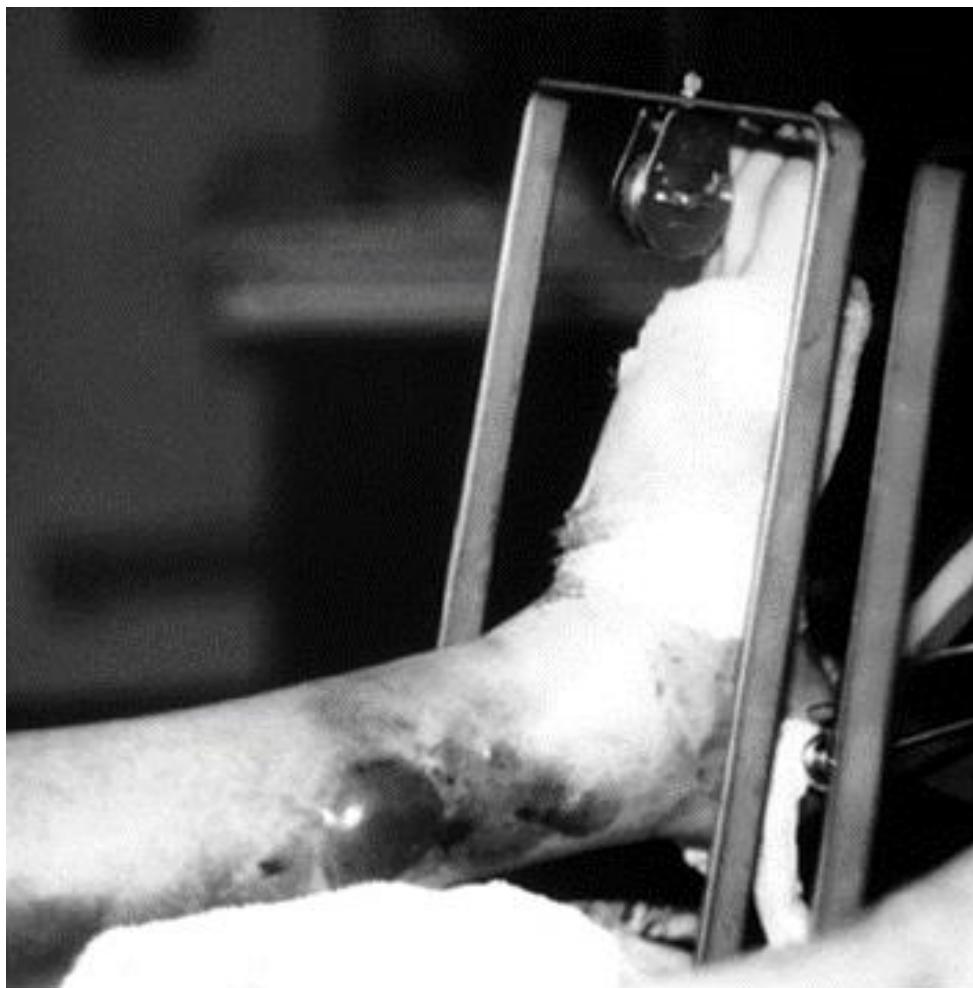
- **Tip I** predstavlja otvoreni prelom sa minimalnom kožnom lezijom do 1 cm, i minimalnom kominucijom;
- **Tip II** predstavlja otvoreni prelom sa prisustvom kožne lezije više od 1 cm, nema ekstenzivnog mekotkivnog oštećenja, a prisutna je umerena kominucija;
- **Tip III** je podeljen u tri podtipa;
- **Tip IIIa** predstavlja otvoreni prelom kod kojeg postoji ekstenzivna mekotkivna lezija, a koštani fragmenti nisu eksponirani;
- **Tip IIIb** otvoreni prelom kod kojeg je kost deperiostirana i postoji značajna kontaminacija i
- **Tip IIIc** uključuje i leziju magistralnog arterijskog suda koji zahteva reparaciju.

Stepen ozleda mekih tkiva ne mora direktno biti u vezi sa stepenom (tipom), AO klasifikacije preloma. One ne zavise samo od stepena kominucije preloma, već spoljne sile direktno produkuju ogrebotine ili kontuzije, koje zbog varijacija u lokalnom krvotoku ali i drugih faktora koje još ne razumeemo mogu biti varijabilno predstavljene. Drugi metod za analizu i proučavanje oštećenja mekih tkiva je transkutano merenje nivoa kiseonika. Ovaj metod je prijavljen i može imati kliničku primenu u budućnosti<sup>(274-277)</sup>.

#### 1.11.5. LEČENJE POVREDA

Velika dislokacija talusa kod ovih povreda trebala bi se redukovati, a zglob bi trebao biti immobilisan i eleviran. Ovo se privremeno može ostvariti postavkom udlage ili gipsa. Ako je postavljen cirkularni gips, trebao bi da bude bivalvularan da bi smanjio rizik od oticanja usled stezanja gipsa. Kod većina fraktura pilona, talus se ne može održavati u redukovanoj poziciji ili se ispružiti pomoću udlage ili gipsa. U ovakovoj situaciji jedina opcija je da se uradi kalkanealna trakcija, i da se elevira ekstremitet na Bohler-ov ram (*Slika 38.*)<sup>(262,263,271)</sup>. Trakciona igla može da se postavi u lokalnoj anesteziji. Korišćenje trakcije od 10% telesne težine je obično dovoljno da se održi talus u prethodno redukovanim položaju. Ovo omogućuje laku procenu kože i mekih tkiva,

održava elevaciju, i privremeno redukuje talus. Prelom se definitivno leči posle planiranja i kada su zadovoljavajući uslovi mekih tkiva. Zbog ograničenosti pacijenta na krevet, ova tehnika je najkompatibilnija sa planom za definitivnu operaciju koja može da se obavi relativno brzo nakon povrede putem premošćujućeg fiksatora ili perkutanim pristupima artikularne redukcije<sup>(278,279)</sup>.

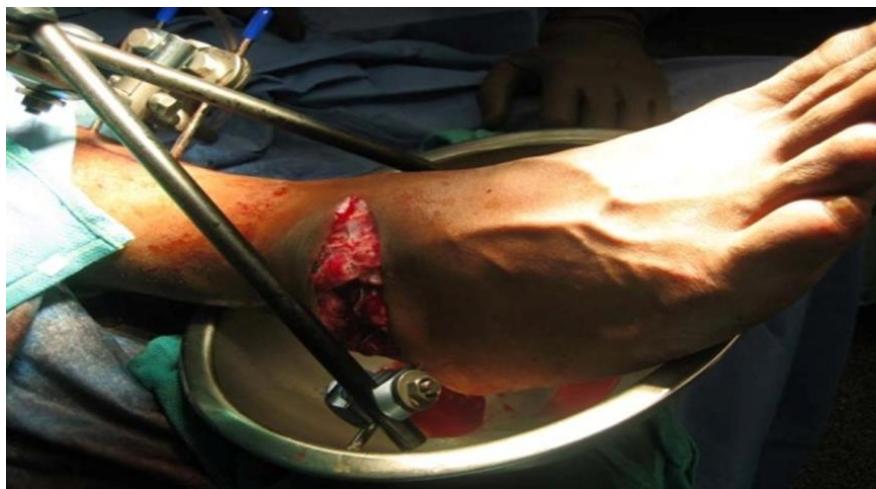


Slika 38. Transkalkanearna trakcija u Bohler-ovom ramu.

(preuzeto: <http://www.foothyperbook.com/trauma/pilonFx/PilonFracturesManagmt.html>)

Druga opcija da se održi dužina i prethodno poravna prelome je primena običnog premošćavajućeg fiksatora. Ramovi su obično konstruisani od jednostavnih “pin-bar” komponenti (Slika 39.)<sup>(280,281)</sup>. Ova procedura se izvodi hitno nakon prijema pacijenta, a fiksator se koristi kao sredstvo prenosne trakcije pre definitivnog lečenja. Pacijent na ovaj način može biti vertikalizovan i poslat kući, ili ako je potrebno u drugu ustanovu. Ova tehnika je bitan deo protokola koji naglašava duga odlaganja pre definitivne operacije, i delom je odgovorna za smanjenje komplikacija mekog tkiva koje nastaju usled postavljanja ploče. Pacijenti ponovo dolaze radi druge

operacije kojom se definitivno redukuje i izravnava zglobna površina, nakon što se smanjio otok mekog tkiva<sup>(264-266, 282-284)</sup>.



*Slika 39.* Na slici je prikazana konfiguracija privremenog premošćujućeg (spanning) spoljnog fiksatora. Ram se pruža od transfiksacionog kлина u kalkaneusu do dva klina sa prednje strane distalne tibije.

(preuzeto sa <http://www.foothyperbook.com/trauma/pilonFx/PilonFracturesManagement.html>)

Ova privremena stabilizacija često uključuje zamenu premošćujućeg rama sa drugom metodom definitivne stabilizacije kao što je hibridni fiksator (*Slika 40.*)<sup>(285)</sup>, ili ploča<sup>(286)</sup>.



*Slika 40.* Dve vrste hibridnih fiksatora za prelome tibijalnog pilona

(<http://www.foothyperbook.com/trauma/pilonFx/PilonFracturesManagement.html>)

## 1.12. APARAT PO ILIZAROVU

### 1.12.1. ISTORIJAT

Ilizarov aparat dobio je naziv po doktoru Gavriliu Abramoviču Ilizarovu (*Slika 41 A.*). Rođen je u Sovjetskom Savezu 1921. godine, a upisao je Medicinski fakultet u Krimu sa 18 godina. Nakon što je diplomirao 1944. godine njegov prvi posao je bio posao porodičnog lekara u provinciji Kurgan u Jugoistočnom Sibiru. S obzirom da je ovo bila udaljena oblast, Ilizarov je uglavnom radio sam i bio je sposoban za izvođenje velikog broja hirurških procedura. Pošto tamo nije bilo lekara sa iskustvom koji bi ga usmeravali, sam je učio mnoge hirurške procedure iz knjiga koje su predstavljale njegov jedini izvor učenja hirurgije za vreme šestomesečnog kursa iz oblasti ratne medicine.

Ilizarov se prvo zainteresovao za ortopediju i rekonstrukciju kosti jer su veliki broj njegovih pacijenata predstavljali vojnici koji su se vraćali sa frontova u toku drugog svetskog rata. Mnogi od ovih pacijenata su zadobili teške prelome i morali su da pretrpe dugotrajno lečenje; gips i skeletna trakcija bile su jedine metode koje su opšte korištene<sup>(287)</sup>. Ilizarov je verovao da postoje i drugi načini lečenja preloma te je posvetio svoju karijeru ortopediji.

1950. godine Ilizarov se preselio u Kurgan gde je radio na odelenju za opštu hirurgiju u Kurganskoj regionalnoj bolnici. Nastavio je svoje istraživanje usavršavanja lečenja preloma i razvio ideju o spoljnjem fiksatoru u vidu prstena sa ukrštenim iglama da poboljša njihovu stabilnost.

Prvi pacijent koji je bio lečen sa novim spolnjim fiksatorom bio je radnik koji je radio u fabrici u kojoj su se proizvodili metalni delovi za izradu prstena<sup>(287)</sup>. Iako je Ilizarov aparat naišao na skepticizam, slične konstrukcije su počele da se pojavljuju<sup>(32-34)</sup>.

Ilizarova metoda postala je šire prihvaćena nakon uspešnog lečenja sovjetskog skakača u vis, Valerija Brumela 1968. godine. Brumel je pretrpeo otvoreni prelom tibije, koju je nekoliko hirurga pokušalo da leči, ali bezuspešno. Tri godine posle preloma Brunel je video Ilizarova ali do tada se već razvio osteomijelitis i imao je značajno skraćenje ekstremiteta. Ilizarov je lečio obe komplikacije i Brumelu je omogućeno da nastavi svoju sportsku karijeru. Kao i prsten, Ilizarov je razvio svoj metod baziran na biomehanici i bazičnoj nauci.

Ilizarov je nastavio da radi na usavršavanju rama i tehnike. To je uključilo prebacivanje sa tradicionalne osteotomije (pravljenja preloma kroz kost) na kortikotomiju (rez samo kroz spoljašnji sloj kosti), kojom se čuva meko tkivo i smanjuje vreme koje je potrebno za zarastanje. Takođe je razvio njegov "zakon tenzionog stresa" kojim je ukazao da se pod dejstvom spore i postepene distrakcije, kost i meka tkiva regenerišu<sup>(287-289)</sup>.

Ilizarov metod se proširio i u Italiju nakon uspešnog lečenja italijanskog novinara Karla Maurija 1980. godine. Mauri je bio toliko impresioniran da je napisao članak u italijanskim

novinama nazvavši Ilizarova "Mikelanđelom ortopedije". Ovo je bio ključni momenat koji je rezultirao širenjem Ilizarove metode na ostatak sveta.

Danas, u Ruskoj federaciji u Kurganu postoji unapređena ustanova ili svetski naučni centar nazvan po G. A. Ilizarovu za rekonstruktivnu ortopediju i traumatologiju svih vrsta deformiteta i komplikacija preloma (*Slika 41 B.*). Takođe u ovom centru koji je ujedno i naučno nastavna baza za obuku mlađih stručnjaka, vrši se i eksperimentalni rad na životinjama. Centar ujedno vrši i obuku svih zainteresovanih za ovu metodu iz raznih krajeva sveta. Stručnjaci ovog centra su visoko kotirani u svetu a znanje stečeno u ovom centru prilikom obuke koristi stručnjacima za pravilnu primenu ove metode.



A



B

*Slika 41.* Gavril Abramovič Ilizarov 1921. – 1992. godina (A); Svetski naučni centar za rekonstruktivnu ortopediju i traumatologiju – Kurgan, Rusija (B)

### 1.12.2. INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE

Indikaciono područje primene aparata po Ilizarovu je široko: otvoreni i zatvoreni prelomi; pseudoartroze i defekti kostiju; skraćenje ekstremiteta; kontrakture zglobova; teška oštećenja zglobova; deformiteti kostiju.

Aparat ne bi trebalo postavljati kod pacijenata koji imaju: oštećenje psihe; nekritički odnos povređenog prema svom stanju; kod uzrasta mlađeg od 5 godina; kod opsežnog gnojnog zapaljenja mekih tkiva.

### 1.12.3. SASTAVNI DELOVI APARATA

Aparat je sastavljen iz sledećih delova: igle; obruči; poluobruči; lukovi; iglodržači; distanceri; ploče; pločice; podupirači; spojnice sa navojima; burence; podloške; šrafovi i navrtke. Od instrumenata potrebni su: sekač igala, klešta, dva tipa ključeva i zatezač igala (*Slika 42.*).

#### *Igle*

Standardna Kiršnerova igla od nerđajućeg čelika prečnika 1,5 mm i dužine 250 mm sa trogranim vrhom našla je i u ovoj metodi široku primenu. Povećanjem prečnika igle na 1,8 mm može se povećati i njihov stepen zategnutosti od 5-6% (kompresija do 30 kg) ili do 13% (kompresija veća od 30 kg). Osim standardne Kiršnerove igle koriste se još i igle sa stoperima, u obliku olive, vadičepa ili bajoneta (*Slika 42 – 25,26*).

Dokazano je na osnovu ispitivanja da se:<sup>(290,291)</sup>

- sa povećanjem ugla ukrštanja igala sa  $90^\circ$  na  $135^\circ$  dislokacija fragmenata se povećava za tri puta
- sa smanjenjem ugla ukrštanja igala sa  $90^\circ$  na  $45^\circ$  pravolinijsko dislociranje fragmenata smanjuje se sa jedan i po do dva puta, a povećava se stabilnost fragmenata
- najmanje pravolinijsko dislociranje fragmenata je pri uglu ukrštanja do  $60^\circ$
- sa povećanjem ugla ukrštanja igala uvećava se i njihovo uvijanje. Povećavanjem ugla ukrštanja sa  $45^\circ$  na  $135^\circ$

Sila zatezanja igala ima dve komponente:

- 1) početno zatezanje iglodržačima i
- 2) zatezanje silama kompresije i distrakcije koje se razvijaju u aparatu.

Proizvoljan izbor zategnutosti igala neretko dovodi do njihovog pucanja. U oba slučaja slabiji stepen fiksacije koštanih fragmenata. U eksperimentima je dokazano da optimalna sila zategnutosti mora biti 187 kg kako bi se spričilo pucanje igle. Ispitivanja su takođe pokazala da se smanjenjem rastojanja između unutrašnjih površina uporišta i kosti može povećati stepen zategnutosti igala od 21% do 32%.<sup>(290-292)</sup>

Igle sa stoperima se koriste za susretajuće – bočnu kompresiju, za dozirano premeštanje fragmenata i za povećanje fiksacije u sistemu kost – aparat. Igle sa stoperima mogu biti u obliku olive bajoneta i vadičepa. Zategnutost igala ne sme preći 30 kg kod igle sa stoperom u obliku bajoneta, 50 kg kod stopera na igli u obliku vadičepa i 120 kg kod stopera tj. igle sa olivom. Za fiksiranje fragmenata kostiju i povećanje stabilnosti u sistemu kost – aparat koriste se i kratke igle sa olivama tzv. "konzolarne igle". Za pravljenje takve igle neophodno je iglu skratiti na 1,5 do 2 cm od olive a potom se oblikuje vrh igle.

Kod provođenja igala sa pravilni trogranim vrhom u obliku piramide kroz metafizarne delove kostiju ne dolazi do značajnijeg zagrevanja kostiju. Međutim, provođenje takvih igala kroz

dijafizarne i sklerozantne delove kostiju praćeno je značajnim zagrevanjem režućeg dela igle. Tako nastaje termičko oštećenje kosti i pratećih mekih tkiva. Da bi se izbegle takve komplikacije, koriste se igle sa dvogramim (kopljastim, perastim) i jednogramim vrhom. Provođenje ovih igala značajno smanjuje oslobođanje toplove što je i eksperimentalno dokazano. Jednograni vrh ima prednost nad dvogramim jer tri puta manje oslobađa toplotu i skraćuje vreme dejstva visoke temperature na kost i okružujuća tkiva.

Baktericidno dejstvo igala postiže se njihovim prekrivanjem tankim slojem srebra, zlata i platine, Ilizarov 1982. godine<sup>(293)</sup>. U kontaktu sa tečnostima organizma ti metali kao joni prelaze u meka tkiva oko igle i deluju antiinflamatorno.

Osteosinteza dugih kostiju vrši se sa iglama prečnika 1,5, 1,8 i 2 mm i dužine 430 mm. Za provođenje igala kroz kost koriste se električne bušilice različitih tipova a najčešće ona koja rotira iglu sa 1200 obrtaja u minuti.

### ***Obruči i poluobruči***

Komplet aparata sadrži 11 veličina obruča i poluobruča od 0 do 10. Nulta veličina obruča ima unutrašnji prečnik od 100 mm. Prečnik svakog sledećeg se uvećava za 10 mm sve do broja 6 od koga se unutrašnji prečnik obruča povećava za 20 mm. Za svako povećanje obruča od 20 mm povećava se njegova debljina za 1 mm da se ne bi izgubilo na čvrstini obruča (*Slika 42 – 1, 2*).

### ***Lukovi***

Luk je širi obruč s produženim krajevima. Lukovi se koriste za fiksiranje igala koje se provode kroz proksimalnu natkolenicu. Prave se u sedam veličina sa unutrašnjim prečnikom koji varira od 80 do 260 mm (*Slika 42 – 3, 4*).

### ***Iglodržači***

Služe za fiksiranje igala za spoljašnja uporišta aparata. Postoje dva tipa: u obliku zatvorenog i otvorenog rama. U novije vreme pojava iglodržača u obliku šrafa izmenila je način zatezanja igala. Ovi šrafovi omogućavaju zatezanje i fiksiranje igala bez odstupanja igle od početnog položaja (*Slika 42 – 5, 6, 7, 8*).

### ***Distanceri***

Za spajanje spoljašnjih uporišta i drugih delova služe distanceri: teleskopski i narezani. Teleskopski i narezani distanceri imaju nekoliko dužina i to: teleskopski od 190, 220 i 380 mm, a narezani 60, 80, 100, 120, 150 i 200 mm. Postoje i distanceri sa žlebom koji se koriste za premeštanje igala u neophodnom smeru i distanceri sa otvorom koji takođe imaju istu namenu. Dozirano premeštanja igala koristi se za repoziciju koštanih fragmenata, premeštanje odlomaka, susretajuće – bočnu kompresiju, produženje fragmenata itd. Prave se u različitim veličinama (*Slika 42 – 9, 10, 11*)

### **Ploče**

Koriste se kao uporišta ili kao spajajući elementi aparata. Pomoću ploča moguće je premeštati dodatno uporište za susretajuće - bočnu kompresiju i korigovati angularne deformacije. Osim toga, za ploče se mogu fiksirati igle provedene u raznim pravcima i u ravnima. Razlikujemo tri tipa ploča: sa dva nareza, sa jednim narezom i bez nareza. Ima ih u različitim dužinama (*Slika 42 – 16, 17, 18*).

### **Pločice**

Razlikujemo tri tipa pločica: pravougle, lučne i spiralne. Pravougle pločice u osnovi služe za spajanje uporišta različitih veličina. Lučne pločice koriste se za montažu aparata kada je neophodna dopunska fiksacija igle koja ide van ravni uporišta. Spiralne pločice namenjene su spajanju delova aparata koji su postavljeni u perpendikularnim ravnima, montiranju ploča i drugih različitih spojeva. Ima ih različitih dužina i različitih broja otvora (*Slika 42 – 19, 20*).

### **Podupirači (Kronštajn)**

Kao važan deo aparata služe kao dopunska uporišta za igle koje se provode u različitim ravnima i smerovima. Služe i za montažu raznih zglobnih sistema i spojeva. Imaju od jednog do četiri otvora sa narezanim otvorom u osnovi i narezanim osnovnim produžetkom (*Slika 42 – 12, 13, 14, 15*).

### **Spojnice sa navojima (muf)**

Predstavljaju šestougaone navrtke sa perpendikularnim otvorom sa navojima. Koriste se za spajanje distancera u osovini ili pod pravim uglom (*Slika 42 – 21*).

### **Burence**

Predstavlja kratku cev čiji je unutrašnji prečnik veći od prečnika narezanog distancera. Funkcija mu je da kao dugačka podloška povećava nivo navrtke iznad ravni uporišta, što omogućava lakšu primenu drugog elementa u susedni otvor. Takođe služi i za pojačanje distancera kod sila savijanja. Od dva burenceta se može napraviti i zglob između dva distancera ili služiti za njihovo povezivanje (*Slika 42 – 22*).

### **Podloške**

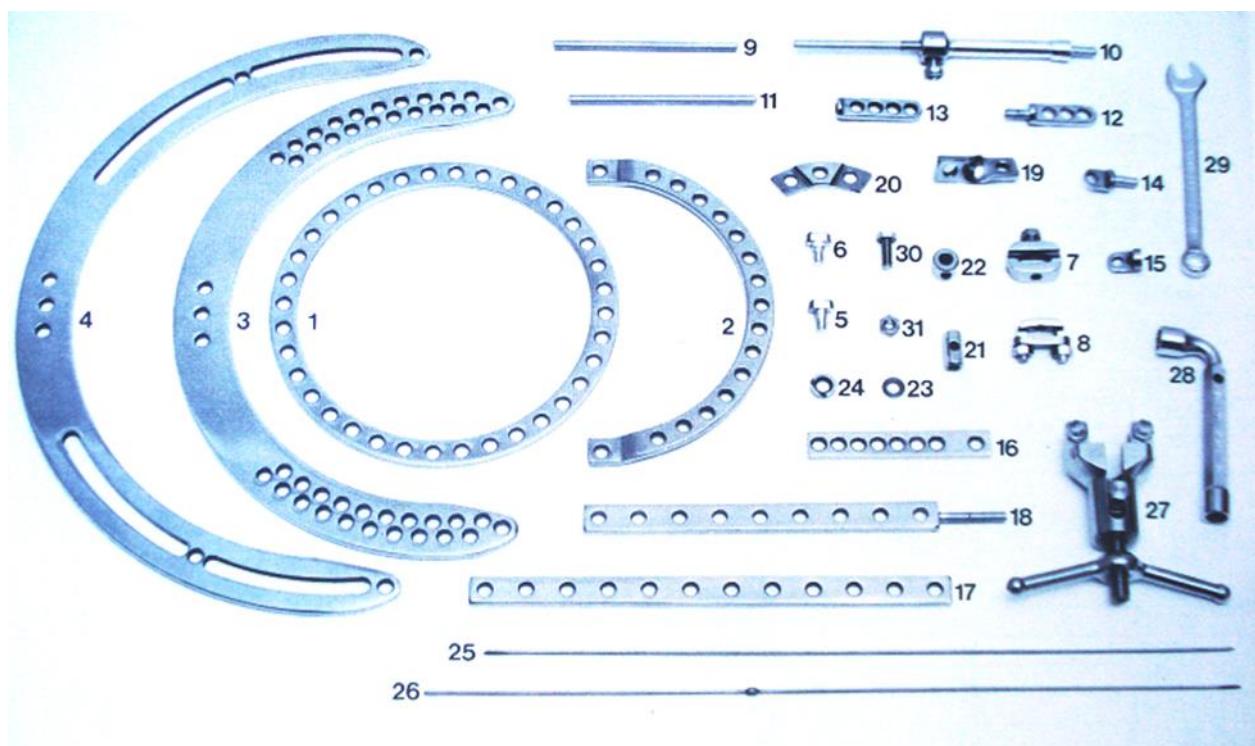
Razlikujemo: ravne, sa žlebom, nazubljene i sferično - konusne. Sve one imaju svoju funkciju prilikom povezivanja uporišta pod određenim uglom, za smanjenje trenja između dva rotirajuća elementa aparata i fiksiranje distancera pod određenim uglom (*Slika 42 – 23, 24*).

### **Šrafovi i navrtke**

Proizvode se u različitim dužinama (*Slika 42 – 30, 31*).

### **Osnovni instrumenti**

Podrazumeva sekač igala, klešta, dva tipa ključeva i zatezač igala (*Slika 42 – 27, 28, 29*).



Slika 42. Sastavni delovi aparata po Ilizarovu

#### 1.12.4. OPŠTA PRAVILA PRIMENE

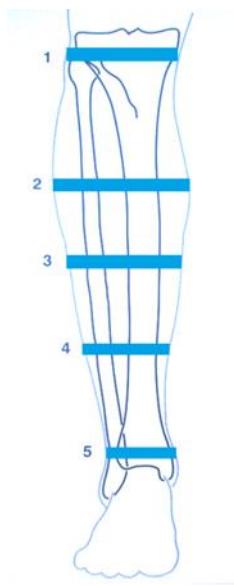
Obruči aparata biraju se tako da između unutrašnje površine obruča i površine ekstremiteta ostane prostor od 25 – 30 mm. Ako postoji veće rastojanje između njih smanjuje se stepen fiksacije fragmenata i otežava manipulisanje aparatom dok manje rastojanje uslovljava pritisak delova aparata na tkivo, što je praćeno bolovima i pojavom dekubitusa. Kost mora biti u centru obruča koji podleže fiksaciji. Obruči iste veličine koriste se za postavku na nadlaktici, podlaktici, potkolenici dok je na natkolenici distalni obruč manjeg obima i povezuje se pločicama za proksimalni. Pravilna primena aparata po Ilizarovu podrazumeva:

- koštani fragmenti moraju imati isti položaj u odnosu na odgovarajuće lukove ili obruče
- distanceri moraju biti međusobno paralelni, kao i paralelni uzdužnoj osovini fragmenata. Razdaljina između distancera i osovine fragmenata mora biti jednaka na svakom nivou fiksacije
- pravilna zategnutost igala do potpune koštane konsolidacije je neophodna
- što manji broj igala je potreban za stabilnu fiksaciju. Igle ne smeju da ugroze vaskularno snadbevanje koštane srži
- pokreti zgloba ne smeju da budu ugroženi postavkom igala u njihovoј blizini
- da bi se sprečilo prosecanje kože iglama kod kompresione osteosinteze potrebno je da meka tkiva budu povučena u stranu kontakta fragmenata dok se kod distrakcione ona moraju povući prema centru aparata.

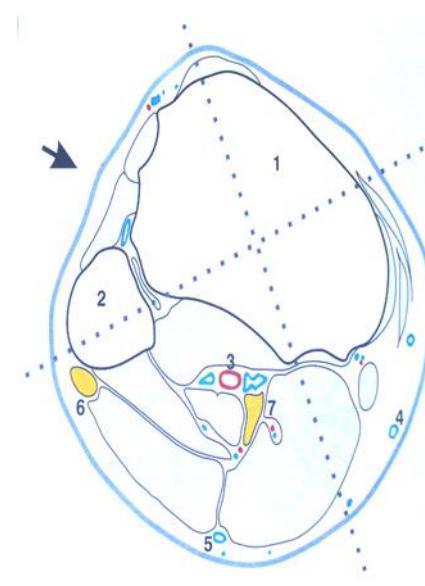
Najbolja kompresija fragmenata se ostvaruje kod poprečnih formi krajeva fragmenata kada se smer kompresije poklapa sa uzdužnom osovinom kosti. Kompresija kod spiralnih preloma se ostvaruje bočno - susretajućom trakcijom (lučno savijenim iglama, iglama sa olivom ili pomeranjem dopunskih obruča). Zategnutost igala od momenta postavke aparata vremenom sve više slabi, pa je neophodno vršiti dopunsko zatezanje igala.

U slučaju postojanja nedovoljnog stepena korekcije pozicije fragmenata i greške pri aplikaciji aparata nastaje nepravilna pozicija koja se kasnije mora dopunski ispraviti. Dijastaza između fragmenata koriguje se uvek posle ispravljanja ostalih tipova dislokacije (po širini, pod uglom, po periferiji i dr). Repozicija fragmenata pri aplikovanom aparatu postiže se na različite načine (dopunskim obručima i distancerima)<sup>(64,65,79)</sup>.

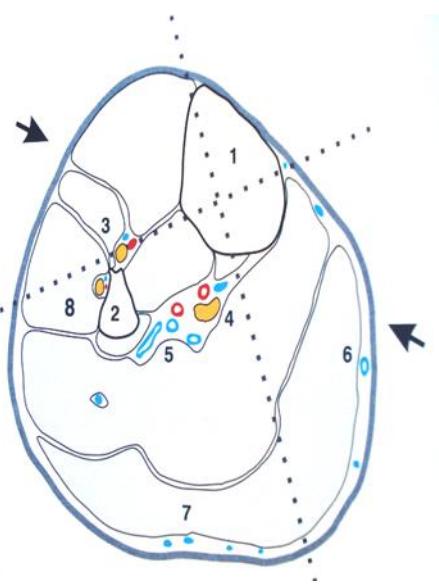
Pravilno postavljen aparat obezbeđuje apsolutnu stabilnu fiksaciju fragmenata pri idealnoj repoziciji u toku celog perioda lečenja. Dislokacija fragmenata nakon aplikacije aparata govori ili o slaboj fiksaciji ili nepravilnoj aplikaciji. Zato se nakon postavke aparata proverava stepen fiksacije igala kao i svih njegovih delova. Prevencija povrede krvnih sudova i nerava se postiže provođenjem igala kroz tzv. "bezbedne zone" vodeći računa o topografskoj anatomiji (*Slika 43. – 44.*). Prorezivanje kože oko igala prevenira se pravilnim postavljanjem i zatezanjem igala. Za prevenciju opeketina igle se sprovode sporo i sa malim brojem obrtaja. Sva načela asepsije moraju biti strogo poštovana<sup>(70,79)</sup>.



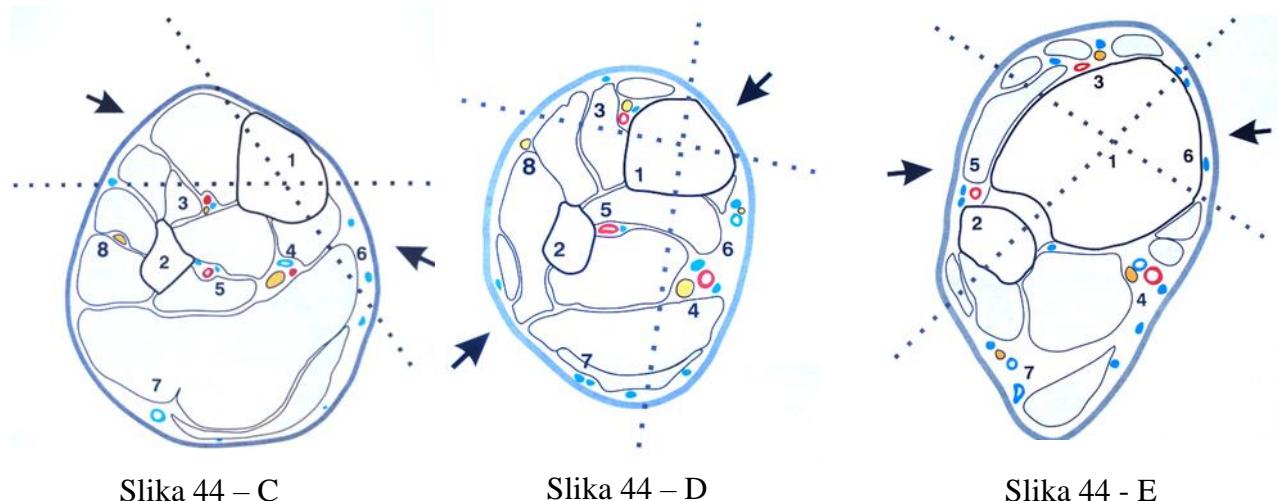
Slika 43



Slika 44 - A



Slika 44 – B



*Slika 43. Poprečni preseci potkolenice: 1. proksimalna metaphiza, 2. proksimalna dijafiza, 3. medijalna dijafiza, 4. distalna dijafiza, 5. distalna metaphiza*

*Slika 44. Poprečni presek potkolenice sa sigurnim zonama: 44 A - proksimalne metaphize, 44 B – proksimalne dijafize, 44 C – medijalne dijafize, 44 D – distalne dijafize, 44 E – distalne metaphize  
(preuzeto iz Tomić S. Pseudoartroze i defekti kostiju. Metod Ilizarova. Beograd: Ženid; 2001.)*

Posle aparativne aplikacije započinje se sa ronom rehabilitacijom usmerenom na normalizaciju funkcija svih organa i sistema. Rana akivacija bolesnika je neophodna kod transosealne osteosinteze. Već drugog postoperativnog dana započinje se sa fizikalnim tretmanom uz dozirano opterećenje operisanog ekstremiteta. Vreme zarastanja zavisi od uzrasta bolesnika, tipa i karaktera preloma, stepena oštećenja mekog tkiva i od pratećih povreda i komplikacija<sup>(294)</sup>.

#### 1.12.5. KOMPLIKACIJE I GREŠKE PRI APLIKACIJI

##### 1.12.5.1. Rane komplikacije

Ove komplikacije delimo na opšte i lokalne:

- Opšte komplikacije - u njih ubrajamo: bolni sindrom, hipertenziju, sepsu, masnu emboliju i letalan ishod.

*Bolni sindrom* podrazumeva stanje kada se bolesnik žali na bolove koji nisu na nekom lokalizovanom mestu već duž celog ekstremiteta. Uzrok ovakvog bolnog stanja su stalne traumatizacije mekih tkiva zbog loše fiksacije fragmenata posle transosealne osteosinteze, nategnutosti nervnih struktura u koži, potkožnom tkivu i fasciji, nategnutosti magistralnih krvnih sudova i nerava i ishemije mišića zbog distrakcije. U osnovi bolnog sindroma pri distrakcionoj osteogenezi leži ishemija nervnih završetaka koji su jako osjetljivi na hipoksiju. U takvim slučajevima potrebno je smanjiti tempo distrakcije ekstremiteta i davati vazodilatatore.

Hipertenzija koja može biti i 10 do 40 mmHg veća nego pre aplikacije aparata. Simptomatologija je karakteristična za hipertenzivni sindrom. Antihipertenzivi su veoma efikasni a odstranjenje aparata dovodi do potpune normalizacije pritiska.

Sepsa može nastati kao pogoršanje stanja gnojnog zapaljenjskog procesa zbog nepravovremenog odstranjenja igala. Potrebno je odmah ukloniti primarno žarište infekcije tj. uklanjanje igle i široke incizije, debridman i drenaža. Naravno da ciljana antibiotska terapija ima veliku ulogu. Nažalost, ponekad se bez obzira na preduzete mere, proces završava smrtnim ishodom.

*Smrt* nastupa zbog dekompenzacije bubrega i kardiovaskularnog sistema.

- Lokalne komplikacije mogu biti:

1. Komplikacije nastale provođenjem igala
2. Komplikacije nastale kompresijom i nepravilnom aplikacijom aparata
3. Komplikacije nastale distrakcijom i nepravilnom aplikacijom aparata
4. Kasne komplikacije

#### *1.12.5.1.1. Komplikacije nastale provođenjem igala*

Mekotkivna zapaljenja oko igala su najčešća komplikacija pri transosealnoj osteosintezi koja mogu nastati u ranom ili kasnom postoperativnom toku. Tri do pet dana nakon operacije, po pravilu nastaje rano zapaljenje. Loša asepsa tokom operativnog zahvata i traumatizacija tkiva pri bušenju kosti su uzroci nastanka. Poštovanje svih načela asepse i pravila uvođenja igala neophodni su za sprečavanje nastanka ovih komplikacija. Retko nastaje površinsko rano zapaljenje oko igala. Ono je češće u dubini tkiva i teško ga je u početku dijagnostikovati. Predznaci ovog zapaljenja jesu: povišena telesna temperatura i lokalni bol. Nekad se ne uočava lokalna hiperemija kožnih površina. Lečenje podrazumeva uklanjanje igala, inciziju mekih tkiva i drenažu rane.

Kasnja zapaljenja su za razliku ranih obično površinska. Slaba fiksacija aparatom je obično osnovni uzrok nastanka, što podrazumeva pomeranje fragmenata kosti po iglama. Nezategnute i slabo zategnute igle dovode do traumatizovanja kože, potkožnog tkiva i njihovog traumatizovanja. Predznaci kasnog zapaljenja jesu: povišena telesna temperatura, lokalna bolna osetljivost, otok i hiperemija kože. Lečenje se sastoji u svakodnevnom previjanju, perifokalnom uvođenju antibiotika prema antibiogramu, poboljšanju fiksacije i ravnomernom zatezanju igala radi isključivanja ponovnog inficiranja. Pojednaka zategnutost igala na uporištima postiže se istovremenim zatezanjem igala sa dva zatezača. Ako se u roku od tri do četiri dana zapaljenjski proces ne kupira, neophodno je odstraniti odgovarajuću iglu.

Gnojni artrit nastaje kod provođenja igala u blizini zgloba. Nepravovremeno otklanjanje takvih igala urokuje prvo mekotkivnu upalu a zatim njegovo nastajanje. Najčešće strada zglob kolena, a kliničke manifestacije su tipične. Lečenje se sastoji u uvođenju dve injekcione igle u

zglob, gde se na jednu priključuje sistem za infuziju a na drugu gumeno crevo. Infuzioni sistem sa fiziološkim rastvorom kome su dodati antibiotici, a ekstremitet se nalazi na Behler-ovoj šini ispira se danonoćno u trajanju do pet dana. Proces se uglavnom brzo kupira bez posledica. Retko je potrebna artrotomija.

*Dermatit* se manifestuje pojavom mnoštva malih mehurića ispunjenih seroznom tečnošću koji se međusobno spajaju. Njihovom infekcijom nastaje posttraumatski ekzem segmenta. Skidanje aparata i uklanjanje igala, po pravilu, brzo dovodi do smirenja procesa i epitelizacije promena na koži, sa posledičnim obilnim ljuštenjem. Ovi dermatiti nastaju kod bolesnika koji su više puta operisani zbog pseudoartroza i defekata kostiju i to na račun izražene alergizacije. Antihistaminska terapija ne daje željenje rezultate.

*Aktiviranje hroničnog osteomijelita* nastaje u osnovi prilikom grubih manipulacija koštanim fragmentima kod imedijatnih korekcija fiksiranih deformacija i pri provođenju igala kroz žarište. Za sprečavanje tih komplikacija potrebno je pridržavati se sledećih pravila: svaka repozicija fragmenata mora biti spora i dozirana da ne bi izazvala ishemiju tkiva i njihovo povređivanje uz stvaranje potkožnog hematoma. Nekroza tkiva zbog ishemije i hematom pogodna su sredina za patogenu mikrofloru koja uvek postoji u žarištu ranije smirenog procesa. Zato, provođenje igala i kortikotomije treba sprovoditi isključivo kroz zdravu kost i tkiva što se određuje preoperativno na osnovu fistulografije i rendgenograma.

*Krepitirajući tendovaginit* nastaje prilikom provođenja igala kroz omotače tetiva. Najčešće se pojavljuje u distalnom delu podlaktice i potkoljenice. Pojava krepitacije kako kod aktivnih, tako i pasivnih pokreta zglobova bolesnici sami uočavaju. Ukoliko igla ne ograničava aktivnu funkciju stopala i šake tj. ne prolazi kroz tetivu i nema zapaljenjskih reakcija u mekim tkivima, nije je potrebno uklanjati i posledice se ne razvijaju. Ukoliko se kod prorezivanja kože iglama pojavi gnojni tendovaginit – igla se hitno uklanja.

*Povrede krvnih sudova* spadaju u neinfektivne komplikacije zajedno sa povredom nerava. Dobro poznavanje topografske anatomije nervno – vaskularnih snopova isključuje njihovo povređivanje iglama. Raniji operativni zahvati i trauma doprinose izmeni normalnih anatomske odnosa nervno - vaskularnih elemenata i donose izvesnu dozu rizika za njihovu povedu. Probijanjem arterije većeg prečnika uočava se krvarenje. Tada je neophodno iglu lagano odstraniti i plasirati je drugim putem. Krvarenje se obično zaustavlja kompresijom povređenog suda. Retko kada je potrebna eksploracija i ušivanje. Komplikacija u narednom periodu je retka. Mnogo opasnija je erozija krvnog suda zbog pritiska igle na krvni sud. Velike vene su retko kada povređene.

*Povrede nerava* nisu retke a najčešće je povređen peronealni nerv. Dijagnostika je laka i podrazumeva nemogućnost dorzalne fleksije stopala. Uklanjanje igle koja je ledirala nerv je

neophodno. Provodljivost nerva se uspostavlja kroz mesec dana do šest meseci. Povreda peronealnog nerva se dešava pri provođenju igle kroz glavu ili vrat fibule. Dobro poznavanje topografske anatomije isključuje povredu ovih nerava. Osim direktnog povređivanja velikih nerava moguće je i nastanak traumatskog neuritisa zbog pritiska igle na nerv a najčešći je kod femoralnog i peronealnog nerva. Klinička manifestacija je u slici pečenja duž inervacionog područja datog nerva. Lečenje podrazumeva oprezno premeštanje jednog od krajeva igala što momentalno dovodi do nestanka bolova. Premeštena igla se fiksira u novom položaju, a po putu igle uvodi se rastvor 0,25% novokaina.

„Treća tačka fiksacije“ ili nastanak čvrstih priraslica mišića blizu zglobova dovodi do kontraktura, rezultat su nepravilno provedenih igala koje ujedno isključuju mogućnost ranog i funkcionalnog lečenja.

*Opekotine kosti* prilikom bušenja iglama najčešće je uzrok tzv. „osteomijelita igle“ i patološkog preloma. Ujedno, toplota koja se stvara prilikom sprovođenja igala kroz kost dovodi do koagulacije sadržaja medularnog kanala na nivou igle. To izaziva termičko presecanje endostalnih krvnih sudova i jasnu ishemiju krajeva fragmenata. Konsolidacija se tada usporava za dva do tri meseca. Krajevi ishemičnog fragmenta podsećaju na sekvestar. Slični rezultati nastaju i pri oštećenju krvnih sudova. Potpuno intermedijalno i endostalno zarastanje kod tih bolesnika nastaje samo posle revaskularizacije fragmenata sa prethodnom spongizacijom kortikalnih zidova.

#### 1.12.5.1.2. Komplikacije nastale kompresijom i nepravilnom aplikacijom aparata

Kao jedna od komplikacija može nastati subluksacija u proksimalnom i distalnom tibiofibularnom zgobu. Glavni uzrok te komplikacije nalazi se u mogućem skraćenju jedne od parnih kostiju segmenta, u toku izolovane fiksacije i uzdužne kompresije. Proksimalni tibio-fibularni zgob kod kompresione osteosinteze fiksira se retko, samo kada postoji ruptura ligamentarnog aparata ili kada kompresija neizbežno dovodi do skraćenja tibije koje je veće od 1 cm. Tada je potrebno osteotomirati fibulu. Kod manjih dijastaza male subluksacije glavice fibule moguće je zanemariti, jer one nemaju uticaja na funkciju. Cela fibula često se suprostavlja približavanju fragmenata tibije u toku kompresione osteosinteze. Kod malih defekata osteotomizira se parna kost za skraćenje, a kod značajnih (2 cm) obavlja se nadoknada defekta produžavanjem jednog od fragmenata. Ista takva osteosinteza primenjuje se kod anatomskega međuodnosa koji su u početku pravilni.

#### 1.12.5.1.3. Komplikacije uslovljene distrakcijom i nepravilnom aplikacijom aparata

Oštećenje inervacije i trofike segmenta koji se produžuje jedna je od važnih komplikacija u vezi sa distrakcijom, a uslovljeno je u prvom redu većom distrakcijom neurovaskularnih snopova. Najvulnerabilniji u toku tih manipulacija jesu radijalni i peronealni nerv. Retka su oštećenja drugih nerava. Neurološka simptomatika tih komplikacija je jednostavna i manifestuje se ili u vidu poremećaja senzibiliteta (hipo ili hiperekstenzija) u odgovarajućim zonama, ili u vidu pareza u

odgovarajućim zonama. Oštećenje trofike manifestuje se najčešće u vidu otoka koji se dugo ne povlače, a ređe u vidu venskog zastoja koji protiče sa izraženom cijanozom ekstremiteta ili u vidu fistulizacije ožiljaka. Oštećenje inervacije ili trofike može nastati neposredno posle operacije zbog prevelikog (više od 1cm) imedijatnog distrahovanja fragmenata po dužini ili u procesu distrakcije zbog prekoračenja njenog tempa (više od 1 mm) na dan. Sprečavanje tih komplikacija i normalizacija reparativnog procesa posle kortikotomije na operacionom stolu postiže se ne distrakcijom, nego približavanjem fragmenata. Posle toga, tempo distrakcije mora biti adekvatan reparativnoj regeneraciji koštanog tkiva i sposobnosti mekih tkiva na distrakciju. Ako se u procesu distrakcije iz bilo kojih uzroka pojave promene sa strane neurovaskularnih snopova, potrebno je prestati sa distrakcijom do potpune normalizacije trofike i inervacije<sup>(30,288)</sup>.

Kontraktura susednih zglobova, kako prolaznih tako i fiksiranih, česta je pojava kod produženja ekstremiteta. U slučaju potkolenice to je fleksiona kontraktura kolena i ekvinus stopala. Opšti mehanizam tih kontraktura sastoji se u neravnomernom produžavanju mišića u toku distrakcije. Produženju potkolenice najviše se suprostavlja triceps. Zbog toga, njegovo natezanje dovodi do fleksione kontrakture kolena i skočnog zgloba. Za sprečavanje tih kontraktura procesu distrakcije, stopalo mora biti stalno fiksirano dinamičkom šinom sa elastičnim trakama u položaju dorzalne fleksije, a koleno u položaju ekstenzije. U tom pravcu neophodno je sprovesti kineziterapiju, aktivno i pasivno. Osim opisanih kontraktura, pri produženju potkolenice može nastati i ekvino - plano valgus stopala. Uzroci te deformacije jesu u tome što kod većine ljudi vertikalna osovina kalkaneusa stvara sa osovinom tibije ugao od 8 – 10° otvoren prema spolja, što je u suštini i normalno. Kod produženja potkolenice taj ugao se povećava zbog zatezanja tricepsa. Veliku ulogu u nastanku valgus deformiteta stopala ima i zatezanje peronealnih mišića. Težnja da se prednji deo stopala zaštiti od uticaja tricepsa dovodi do nastanka sila, koje dovode do ispravljenja uzdužnog svoda stopala. Petna, kuboidna i navikularna kost a ujedno i celo stopalo, klizaju upolje od talusa. Nastaje karakteristična, ekvino-plano-valgusna deformacija. Nastali deformitet stopala otklanja se skeletnom trakcijom preko elemenata koji su na stopalu, a sastavljeni su od delova aparata Ilizarova<sup>(287,288,294)</sup>.

Neravnomerno natezanje mišića pri distrakciji s propratnom slabošću kapsulo-ligamentarnog aparata može dovesti do nastanka sublukacije ili luksacije odgovarajućeg segmenta ekstremiteta. Stepen natezanja određenih grupa mišića direktno zavisi od nivoa i ravni kortikotomije.

Distrakcija potkolenice može dovesti do narušavanja anatomskih odnosa između kostiju. Mehanizam nastanka tih poremećaja često se uočava kod neravnomernog produženja kostiju potkolenice. Tada nastaje dislokacija glave fibule naniže ili gornje luksacije lateralnog maleolusa sa rastezanjem tibio-fibularne sindesmoze. Kod kortikotomije potkolenice na različitim nivoima

distrakcija distalnog fragmenta tibije se preko interosalne membrane prenosi i na proksimalni fragment fibule i dovodi do dislokacije proksimalne glavice. Prisustvo interosealne membrane i tibio-fibularne sindesmoze ne samo da dovodi do gornje luksacije lateralnog maleolusa, nego nasuprot tome, sprečava njen nastanak. Isto tako brz nastanak regeneracione veze između fragmenata fibule ponekad je jači od interosealne membrane i tibio-fibularne sindesmoze. To kod fiksiranog proksimalnog fragmenta fibule utiče na to da spoljašnji maleolus ostaje na mestu, a distalni fragment tibije se spušta. U profilaksi opisanih komplikacija u osnovi leži čvrsta fiksacija proksimalnih i distalnih fragmenata kostiju potkolenice. Zato se jedna od distalnih i proksimalnih igala obavezno provodi kroz obe kosti<sup>(287,288,294)</sup>.

#### 1.12.5.2. Kasne komplikacije

One su kod transosealne osteosinteze malobrojne. Angularna deformacija koštanog regenerata ili fisura regenerata su najčešće. Novostvoreni regenerat poseduje značajnu čvrstinu na rastezanje i pritisak, ali slabo podnosi fleksioni pritisak. U principu aparat se skida kada rentgenološka čvrstina regenerata odgovara približnoj čvrstini susednih delova kosti. U slučaju radnog ili prinudnog skidanja aparata, neophodno je regenerat zaštiti od angularnih deformiteta gipsanom imobilizacijom. Fisura regenerata posle korekcije deformacije i stavljanja gipsa brzo sanira. U slučaju opekatine kosti iglom prilikom provođenja i nastankom aseptične nekroze kosti, a takođe i kod slabe fiksacije i stalne traumatizacije kanala iglom dolazi do povećanja prečnika kanala. Sve to slabi čvrstinu fiksacije i može dovesti do preloma kosti nakon skidanja aparata na mestu provodjenja igle<sup>(287)</sup>.

Rano odstranjenje aparata kod distrakcione osteogeneze može dovesti do kolapsa regenerata ili gubitka postignutog produženja. Izvesno vreme nakon skidanja aparata može se na mestu igala aktivirati „dremajuća infekcija“. Po pravilu infekcija je lokalizovana u mekim tkivima i nije vezana za kost. Aktivacija ove infekcije nastaje ili zbog mehaničke traume ili zbog drugih uslova. Manifestuje se u vidu crvenila ožiljaka, lokalnog povišenja temperature i bolova. U težim slučajevima se na mestu ožiljaka stvara lokalizovani gnoj. Incizija ožiljaka dovodi do ozdravljenja. U gnojnog sadržaju često su prisuti mali sekvestri, šavni materijal i strana tela.

#### 1.12.6. PREDNOSTI APARATA PO ILIZAROVU

Ilizarova metoda nosi mnogo prednosti nad drugim metodama rekonstrukcije ekstremiteta. Jedna od glavnih prednosti je to da je efikasna kako kod stare tako i kod mlade kosti, što znači da primena ove metode nije ograničena na decu, a uspeva isto i kod odraslih.

Ilizarov cirkularni spoljni fiksator (kako se često opisuje u anglosaksonskej literaturi) je veoma koristan iz više razloga:

- Modularni dizajn aparata omogućava da ram bude napravljen po meri za svakog pacijenta posebno.
- Cirkularna priroda rama poboljšava stabilnost i ravnomerno raspoređuje pritisak preko kortikotomije distrakcione pukotine.
- Građa i jačina rama omogućuju opterećenje težinom tokom terapije, što je korisno za pacijenta u pogledu mogućnosti pokreta tokom terapije i omogućavanja jačanja mišićne snage i prevencije ukočenosti zglobova.
- Kada se ram postavi na ekstremitet tokom operacije, samo igle fiksiraju kosti za obruč, ne prave se nikakve incizije na koži, čime se smanjuje rizik od krvarenja, infekcije i oštećenja okolnog mekog tkiva.
- Drži ulomke zajedno i omogućuje im da se sjedine, dok tradicionalne metode fikascije nisu u mogućnosti da daju pravilno držanje ulomaka i dozvoljava značajnu kompresiju u slučaju nesraslih preloma.
- Omogućuje koštanim fragmentima da se povlače. Ovo rezultira osteogenezom i može se koristiti za produženje ekstremiteta ili za regeneraciju izgubljene kosti usled traume, tumora ili infekcije<sup>(295)</sup>.

Ruske studije Ilizarove metode Popov-e i Khodesevich-a 1984. godine<sup>(296)</sup>, kao što je navedeno od strane Ilizarov-a i Rozbruch-a 2007. godine<sup>(287)</sup>, pokazale su da se korišćenjem ove metode smanjuje vreme terapije, troškovi terapije i invalidnine. Kada se koristi za lečenje fraktura i posttraumatskih nesraslih fraktura, primarna nesposobnost se smanjila 3 do 5 puta i osam puta u odnosu na lečenje otvorenih fraktura metodama tradicionalnog lečenja. Ovo znači da je većina pacijenata bila u mogućnosti da se ranije vrati na posao, što je veoma bitno za ekonomiju zemlje.

#### 1.12.7. PRIMENA ILIZAROVE METODE KOD AKUTNE TRAUME

Posle očuvanja života, kod pacijenata koji su doživeli multiple prelome ili politraumu, očuvanje normalne funkcije ekstremiteta sa minimalnim komplikacijama je najveći prioritet. Cilj je da pacijent ima stabilan ekstremitet, jednake dužine, bez deformacije, dobru funkciju mišića, dobar obim pokretljivosti u zglobu i da bude bez bolova. Takođe je bitno da vreme onesposobljenosti bude minimalno i da se uradi obavi manje hirurških postupaka. Kod većine slučajeva, Ilizarova spoljna fiksaciona tehnika omogućuje ostvarenje ovih ciljeva<sup>(287)</sup>.

Ilizarov spoljnji fiksator je naročito u prednosti u situacijama kada postoji slaba mekotkivna potpora, ili u slučajevima kontaminacije rane. Cirkularni prstenasti fiksator je takođe mnogo stabilniji nego monolateralni fiksator te se koristi za više nivoa stabilizacije slučaju segmentnih fraktura i omogućuje rano opterećenje. Cirkularni fiksator se takođe koristi kada je

postavljanje intramedularnog klina nemoguće ili nepodobno, npr. kod starijih zbog osteoporotične kosti i oskudnog mekog tkiva McNally i Catagni, 2002. godine<sup>(297)</sup>.

#### 1.12.8. RANA REHABILITACIJA PACIJENATA SA UNUTARZGLOBNIM VIŠEKOMADNIM PRELOMIMA PROKSIMALNE I DISTALNE TIBIJE OPERISANIH METODOM PO ILIZAROVU

##### *Postoperativna nega*

Mnogi hirurzi prijavili su koristi od započinjanja ranih pokreta u kolenu nakon preloma platoa tibije<sup>(178,202,216)</sup>. Ponavljujući pasivni pokreti od 0 do 30° mogu započeti već prvog postoperativnog dana. Fizioterapija treba da sadrži aktivne i aktivno-potpomognute vežbe pokretljivosti kolena, izometričko jačanje kvadricepsa i zaštićeno opterećenje teretom. Progresivno opterećenje teretom zavisi od zarastanja preloma. Neki hirurzi dozvoljavaju puno opterećenje u slučajevima gde postoji izolovani prelom lateralnog platoa i kod kojih se koristi dobro oblikovana gipsana imobilizacija koja rasterećuje zahvaćeni kompartment<sup>(220,223,225)</sup>. Kod pacijenata koji se leče spolnjom fiksacijom, dinamizacija može biti odložena 4 do 6 nedelja posle operacije, a fiksator se uklanja na osnovu radiografskog dokaza o zaceljenju kosti.

Rani postoperativni period podrazumeva primenu fizikalnih tretmana u cilju poboljšanja opšteg stanja bolesnika, spečavanju mogućih komplikacija disajnih organa i poboljšanju funkcionalnog statusa operisanog ekstremiteta. S fizikalnim lečenjem se započinje drugog dana nakon aplikacije aparata. Uporedo sa sprovođenjem vežbi disanja pacijent se podiže na noge (2-3 min prvi put a kroz nekoliko sati 10-15 min) radi poboljšanja ventilacije pluća i ubrzanja prilagođavanja na novonastale uslove. Vaskularizacija operisanog ekstremiteta poboljšava se lakom masažom, pasivnim i aktivnim pokretima distalnih delova ekstremiteta i pasivnim pokretima u pratećim zglobovima.

Stabilna fiksacija koštanih fragmenata, koja je postignuta u toku osteosinteze, obezbeđuje potpunu nepokretnost na njihovom kontaktu. To omogućava da se u prvim postoperativnim danima može funkcionalno opteretiti operisani ekstremitet. Značaj funkcionalnog opterećenja sastoji se pre svega, u stimulaciji krvotoka i trofike, kako u operisanom ekstremitetu, tako i u povređenom segmentu. Funkcionalno opterećenje operisanog ekstremiteta sprečava razvoj osteoporoze, što kasnije skraćuje vreme koje je neophodno za uspostavljanje normalne strukture kosti. Osim toga, funkcionalno opterećenje je prirodni regulator organske pregradnje koštanog regenerata. Opterećenje je u početku 50% od telesne težine na operisani ekstremitet mada ako je rađena dodatna fiksacija natkolenice jednim obručem (kod preloma platoa) ili stopala tzv. potkovicom (kod preloma pilona) opterećenje se podiže na 75–100% od telesne težine. Nakon skidanja obuča

nadkolenice ili potkovice stopala opterećenje se sukcesivno povećava u narednih desetak dana od 50% - 100%.

Kod transosealne osteosinteze višekomadnih preloma proksimalne i distalne potkolenice komplikacije u smislu kontraktura kolena i ekvinusa stopala su moguće. Ekvinus stopala sprečava se fiksiranjem stopala specijalnim funkcionalnim držačem i stalnim vežbama talokruralnog zglobova. Sprečavanje kontrakture kolena zahteva takođe aktivne i aktivno pomognute vežbe kolenog zglobova. Osobenosti prvog perioda kineziterapije jesu odabiranje aktivnih i pasivnih pokreta zglobova u zavisnosti od lokalizacije preloma i varijante osteosineteze (obruč na natkolenici, postavka potkovice na stopalu, osteotomija lišnjače). Opšti zahtev je sprovođenje umerenih, doziranih i potpomognutih pokreta. Forsiraju se izometrijske kontrakcije osnovnih grupa mišića u susednom zglobu. Upotreba magnetoterapije u cilju ubrzavanja konsolidacije preloma je moguća. Lokalna analgoantireumatska sredstva mogu se upotrebljavati na površinama i okolini zglobova bez dodirivanja igala aparata po Ilizarovu<sup>(298-300)</sup>.

#### **1.12.9. PERIOD ZAVRŠNE FUNKCIONALNE REHABILITACIJE PACIJENATA SA UNUTARZGLOBNIM VIŠEKOMADNIM PRELOMIMA PROKSIMALNE I DISTALNE TIBIJE OPERISANIH METODOM PO ILIZAROVU**

Određivanje stepena funkcionalnog opterećenja posle skidanja aparata jeste individualno za svakog bolesnika i zavisi od kliničkih i radiografskih pokazatelja. Pri tome, analizira se početna forma krajeva koštanih fragmenata, njihova debljina, struktura koštanog tkiva i stanje na susednim segmentima. Posle skidanja aparata, neophodno je postepeno povećavati opterećenje operisanog ekstremiteta. Mlado koštano tkivo nije sposobno da odjednom izdrži veliko opterećenje kao što je podnosilo u periodu aparatne fiksacije, gde se veći deo sila gubi na iglama aparata. Zato se neposredno nakon skidanja aparata opterećenje znatno smanjuje. Zatim se postepeno povećava tako da se na kraju prvog i početkom drugog meseca bolesnik prevodi na režim potpunog opterećenja bez ortopedskih pomagala. Neki bolesnici, iz profilaktičkih razloga, treba da nose gips od 1-3 nedelje. Kompleksno fizikalno lečenje se sprovodi nakon skidanja aparata i koje započinje masažom, aktivnim pokretima i kontrakcijama mišića. Rane na mestima izvlačenja igala zarastaju nakon 3-5 dana a nakon toga bolesnik može da se kupi. Otok ekstremiteta se smanjuje, amplituda pokreta u zglobovima se povećava, kao i mišićna masa. Započinje se i sa pasivnim vežbama. Fizikalno lečenje nakon skidanja aparata za sprečavanje kontraktura obavlja se samo pasivno bez opterećenja ekstremiteta. U tom periodu posebno je važan kontakt fizijatra (fizioterapeuta) i ortopeda. Nepravilan tretman može ostaviti značajne posledice na funkciju zglobova.

Postepeni prelazak na pun oslonac nakon skidanja aparata sa potkolenice je preduslov dobrih koštanih i funkcionalnih rezultata. Izdvajamo dva perioda: period delimičnog opterećenja i period pune funkcionalne rehabilitacije.

U prvom periodu (2-4 nedelje), fizikalno lečenje sprovodi se pasivno. Bolesnik pri hodu sukcesivno povećava oslonac tokom zadatog perioda. Bolesnik prvo počinje da hoda uz pomoć dve potpazušne štakе, zatim prelazi na podlakatne štakе, potom koristi dva štapa da bi na kraju hodao samo s jednim ili bez njega.

Period pune funkcionalne rehabilitacije podrazumeva prelazak na puno opterećenje ekstremiteta. U ovom periodu dozvoljava se jačanje mišića sa opterećenjem (hod sa prelaskom s petom na prste, hod na petama, hod na prstima, hod uz i niz stepenice)<sup>(298-300)</sup>.

## 1.13. NAUČNA I DRUŠTVENA OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA

### 1.13.1. ETIČKA RAZMATRANJA ISTRAŽIVANJA

Za sprovođenje studije dobijena je saglasnost Etičkog odbora Medicinskog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, Etičkog odbora Kliničkog centra Vojvodina u Novom Sadu kao i Stručnog odbora Klinike za ortopediju i traumatologiju u Novom Sadu.

### 1.13.2. NAUČNA I DRUŠTVENA OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA

Kompleksno sagledavanje problema visokoenergetskih povreda gornjeg i donjeg okrajka kostiju potkolenice u smislu opredeljivanja za najefikasniju, minimalno invazivnu metodu operativnog lečenja sa što manje postoperativnih komplikacija i naknadnih revizionih operativnih zahvata ovih regija daju i naučnu opravdanost predloženom ispitivanju. U prilog naučnoj opravdanosti ide i činjenica da u literaturi još uvek ne postoje usaglašeni stavovi o načinu lečenja visokoenergetskih preloma donjeg i gornjeg okrajka kostiju potkolenice, ali da se svi istraživači slažu da bi ove tipove preloma trebalo tretirati sa što manjom traumatizacijom mekih tkiva, postići stabilnu osteosintezu koštanih fragmenata, uspostaviti maksimalnu restituciju artikularnih površina, očuvati dužinu ekstremiteta bez deformacija, postići dobar krajnji funkcionalni ishod i da to bude definitivni operativni zahvat. Nesumnjiv je klinički i ekonomski značaj adekvatnog operativnog rešavanja visokoenergetskih povreda gornjeg i donjeg okrajka kostiju potkolenice čija učestalost poslednjih decenija ubrzano raste<sup>(167-169,245-251)</sup>. Ovo je u vezi sa povećanjem obima saobraćaja i sve većim brojem ljudi koji se rekreativno i profesionalno bave sportskim aktivnostima kao i ukupnom povećanju broju traumatzizma na poslu. Resocijalizacija i povratak poslu i ostalim životnim aktivnostima na nivo pre povrede u što kraćem vremenu, kao i sama činjenica da se najčešće radi o radno aktivnom stanovništvu, čine ovo istraživanje društveno opravdanim. Uspešna rekonstrukcija artikularnih površina kolenog i skočnog zgloba koje su preduslov za njihovo pravilno funkcionisanje, bez ili sa minimalnim komplikacijama i bez naknadnih operativnih zahvata, smanjuje ukupne troškove lečenja, skraćuje dužinu trajanja rehabilitacije i daje brži povratak pacijenta svakodnevnim životnim i radnim aktivnostima. Ukoliko se ovom disertacijom potvrde hipoteze da će u grupi pacijenata sa visokoenergetskim povredama proksimalnog i distalnog okrajka kostiju potkolenice tretiranih aparatom po Ilizarovu biti značajno veći broj onih sa odličnim koštanim rezultatima nego u grupi tretiranih samo spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom, da je u grupi pacijenata tretiranih aparatom po Ilizarovu značajno veći broj onih sa odličnim funkcionalnim rezultatima i da stabilnost aparata i primena rane rehabilitacije pacijenata značajno doprinose boljim koštanim i funkcionalnim rezultatima onda je postignuta puna naučna i društvena opravdanost. Izbor ove metode u lečenju visokoenergetskih višekomadnih preloma gornjeg i donjeg

okrajka kostiju potkolenice sa pretpostavkom značajno boljih funkcionalnih i koštanih rezultata (višekratna upotreba delova aparata osim igala i procentualno manjim brojem komplikacija i reoperacija) daju jasnu ekonomsku prednost i opravdanost. Ruske studije Ilizarove metode Popov-e i Khodesevich-a 1984. godine kao što je navedeno od strane Ilizarova i Rozbrucha 2007. godine, pokazale su da se korišćenjem ove metode smanjuje vreme lečenja, troškovi lečenja i invalidnine<sup>(296,287)</sup>.

Kada se koristi za lečenje frakturna i posttraumatskih nesraslih frakturna, primarna nesposobnost se smanjila tri do pet puta, a osam puta u odnosu na lečenje otvorenih frakturna metodama tradicionalnog lečenja<sup>(287,295,296)</sup>. Ovo znači da je većina pacijenata bila u mogućnosti da se ranije vrati na posao, što je veoma bitno za ekonomiju zemlje.

## 2. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

### 2.1. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Uvidom u dostupnu literaturu, na osnovu kliničkih posmatranja i ispitivanja, ali i stečenih iskustava, postavljeni su ciljevi ovog istraživanja :

1. Proceniti rezultate lečenja unutarzglobnih višekomadnih preloma kostiju proksimalnog i distalnog okrajka potkolenice tretiranih spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom i aparatom po Ilizarovu primenom ASAMI koštanog skoring sistema i funkcionalnog skoring sistema po Karlstrom – Olerudu,
2. Uporediti rezultate lečenja unutarzglobnih višekomadnih preloma proksimalnog i distalnog okrajka kostiju potkolenice tretiranih spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom i aparatom po Ilizarovu primenom ASAMI koštanog skoring sistema i sistema funkcionalne evaluacije po Karlstrom – Olerudu,
3. Uočiti faktore koji utiču na različite rezultate lečenja unutarzglobnih višekomadnih preloma kostiju gornjeg i donjeg okrajka potkolenice tretiranih spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom i aparatom po Ilizarovu.

### 2.2. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Uzimajući u obzir prethodna iskustva, osnovu problema, predmeta i ciljeva istraživanja, kao i metodološkog pristupa u ovom istraživanju, postavljene su sledeće hipoteze:

1. U grupi ispitanika tretiranih aparatom po Ilizarovu značajno je veći broj onih sa odličnim koštanim srastanjem u odnosu na grupu tretiranih spoljašnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom ispitivanih primenom ASAMI skoring sistema,
2. U grupi ispitanika tretiranih aparatom po Ilizarovu značajno je veći broj onih sa odličnim funkcionalnim sposobnostima u odnosu na grupu tretiranih spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom ispitivanih, primenom funkcionalnog skoring sistema po Karlstrom – Olerudu,
3. Veća stabilnost Ilizarov aparata, konstrukcionalna mogućnost ranog kinezitretmana povredjenog zgloba, ranije opterećenje povredjenog ekstremiteta bez narušavanja stabilnosti preloma i minimalno oštećenje tkiva omogućuju ranu rehabilitaciju pacijenta i tako doprinose značajno boljim koštanim i funkcionalnim rezultatima lečenja unutarzglobnih višekomadnih preloma proksimalnog i distalnog okrajka kostiju potkolenice u odnosu na lečenje rigidnim spolnjim fiksatorom.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. UZORAK I NAČIN RADA

Istraživanje je dizajnirano kao kontrolisana komparativna klinička studija a podaci su se prikupljali retrospektivno i delom prospективno na osnovu medicinske dokumentacije od 01.01.2008. godine pa do 01.10.2013. godine. Studija je u potpunosti izvedena na Klinici za ortopediju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodina u Novom Sadu. Studija je obuhvatila ukupno 103 ispitanika kod kojih je u periodu od 2008. godine pa do 2013. godine, postavljena dijagnoza unutarzglobnog višekomadnog preloma gornjeg ili donjeg okrajka tibije.

##### 3.1.1. POSTUPAK ISTRAŽIVANJA

Istraživanjem je obuhvaćeno 103 ispitanika, oba pola sa unutarzglobnim višekomadnim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka leve ili desne potkolenice. U ispitivanje su uključeni samo oni ispitanici koji su dali potpisani informisani pristanak da učestvuju u ispitivanju, koji su zadovoljili sve kriterijume za uključivanje i koji nisu imali niti jedan kriterijum za isključivanje iz studije. Svaki ispitanik je detaljno informisan o svrsi istraživanja, o načinu sprovođenja ispitivanja, o zahvatima i merenjima koja će biti vršena (Prilog 1 i 2). Klinički materijal predstavljaju selektirani slučajevi ispitanika sa otvorenim ili zatvorenim unutarzglobnim višekomadnim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka kostiju potkolenice. Svi posmatrani ispitanici su nakon povredjivanja tj. zadobijenog preloma inicijalno operativno tretirani na dva načina: spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom ili aparatom po Ilizarovu. Ispitanici koji su obuhvaćeni ovim kliničkim istraživanjem razvrstani su u tri grupe:

- Prvu grupu ispitanika činili su oni sa višekomadnim unutarzglobnim otvorenim ili zatvorenim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka kostiju potkolenice lečenih isključivo spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom,
- Drugu grupu ispitanika činili su oni sa višekomadnim unutarzglobnim otvorenim ili zatvorenim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka kostiju potkolenice lečenih isključivo aparatom po Ilizarovu,
- Treću grupu činili su ispitanici sa višekomadnim unutarzglobnim otvorenim ili zatvorenim prelomima gornjeg ili donjeg okrajka kostiju potkolenice koji su lečenje započeli spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom, a u kasnijem periodu zbog nastalih komplikacija (loše srastanje, produženo srastanje, nesrastanje, infekcija, pseudoartroza) lečenje nastavili konverzijom spoljnog unilateralnog rigidnog fiksatora

u aparat po Ilizarovu. Osnovni izvor podataka za prikazano istraživanje bio je protokol istraživanja (prilog br. 3), formiran za svakog ispitanika pojedinačno, istorije bolesti i poliklinička evidencija.

### 3.1.2. KRITERIJUMI ZA UKLJUČIVANJE I ISKLJUČIVANJE ISPITANIKA IZ ISTRAŽIVANJA

*Kriterijumi za uključivanje u studiju podrazumevali su sledeće:*

1. da je ispitanik primljen na Kliniku za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu
2. da je starosne dobi iznad 18 godina.
3. da ima dijagnostikovan prelom kostiju potkoleneice

*Kriterijumi za isključivanje ispitanika iz istraživanja bili su sledeći:*

1. da je starosne dobi manje od 18 godina
2. da nema dijagnostikovan prelom kostiju potkoleneice
3. da je prelom kostiju potkoleneice lečen: metodom udružene fiksacije (spoljni fiksator i minimalna unutrašnja fiksacija), intramedularnim klinom, zavrtnjima, pločom i zavrtnjima i gipsanom imobilizacijom
4. da ima dijagnostikovan reumatoidni artritis, neregulisan dijabetes melitus, perifernu vaskularnu bolest, oboljenje jetre, bubrega, psihijatrijsko oboljenje i malignu bolest sa koštanim metastazama.

Za potrebe istraživanja dizajniran je *protokol istraživanja* (individualni list ispitanika), (prilog br. 3). Podaci koji su bili analizirani podeljeni su u nekoliko domena.

### 3.2. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

#### 3.2.1. PODACI O PACIJENTU

- demografski podaci (pol, godine života)
- podaci na prijemu (uzrok povređivanja, dijagnoza)
- vrsta i tip preloma: (*Gustilo-Anderson klasifikacija otvorenih preloma*<sup>(273)</sup>; *Schatzker klasifikacija preloma platoa tibije*<sup>(179,219)</sup>; *AO/OTA – Ruedi-Algover (tipovi II i III) klasifikacija preloma pilona tibije*<sup>(264,265,268-271)</sup>)
- operativni tretman (spoljni unilateralni rigidni fiksator, aparat po Ilizarovu sa ili bez osteoplastike – kod platotibijalnih preloma, obruč natkolenice – za platotibijalne prelome, potkovica – za prelome pilona, osteotomija lišnjače – kod konverzije za prelome pilona tibije, vreme konverzije i razlog promene lečenja)

#### 3.2.2. KLINIČKI NALAZ NA PRIJEMU

- kontraktura, (inspekcija, mogućnost aktivnih i pasivnih pokreta)
- bol, (VAS) skala
- otok, (inspekcija, palpacija, merenje obima zglobova i potkolenice)
- razlika u dužini ekstremiteta, (merenje krojačkim metrom: unutrašnja zglobna pukotina kolena - medialni maleolus)
- neurološki nalaz: 1. *Postojanje oštećenja n.peroneus-a* - Anamneza: bol duž potkolenice, trnjenje. Klinička slika: pad stopala, hipotrofije, atrofije (atrofija m.tibialis ant. – vidljiva prednja ivica tibije). Manuelni mišićni test u antigravitacionom položaju. RTG: prelom glavice i vrata fibule; 2. *Postojanje oštećenja n. tibialis-a* - Anamneza : bol duž potkolenice, trnjenje u stopalu. Klinička slika: Hipotrofije, atrofije, motorna slabost. Atrofija muskulature zadnje lože potkolenice. Ugašen ili snižen Ahilov refleks. Nemogućnost stajanja na prstima. Distalne lezije zahvataju mišiće stopala. Izražene senzitivne smetnje ako je kompresija u pitanju. Manuelni mišićni test.
- radiološko ispitivanje (Standardni AP i LL snimci kolenog i skočnog zglobova, snimak pri nagibu platoa tibije 10 do 15° trebao bi da se koristi za procenu zglobnog odstupanja<sup>(167,202)</sup>. Snimak pomoću asistirane trakcije tibije.
- CT ispitivanje (koronalni, sagitalni, aksijalni i 3-dimenzionalni rekonstruktivni CT snimci, korišćeni su kod Schatzker IV, V, VI tipa preloma radi preoperativnog planiranja.

### 3.2.3. POSTOPERATIVNI TOK

- stanje kože oko igala aparata ili klinova fiksatora (Beležili smo nepostojanje ili pojavu infekcije – postojanje crvenila, purulencija)
- Checketts-Otterburns klasifikacija je korišćena za opisivanje nepostojanja ili pojave infekcije igle aparata, ili klina fiksatora<sup>(299)</sup>.
- stanje rane (odsustvo ili prisustvo infekcije – inspekcija, laboratorijski pokazatelji)
- razlika u dužini ekstremiteta (S.I.A.S. – medijalni maleolus, unutrašnja zglobna pukotina kolena – medijalni maleolus)

### 3.2.4. MONITORING APARATA

Procenjvana je stabilnost spoljnog fiksatora i aparata po ilizarovu manuelnim testom, nategnutost igala palpacijom, lom igala radiografski postoperativno, inspekcijom i palpacijom igle, započeta kompresija ili distrakcija aparata, izmena nekih od komponenti aparata ili spoljnog fiksatora.

### 3.2.5. KLINIČKI NALAZ NA OTPUSTU

Kontraktura, bol, otok, razlika u dužini donjih ekstremiteta, neurološki status, rotacija fragmenata, radiološko ispitivanje (varus, valgus, antekurvatum, rekurvatum). Poravnanje pri rotacionim pokretima je određivano klinički pomoću položaja stopala pacijenta. Pacijenti su zamoljeni da sednu na sto za ispitivanje tako što će upraviti patele prema napred i opustiti stopala da vise. Zatim se model (disk koji služi za obeležavanje pozicije stopala) postavi ispod njihovih stopala da bi se pratila razlika u stepenu rotacije. Za merenje poravnjanja napravljeni su anteroposteriorni i profilni snimci obe potkolenice. Dužina tibije je definisana kao rastojanje između prednje interkondilarne površine i donje artikularne površine tibije. Radiografsko skraćenje je definisano kao razlika između dužine leve i desne tibije. Varus, valgus i ante/rekurvatum odstupanja takođe su radiografski merena. Prvo, ugao između distalnog i proksimalnog kraja kontra lateralne tibije je određen merenjem ugla između linije koja prolazi kroz sredinu platoa tibije i sredine proksimalne dijafize i linije između sredine skočnog zgoba i sredine distalne dijafize. Posle toga, meri se ugao između distalnog i proksimalnog dela operisane tibije. Ovo se radi u dve projekcije, antero-posteriornoj i latero-lateralnoj. Započinjanje vertikalizacije i rane rehabilitacije od drugog postoperativnog dana takođe je beleženo kao i dužina hospitalizacije ispitanika.

### 3.2.6. KLINIČKI NALAZ NA KONTROLAMA NA 6, 12 I 18 MESECI

Kliničke nalaze na kontrolama na 6, 12 i 18 meseci beležili smo upotrebom skoring sistema ASAMI – za koštane rezultate, i Karlstrom – Oleruda za procenu funkcionalnih rezultata.

### 3.3. INSTRUMENTI ISTRAŽIVANJA

#### 3.3.1. ASAMI KLASIFIKACIJA ZA PROCENU KOŠTANIH REZULTATA

Procena koštanih rezultata vršena je primenom scoring sistema Udruženja za istraživanje i primenu metoda po Ilizarovu, ASAMI - (Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov)<sup>(300,301)</sup>, (*Tabela 1.*).

Tabela 1. ASAMI klasifikacija

Koštani rezultati	
Odličan	Sanacija, bez infekcije, deformitet < 7°, razlika dužine ekstremiteta < 2,5cm
Dobar	Sanacija + dva od navedenih: bez infekcije, deformitet < 7°, razlika dužine ekstremiteta < 2,5 cm
Zadovoljavajući	Sanacija + jedan od navedenih: bez infekcije, deformitet < 7°, razlika dužine ekstremiteta < 2,5cm
Loš	Nesanacija / refraktura / sanacija + infekcija + deformitet > 7° + razlika dužine ekstremiteta > 2,5cm

*Sanaciju* preloma procenjivali smo na standardnim nativnim radiografijama i klinički, manuelnim testom stabilnosti mesta preloma odnosno uočavanjem patološke pokretljivosti na mestu preloma. Prelomi su smatrani izlečenim kada je anteroposteriorna i lateralna radiografija ukazala na premošćeni kalus 3 od 4 korteksa i/ili prelom je bio stabilan na manuelni stres i bolesnici su mogli da bezbolno hodaju kada su uklonjeni spajajući distanceri.

Pod *saniranim prelomom* smatrali smo potpuno koštano premošćavanje preloma i gubitak vidljivosti prelomne pukotine čitavom cirkumferencijom u obe radiografske projekcije bez patološke pokretljivosti.

Pod *nesanacijom* smo smatrali postojanje proširenja prelomnih pukotina čitavim obimom cirkumferencije kosti u obe radiografske projekcije, u odnosu na inicijalne radiografije bez ikakvih radiografskih znakova premošćavanja ulomaka kalusom uz postojanje patološke pokretljivosti. Pojavu novih prelomnih pukotina u predelu preloma uz bolnost prilikom izvodjenja testa stabilnosti preloma smatrali smo kao refrakturu.

Postojanje fistule u okolini predela preloma sa postojanjem radiografskih znakova infekcije (lokalizovani gubitak koštane supstance u predelu fistule uz eventualne znakove periostalne reakcije, ili eventualno postojanje tzv. "sarkofaga" smatrali smo za *infekciju kosti*.

### 3.3.2. KARLSTROM - OLERUD KLASIFIKACIJA ZA PROCENU FUNKCIONALNIH REZULTATA

Procenu funkcionalnih rezultata vršili smo upotrebom sistema funkcionalne evaluacije po Karlstrom-Olerud-u<sup>(302)</sup>, (*Tabla 2.*).

Tabela 2. Karlstrom - Olerud klasifikacioni sistem

Merenje	3 poena	2 poena	1 poen
Bol	Nema	Umereno jak bol	Jak bol
Teškoće pri hodu	Nema	Umerene	Značajne / hramanje
Teškoće pripajjanju stepenicama	Nema	Uz pomagala	Nije moguće
Teškoće pri bavljenju sportom	Nema	Neki sportovi	Nije moguće
Ograničenja pri radu	Nema	Umerena	Nije moguće
Status kože	Normalan	Različita prebojenost	Ulkus / fistula
Deformitet	Nema	Mali, do 7 stepeni	Značajan, preko 7 stepeni
Mišićna atrofija/obim potkolenice	< 1cm	1–2 cm	> 2cm
Razlika u dužini donjih ekstremiteta	< 1cm	1–2 cm	> 2cm
Ograničenje obima pokreta kolenog zgloba	< 10°	10–20°	> 20°
Ograničenje obima pokreta skočnog zgloba	< 10°	10–20°	> 20°
Ograničenje obima pokreta subtalarног zgloba	< 10°	10–20°	> 20°

*Intenzitet bola* procenjivali smo koristeći VAS – skalu (Visual Analog Scale)<sup>(303)</sup>. Vizuelno analogna skala (VAS) je pogodna sa praćenje i terapijsku kontrolu bola, pokazuje prednosti jednog kontinuma i ima mogućnost finog graduisanja. Sastoji se od jedne linije dužine 10 cm, kod koje na početku ima obeležje “0” i označava odsustvo bola, dok na kraju ima obeležje “10” koje označava maksimalni bol. Pacijent treba na osnovu subjektivnog osećaja da odredi jačinu njegovog bola pozicioniranjem pokazivača između 0 i 10. Rastojanje se meri u milimetrima od nule do označene tačke. Skala se čita u pravcu pisanja. Koristili smo šiber merač. Pri tome smo procenjeni intezitet bola od “4” do “6” opisivali kao umereno jak bol, a intenzitet bola od “7” do “9” kao jak bol. *Teškoće pri hodu i pri penjanju uz/niz stepenice* smo evaluirali prilikom pregleda pacijenta u smislu postojanja subjektivnih i objektivnih tegoba prilikom kretanja ili postojanja hramanja dok je način hoda uz ili niz stepenice bio evaluiran mogućnošću ili ne hoda sa ili bez pomagala. *Teškoće pri bavljenju sportom* smo dobijali iz razgovora sa pacijentima ukoliko su se bavili istim. *Status kože* smo evaluirali lokalnom inspekcijom uporedjujući izgled kože povredjene i zdrave potkolenice. Pri tome smo posebno uočavali postojanje rana, ili fistula na njoj. *Deformitet* smo merili na standardnim AP i LL radiografijama podkolenica. Izražavali smo ga uglomerom u stepenima - kao ugao koji zaklapaju normale linija tibijalnog platoa sa linijom uzdužne osovine

kosti, odnosno normale sredine zglobne linije tibijalnog pilona sa uzdužnom osovinom kosti na način opisan ranije. *Obim podkolenice* merili smo krojačkim metrom na 5 cm i 10 cm distalno od tubijalne kvrge i proksimalno od linije skočnog zgloba, kao i na mestu najvećeg obima lista, na obema potkolenicama, kako je to opisano u udžbenicima ortopedije. *Segmentnu dužinu potkolenica* merili smo krojačkim metrom i radiografski, i izražavali u santimetrima kako to nalaže protokol ortopedskog merenja. *Pokrete u kolenom, skočnom i subtalarном zglobу* smo ispitivali uglomerom, na standardan način opisan u referentnim užbenicima<sup>(304)</sup>. Nakon sabiranja bodova u klasifikacionom sistemu Karlstrom - Oleruda, ispitnici su svrstavani u neku do kategorija funkcionalnog statusa zavisnosti od broja bodova koje su imali (*Tabela 3.*).

Tabela 3. Karlstrom - Olerud bodovni sistem

<b>Ukupan broj bodova sistema funkcionalne evaluacije po Karlstrom-Olerud</b>	
Odličan funkcionalni status	36
Dobar funkcionalni status	33–35
Zadovoljavajući funkcionalni status	30–32
Umeren funkcionalni status	27–29
Loš funkcionalni status	24–26

### 3.4. OPERATIVNI ZAHVAT

Operativni zahvat kod ispitanika razlikovao se je u tome da li se radilo o povredi proksimalne ili distalne golenjače, da li je prelom bio otvoren ili zatvoren i da li je primarno tretiran spoljašnjim unilateralnim rigidnim spolnjim fiksatorom, aparatom po Ilizarovu ili je nastupila konverzija (prelazak sa spolnjeg unilateralnog rigidnog fiksatora na aparat po Ilizarovu). U zavisnosti od toga podelili smo operativne zahvate kod ispitanika na one koji su primarno operisani spolnjim rigidnim fiksatorom i kojima je isti postavljen na distalnu ili proksimalnu golenjaču (povrede pilona ili platoa), na one kojima je primarno postavljen aparat po Ilizarovu distalno ili proksimalno i one kod kojih je izvršena konverzija. Za sve operacije bez obzira na vrstu spoljnje fiksacije i segmenta preloma vršena je odgovarajuća preoperativna priprema, profillaktički su davani antibiotici cefalosporina druge (Cefuroksim u dozi od 0,750 – 1,5 g na 8 h) ili treće generacije (Ceftriakson 1-2 g na 24 h) intravenski ili intramuskularno maksimalno 10 dana a kod otvorenih preloma dodavali smo aminoglikozide (Gentamicin 120 mg na 12 h ili Amikacin 500 mg na 8 h ) i Metronidazol - Orvagil (500 mg na 8 h). Svi pacijenti sa otvorenim prelomima dobili su AT zaštitu (Tetabulin 250 ij i.m. i Tetalpan 0,5 ml s.c.). Antikoagulantna terapija je sprovedena niskomolekularnim Fraxyparin-om 0,3 ml na 24 h ili 0,6 ml na 24 h što je zavisilo do tt pacijenata. Napre je kod otvorenih preloma izvršena primarna hiruška obrada rane, pasivna ili aktivna drenaža prema hiruškoj doktrini<sup>(305)</sup>. Standardni radiografski snimci su korišćeni kod svih vrsta preloma. Koronalni, sagitalni, aksijalni i 3-dimenzionalni rekonstruktivni CT snimci otkrivali su tačnu lokaciju i stepen artikularne depresije kao i intaktne regije platoa iznad kojih bi se ugradila stabilna konstrukcija i postavile igle. Preoperativno MRI nije korišćen. Preoperativnu arteriografiju koristili smo u dva slučaja kod Shatzker VI preloma gde je postojala klinička i ultrazvučna sumlja na leziju magistralnih krvnih sudova u predelu kolena. Preoperativnu artroskopiju i artrografiju nismo koristili. Preoperativno, skeletna transkalkanearna trakcija je postavljana kod onih ispitanika sa otvorenim prelomima kod kojih je operativni zahvat odložen iz medicinskih razloga dok je gipsana nadkolena longeta postavljana ako je operativni zahvat planiran u 12 - 24 h od momenta povređivanja, kod zatvorenih ili gradus I preloma po Gustilu. Ispitanicima je najčešće davana spinalna ili epiduralna anestezija. Pacijentima je pre postavljanja fiksatora ili Ilizarov aparata vršena manuelna repozicija, ili trakcija i redukcija preloma na radiolucentnom operativnom stolu. Korišćen je unilateralni fiksator proizvođača "Traffix" iz Niša, dok su komponente aparata po Ilizarovu napravljene u preduzeću "Medi Pro" iz Ade.

### 3.4.1. POSTAVKA UNILATERALNOG RIGIDNOG SPOLJNJE FIKSATORA KOD PRELOMA PROKSIMALNE TIBIJE

Nakon postizanja ekstenzije (ligamentotakse) i dosezanja adekvatne širine zglobnog prostora, izvršena je provera redukcije sa fluoroskopom a ukoliko redukcija nije zadovoljavala upotrebljivan je kostodržač za patelu (redukcioni forceps) i repozicioni klin radi što boljeg nameštanja fragmenata kroz minimalni kožni rez sa lateralne ili medijalne strane proksimalne tibije. Kondilarna redukcija je potpomognuta longitudinalnom trakcijom. Sledi postavka klinova rigidnog fiksatora kroz kožni transfascijalni rez od 0,5 cm, razdvajanje mišića uskim raspotorijumom, i bušenje kanala burgijom od 3,5 mm. Postavka klina na ručni metalni vodič i ručno uvrтанje klina do probijanja drugog korteksa. Ova dva, eventualno tri klina radi veće stabilnosti postavljaju se konvergentno u anterolateralnom regionu suprakondilarnog i donjeg dijafizealnog dela nadkolenice. Postavka distalna tri klina na potkolenici sa anterolateralne i anteromedijalne strane sredine i proksimalnog okrajka tibije. Nakon toga sledi i učvršćivanje klinova za spojnice i šipku fiksatora (*Slike, 45, 46, 47*).



SLIKA 45 A



SLIKA 45 B

*Slike 45 A i B.* AP i LL radiografija otvorenog Gustilo IIIb, Schatzker VI preloma platoa tibije



SLIKE 46 A, B



SLIKE 47 A, B



*Slike 46 A i B.* AP i LL radiografija nakon obrade rane i redukcije preloma uz stabilizaciju spoljnijim fiksatorom

*Slike 47 A i B.* AP i LL radiografija 7 meseci nakon povrede i 3 meseca od uklanjanja spoljnog fiksatora

### 3.4.2. POSTAVKA UNILATERALNOG RIGIDNOG SPOLJNJE FIKSATORA KOD PRELOMA DISTALNE TIBIJE

Manuelna trakcija stopala i repozicija preloma pilona u varus - valgus odstupanjima na radioluscentnom stolu. U nekim slučajevima kod neadekvatne redukcije fragmenata kroz mali rez na distalnoj tibiji izvrši se spuštanje fragmenata uskim elevatorom. Postavka klinova fiksatora ista je kao i za proksimalne prelome tibije ito dva ili tri sa konvergentno usmerenim klinovima u središnji i distalni anteromedijalni deo tibije i dva ili tri kline u kosti stopala (jedan kroz prvu metatarzalnu kost i jedan eventualno dva u kalkaneus). Postavka spojnica na klinovima i njihovo učvršćivanje za šipku fiksatora uz ponovnu kontrolu repozicije preloma i ligamentotaksu uz pomoć fluoroskopa. Unilateralni spoljni fiksator se pravilno nalazi sa medijalne strane distalne potkolenice i stopala (*Slike 48, 49, 50*).



SLIKA 48



SLIKA 49



SLIKA 50

*Slika 48.* AP i LL radiografija otvorenog Gustilo II, AO/OTA - C preloma pilona tibije

*Slika 49.* AP i LL radiografija preloma stabilizovanog spolnjim unilateralnim fiksatorom

*Slika 50.* AP i LL radiografija saniranog preloma 11 meseci od povrede i 6 meseci od skidanja fiksatora

### 3.4.3. POSTAVKA APARATA PO ILIZAROVU KOD PRELOMA PROKSIMALNE TIBIJE

Operacije su vršene bez stezača (turnikea) na ekstenzionom stolu sa vučom stopala fiksiranog u cipeli (*Slika 51.*).



SLIKA 51



SLIKA 52

Punkcija zgloba je rađena da se smanji unutarzglobni pritisak (*Slika 52.*). Fluoroskopija u dve ravni je upotrebljavana tokom redukcije, insercije igala i postavke okvira (*Slika 53 A, B*). Preoperativni CT je korišćen radi što boljeg uvida u prelomne fragmente i njihovu poziciju kao i za bolje operativno planiranje (*Slika 54.*). Aksijalna redukcija je postignuta vučom. Cilj je bio da se precizno redukuju kondili, redukuje i stabilizuje tibijalna osovina ispod redukovanih kondila.



SLIKA 53 A



SLIKA 53 B



SLIKA 54

Anatomski redukcija zglobne površine bila je sekundarni cilj koji je često ostvaren perkutano ili kroz ograničene pristupe samom zgobu. Istovremene povrede mekog tkiva, kao povrede meniskusa, ukrštenih ili kolateralnih ligamenata nisu lečene u ovom stadijumu. Kondilarna redukcija je potpomognuta longitudinalnom trakcijom frakturne ploče sa aplikacijom varus i valgus sila. Veliki redukcioni forceps postavljen perkutano pomogao je da se dobije precizna kondilarna kompresija i redukcija (*Slika 55.*). Nekad su koštani fragmenti pomerani sa K-iglama velikog kalibra da bi se potpomogla redukcija. U devet slučajeva korišćeni su koštani spongiosni smrznuti allografti iz koštane banke radi popunjavanja depresione metaphizne šupljine (*Slika 56.*).

Posle redukcije kondila, igle sa olivom postavljene su kroz fragmente da se postigne interfragmentarna kompresija. Tri do četiri igle sa olivom od najmanje 14 mm od zglobove linije sa ukupnom divergencijom od najmanje  $60^{\circ}$  obično su bile potrebne za stabilizaciju kondilarnih i metafizealnih fragmenata (*Slika 57.*).



SLIKA 55

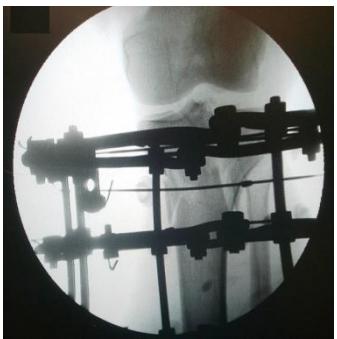


SLIKA 56

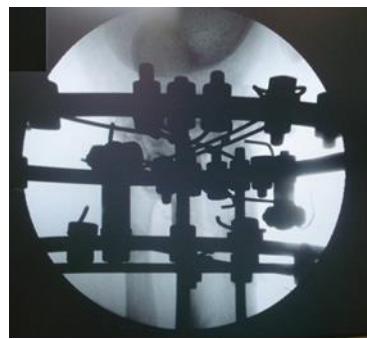


SLIKA 57

Pripremljen ram, koji se sastoji od tri prstena iste veličine stavlja se na već pripremljene oliva igle. Srednji prsten je pozicioniran distalno od prelomnih pukotina – najčešće na metafizno dijafiznom spoju, a distalni prsten je plasiran u nižim partijama dijafize i osiguran iglama koje su postavljene paralelno sa zglobovom da se osigura vraćanje mehaničke ose tibije (*Slike 58, 59*).



SLIKA 58A



SLIKA 58B

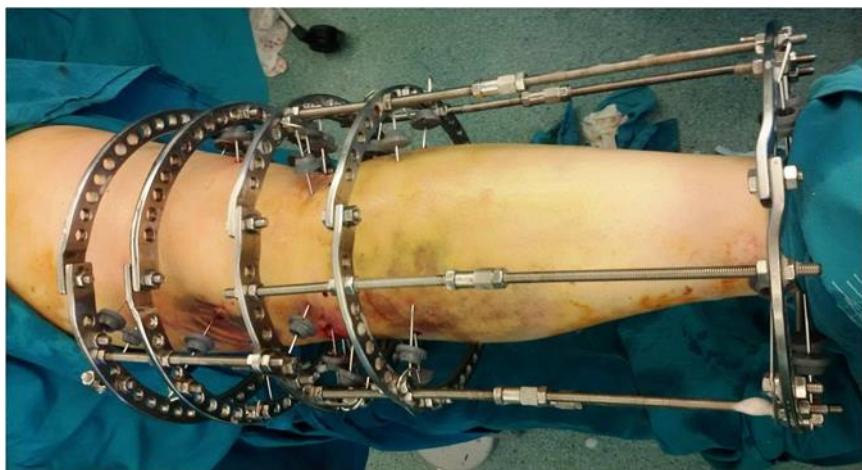


SLIKA 59

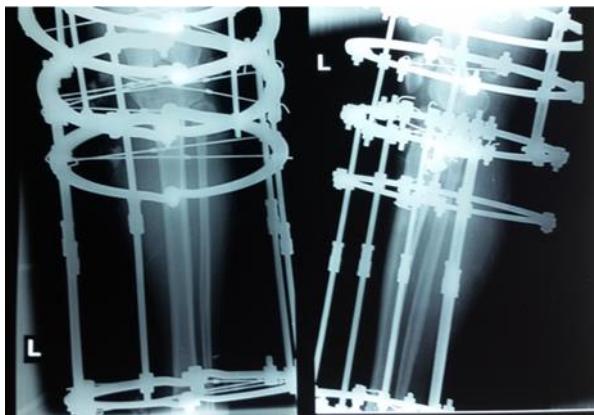
*Slike 58 A i B.* AP i LL intraoperativna fluoroskopija stabilizacije tibijalnog platoa iglama sa olivom

*Slika 59.* Zavšena postavka svih komponenti aparata po Ilizarovu kod platotibijalnog preloma

Femoralni ram je postavljen kod osam pacijenata gde je bila potrebna distrakcija zgloba i očuvanje ligamentotakse preko kolena najčešće kod Schatzker V-VI preloma. Dva prstena su dodavana konstrukciji na distalni deo femura. Od ukupno osam ispitanih sa femoralnim ramovima četvoro je imalo ramove sa šarkama u projekciji ose zgloba kolena da omogući aktivne pokrete zgloba kolena (*Slike 60, 61, 62*).



SLIKA 60



SLIKA 61



SLIKA 62

*Slika 61.* AP i LL postoperativna radiografija platotibijalnog preloma sa dva femoralna obruča

*Slika 62.* AP i LL radiografija saniranog platotibijalnog preloma godinu dana od povrede i 7 meseci  
nakon skidanja aparata

#### 3.4.4. POSTAVKA APARATA PO ILIZAROVU KOD PRELOMA DISTALNE TIBIJE

Operacije su vršene bez upotrebe turnikea i trakcionog stola. Tokom operacije nije primjenjivana artroskopija ni artrotomija. Dvosmerna - fluoroskopija je korišćena tokom redukcije, provlačenja igala sa olivom i montaže rama. Frakture su redukovane trakcijom i manuelnim eksternim pritiskom. Ukoliko to nije dovelo do prihvatljive anatomske repozicije i rekonstrukcije zglobne površine korišćeni su perkutano ubačeni podizači i/ili redukciona klješta i/ili igle sa olivom za postizanje poravnjanja artikularnih površina. Proksimalni prsten postavljen je na nivou fibularne glave. Dodatna stabilnost postignuta je pomoću dodatnih igala postavljenih paralelno sa artikularnom površinom sa distancerima fiksiranim na distalni prsten (tehnika *drop-wire*). Sindezmoza i maleolarni fragmenti mogu se stabilizovati pomoću igle sa olivom fiksirane na

prsten sa lateralne ili medijalne strane. Sve igle su bile montirane i napregnute na min 120 kg. Da bi se postigla dodatna stabilnost sistema i omogućilo neograničeno opterećenje, na tibiji su korišćeni dodatni prstenovi. Korišćeni su čelični prstenovi povezani na čelične šipke - distasncere. Nismo koristili koštane graftove. Kod izrazite multifragmentarnosti pilona koristili smo i dodatni kalkanearni poluprsten (potkovicu) radi održavanja ligamentotakse. Dve igle sa olivom su se konvergentno provlačile kroz kalkaneus, u nekim slučajevima i dodatna igla kroz telo talusa i najzad dve igle kroz metatarzalne kosti (*Slike 63, 64, 65*). Prva igla je prolazila kroz prvu, drugu, i treću a druga kroz četvrtu i petu metatarzalnu kost. Ovaj poluprsten je bio povezan sa distalnim tibijalnim prstenom bez šarki u skočnom zgobu, a odstranjivan je u proseku za 5 nedelja (*Slike 66, 67*).



SLIKE 63



SLIKE 64 A, B



SLIKE 65 A, B

*Slika 63.* AP i LL radiografija otvorenog, Gustilo II, preloma pilona tibije

*Slike 64 A i B.* AP i LL postoperativna radiografija stabilizacije preloma uz dodatak kalkanearnog poluprstena (potkovice)

*Slike 65 A i B.* AP i LL radiografija saniranog preloma pilona tibije 9 meseci od povrede i 4 meseca od skidanja aparata



SLIKE 66A



SLIKE 66B



SLIKE 67

*Slike 66 A i B.* Pun oslonac na stopalo kod preloma pilona tibije mesec dana nakon preloma i neposredno pre skidanja kalkanearnog poluprstena (potkovice)

*Slika 67.* Odstranjenje poluprstena nakon mesec dana u polikliničkim uslovima i započinjanje aktivnih pokreta skočnog i subtalarnog zgoba

### 3.4.5. OPERATIVNI ZAHVAT KONVERZIJE KOD PRELOMA PROKSIMALNE TIBIJE

Ovaj operativni zahvat smo vršili u tri slučaja. Nakon predhodnog odstranjenja spoljnog rigidnog fiksatora u bolničkim uslovima davanjem parenteralnog analgetika ekstremitet je postavljan u natkolenu gipsanu longetu. Previjanja rana na mestu plasiranja klinova vršena su na drugi dan. Nakon zatvaranja rana sledio je operativni zahvat identičan onim opisanim za prelome platoa tibije. S obzirom da se radilo o inveteriranim prelomima sa nezadovoljavajućom redukcijom artikularnih površina u sva tri slučaja vršili smo otvorenu redukciju preloma kroz lateralni koštani prozor. Femoralni ram bez šarki na kolenom zglobu je postavljen u sva tri slučaja radi održanja ligamentotakse. Isti je odstranjen u proseku nakon 5 nedelja.

### 3.4.6. OPERATIVNI ZAHVAT KONVERZIJE KOD PRELOMA DISTALNE TIBIJE

Slični tretman kao kod proksimalne tibije imali su i ispitanici koji su lečenje započeli unilateralnim spoljašnjim rigidnim fiksatorom a zbog pojave komplikacija (loše srastanje, nesrastanje, infekcija itd) lečenje nastavili aparatom po Ilizarovu. Predhodno je odstranjen fiksator u bolničkim uslovima uz davanje parenteralnog analgetika i ekstremitet je postavljen u potkolenu gipsanu longetu. Previjanje rana od klinova fiksatora vršeno je na drugi dan. Nakon nedelju dana izvršen je operativni zahvat sličan onom za postavku aparata na distalnu potkolenicu s tim što je u ovim slučajevima zbog srastanja fibule u 15 slučajeva izvršena osteotomija da bi se izvršila varus – valgus korekcija deformiteta i omogućilo lakše poravnanje artikularnih površina. Kroz minimalne rezove vršili smo spuštanje fragmenata redupcionim elevatorima ili iglama sa olivom ukoliko to nije postignuto manuelnom trakcijom ili redupcionim kleštima. Nismo koristili graftovanje. Dodatni kalkanearni poluprst – potkovicu smo koristili u 8 slučajeva (*Slike 68, 69, 70, 71*).



*Slika 68.* Preoperativna AP i LL radiografija otvorenog, Gustilo II preloma pilona tibije

*Slika 69.* Inicijalna postavka spoljnog unilateralnog fiksatora uz obradu rane

*Slika 70.* Konverzija spoljnog fiksatora u aparat po Ilizarovu 7 nedelja nakon preloma uz osteotomiju fibule i postavku kalkanearnog poluprstena

*Slika 71.* AP i LL radiografija 10 meseci od povrede, 8 meseci od konverzije i 4 meseca od skidanja aparata. Potpuna sanacija

### 3.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Podaci prikupljeni tokom istraživanja su uneti u posebno kreiranu bazu podataka. Nakon kontrole podataka, analiza je obuhvatila metode deskriptivne i inferencijalne statistike.

Za potrebe ovog rada izračunati su:

- aritmetička sredina ( $\bar{X}$ ), standardna devijacija (SD), minimum (Min), maksimum (Max), medijana (Median) za numeričke i ordinalne varijable, i za atributivna obeležja frekvencije (n) i procenti (%);
- Za testiranje značajnosti razlika za numeričke parametrijske podatke unutar grupa primenjena je jednofaktorska analiza varijanse-ANOVA;
- Neparametrijska jednofaktorska ANOVA, model po Kruskal-Wallis-u je primenjen za procenu značajnosti razlike prosečnih vrednosti tri nezavisne grupe;
- Normalnost distribucije rezultata testirana je primenom višesmernom analizom varijanse, sferičnost primenom Mauchlyjevog testa dok se za korekciju primenila Greenhous -Geisser-ova procedura;
- Pearson-ovi koeficijenti korelacije - za određivanje stepena povezanosti dve numeričke varijable;
- Spearman-ovi koeficijenti korelacije - za određivanje stepena povezanosti ordinalne i numeričke varijable;
- Fischer „exact test”;
- Cronbach alfa koeficijent - za ispitivanje pouzdanosti upitnika;
- Kanonička diskriminativna analiza;
- Post hoc - Bonferroni test.

U svim analizama, dobijene razlike su tumačene kao statistički značajne ako je „p“ vrednost manja od 0.05 ( $p<0.05$ ).

Rezultati su prikazani tabelarno i grafički. Rad je obrađen u tekstu procesoru Microsoft Word for Windows i statističkom paketu SPSS 17 for Windows.

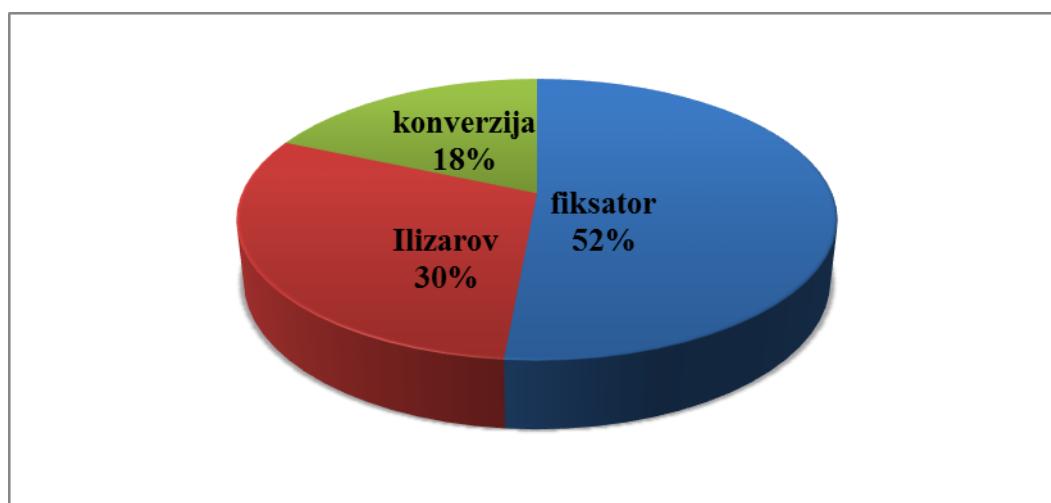
## 4. REZULTATI

### 4.1. OPŠTE KARAKTERISTIKE UZORKA

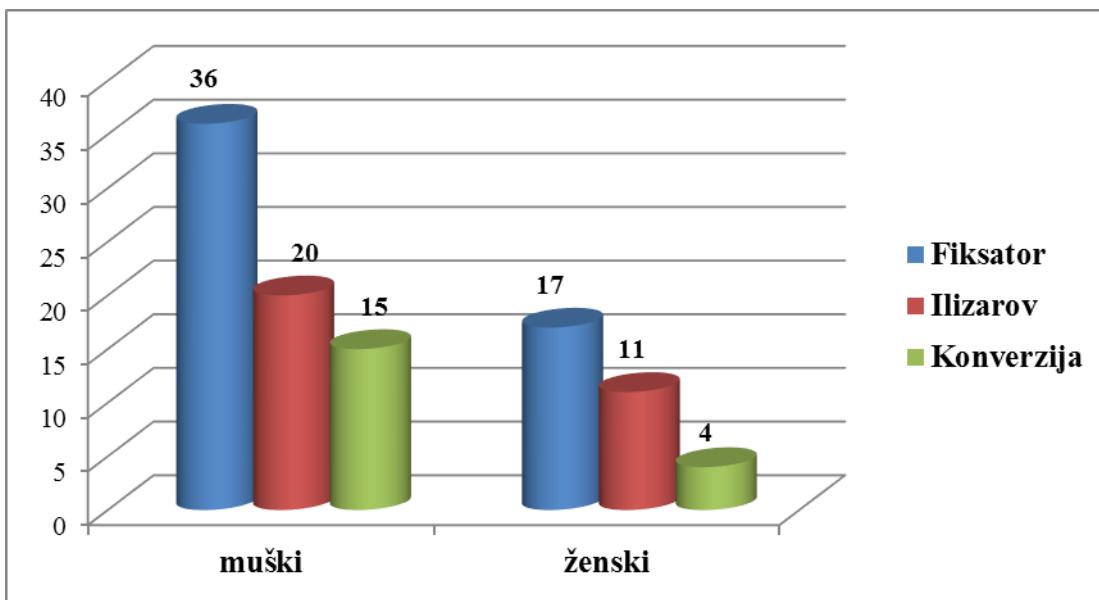
U istraživanju je učestvovalo 130 ispitanika, a u konačnu obradu ušlo je 103 ispitanika (odziv 79,23%). U ovo istraživanje uključeno je ukupno 103 ispitanika oba pola. Uzorak je podeljen u 3 grupe:

1. prvu grupu su činila 53 ispitanika koji su tretirani pomoću spoljnog unilateralnog rigidnog fiksatora (52% od ukupnog broja ispitanika),
2. u drugu grupu svrstan je 31 ispitanik tretiran pomoću Ilizarovog aparata (30% od ukupnog broja ispitanika),
3. treću grupu činilo je 19 ispitanika koji su lečenje započeli spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom a kasnije lečenje nastavili aparatom po Ilizarovu (konverzija) (18% ispitanika) (*Grafikon 1.*).

*Grafikon 1.* Grupe ispitanika prema vrsti operativnog tretmana



Grafikon 2. Polna struktura ispitanika prema vrsti hiruškog tretmana



U ukupnom uzorku bilo je 71 (69,9%) ispitanika muškog pola a 32 (31%) ispitanika ženskog pola. U grupi pacijenata operisanih tehnikom spoljni fiksator bilo je 36 (67,9%) ispitanika muškog a 17 (32,1%) ženskog pola, dok su u grupi operisanih tehnikom Ilizarov bila 20 ispitanika muškog (64,5%) a 11 ispitanika (35,5%) ženskog pola, a u grupi kod koje je došlo do konverzije je bilo 15 (78,9%) ispitanika muškog, a 4 (21,1%) ženskog pola. Primenom *hi kvadrat testa* je utvrđeno da su grupe ujednačene prema polu ( $\chi^2=1.197, df=2, p=0.550$ ).

Tabela 4. Prosečna starost ispitanika po grupama

	Me	AS	SD	Minimum	Maksimum
<b>fiksator</b>	52	51.74	13.788	21	80
<b>Ilizarov</b>	60	57.61	10.158	28	77
<b>konverzija</b>	52	51.84	9.376	33	65
<b>ukupan uzorak</b>	55	53.52	12.250	21	80

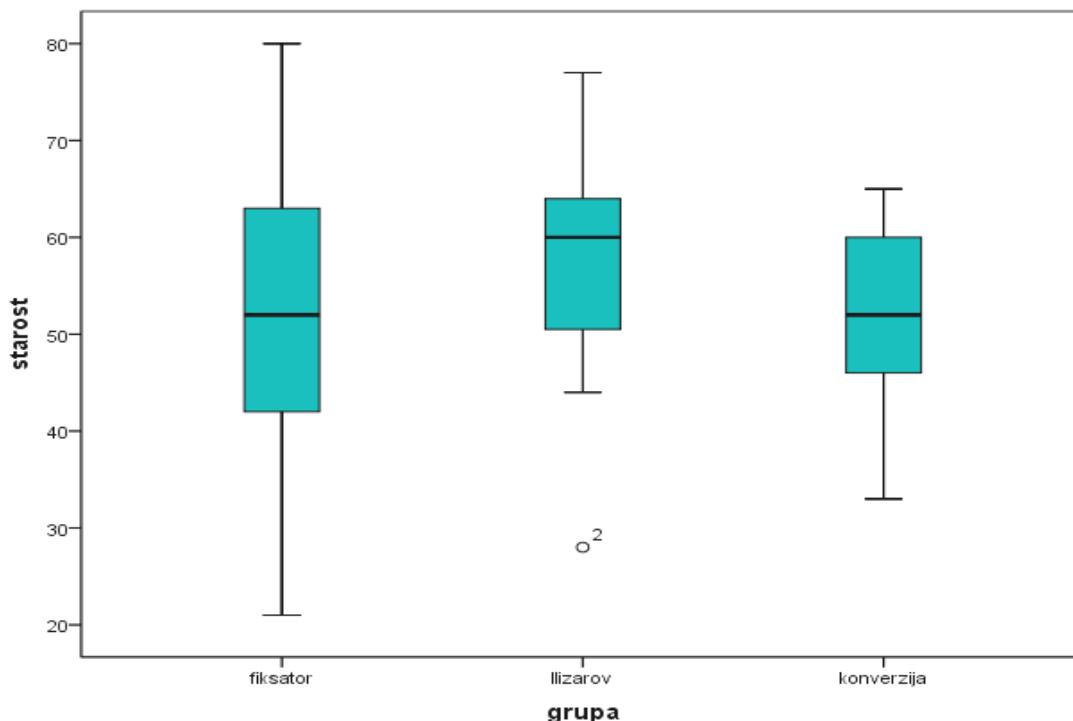
#### Legenda

Me medijana, AS je aritmetička sredina, SD je standardna devijacija

Prosečna starost ukupnog uzorka iznosi 53,52 godine (SD=12,25). Prosečna starost ispitanika tretiranih pomoću spolnjeg unilateralnog rigidnog fiksatora iznosila je 51,74 godina (SD= 13,79 godina), ispitanika tretiranih pomoću Ilizarovog aparata 57,61 godina (SD=10,16 godina) i ispitanika u grupi konverzija 51,84 godina (SD=9,38 godina). Pomoću Kruskal -

Wallisovog testa je utvrđeno da nema značajne statističke razlike između grupa u starosti, odnosno grupe su ujednačene ( $\chi^2=5,062$ , df=2, p= 0,080).

Grafikon 3. Prikaz starosne distribucije ispitanika po grupama



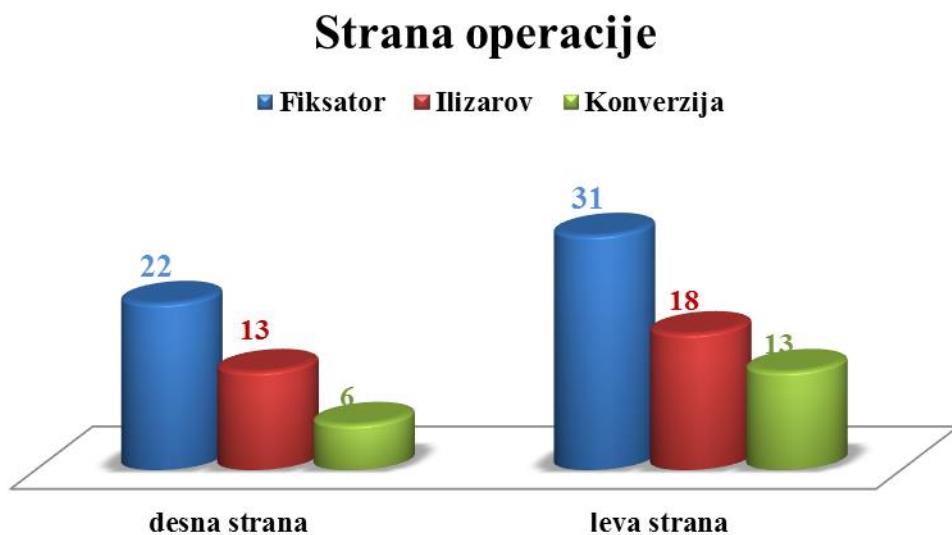
Iako nije bilo statistički značajnih razlika među grupama može se primetiti da je grupa koja je tretirana pomoću Ilizarovog aparata nešto starija. Pored toga u ovoj grupi je prisutan jedan autlajer po starosti, ispitanik starosti od 28 godina (Grafikon 3.).

Grafikon 4. Kategorije povrede prema vrsti hiruške intervencije



U ukupnom uzorku od 103 ispitanika, 66 (64,0%) je imalo visokoenergetske povrede, dok je njih 37 (36,0%) imalo niskoenergetske povrede. Prema kategorijama povrede bez obzira na nivo (plato tibije/pilon tibije) u svim grupama kod više od polovine ispitanika dominirale su visokoenergetske povrede (64,2% vs 71,0% vs 52,6%). Razlike u pogledu kategorija povrede nisu statistički značajne, odnosno grupe su ujednačene ( $\chi^2=1.721$ , df=2, p=0,423).

Grafikon 5. Ispitanici prema strani operacije i vrsti hiruškog tretmana

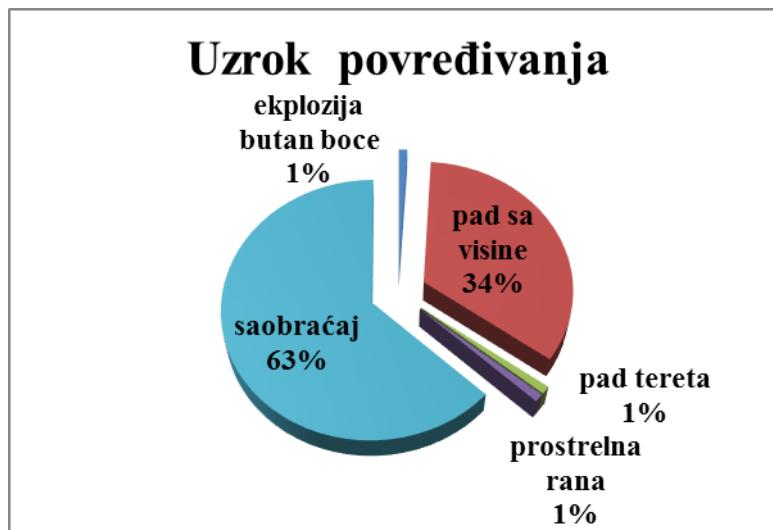


U ukupnom ispitivanom uzorku, 62 (60,0%) ispitanika imalo je povrede na levoj strani donjih ekstremiteta dok je njih 41 (40%) imalo desnostrane povrede. U odnosu na stranu operacije ispitanika podeljenih u grupe prema načinu lečenja, podaci prikazani na *grafikonu 5.* ukazuju da je grupa fiksator imala najveći broj levostranih povreda, sledi grupa Ilizarov i na kraju grupa konverzija (50,0% vs 29,0% vs 21,0%). Razlike u pogledu strane operacije nisu statistički značajne, što znači da su grupe ujednačene ( $\chi^2=660$ , df=2, p=0,719).

Tabela 5. Uzrok povrede ispitanika

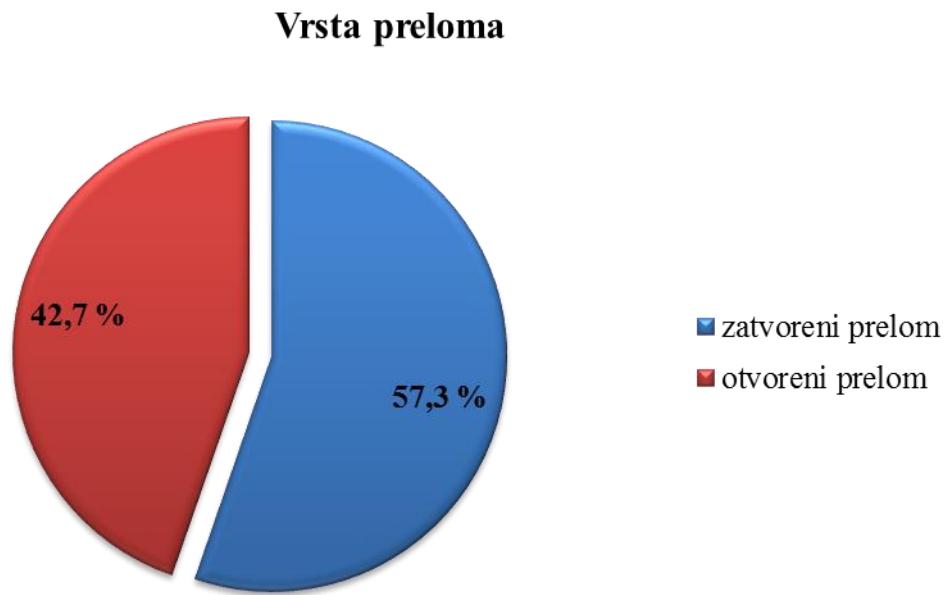
Uzrok	Broj	%
ekplozija butan boce	1	1,0%
pad sa visine	35	34,0%
pad tereta	1	1,0%
prostrelna rana	1	1,0%
saobraćaj	65	63,0%
<b>Ukupno</b>	<b>103</b>	<b>100,0%</b>

Grafikon 6. Uzrok povređivanja kod ispitanika



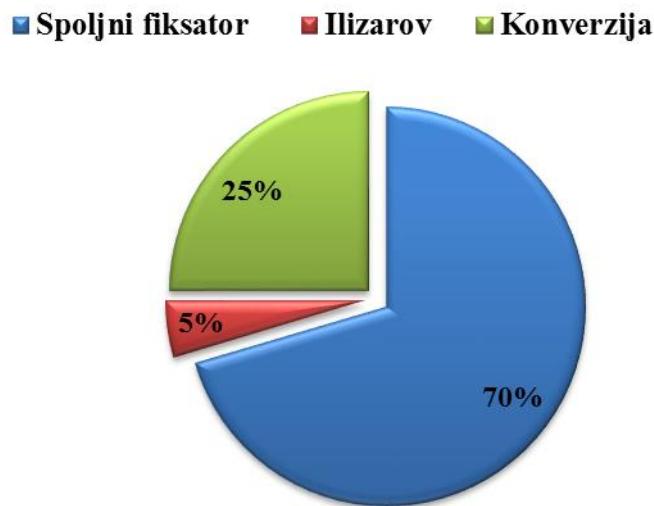
Uvidom u tabelu 5. i grafikon 6. najveći broj ispitanika, njih 65 (63,0%) zadobilo je povrede u saobraćaju, sledi grupa od 35 (34,0%) ispitanika koja je zadobila povrede padom sa visine, zatim slede tri ujednačene grupe od po 1 (1,0%) ispitanika koji su zadobili povrede eksplozijom butan boce, padom tereta na donji ekstremitet i konačno prostrelnom ranom.

Grafikon 7. Udeo otvorenih i zatvorenih preloma kod ispitanika



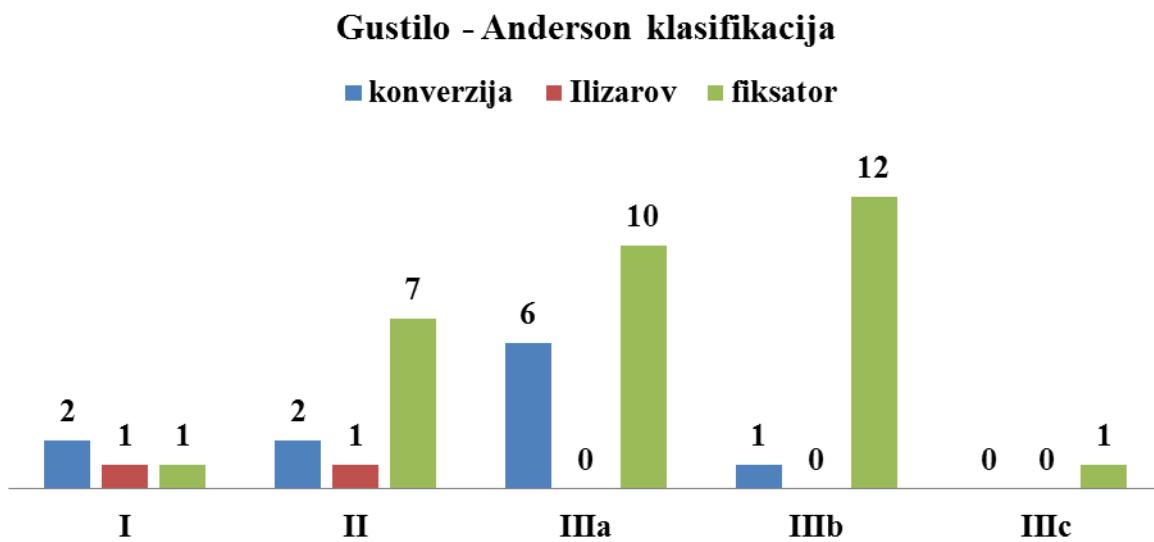
Ukupan broj otvorenih preloma imalo je 44, (42,7%) ispitanika, dok njih 59 (57,3%) je imalo zatvorene prelome.

Grafikon 8. Procentualna zastupljenost otvorenih preloma kod ispitivanih grupa



Od ukupnog broja otvorenih preloma u grupi spoljni fiksator pripada 31 ispitanik (70,4%), grupi Ilizarov 2 ispitanika (4,5%), dok grupi konverzija pripada 11 ispitanika (25,0%).

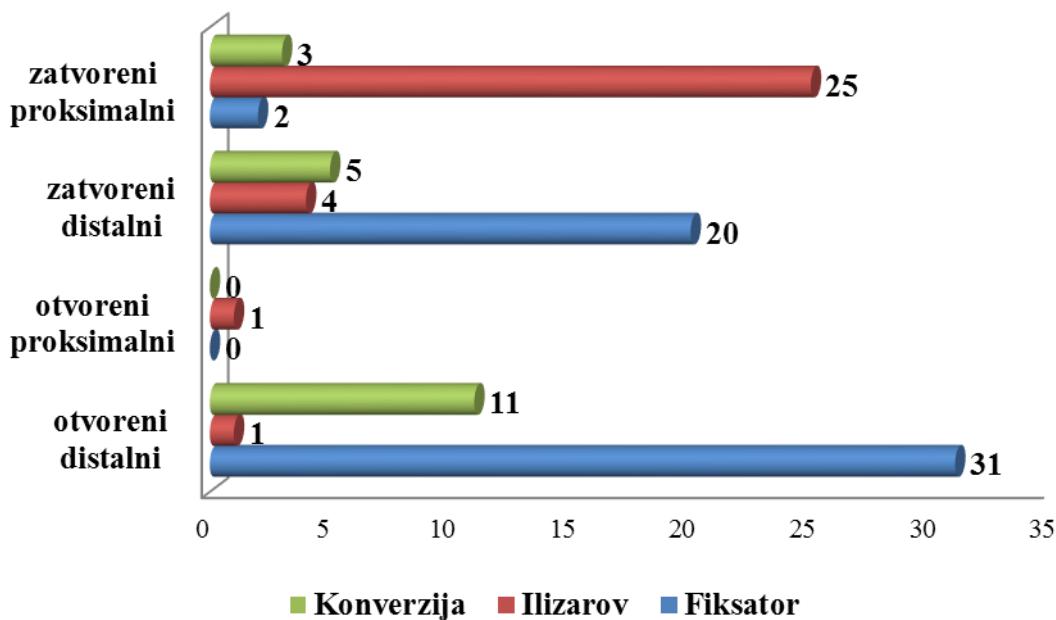
Grafikon 9. Grupe ispitanika prema Gustilo – Anderson klasifikaciji



Pregledom grafikona 9. dolazi se do zaključka da je više od polovine ispitanika, 31 (58,5%) svrstanih u grupu pacijenata operisanih tehnikom spoljni unilateralni rigidni fiksator imalo otvoreni prelom. Prema klasifikaciji *Gustilo – Anderson* bilo je najviše ispitanika čiji je tip preloma svrstan u kategoriju IIIb 12 (38,5%), zatim slede ispitanici svrstani u kategoriju IIIa njih 10 (32,3%), u kategoriji II 7 (22,6%), u kategoriji I, 1 ispitanik (3,2%), i u kategoriji III c 1 (3,2%). U grupi ispitanika operisanih Ilizarov tehnikom bilo je samo 2 (4,5%) ispitanika koji su

imali otvoreni prelom, od toga je prema *Gustilo – Anderson* klasifikaciji jedan (50%) je imao prelom tipa I, a drugi prelom tipa II (50%). U grupi ispitanika kod koje se desila konverzija bilo je 11 (57,9%) ispitanika koji su imali otvoreni prelom. Među njima najviše njih je u kategoriji IIIa 6 (54,5%), zatim u kategoriji I 2 (18,2%) i kategoriji II 2 (18,2%), a najmanje u kategoriji IIIb (9,1%). Fišerov „Exact test” pokazuje da ne postoji značajno različit broj frekvenci u grupama, odnosno grupe su ujednačene po *Gustilo – Anderson* klasifikaciji ( $Fisher=14.32$ ,  $p=0.18$ ).

*Grafikon 10.* Vrste preloma kod ispitanika prema vrsti i lokalitetu na prijemu

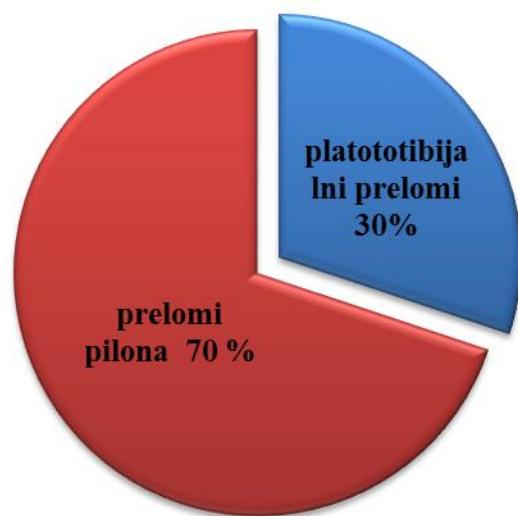


Posmatrajući postavljenu dijagnozu na prijemu ispitanika u grupi operisanih tehnikom spoljni unilateralni rigidni fiksator više od polovine, njih 31 (58,5%) imalo je otvorene prelome i to otvoreni prelom distalne potkolenice, dok je 20 41,5% ispitanika imalo zatvorene prelome. Značajno veći broj ispitanika u ovoj grupi imao je zatvoreni prelom distalne potkolenice njih 20 (37.7%), dok su 2 (3.8%) ispitanika imala zatvoreni prelom proksimalne potkolenice. U grupi ispitanika operisanih Ilizarov tehnikom bilo je samo 2, (6,4%) pacijenta koji su imali otvoreni prelom (od toga je 1 imao distalni a drugi proksimalni), a 29 (93,5%) koji su imali zatvoreni prelom (4 distalno, 25 proksimalno). U grupi ispitanika kod koje se desila konverzija bilo je 11 ispitanika (57,9%) koji su imali otvoreni prelom (svi su imali distalni), a 8 (42,1%) koji su imali zatvoreni (5 distalno, 3 proksimalno).

*Prema Fišerovom „Exact test-u” postoji značajno različit broj frekvenci dijagnoza na prijemu u grupama, odnosno grupe su neujednačene ( $Fisher=65.41$ ,  $p=0.00$ ).*

Uvidom u podatke u grupama ispitanika operisanih tehnikama spoljni unilateralni rigidni fiksator i kod onih ispitanika kod kojih je došlo do konverzije, dominiraju ispitanici sa distalnim prelomima dok je u grupi ispitanika operisanih aparatom po Ilizarovu dominiraju oni sa zatvorenim proksimalnim prelomima (*grafikon 10.*).

*Grafikon 11.* Ispitanici podeljeni prema nivou povrede potkolenice - platotibijalni prelomi/prelomi pilona

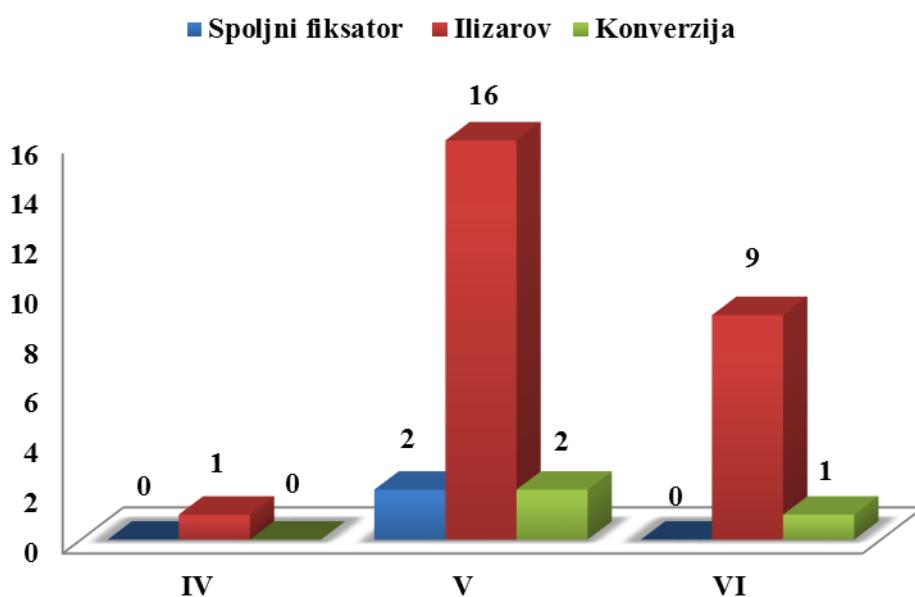


Ukupan broj ispitivanih prema nivou povređivanja potkolenice iznosio je 31 (30%) za platotibijalne prelome, a ostatak 72 (70%) pripadao je prelomima pilona tibije.

*Tabela 6.* Grupe ispitanika prema Schatzker klasifikaciji platotibijalnih preloma

Schatzker klasifikacija	grupa					
	fiksator		Ilizarov		konverzija	
	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %
tip preloma	IV	0	0	1	3,2	0
	V	2	6,4	16	51,6	2
	VI	0	0	9	29,0	1

Grafikon 12. Ispitanici prema Schatzker klasifikaciji platotibijalnih preloma i vrsti operativnog zahvata



Prema *Schatzker klasifikaciji* uvidom u tabelu 6 i grafikon 12 možemo reći da bez obzira na vrstu operativnog lečenja ispitanika dominiraju povrede po tipu V, koje je imalo 20 (64,5%) ispitanika. Prema toj kategoriji grupi ispitanika operisanih Ilizarovim aparatom pripadalo je njih 16 (51,6%), grupi konverzija njih 2 (6,4%) dok je u grupi spoljni fiksator bilo takođe 2 (6,4%) ispitanika. U kategoriji IV imali smo samo jednog (3,2%) ispitanika i to u grupi Ilizarov. Kategorija VI ima najviše ispitanika u grupi Ilizarov, njih 9 (29,0%), grupa konverzija 1 (3,2%) dok grupa spoljni fiksator nema ispitanika (Grafikon 12.).

Prema Fišerovom „Exact test-u“ ne postoji značajno razliku broj frekvenci platobijalnih preloma u grupama, odnosno grupe su ujednačene ( $Fisher=2.86, p=0.82$ ).

### AO/OTA

Ukupno operisanih ispitanika sa prelomima pilona prema AO/OTA klasifikaciji bilo je 72 (70,0%). Od tog broja grupi niskoenergetkih povreda (prelomi tipa A, B) pripada 23 ispitanika (31,9%) dok grupi visokoenergetskih (prelomi tipa C), pripada 49 (68,1%).

Prema AO/OTA klasifikaciji za povrede pilona tibije (Tabela 6.) u grupi spoljni unilateralni rigidni fiksator bilo je 34 ispitanika sa visoko-energetskim povredama svrstanih u kategoriju C. Od toga najveći broj njih 14 u kategoriji C1, njih 12 u kategoriji C2 i najmanji broj 8 u kategoriji C3. Nisko-energetske povrede pilona tibije u ovoj grupi imalo je 17 ispitanika, najveći

broj svrstan je u kategoriju A2. Grupa ispitanika operisanih aparatom po Ilizarovu klasifikovana *AO/OTA klasifikacijom* imala je 5 ispitanika sa visoko-energetskim povredama pilona tibije svrstanih u kategoriju C. Takođe, najveći broj njih 3 u kategoriji C2, i 2 u kategoriji C3. U ovoj grupi nije bilo ispitanika sa nisko-energetskim povredama pilona tibije. Ispitanici koji su prešli na konverziju imali su 10 visoko-energetskih povreda. Od toga prema *AO/OTA klasifikaciji* 4 u C2, po 3 ispitanika u C3 i C1. Nisko-energetske povrede pilona tibije u grupi konverzija zabeležene su kod 6 ispitanika (*Tabela 7.*).

Grafikon 13. Grupe ispitanika prema AO/OTA klasifikaciji preloma pilona

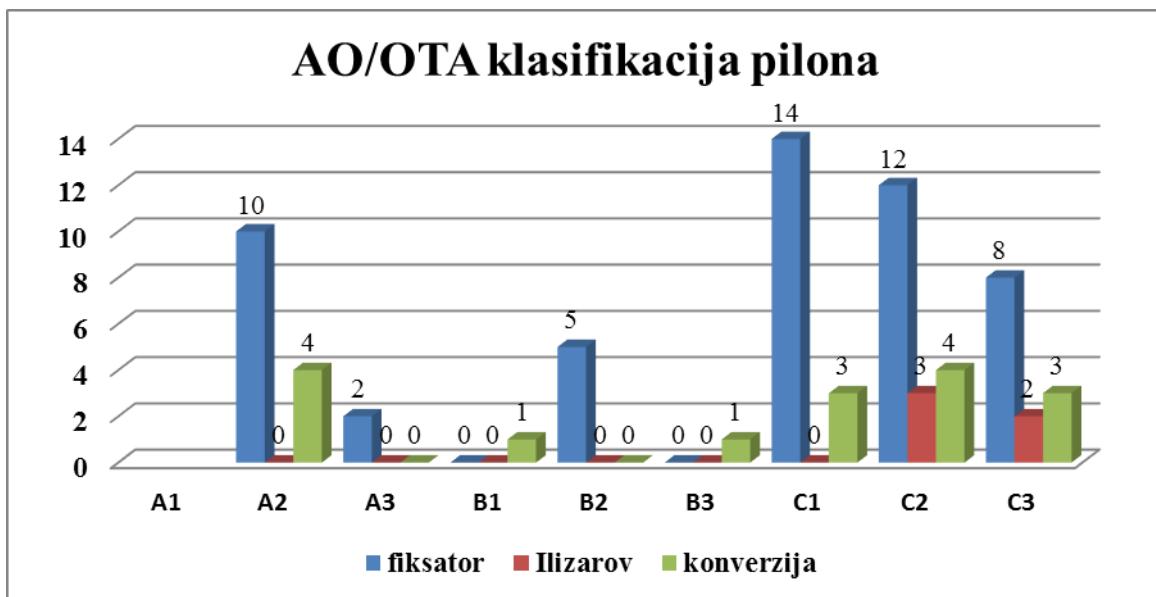


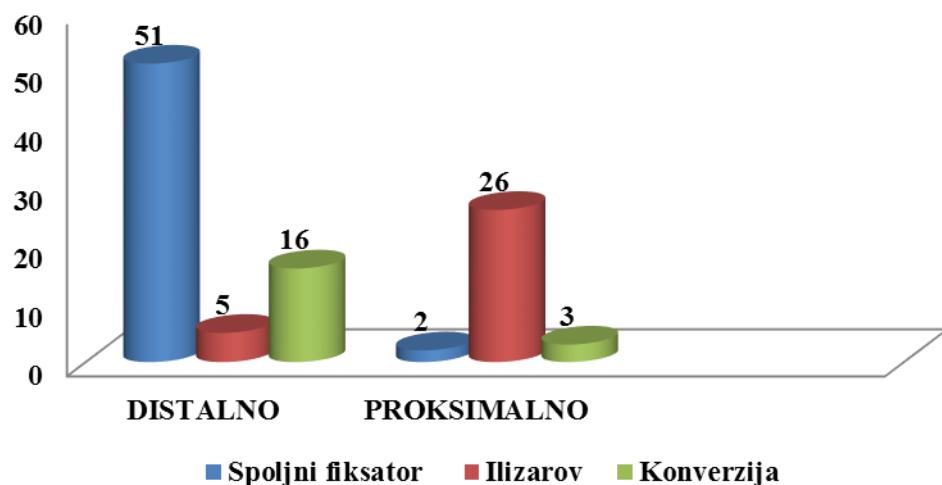
Tabela 7. Ispitanici prema AO/OTA klasifikaciji preloma pilona i vrsti operativnog zahvata

AO/OTA klasifikacija	grupa					
	fiksator		Ilizarov		konverzija	
	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %
tip preloma	A1					
	A2	10	13,8			4
	A3	2	2,7			
	B1					1
	B2	5	6,9			
	B3					1
	C1	14	19,4			3
	C2	12	16,6	3	4,1	4
	C3	8	11,1	2	2,7	3
ukupno	72	51	70,8	5	5,5	16
						22,2

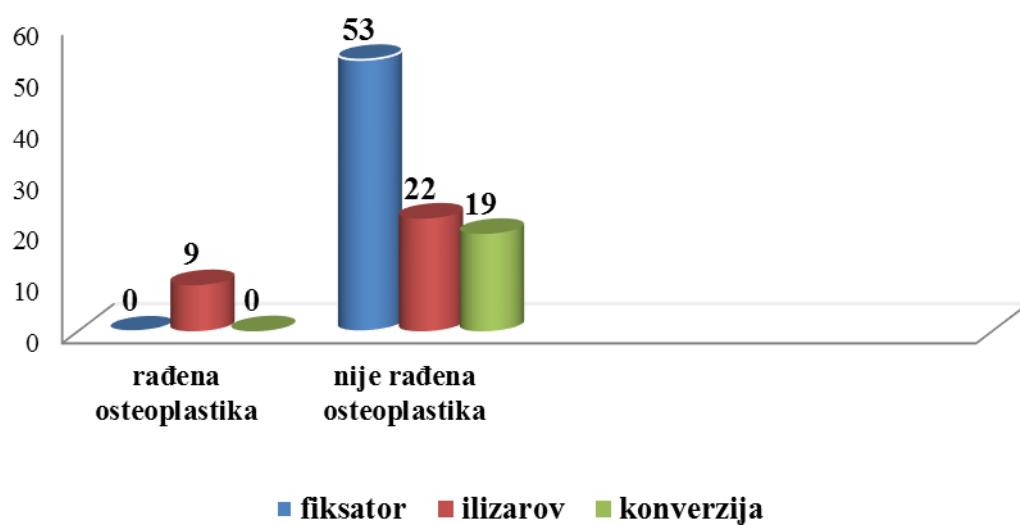
#### 4.1.1. KARAKTERISTIKE GRUPA PREMA MODALITETIMA OPERACIJE

Uvidom u prikazane rezultate u grafikonu 14, uočava se da je u grupi fiksator 51 (96,2%) ispitanika imalo povrede distalne tibije, a samo njih 2 (3,7%) imalo povredu proksimalne tibije. Grupa Ilizarov ima 26 (83,8%) ispitanika sa povredama proksimalne tibije, a 5 (16,1%) povreda distalne tibije. U grupi konverzija 3 (15,7%) je imalo povrede proksimalne tibije, a 16 (84,2%) povrede distalne tibije.

Grafikon 14. Ispitanici prema nivou povrede tibije i vrsti primenjene hiruške metode



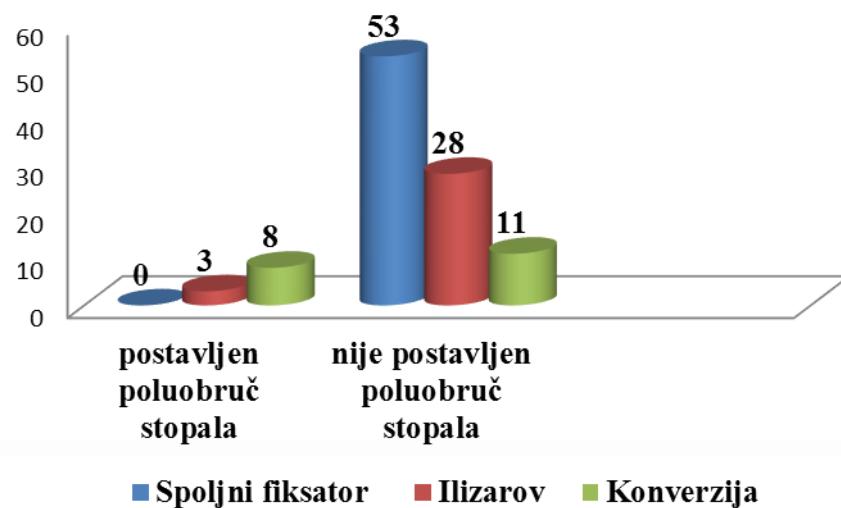
Grafikon 15. Ispitanici sa ili bez osteoplastike proksimalne tibije prema vrsti operativnog tretmana



Kod ispitanika uključenih u istraživanje podeljenih po grupama u zavisnosti od operativnog načina lečenja kod 9 (29,0%) ispitanika sa povredom proksimalne tibije u grupi Ilizarov rađena je osteoplastika. Ostalim ispitanicima bilo u grupi spoljnji rigidni unilateralni fiksator 53 (100%), ili konverzija 19 (100%) nije rađena osteoplastika. (Grafikon 15.).

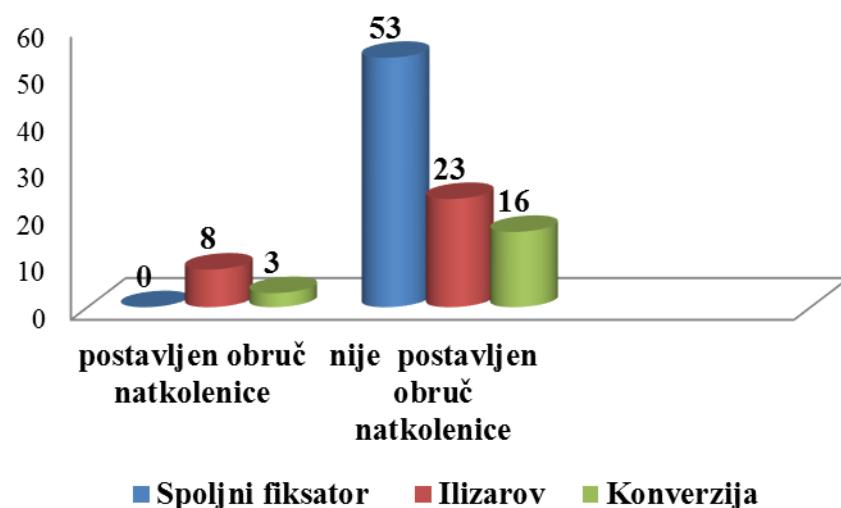
*Prema Fišerovom „Exact testu“ postoji značajna razlika između grupa, odnosno grupe su neujednačene u pogledu načina lečenja (Fisher=16.07, p=0.00).*

Grafikon 16. Ispitanici sa ili bez postavke poluobruča stopala prema vrsti operativnog zahvata



Poluobruč stopala postavljen je kod 3 (9,6%) ispitanika iz grupe Ilizarov i kod 8 (25,0%) ispitanika iz grupe konverzija. Fišerov test pokazuje značajnu razliku među grupama, odnosno grupe su neujednačene prema postavci poluobruča stopala (Fisher=7.81, p=0.01).

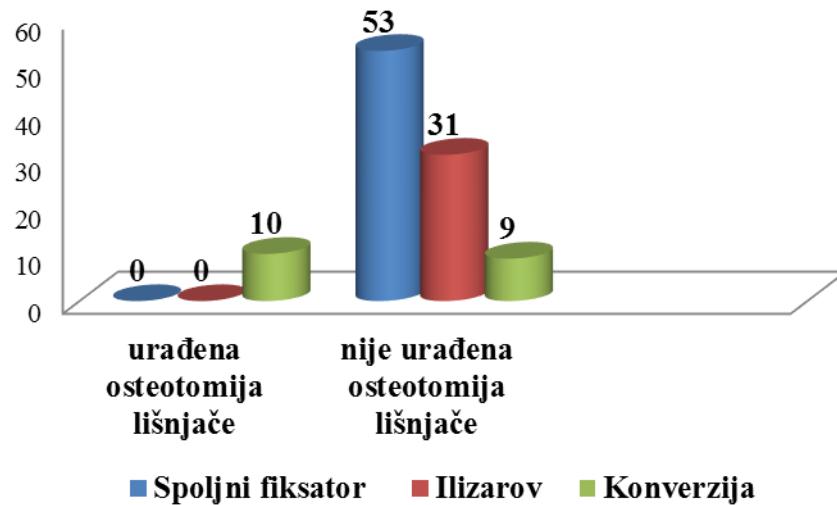
Grafikon 17. Ispitanici sa ili bez postavljenog obruča nadkolenice prema vrsti operativnog zahvata



Obruč natkolenice (femoralni ram) postavljen je u grupi Ilizarov i konverzija. U grupi Ilizarov obruč je postavljen kod osam ispitanika (25,5%), a u grupi konverzija isti je postavljen kod 3 (15,7%) ispitanika. (Grafikon 17.).

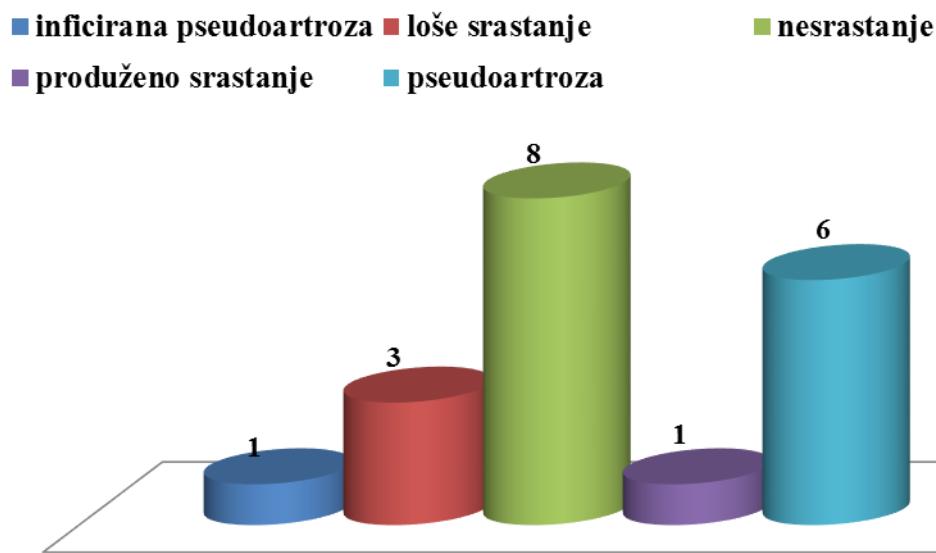
*Prema Fišerovom "Exact testu" ne postoje zнатне разлике између група што значи да су групе уједнаћене према постављеном обручу надкolenice (Fisher=4.67, p=0.67).*

Grafikon 18. Ispitanici sa ili bez osteotomije distalne lišnjače prema vrsti operativnog tretmana



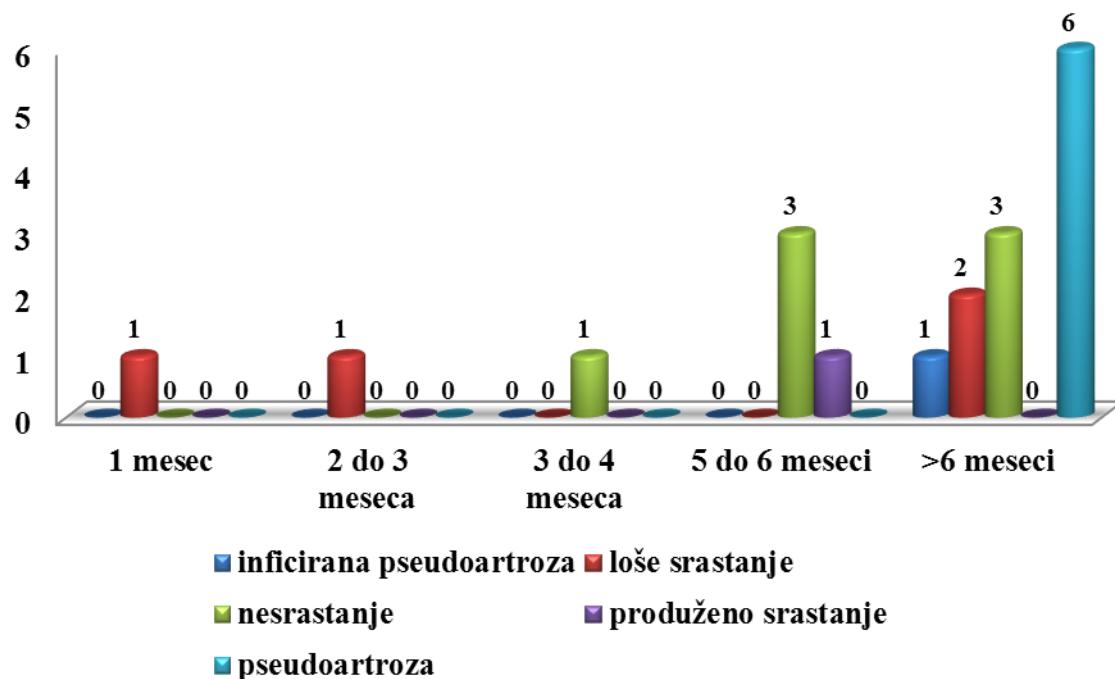
Osteotomija lišnjače je urađena jedino kod ispitanika u grupi konverzija i to kod njih 10 (52,6%). Postoje značajne razlike između grupa, odnosno grupe su neujednačene prema urađenoj osteotomiji distalne lišnjače (Fisher=26.00, p=0.00).

Grafikon 19. Razlog promene načina lečenja u grupi ispitanika konverzija



Ispitanici klasifikovani u grupu konverzija svoje lečenje su inicijalno započeli spolnjim rigidnim unilateralnim fiksatorom, tokom vremena praćenja u našoj studiji oni su lečenje nastavili aparatom po Ilizarovu. *Grafikon 19.* prikazuje razloge promene načina lečenja ispitanika. Uvidom u *grafikon 19.*, možemo reći da su najčešći razlozi promene lečenja u našoj studiji: nesrastanje i pseudoartroza (8, 42,1% vs 6, 31,5%). Kod 3 (15,8%) ispitanika razlog promene lečenja je loše srastanje distalne tibije, i po jedan ispitanik je promenio lečenje zbog inficirane pseudoartroze i produženog srastanja (1, 5,2% vs 1, 5,2%).

*Grafikon 20.* Razlog i vreme promene načina lečenja u grupi ispitanika konverzija



*Tabela 8.* Ispitanici u grupi konverzija prema uzroku i vremenu promene lečenja

	vreme konverzije - uzrok promene načina lecenja					Total
	inficirana pseudoartroza	loše srastanje	nesrastanje	produženo srastanje	pseudoartroza	
1 mesec	0	1	0	0	0	1
2 do 3 meseca	0	1	0	0	0	1
3 do 4 meseca	0	0	1	0	0	1
5 do 6 meseci	0	0	3	1	0	4
>6 meseci	1	2	3	0	6	12
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>19</b>

Uvidom u tabelu 8. i grafikon 20. zapažamo da je u prvom mesecu došlo do promene lečenja (konverzije sa spoljnog fiksatora u aparat po Ilizarovu), kod jednog ispitanika (5,2%) zbog lošeg srastanja, u drugom do trećeg meseca do konverzije je takođe došlo kod jednog ispitanika (5,2%) zbog istog uzroka. U periodu od trećeg do četvrтog meseca do konverzije dolazi usled nesrastanja kod jednog ispitanika (5,2) a u periodu od petog do šestog meseca konverzija se dogodila kod četiri ispitanika i to kod tri (15,7%) usled nesrastanja i kod jednog (5,2%) zbog produženog srastanja. Nakon 6 meseci od postavke spoljnog fiksatora konverzije se dešavaju kod dvanaest ispitanika i to jedna (5,2%) usled inficirane pseudoartroze, dve (10,5%) usled lošeg srastanja, kod tri ispitanika (15,7%) zbog nesrastanja dok je šest ispitanika (31,5%) prešlo na konverziju usled pseudoartroze.

Tabela 9. Ispitanici po grupama prema kliničkom nalazu na prijemu

		grupa					
		fiksator		Ilizarov		konverzija	
		frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %
kontraktura (prijem)	da	53	100.0%	31	100.0%	19	100.0%
	nema bola	0	.0%	0	.0%	1	5.3%
bol (prijem)	umereno jak bol	15	28.3%	21	67.7%	15	78.9%
	jak bol	38	71.7%	10	32.3%	3	15.8%
otok / obim potkolenice (prijem)	<1 cm	1	1.9%	0	.0%	7	36.8%
	1 cm do 2 cm	33	62.3%	12	38.7%	10	52.6%
	>2 cm	19	35.8%	19	61.3%	2	10.5%
razlika u dužini donjih ekstremiteta (prijem)	<1 cm	7	13.2%	19	61.3%	5	26.3%
	1 cm do 2 cm	9	17.0%	2	6.5%	2	10.5%
	>2 cm	37	69.8%	10	32.3%	12	63.2%
neuroloski status (prijem)	pareza n.tibijalisa	4	7.5%	0	.0%	0	.0%
	pareza peroneusa	5	9.4%	6	19.4%	0	.0%
rotacija fragmenata (prijem)	uredan	44	83.0%	25	80.6%	19	100.0%
	0 do 5	1	1.9%	1	3.2%	1	5.3%
	5 do 10	27	50.9%	20	64.5%	16	84.2%
	10 do 15	22	41.5%	8	25.8%	2	10.5%
	>15	3	5.7%	2	6.5%	0	0%
duboka venska tromboza	da	0	0%	0	0%	0	0%
	ne	53	100%	31	100%	19	100%
kompartiment sindrom	da	2	3,7%	0	0%	0	0%
	ne	51	96,3%	31	100%	19	100%

Klinički nalaz na prijemu prikazan je tabelarno. Iz nje se vidi da su svi ispitanici prilikom prijema imali kontrakturu kolenog i skočnog zgloba. Bez bola nije bilo ni jednog ispitanika u grupi

fiksator i ilizarov dok je postojao jedan ispitanik (5,9%) bez bola u grupi konverzija. Umereno jak bol imalo je 15 (28,3%) ispitanika u grupi fiksator, 21 (67,7%) u grupi Ilizarov i 15 (78,9%) u grupi konverzija. Otok potkolenice najizraženiji je bio u grupi fiksator i to od 1-2 cm, njih 33 (62,3%), >2 cm imalo je njih 19 (35,8%), dok je samo jedan ispitanik (1,9%) imao obim potkolenice <1 cm. U grupi Ilizarov najveći otok >2 cm imalo je 19 (61,3%) ispitanika, slede oni od 1-2 cm, 12 (38,7%), dok nijedan nije imao manji do 1 cm. Grupa konverzija prednjači sa otokom potkolenice od 1-2 cm, njih 10 (52,6%), zatim oni sa <1 cm, 7 (36,8%), i najzad 2 (10,5%) ispitanika sa otokom >2 cm. Razlika u dužini ekstremiteta >2 cm najzastupljenija je bila u grupi fiksator kod 37 (69,8%) ispitanika, u grupi Ilizarov kod 10 (32,3%), a u grupi konverzija kod 12 (63,2%). Razliku u dužini od 1-2 cm imalo je 9 (17,0%) ispitanika u grupi fiksator, 2 (6,5%) u grupi Ilizarov i 2 (10,5%) u grupi konverzija. Procentualno, najmanju razliku u dužini ekstremiteta <1 cm postojala je u grupi fiksator, kod njih 7 (13,2%), zatim u grupi konverzija 5 (26,3%), i najviše u grupi Ilizarov 19 (61,3%). Parezu n. tibijalisa beležimo kod 4 (7,5%) ispitanika u grupi fiksator dok u preostale dve grupe one ne postoje. Pareza n. peroneusa prisutna je kod 5 (9,4%) ispitanika u grupi fiksator i kod 6 (19,4%) u grupi Ilizarov dok ona ne postoji u grupi konverzija. Rotacija fragmenata najzastupljenija je u opsegu od 5-10° kod svih grupa. Grupa fiksator ima 27 (50,9%) ispitanika sa ovakvom rotacijom, grupa Ilizarov 20 (64,5%) i grupa konverzija 16 (84,2%). Duboku vensku trombozu nismo zabeležili ni u jednoj grupi. Kompartiment sindrom bio je prisutan samo kod 2 (3,7%) ispitanika i to u grupi fiksator.

#### 4.1.2. OPERATIVNI TOK

Tabela 10. Ispitanici po grupama prema vremenu od prijema do operativnog zahvata

Grupa	do 24 sata		od 24 - 48 sati		preko 48 sati	
	broj	procenat	broj	procenat	broj	procenat
<b>Fiksator</b>	44	83,0%	9	17%		
<b>Ilizarov</b>	5	16,1%	11	35,4%	15	48,3%
<b>konverzija</b>			15	78,9%	4	21,0%

Pregledom *tabele 10.*, vidimo da je najveći broj ispitanika u grupi fiksator bio operisan unutar 24 sata, njih 44 (83,0%), dok su preostalih 9 (17%) bili operisani do 48 sati od prijema. Grupa Ilizarov daje sledeće karakteristike: najveći broj ispitanika u ovoj grupi operisan je nakon 2 dana od prijema, njih 15 (48,3%) i to najčešće  $7 \pm 2$  dana, sledi njih 11 (35,4%) operisanih između

24 – 48 sati, i grupa od njih 5 (16,1%) operisanih unutar 24 sata. U grupi konverzija njih 15 (78,9%) operisano je unutar 48 sati od prijema, a preostala 4 (21,0%) nakon 48 sati, što se objašnjava vanbolničkom pripremom ispitanika za elektivni operativni zahvat.

*Tabela 11.* Ispitanici po grupama prema vremenu trajanja operativnog zahvata

Grupa	vreme trajanja operacije (min)
Fiksator	35±10
konverzija proksimalno sa femoralnim ramom	125±15
konverzija distalno	115±10
konverzija distalno sa osteotomijom	120±10
konverzija distalno sa osteotomijom i potkovicom	130±10
Ilizarov proksimalno	135±10
Ilizarov proksimalno sa osteoplastikom	140±10
Ilizarov proksimalno sa osteoplastikom i femoralnim ramom	150±10
Ilizarov proksimalno sa femoralnim ramom bez osteoplastike	145±10
Ilizarov distalno bez potkovice	95±10
Ilizarov distalno sa potkovicom	105±10

Najduže vreme operativnog rada zabeleženo je u grupi Ilizarov proksimalno sa osteoplastikom i sa postavkom femoralnog rama  $150\pm10$  min. Najkraće vreme operativnog delovanja zabeleženo je u grupi fiksator,  $35\pm10$  min.

*Tabela 12.* Ispitanici po grupama prema postojanju infekcije oko igala aparata ili klinova fiksatora, stanju operativne rane i razlici u dužini ekstremiteta u postoperativnom periodu

	grupa						
	fiksator		Ilizarov		konverzija		
	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %	
stanje kože oko igala i klinova/prisutnost znakova infekcije	da	10	18.9%	0	0%	2	10.5%
	ne	43	81.1%	31	100.0%	17	89.5%
stanje rane / prisutni znakovi infekcije	da	11	20.8%	0	.0%	1	5.3%
	ne	42	79.2%	31	100.0%	18	94.7%
razlika u dužini donjih ekstremiteta (postoperativni tok)	nema	1	1.9%	27	87,0%	0	0%
	<1	43	81.1%	4	12,9.0%	15	78.9%
	1 do 2	8	15.1%	0	0%	4	21.1%
	>2	1	1.9%	0	0%	0	.0%

Praćenjem stanja kože oko igala aparata i klinova fiksatora zabeležili smo pojavu 10 (18,9%) infekcija kože oko klinova u postoperativnoj fazi 2 (10,5%) u grupi konverzija i nijednu u grupi Ilizarov. Operativna rana u grupi fiksator pokazivala je znakove infekcije kod 11 (20,8%) ispitanika, 1 (5,3%) u grupi konverzija, a nijednu u grupi Ilizarov. Razlika u dužini donjih ekstremiteta najveći broj beleži u grupi fiksator i to kod onih sa <1 cm, kod njih 43 (81,1%), zatim grupa konverzija sa 15 (78,9%) i grupa Ilizarov sa 4 (12,9%). Najveću razliku u dužini ekstremiteta >2 cm pronašli smo u grupi fiksator i to 1 (1,9%).

*Tabela 13.* Monitoring aparata u bolničkim uslovima prema vrsti operativnog zahvata

		grupa					
		fiksator		Ilizarov		konverzija	
		frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %
stabilnost aparata	da			31	100.0%	19	100.0%
stabilnost fiksatora	da	50	94.3%	0		0	0%
	ne	3	5.7%	0	0.0%	0	0.0%
nategnutost igala aparata	zadovoljavajuća			31	100.0%	19	100.0%
odstranjenje obruča oko natkolenice	da			0	0%	0	0%
	ne			8	100%	3	100%
odstranjenje obruča na stopalu	da			0	0%	0	0%
	ne			10	100.0%	6	100,0%
lom igala aparata	da			3	9,6%	2	10,5%
	ne			28	90,3%	17	89,5%
izmena položaja aparata	da			3	9,6%	9	47,4%
	ne			28	90,3%	10	52,6%
distrakcija	da			6	19,3%	7	36,8%
	ne			25	80,6%	12	63,2%
kompresija	da			7	22,5%	16	84,2%
	ne			24	77,4.0%	3	15,8%

Pregledom *tabele 13.* konstatuje se da stabilnost konstrukcije aparata u bolničkim uslovima zadovoljava kod svih ispitanika u grupama Ilizarov i konverzija, a da 3 (5,7%) ispitanika u grupi fiksator nemaju zadovoljavajuću stabilnost. Zategnutost igala aparata je takođe zadovoljavajuća u grupi konverzije i Ilizarova. Obruči na natkolenici (femoralni ramovi) i poluobruči na stopalu (potkovice) nisu uklanjeni pri otpustu već u polikliničkim uslovima. Lom igala aparata dogodio se u 3 (9,6%) slučajeva u grupi Ilizarov, dok je u grupi konverzija takvih lomova bilo u 2 (10,5%). Prvobitno postavljena konstrukcija aparata doživela je izmene u bolničkim uslovima u 3 (9,6%) slučaja u grupi Ilizarov dok se to u grupi konverzija desilo u 9

(47,4%) slučaja. Razvlačenje (distrakciju) smo izvodili u 6 (19.3%) slučaja u grupi Ilizarov, a 7 (36,8%) u grupi konverzija, a sabijanje (kompresiju) u 7 (22,5%) u grupi Ilizarov, te u 16 (84,3%) u grupi konverzija.

*Tabela 14.* Klinički nalaz na otpustu ispitanika prema vrsti operativnog tretmana

		grupa					
		fiksator		Ilizarov		konverzija	
		frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %
kontraktura	da	42	79,2%	20	64,5%	12	63,1%
	ne	11	20,7%	11	35,4%	7	36,8%
postignut pun oslonac (otpust)	ne	53	100,0%	0	.0%	0	0%
	do 20%	0	0%	0	.0%	2	10.5%
	20 do 50%	0	0%	16	51.6%	17	89.5%
	50 do 80%	0	0%	13	41.9%	0	0%
	80 do 100%	0	0%	2	6.5%	0	0%
bol (otpust)	umereno jak bol	47	88.7%	16	51.6%	15	78.9%
	jak bol	6	11.3%	0	.0%	0	.0%
	ne	0	0%	15	48.4%	4	21.1%
otok / obim potkoljenice (otpust)	<1 cm	4	7.5%	3	9.7%	3	15.8%
	1 do 2 cm	42	79.2%	28	90.3%	15	78.9%
	>2 cm	7	13.2%	0	0%	1	5.3%
razlika u dužini donjih ekstremiteta (otpust)	<1 cm	47	88.7%	31	100.0%	18	94.7%
	1 do 2 cm	5	9.4%	0	0%	1	5.3%
	>2 cm	1	1.9%	0	0%	0	0%
neurološki status (otpust)	pareza n.tibialisa	4	7.5%	0	0%	0	0%
	pareza peroneus	4	7,5%	3	9.7%	0	0%
	uredan	45	84.9%	28	90.3%	19	100.0%
rotacija fragmenata (otpust)	bez	0	.0%	1	3.2%	1	5.3%
	0 do 5	28	52.8%	29	93.5%	18	94.7%
	5 do 10	24	45.3%	1	3.2%	0	.0%
vertikalizacija (otpust)	10 do 15	1	1.9%	0	0%	0	0%
	da	50	94.3%	31	100.0%	19	100.0%
	ne	3	5.7%	0	0%	0	0%
rana rehabilitacija (otpust)	da	50	94.3%	31	100.0%	19	100.0%
	ne	3	5.7%	0	0%	0	0%
duboka venska tromboza	da	0	0%	0	0%	0	0%
	ne	53	100%	31	100%	19	100%
kompartメント sindrom	da	0	0%	0	0%	0	0%
	ne	53	100%	31	100%	19	100%

Uvidom u tabelu 14. prema indikatorima kliničkog nalaza na otpustu po grupama dolazimo do zaključka da je kontraktura u kolenom, skočnom i subtalarnom zglobovu zastupljena kod svih grupa, a najviše kod grupe fiksator (79,2% vs 64,5% vs 63,1%). Pun oslonac zabeležen je jedino u grupi Ilizarov i to kod 2 (6,5%) ispitanika dok je oslonac  $> 50\%$  telesne težine takođe dominatan za ovu grupu. Grupa konverzija ima najveći broj ispitanika njih 17 (89,5%) u kategoriji 20 do 50% oslonca. Grupa fiksator ne beleži oslonac ili je on minimalan. Bol je relativno ujednačen prema grupama i to: u kategoriji umereno jak bol (88,7 % vs 51,6% vs 78,9%), dok se grupa Ilizarov značajno izdvaja u kategoriji bez bola sa (48,8%). Otok – obim potkolenice u rangu od 1 – 2 cm je najzastupljeniji procentualno kod svih grupa (79,2% vs 90,3% vs 78,9%). Sedam ispitanika (13,2%) u grupi fiksator imalo je otok  $> 2$  cm. Razliku u dužini ekstremiteta  $< 1$  cm imao je najveći broj ispitanika u svim grupama (88,7% vs 100,0% vs 94,7%) ali se grupa Ilizarov izdvaja sa najvećim procenom do 100,0%. Uredan neurološki status u velikom procentu dominira u svim grupama (84,9% vs 90,3% vs 100,0%) ali je on najbolji u grupi konverzija. Pareze n. tibialis i n. peroneus zabeležene su kod grupe fiksator i to kod 8 ispitanika (15,0%), dok je u grupi Ilizarov 3 (9,7%) ispitanika imalo parezu n.peroneusa. Rotacija fragmenata od 0 do  $5^\circ$  najzastupljenija je kod ispitanika u grupi Ilizarov i konverzija (93,5% vs 94,7%), dok je rotacija od 0 do  $5^\circ$  i od  $5^\circ$  –  $10^\circ$  relativno isto raspoređena u grupi fiksator (52,8% vs 45,3%). Veliki broj ispitanika je vertikalizovan pri otpustu po grupama (94,3% vs 100,0% vs 100,0%). Ranu rehabilitaciju je bilo moguće sprovesti kod gotovo svih ispitanika (94,3% vs 100,0% vs 100,0%). Duboka venska tromboza i kompartment sindrom nisu zabeleženi pri otpustu ni u jednoj grupi.

Tabela 15. Prikaz prosečnog boravka u bolničkim uslovima u danima prema vrsti operacije

<b>Grupa</b>	<b>vreme boravka u bolnici (dani)</b>
Fiksator	6±2
Ilizarov	9±2
Konverzija	10±2

Najduži boravak u bolnici zabeležili smo kod ispitanika iz grupe konverzija sa  $10 \pm 2$  dana. Slede ispitanici u grupi Ilizarov sa  $9 \pm 2$  dana, dok su se najkraće zadržavali ispitanici u grupi spoljni unilateralni rigidni fiksator sa  $6 \pm 2$  dana.

Tabela 16. Pregled monitoringa aparata prema vrsti operacije na kontroli od 6 meseci

		grupa			
		fiksator		Ilizarov	
		frekvencija	procenat %	frekvencija	procenat %
odstranjenje aparata	da			31	100.0%
odstranjenje fiksatora	2 mesec	2	3,7%		
	3 mesec	9	16,9%		
odstranjenje proksimalnog obruča	4 mesec	14	26,4%		
	5 mesec	20	37,7%		
	6 mesec	8	15,0%		
nategnutost igala	zadovoljavajuća			31	100.0%
odstranjenje proksimalnog obruča	2 mesec			7	87,5%
	3 mesec			1	12,5%
	4 mesec			0	0%
odstranjenje obruča na stopalu	ne			0	0%
	2 mesec			10	100.0%
	3 mesec			0	0%
lom igala	1 mesec			3	9,6%
	2 mesec			1	3,2%
	4 mesec			0	0%
zamena igala	ne			27	87,0%
	da			3	9,6%
	ne			28	90,3%
dotezanje igala aparata	da			24	77,4%
	ne			7	22,5%
distrakcija	ne			31	100.0%
kompresija	da			0	0%
	ne			31	100.0%
				19	100.0%
				7	36.8%
				12	63.2%

Pregledom monitoringa aparata i fiksatora na kontroli od 6 meseci jasno se vidi da su odstranjeni svi aparati u grupama Ilizarov i konverzija, a da je 8 (15%) ispitanika još nosilo spoljni fiksator. Na kontrolama do 6 meseci od operativnog zahvata nategnutost igala aparata u grupi Ilizarov i konverzija bila je zadovoljavajuća. U drugom postoperativnom mesecu u grupi Ilizarov odstranjen je proksimalni obruč (femoralni ram) kod 7 (87,5%) ispitanika, dok je kod 1 (12,5%) odstranjen u 3 mesecu. Tri femoralna rama u grupi konverzija odstranjena su početkom trećeg meseca od njihove postavke. Potkovica na stopalu uklonjena je početkom drugog meseca kod svih ispitanika u grupi Ilizarov 10 (100,0%) i kod 5 (83,3%) ispitanika u grupi konverzija, dok je kod jednog ispitanika (16,6%) u grupi konverzija ona uklonjena početkom trećeg meseca. Lomovi igala

su se dešavali nešto češće u prvom mesecu kod grupe Ilizarov i konverzija (3 9,6% vs 2 10,5%) nego u drugom (1 3,2% vs 1 5,2%), dok se u ostalim nisu dešavali. Zamena igala izvršena je kod 3 (9,6%) ispitanika u grupi Ilizarov i kod 2 (10,5%) u grupi konverzija. Kod po jednog ispitanika iz obe grupe igle nisu supstituisane. Dotezanje igala aparata je vršena u obe grupe Ilizarov i konverzija i to u sledećem odnosu (24 74,4% vs 13 68,4%). Distrakcija (razvlačenje) aparata nije rađena postoperativno do skidanja aparata u obe grupe, ali je kompresija (sabijanje) rađena u grupi konverzija kod 7 (36,8%) ispitanika.

*Tabela 17.* Prosečno vreme srastanja (odstranjenja aparata - fiksatora) prema vrsti operacije

<b>Grupa</b>	<b>Vreme odstranjenja aparata – fiksatora (sanacija) od postavke u nedeljama</b>
Fiksator	21±4
Ilizarov	16±2
Konverzija	17±2

Najbrže vreme srastanja – sanacije koje se komparira sa vremenom odstranjenja aparata ili fiksatora, imala je grupa Ilizarov nakon 16±2 nedelja. Grupa konverzija zabeležila je prosečno vreme srastanja u 17±2 nedelji, dok je kod ispitanika u grupi fiksator zabeženo srastanje u 21±4 nedelji.

*Tabela 18.* Ispitanici na kontroli od 6 meseci po grupama prema postojanju infekcije oko igala aparata ili klinova fiksatora i stanja operativne rane

<b>Grupa</b>	<b>površna infekcija oko igala ili klinova (pin site)</b>		<b>duboka infekcija oko igala ili klinova (pin tract)</b>		<b>duboka infekcija rane - osteit</b>	
	<b>broj</b>	<b>%</b>	<b>broj</b>	<b>%</b>	<b>broj</b>	<b>%</b>
Fiksator	16	30,1%	11	20,7%	7	13,2%
Ilizarov	7	22,5%	3	9,6%	1	3,2%
Konverzija	5	26,3%	2	10,5%	1	5,2%

Najveći broj površnih infekcija (pin site) na kontroli nakon 6 meseci imala je grupa fiksator 16 (30,1%), zatim grupa Ilizarov sa 7 (22,5%) i potom grupa konverzija sa 5 (26,3%). Takođe grupa fiksator prednjači po broju dubokih infekcija na mestu insercije klinova (pin tract) sa njih 11 (20,7%), a sledi grupa Ilizarov 3 (9,6%) i grupa konverzija sa 2 (10,5%). Duboka infekcija rane sa pojavom osteita zabeleđena je u 7 (13,2%) slučajeva u grupi fiksator, a zatim podjednako slede grupe Ilizarov i konverzija (1 3,2% vs 1 5,2%).

## 4.2. POREĐENJE GRUPA PREMA KOŠTANIM REZULTATIMA - TRANSFERZALNO POREĐENJE (ASAMI)

Tabela 19. Rezultati Kruskal -Wallisovog testa za poređenje grupa u koštanim rezultatima

	$\chi^2$	df	p
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)	62.918	2	<b>0.000</b>
<b>procena koštanih rezultata</b> (12 meseci)	63.935	2	<b>0.000</b>
<b>procena koštanih rezultata</b> (18 meseci)	68.218	2	<b>0.000</b>

Pomoću neparametrijskog *Kruskal Wallisovog testa* utvrđeno je da postoji značajna statistička razlika među grupama u koštanim rezultatima u sva 3 merenja u toku postoperativnog toka (Tabela 19.).

### 4.2.1. POSTOPERATIVNO (6 MESECI)

Rezultati procene koštanog srastanja primenom *ASAMI klasifikacije* 6 meseci nakon operacije ukazuju na postojanje statistički značajne razlike između ispitanika podeljenih u grupe ( $\chi^2=62,92$ , df=2, p=0,00) (Tabela 19.).

Grupa ispitanika koja je startno lečena aparatom po Ilizarovu kao i grupa ispitanika koja je lečenje započela spoljnim unilateralnim rigidnim fiksatorom i kasnije prešla na aparat po Ilizarovu imale su statistički značajno viši bodovni prosek evaluacijom koštanih rezultata primenom skoring sistema ASAMI u odnosu na grupu ispitanika tretiranih spoljnim unilateralnim rigidnim fiksatorom.

Nije utvrđena značajna razlika između grupe kod koje je startno korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje je učinjena konverzija. U ovom merenju je razlika među grupama bila najmanja, ali je prosek kod grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat bio nešto viši (Tabela 20., Grafikon 21.).

Tabela 20. Testiranje razlika među grupama u koštanim rezultatima na kontroli nakon 6 meseci

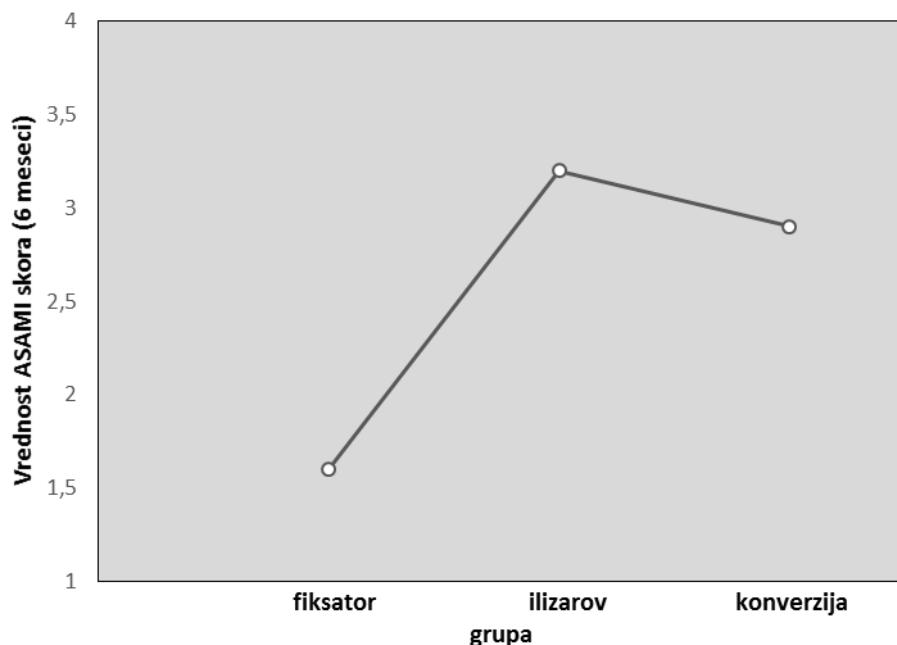
Zavisna varijabla	(I) grupa	(J) grupa	Razlika AS (I-J)	SE	p
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)	fiksator	Ilizarov	-1.525*	.140	<b>0.000</b>
		konverzija	-1.396*	.165	<b>0.000</b>
	Ilizarov	konverzija	.129	.180	1.000

Legenda

AS je aritmetička sredina, SE je standardna greška

\*Značajno na nivou manjem od 0,01

Grafikon 21. Prosečni pokazatelji procene koštanih rezultata za ispitanike na kontroli nakon 6 meseci u zavisnosti od vrste operativnog tretmana



#### 4.2.2. POSTOPERATIVNO (12 MESECI)

Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale statistički značajno viši prosek na proceni koštanih rezultata korišćenjem scoring sistema ASAMI. Nije utvrđena značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, ali je prosek kod grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat bio nešto viši (Tabela 21., Grafikon 22.).

Tabela 21. Testiranje razlika među grupama u koštanim rezultatima na kontroli nakon 12 meseci

Zavisna varijabla	(I) grupa	(J) grupa	Razlika AS (I-J)	SE	p
procena koštanih rezultata (12 meseci)	fiksator	Ilizarov	-1.678*	.146	<b>0.000</b>
		konverzija	-1.384*	.172	<b>0.000</b>
	Ilizarov	konverzija	.294	.188	0.362

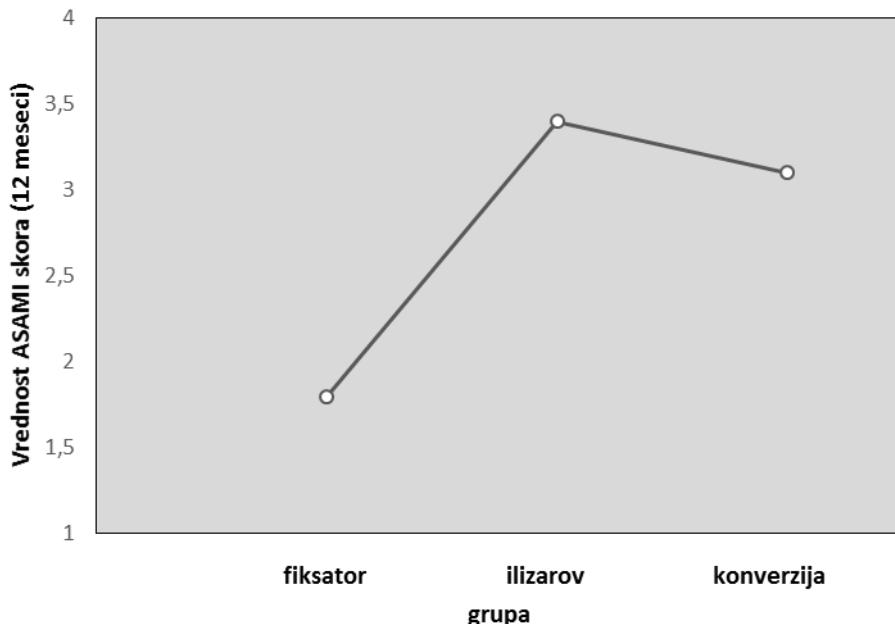
*Legenda*

AS je aritmetička sredina, SE je standardna greška

\*Značajno na nivou manjem od 0,01

Rezultati procene koštanog srastanja primenom *ASAMI klasifikacije* 12 meseci nakon operacije ukazuju na postojanje statistički značajne razlike između ispitanika podeljenih u grupe ( $\chi^2=63,935$ , df=2, p=0,00).

*Grafikon 22.* Prosečni pokazatelji procene koštanih rezultata za ispitanike na kontroli nakon 12 meseci u zavisnosti od vrste operativnog tretmana



#### 4.2.3. POSTOPERATIVNO (18 MESECI)

*Tabela 22.* Testiranje razlika među grupama u koštanim rezultatima na kontroli nakon 18 meseci

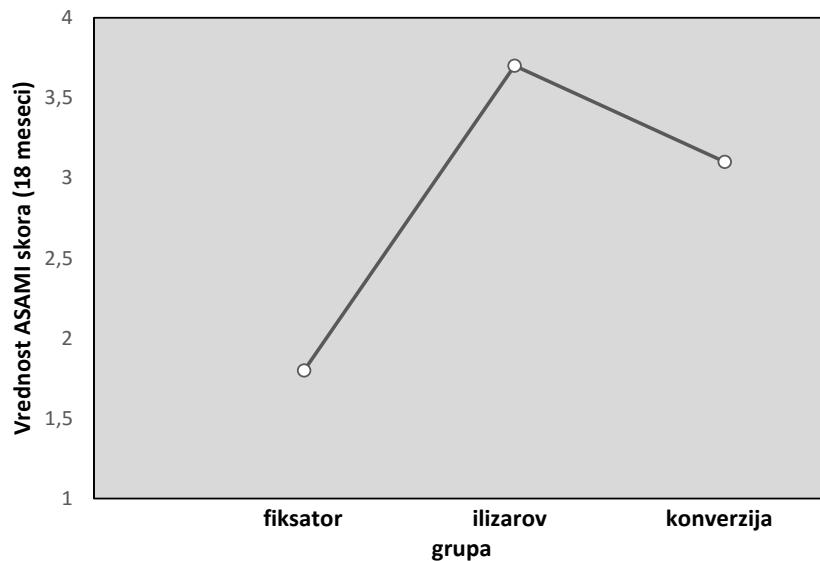
Zavisna varijabla	(I) grupa	(J) grupa	Razlika AS (I-J)	SE	p
procena koštanih rezultata (18 meseci)	fiksator	Ilizarov	-1.828*	.142	<b>0.000</b>
		konverzija	-1.414*	.168	<b>0.000</b>
	Ilizarov	konverzija	.414	.183	0.076

*Legenda*

*AS je aritmetička sredina, SE je standardna greška*

*\*Značajno na nivou manjem od 0,01*

Grafikon 23. Prosečni pokazatelji procene koštanih rezultata za ispitanike na kontroli nakon 18 meseci u zavisnosti od vrste operativnog tretmana



Nakon 18 meseci od operacije je utvrđeno da postoji značajna statistička razlika među grupama u proceni koštanih rezultata ( $\chi^2=62,218$ ,  $df=2$ ,  $p=0,00$ ).

Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale statistički značajno viši prosek na proceni koštanih rezultata korišćenjem scoring sistema ASAMI. Nije utvrđena značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, ali je razlika između grupa kod kojih je korišćen Ilizarov aparat je u ovom merenju bila najviša u korist korišćenja Ilizarovog aparata (Tabela 21., Grafikon 23.).

Tabela 23. Deskriptivni pokazatelji za koštane rezultate ispitanika prema vrsti operativnog zahvata

		AS	SD	Me	Min	Max	N
fiksator	<b>procena koštanih rezultata(6 meseci)</b>	1.60	.69	1.00	1	3	53
	<b>procena koštanih rezultata(12 meseci)</b>	1.77	.72	2.00	1	3	53
	<b>procena koštanih rezultata(18 meseci)</b>	1.85	.69	2.00	1	3	53
Ilizarov	<b>procena koštanih rezultata(6 meseci)</b>	3.13	.43	3.00	2	4	31
	<b>procena koštanih rezultata(12 meseci)</b>	3.45	.57	3.00	2	4	31
	<b>procena koštanih rezultata(18 meseci)</b>	3.68	.54	4.00	2	4	31
konverzija	<b>procena koštanih rezultata(6 meseci)</b>	3.00	.67	3.00	2	4	19
	<b>procena koštanih rezultata(12 meseci)</b>	3.16	.50	3.00	2	4	19
	<b>procena koštanih rezultata(18 meseci)</b>	3.26	.56	3.00	2	4	19

*Legenda*

AS je aritmetička sredina, SD je standardna devijacija, Me je medijana, N je broj ispitanika.

U tabeli (Tabela 23.) su prikazani deskriptivni pokazatelji koji se odnose na procenat koštanih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci u grupama sa fiksatorom, Ilizarovim i konverzijom. Navedene su aritmetičke sredine, standardne devijacije, medijane, minimalni i maksimalni skorovi, kao i broj ispitanika po grupama.

#### 4.3. POREĐENJE GRUPA PREMA KOŠTANIM REZULTATIMA - LONGITUDINALNO POREĐENJE

Višesmernom analizom varijanse za ponovljena merenja provereno je da li postoji razlika među grupama u napredovanju u koštanim rezultatima tokom vremena. Kao nezavisna varijabla je korišćena grupa, a kao zavisna varijabla procena koštanih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci. Ustanovljeno je da postoji značajan multivarijatni efekat koštanih rezultata.

Tabela 24. Značajnost multivarijatnog efekta

	Wilksova lambda	F	Df hipotezirano	Df greške	p
<b>merenje</b>	.663	25.199 <sup>a</sup>	2.000	99.000	<b>0.000</b>
<b>merenje * grupa</b>	.915	2.254 <sup>a</sup>	4.000	198.000	<b>0.065</b>

Mauchlyjev test sferičnosti je ukazao da postoji statistički značajna razlika u kovarijansama između merenja (Mauchlijev  $W= 0,921$ ,  $\chi^2=8,188$ ,  $p=0,017$ ), te je u računanju značajnosti efekata merenja korišćena Greenhouse - Geisserova korekcija ( $\epsilon=.926$ ).

Rezultati sa urađenom korekcijom pokazuju da je efekat merenja značajan, dok se interakcija nije pokazala kao značajna, ali je njena "p" vrednost granična (Tabela 24.). Nakon urađenih post hoc testova, utvrđeno je da je grupa u kojoj je primenjen Ilizarov metod imala znatno veći napredak tokom merenog vremenskog perioda.

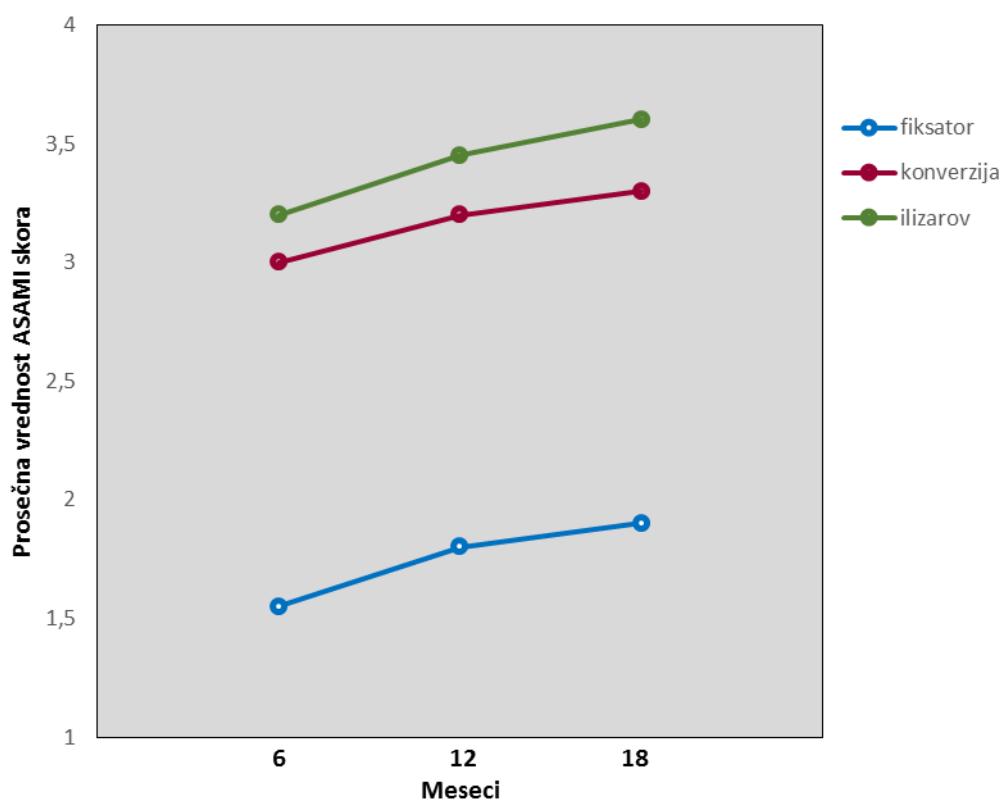
Kada se izostavi korekcija, utvrđen je značajan efekat interakcije grupe i merenja ( $F(3,706:185,292)=2,866$ ,  $p=0,028$ ), on proizlazi iz toga što grupa ispitanika koja je nosila Ilizarov aparat imala najbolji i najbrži napredak u oblasti koštanih rezultata u toku merenja.

Utvrđen je značajan efekat merenja ( $F(1,853:185,292)=32,315$ ,  $p=0,000$ ) koji proizlazi iz toga što su sve grupe napredovale u vremenu, a najbolji rezultat su imale na poslednjem merenju (Tabela 25., Grafikon 24.).

Tabela 25. Testiranje značajnosti unutargrupnih efekata bez korekcije

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	5.478	1.853	2.956	32.315	<b>0.000</b>
<b>merenje * grupa</b>	.972	3.706	.262	2.866	<b>0.028</b>
<b>greška (merenje)</b>	16.951	185.292	.091		

Grafikon 24. Prikaz interakcije merenja i grupa u koštanim rezultatima



#### 4.4. ANALIZA SISTEMA FUNKCIONALNE EVALUACIJE PO KARLSTROM - OLERUDU

##### 4.4.1. POUZDANOST SISTEMA FUNKCIONALNE EVALUACIJE PO KARLSTROM - OLERUDU

Pouzdanost sistema funkcionalne evaluacije po *Karlstrom – Olerudu* u ovom istraživanju analizirana je primenom *Cronbach alfa koeficijenta*. Sistem funkcionalne evaluacije po Karlstrom – Olerudu se pokazao pouzdan u svim vremenskim intervalima procene funkcionalnog statusa u našoj studiji, na šta ukazuju vrednosti Cronbach alfa koeficijenta iznad 0,80.

*Tabela 26.* Pouzdanost ukupnog skora skale za sistem funkcionalne evaluacije po Karlstrom - Olerudu

	Cronbachova alfa	N stavki
<b>Kontrola nakon 6 meseci</b>	0.824	12
<b>Kontrola nakon 12 meseci</b>	0.853	12
<b>Kontrola nakon 18 meseci</b>	0.880	12

##### 4.4.2. POREĐENJE GRUPA PREMA FUNKCIONALNIM REZULTATIMA- TRANSFERZALNO POREĐENJE

*Tabela 27.* Funkcionalni status ispitanika na kontrolama od 6, 12 i 18 meseci

		Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>funkcionalni status</b> (kontrola nakon 6 meseci)	Između grupa	1009.773	2	504.887	167.056	<b>0.000</b>
	Unutar grupa	302.227	100	3.022		
	Ukupno	1312.000	102			
<b>funkcionalni status</b> (kontrola nakon 12 meseci)	Između grupa	1220.216	2	610.108	172.461	<b>0.000</b>
	Unutar grupa	353.765	100	3.538		
	Ukupno	1573.981	102			
<b>funkcionalni status</b> (kontrola nakon 18 meseci)	Između grupa	1504.458	2	752.229	233.563	<b>0.000</b>
	Unutar grupa	322.066	100	3.221		
	Ukupno	1826.524	102			

Radi poređenja grupa u ukupnom skoru na funkcionalnom statusu korišćena je jednosmerna ANOVA. Rezultati ukazuju na statistički značajne razlike među grupama kroz sva 3

merenja funkcionalnog statusa tj. na kontrolama nakon 6, 12 i 18 meseci od povrede. Preciznije, grupe se razlikuju prema funkcionalnom statusu nakon 6, 12 i 18 meseci. Vrednosti F testova su izrazito visoke što upućuje na veoma izražene razlike (*Tabela 27.*).

#### 4.4.2.1. Postoperativno (6 meseci)

Nakon 6 meseci od operacije utvrđeno je da postoji značajna statistička razlika između ispitanika podeljenih u grupe prema funkcionalnom statusu ( $F(2:102)=167,056$ ,  $p=0,00$ ). Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale viši prosek na proceni funkcionalnog statusa (*Tabela 27.*). Nije utvrđena ststistički značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, ali je prosek kod grupe kod koje je korišćen startno Ilizarov aparat bio nešto viši (*Grafikon 25.*).

*Grafikon 25.* Prosečni pokazatelji procene funkcionalnog statusa ispitanika na kontroli nakon 6 meseci

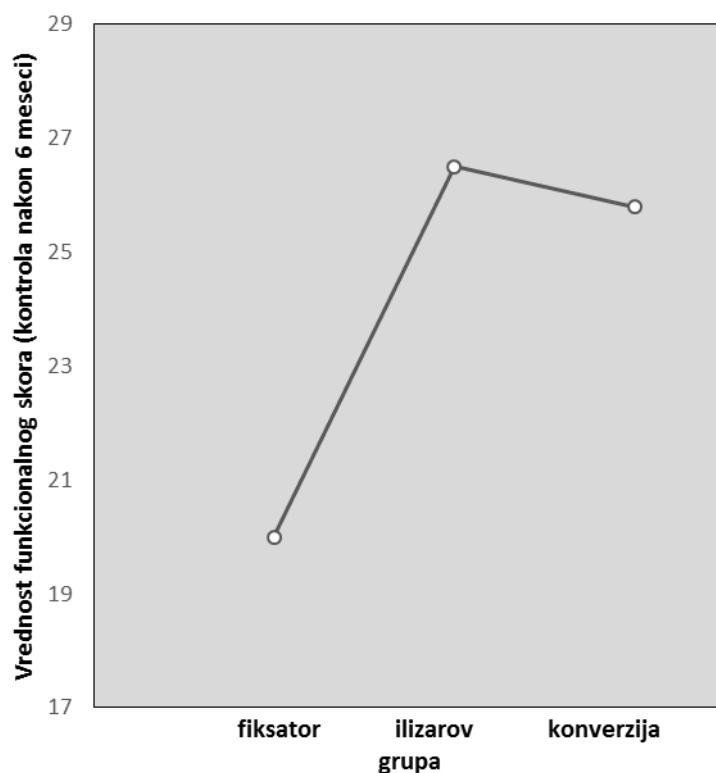


Tabela 28. Testiranje razlika u funkcionalnom statusu među ispitanicima prema vrsti operativnog zahvata na kontroli nakon 6 meseci

Zavisna varijabla	(I) grupa	(J) grupa	Razlika AS (I-J)	SE	p
<b>funkcionalni status</b> (kontrola nakon 6 meseci)	fiksator	Ilizarov	-6.425*	.393	<b>0.000</b>
		konverzija	-5.985*	.465	<b>0.000</b>
	Ilizarov	konverzija	.440	.507	1.000

*Legenda*

*AS je aritmetička sredina, SE je standardna greška*

*\*Značajno na nivou manjem od 0,01*

Post hoc, Bonferroni testovi su pokazali da između grupe koja je nosila Ilizarov aparat i grupe nazvane konverzija nije bilo značajnih razlika u funkcionalnim rezultatima. Najlošija grupa je ona sačinjena od ispitanika koji su koristili fiksator i ona ima značajno lošiji rezultat od drugih grupa (Tabela 28.).

#### 4.4.2.2. Postoperativno (12 meseci)

Nakon 12 meseci od operacije je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika između ispitanika podeljenih u grupe u funkcionalnom statusu ( $F(2:102)=172,461$ ,  $p=0,00$ ). Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale viši prosek pri evaluaciji funkcionalnog statusa. Nije utvrđena statistički značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, u ovom merenju je razlika među ove 2 grupe bila najveća u korist grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat (Grafikon 26.).

Grafikon 26. Prosečni pokazatelji procene funkcionalnog statusa ispitanika na kontroli nakon 12 meseci

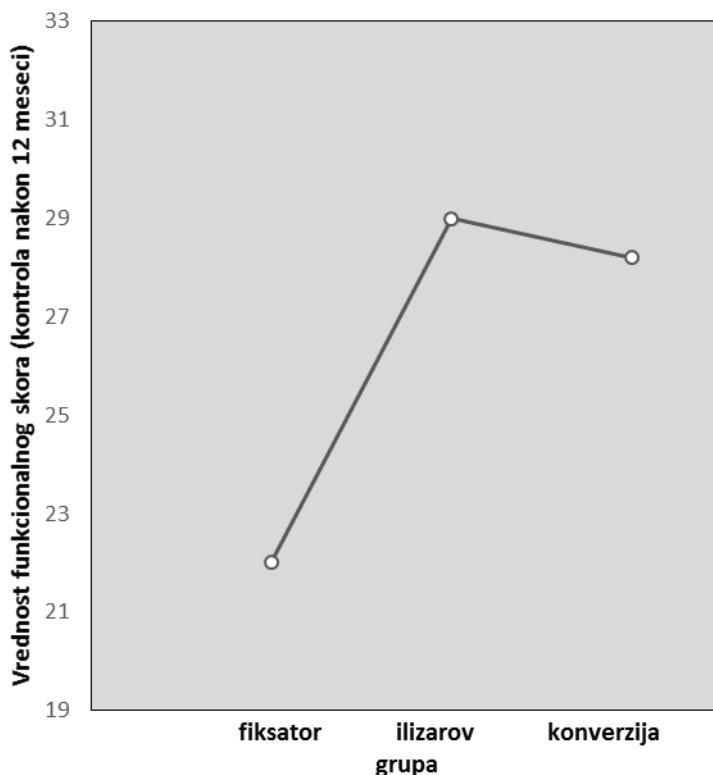


Tabela 29. Testiranje razlika u funkcionalnom statusu među ispitanicima prema vrsti operativnog zahvata na kontroli nakon 12 meseci

Zavisna varijabla	(I) grupa	(J) grupa	Razlika AS (I-J)	SE	p
<b>funkcionalni status(kontrola nakon 12 meseci)</b>	<b>fiksator</b>	<b>Ilizarov</b>	-7.188*	.425	<b>0.000</b>
		<b>konverzija</b>	-6.330*	.503	<b>0.000</b>
	<b>Ilizarov</b>	<b>konverzija</b>	.857	.548	0.363

*Legenda*

*AS je aritmetička sredina, SE je standardna greška*

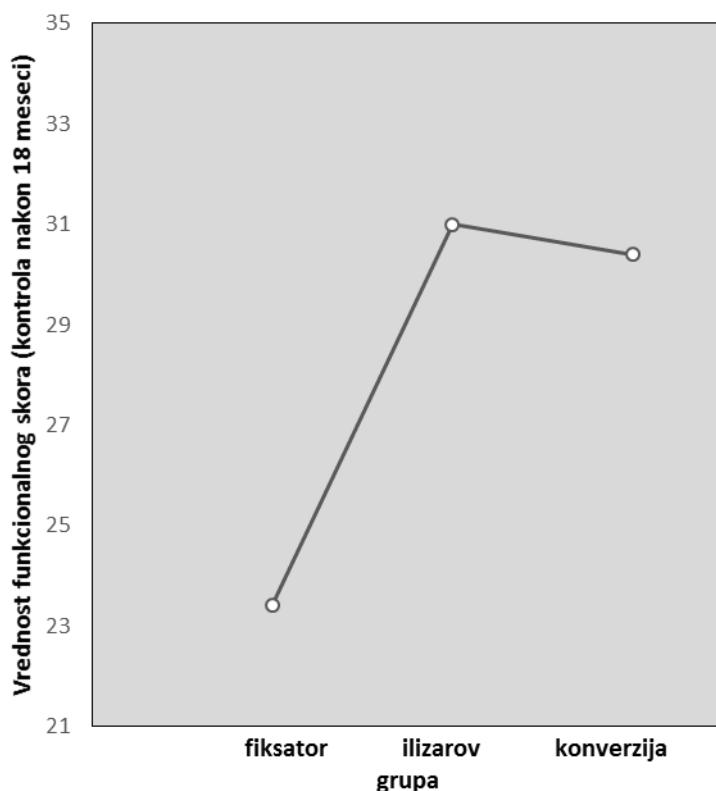
*\*Značajno na nivou manjem od 0,01*

Post hoc, Bonferroni testovi su pokazali da između grupe koja je nosila Ilizarov aparat i grupe nazvane konverzija nije bilo značajnih razlika u funkcionalnim rezultatima. Najlošija grupa je ona sačinjena od ispitanika koji su koristili fiksator i ona ima značajno lošiji rezultat od drugih grupa (Tabela 29.).

#### 4.4.2.3. Postoperativno (18 meseci)

Nakon 18 meseci od operacije utvrđeno je da postoji značajna razlika između ispitanika podeljenih u grupe u funkcionalnom statusu ( $F(2:102)=233,563$ ,  $p=0,00$ ), a obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imala viši prosek na proceni funkcionalnog statusa. Nije utvrđena statistički značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija.

*Grafikon 27.* Prosečni pokazatelji procene funkcionalnog statusa ispitanika na kontroli nakon 18 meseci



Post hoc, Bonferroni testovi su pokazali da između grupe koja je nosila Ilizarov aparat i grupe nazvane konverzija nije bilo značajnih razlika u funkcionalnim rezultatima. Najlošija grupa je ona sačinjena od ispitanika koji su koristili fiksator i ona ima značajno lošiji rezultat od drugih grupa (*Tabela 30.*).

Tabela 30. Testiranje razlika u funkcionalnom statusu među ispitanicima prema vrsti operativnog zahvata na kontroli nakon 18 meseci

Zavisna varijabla	(I) grupa	(J) grupa	Razlika AS (I-J)	SE	p
<b>funkcionalni status</b> <i>(kontrola nakon 18 meseci)</i>	<b>fiksator</b>	<b>Ilizarov</b>	-7.803*	.406	<b>0.000</b>
		<b>konverzija</b>	-7.378*	.480	<b>0.000</b>
	<b>Ilizarov</b>	<b>konverzija</b>	.424	.523	1.000

*Legenda*

*AS je aritmetička sredina, SE je standardna greška, \*Značajno na nivou manjem od 0,01*

Tabela 31. Deskriptivni pokazatelji funkcionalne evaluacije po Karlstrom – Olerudu

		AS	Me	SD	Min	Max
<b>funkcionalni status</b> <i>(kontrola nakon 6 meseci)</i>	<b>fiksator</b>	19.962	20.000	1.881	16	24
	<b>Ilizarov</b>	26.387	26.000	1.498	24	30
	<b>konverzija</b>	25.947	26.000	1.682	22	30
<b>funkcionalni status</b> <i>(kontrola nakon 12 meseci)</i>	<b>fiksator</b>	22.038	22.000	1.980	16	27
	<b>Ilizarov</b>	29.226	29.000	1.668	25	32
	<b>konverzija</b>	28.368	29.000	1.921	25	31
<b>funkcionalni status</b> <i>(kontrola nakon 18 meseci)</i>	<b>fiksator</b>	23.359	24.000	1.991	17	29
	<b>Ilizarov</b>	31.161	31.000	1.369	28	33
	<b>konverzija</b>	30.737	31.000	1.821	27	34

#### 4.4.3. POREĐENJE GRUPA PREMA FUNKCIONALNIM REZULTATIMA - LONGITUDINALNO POREĐENJE

Višesmernom analizom varijanse za ponovljena merenja provereno je da li postoji razlika među grupama u napredovanju u funkcionalnim rezultatima tokom vremena. Kao nezavisna varijabla je korišćena grupa, a kao zavisna varijabla procena funkcionalnih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci. Rezultati prikazani u tabeli 32. ukazuju da postoji značajan multivarijatni efekat funkcionalnih rezultata.

Tabela 32. Značajnost multivarijatnog efekta

	Wilksova lambda	F	Df hipotezirano	Df greške	p
<b>merenje</b>	.124	350.400 <sup>a</sup>	2.000	99.000	<b>0.000</b>
<b>merenje * grupa</b>	.805	5.661 <sup>a</sup>	4.000	198.000	<b>0.000</b>

Mauchlyjev test sferičnosti je ukazao da ne postoji statistički značajna razlika u kovarijansama između merenja (Mauchlijev  $W = 0,952$ ,  $\chi^2=4,914$ ,  $p=0,086$ ) te u računanju značajnosti efekata merenja nije korišćena korekcija (*Tabela 32.*).

Rezultati prikazani u *tabeli 33.* ukazuju na značajan značajan efekat interakcije grupe i merenja ( $F(4:200)=5,226$ ,  $p=0,001$ ). On proizlazi iz toga što je grupa ispitanika koja je nosila Ilizarov aparat imala najbolji i najbrži napredak u oblasti funkcionalnog statusa u toku merenja. Značajan efekat merenja ( $F(2:200)=324,931$ ,  $p=0,000$ ) koji je utvrđen, proizlazi iz toga što su sve grupe napredovale u vremenu, a najbolji rezultat su imale na poslednjem merenju (*Tabela 33.*, *Grafikon 28.*).

*Tabela 33.* Testiranje značajnosti unutargrupsnih efekata

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	814.081	2	407.041	324.931	<b>0.000</b>
<b>merenje * grupa</b>	26.185	4	6.546	5.226	<b>0.001</b>
<b>greška (merenje)</b>	250.540	200	1.253		

Testiranjem značajnosti razlika između grupa, utvrđen je i statistički značajan efekat grupe/tretmana ( $F(1:100)=254.857$ ,  $p=0,000$ ) koji proizlazi iz toga što se grupe značajno razlikuju u funkcionalnim rezultatima (*Tabela 34.*).

*Tabela 34.* Testiranje značajnosti razlika između grupa

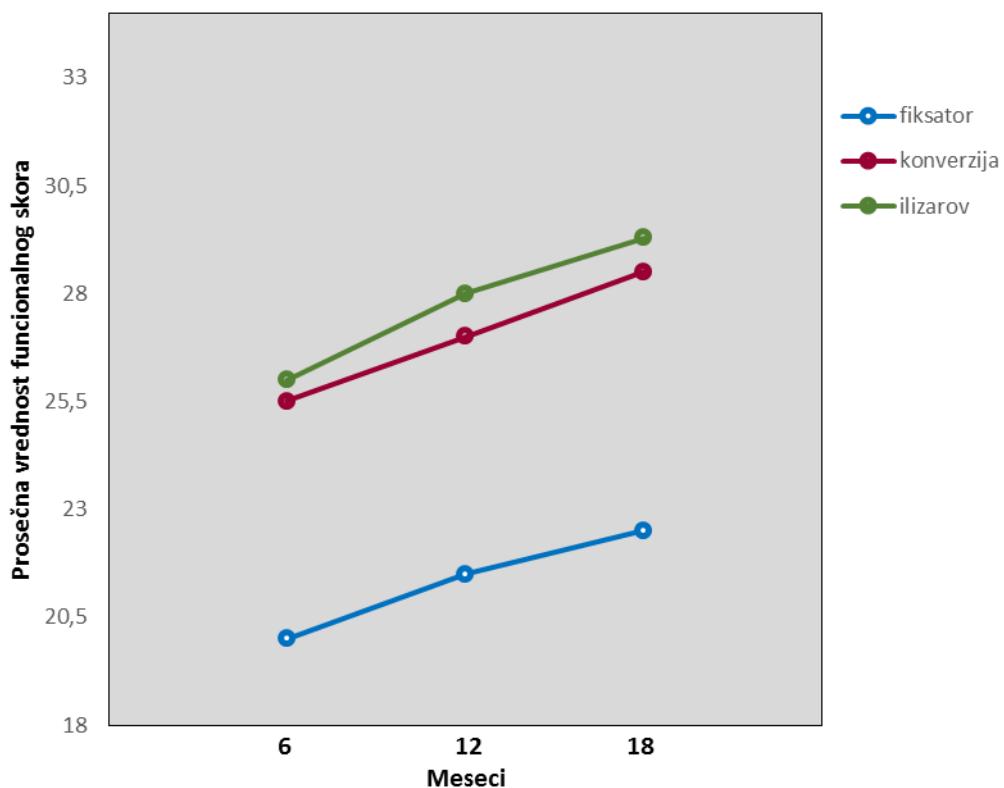
Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>Intercept</b>	141926.569	1	141926.569	19508.312	<b>0.000</b>
<b>grupa</b>	3708.261	2	1854.131	254.857	<b>0.000</b>
<b>Greška</b>	727.518	100	7.275		

*Tabela 35.* Testiranje razlika u funkcionalnim rezultatima među ispitanicima prema vrsti operativnog zahvata

(I) grupa	(J) grupa	Razlika AS (I-J)	SE	p
<b>fiksator</b>	<b>Ilizarov</b>	-7.1386*	.35211	<b>0.000</b>
	<b>konverzija</b>	-6.5647*	.41640	<b>0.000</b>
<b>Ilizarov</b>	<b>konverzija</b>	.5739	.45372	0.627

Post hoc, Bonferroni testovi su pokazali da između grupe koja je nosila Ilizarov aparat i grupe nazvane konverzija nije bilo statistički značajnih razlika u funkcionalnim rezultatima. Najlošija grupa je ona sačinjena od ispitanika koji su koristili fiksator (*Tabela 35.*).

*Grafikon 28.* Funkcionalni status ispitanika prema vrsti operativnog tretmana na kontrolama nakon 6, 12 i 18 meseci



#### 4.4.4. POREĐENJE GRUPA U INDIKATORIMA FUNKCIONALNOG STATUSA

U cilju utvrđivanja strukturne razlike u oporavku funkcija grupe su kanoničkom diskriminativnom analizom poređene na stavkama skala za procenu funkcionalnog statusa po Karlstrom – Olerudu posebno za svaku kontrolu.

##### 4.4.4.1. Postoperativno (6 meseci)

Rezultati kanoničke diskriminativne analize u kojoj su grupe (fiksator, Ilizarov i konverzija) poređene na stavkama skala za procenu funkcionalnog statusa po Karlstrom – Olerudu pokazuju da je nakon 6 meseci od operacije utvrđeno da postoji statistički značajna razlika u

strukturi funkcionalnog statusa među grupama, značajne su obe diskriminativne funkcije. U ovoj analizi varijabla *teškoće pri bavljenju sportom* nije značajno učestvovala, jer u periodu do 6 meseci od povrede nije moguće bavljenje sportom ni kod jednog ispitanika.

*Tabela 36.* Pokazatelji uspešnosti diskriminativnih funkcija u razdvajaju grupa

Funkcija	% varijanse	Eigenvalue	Rc	Wilksova lambda	$\chi^2$	df	p
1	96.5	6.026	.926	.117	205.123	20	<b>0.000</b>
2	3.5	.219	.424	.820	18.933	9	<b>0.026</b>

Prva diskriminativna funkcija značajno razdvaja grupu kod koje je korišćen fiksator od grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat ( $Rc=.926$ ,  $\Lambda_w=.117$ ,  $\chi^2=205,123$ ,  $p=0,00$ ) (*Tabela 36.*).

Druga diskriminativna funkcija značajno razdvaja grupu kod koje je korišćen Ilizarov aparat od grupe u kojoj se desila konverzija ( $Rc=.424$ ,  $\Lambda_w=.820$ ,  $\chi^2=18,933$ ,  $p=0,026$ ) (*Tabela 36.*).

*Tabela 37.* Pregled strukturnih koeficijenata i vrednosti centroida indikatora funkcionalnog statusa

	Diskriminativna funkcija	
	1	2
<b>ograničenje obima pokreta subtalarnog zgloba</b> (6 meseci)	.766*	-.510
<b>ograničenje obima pokreta skočnog zgloba</b> (6 meseci)	.741*	-.490
<b>teškoće pri hodu</b> (6 meseci)	.600*	.285
<b>teškoće prilikom penjanja</b> (6 meseci)	.415*	.244
<b>deformitet</b> (6 meseci)	.292	.014
<b>razlika u dužini donjih ekstremiteta</b> (6 meseci)	.282	-.047
<b>status kože</b> (6 meseci)	.274	.252
<b>bol</b> (6 meseci)	.237	.112
<b>mišićna atrofija / obim potkolenice</b> (6 meseci)	.135	-.070
<b>ograničenje obima pokreta kolenog zgloba</b> (6 meseci)	.788*	.010
<b>ograničenje pri radu</b> (6 meseci)	.389*	.255
Teškoće pri bavljenju sportom	-	-
<b>Vrednost funkcije u grupnim centroidima</b>		
<b>fiksator</b>	-2.323	-.067
<b>Ilizarov</b>	2.868	-.442
<b>konverzija</b>	1.800	.907

Podaci prikazani u *tabeli 36.* ukazuju da je 6 meseci nakon operacije grupa kod koje je korišćen Ilizarov aparat imala značajno bolje rezultate od grupe kod koje je korišćen fiksator u sledećim indikatorima funkcionalnog statusa: u obimu *pokreta subtalarnog, skočnog i kolenog zgloba* kao i *manje teškoće pri hodu, manje teškoće pri radu i manje teškoće prilikom penjanja*. Pored toga ima i *nešto manji deformitet, razliku u dužini donjih ekstremiteta i ima bolji status kože* (*Tabela 37.*).

Utvrđene diskriminativne funkcije uspešno klasifikuju 89% ispitanika. Najuspešnije klasifikuju ispitanike kod kojih je korišćen fiksator (100%), zatim ispitanike kod kojih je korišćen Ilizarov aparat (81%), a na kraju ispitanike kod kojih je korišćena konverzija (74%).

#### 4.4.4.2. Postoperativno (12 meseci)

Rezultati kanoničke diskriminativne analize u kojoj su grupe (fiksator, Ilizarov i konverzija) poređene na stavkama skala za procenu funkcionalnog statusa po Karlstrom – Olerudu pokazuju da je nakon 12 meseci od operacije utvrđeno da postoji značajna razlika u strukturi funkcionalnog statusa među grupama, značajne su obe diskriminativne funkcije (*Tabela 38.*).

*Tabela 38. Pokazatelji uspešnosti diskriminativnih funkcija u razdvajaju grupa*

Funkcija	% varijanse	Eigenvalue	Rc	Wilksova lambda	$\chi^2$	df	p
1	95.6	7.504	.939	.087	231.628	22	<b>0.000</b>
2	4.4	.347	.507	.743	28.280	10	<b>0.002</b>

Prva diskriminativna funkcija značajno razdvaja grupu kod koje je korišćen fiksator od grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat ( $Rc=.939$ ,  $\Lambda_w=.087$ ,  $\chi^2=231,628$ ,  $p=0,00$ ).

Druga diskriminativna funkcija značajno razdvaja grupu kod koje je korišćen Ilizarov aparat od grupe u kojoj se desila konverzija ( $Rc=.507$ ,  $\Lambda_w=.743$ ,  $\chi^2=28,280$ ,  $p=0,002$ ) (*Tabela 38.*).

*Rezultati prikazani u tabeli 39 ukazuju da je 12 meseci nakon operacije grupa kod koje je korišćen Ilizarov aparat imala značajno bolje rezultate od grupe kod koje je korišćen fiksator u obimu pokreta subtalarnog, skočnog i kolenog zgloba, manje deformitete i manju mišićnu atrofiju, zatim manje teškoće pri hodu i prilikom penjanja, manju bol, manju razliku u dužini ekstremiteta, bolji status kože kao i manje teškoće pri bavljenju sportom.*

U grupi kod koje je došlo do konverzije, 12 meseci nakon operacije rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku po svim parametrima u odnosu na grupu Ilizarov. Utvrđene diskriminativne funkcije uspešno klasifikuju 91% ispitanika. Najuspešnije klasifikuju ispitanike kod kojih je korišćen fiksator (98%), zatim ispitanike kod kojih je korišćen Ilizarov aparat (84%), a na kraju ispitanike kod kojih je korišćena konverzija (84%) (*Tabela 39.*).

Tabela 39. Pregled struktturnih koeficijenata i vrednosti centroida

	Diskriminativna funkcija	
	1	2
<b>ograničenje obima pokreta subtalarnog zgloba</b> (12 meseci)	.753*	-.478
<b>ograničenje obima pokreta skočnog zgloba</b> (12 meseci)	.729*	-.465
<b>Deformitet</b> (12 meseci)	.340*	-.008
<b>teškoće pri hodu</b> (12 meseci)	.317*	-.050
<b>mišićna atrofija / obim potkolenice</b> (12 meseci)	.300*	.024
<b>bol</b> (12 meseci)	.275*	-.214
<b>razlika u dužini donjih ekstremiteta</b> (12 meseci)	.270*	.197
<b>teškoće prilikom penjanja</b> (12 meseci)	.263*	.205
<b>status kože</b> (12 meseci)	.104*	-.017
<b>ograničenje obima pokreta kolenog zgloba</b> (12 meseci)	.676*	.028
<b>ograničenje pri radu</b> (12 meseci)	.476*	.348.
<b>teškoće pri bavljenju sportom</b> (12 meseci)	.123*	.050
<b>Vrednost funkcije u grupnim centroidima</b>		
<b>fiksator</b>	-2.590	-.087
<b>Ilizarov</b>	3.215	-.552
<b>konverzija</b>	1.979	1.143

#### 4.4.4.3. Postoperativno (18 meseci)

Rezultati kanoničke diskriminativne analize u kojoj su grupe (fiksator, Ilizarov i konverzija) poređene na stavkama skala za procenu funkcionalnog statusa po Karlstrom – Olerudu pokazuju da je nakon 18 meseci od operacije utvrđeno da postoji značajna razlika u strukturi funkcionalnog statusa među grupama, značajne su obe diskriminativne funkcije.

Tabela 40. Pokazatelji uspešnosti diskriminativnih funkcija u razdvajaju grupa

Funkcija	% varijanse	Eigenvalue	Rc	Wilksova lambda	$\chi^2$	df	p
1	95.7	6.966	.935	.096	222.846	22	<b>0.000</b>
2	4.3	.311	.487	.763	25.707	10	<b>0.004</b>

Prva diskriminativna funkcija značajno razdvaja grupu kod koje je korišćen fiksator od grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat ( $Rc=.935$ ,  $\Lambda_w=.096$ ,  $\chi^2=222,846$ ,  $p=0,00$ ).

Druga diskriminativna funkcija značajno razdvaja grupu kod koje je korišćen Ilizarov aparat od grupe u kojoj se desila konverzija ( $Rc=.487$ ,  $\Lambda w=.763$ ,  $\chi^2=25,707$ ,  $p=0,004$ ) (Tabela 40.).

Tabela 41. Pregled strukturalnih koeficijenata i vrednosti centroida

	<b>Diskriminativna funkcija</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>ograničenje obima pokreta subtalarnog zgloba</b> (18 meseci)	<b>.646*</b>	-.455
<b>ograničenje obima pokreta skočnog zgloba</b> (18 meseci)	<b>624*</b>	-.432
<b>bol</b> (18 meseci)	<b>.484*</b>	-.090
<b>mišićna atrofija / obim potkolenice</b> (18 meseci)	<b>.426*</b>	.216
<b>teškoće prilikom penjanja</b> (18 meseci)	<b>.420*</b>	.352
<b>teškoće pri hodu</b> (18 meseci)	<b>.331*</b>	-.167
<b>razlika u dužini donjih ekstremiteta</b> (18 meseci)	<b>.298*</b>	.174
<b>deformitet</b> (18 meseci)	<b>.292*</b>	-.123
<b>teškoće pri bavljenju sportom</b> (18 meseci)	<b>.255*</b>	.071
<b>ograničenje pri radu</b> (18 meseci)	<b>.246*</b>	.085
<b>ograničenje obima pokreta kolenog zgloba</b> (18 meseci)	<b>.584*</b>	.086
<b>status kože</b> (18 meseci)	<b>.241*</b>	.095
Vrednost funkcije u grupnim centroidima		
fiksator	-2.516	-.047
Ilizarov	2.925	-.565
konverzija	2.245	1.053

Prikazani rezultati u periodu praćenja nakon 18 meseci od operacije ukazuju da je u grupi ispitanika kod kojih je korišćen Ilizarov aparat statistički značajna razlika od grupe kod koje je korišćen fiksator u indikatorim funkcionalnog statusa: *obim pokreta subtalarnog, skočnog i kolenog zgloba, manja bol, manja mišićna atrofija i manja razlika u dužini donjih ekstremiteta, manji deformitet, manja ograničenja pri radu, manje teškoće pri bavljenju sportom, bolji status kože kao i manje teškoće pri hodu i prilikom penjanja.*

Utvrđene diskriminativne funkcije uspešno klasifikuju 89% ispitanika. Najuspešnije klasifikuju ispitanike kod kojih je korišćen fiksator (98%), zatim ispitanike kod kojih je korišćen Ilizarov aparat (84%), a na kraju ispitanike kod kojih je korišćena konverzija (74%), (Tabela 41.).

#### 4.5. POVEZANOST IZMEĐU KOŠTANIH REZULTATA I FUNKCIONALNOG STATUSA

U cilju ispitivanja povezanosti koštanih rezultata i funkcionalnog statusa kod ispitanika podeljenih u grupe prema metodama hirurškog tretmana, primjenjeni su Spearman-ovi koeficijenti korelacije. Rezultati prikazani u *tabeli 42.* ukazuju pozitivnu korelaciju među koštanim i funkcionalnim rezultatima u okviru grupa kod kojih je korišćen Ilizarov aparat. Veća povezanost među koštanim i funkcionalnim rezultatima je opažena u većem vremenskom razmaku od povrede.

*Tabela 42.* Povezanost funkcionalnog statusa i koštanih rezultata

		koštani rezultati								
		fiksator			Ilizarov aparat			konverzija		
		6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
funkcionalni status	ro	0.143	0.149	0.073	<b>0.528**</b>	<b>0.485**</b>	<b>0.420*</b>	0.436	<b>0.530*</b>	0.366
	p	0.309	0.287	0.606	0.002	0.006	0.019	0.062	0.02	0.124
	N	53	53	53	31	31	31	19	19	19
funkcionalni status	ro	0.11	0.204	0.177	0.2	<b>0.364*</b>	<b>0.355*</b>	<b>0.512*</b>	<b>0.456*</b>	<b>0.579**</b>
	p	0.435	0.143	0.205	0.28	0.044	0.05	0.025	0.05	0.009
	N	53	53	53	31	31	31	19	19	19
funkcionalni status	ro	0.209	<b>0.337*</b>	<b>0.285*</b>	0.215	<b>0.354*</b>	<b>0.608**</b>	<b>0.655**</b>	<b>0.782**</b>	<b>0.719**</b>
	p	0.134	0.014	0.039	0.246	0.051	0	0.002	0	0.001
	N	53	53	53	31	31	31	19	19	19

*Legenda*

\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

##### 4.5.1. ANALIZA OPŠTIH PODATAKA I INDIKATORA KOŠTANOG I

##### FUNKCIONALNOG STATUSA KOD PACIJENATA LEČENIH TEHNIKOM PO ILIZAROVU

###### 4.5.1.1. Razlike u koštanom i funkcionalnom statusu s obzirom na starost i pol

U cilju ispitivanja povezanosti koštanih rezultata i funkcionalnog statusa i starosti kod ispitanika tretiranih tehnikom po Ilizarovu, primjenjeni su Spearman-ovi koeficijenti korelacije. Rezultati prikazani u *tabeli 43.* ukazuju da starost nije statistički značajno povezana sa koštanim i funkcionalnim rezultatima u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu.

Tabela 43. Povezanost indikatora koštanog, funkcionalnog statusa i starosti utvrđena Spirmanovim koeficijentom korelacijske

		starost
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)	ro	.107
	p	.461
	N	50
<b>procena koštanih rezultata</b> (12 meseci)	ro	-.084
	p	.563
	N	50
<b>procena koštanih rezultata</b> (18 meseci)	ro	.118
	p	.415
	N	50
<b>funkcionalni status</b> (6 meseci)	ro	.081
	p	.575
	N	50
<b>funkcionalni status</b> (12 meseci)	ro	-.056
	p	.697
	N	50
<b>funkcionalni status</b> (18 meseci)	ro	-.072
	p	.619
	N	50

*Legenda*

\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

Tabela 44. Utvrđivanje razlika u koštanom i funkcionalnom statusu po polu ispitanika

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	p
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)	257.000	377.000	-.148	.882
<b>procena koštanih rezultata</b> (12 meseci)	261.500	891.500	-.024	.981
<b>procena koštanih rezultata</b> (18 meseci)	252.500	882.500	-.243	.808
<b>funkcionalni status</b> ( 6 meseci)	206.000	326.000	-1.226	.220
<b>funkcionalni status</b> ( 12 meseci)	233.000	353.000	-.635	.525
<b>funkcionalni status</b> (18 meseci)	237.000	357.000	-.551	.582

Primenom Mann-Whitney U testa nisu utvrđene polne razlike ispitanika u koštanom i funkcionalnom statusu u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu (*Tabela 44.*).

#### 4.5.1.2. Razlike u koštanom i funkcionalnom statusu s obzirom na stranu operacije

*Tabela 45.* Utvrđivanje razlika u koštanom i funkcionalnom statusu prema strani operacije

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	p
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)	283.500	779.500	-.279	.780
<b>procena koštanih rezultata</b> (12 meseci)	279.500	775.500	-.346	.729
<b>procena koštanih rezultata</b> (18 meseci)	276.500	466.500	-.413	.680
<b>funkcionalni status</b> (6 meseci)	253.000	443.000	-.850	.395
<b>funkcionalni status</b> (12 meseci)	205.000	395.000	-1.819	.069
<b>funkcionalni status</b> (18 meseci)	243.000	739.000	-1.051	.293

U cilju ispitivanja povezanosti koštanih rezultata i funkcionalnog statusa prema strani operacije kod ispitanika tretiranih tehnikom po Ilizarovu, primjenjen je Mann-Whitney U test.

Rezultati iz *tabele 45.* ukazuju da nisu utvrđene statistički značajne razlike u koštanom i funkcionalnom statusu s obzirom na stranu operacije u okviru grupe ispitanika tretiranih tehnikom po Ilizarovu.

#### 4.5.1.3. Efekat položaja aparata (proksimalno/distalno) i tretmana (fiksator/ Ilizarov) u napredovanju u koštanim rezultatima tokom vremena

U cilju utvrđivanja efekta plasiranja aparata po Ilizarovu ili fiksatora prema koštanim rezultatima primenjena je višesmerna analiza varijanse (proksimalno postavljen aparat po Ilizarovu/fiksator kod ispitanika u cilju lečenja preloma platoa tibije, a distalno postavljen aparat po Ilizarovu/fiksator u cilju lečenja preloma pilona tibije. Za ponovljena merenja provereno je da li postoji razlika među grupama formiranim na osnovu položaja aparata (proksimalno/distalno) i hirurškog tretmana (fiksator/ Ilizarov) u napredovanju u koštanim rezultatima tokom vremena. Kao nezavisne varijabla korišćeni su nivoi postavke (proksimalno/distalno) i metod lečenja (fiksator/ Ilizarov), a kao zavisna varijabla procena koštanih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci.

Tabela 46. Značajnost multivarijatnog efekta (koštani rezultati)

	Wilksova lambda	F	df hipotezirano	df greške	p
<b>merenje</b>	0.829	10.113	2.000	98.000	<b>0.000</b>
<b>merenje * položaj (proximalno/distalno)</b>	0.965	1.792	2.000	98.000	0.172
<b>merenje * tretman (fixator/ Ilizarov)</b>	0.991	.461	2.000	98.000	0.632
<b>merenje * položaj * tretman</b>	0.993	.344	2.000	98.000	0.710

Rezultati (*Tabela 46.*) ukazuju na postojanje značajjanog pozitivnog multivarijatnog efekata merenja na poboljšanje koštanih rezultata. Mauchlyjev test sferičnosti je ukazao da postoji značajna razlika u kovarijansama između merenja (Mauchlijev  $W= 0,928$ ,  $\chi^2=7,369$ ,  $p=0,025$ ) te je u računanju značajnosti efekata merenja korišćena korigovana mera (Greenhouse - Geisser  $\epsilon=.932$ ).

Tabela 47. Testiranje značajnosti unutargrupnih efekata

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	2.169	1.865	1.163	12.961	<b>0.000</b>
<b>merenje * položaj (proximalno/distalno)</b>	.375	1.865	.201	2.242	.113
<b>merenje * tretman (fixator/ Ilizarov)</b>	.057	1.865	.031	.342	.696
<b>merenje * položaj * tretman</b>	.043	1.865	.023	.256	.759
<b>greška (merenje)</b>	16.565	184.627	.090		

U okviru unutargrupnih efekata utvrđen je značajan efekat merenja ( $F(2:198)=79,214$ ,  $p=0,000$ ) koji proizlazi iz toga što su sve grupe napredovale u vremenu, a najbolji rezultat su imale na poslednjem merenju (*Tabela 47.*).

Tabela 48. Testiranje značajnosti međugrupnih razlika

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	512.033	1	512.033	513.573	<b>0.000</b>
<b>merenje * položaj (proximalno/distalno)</b>	1.237	1	1.237	1.241	.268
<b>merenje * tretman (fixator/ Ilizarov)</b>	44.580	1	44.580	44.714	.000
<b>merenje * položaj * tretman</b>	.475	1	.475	.476	.492
<b>greška (merenje)</b>	98.703	99	.997		

U okviru međugrupnih efekata utvrđen je značajan efekat interakcije merenje i tretmana koji proizlazi iz toga što je grupa sa fiksatorom imala lošiji rezultat, statistički značajno se razlikuju u napredovanju u koštanim rezultatima ( $F(1:100)=94,798$ ,  $p=0,000$ ) (Tabela 48.).

#### 4.5.1.4. Efekat položaja aparata (proksimalno/distalno) i tretman (fiksator/ Ilizarov) prema funkcionalnom statusu tokom vremena

Višesmernom analizom varijanse za ponovljena merenja provereno je da li postoji razlika među grupama formiranim na osnovu položaja aparata (proksimalno/distalno) i tretman (fiksator/ Ilizarov) u napredovanju u funkcionalnim rezultatima tokom vremena. Kao nezavisne varijable korišćen je nivo postavke aparata po Ilizarovu/fiksator (proksimalno/distalno) i metod operativnog lečenja (fiksator/ Ilizarov), a kao zavisna varijabla procena funkcionalnih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci. Ustanovljeno je da postoji značajan multivarijatni efekat interakcije tretmana i merenja i merenja na poboljšanje funkcionalnih rezultata (Tabela 49.).

Tabela 49. Značajnost multivarijatnog efekta (funkcionalni rezultati)

	Wilksova lambda	F	df hipotezirano	df greške	p
<b>merenje</b>	.362	86.282	2.000	98.000	<b>0.000</b>
<b>merenje * položaj (proximalno/distalno)</b>	.997	.153	2.000	98.000	.858
<b>merenje * tretman (fixator/ Ilizarov)</b>	.915	4.576	2.000	98.000	<b>0.013</b>
<b>merenje * položaj * tretman</b>	.983	.851	2.000	98.000	.430

Mauchlyjev test sferičnosti je ukazao da ne postoji statistički značajna razlika u kovarijansama između merenja (Mauchlijev  $W= 0,956$ ,  $\chi^2=4,432$ ,  $p=0,109$ ) te je u računanju značajnosti efekata merenja korišćena nekorigovana mera.

Tabela 50. Testiranje značajnosti unutargrupnih efekata

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	198.756	2	99.378	79.214	<b>0.000</b>
<b>merenje * položaj (proximalno/distalno)</b>	.397	2	.198	.158	.854
<b>merenje * tretman (fixator/ Ilizarov)</b>	10.814	2	5.407	4.310	<b>0.015</b>
<b>merenje * položaj * tretman</b>	2.582	2	1.291	1.029	.359
<b>greška (merenje)</b>	248.402	198	1.255		

Značajan efekat merenja koji je utvrđen ( $F(2:198)=79,214$ ,  $p=0,000$ ) proizlazi iz toga što su sve grupe napredovale u vremenu, a najbolji rezultat su imale na poslednjem merenju (Tabela 50.). Utvrđen je i značajan efekat merenje \* tretmana ( $F(1:100)=94,798$ ,  $p=0,000$ ) koji proizlazi iz toga što se grupe značajno razlikuju u funkcionalnim rezultatima (Tabela 51.).

Tabela 51. Testiranje značajnosti razlika između grupa

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	39247.972	1	39247.972	5485.60 3	<b>0.000</b>
<b>merenje * položaj (proximalno/distalno)</b>	3.137	1	3.137	.438	.509
<b>merenje * tretman (fixator/ Ilizarov)</b>	950.739	1	950.739	132.883	<b>0.000</b>
<b>merenje * položaj * tretman</b>	5.409	1	5.409	.756	.387
<b>greška</b>	708.318	99	7.155		

#### 4.5.1.5. Efekat stepena deformiteta i procene koštanih rezultata

Višesmernom analizom varijanse za ponovljena merenja provereno je da li postoji statistički značajan efekat interakcije stepena deformiteta: oblika valgus/varus, oblika rekurvatum/antekurvatum utvrđenih odmah nakon operacije i napredovanja u koštanim rezultatima tokom sva tri perioda praćenja na 6, 12 i 18 meseci. Kao nezavisna varijabla su korišćene varijable

stepena deformiteta u smeru valgus/varus i rekurvatum/antekurvatum grupa, a kao zavisna varijabla procena koštanih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci. U cilju stvaranja boljih uslova za analizu ispitanici koji nisu imali deformitet svrstani su u grupu sa “*slabim*” deformitetom (ukupno 2 ispitanika).

Tabela 52. Značajnost multivarijatnog efekta

	Wilksova lambda	F	Df hipotezirano	Df greške	p
<b>merenje</b>	<b>0.706</b>	9.362	2.000	45.000	<b>0.000</b>
<b>merenje * valgus/varus</b>	.987	.307	2.000	45.000	.737
<b>merenje * rekurvatum/kurvatum</b>	.983	.392	2.000	45.000	.678
<b>merenje * valgus/varus * rekurvatum/kurvatum</b>	.979	.493	2.000	45.000	.614

Rezultati prikazani u tabeli 52. ukazuju na postojanje značajnog multivarijalnog efekata koštanih rezultata ( $\Lambda_w=,706$ ,  $p=0,000$ ).

Mauchlyjev test sferičnosti je ukazao da nepostoji značajna razlika u kovarijansama između merenja (Mauchlijev  $W= 0,965$ ,  $\chi^2=1,615$ ,  $p=0,446$ ) te je u računanju značajnosti efekata merenja nije korišćena korekcija.

Tabela 53. Testiranje značajnosti unutargrupnih efekata bez korišćenja korekcije

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	2.503	2	1.251	11.272	<b>0.000</b>
<b>merenje * valgus/varus</b>	.063	2	.031	.284	.754
<b>merenje * rekurvatum/antekurvatum</b>	.076	2	.038	.342	.711
<b>merenje * valgus/varus * rekurvatum/antekurvatum</b>	.115	2	.057	.518	.598
<b>greška (merenje)</b>	10.214	92	.111		

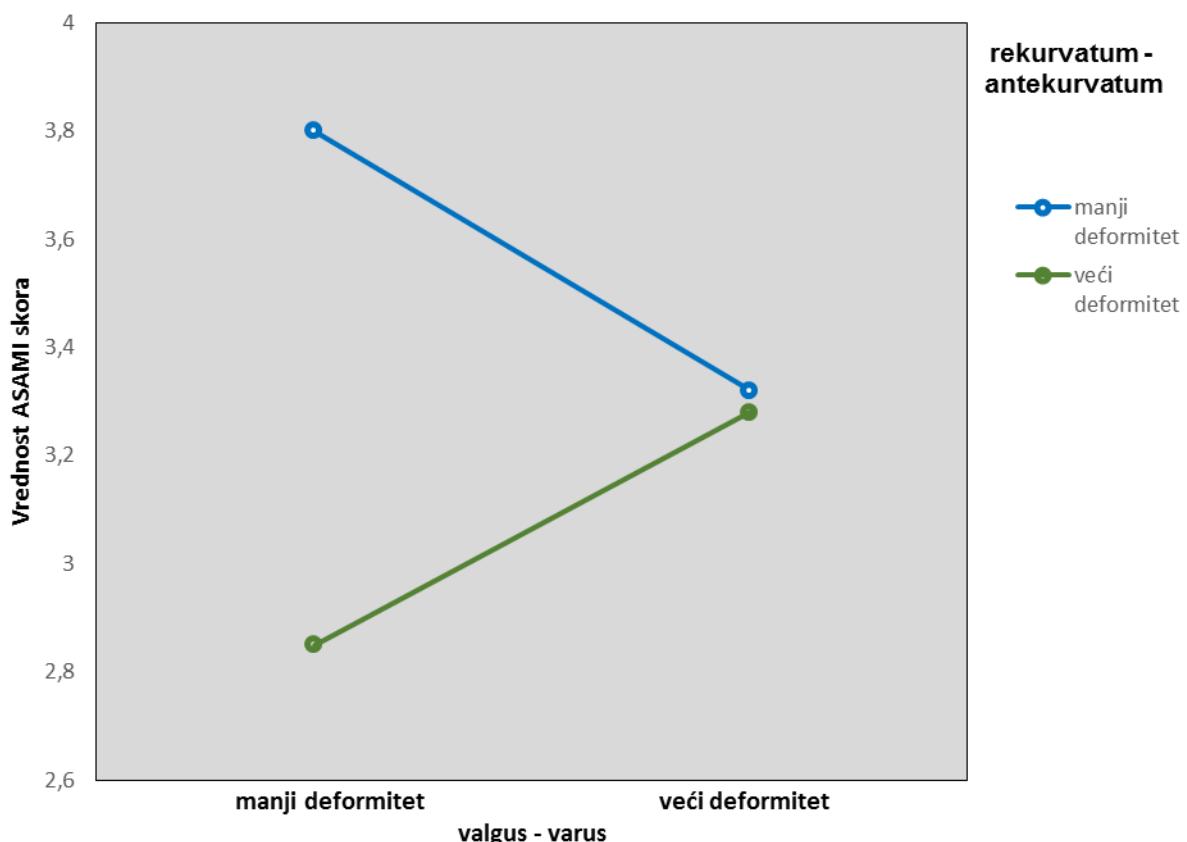
Rezultati unutargrupnih efekata ukazuju na statistički značajan efekat merenja ( $F(2:92)=11,272$ ,  $p=0,000$ ) koji proizlazi iz toga što su sve grupe napredovale u vremenu, a najbolji rezultat su imale na poslednjem merenju (Tabela 53.).

Tabela 54. Testiranje značajnosti razlika između grupa

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>Intercept</b>	651.978	1	651.978	1048.894	<b>0.000</b>
<b>valgus/varus</b>	1.140E-5	1	1.140E-5	.000	.997
<b>rekurvatum/antekurvatum</b>	3.718	1	3.718	5.982	<b>0.018</b>
<b>valgus/varus *</b> <b>rekurvatum/antekurvatum</b>	3.216	1	3.216	5.173	<b>0.028</b>
<b>greška</b>	28.593	46	.622		

Testiranjem značajnosti međugrupnih efekata utvrđen je statistički značajan efekat interakcije obe vrste deformiteta ( $F(1:46)=5,173$ ,  $p=0,028$ ) na koštane rezultate i efekat stepena deformacije u smeru rekurvatum/antekurvatum na koštane rezultate ( $F(1:46)=5,982$ ,  $p=0,018$ ) (Tabela 54.).

Grafikon 29. Odnos interakcije deformiteta i ASAMI skora



Grafikon 29. profila pokazuje da efekat interakcije proizlazi iz toga što ispitanici koji imaju manji deformitet u smeru valgus/varus, a veći u smeru rekurvatum/antekurvatum imaju najlošije rezultate, sledeći su ispitanici koji su imali veći deformitet po oba smera i oni su približno isti ispitanicima koji su imali veći deformitet po smeru valgus/varus, a manji po smeru rekurvatum/antekurvatum.

Statistički značajna razlika je utvrđena između grupa koje čine ispitanici sa manjim deformitetom u smeru valgus/varus i većim u smeru rekurvatum/antekurvatum od ispitanika koji imaju manje deformitete po oba smera (*Tabela 55.*).

*Tabela 55.* Test kontrastiranja/Bonferroni test

	valgus/ varus	rekurvatum/antekurvatum	{1}	{2}	{3}	{4}
1	<b>manji deformitet</b>	<b>manji deformitet</b>		0.016463	1.000000	0.150021
2	<b>manji deformitet</b>	<b>veći deformitet</b>			0.942866	0.348888
3	<b>veći deformitet</b>	<b>manji deformitet</b>				1.000000
4	<b>veći deformitet</b>	<b>veći deformitet</b>				

#### 4.5.1.6. Efekat stepena deformiteta na funkcionalne rezultate

Višesmernom analizom varijanse za ponovljena merenja provereno je da li postoji značajan efekat interakcije stepena deformiteta oblika valgus/varus, rekurvatum/antekurvatum utvrđenim odmah nakon operacije u napredovanju u funkcionalnim rezultatima tokom vremena.

Kao nezavisne varijable su korišćene varijable stepena deformiteta u smeru valgus/varus i rekurvatum/antekurvatum ispitanika podeljenih u grupe prema operativnoj metodi lečenja, a kao zavisna varijabla procena funkcionalnih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci.

U cilju stvaranja boljih uslova za analizu ispitanici koji nisu imali deformitet svrstani su u grupu sa „slabim“ deformitetom (ukupno 2 ispitanika).

Ustanovljeno je da postoji značajan multivarijatni efekat merenja funkcionalnih rezultata ( $\Lambda_w=124,251$ ,  $p=0,000$ ).

Tabela 56. Značajnost multivarijatnog efekta

	Wilksova lambda	F	Df hipotezirano	Df greške	p
<b>merenje</b>	.153	124.2 51	2.000	45.000	<b>0.000</b>
<b>merenje * valgus/varus</b>	.941	1.412	2.000	45.000	.254
<b>merenje * rekurvatum/antekurvatum</b>	.886	2.891	2.000	45.000	0.066
<b>merenje * valgus/varus * rekurvatum/antekurvatum</b>	.991	.208	2.000	45.000	.813

Mauchlyjev test sferičnosti je ukazao da ne postoji statistički značajna razlika u kovarijansama između merenja (Mauchlijev  $W= 0,942$ ,  $\chi^2=2,694$ ,  $p=0,260$ ) te je u računanju značajnosti efekata merenja nije korišćena korekcija.

Tabela 57. Testiranje značajnosti unutargrupnih efekata bez korišćenja korekcije

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>merenje</b>	242.461	2	121.231	99.467	<b>0.000</b>
<b>merenje * valgus/varus</b>	4.234	2	2.117	1.737	.182
<b>merenje * rekurvatum/antekurvatum</b>	6.804	2	3.402	2.791	.067
<b>merenje * valgus/varus * rekurvatum/antekurvatum</b>	.550	2	.275	.226	.798
<b>greška (merenje)</b>	112.130	92	1.219		

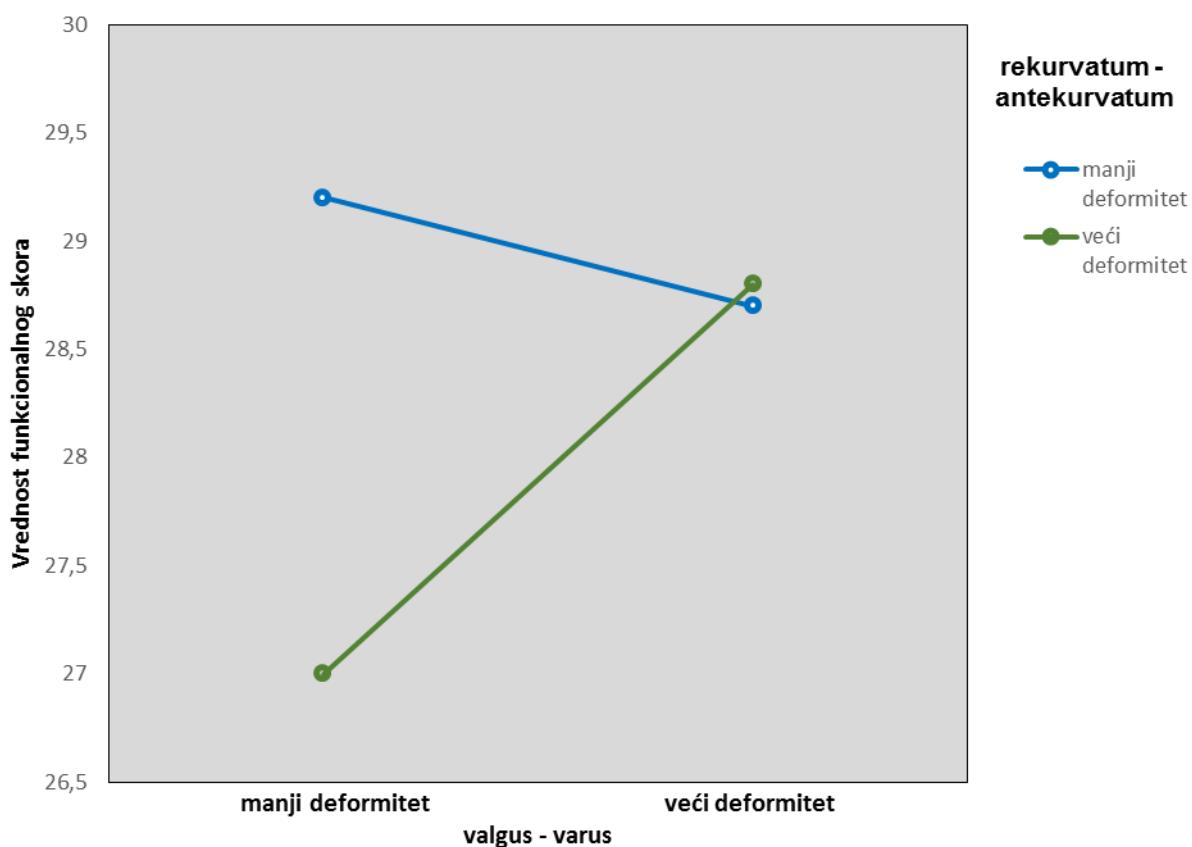
Testiranjem značajnosti unutargrupnih efekata utvrđen je značajan efekat merenja ( $F(2:92)=11,272$ ,  $p=0,000$ ) koji proizlazi iz toga što su sve grupe napredovale u vremenu, a najbolji rezultat su imale na poslednjem merenju (Tabela 57.).

Tabela 58. Testiranje značajnosti razlika između grupa

Izvor	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>Intercept</b>	38273.374	1	38273.374	8018.408	<b>0.000</b>
<b>valgus/varus</b>	6.921	1	6.921	1.450	.235
<b>rekurvatum/antekurvatum</b>	14.331	1	14.331	3.002	.090
<b>valgus/varus *</b> <b>rekurvatum/antekurvatum</b>	19.601	1	19.601	4.106	.049
<b>greška</b>	219.567	46	4.773		

Testiranjem značajnosti međugrupnih efekata utvrđen je statistički značajan efekat interakcije 2 vrste deformiteta ( $F(1:46)=4,106$ ,  $p=0,049$ ) na funkcionalne rezultate (Tabela 58.).

Grafikon 30. Odnos interakcije deformiteta i funkcionalnog statusa



Grafikon profila pokazuje da efekat interakcije proizlazi iz toga što ispitanici koji su imali manji deformitet u smeru valgus/varus, a veći u smeru rekurvatum/antekurvatum imaju najlošije funkcionalne rezultate, sledeći su ispitanici koji su imali veći deformitet po smeru valgus/varus, a manji po smeru rekurvatum/antekurvatum i oni su približno isti ispitanicima koji su imali veći deformitet po oba smera (*Grafikon 30.*).

*Tabela 59.* Post-hoc test / Bonferroni test

valgus/ varus	rekurvatum/antekurvatum	{1}	{2}	{3}	{4}
1 <b>manji deformitet</b>	<b>manji deformitet</b>		0.235052	1.000000	1.000000
2 <b>manji deformitet</b>	<b>veći deformitet</b>	0.235052		1.000000	0.857232
3 <b>veći deformitet</b>	<b>manji deformitet</b>	1.000000	1.000000		1.000000
4 <b>veći deformitet</b>	<b>veći deformitet</b>	1.000000	0.857232	1.000000	

Pomoću post hoc testova nisu utvrđene značajne razlike među grupama (*Tabela 59.*).

#### 4.5.2. POVEZANOST KOŠTANIH I FUNKCIONALNIH REZULTATA SA SMEROM DEFORMITETA

U cilju utvrđivanja povezanosti koštanih i funkcionalnih rezultata sa smerom deformiteta primjenjeni su Spirmanovi koeficijenti korelaciije.

*Tabela 60. Povezanost koštanih i funkcionalnih rezultata sa smerom deformiteta*

		prijem		otpust	
		valgus - varus	rekurvatum antekurvatum	valgus - varus	rekurvatum antekurvatum
<b>procena koštanih rezultata (6 meseci)</b>	ro	0.044	-0.165	-0.082	-0.129
	p	0.764	0.253	0.573	0.372
	N	50	50	50	50
<b>procena koštanih rezultata (12 meseci)</b>	ro	-0.181	-0.105	<b>-0.288*</b>	-0.102
	p	0.209	0.466	0.043	0.479
	N	50	50	50	50
<b>procena koštanih rezultata (18 meseci)</b>	ro	-0.228	-0.017	<b>-0.288*</b>	-0.005
	p	0.112	0.909	0.043	0.971
	N	50	50	50	50
<b>funkcionalni status (6 meseci)</b>	ro	0.019	-0.031	0.053	0.042
	p	0.897	0.829	0.713	0.775
	N	50	50	50	50
<b>funkcionalni status (12 meseci)</b>	ro	-0.126	-0.027	-0.267	-0.122
	p	0.384	0.851	0.061	0.398
	N	50	50	50	50
<b>funkcionalni status (18 meseci)</b>	ro	-0.213	-0.083	<b>-0.295*</b>	-0.033
	p	0.137	0.569	0.038	0.822
	N	50	50	50	50

##### *Legenda*

\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

Spirmanov koeficijenti korelaciije ( $\rho=-0,288$ ,  $p=0,043$ ) ukazuju da je smer deformiteta prilikom otpusta u pravcu valgus/varus povezan sa koštanim statusom *na kontroli nakon 12 meseci* od povrede u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu. *Bolji koštani status je opažen kod ispitanika sa deformitetom u pravcu valgus.*

Spirmanov koeficijenti korelaciije ( $\rho=-0,288$ ,  $p=0,043$ ) ukazuju da je stepen deformiteta prilikom otpusta u pravcu valgus/varus povezan sa koštanim statusom *na kontroli nakon 18 meseci* od povrede u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu. *Bolji koštani status je opažen kod osoba sa deformitetom u pravcu valgus.*

Spirmanov koeficijenti korelacije ( $\rho=-0,295$ ,  $p=0,038$ ) ukazuju da je stepen deformiteta prilikom otpusta u pravcu valgus/varus povezan sa funkcionalnim statusom *na kontroli nakon 18 meseci* od povrede u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu. *Bolji funkcionalni status je opažen kod osoba sa deformitetom u pravcu valgus* (Tabela 60.).

#### 4.5.3. POVEZANOST KOŠTANIH I FUNKCIONALNIH REZULTATA SA POSTIZANJEM OSLONCA

U cilju utvrđivanja povezanosti koštanih i funkcionalnih rezultata sa smerom deformiteta primjenjeni su Spirmanovi koeficijenti korelacije.

Tabela 61. Povezanost koštanih i funkcionalnih rezultata i postignutog oslonca

		postignut pun oslonac (otpust)	redni mesec postizanja oslonca
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)	ro	.109	-.212
	p	.452	.139
	N	50	50
<b>procena koštanih rezultata</b> (12 meseci)	ro	<b>.367**</b>	<b>-.364**</b>
	p	.009	.009
	N	50	50
<b>procena koštanih rezultata</b> (18 meseci)	ro	<b>.414**</b>	<b>-.441**</b>
	p	.003	.001
	N	50	50
<b>funkcionalni status</b> ( 6 meseci)	ro	.198	-.199
	p	.168	.165
	N	50	50
<b>funkcionalni status</b> (12 meseci)	ro	.235	<b>-.321*</b>
	p	.100	.023
	N	50	50
<b>funkcionalni status</b> ( 18 meseci)	ro	.231	-.240
	p	.107	.093
	N	50	50

Legenda

\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

*Veći stepen oslonca na otpustu je povezan sa boljim koštanim rezultatima nakon 12 meseci ( $\rho=0,367$ ,  $p=0,009$ ) i nakon 18 meseci ( $\rho=0,414$ ,  $p=0,003$ ). Redni mesec postizanja oslonca je negativno povezan sa koštanim rezultatima nakon 12 meseci ( $\rho=-0,364$ ,  $p=0,009$ ) i nakon 18 meseci ( $\rho=-0,441$ ,  $p=0,001$ ) što znači da su lošiji koštani rezultati bili kod ispitanika koji su kasnije ostvarili pun oslonac. Redni mesec postizanja oslonca je negativno povezan i sa funkcionalnim rezultatima nakon 12 meseci ( $\rho=-0,321$ ,  $p=0,023$ ) što znači da su lošiji funkcionalni rezultati bili kod ispitanika koji su kasnije ostvarili pun oslonac.*

Analiza koštanih i funkcionalnih rezultata ispitanika lečenih metodom po Ilizarovu prema dodatim operativnim modalitetima (osteoplastika metafize golenjače, potkovica stopala, obruč natkolenice, osteotomija distalne lišnjače).

#### 4.5.4. OSTEOPLASTIKA METAFIZE GOLENJAČE

Primenom Mann-Whitney U testa su utvrđene razlike između ispitanika lečenih metodom po Ilizarovu prema osteoplastici metafize golenjače i koštanim rezultatima nakon 12 meseci ( $z=-1,990$ ,  $p=0,047$ ) i u funkcionalnom statusu nakon 12 meseci. Ispitanici kojima je rađena osteoplastika metafize golenjače imali su više vrednosti skora za procenu kako koštanih tako i funkcionalnih rezultata u periodu 12 meseci nakon operacije (*Tabela 62.*).

*Tabela 62.* Utvrđivanje razlika u koštanom i funkcionalnom statusu u odnosu na osteoplastiku metafize golenjače

	Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
	6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
<b>Mann-Whitney U</b>	141.000	107.000	153.000	180.000	117.000	133.500
<b>Wilcoxon W</b>	1002.000	968.000	1014.000	1041.000	978.000	994.500
<b>Z</b>	-1.126	-1.990	-.812	-.144	-1.968	-1.477
<b>p</b>	.260	<b>0.047</b>	.417	.885	<b>0.049</b>	.140

*Tabela 63.* Prosek rangova po grupama

	potkovica	N	Prosek rangova	Suma rangova
<b>koštani rezultati</b> (12 meseci)	da	9	34.11	307.00
	ne	41	23.61	968.00
	Total	50		
<b>funkcionalni status</b> (12 meseci)	da	9	33.00	297.00
	ne	41	23.85	978.00
	Total	50		

#### 4.5.5. POTKOVICA STOPALA

Pomoću Mann-Whitney U testa su utvrđene razlike između ispitanika kojima je postavljena potkovica i ispitanika kojima nije postavljena potkovica u koštanim rezultatima nakon 12 meseci ( $z=-2,281$ ,  $p=0,023$ ), nakon 18 meseci ( $z=-3,195$ ,  $p=0,001$ ), i u funkcionalnom statusu nakon 12 meseci ( $z=-2,633$ ,  $p=0,008$ ) i nakon 18 meseci ( $z=-2,006$ ,  $p=0,045$ ) u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu.

Tabela 64. Utvrđivanje razlika u koštanom i funkcionalnom statusu u odnosu na postavku potkovice

	Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
	6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
Mann-Whitney U	205.000	177.000	138.000	205.500	147.500	177.500
Wilcoxon W	341.000	313.000	274.000	341.500	283.500	313.500
Z	-1.769	-2.281	-3.195	-1.417	-2.633	-2.006
p	0.077	<b>0.023</b>	<b>0.001</b>	0.156	<b>0.008</b>	<b>0.045</b>

Bolje rezultate je imala grupa ispitanika kojima nije postavljana potkovica.

#### 4.5.6. OBRUČ NATKOLENICE

Pomoću Mann - Whitney U testa su utvrđene statistički značajne razlike između ispitanika kojima je postavljan obruč natkolenice i ispitanika kojima nije postavljen obruč natkolenice u koštanim i funkcionalnim rezultatima. Rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku samo u koštanim rezultatima nakon 12 meseci ( $z=-2,014$ ;  $p=0,044$ ) u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu i kojima je postavljen obruč natkolenice (Tabele 65. - 66.).

Bolje rezultate su imali ispitanici kojima je stavljen obruč natkolenice.

Tabela 65. Utvrđivanje razlika u koštanom i funkcionalnom statusu u odnosu na postavku obruča natkolenice

	Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
	6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
Mann-Whitney U	192.500	140.000	165.500	204.500	170.000	195.500
Wilcoxon W	258.500	920.000	945.500	984.500	950.000	975.500
Z	-.654	-2.014	-1.316	-.240	-1.060	-.454
p	0.513	<b>0.044</b>	0.188	0.810	0.289	0.650

Tabela 66. Prosek rangova po grupama

	Obruč natkolenice	N	Prosek rangova	Suma rangova
procena koštanih rezultata (12 meseci)	da	11	32.27	355.00
	ne	39	23.59	920.00
Total		50		

#### 4.5.7. OSTEOTOMIJA DISTALNE LIŠNJAČE

Analiza povezanosti koštanih i funkcionalnih rezultata prema osteotomiji distalne lišnjače rađena je u grupi ispitanika sa povredom pilona. Ispitanici ove grupe su primarno lečeni spoljnim fiksatorom, a kasnije su prešli na aparat po Ilizarovu (grupa konverzije).

Primenom Mann-Whitney U testa su utvrđene statistički značajne razlike između ispitanika kojima je urađena osteotomija distalne lišnjače samo u koštanim rezultatima nakon 18 meseci ( $z=-2,670$ ,  $p=0,008$ ).

*Bolje rezultate su imali ispitanici kojima je urađena osteotomija distalne lišnjače (Tabele 67. - 68.).*

Tabela 67. Utvrđivanje razlika u koštanom i funkcionalnom statusu u odnosu na osteotomiju lišnjače

	Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
	6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
Mann-Whitney U	218.000	191.500	152.500	241.500	188.500	227.000
Wilcoxon W	338.000	311.500	272.500	361.500	308.500	347.000
Z	-1.196	-1.735	-2.670	-.456	-1.593	-.767
p	.232	.083	<b>0.008</b>	.649	.111	.443

Tabela 68. Proseka rangova po grupama

	osteotomija lišnjače	N	Prosek rangova	Suma rangova
procena koštanih rezultata (12 meseci)	da	15	18.17	272.50
	ne	35	28.64	1002.50
	Total	50		

## 4.6. ANALIZA PRIMENJENIH OPERATIVNIH MERA I INDIKATORA OPORAVKA

Radi utvrđivanja povezanosti operativnih metoda lečenja i indikatora oporavka izraženih preko skoring sistema za funkcionalnu evaluaciju i ASAMI skoringa za procenu koštanih rezultata primjenjeni su Spirmanovi koeficijenti korelacijske.

Rezultati prikazani u *tabeli 69.* ukazuju na:

- statistički značajnu korelaciju ispitanika sa osteoplastikom proksimalne metafize tibije prema koštanim rezultatima ( $\rho=-,281$ ,  $p=0,048$ ) i funkcionalnim rezultatima ( $\rho=-,284$ ,  $p=0,045$ ) u merenju 12 meseci nakon operacije;
- statistički značajnu korelaciju ispitanika kojima je postavljen obruč natkolenice prema koštanim rezultatima ( $\rho=-,288$ ,  $p=0,043$ ), u merenju 12 meseci nakon operacije;
- statistički značajnu korelaciju ispitanika kojima je stavljena potkovica prema koštanim rezultatima ( $\rho=-,445$ ,  $p=0,012$ ) u merenju 18 meseci nakon operacije i prema funkcionalnim rezultatima ( $\rho=-,429$ ,  $p=0,016$ ) u merenju 12 meseci nakon operacije;
- statistički značajnu korelaciju ispitanika kojima je rađena osteotomija lišnjače prema koštanim rezultatima ( $\rho=-,381$ ,  $p=0,006$ ) u merenju 18 meseci nakon operacije (*Tabela 69.*).

*Tabela 69.* Povezanost primenjenih operativnih mera i indikatora oporavka

		Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
		6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
osteoplastika	ro	-0.021	<b>-.281*</b>	-0.211	-0.161	<b>-.284*</b>	-0.116
	p	0.887	0.048	0.141	0.265	0.045	0.422
	N	50	50	50	50	50	50
potkovica	ro	0.227	0.186	<b>.445*</b>	0.082	<b>.429*</b>	0.289
	p	0.219	0.316	0.012	0.662	0.016	0.114
	N	31	31	31	31	31	31
obruč natkolenice	ro	0.093	<b>-.288*</b>	-0.188	-0.034	-0.151	-0.065
	p	0.519	0.043	0.191	0.813	0.294	0.654
	N	50	50	50	50	50	50
osteotomija lisnjače	ro	0.171	0.248	<b>.381**</b>	0.065	0.228	0.11
	p	0.235	0.083	0.006	0.653	0.112	0.449
	N	50	50	50	50	50	50

*Legenda*

\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

#### 4.6.1. ANALIZA PRIMENJENIH OPERATIVNIH MERA I STANJA NA PRIJEMU

U cilju utvrđivanja povezanosti koštanih i funkcionalnih rezultata sa podacima prikupljenih na prijemu ispitanika, a prema primenjenim operativnim metodama primjeni su Spirmanovi koeficijenti korelacije. U okviru grupe ispitanika kod kojih je bila promena tretmana, vreme konverzije je povezano sa funkcionalnim rezultatima u 12 mesecu ( $\rho=0,516$ ,  $p=0,024$ ) tako da je duže vreme konverzije opaženo kod osoba koje su funkcionalno bile bolje statusa u 12. mesecu. U okviru grupe ispitanika kod kojih je primenjen Ilizarov aparat vreme konverzije je negativno povezano sa funkcionalnim rezultatima u 18 mesecu ( $\rho=-0,328$ ,  $p=0,020$ ) tako da je duže vreme konverzije opaženo kod osoba koje su funkcionalno bile lošijeg statusa u 18. mesecu. U okviru grupe ispitanika kod kojih je primenjen Ilizarov aparat veličina otoka potkolenice na prijemu je pozitivno povezana sa koštanim rezultatima u 18 mesecu ( $\rho=0,313$ ,  $p=0,027$ ) tako da je veći otok opažen kod osoba koje su imale bolji koštani status u 18. mesecu (*Tabela 70.*)

*Tabela 70.* Povezanost koštanih i funkcionalnih rezultata i stanja na prijemu

		Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
		6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
vreme konverzije	ro	0.138	0.074	0.227	0.231	<b>.516*</b>	0.195
	p	0.574	0.765	0.351	0.341	0.024	0.424
	N	19	19	19	19	19	19
vreme konverzije (svi)	ro	-.084	-.147	-.101	-.081	-.248	<b>-.328*</b>
	p	.563	.307	.486	.576	.082	.020
	N	50	50	50	50	50	50
bol (prijem)	ro	0	0.001	-0.008	-0.25	-0.035	0
	p	1	0.992	0.959	0.08	0.81	0.999
	N	50	50	50	50	50	50
otok / obim potkolenice (prijem)	ro	0.142	0.245	<b>.313*</b>	0.007	0.108	0.197
	p	0.327	0.087	0.027	0.961	0.456	0.17
	N	50	50	50	50	50	50
razlika u dužini donjih ekstremiteta (prijem)	ro	-0.029	-0.024	-0.232	-0.087	-0.187	-0.18
	p	0.84	0.869	0.104	0.548	0.194	0.21
	N	50	50	50	50	50	50
rotacija fragmenata (prijem)	ro	-0.116	0.093	-0.05	-0.263	-0.023	-0.029
	p	0.424	0.519	0.729	0.065	0.875	0.84
	N	50	50	50	50	50	50

*Legenda*

\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

#### 4.6.2. ANALIZA FUNKCIONALNIH I KOŠTANIH REZULTATA PREMA MONITORINGU APARAT

Tabela 71. Povezanost koštanih i funkcionalnih rezultata i monitoringa aparata

		Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
		6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
stanje kože oko igala (prijem)	ro	0.22	0.265	.300*	0.196	.302*	0.267
	p	0.125	0.063	0.034	0.173	0.033	0.061
	N	50	50	50	50	50	50
stanje rane / prisutni znakovi infekcije (prijem)	ro	.283*	0.274*	0.272*	0.249	0.211	0.248
	p	0.047	0.054	0.056	0.082	0.141	0.083
	N	50	50	50	50	50	50
razlika u dužini donjih ekstremiteta (postoperativni tok)	ro	-.318*	-.292*	-.369**	-0.16	-.309*	-.357*
	p	0.024	0.04	0.008	0.268	0.029	0.011
	N	50	50	50	50	50	50
odstranjenje obruča oko natkolenice	ro	.	-0.179	0.386	-0.196	-0.43	-0.374
	p	.	0.599	0.241	0.563	0.187	0.257
	N	11	11	11	11	11	11
odstranjenje obruča na stopalu	ro	0.071	-0.157	-0.056	-0.1	-0.285	-0.1
	p	0.802	0.577	0.843	0.723	0.304	0.724
	N	15	15	15	15	15	15
lom igala aparata	ro	0.112	0.077	0.237	0.14	0.118	0.032
	p	0.44	0.596	0.098	0.333	0.416	0.827
	N	50	50	50	50	50	50
izmena položaja aparata	ro	0.005	0.005	0.212	-0.005	0.174	0.156
	p	0.974	0.974	0.139	0.973	0.226	0.279
	N	50	50	50	50	50	50
distrakcija	ro	-0.006	-0.047	0.191	-0.18	0.095	0.093
	p	0.967	0.745	0.184	0.212	0.511	0.52
	N	50	50	50	50	50	50
kompresija	ro	-0.01	0.119	0.21	0.058	0.125	0.121
	p	0.942	0.41	0.144	0.687	0.386	0.404
	N	50	50	50	50	50	50
kontraktura (otpust)	ro	-0.097	-0.093	-0.006	0.141	0.195	-0.027
	p	0.502	0.52	0.965	0.328	0.174	0.853
	N	50	50	50	50	50	50

#### Legenda

\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

Ako je stanje kože oko igala bilo dobro (bez infekcija) utvrđeno je bolje koštano stanje nakon 18 meseci ( $\rho=0,300$ ,  $p=0,034$ ) i funkcionalno stanje nakon 12 meseci ( $\rho=0,302$ ,  $p=0,033$ ).

Ako je rana bila bez infekcije bili su bolji i koštani rezultati nakon 6 meseci ( $p=0,283$ ,  $p=0,047$ ), nakon 12 meseci ( $p=0,274$ ,  $p=0,054$ ) i nakon 18 meseci ( $p=0,272$ ,  $p=0,056$ ).

Ako je razlika u dužini ekstremiteta bila manja odmah nakon operacije utvrđeni su bolji koštani rezultati u sva 3 merenja i bolji funkcionalni rezultati nakon 12 meseci i nakon 18 meseci.

Pomoću Mann-Whitney U testa nisu utvrđene statistički značajne razlike između ispitanika koji su imali niskoenergetsku i visokoenergetsku povredu u koštanim i funkcionalnim rezultatima te stoga rezultati nisu prikazani.

#### 4.6.3. EFEKAT LOMA IGALA NA OPORAVAK

Tabela 72. Analiza uticaja loma igala aparata na koštane i funkcionalne rezultate

		Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	p
<b>funkcionalni status</b> (6 meseci)	Između grupa	12.554	2	6.277	2.731	0.076
	Unutar grupa	108.026	47	2.298		
	Ukupno	120.580	49			
<b>funkcionalni status</b> (12 meseci)	Između grupa	11.447	2	5.724	1.829	0.172
	Unutar grupa	147.053	47	3.129		
	Ukupno	158.500	49			
<b>funkcionalni status</b> (18 meseci)	Između grupa	16.398	2	8.199	3.793	0.030
	Unutar grupa	101.602	47	2.162		
	Ukupno	118.000	49			
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)	Između grupa	1.708	2	.854	3.354	0.043
	Unutar grupa	11.972	47	.255		
	Ukupno	13.680	49			
<b>procena koštanih rezultata</b> (12 meseci)	Između grupa	2.974	2	1.487	5.707	0.006
	Unutar grupa	12.246	47	.261		
	Ukupno	15.220	49			
<b>procena koštanih rezultata</b> (18 meseci)	Između grupa	3.022	2	1.511	5.277	0.009
	Unutar grupa	13.458	47	.286		
	Ukupno	16.480	49			

Jednosmernom analizom varijanse su poređene grupa ispitanika koja nije nosila igle (grupa fiksator), grupa koja je nosila igle i nije došlo do loma igala i grupa koja je nosila, ali je

došlo do loma. Ispostavilo se da su značajne razlike između grupa u sledećim varijablama: funkcionalni status (kontrola nakon 18 meseci) i procena koštanih rezultata (6 meseci, 12 meseci, 18 meseci). *Ispitanici kojima je došlo do loma igala imali su niži funkcionalni status na kontroli nakon 18 meseci* ( $F(2:49)=3,793$ ,  $p=0,030$ ). *Ispitanici kojima je došlo do loma igala i koji nisu nosili igle imali su lošije koštane rezultate na kontroli nakon 6 meseci* ( $F(2:49)=3,354$ ,  $p=0,043$ ). *Ispitanici kojima je došlo do loma igala i koji nisu nosili igle imali su lošije koštane rezultate na kontroli nakon 12 meseci* ( $F(2:49)=5,707$ ,  $p=0,006$ ). *Ispitanici kojima je došlo do loma igala i koji nisu nosili igle imali su lošije koštane rezultate na kontrola nakon 18 meseci* ( $F(2:49)=5,277$ ,  $p=0,009$ ).

Tabela 73. Značajnost razlika između ispitanika u zavisnosti od loma igala

Zavisna varijabla	(I) lom igala	(J) lom igala	Razlika AS (I-J)	SE	p
<b>funkcionalni status</b> (kontrola nakon 18 meseci)		ne	<b>-1.48693*</b>	.55116	0.029
	da	nije nosio/la igle	-1.50794	.74095	.142
	ne	nije nosio/la igle	-.02101	.61025	1.000
<b>procena koštanih rezultata</b> (6 meseci)		ne	-.428	.189	0.085
	da	nije nosio/la igle	-.079	.254	1.000
	ne	nije nosio/la igle	.349	.209	0.308
<b>procena koštanih rezultata</b> (12 meseci)		ne	<b>-.611*</b>	.191	0.008
	da	nije nosio/la igle	-.254	.257	.986
	ne	nije nosio/la igle	.357	.212	.295
<b>procena koštanih rezultata</b> (18 meseci)		ne	<b>-.618*</b>	.201	0.010
	da	nije nosio/la igle	<b>-.714*</b>	.270	0.033
	ne	nije nosio/la igle	-.097	.222	1.000

Post – hoc testovima (Bonferroni test) je utvrđeno da je statistički značajna razlika između ispitanika kojima su se slomile igle i osoba kojima se nisu slomile igle u odnosu na procenu koštanih rezultata. Funkcionalni status ispitanika je bio bolji nakon 18 meseci kod ispitanika koji

nisu lomili igle u odnosu na ispitanike koji su lomili igle. Ispitanici koji nisu lomili igle su imale bolje koštane rezultate nakon 12 meseci u odnosu na ispitanike koji su lomili igle. Takođe, ispitanici koji nisu lomili igle i ispitanici koji nisu nosili igle pokazali su bolje koštane rezultate nakon 18 meseci (*Tabela 73.*).

#### 4.6.4. STANJE NA OTPUSTU

Ako je obim otoka na otpustu bio veći utvrđeni su lošiji funkcionalni rezultati nakon 6 meseci ( $\rho=-0,272$ ,  $p=0,056$ ).

*Tabela 74.* Povezanost koštanih i funkcionalnih rezultata i indikatora stanja na otpustu

		Koštani rezultati			Funkcionalni rezultati		
		6 meseci	12 meseci	18 meseci	6 meseci	12 meseci	18 meseci
		ro	p	N	ro	p	N
<b>bol (otpust)</b>	ro	.121	.049	50	.020	.130	-.038
	p	.401	.733	50	.892	.367	.795
	N	50	50	50	50	50	50
<b>otok / obim potkolenice (otpust)</b>	ro	.029	.076	50	-.036	<b>-.272*</b>	-.020
	p	.840	.598	50	.802	.056	.889
	N	50	50	50	50	50	50
<b>razlika u dužini donjih ekstremiteta (otpust)</b>	ro	-.025	-.097	50	-.148	-.025	-.211
	p	.862	.502	50	.306	.861	.141
	N	50	50	50	50	50	50
<b>dužina hospitalizacije (dani)</b>	ro	-.238	-.171	50	-.244	.023	-.142
	p	.097	.236	50	.088	.875	.324
	N	50	50	50	50	50	50

*Legenda*

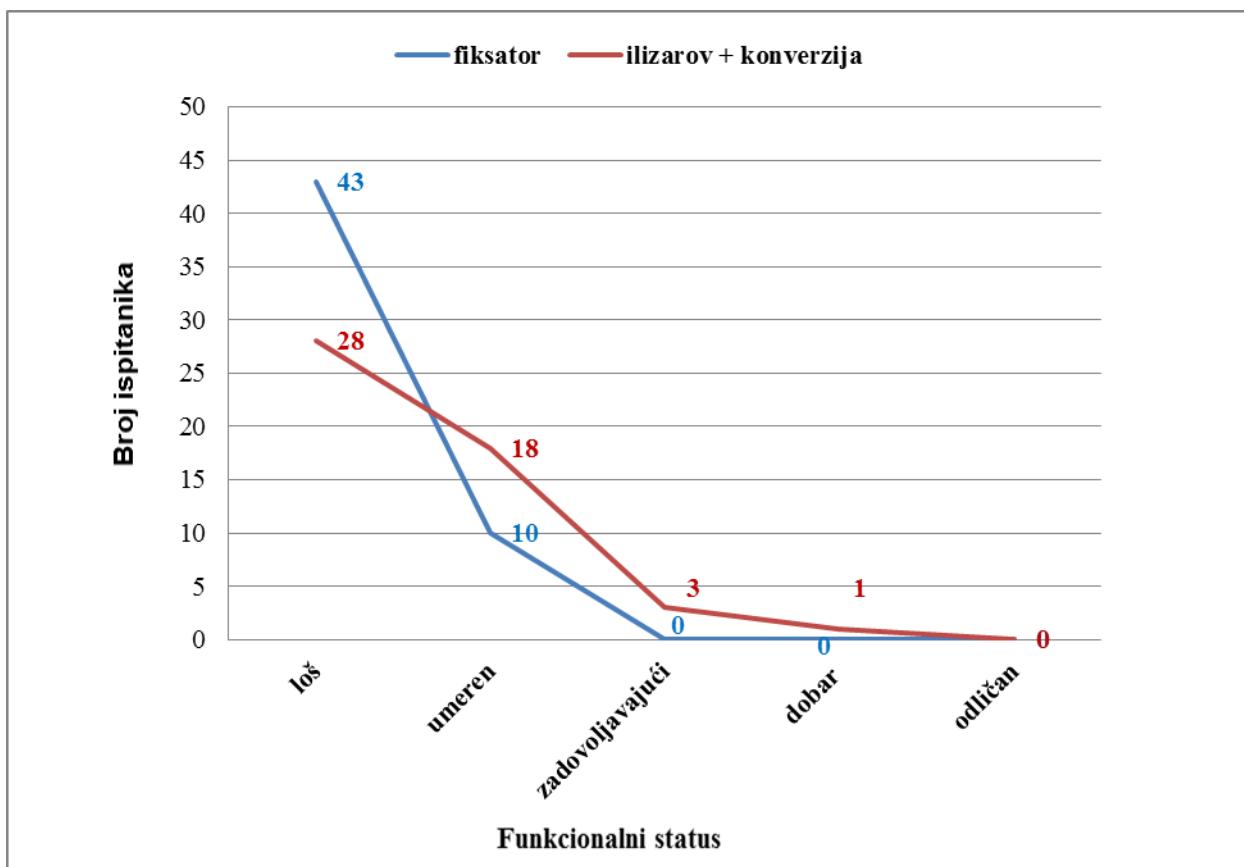
\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,05

\*\* Povezanost je značajna na nivou pouzdanosti manjem od 0,01

#### 4.7. ANALIZA REZULTATA PREMA KATEGORIJAMA SKORING SISTEMA PREMA KARLSTROM - OLERUDU

Procena funkcionalnog statusa primenom scoring sistema prema Karlstrom - Olerudu u sva tri vremenska intervala (6, 12 i 18 meseci), prikazana je kroz kategorije loš, umeren, zadovoljavajući, dobar i odličan. *Pri proceni funkcionalnog statusa u sva tri vremenska intervala među ispitanicima uključenim u našu studiju došlo je do spajanja grupe Ilizarov i konverzija, jer se funkcionalni rezultati grupa Ilizarov i "konverzija" u posmatranom periodu nisu statistički razlikovali.*

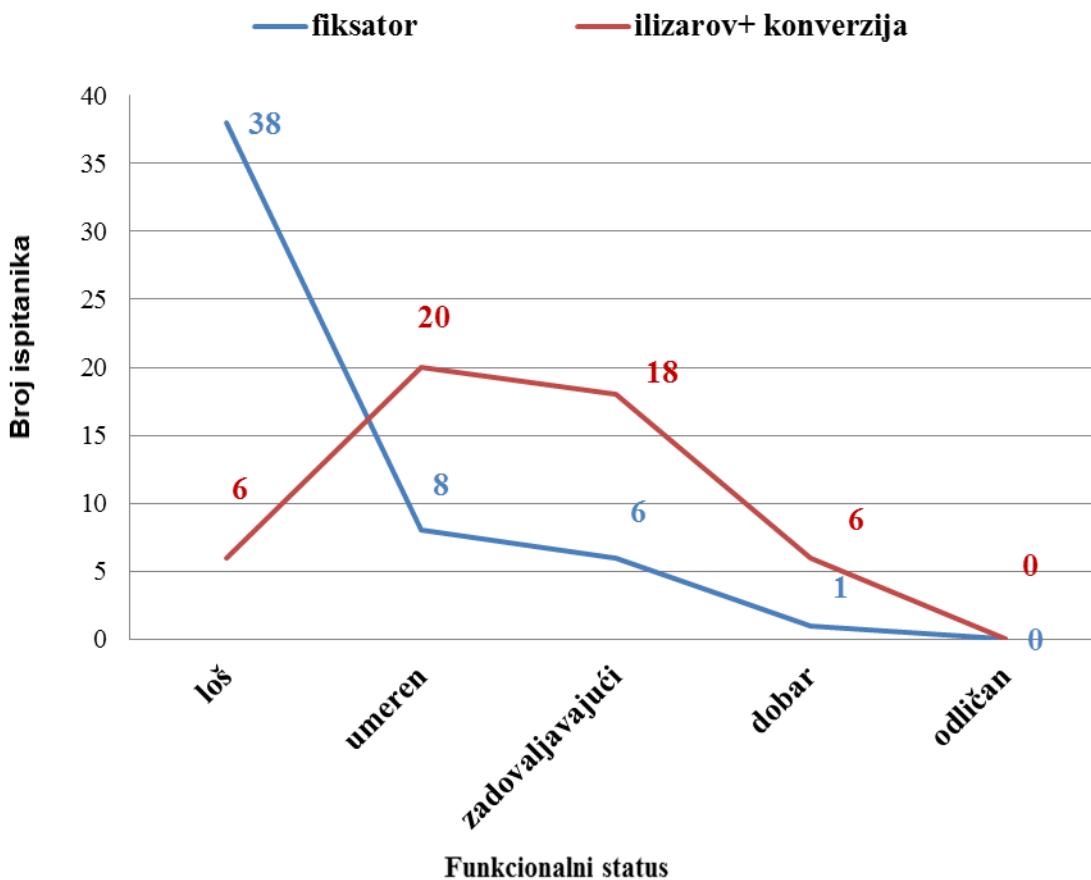
Grafikon 31. Funkcionalna evaluacija ispitanika prema vrsti operativnog zahvata 6 meseci nakon operacije



Uvidom u *grafikon 31.* evaluacija funkcionalnog statusa na prvom intervalu procene 6 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate. U kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika. Dobar funkcionalni status imao je jedan ispitanik (2%) u grupi *ilizarov+konverzija*, a ni jedan iz grupe fiksator. U grupi fiksator nije bilo ispitanika sa zadovoljavajućim funkcionalnim statusom dok su tri ispitanika (6%) u grupi *ilizarov+konverzija* imali zadovoljavajući funkcionalni

status. Umeren funkcionalni status zabeležilo je 28 (27,18%) ispitanika. Iz grupe fiksator njih 10 (18,86%) dok je u grupi *ilizarov+konverzija* bilo 18 (36%) ispitanika. Najviše ispitanika iz obe grupe imali su loš funkcionalni status, 43 (81,13%) u grupi fiksator a 28 (56%) u grupi *ilizarov+konverzija*.

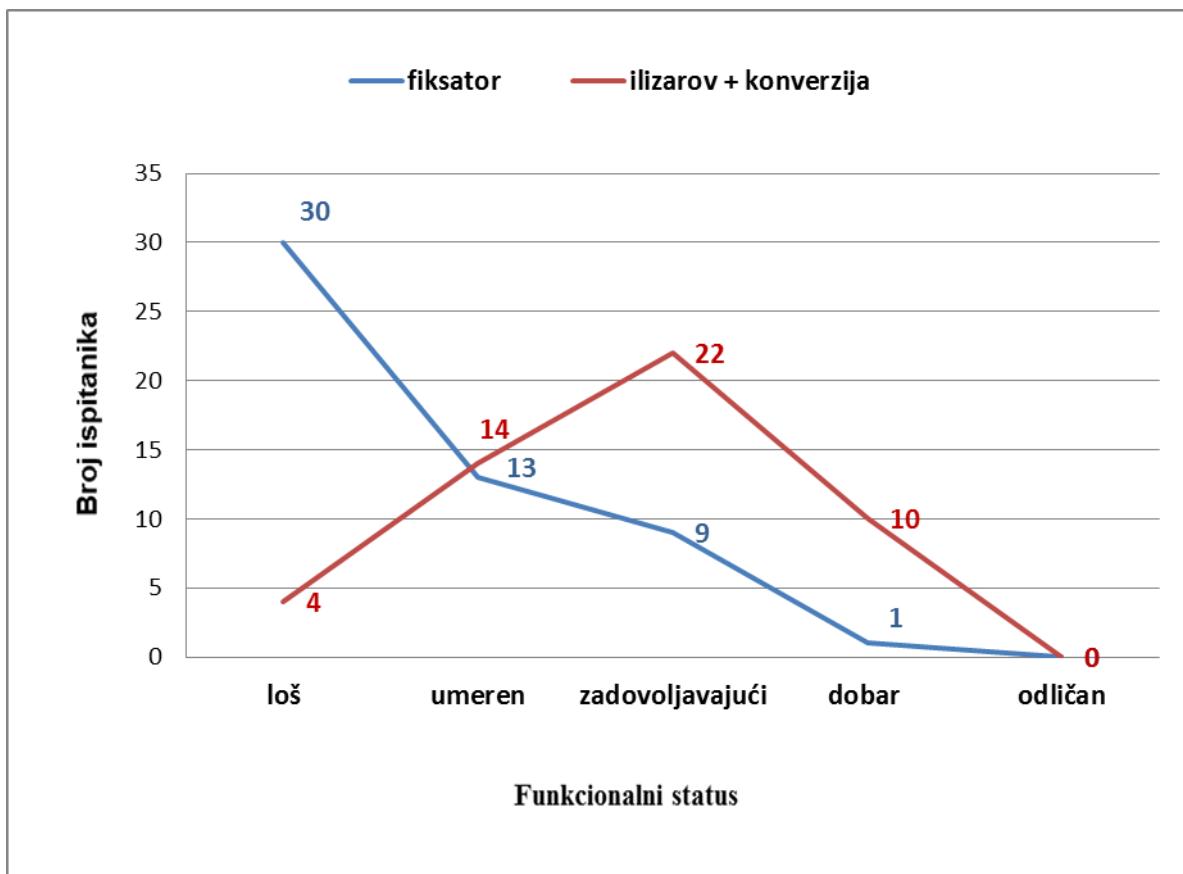
Grafikon 32. Funkcionalna evaluacija ispitanika prema vrsti operativnog zahvata 12 meseci nakon operacije



Evaluacija funkcionalnog statusa na drugom merenju 12 meseci nakon operacije prikazana je *grafikonom 32*. Odličan funkcionalni status nije zabeležen među ispitanicima uključenim u našu studiju. Sedam ispitanika imali su dobar funkcionalni status i to 6 (12%) ispitanika u grupi *ilizarov+konverzija*, i jedan (1,8%) u grupi fiksator. Zadovoljavajući funkcionalni status u grupi *ilizarov+konverzija* imalo je 18 ispitanika (36%), a u grupi fiksator 6 ispitanika (11,3%). Funkcionalno umeren status zabeležilo je 20 (40%) ispitanika u grupi *ilizarov+konverzija* grupa fiksator beleži 8 (15,09%) ispitanika. Najveći broj ispitanika nalazi se u kategoriji loš

funkcionalni status njih 44 (42,71%). U grupi *ilizarov+konverzija* nalazi se njih šestoro (12%) a preostali broj ispitanika je u grupi fiksator 38 (71,69%).

*Grafikon 33.* Funkcionalna evaluacija ispitanika prema vrsti operativnog zahvata 18 meseci nakon operacije

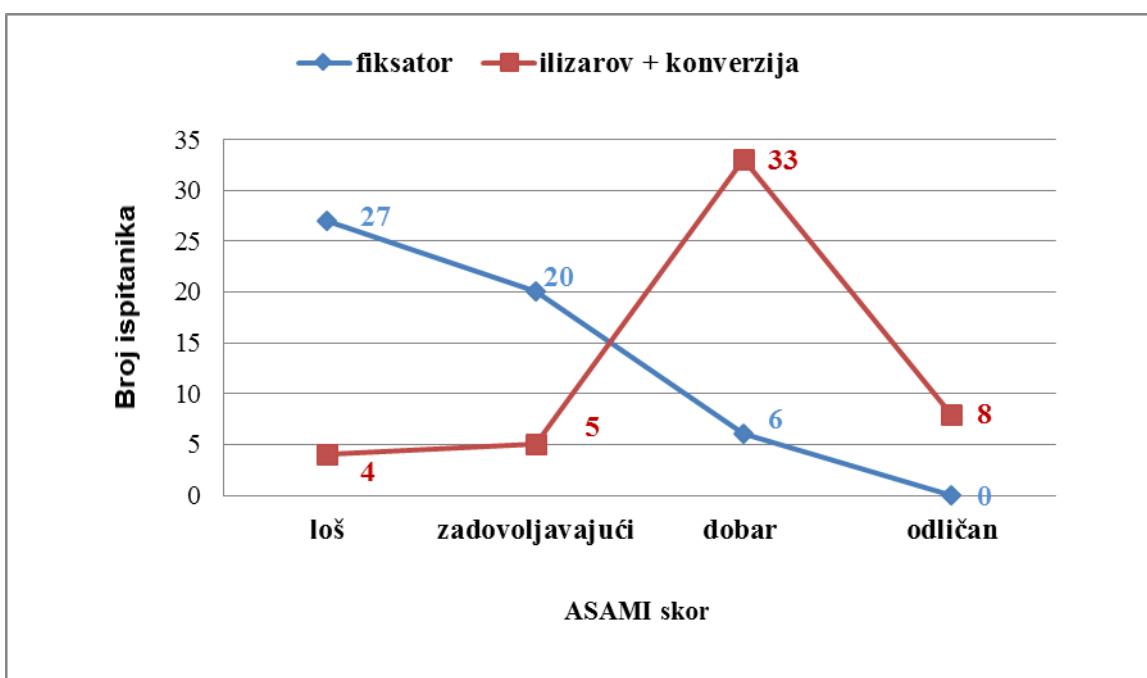


Poslednja evaluacija funkcionalnog statusa ispitanika realizovana je 18 meseci nakon operacije. Rezultati prikazani po kategorijama scoring sistema po Karlstrom - Olerudu ukazuju da nismo imali ispitanika sa odličnim statusom. Jedanaest ispitanika beleži kategoriju dobar. Grupa *ilizarov+konverzija* imala je 10 (20%) ispitanika sa dobrim funkcionalnim statusom, a grupa fiksator jednog (1,8%) ispitanika. Najveći broj ispitanika 22 (44%) iz grupe *ilizarov+ konverzija* imalo je zadovoljavajući funkcionalni status, dok je u grupi fiksator bilo 9 (16,9%) ispitanika. Gotovo podjednak broj ispitanika našao se u kategoriji umeren funkcionalni status grupa *ilizarov+ konverzija* 14 (28%) grupa fiksator 13 ispitanika (24,5%). Najveći broj ispitanika iz grupe fiksator beleži loš funkcionalni status 30 (56,6%) ispitanika, dok ih je u grupi *ilizarov + fiksator* 4 (8%) (*Grafikon 33.*).

#### 4.8. ANALIZA PROCENE KOŠTANIH REZULTATA SKORING SISTEMA UDRUŽENJA ZA ISTRAŽIVANJE I PRIMENU METODA PO ILIZAROVU- ASAMI

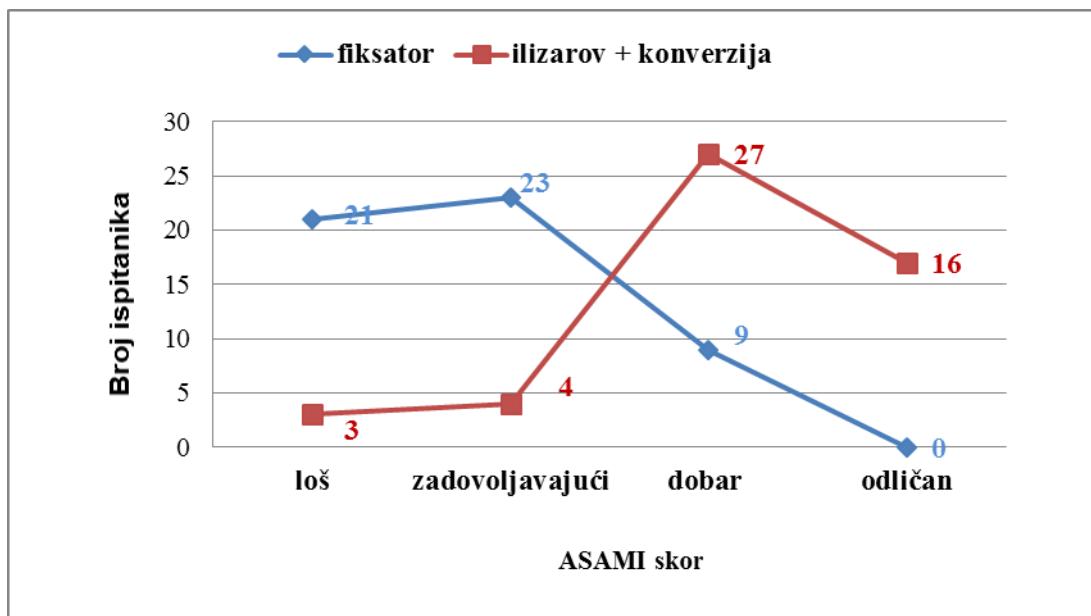
Procena koštanih rezultata primenom scoring sistema prema ASAMI klasifikaciji u sva tri vremenska intervala merenja (6, 12 i 18 meseci), prikazana je kroz kategorije loš, zadovoljavajući, dobar i odličan. Pri proceni koštanih rezultata u sva tri vremenska intervala među ispitanicima uključenim u našu studiju došlo je do spajanja grupe Ilizarov i konverzija.

*Grafikon 34.* Procena koštanih rezultata 6 meseci nakon operacije po ASAMI skoru



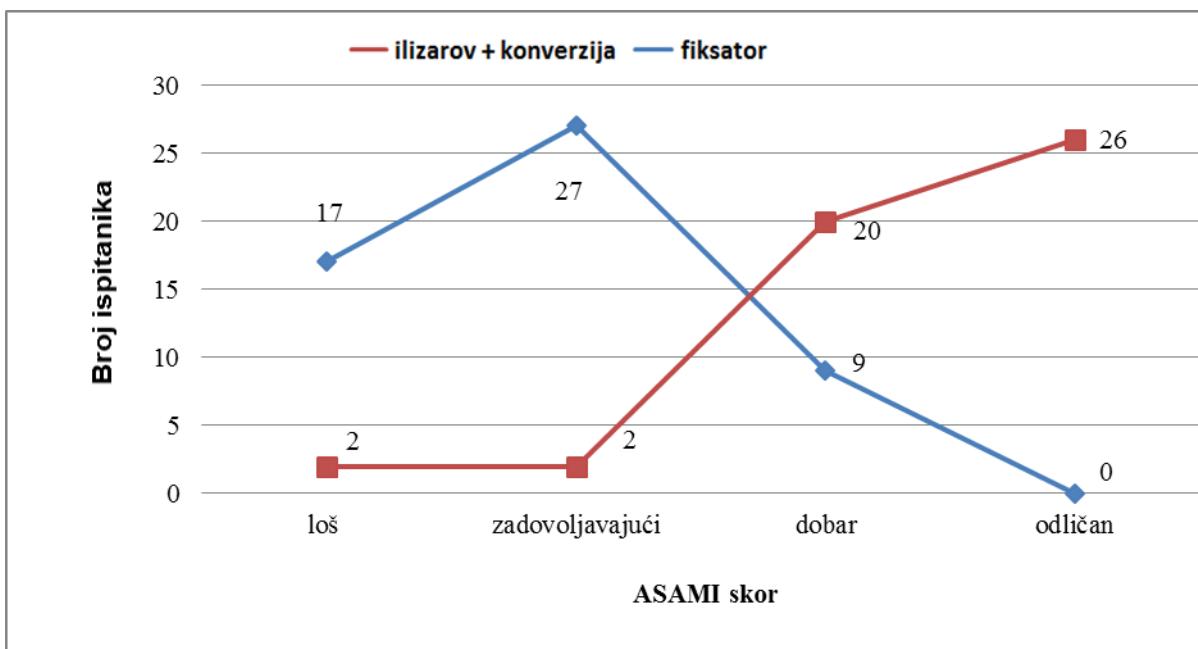
Uvidom u *grafikon 34.* evaluacije koštanoog srastanja na prvom intervalu procene 6 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate. U kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika u grupi *fiksator* dok je njih 8 (16%) bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. Dobar koštani rezultat imao je 6 (11,3%) ispitanika u grupi *fiksator*, dok je 33 (66,0%) njih bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. U kategoriji zadovoljavajućih koštanih rezultata bilo je ukupno 25 ispitanika, 20 (37,7%) u grupi *fiksator* a 5 (10,0%) u grupi *ilizarov + konverzija*. Poslednju kategoriju (loš koštani rezultat) znatno obeležava grupa *fiksator* sa 27 (50,9%) ispitanika dok je u grupi *ilizarov + konverzija* bilo njih 4 (8%).

Grafikon 35. Procena koštanih rezultata 12 meseci nakon operacije po ASAMI skoru



Grafikon 35. evaluacije koštanog srastanja po ASAMI scoring sistemu na drugom intervalu procene 12 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate. U kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika u grupi *fiksator* dok je njih 16, (32%) bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. Dobar koštani rezultat imao je 9 (16,9 %) ispitanika u grupi *fiksator* dok je 27, (54 %) njih bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. U kategoriji zadovoljavajućih koštanih rezultata bilo je ukupno 27 ispitanika, 23 (43,3 %) u grupi *fiksator* a 4 (8,0 %) u grupi *ilizarov + konverzija*. Poslednju kategoriju (loš koštani rezultat) znatno obeležava grupa *fiksator* sa 21 (39,9 %) ispitanika dok je u grupi *ilizarov + konverzija* bilo njih 3 (6,0 %).

Grafikon 36. Procena koštanih rezultata 18 meseci nakon operacije po ASAMI skoru



Evaluacija koštanog srastanja po ASAMI skoring sistemu na trećem intervalu procene 18 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate. U kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika u grupi *fiksator* dok je njih 26, (52 %) bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. Dobar koštani rezultat imao je 9 (16,9 %) ispitanika u grupi *fiksator* dok je 20, (40,0 %) njih bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. U kategoriji zadovoljavajućih koštanih rezultata bilo je ukupno 29 ispitanika, 27 (50,9 %) u grupi *fiksator* a 2 (4,0 %) u grupi *ilizarov + konverzija*. Poslednju kategoriju (loš koštani rezultat) ponovo obeležava grupa *fiksator* sa 17 (32,0 %) ispitanika, dok je u grupi *ilizarov + konverzija* bilo njih 2 (4,0 %) (*Grafikon 36.*).

## 5. DISKUSIJA

Lečenje unutarzglobnih preloma proksimalnog i distalnog okrajka tibije predstavlja izazov, zbog poteškoća koje nastaju u postizanju anatomske redukcije zglobne površine i nestabilnosti koju dovode povrede ligamenata i mekog tkiva. Brojne metode lečenja ovih frakturna su opisane, uključujući neoperativno lečenje sa gipsanom imobilizacijom<sup>(175,202,216,220-223)</sup>, otvorenu redukciju i unutrašnja fiksaciju<sup>(264-266,282-284)</sup>, kombinacija različitih tipova spolnjih fiksatora sa ili bez unutrašnje fiksacije<sup>(226-231)</sup>, i lečenje isključivo spolnjim fiksatorima<sup>(232-236)</sup>.

Unutarzglobne frakture distalnog dela tibije su podeljene na dve velike grupe. One koje su izazvane aksijalnim kompresijama i one izazvane torzionim silama<sup>(252)</sup>. U prvu grupu spadaju pilon frakture, koje su visoko energetski prelomi i kao takvi su često u komplikaciji (korelaciji) sa ozbiljnim oštećenjem mekog tkiva i postoperativnim zglobnim defektima koji nastaju zbog poteškoća u vraćanju (redukciji) anatomskega izgleda (strukture). Druga grupa obuhvata maleolarne prelome, koji su obično nisko energetski prelomi praćeni malom povredom mekog tkiva i imaju kao glavnu komplikaciju nestabilnost članka zbog iskidanih ligamenata.

Kontraverza postoji u literaturi koja se odnosi na način na koji se prelomi trebaju lečiti. Originalna klasifikacija pilon preloma po Ruedi i Allgower-u i principi lečenja koje su predložili, odnosno inicijalna fiksacija fibule zbog restauracije dužine, anatomske redukcije zglobne površine, upotreba koštanih kalemoveva u metafizi i konačno unutrašnja fiksacija<sup>(306)</sup> je propraćena visokom stopom komplikacija, posebno ako je primarna mekotkivna infekcija povređenog mekog tkiva bila izrazita<sup>(217,307)</sup>. To je dovelo mnoge autore da lečenje ovih preloma ide u dva koraka, prvi: primenom privremene spoljne fiksacije, i drugi: otvorenom redukcijom i unutrašnjom fiksacijom kada se stanje mekog tkiva poboljša<sup>(308)</sup>.

Što se tiče torzionih povreda skočnog zgloba, klasifikacija po Lauge-Hansen-u je u korelaciji tipa preloma na mehanizam povrede sa anatomskim defektima i nudi algoritam lečenja<sup>(217)</sup>. Danis - Weber klasifikacija iako je jednostavnija, doprinosi u odlučivanju da li da se tibiofibularna sindezmoza popravi ili ne.

Spoljni fiksatori mogu biti unilateralni ili kružni, mogu obuhvatiti, (premostiti) skočni zglob ili ne i mogu dozvoliti pokrete, (dinamički) skočnog zgloba ili ne, (rigidni). Razumevanje mehanizama koji uzrokuju prelom proksimalne i distalne tibije je od izuzetne važnosti zbog odabiranja optimalne metode lečenja. Razlike u pogledu principa lečenja između preloma koje su izazvane aksijalne kompresije i onih koje su izazvane torzionale sile, čine ova dva tipa preloma potpuno različiti jedan drugome, bez obzira što se nalaze na istoj anatomskoj regiji.

Primena spoljnje fiksacije kao definitivni tretman pilon preloma je radikalno promenio prognozu<sup>(310-315)</sup>. Izbegavanje odvajanja mekog tkiva za otvorenu redukciju preloma, minimizira povredu mekog tkiva i time smanjuje stopu infekcije<sup>(316)</sup> i dozvoljava ranu mobilizaciju skočnog zglobo preko šarke u stabilnom mehaničkom okruženju<sup>(309,317)</sup>.

Prvi korak, pre primene spoljnje fiksacije, je anatomska redukcija zglobne površine. Da bi se ovo postiglo potreban je mali rez kože. Fragmenti su potom fiksirani u njihov anatomski položaj iglama sa olivom i pravilno prilagođeni spolnjem fiksatoru. Upotreba unutrašnje fiksacije je retko potrebna zbog veoma ograničene upotrebe koštanih graftova.

Fiksacija fibule u prelomima prouzrokovanih aksijalnim kompresijama koji su lečeni spoljašnjom fiksacijom nije neophodna. Anatomska redukcija fibule ne dozvoljava dodir fragmenata na distalnoj metafizi tibije i u asocijaciji (korelaciji) je sa visokom incidentom odloženog srastanja ili pseudoartroze<sup>(318)</sup>. Za otvorenu redukciju i unutrašnju fiksaciju fibule, dodatni rez je potreban koji može uzrokovati infekciju i istovremeno redukcija fibule po sebi može izazvati varus deformitet. Stabilnost skočnog zglobo nije osigurana fiksacijom fibule jer prelomi aksijalnim kompresijama nisu praćeni ligamentoznim oštećenjem<sup>(252)</sup>. Ako predpostavimo da je glavni stabilizacioni element skočnog zglobo deltoidni ligament koji se nalazi sa unutrašnje strane<sup>(266)</sup>, možemo zaključiti da redukcija i fiksacija fibule u takvim prelomima nije imala značajnog efekta na stabilnost članka.

Prelomi distalnog dela tibije zbog aksijalne kompresije su često zakomplikovani sa hrskavičavim defektima (defektima zglobne površine) time zahtevajući što bolju moguću anatomsku rekonstrukciju zglobne površine. Nažalost, u mnogim prilikama pored velikih fragmenata i relativno lakih za fiksiranje i manjih koji ostaju na mestu zbog zategnutosti od ligamentotakse, postoje drugi mali unutarzglobni koštani fragmenti nevezani za meko tkivo. Ovi parčići su odgovorni za loš ishod u vezi sa zglobnom površinom i posttraumatskim artritisom koji se može pojaviti zbog insuficijentne redukcije ili njihove avaskularizacije kao i visokom incidentom nekroze. Međutim, ovaj ishod nije uvek praćen lošim subjektivnim kliničkim rezultatima<sup>(319)</sup>. Jedan od ciljeva ove disertacije je da se uvede algoritam za primenu spoljnje fiksacije i da se naglase prednosti Ilizarovog aparata u lečenju unutarzglobnih preloma proksimalnog i distalnog okrajka tibije.

U ovo istraživanje uključeno je ukupno 103 ispitanika oba pola. Uzorak za istraživanje u okviru ove disertacije podeljen je u 3 grupe: prvu grupu činila su 53 (52%) ispitanika oba pola koji su tretirani pomoću spoljnog unilateralnog rigidnog fiksatora, u drugu grupu svrstan je 31 (30%) ispitanik oba pola tretiran pomoću Ilizarovog aparata dok je treću grupu činilo je 19 (18%) ispitanika oba pola koji su lečenje započeli spolnjim unilateralnim rigidnim fiksatorom a kasnije lečenje nastavili aparatom po Ilizarovu (konverzija). U ukupnom uzorku bilo je 71 (69,9%)

ispitanika muškog pola a 32 (31%) ispitanika ženskog pola. U grupi pacijenata operisanih tehnikom spoljni fiksator bilo je 36 (67,9%) ispitanika muškog a 17 (32,1%) ženskog pola, dok su u grupi operisanih tehnikom Ilizarov bila 20 ispitanika muškog (64,5%) i 11 ispitanika (35,5%) ženskog pola, dok u grupi kod koje je došlo do konverzije bilo je 15 (78,9%) ispitanika muškog a 4 (21,1%) ženskog pola. Primenom *hi kvadrat testa* je utvrđeno da su grupe ujednačene prema полу ( $\chi^2=1.197$ , df=2, p=0.550). Lovissetti i saradnici<sup>(320)</sup> u istraživanju koje su sproveli na uzorku od 30 ispitanika tretiranih dvoma sličnim hiruškim procedurama u tretmanu preloma pilona tibije tipa AO 43C (aparat po Ilizarovu i Sheffield spoljašnji fiksator) podelili su ispitanike u dve grupe od po 20 u prvoj, i 10 u drugoj. Ukupno je bilo 23 (76,6%) muškaraca i 7 (23,3%) žena. Vasiliadis i saradnici<sup>(321)</sup> su u studiji imali 32 ispitanika sa unutarzglobnim prelomima distalnog dela tibije. Bazirano na mehanizmu povrede, ispitanici su bili podeljeni u dve grupe. Grupu 1 su činila 17 (53,1%) ispitanika sa frakturama nastalim zbog dejstva sile aksijalne kompresije (visokoenergetske) i grupu 2 činilo je 15 (46,8%) ispitanika sa frakturama nastalih zbog dejstva torzionih sila (niskoenergetske). Spoljna fiksacija po Ilizarovu je bila primenjena kod 15 ispitanika (11 iz grupe 1 i 4 iz grupe 2). U 17 slučajeva (6 iz grupe 1 i 11 iz grupe 2) bila je primenjena fiksacija unilateralnim spoljašnjim fiksatorom.. U 7 od 17 frakturna iz grupe 1 je bila korišćena dodatna fiksacija fibule. Ukupno u studiji je učestvovalo 23 (71,8%) muških i 9 (28,1%) ženskih ispitanika. U prvoj grupi bilo je 13 (76,4%) muškaraca i 4 (23,5%) žena a u drugoj 10 (66,6%) muškaraca i 5 (33,3%) žena. Vidyadhara i saradnici<sup>(322)</sup> uključili su u istraživanje 21 uzastopnog pacijenta sa komplikovanim prelomom pilona tibije tipa B (8 ispitanika) i tipa C (13 ispitanika) koji su bili lečeni sa perkutanom redukcijom i fiksacijom Ilizarovim aparatom u periodu od januara 1998 do februara 2002. U ispitivanoj grupi bilo je 20 (95,2%) ispitanika muškog pola i jedan (4,7%) ženskog pola.

Ocku i saradnici<sup>(319)</sup> u nerandomiziranoj retrospektivnoj studiji uključili su 44 ispitanika za analizu i podelili ih u 2 grupe. Grupa 1 se sastojala od 24 ispitanika koji su imali fibularnu fiksaciju i dijafizealno-epifizealnu spoljašnju fiksaciju Ilizarovom metodom (Hipokrat, Izmir, Turska) bez premošćavanja zgloba. Grupa 2 se sastojala od 20 ispitanika koji su imali fibularnu fiksaciju koja je praćena postavljanjem medijalnog zglobnog premošćujućeg spoljnog fiksatora (Orthofix, Verona, Italy). Ukupno je bilo 33 (75,0%) muškaraca i 11 (25,0%) žena. Stopa muških i ženskih pacijenata bila je ista u obe grupe. U grupi 1 bilo je 18 (75,0%) muškaraca i 6 (25,5%) žena, a u grupi 2 bilo je 15 (75,5%) muškaraca i 5 (25,0%) žena. Golubović i saradnici<sup>(323)</sup> ispitivanjem su obuhvatili 47 ispitanika sa zatvorenim artikularnim prelomomima distalnog dela tibije. Iste su podelili na dve grupe. Prvu grupu činilo je 22 (46,8%) ispitanika kod koje je fiksacija izvršena pločicom i zavrtnjima a u drugu grupu od 25 (53,1%) ispitanika svrstani su oni kod kojih je stabilizacija preloma vršena spoljnim dinamičkim unilateralnim fiksatorom uz minimalnu

unutrašnju fiksaciju. Muškarci su bili brojniji u uzorku, njih 34 (72,3%) dok je žena bilo 13 (27,6%). Milenković i saradnici<sup>(324)</sup> u svojoj studiji sprovedenoj od 2009. do 2014. godine, uključuje 16 ispitanika sa otvorenim prelomima svih tipova AO klasifikacije pilona tibije lečenih spoljnom unilateralnom i minimalnom internom fiksacijom. U svom istraživanom uzorku imao je 11 (68,7%) žena i 5 (31,2%) muškaraca. Demiralp i saradnici<sup>(325)</sup> u prospektivno – retrospektivnoj studiji nad 27 ispitanika sa različitim vrstama preloma distalne tibije lečene Ilizarovim aparatom po Ilizarovu zabeležio 25 (92,5%) muškaraca i 2 (7,5%) žena. Dendrinos i saradnici<sup>(236)</sup> lečili su 24 pacijenta sa teškim bikondilarnim prelomom platoa tibije metodom po Ilizarovu. U ovu studiju uključeno je 18 (75%) muških i 6 (25%) ženskih ispitanika. Mohamed i saradnici<sup>(326)</sup> između 2007. i 2011. godine, ispitivali su 30 uzastopnih pacijenata sa teškim bikondilarnim prelomima platoa tibije operisanih Ilizarovim aparatom. U uzorku je bilo 20 (66,6%) muškaraca i 10 (33,3%) žena. El Barbary i saradnici<sup>(327)</sup> su u svoju studiju uključili 29 ispitanika sa različitim kategorijama povrede platoa tibije a sve zbrinjavane metodom transosealne osteosinteze aparatom po Ilizarovu. U ovoj studiji bilo je 26 (89,6%) ispitanika muškog pola i 3 (10,3%) ispitanika ženskog pola. Ferreira i saradnici<sup>(328)</sup> između jula 2008. i marta 2009. godine, 11 ispitanika sa visoko energetskim bikondilarnim prelomima tibijalnog platoa zbrinjavaju Ilizarovim aparatom. U ovom uzorku 8 (72,7%) ispitanika je bilo muškog pola a 3 (27,2%) ženskog. Kataria i saradnici<sup>(329)</sup> u svojoj studiji koja je obuhvatila 38 ispitanika sa komplikovanim prelomima proksimalne tibije lečenih u periodu do apila 2002. do maja 2004. godine, imao je 32 (84,2%) ispitanika muškog pola i 6 (15,7%) ispitanika ženskog pola. Retrospektivna studija Ranatunge i saradnika<sup>(330)</sup> koja uključuje 18 pacijenata sa prelomima platoa tibije tipa IV lečenih cirkularnom spoljnom fiksacijom u periodu od januara 2003. do decembra 2004. godine, imala je 15 (83,3%) muškaraca i 3 (16,16%) žena. Khan i saradnici<sup>(331)</sup> u svojoj studiji nad 22 ispitanika sa kompleksnim prelomima platoa tibije lečenih u periodu od jula 2008. do jula 2010. godine, i koji su lečeni aplikacijom aparata po Ilizarovu, imao je 16 (72,7%) muškaraca i 6 (27,2%) žena. Kulkarni sa saradnici<sup>(332)</sup> je između janara 1991. i decembra 1997. godine ispitivao 56 pacijenata sa kompleksnim prelomima platoa tibije lečenih pomoću hibridnog Ilizarovog prstenastog fiksatora. U studiju je bilo uključeno 47 (83,9%) muškaraca i 9 (19,1%) žena. Makhdoom sa saradnici<sup>(333)</sup> je kod 30 ispitanika sa različitim tipovima Schatzker preloma platoa tibije tretiranih Ilizarovim aparatom zabeležio odnos muškaraca prema ženama 9:1, 27 (90%) muškaraca i 3 (10%) žena. Studija El-Alfy i saradnika<sup>(334)</sup> uključivala je 28 ispitanika sa visokoenergetskim povredama platoa tibije (Schatzker V i VI) u periodu od marta 2005. do maja 2009. godine. Od ovih 28 ispitanika 25 (89,2%) su bili muškog roda a 3 (29,6%) ženskog. Ali i saradnici<sup>(335)</sup> prospektivnom studijom su pratili 20 ispitanika sa kompleksnim prelomom platoa tibije. U uzorku je bilo 12 (60%) žena a 8 (40%) muškaraca. Katsenis i saradnici<sup>(336)</sup> između oktobra 1988. i novembra 1999. godine, ispitivali su 112 uzastopnih pacijenata sa teškim intra-

artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije lečenih sa minimalnom unutrašnjom fiksacijom i cirkularnom hibridnom spoljnom fiksacijom. Bilo je uključeno 96 (85,7%) muškaraca i 14 (12,5%) žena. Shrestha i saradnici<sup>(337)</sup> su sproveli istraživanje nad 80 ispitanika sa visokoenergetskim povredama tibijalnog platoa. Ispitanike je podelio u 6 grupa. Prvu grupu, njih 31 (38,7%) činili su ispitanici operisani otvorenom redukcijom i kanuliranim zavrtnjima, drugu grupu do 15 (18,7%) ispitanika činili su oni operisani otvorenom redukcijom i pločom sa zavrtnjima. Treća grupa je podrazumevala 16 (20%) ispitanika tretiranih kanuliranim zavrtnjima pod kontrolom RTG – a. U četvrtu grupu je ušlo 10 (12,5%) ispitanika lečenih spoljnom unilateralnom fiksacijom, 7 (8,7%) ispitanika je lečeno neoperativno – gipsanom imobilizacijom i 1 (1,2%) ispitanik je lečen kolenom ortozom. U ovom uzorku od 80 ispitanika 62 (77,5%) su bili muškarci a 18 (22,5%) žene. Prospektivna opservaciona studija Ramosa i saradnika<sup>(338)</sup> deli 30 uzastopnih ispitanika u dve grupe, prvu od 11 (36,6%) ispitanika u zavisnosti od tipa preloma (Schatzker I–IV) i drugu od 19 (63,3%) sa prelomima tipa (Schatzker V, VI). U uzorku je bilo 18 (60%) muškaraca i 12 (40%) žena. U svim navedenim studijama i istraživanjima brojčano (procentualno) su zastupljeniji ispitanici muškog pola što je slučaj i u našoj retrospektivno - prospektivnoj studiji. Broj grupa u istraživanjima takođe varira u zavisnosti od metodologije rada, ali se može reći da i u grupama dominiraju muški ispitanici.

Prosečna starost ukupnog uzorka u ovoj disertaciji od 103 ispitanika iznosi 53,52 godine ( $SD=12,25$ ). Prosečna starost ispitanika tretiranih pomoću spoljnog unilateralnog rigidnog fiksatora iznosila je 51,74 godina ( $SD= 13,79$  godina), ispitanika tretiranih pomoću Ilizarovog aparata 57,61 godina ( $SD=10,16$  godina) i ispitanika u grupi konverzija 51,84 godina ( $SD=9,38$  godina). Najmlađu grupu čine ispitanici svrstani u grupi spoljni unilateralni fiksator  $51,74\pm9,38$  godina a najstariju ispitanici svrstani u grupu Ilizarov,  $57,61\pm10,16$  godina. Pored toga u ovoj grupi je prisutan jedan autlajer po starosti, ispitanik starosti od 28 godina. Pomoću *Kruskal - Wallisovog testa* je utvrđeno da nema značajne statističke razlike između grupa u starosti ( $\chi^2=5,062$ ,  $df=2$ ,  $p=0,080$ ). Koulouvaris i saradnici<sup>(339)</sup> u svojoj retrospektivnoj studiji koja uključuje 55 ispitanika sa prelomima pilona tibije AO B i C tipa, podeljenih u tri grupe prema komparaciji unutrašnje fiksacije i dve različite metode spoljne fiksacije. Prva grupu od 20 ispitanika čine oni koji su operisani metodom spoljne unilateralne rigidne fiksacije. Prosečna starost ove grupe je bila 42,0 godine (opseg 22,0 – 74,0)  $SD=14,1$ . Drugu grupu činili su ispitanici, njih 22, operisanih metodom spoljne hibridne fiksacije. Prosečna starost ove grupe bila je 48,4 godine (opseg 28,0 – 76,0)  $SD=12,4$ . Treća grupa brojala je 13 ispitanika operisanih dvostepenim protokolom (premošćujući privremeni spoljni fiksator » otvorena redukcija i unutrašnja fiksacija). Prosečna starost ove grupe bila je 45,6 godina (opseg 30,0 – 66,0)  $SD=9,7$ . Ramos i saradnici<sup>(340)</sup> u opservacionoj prospektivnoj studiji od 39 ispitanika sa različitim tipovima preloma pilona tibije klasifikovanih prema Ruedi–Allgoweru,

tretiranih spoljašnjom cirkularnom fiksacijom Ilizarovim aparatom beleži prosečnu starost uzorka od 51,3 godine (opseg 18,0 – 75,0). Lovissetti i saradnici<sup>(320)</sup> u svom istraživanju koje su sproveli na uzorku od 30 ispitanika sa prelomima pilona tibije tretiranih dvoma sličnim hiruškim procedurama (Ilizarov aparat i Sheffield spoljni fiksator) podelili su ispitanike u dve grupe od po 20 u prvoj, i 10 u drugoj grupi. Prosečna starost ukupnog uzorka bila je 53,0 godina (opseg 26,0 – 72,0). U prvoj grupi prosečna starost bila je 55,3 (opseg 32,0 – 72,0) a u drugoj 50,5 godina (opseg 31,0 – 68,0). Vasiliadis i saradnici<sup>(321)</sup> su u studiji imali 32 ispitanika sa unutarzglobnim prelomima distalnog dela tibije. Prosečna starost ukupnog uzorka iznosila je 29,8 godina (opseg 22 - 50). U zavisnosti od mehanizma povrede, ispitanici su podeljeni u dve grupe. Prvoj grupi su pripadala 17 ispitanika sa prosečnom starosti od 27,5 godina (opseg 22 - 46). Drugu grupu činila su 15 ispitanika sa prosekom od 31,3 godina starosti (opseg 27 - 50). Vidyadhara i saradnici<sup>(322)</sup> lečili su 21 uzastopnog ispitanika u periodu između 1998 i 2002 god. sa složenim pilon prelomima tibije, 8 AO tipa B i 13 AO tipa C, koristeći perkutanu redukciju ulomaka i fiksaciju aparatom po Ilizarovu. Prosečna starost ukupnog uzorka bila je  $34 \pm 5.6$  godina (opseg 28 - 52). Demiralp i saradnici<sup>(325)</sup> u prospektivno – retrospektivnoj studiji nad 27 ispitanika sa različitim vrstama preloma distalne tibije lečene Ilizarovim aparatom po Ilizarovu zabeležili su prosečnu starost od  $30,9 \pm 13,9$  godina (opseg 20 – 62). Ocku i saradnici<sup>(319)</sup> u svojoj nerandomiziranoj retrospektivnoj studiji između januara 1991. i marta 2000. godine, uključili su 44 ispitanika za analizu sa intraartikularnim prelomima pilona tibije i podelili ih u 2 grupe. Prva grupa od 24 ispitanika imala je fibularnu fiksaciju i dijafizealno-epifizealnu spoljašnju fiksaciju Ilizarovom metodom (Hipokrat, Izmir, Turska) bez premošćavanja zgloba. Druga grupa se sastojala od 20 ispitanika koji su imali fibularnu fiksaciju koja je praćena postavljanjem medijalnog zglobnog premošćujućeg spoljašnjeg fiksatora (Orthofix, Verona, Italy). Prosečna starost ukupnog uzorka iznosila je 39,7 godina (opseg 20 – 62). U prvoj grupi do 24 ispitanika prosečna starost bila je 37,8 godina (opseg 20 - 62), a u drugoj grupi do 20 ispitanika prosečna starost bila je 40 godina (opseg 22 - 58). Golubović i saradnici<sup>(323)</sup> u svojoj studiji od 47 ispitanika sa zatvorenim artikularnim prelomom distalnog dela tibije podelili su ispitanike na dve grupe. Prvu grupu činilo je 22 (46,8%) ispitanika kod koje je fiksacija izvršena pločicom i zavrtnjima a u drugu grupu od 25 (53,1%) ispitanika svrstani su oni kod kojih je stabilizacija preloma vršena spoljnim dinamičkim unilateralnim fiksatorom uz minimalnu unutrašnju fiksaciju. Prosečna starost ispitanika iznosila je 45,8 godina (opseg 20 – 72). Milenković i saradnici<sup>(324)</sup> u svom istraživanju sprovedenom od 2009. do 2014. godine, uključuje 16 ispitanika sa otvorenim prelomima svih tipova AO klasifikacije pilona tibije lečenih spoljnom unilateralnom i minimalnom unutrašnjom fiksacijom. Prosečna starost u studiju uključenih ispitanika bila je 46 godina (opseg 22 – 74). Dendrinos i saradnici<sup>(236)</sup> u studiju uključuju 24 ispitanika sa teškim bikondilarnim prelomom platoa tibije lečenih metodom po Ilizarovu. Prosečna starost ispitivanog uzorka iznosila je 39

godina (opseg 18 – 69). El Barbary i saradnici<sup>(327)</sup> uključuju u svoju studiju 29 ispitanika sa različitim kategorijama povrede platoa tibije operisane metodom transosealne osteosinteze aparatom po Ilizarovu. Prosečna starost ispitanika u ovoj studiji bila je 41,4 godine (opseg 20 – 76). Ferreira i saradnici<sup>(328)</sup> u istraživanje uključuju 11 ispitanika sa visoko energetskim bikondilarnim prelomima tibijalnog platoa koje hiruški zbrinjavaju Ilizarovim aparatom. Prosečna starost ispitanika bila je 40 godina (opseg 19 – 59). Kataria i saradnici<sup>(329)</sup> u svom istraživanju sprovedenom nad 38 ispitanika sa platotibijalnim prelomima imao je prosečnu starost ispitivanog uzorka od 32 godine (opseg 21 – 60). U retrospektivnoj studiji Ranatunge i saradnika<sup>(330)</sup> koja uključuje 18 ispitanika sa prelomima platoa tibije tipa IV lecenih cirkularnom spoljnom fiksacijom u periodu od januara 2003. do decembra 2004. godine, prosečna starost ispitanika je bila 43,8 godina (opseg 20 – 58). Ali i saradnici<sup>(335)</sup> u svojoj prospективnoj studiji od 20 ispitanika sa kompleksnim prelomom platoa tibije operisanih transosealnom osteosintezom aparatom po Ilizarovu imao je u prosečnu starost uzorka od 57,3 godine (opseg 20 – 90). Khan i saradnici<sup>(331)</sup> u svojoj studiji nad 22 ispitanika sa kompleksnim prelomima platoa tibije lečenih u periodu od Jula 2008. do Jula 2010. godine, i koji su lečeni aplikacijom aparata po Ilizarovu, imao je prosečnu starost ispitanika 41,4 godine (opseg 20 – 50). Kulkarni i saradnici<sup>(332)</sup> su između janara 1991. i decembra 1997. godine ispitivali 56 ispitanika sa kompleksnim prelomima platoa tibije lečenih pomoću hibridnog Ilizarovog prstenastog fiksatora. Prosečna starost ispitanika iznosila je 39 godina (opseg 22 - 65). Studija El - Alfy i saradnika<sup>(334)</sup> uključivala je 28 ispitanika sa visokoenergetskim povredama platoa tibije. Prosečna starost ispitanika bila je 35 godina (opseg 22 – 58). Makhdoom sa saradnicima<sup>(333)</sup> u svom istraživanju kod 30 ispitanika sa različitim tipovima Schatzker preloma platoa tibije tretiranih Ilizarovim aparatom zabeležio je prosečnu starost od  $32,9 \pm 5,08$  godina (opseg 20 – 50). Mohamed i saradnici<sup>(326)</sup> u periodu od 2007. do 2011. godine, ispitivali su 30 uzastopnih pacijenata sa teškim bikondrilarnim prelomima platoa tibije operisanih Ilizarovim aparatom. Prosečna starost ispitanika bila je 39 godina (opseg 18 – 69). Katsenis i saradnici<sup>(336)</sup> između oktobra 1988. i novembra 1999. godine, ispitivali su 112 uzastopnih pacijenata sa teškim intra-artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije lečenih sa minimalnom unutrašnjom fiksacijom i cirkularnom hibridnom spoljnom fiksacijom. Prosečna starost ispitanika bila je 43,5 godina (opseg 17 – 78). Shrestha i saradnici<sup>(337)</sup> sproveli su studiju nad 80 ispitanika sa visokoenergetskim povredama tibijalnog platoa. Ispitanike je podelio u 6 grupa. Prosečna starost ispitivanog uzorka iznosila je 37 godina (opseg 15 – 75). Prospektivna opservaciona studija Ramosa i saradnika<sup>(338)</sup> nad 30 uzastopnih ispitanika sa različitim tipovima platotibijalnih preloma lečena Ilizarovim aparatom imala je prosečnu starost od 51 godinu (opseg 18 – 74). Iz ovih primera ali i iz ostalih koji ovde nisu navedeni zapaža se da je najveći broj ispitanika uključenih u razne vrste studija pripadao četvrtoj i petoj deceniji života. Studije koje su imale jasne kriterijume za uključivanje ispitanika

prema starosti - Khan i saradnici<sup>(331)</sup> imali su i nižu prosečnu starost (opseg 20 – 50, prosečna starost 41,4 godine, Makhdoom sa saradnicima<sup>(333)</sup> 32,9±5,08 godina (opseg 20 – 50). Takođe i studije koje su uključivale ispitanike mlađe od 18 godina imale su nižu prosečnu starost - Shrestha i saradnici<sup>(337)</sup>, prosečna starost 37 godina (opseg 15 – 75). Prosečna starost u našoj studiji na celokupnom uzorku od 103 ispitanika iznosi 53,52 godine (SD=12,25), što se poklapa sa velikim brojem ispitivanih uzoraka.

U ukupnom uzorku od 103 ispitanika, 66 (64,0%) je imalo visokoenergetske povrede, dok je njih 37 (36,0%) imalo niskoenergetske povrede. Prema kategorijama povrede bez obzira na nivo (plato tibije/pilon tibije) u svim grupama kod više od polovine ispitanika dominirale su visokoenergetske povrede (64,2% vs 71,0% vs 52,6%). Razlike u pogledu kategorija povrede nisu statistički značajne ( $\chi^2=1.721$ , df=2, p=0,423). Vasiliadis i saradnici<sup>(321)</sup> su u studiji imali 32 ispitanika sa unutarzglobnim prelomima distalnog dela tibije do kojih je 17 (53,1%) imalo visokoenergetske, a 15 (46,8%) imalo niskoenergetske povrede. Ramos i saradnici<sup>(340)</sup> u svojoj studiji od 39 ispitanika sa različitim tipovima preloma pilona tibije klasifikovanih prema Ruedi–Allgoweru, tretiranih spoljašnjom cirkularnom fiksacijom Ilizarovim aparatom imali su 10 (25,6%) visokoenergetskih povreda i 29 (74,3%) niskoenergetskih povreda. Milenković i saradnici<sup>(324)</sup> u svom istraživanju sprovedenom od 2009. do 2014. godine, uključuje 16 ispitanika sa otvorenim prelomima svih tipova AO klasifikacije pilona tibije lečenih spoljnom unilateralnom i minimalnom unutrašnjom fiksacijom. Svi prelomi, njih 16 (100%) bili su posledica visokoenergetske traume. Ali i saradnici<sup>(335)</sup> u svojoj prospективnoj studiji od 20 ispitanika sa kompleksnim prelomom platoa tibije operisanih transosealnom osteosintezom aparatom po Ilizarovu imao je 14 (70%) visokoenergetskih i 6 (30%) niskoenergetskih povreda. El Barbary i saradnici<sup>(327)</sup> uključuju u svoju studiju 29 ispitanika sa različitim kategorijama povrede platoa tibije operisane metodom transosealne osteosinteze aparatom po Ilizarovu. Svi ispitanici, njih 29 (100%) imali su visokoenergetske povrede platoa tibije. Dendrinos i saradnici<sup>(236)</sup> u studiju uključuju 24 ispitanika sa teškim bikondilarnim prelomom platoa tibije 5 (20,8%) tipa V i 19 (79,1%) tipa VI po Schatzker klasifikaciji i lečenih metodom po Ilizarovu. Svi prelomi, njih 24 (100%) su rezultat visokoenergetske sile. Katsenis i saradnici<sup>(336)</sup> u seriji od 112 uzastopnih ispitanika sa teškim intra-artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije lečenih sa minimalnom unutrašnjom fiksacijom i cirkularnom hibridnom spoljnom fiksacijom zabeležili su visokoenergetske povrede kod svih 112 (100%) ispitanika. Ferreira i saradnici<sup>(328)</sup> u istraživanje uključuju 11 ispitanika. Svi ispitanici (100%) imali su visoko energetske bikondilarne prelome tibijalnog platoa hiruški zbrinute Ilizarovim aparatom. Sličan uzorak od 38 ispitanika imao je i Kataria i saradnici<sup>(329)</sup> kod kojih su sve povrede tibijalnog platoa (100%) bile uzrok visokoenergetske traume. Visokoenergetske povrede tibijalnog platoa kod svih ispitanika, njih 30 (100%), zabeležio je i Mohamed i saradnici

<sup>(326)</sup> u svojoj studiji u periodu od 2007. do 2011. godine. Uzorak od 30 ispitanika u studiji Ramosa i saradnika<sup>(338)</sup> sa različitim tipovima platotibijalnih preloma lečena Ilizarovim aparatom imao je 14 (46,6%) sa visokoenergetskim povredama i 16 (53,3%) sa niskoenergetskim povredama. Visoko energetske povrede podrazumevaju povrede nastale oslobađanjem velike kinetičke sile prilikom udara što se najčešće dešava kod saobraćajnih udesa, pada sa visine ili kod povređivanja u industriji na kost kojoj nije narušen integritet nekim oboljenjem. One su karakteristične za mlađe pacijente oba pola ali i muškarce preko 50 godina. Nisko energetske povrede nastaju kao rezultat delovanja manje kinetičke sile ali na već obolelu kost najčešće kod osteoporoze. Češće su kod žena nakon menopauze a ređe kod oba pola sa metaboličkim oboljenjima kostiju. Niskoenergetske povrede takođe se mogu javiti i kod mlađih pacijenata usled dejstva torzionih sila na kost, najčešće kod sportista. U ovoj doktorskoj disertaciji na ukupnom uzorku od 103 ispitanika, 66 (64,0%) je imalo visokoenergetske povrede, dok je njih 37 (36,0%) imalo niskoenergetske povrede što se uglavnom komparira sa ostalim autorima, mada nekad uključujući kriterijumi u studiji mogu dati podatke kao kod nekih drugih autora<sup>(324,326-329, 336)</sup>.

U odnosu na stranu povređivanja ekstremiteta kod platotibijalnih i preloma pilona tibije lečenih aparatom po Ilizarovu i spoljnim fiksatorom podaci iz pregledne literature ukazuju na raznolikost i nedovoljnju ispitanost ovog segmenta. Tako u ispitivanom uzorku od 38 ispitanika sa platotibijalnim prelomima. Kataria i saradnici<sup>(329)</sup> prikazuju na uzorku od 38 ispitanika sa platotibijalnim prelomima, 15 (39,4%) ispitanika sa povredom desne, a 23 (60,5%) sa povredom leve potkoljenice. Akhtar i saradnici<sup>(341)</sup> u svojoj studiji koja uključuje 45 ispitanika sa septičnim pseudoartrozama gornjeg i donjeg okrajka tibije lečenih aparatom po Ilizarovu, levostrane povrede beleži kod 29 (64,4%) ispitanika a desnostrane kod 16 (35,6%) ispitanika. Potrebno je naglasiti da u velikom broju radova pri ispitivanju nisu u obzir uzimane strane povređivanja ekstremiteta, ali ono što je bilo dostupno u literaturi i još kod nekolicine autora<sup>(329,341)</sup> u velikom procentu se podudara sa našim istraživanjem da leva strana prednjači. U ukupnom ispitivanom uzorku u našoj studiji, 62 (60,0%) ispitanika imalo je povrede na levoj strani donjih ekstremiteta dok je njih 41 (40%) imalo desnostrane povrede. U odnosu na stranu operacije ispitanika podeljenih u grupe prema načinu lečenja, ukazuju da je grupa fiksator imala najveći broj levostranih povreda, sledi grupa Ilizarov i na kraju grupa konverzija (50,0% vs 29,0% vs 21,0%). Razlike u pogledu strane operacije nisu statistički značajne ( $\chi^2=.660$ ,  $df=2$ ,  $p=0.719$ ). Grupe su ujednačene po strani operacije.

Za razliku od strana povređivanja tibije, uzroci povređivanja su u literaturi daleko bolje navođeni i analizirani. Tako u studiji Golubovića i saradnika<sup>(323)</sup> od 47 ispitanika sa zatvorenim artikularnim prelomom distalnog dela tibije njih 34 (70%) zadobilo je povredu usled pada sa visine a njih 13 (30%) zadobilo je povrede usled dejstva jake sile u distalni deo potkoljenice u saobraćajnoj nesreći. Ocku i saradnici<sup>(319)</sup> od 44 ispitanika sa intraartikularnim prelomima pilona

tibije beleže 26 (59,0%) ispitanika sa zadobijenim povredama u saobraćajnom udesu, dok je 18 (40,9%) zadobilo povrede padom sa visine. Marsh i saradnici<sup>(317)</sup> su u istraživanju nad 31 ispitanikom sa različitim tipovima AO klasifikacije preloma pilona tibije je zabeležili 17 (54,8%) ispitanika povređenih u saobraćajnom udesu kolima, 2 (6,4%) povređenih u saobraćajnoj nesreći motorciklom, 11 (35,4%) povređenih padom sa visine i 1 (3,2%) povređenog svrdlom. Vidyadhara i saradnici<sup>(322)</sup> ispituju 21 uzastopnog ispitanika u periodu između 1998. i 2002. godine sa složenim pilon prelomima tibije. U njihovom istraživanju 8 (38,0%) ispitanika zadobilo je povrede u saobraćajnom udesu a 13 (61,9%) padom sa visine. Opservaciona prospektivna studija Ramosa i saradnika<sup>(340)</sup> uključuje 39 ispitanika sa različitim tipovima preloma pilona tibije. U ovoj studiji 28 (71,7%) ispitanika povrede je zadobilo padom sa visine, 6 (15,3%) u saobraćajnim nesrećama, 2 (5,1%) povredu je zadobilo pri radu, 2 (5,1%) prilikom skijanja a 1 (2,5%) ispitanik povredu je zadobio prilikom jahanja. Demiralp i saradnici<sup>(325)</sup> u prospektivno – retrospektivnoj studiji nad 27 ispitanika sa različitim vrstama preloma distalne tibije lečene Ilizarovim aparatom registruju kao uzrok povređivanja kod 12 (44,4%) saobraćajne nesreće, kod 9 (33,3%) sportske povrede a u 6 (22,2%) povrede zadobijene padom u nivou. Dendrinos i saradnici<sup>(236)</sup> u ispitivanom uzorku od 24 ispitanika sa teškim bikondilarnim prelomima platoa tibije lečenih metodom po Ilizarovu referišu 8 (33,3%) povreda nastalih u saobraćajnom udesu kod pešaka stradalih od udara kola, 4 (16,4%) povreda u saobraćajnom udesu kod vozača kola, 7 (29,1%) povreda kod vozača motorcikla, 4 (16,6%) povreda nastala padom sa visine i 1 (4,1%) povredu nastalu padom obrušenog zida na ispitanika. Slični uzroci povređivanja postoje i kod Mohameda i saradnika<sup>(326)</sup> koji su kod 30 uzastopnih ispitanika sa teškim bikondrilarnim prelomima platoa tibije operisanih Ilizarovim aparatom registrovali 12 (40%) ispitanika povređenih u saobraćajnom udesu kao pešaci stradali od udara kola, 6 (20%) su bili vozači ili putnici u vozilu prilikom udesa, 7 (23,3%) su bili vozači motorcikla, kod 4 (13,3%) postojao je pad sa visine i kod 1 (3,3%) kraš povreda nastala obrušavanjem zida. Istraživanje Ali-a i saradnika<sup>(335)</sup> u svojoj prospektivnoj studiji od 20 ispitanika sa kompleksnim prelomom platoa tibije operisanih transosealnom osteosintezom aparatom po Ilizarovu beleži 10 (50%) ispitanika stradalih u saobraćajnom udesu i 10 (50%) ispitanika stradalih prilikom pada sa visine. U radu Ferreira i saradnika<sup>(328)</sup> od 11 ispitanika ukjučenih u studiju sa visoko energetskim bikondilarnim prelomima tibijalnog platoa koje hiruški zbrinjavaju Ilizarovim aparatom, njih 4 (36,3%) povrede je zadobilo u saobraćajnoj nesreći kao pešaci, 3 (27,2%) imaju povrede nastale kao vozači motorcikla, 3 (27,2%) zbog pada sa visine i 1 (9,0%) zadobija povredu usled napada. Katsenis i saradnici<sup>(336)</sup> u seriji od 112 uzastopnih ispitanika sa teškim intra-artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije ustanovljavaju 88 (80%) ispitanika povređenih u saobraćajnom udesu dok je 22 (20%) ispitanika povrede zadobilo padom sa visine veće do 2,5 m. Dva ispitanika su imala bilateralne povrede platoa. Kataria i saradnici<sup>(329)</sup> prikazuju na uzorku od 38

ispitanika sa platotibijalnim prelomima uzroke povređivanja svojih ispitanika. Tako je 20 (52,6%) ispitanika povrede zadobilo padom sa motorcikla, njih 9 (23,6%) kao vozači automobila u saobraćajnom udesu, 7 (18,4%) kao pešaci stradali od udara motornih vozila i 2 (5,2%) povrede su zadobili padom sa visine. Prospektivna opservaciona studija Ramosa i saradnika<sup>(338)</sup> nad 30 uzastopnih ispitanika sa različitim tipovima platotibijalnih preloma lečena Ilizarovim aparatom analizira uzroke povređivanja ispitivane grupe i dolazi do sledećih zaključaka: 13 (43,3%) ispitanika bilo je povređeno padom sa visine, 10 (33,3%) povređeno je u saobraćajnim nesrećama, 4 (13,3%) povređeno je prilikom jahanja, 2 (6,6%) zadobija povrede pri radu i 1 (3,3%) povredu zadobija usled napada. U studiji Makhdooma i saradnika<sup>(333)</sup> koji prezentuje 30 ispitanika sa različitim tipovima Schatzker preloma platoa tibije tretiranih Ilizarovim aparatom beleži 12 (40%) ispitanika povređenih u saobraćajnom udesu, 5 (16,6%) povređenih padom sa visine, 8 (26,6%) preloma usled napada, 4 (13,3%) ima otvorene prelome nastale dejstvom vatrene oružja i 1 (3,33%) ispitanika sa povredom zadobijenom pri radu sa industrijskom mašinom. Ove i studije koje nisu ovde navedene ukazuju da je najveći broj ispitanika stradao u saobraćajnim nezgodama, bilo kao vozač ili putnik u vozilu bilo kao motorciklista ili pešak u saobraćajnoj nezgodi. Padovi sa visine takođe zauzimaju značajno mesto u klasifikaciji uzroka povređivanja platoa ili pilona tibije. Mali broj ispitanika u studijama imao je drugačije uzroke povreda: jahanje, povrede pri radu, kraš povrede, napadi itd. I u našem istraživanom uzorku najveći broj ispitanika, njih 65 (63,0%) zadobilo je povrede u saobraćaju, sledi grupa od 35 (34,0%) ispitanika koja je zadobila povrede padom sa visine, zatim slede tri ujednačene grupe od po 1 (1,0%) ispitanika koji su zadobili povrede eksplozijom butan boce, padom tereta na donji ekstremitet i konačno prostrelnom ranom.

Frekvenca otvorenih i zatvorenih preloma u različitim ispitivanim studijama je takođe raznolika. Neki autori su ciljano ispitivali samo otvorene prelome rešavane različitim hiruškim metodama dok su drugi u svoje studije svrstavali samo zatvorene prelome različitih tipova i operisanih različitim operativnim metodama. Postoje takođe i mnoštvo studija (multicentrične) koje obuhvataju i otvorene i zatvorene prelome rešavane različitim operativnim metodama: (ORIF, intramedularna fiksacija, dvostepeni protokol kod otvorenih preloma, spoljna fiksacija rigidnim fiksatorima, spoljna fiksacija dinamičkim fiksatorima, spoljna fiksacija u kombinaciji sa minimalnom unutrašnjom fiksacijom, spoljna hibridna fiksacija i fiksacija aparatom po Ilizarovu). Studije koje u svom radu svrstavaju konsekutivne ispitanike svakako da imaju i otvorene i zatvorene preloma. Takva studija je rađena i u ovom istraživanju. Kriterijumi za odabir ispitanika jasno su definisani u svim studijama pa i u ovoj.

Ukupan broj otvorenih preloma u ovom istraživanju imalo je 44 (42,7%) ispitanika dok njih 59 (57,3%) imalo zatvorene prelome. Od ukupnog broja otvorenih preloma u grupi spoljni fiksator pripada 31 ispitanik (70,4%), grupi Ilizarov 2 ispitanika (4,5%) dok grupi konverzija

pripada 11 ispitanika (25,0%). Više od polovine ispitanika, 31 (58,5%) svrstanih u grupu pacijenata operisanih tehnikom spoljni unilateralni rigidni fiksator imalo otvoreni prelom. Prema klasifikaciji *Gustilo – Anderson* bilo je najviše ispitanika čiji je tip preloma svrstan u kategoriju IIIb 12 (38,5%), zatim slede ispitanici svrstani u kategoriju IIIa njih 10 (32,3%), u kategoriji II 7 (22,6%), u kategoriji I, 1 ispitanik (3,2%), i u kategoriji III c 1 (3,2%). U grupi pacijenata operisanih Ilizarov tehnikom bilo je samo 2 (4,5%) ispitanika koji su imali otvoreni prelom, od toga je prema *Gustilo – Anderson* klasifikaciji jedan (50%) je imao prelom tipa I, a drugi prelom tipa II (50%). U grupi pacijenata kod koje se desila konverzija bilo je 11 (57,8%) ispitanika koji su imali otvoreni prelom. Među njima najviše njih je u kategoriji IIIa 6 (54,5%), zatim u kategoriji I 2 (18,2%) i kategoriji II 2 (18,2%) a najmanje u kategoriji IIIb (9,1%). Lovissetti i saradnici<sup>(320)</sup> su u istraživanju koje su sproveli na uzorku od 30 ispitanika tretiranih dvoma sličnim hiruškim procedurama u tretmanu preloma pilona tibije (aparat po Ilizarovu i Sheffield spoljašnji fiksator) imali 8 (26,6%) otvorenih preloma Gustilo – Anderson tipa I 4 (50%) i tipa II 4 (50%). Ocku i saradnici<sup>(319)</sup> u nerandomiziranoj retrospektivnoj studiji uključili su 44 ispitanika za analizu i podelili ih u 2 grupe. Grupa 1 se sastojala od 24 ispitanika koji su imali fibularnu fiksaciju i dijafizealno-epifizealnu spoljašnju fiksaciju Ilizarovom metodom bez premošćavanja zglobova. Grupa 2 se sastojala od 20 ispitanika koji su imali fibularnu fiksaciju koja je praćena postavljanjem medijalnog zglobnog premošćujućeg spoljnog fiksatora. Ukupno je imao 12 (27,2%) otvorenih preloma, a podeljeno u grupama po 6 (50%) u svakoj. Gustilo – Anderson klasifikacija unutar grupa bila je u prvoj grupi: tip I 3 (50%), tip II 2 (33,3%) i tip III 1 (16,6%) ispitanika dok je u drugoj grupi bila pravilno raspoređena: tip I 2 (33,3%), tip II 2 (33,3%) i tip III 2 (33,3%) ispitanika. Vidyadhara i saradnici<sup>(322)</sup> u seriji od 21 uzastopnog ispitanika lečenih u periodu između 1998. do 2002. godine. sa složenim pilon prelomima tibije, kod 9 (42,8%) ispitanika zabeleženi su otvoreni prelomi: 2 (22,2%) tipa I, 4 (44,4%) tipa II i 3 (33,3%) tipa IIIA. Milenković i saradnici<sup>(324)</sup> u svom istraživanju uključuju 16 (100%) ispitanika sa otvorenim prelomima svih tipova AO klasifikacije pilona tibije. Šest (37,5%) ispitanika imalo je tip II a 10 (62,5%) otvorene prelome tipa IIIA i IIIB po Gustilo – Andersonu. U studiji Ramosa i saradnika<sup>(340)</sup> koji uključuje 39 ispitanika sa različitim tipovima preloma pilona tibije, 9 (23%) ispitanika je imalo otvorene prelome, 6 (66,6%) tipa I i 3 (33,3%) tipa II po Gustilo – Andersonu. Kumar i saradnici<sup>(233)</sup> u svojoj retrospektivnoj studiji od 57 ispitanika sa Shatzker prelomima tipa IV, V i VI lečenih spoljnom cirkularnom fiksacijom po Ilizarovu, imali su 22 (38,5%) otvorena preloma. Istraživanja Dendrinosa i saradnika<sup>(236)</sup> na uzorku od 24 pacijenta sa teškim bikondilarnim prelomima platoa tibije lečenih metodom po Ilizarovu odvaja 11 (46%) otvorenih preloma različitih tipova po Gustilo – Andersonu. Aggarwal i saradnici<sup>(342)</sup> u radu nad 54 ispitanika sa prelomima distalnog i proksimalnog okrajka tibije lečenih hibridnom spoljnom fiksacijom beleži 48 (88,8%) otvorenih preloma. Od tog broja, 6 (12,5%)

imalo je prelome tipa I, 12 (41,6%) prelome tipa B, 27 (56,2%) tipa IIIA i 3 (6,2%) preloma tipa IIIB. Ali i saradnici<sup>(335)</sup> u studiji od 20 ispitanika sa kompleksnim prelomom platoa tibije operisanih transosealnom osteosintezom aparatom po Ilizarovu imali su 5 (25%) otvorenih preloma, 3 (60%) tipa IIIA i 2 (40%) tipa IIIB. Mohamed i saradnici<sup>(326)</sup> na uzorku od 30 uzastopnih pacijenata sa teškim bikondrilarnim prelomima platoa tibije operisanih Ilizarovim aparatom registrovali su 10 (33,3%) otvorenih preloma. El Barbary i saradnici<sup>(327)</sup> u svojoj studiji od 29 ispitanika sa različitim kategorijama povrede platoa tibije zbrinjavane metodom transosealne osteosinteze aparatom po Ilizarovu opisuju 9 (31,0%) otvorenih preloma. Makhdoom i saradnici<sup>(333)</sup> u svom radu koji obuhvata 30 ispitanika sa različitim tipovima Schatzker preloma platoa tibije tretiranih Ilizarovim aparatom beleže 13 (42,5%) otvorenih i 17 (57,5%) zatvorenih preloma. Podeljeni prema Gustilo – Anderson klasifikaciji u grupi otvorenih preloma bilo je 1 (10%) tipa I, 3 (20%) tipa II i 9 (69,2%) tipa III. Mora se istaći da 1/3 autora u svojim studijama ne navode tačne gradacije tipa preloma po Gustilo – Andersonu što otežava poređenje.

Od ukupnog broja ispitivanih u ovoj studiji prema nivou povređivanja potkolenice, 31 (30%) je pripadao platotibijalnim prelomima a ostatak 72 (70%) pripadao je prelomima pilona tibije. Malo je studija u preglednoj svetskoj literaturi koji na ovakav način vrše istraživanje. Uglavnom se poređenja vrše sa ispitanicima koji imaju povrede na istom nivou ekstremiteta. Međutim, Aggarwal i saradnici<sup>(342)</sup> u svojoj prospективnoj studiji vršenoj od februara 1997. do oktobra 2003. godine uključuju 54 ispitanika sa prelomima distalnog i proksimalnog okrajka tibije lečenih hibridnom spoljnom fiksacijom. Autor daje i poredi rezultate kliničkog zapažanja i funkcionalnog merenja sa rezultatima preloma distalne i proksimalne tibije lečenih spoljnom hibridnom fiksacijom kod drugih autora. Koulouvaris i saradnici<sup>(339)</sup> na uzorku od 55 ispitanika sa različitim vrstama i gradacijama preloma pilona tibije koristi tri hiruške procedure po grupama za poređenje rezultata. U prvoj grupi ima 20 ispitanika koji su lečeni spoljnim rigidnim fiksatorom, u drugoj grupi koja broji 22 ispitanika, nalaze se ispitanici koji su lečeni hibridnim spoljnim fiksatorom i kojima je učinjena mala artrotomija distalne tibije za bolju repoziciju ulomaka. U trećoj grupi koja broji 13 ispitanika, svrstani su oni nad kojima je sproveden dvostepeni protokol (lečenje započeto spoljnim fiksatorom a nastavljeno otvorenom redukcijom i unutrašnjom fiksacijom). Autori u svojim radovima vrše podelu ispitanika po grupama u zavisnosti od primenjene hiruške tehnike u zbrinjavanju istih i na taj način vrše poređenje dobijenih rezultata. Tako brojni autori vrše poređenja sa različitim radiološkim i funkcionalnim skorovima između grupa ispitanika lečenih spoljnom i unutrašnjom fiksacijom<sup>(325-338)</sup>. Poređenja su brojna i u studijama kod ispitanika podeljenih po grupama sa različitim vrstama spoljne fiksacije, spoljni dinamički fiksator, spoljni rigidni fiksator kao privremena ili konačna metoda lečenja sa (premoščavajući – spanning) ili bez obuhvatanja zgloba (štedljivi – sparing), spoljni fiksatori

kombinovani sa minimalnom internom fiksacijom , hibridni fiksatori i aparat po Ilizarovu. U ovoj disertaciji pratili smo dve različite metode spoljne fiksacije. Spoljnu unilateralnu rigidnu fiksaciju sa premošćavanjem skočnog i kolenog zgloba bez upotrebe interne fiksacije kao definitivnu metodu lečenja intraartikularnih platotibijalnih i pilon preloma tibije i metodu transosealne cirkularne fiksacije aparatom po ilizarovu. U studiju smo uključili, osim ove dve, i treću grupu ispitanika koja je lečenje započela spoljnim unilateralnim fiksatorom a iz raznoraznih razloga lečenje zamenila aparatom po Ilizarovu.

Kao što je ranije spomenuto, ukupan broj platotibijalnih preloma u ovom istraživanju iznosi 31 (30%) uzorka. Prema *Schatzker klasifikaciji* uvidom možemo reći da bez obzira na vrstu operativnog lečenja ispitanika dominiraju povrede po tipu V, koje je imalo 20 (64,5%) ispitanika. Prema toj kategoriji grupi ispitanika operisanih Ilizarovim aparatom pripadalo je njih 16 (51,6%), grupi konverzija njih 2 (6,4%) dok je u grupi spoljni fiksator bilo takođe 2 (6,4%) ispitanika. U kategoriji IV imali smo samo jednog (3,2%) ispitanika i to u grupi Ilizarov. Kategorija VI ima najviše ispitanika u grupi Ilizarov, njih 9 (29,0%), grupa konverzija 1 (3,2%) dok grupa spoljni fiksator nema ispitanika. U grupi ispitanika operisanih Ilizarov tehnikom bilo je samo 2 (4,5%) ispitanika koji su imali otvoreni prelom, od toga je prema *Gustilo – Anderson klasifikaciji* jedan (50%) je imao prelom tipa I, a drugi prelom tipa II (50%). Autori u svojim studijama uključuju različite tipove preloma platoa tibije prema opet različitim klasifikacijama<sup>(236,326,329,332,335,336)</sup>. Međutim, u preglednim radovima je najzastupljenija *Schatzker klasifikacija* koju smo i mi koristili u ovom istraživanju. Inkluzioni kriterijumi u radovima (visokoenergetske – niskoenergetske povrede, samo otvoreni – samo zatvoreni prelomi, pojedini tipovi preloma u istraživanju, prisustvo ili odsustvo komorbiditeta) daju veliku raznovrsnost ovim radovima. Kao primer, možemo uzeti ispitivanje Ramosa i saradnika<sup>(338)</sup> koji u svojoj prospективnoj opservacionoj studiji nad 30 uzastopnih ispitanika, gde je uvrstio sve tipove preloma i koje je podelio u dve grupe, prvu od 11 (36,6%) ispitanika u zavisnosti od tipa preloma (Schatzker I–IV) i drugu od 19 (63,3%) sa prelomima tipa ( Shatzker V, VI). Takođe je uvrstio kategoriju otvorenih i zatvorenih preloma. Kao drugi primer, navodimo rad Dendrinosa i saradnika<sup>(236)</sup> koji u studiju uključuju 24 ispitanika sa teškim bikondilarnim prelomom platoa tibije 5 (20,8%) tipa V i 19 (79,1%) tipa VI po Schatzker klasifikaciji i lečenih metodom po Ilizarovu sa 11 (46%) otvorenih preloma. Maripuri i saradnici<sup>(343)</sup> su tvrdili da je Schatzker klasifikacija bila bolja od AO klasifikacije i da je Hohl i Moore<sup>(344)</sup> klasifikacija u smislu i pouzdanosti između posmatrača i reprodukcije unutar posmatrača bolja. Međutim, oni su zaključili da nijedna klasifikacija ne može u potpunosti opisati sve vrste preloma. U trenutnoj studiji, Schatzker klasifikacija je primenjena da napravi razliku između dva biomehanički različita prelomna podskupa, jedan sa neprekidnošću između zglobne površine i dijafize (I–IV tipovi) i jednim bez neprekidnosti (V–VI tipovi). Većina unikondilarnih tibijalnih

preloma je uzrokovano forsiranom varus ili valgus silom. Kod bikondilarnih tibijalnih preloma takođe je bilo aksijalnog opterećenja koje rezultuje kombinaciju spuštanja zglobne površine, slomljene metafize i smicanja jednog ili oba kondila. Vertikalno pomeranje je moguće zato što nije bilo osovina ispod fragmenta, koji stvara vektor smicanja. Iglama sa olivom u Ilizarovom prstenastom fiksatoru ove sile su suprotstavljene, držeći kondile zajedno, koji stvara relativno stabilnu konfiguraciju zglobne površine da se može fiksirati na tibiju distalno od preloma. Razlika između unikondilarnog i bikondilarnog preloma je važna, zato što kod preloma tipa I-IV postoji rizik od dislokacije prelomljenog dela zglobne površine u odnosu na dijafizu kada je pod teretom. Zbog diskontinuiteta između zglobnih fragmenata i dijafize u tipovima V-VI preloma, kompresione sile neće normalno povećati rizik od pomeranja zglobnih površina.

Ukupno operisanih ispitanika sa prelomima pilona prema AO/OTA klasifikaciji bilo je 72 (70,0%). Od tog broja grupi niskoenergetkih povreda (prelomi tipa A i B) pripada 23 ispitanika (31,9%) dok grupi visokoenergetskih (prelomi tipa C), pripada 49 (68,1%).

Prema *AO/OTA klasifikaciji* za povrede pilona tibije u grupi spoljni unilateralni rigidni fiksator bilo je 34 ispitanika sa visoko-energetskim povredama svrstanih u kategoriju C. Od toga najveći broj njih 14 u kategoriji C1, njih 12 u kategoriji C2 i najmanji broj 8 u kategoriji C3. Nisko-energetska povreda pilona tibije u ovoj grupi imalo je 17 ispitanika, najveći broj svrstan je u kategoriju A2. Grupa ispitanika operisanih aparatom po Ilizarovu klasifikovana *AO/OTA klasifikacijom* imala je 5 ispitanika sa visoko-energetskim povredama pilona tibije svrstanih u kategoriju C. Takođe, najveći broj njih 3 u kategoriji C2, i 2 u kategoriji C3. U ovoj grupi nije bilo ispitanika sa nisko-energetskim povredama pilona tibije. Ispitanici koji su prešli na konverziju imali su 10 visoko-energetskih povreda. Od toga prema *AO/OTA klasifikaciji* 4 u C2, po 3 ispitanika u C3 i C1. Nisko-energetske povrede pilona tibije u grupi konverzija zabeležene su kod 6 ispitanika. U ovoj studiji radilo se o mešavini frakturna, a sa radiološke tačke gledišta terapija većine ovih frakturna bi mogla izgledati sasvim jasno definisana. Ipak, uprkos činjenici da su traume kod većine pacijenata bile klasifikovane kao nisko-energetske, kod većine pacijenata postojala su druga komplikacijska stanja poput povreda mekih tkiva, dijafizealnih zahvatanja frakture itd. Drugim rečima, prilikom odabira terapijskog metoda pojavljivalo se nekoliko faktora koji su bili izuzetno komplikovani za procenu. Od ukupno 31 ispitanika tretiranih Ilizarovim aparatom 5 (16,1%) ispitanika iz naše studije imali su intraartikularne prelome dok je u grupi konverzija od ukupno 19, njih bilo 10 (52,6%). Ovi prelomi mogli su biti tretirani otvorenom redukcijom i internom fiksacijom pomoću intramedularnih klinova ili pločica. Ipak, primena intramedularnih klinova kod ekstraartikularnih a posebno intraartikularnih distalnih tibijalnih frakturna je tehnički izuzetno zahtevno zbog proširivanja medularnog kanala u metafizi, što dovodi u pitanje biomehaničku stabilnost i povišeni rizik od naknadnog lošeg srastanja<sup>(345)</sup>. Moderna tehnika sa perkutanom

fiksacijom ugaono-stabilnom pločicom je pouzdanija, sa nižom stopom komplikacija nego prethodne tehnike<sup>(167,174,346)</sup>. Ipak, površinske i duboke infekcije i dalje predstavljaju problem i stepen hardverskih komplikacija koje zahtevaju uklanjanje pločice je i dalje visok<sup>(239, 347- 351)</sup>. U ovoj studiji, 15 ispitanika sa prelomima pilona tretiranih aparatom po Ilizarovu imalo je značajno dijafizealno zahvatanje preloma, što bi indikovalo primenu prilično dugačke ploče.

Kod 9 (29,0%) ispitanika sa povredom proksimalne tibije u grupi Ilizarov urađena je osteoplastika. Ostalim ispitanicima bilo u grupi spoljnji rigidni unilateralni fiksator 53 (100%), ili konverzija 19 (100%) nije rađena osteoplastika. Osteoplastika nije urađena kod konverzija na proksimalnjoj tibiji, kod konverzija na distalnoj tibiji kao ni kod postavke Ilizarova na distalnoj tibiji. Što se tiče operativnog zahvata on je vršen bez stezača (turnikea) na ekstenzionom stolu sa stopalom fiksiranom u cipeli. Artrocenteza (punkcija kolena) je rađena da se smanji unutarzglobni pritisak. Dvosmerna fluoroskopija je upotrebljena tokom redukcije pomerenih ulomaka, insercije igala i postavke okvira. Aksijalna redukcija je postignuta vučom. Zglobna površina je rekonstruisana po potrebi koristeći zatvoreni pritisak sa prekutano ubačenim elevatorima, redupcionim forcepsom i/ili žicama sa olivom. Artrotomija ili artroskopija nije bila korišćena. Kod svih ispitanika za popunu koštanog metafizealnog tibijalnog defekta korišćen je spongiozni smrznuti allograft uzet sa glava femura lagerovan u sopstvenoj koštanoj banci. Svi ispitanici operisani su tehnikom spoljašnje cirkularne fiksacije po Ilizarovu sa popunom koštanog metafizealnog defekta otvorenom metodom kroz koštani prozor sa lateralne ili medijalne strane tibije. Uglavnom nakon postavke grafta vršili smo i postavku femoralnih ramova da bi obezbedili dodatnu ligamentotaksu i obezbedili što veći oslonac ispitaniku. Ni u jednom slučaju nismo imali resorbciju alotransplantata. Takođe nije došlo ni do nastanka komplikacija na mestu impakcije spongioznog alotransplantata. Površnu infekciju mesta operativnog reza koštanog prozora zabeležili smo u dva slučaja (22,2%) koja je uspešno sanirana oralnim antibioticima širokog spektra.

Nadoknada (popunjavanje) subhondralnog koštanog defekta nakon rezecije depresionih preloma je generalno prihvaćeno kao pravilo (neophodno), ali vrsta materijala za popunu je još uvek ostala kontraverzna. Uzimanje autogenog spongioznog koštanog grafta (obično sa krila ilijske kosti), bila je uobičajena standardna procedura, ali uzimanje kalcijum fosfatnog cementa (CPC), kalcijum sulfata, zamrznutog – liofiliziranog spongioznog allografta, goveđeg ksenografta pa i trabekularnog metala je takođe bilo predlagano. Uzimanje autogenog ilijskog grafta je praćeno mogućnošću nastanka bolesti i komplikacija mesta donora, ali je i dalje najjeftinija i najlakše dostupna opcija. Ipak, ukupni troškovi lečenja sa CPC bi zapravo mogli biti niži nego onih tretiranih autograftom zbog brže rehabilitacije i kraćeg boravka u bolnici. Premda je proksimalna tibijalna metafiza bila prikazana kao mesto donora to je neizvesno koristiti u scenariju akutnih tibijalnih fraktura. Za lečenje nesraslih platotibijalnih fraktura autograft ostaje i dalje zlatni

standard. Istraživanja su pokazala da čvrstina i otpornost na pritisak cementa kalcijum fosfata i kalcijum sulfata su znatno bolja od spongiozne kosti te je stoga manje sleganje mesta preloma i još ranije postizanje oslonca. Upotreba autogenih koštanih kalemova krila ilične kosti je povezana sa rizikom od povećanog morbiditeta sa donorskog mesta<sup>(352,353)</sup>. Dobri rezultati su prijavljeni u prethodnim studijama koje su koristile koštane kaleme kao zamene u smislu sprečavanja ponovne dislokacije zglobne površine kod preloma tibijalnog platoa<sup>(354,355)</sup>. Beuerlein i McKee<sup>(356)</sup> su pronašli nekoliko studija koje izveštavaju da je kalcijum sulfat efektivan i bezbedan punjač šupljina u koštanim defektima nakon što su ti prelomi redukovani. Takođe postoje dokazi da je bioresorbibilni kalcijum fosfat bolji izbor od autogeničnih koštanih iličnih kalemova za lečenje subartikularnih nedostataka u vezi sa nestabilnim prelomima tibijalnog platoa<sup>(357,358)</sup>. Na kontroli posle godinu dana, i nakon 18 meseci zabeležili smo jedno sleganje lateralnog platoa od 3 mm što se može smatrati da je samo delimično integriran kod ispitanika. Međutim, uprkos ovakvom sleganju funkcija kod ovog ispitanika je zadovoljavajuća. Osteohondralni alografti se mogu uspešno koristiti u lečenju artikularnih defekata nakon platotibijalnih frakturna. Mi u ovoj, doduše ograničenoj studiji po broju ispitanika i bez komparativne grupe lečenih autograftom ili drugim koštanim supstituentom, nismo imali opisane komplikacije i nedostatke alografta kao u radovima od strane drugih autora. Svakako da bi primena substituenata kostiju (kalcijum fosfat, kalcijum sulfat, govedi kozni fibrilarni kolagen, demineralizovani koštani matriks, hidroksi apatit, trikalcijum fosfat i osteoinduktivni proteini BMP-2 i BMP-7) u popuni metafizealnih platotibijalnih defekata dala nam drugačija iskustva i eventualno neka od njih bila najprikladnija. Dendrinos i saradnici<sup>(236)</sup> na uzorku od 24 ispitanika sa prelomima platoa tipa V i VI lečenih metodom po Ilizarovu, izveštava o 5 (20,8%) autogenih graftovanja za nadoknadu metafiznog defekta. Autor ne daje podatke o uspešnosti popune ili eventualnim komplikacijama. Mohamed i saradnici<sup>(326)</sup> u svojoj studiji koja uključuje 30 ispitanika sa Schatzker V i VI prelomima tibijalnog platoa izveštava o 8 (26,6%) autogenih graftovanja metafize. Ovaj autor nije imao komplikacija niti resorbciju grafta. El -Alfy i saradnici<sup>(334)</sup> na uzorku od 28 ispitanika sa visokoenergetskim povredama platoa tibije lečenih spoljnom prstenastom fiksacijom imali su 9 (32,1%) graftovanja, od kojih 5 (55,5%) pripada sintetičkom graftu a 4 (44,5%) autograftu. Od komplikacija beleži jednu infekciju sintetičkog grafta kojeg su uklonili nakon debridmana. Ranatunga i saradnici<sup>(330)</sup> u svojoj studiji koja uključuje 18 ispitanika sa prelomima platoa tibije tipa IV lečenih cirkularnom spoljnom fiksacijom, izveštava o samo 1 (5,0%) upotrebi autogenog grafta.

Obruč natkolenice (tibiofemoralni ram), postavljan je u grupi Ilizarov i konverzija. U grupi Ilizarov, tibiofemoralni obruč je postavljen kod osam ispitanika (25,5%), a u grupi konverzija isti je postavljen kod 3 (15,7%) ispitanika. Tibiofemoralni ram je konstruisan sa dodatnim jednim ili dva prstena. U nekim slučajevima moguća je i postavka inkorporiranih klinova u poluobruč ili luk

aparata radi povećanja stabilnosti konstrukcije. Prstenovi na distalnom femuru su bili prioritet u slučajevima sa očekivanom ranoj pokretljivošću kolena. Da bi postavili mobilnu tibiofemoralnu ekstenziju, koristili smo šarke; osa rotacije šarke mora biti istovetna osi rotacije zgloba kolena<sup>(359)</sup>. Najjednostavniji način da se definiše centar rotacije kolena bio je prvo, da se postavi slobodna igla, zatim da se potvrди tačnost njene pozicije fluoroskopski, da se podesi šarka na iglu, da bi se na kraju igla odstranila. Nakon aplikacije tibiofemoralnog rama (mobilnog ili fiksiranog), koleno je ostavljen u ekstenziji. Tibiofemoralna fiksacija povećava stabilnost osteosinteze kod kominutivnih i osteoporotičnih kostiju. Korisno je za zalečenje mekih tkiva koja su oštećena i kod cepanja ligamenata gradusa I i II. Savetuje se i ako postoji ruptura ekstenzornog mehanizma.

Tokom poslednje dve decenije, evolucija novih tehnika i uređaja je dovela mnoge hirurge do toga da primenjuju principe biološke osteosinteze i minimalno invazivne hirurgije u terapiji preloma platoa tibije<sup>(180,227,360,361)</sup>. Cirkularni ramovi i fiksacija transfiksacionim iglama, iako se inicijalno koriste za produžavanje, korekciju deformiteta i nesraslih preloma, daju obećavajuće rezultate kada se njihova aplikacija proširuje na brigu o prelomu<sup>(233,236,362,363)</sup>. Biološke i mehaničke prednosti prstena i hibridnih ramova u terapiji visoko-energetskih preloma platoa tibije su dobro opisani<sup>(228-230,234,335)</sup>. Međutim, nesrastanje, postoperativni gubitak redukcije, loše srastanje i ukočenost zgloba nisu retke komplikacije čak i nakon ovih terapijskih modaliteta. Dodatno, ekstenzivna koštana kominucija, osteoporoza, povrede ligamenata, i druge propratne povrede kao što su avulzija tibijalnog tuberkula, ruptura patelarne tetine, patelarna fraktura i povreda poplitealne arterije mogu ugroziti oboje i intraoperativna i postoperativna dostignuća i dovesti do loših rezultata<sup>(228-230,234,361,364)</sup>. Najčešća indikacija u našim slučajevima bila je ekstenzivna prelomna kominucija, praćena teškim oštećenjima mekih tkiva. Prednji ukršteni ligament koji je bio povređen zajedno ili sa prelomom tibijalne spine (gradus I, II, IIIA, IIIB) ili rascepom medijalne supstance bio je druga indikacija za postavku. Verujemo da je ovo delom zbog težine inicijalnog udara, a delom više zbog preoperativne dijagnostičke procedure u našoj studiji gde smo koristili MRI. Povreda ekstenzora kolena bila je odraz ili preloma patele, avulzije tibijalnog tuberkula ili rupture patelarnog ligamenta, i bila je treća najčešća indikacija. Na kraju, povredu poplitealne arterije nismo imali a koja je i četvrta indikacija za postavku rama.

Prelomi lečeni dodatnim premošćavanjem kolena rezultirali su boljim kliničkim i radiografskim ishodom, međutim, nije nađena značajna razlika. Nesrastanje, postoperativni gubitak redukcije i sledstveno loše srastanje nisu zabeleženi u ovoj grupi. Pacijenti lečeni sa fiksiranim tibiofemoralnom ekstenzijom postigli su sličnu pokretljivost u kolenu kao i grupa bez premošćavanja kolena. Nijedan ispitanik nije imao ekstenzioni lag, i konačni obim pokretljivosti je bio uporediv sa mnogim drugim<sup>(230,241,362,363)</sup>. Kod 6 slučajeva koristili smo mobilne šarke da premostimo zgrob kolena. Postavljanje pokretnih šarki može biti ostvareno samo u cirkularnim

ramovima, i mogu kombinovati prednosti dodatne stabilnosti i rane pokretljivosti u kolenu. Međutim, osa rotacije šarke mora biti istovetna onoj u kolenom zgobu inače, centar pokreta bi mogao biti prenešen preko područja preloma ugrožavajući stabilnost i redukciju preloma. U preglednoj literaturi koja se bavi ovom problematikom nalazimo radevine Dendrinosa i saradnika<sup>(236)</sup> koji na uzorku od 24 ispitanika sa prelomima platoa tipa V i VI lečenih metodom po Ilizarovu upotrebljava 12 (50%) tibiofemoralnih ramova (bez evidencije mobilni/fiksni). Najveću seriju postavljenih tibiofemoralnih ramova nalazimo u studiji Katsenisa i saradnika<sup>(336)</sup>. U seriji od 112 uzastopnih ispitanika sa teškim intra-artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije autor je upotrebio 82 (73,2%) tibiofemoralna rama za stabilizaciju – ekstenziju kolenog zgoba prema ranije jasno navedenim indikacionim područjima. Od 82 postavljena tibiofemoralna rama, 13 (15,8%) su bila mobilna (sa šarkama) a 69 (84,2%) su bila fiksna. Mohamed i saradnici<sup>(326)</sup> na ispitivanom uzorku od 30 uzastopnih pacijenata sa teškim bikondilarnim prelomima platoa tibije operisanih Ilizarovim aparatom postavlja 15 (50%) tibiofemoralna rama. U prospektivnoj opservacionoj studiji Ramosa i saradnika<sup>(338)</sup> nad 30 uzastopnih ispitanika koje je podelio u dve grupe, prvu od 11 (36,6%) ispitanika u zavisnosti od tipa preloma (Schatzker I–IV) i drugu od 19 (63,3%) sa prelomima tipa (Schatzker V, VI), autor postavlja tibiofemoralni ram kod 16 (84,2%) ispitanika u drugoj grupi. Ali i saradnici<sup>(335)</sup> u svojoj prospektivnoj studiji od 20 ispitanika sa kompleksnim prelomom platoa tibije operisanih transosealnom osteosintezom aparatom po Ilizarovu beleži postavku 6 (30%) tibiofemoralna rama. Ferreira i saradnici<sup>(328)</sup> od 11 ispitanika uključenih u studiju sa visokoenergetskim bikondilarnim prelomima tibijalnog platoa koje hiruški zbrinjavaju Ilizarovim aparatom, u jednom slučaju (9%) vrše postavku tibiofemoralne ekstenzije s ciljem da se dozvoli postavljanje mekotkivnog režnja napred da bi se koleno izlečilo radi započinjanja njegove mobilizacije. Ranatunga i saradnici<sup>(330)</sup> u svojoj studiji koja uključuje 18 ispitanika sa prelomima platoa tibije tipa IV lečenih cirkularnom spoljnom fiksacijom svim ispitanicima (100%) vrši postavku tibiofemoralne ekstenzije s tim što se femoralni obruči za kost pričvršćuju Šancovim klinovima a ne iglama.

Osteotomiju lišnjače radili smo jedino kod ispitanika u grupi konverzija i to kod njih 10 (52,6%). Razlog osteotomija lišnjače se jasno vidi ako se analizira uopšteni razlog svih konverzija u istraživanju. Najčešći razlozi promene lečenja u našoj studiji: nesrastanje i pseudoartroza (8, 42,1% vs 6, 31,5%). Kod 3 (15,8%) ispitanika razlog promene lečenja je loše srastanje distalne tibije, i po jedan ispitanik je promenio lečenje zbog inficirane pseudoartroze i produženog srastanja (1, 5,2% vs 1, 5,2%). Možemo reći da je osteotomija rađena najčešće u slučajevima pseudoartroza, nesrastanja i lošeg srastanja tibije, gde je fibula usred srastanja onemogućavala pravilnu korekciju osovine tibije. Najviše konverzija od postavke spoljnog fiksatora dogodio se u 6 mesecu i kasnije, kod njih 12 (63,1%) a najčešće zbog pseudoartroze distalne tibije.

Vreme od prijema do operativnog zahvata kod svih grupa uglavnom se poklapa sa istraživanjem drugih autora. U našoj studiji najveći broj ispitanika u grupi fiksator bio je operisan unutar 24 sata, njih 44 (83,0%), dok su preostalih 9 (17%) bili operisani do 48 sati od prijema. Grupa Ilizarov daje sledeće karakteristike: najveći broj ispitanika u ovoj grupi operisan je nakon 2 dana od prijema, njih 15 (48,3%) i to najčešće  $7\pm2$  dana, sledi njih 11 (35,4%) operisanih između 24 – 48 sati, i grupa od njih 5 (16,1%) operisanih unutar 24 sata. U grupi konverzija njih 15 (78,9%) operisano je unutar 48 sati od prijema a preostala 4 (21,0%) nakon 48 sati, što se objašnjava vanbolničkom pripremom ispitanika za elektivni operativni zahvat. U studiji Ramosa i saradnika<sup>(338)</sup> kod 30 ispitanika koje je podelio u dve grupe, prvu od 11 (36,6%) ispitanika u zavisnosti od tipa preloma (Schatzker I–IV) i drugu od 19 (63,3%) sa prelomima tipa (Schatzker V, VI), srednje vreme do operativnog zahvata u I grupi iznosilo je 3 dana (opseg 1 – 11) a u II grupi 2 (opseg 2 – 9) dana. Ferreira i saradnici<sup>(328)</sup> kod 11 ispitanika ukjučenih u studiju sa visoko energetskim bikondilarnim prelomima tibijalnog platoa beleži prosečno vreme do operacije 10,1 dan (opseg 2 – 22). Odlaganje definitivnog zbrinjavanja je bilo rezultat kombinacije više faktora uključujući: odlaganje upućivanja u periferne centre, odlaganje CT snimanja i dr. Vreme do operativnog zbrinjavanja ispitanika kod Mohameda i saranika<sup>(326)</sup> na ispitivanom uzorku od 30 uzastopnih pacijenata sa teškim bikondilarnim prelomima platoa tibije operisanih Ilizarovim aparatom je kratko. Ono iznosi maksimalnih 48 sati za sve ispitanike. Kulkarni sa saradnicima<sup>(332)</sup> je ispitivao 56 pacijenata sa kompleksnim prelomima platoa tibije lečenih pomoću hibridnog Ilizarovog prstenastog fiksatora. Ilizarov aparat je postavljen unutar 24 do 78 sati kod 40 (71,4%) ispitanika. Kod preostalih ispitanika aparat je postavljan posle perioda elevacije ekstremiteta i nege mekog tkiva u periodu od nedelju dana. Kataria i saradnici<sup>(329)</sup> na uzorku od 38 ispitanika sa platotibijalnim prelomima beleže prosečno vreme od povrede do operacije 5 dana (opseg 0 – 22). Milenković i saradnici<sup>(324)</sup> u svom istraživanju nad 16 ispitanika sa otvorenim prelomima svih tipova AO klasifikacije pilona tibije lečenih spoljnom unilateralnom i minimalnom unutrašnjom fiksacijom navodi podatak o definitivnom zbrinjavanju svih ispitanika u vremenu od 4 – 8 sati od vremena prijema u bolnicu. U studiji Ramosa i saradnika<sup>(340)</sup> koja uključuje 39 ispitanika sa različitim tipovima preloma pilona tibije, vreme do operacije se razlikuje u zavisnosti od tretmana ekstraartikularnih i intraartikularnih preloma. Tako ono u grupi ekstraartikularnih preloma kod 19 ispitanika iznosi prosečno 2 dana (opseg 0 – 24) dok u grupi od 18 ispitanika sa intraartikularnim prelomima ono iznosi 1 dan (opseg 0 – 5).

Trajanje operativnog zahvata u našoj studiji se razlikuje po grupama u ispitivanom uzorku. Najkraće vreme operativnog rada zabeležili smo u grupi spoljni unilateralni fiksator i ono prosečno iznosi  $35\pm10$  min, bez obzira da li se postavlja kod preloma pilona ili platoa tibije. U grupi konverzija najduže operativno vreme imali su ispitanici kojima je rađena osteotomija lišnjače i

postavka poluobruča stopala (potkovice),  $130\pm10$  min. a najkraće konverzija za distalne prelome bez osteotomije lišnjače i bez obuhvata skočnog zgloba (potkovica),  $115\pm10$  min. Grupa Ilizarov ima najduže operativno vreme i to kod postavke aparata za platotibijalni Schatzker VI tip preloma sa dodatnom osteoplastikom i postavkom tibiofemoralnog rama. Prosečno trajanje ovog operativnog zahvata bilo je  $150\pm10$  min. Najkraće vreme operativnog zahvata u grupi Ilizarov beležimo kod postavke aparata za prelom pilona tibije bez obuhvata skočnog zgloba (potkovice) koji iznosi prosečno  $95\pm10$  min. Kod Ramosa i saradnika<sup>(340)</sup> nad 39 ispitanika sa različitim tipovima preloma pilona tibije vreme trajanja operacije se razlikuje u zavisnosti od tretmana ekstraartikularnih ili intraartikularnih preloma. Tako ono u grupi ekstraartikularnih preloma kod 19 ispitanika iznosi prosečno 152 min. (opseg 50 – 224) dok u grupi od 18 ispitanika sa intraartikularnim prelomima ono iznosi 165 min. (opseg 72 – 317). Ovaj autor je u drugom istraživanju kod 30 ispitanika koje je podelio u dve grupe, prvu od 11 (36,6%) ispitanika u zavisnosti od tipa preloma (Schatzker I–IV) i drugu od 19 (63,3%) sa prelomima tipa (Schatzker V, VI) zabeležio srednje vreme trajanja operativnog zahvata u I grupi, koje je iznosilo 130 min. (opseg 100 – 165) a u II grupi 223 min. (opseg 164 – 240). Mali broj autora u svojim radovima beleži vreme trajanja operativnog zahvata. Upoređujući naše rezultate sa rezultatima ovog eminentnog autora uočavamo da je vreme operativnog rada u našoj studiji kraće kako kod distalne postavke tako i kod aplikacije aparata na proksimalnom nivou tibije.

U ovoj studiji beležili smo i prosečan broj dana zadržavanja ispitanika (hospitalni dani) u bolnici u svakoj grupi. Tako je boravak ispitanika iz grupe fiksator iznosio prosečno 6 dana (opseg 4 – 10), u grupi Ilizarov 9 dana (opseg 6 – 12) a u grupi konverzija on je bio najduži, 10 dana (opseg 5 – 13). I drugi autori su u svojim radovima beležili ovo vreme smatrajući ga verovatno bitnim sa finansijskog aspekta. Tako Ramos i saradnici<sup>(340)</sup> u studiji kod 39 ispitanika sa različitim tipovima preloma pilona tibije beleži hospitalne dane u zavisnosti od tretmana ekstraartikularnih ili intraartikularnih preloma. Vreme boravka u bolnici u grupi ekstraartikularnih preloma kod 19 ispitanika iznosi prosečno 5 dana (opseg 3 – 10) dok u grupi od 18 ispitanika sa intraartikularnim prelomima ono iznosi takođe 5 dana (opseg 2 – 7). Makhdoom i saradnici<sup>(333)</sup> u svom radu koji obuhvata 30 ispitanika sa različitim tipovima Schatzker preloma platoa tibije tretiranih Ilizarovim aparatom, navodi prosečno hospitalno vreme od  $8,96\pm2,73$  dana (opseg 6 – 14). El Alfy i saradnici<sup>(334)</sup> u istraživanju 28 ispitanika sa visokoenergetskim povredama platoa tibije zabeležili su prosečno hospitalno vreme od 11 dana (opseg 6 – 25). Ramos i saradnici<sup>(338)</sup> kod 30 ispitanika podeljenih u dve grupe od po 11 ispitanika u prvoj, (Schatzker I–IV) i 19 u drugoj (Schatzker V, VI), referiše o broju hospitalnih dana u I grupi od 4 dana (opseg 3 – 6) i u II grupi od 9 (opseg 7 – 11) dana.

## **Pregled uzorka u postoperativnom toku po grupama prema postojanju infekcije oko igala aparata ili klinova fiksatora, stanju operativne rane i razlici u dužini ekstremiteta**

Praćenjem stanja kože oko igala aparata i klinova fiksatora zabeležili smo pojavu 10 (18,9%) infekcija kože oko klinova u postoperativnoj fazi 2 (10,5%) u grupi konverzija i nijednu u grupi Ilizarov. Operativna rana u grupi fiksator pokazivala je znakove infekcije kod 11 (20,8%) ispitanika, 1 (5,3%) u grupi konverzija a nijednu u grupi Ilizarov. Razlika u dužini donjih ekstremiteta najveći broj beleži u grupi fiksator i to kod onih sa  $<1$  cm , kod njih 43 (81,1%), zatim grupa konverzija sa 15 (78,9%) i grupa Ilizarov sa 4 ( 12,9%). Najveću razliku u dužini ekstremiteta  $>2$  cm pronašli smo u grupi fiksator i to 1 (1,9%).

## **Monitoring aparata u bolničkim uslovima prema grupama**

Stabilnost konstrukcije aparata u bolničkim uslovima zadovoljava kod svih ispitanika u grupama Ilizarov i konverzija, dok 3 (5,7%) ispitanika u grupi fiksator nemaju zadovoljavajuću stabilnost. Nategnutost igala aparata je takođe zadovoljavajuća u grupi konverzije i Ilizarova. Obruči na nadkolenici (femoralni ramovi) i poluobruči na stopalu (potkovice) nisu uklanjani pri otpustu već u polikliničkim uslovima. Lom igala aparata dogodio se u 3 (9,6%) slučajeva u grupi Ilizarov dok je u grupi konverzija takvih lomova bilo u 2 (10,5%). Prvobitno postavljena konstrukcija aparata doživela je izmene u bolničkim uslovima u 3 (9,6%) slučaja u grupi Ilizarov dok se to u grupi konverzija desilo u 9 (47,4%) slučaja. Razvlačenje (distrakciju) izvodili smo u 6 (19.3%) slučaja u grupi Ilizarov a 7 (36,8%) u grupi konverzija, a sabijanje (kompresiju) u 7 slučajeva (22,5%) u grupi Ilizarov te u 16 slučajeva (84,3%) u grupi konverzija.

## **Klinički nalaz na otpustu po grupama**

Kontraktura u kolenom, skočnom i subtalarnom zglobo zastupljena je kod svih grupa a najviše kod grupe fiksator (79,2% vs 64,5% vs 63,1%). Pun oslonac zabeležen je jedino u grupi Ilizarov i to kod 2 (6,5%) ispitanika, dok je oslonac  $> 50$  % telesne težine takođe dominatan za ovu grupu. Grupa konverzija ima najveći broj ispitanika njih 17 (89,5%) u kategoriji 20 do 50% oslonca. Grupa fiksator ne beleži oslonac ili je on minimalan. Mi smo svim ispitanicima dopuštali pun oslonac ili oslonac do granice bola postoperativno kako u grupi konverzija tako i u grupi Ilizarov. Ideničnu proceduru beležimo kod Ramosa i saradnika<sup>(338,340)</sup> koji kod svojih ispitanika sa prelomima platoa i pilona tibije dozvoljava pun oslonac neposredno nakon operacije. Drugi autori, Aggarwal i saradnici<sup>(342)</sup> dopuštaju parcijalni oslonac tek nakon 10 – 12 nedelja postoperativno (10,8) za distalne tibijalne frakture, a 11 – 16 nedelja (12,5) za platotibijalne prelome. Međutim, mnogo je veći broj autora koji postoperativno daju oslonac do granice bola, posebno ako ispitanici

imaju femoralne ramove i kalkanealni poluobruč, jer time dodatno povećavaju stabilnost aparata (236,326,328,330,335,336). Bol je relativno ujednačen prema grupama i to u kategoriji umereno jak bol (88,7 % vs 51,6% vs 78,9%), dok se grupa Ilizarov značajno izdvaja u kategoriji bez bola sa (48,8%). Otok – obim potkolenice u rangu od 1 – 2 cm je najzastupljeniji procentualno kod svih grupa (79,2% vs 90,3% vs 78,9%). Sedam ispitanika (13,2%) u grupi fiksator imalo je otok >2 cm. Razliku u dužini ekstremiteta <1 cm imao je najveći broj ispitanika u svim grupama (88,7% vs 100,0% vs 94,7%) ali se grupa Ilizarov izdvaja sa najvećim procenom do 100,0%. Uredan neurološki status u velikom procentu dominira u svim grupama (84,9% vs 90,3% vs 100,0%) ali je on najbolji u grupi konverzija. Pareze n. tibialis i n. peroneus zabeležene su kod grupe fiksator i to kod 8 ispitanika (15,0%) dok je u grupi Ilizarov 3 (9,7%) ispitanika imalo parezu n.peroneusa. Ovaj procenat tranzitornih pareza ne uzimamo u obzir kod poređenja sa drugim autorima jer oni beleže samo trajne lezije nerava. Mali je procenat pojave pareza nerava kod drugih autora i on se kreće od 0% – 5% (319,321,326- 328,331,335). Rotacija fragmenata od 0 do 5° najzastupljenija je kod ispitanika u grupi Ilizarov i konverzija (93,5% vs 94,7%), dok je rotacija od 0° do 5° i od 5° do 10° relativno isto raspoređena u grupi fiksator (52,8% vs 45,3%). Veliki broj ispitanika je vertikalizovan pri otpustu po grupama (94,3% vs 100,0% vs 100,0%). Ranu rehabilitaciju je bilo moguće sprovesti kod gotovo svih ispitanika (94,3% vs 100,0% vs 100,0%). Duboka venska tromboza i kompartment sindrom nisu zabeleženi pri otpustu ni u jednoj grupi. U retrospektivnoj studiji, Park i saradnici<sup>(366)</sup> su pronašli nisku stopu, (1,6%) kompartment sindroma, koji su zahtevali fasciotomiju za proksimalne prelome tibije. Međutim, u kompleksnijim prelomima, rizik od kompartment sindroma je značajno veći. Za Schatzker tip VI prelome, Stark i saradnici<sup>(367)</sup> su pronašli sveukupni rizik od 27%, kao i razliku u zavisnosti od toga da li je (53%) ili nije (18%) medijalni plato pomeren. Učestalost sindroma kompartmana je u teškim prelomima (V i VI) bio relativno nizak. Ramos i saradnici<sup>(338)</sup> su imali 2/19 (10,5%) bolesnika; međutim, posmatrani sindromi kompartmana su tumačeni kao direktni rezultat preloma i povrede mekog tkiva, a ne operacije. Uprkos što je Ilizarova tehnika korisna u vezi sa povredom mekog tkiva, minimaliziranje rizika za razvijanje kompartman sindroma nije značajna, okvir ne mora da spreči ovu spasonosnu proceduru kada je to neophodno.

### Pregled monitoringa aparata po grupama na kontroli od 6 meseci

Pregledom monitoringa aparata i fiksatora na kontroli od 6 meseci jasno se vidi da su odstranjeni svi aparati u grupama Ilizarov i konverzija a da je 8 (15%) ispitanika još nosilo spoljni fiksator. Na kontrolama do 6 meseci od operativnog zahvata zategnutost igala aparata u grupi Ilizarov i konverzija bila je zadovoljavajuća. U drugom postoperativnom mesecu u grupi Ilizarov odstranjen je proksimalni obruč (femoralni ram) kod 7 (87,5%) ispitanika, dok je kod 1 (12,5%)

odstranjen u 3 mesecu. Tri femoralna rama u grupi konverzija odstranjena su početkom trećeg meseca do njihove postavke. Potkovica na stopalu uklonjena je početkom drugog meseca kod svih ispitanika u grupi Ilizarov 10 (100,0%) i kod 5 (83,3%) ispitanika u grupi konverzija, dok je kod jednog ispitanika (16,6%) u grupi konverzija ona uklonjena početkom trećeg meseca. Mesec uklanjanja kalkanearnog poluprstena kod ostalih autora<sup>(319,322,325,340)</sup> uglavnom se poklapa sa našim istraživanjem. Oni su uklanjani nakon 6 nedelja (opseg 4-8). Lomovi igala su se dešavali nešto češće u prvom mesecu kod grupe Ilizarov i konverzija (3 9,6% vs 2 10,5%) nego u drugom (1 3,2% vs 1 5,2%), dok se u ostalim nisu dešavali. I kod drugih autora se beleže lomovi igala kod platotibijalnih i pilon preloma tibije i koji variraju do 5% -10%<sup>(322, 340, 319, 325)</sup>. Zamena igala izvršena je kod 3 (9,6%) ispitanika u grupi Ilizarov i kod 2 (10,5%) u grupi konverzija. Kod po jednog ispitanika iz obe grupe igle nisu supstituisane. Dotezanje igala aparata je vršena u obe grupe Ilizarov i konverzija i to u sledećem odnosu (24 74,4% vs 13 68,4%). Distrakcija (razvlačenje) aparata nije rađena postoperativno do skidanja aparata u obe grupe ali je kompresija (sabijanje) rađena u grupi konverzija kod 7 (36,8%) ispitanika. Autori koji se bave lečenjem platoribijalnih i pilon preloma ovom i metodom hibridne fiksacije, ne navode precizne podatke o broju zamenjenih igala, dotezanju razlabavljenih igala kao ni o broju distrakcija/kompresija, već beleže “urađeno/nije urađeno”.

### **Pregled uzorka na kontroli od 6 meseci po grupama prema postojanju infekcije oko igala aparata ili klinova fiksatora i stanja operativne rane**

Najveći broj površnih infekcija (pin site) na kontroli nakon 6 meseci imala je grupa fiksator 16 (30,1%), zatim grupa Ilizarov sa 7 (22,5%) i potom grupa konverzija sa 5 (26,3%). Takođe grupa fiksator prednjači po broju dubokih infekcija na mestu insercije klinova (pin tract) sa njih 11 (20,7%), sledi grupa Ilizarov 3 (9,6%) i grupa konverzija sa 2 (10,5%). Duboka infekcija rane sa pojavom osteita zabeležena je u 7 (13,2%) slučajeva u grupi fiksator, a zatim podjednako slede grupe Ilizarov i konverzija (1 3,2% vs 1 5,2%). Imali smo 1 (3,2%) pojavu septičnog artrita u grupi Ilizarov, koji smo tretirali odstranjnjem igle koja je odstranjena transkapsularno, irrigacijom kolena i primenom antibiotika. Upala je izlečena. Tako Ramos i saradnici<sup>(338)</sup> kod 30 ispitanika sa platotibijalnim prelomima, beleži 16 ispitanika sa ukupno 25 malih infekcija (pin site), Checketts-Otterburns<sup>(299)</sup> gradus 1-3, od kojih su se sve izlečene kratkom primenom oralnih antibiotika i 2 su imala infekciju sistema - puta igala (pin tract), gradusa 4 koje su izlečene posle izdvajanja- isecanja nekrotičnog mekog tkiva. U ovoj studiji nije zabeležio postojanje kliničkih i radioloških znakova osteomijelitisa ili septičnog artritisa kod bolesnika. U ranijim serijama, stopa infekcije posle lečenja preloma tibijalnog platoa sa ORIF, varirala je od 6 do 87,5%<sup>(167,239,346)</sup>. Upotreba bilateralnih rezova i smanjenje veličine implantata je smanjilo stopu za 3% do 8,4%<sup>(347-349)</sup>. Uprkos korišćenju opšte

preporučenog postepenog protokola, Egol i saradnici<sup>(365)</sup> su prijavili stopu duboke infekcije rane od 5%. Kada se uporede spoljašnji uređaji na različitim mestima, Parameswaran i saradnici<sup>(350)</sup> izveštavaju da prstenasti fiksatori imaju najnižu učestalost od infekcije. Koristeći Ilizarovu tehniku, Catagni i saradnici<sup>(351)</sup> nisu primetili nijednu duboku infekciju u seriji od 59 bolesnika sa Schatzker V-VI prelomima. U ovoj seriji, većina posmatranih infekcija bile su lako izlečljive superficialne infekcije mesta prolaska igle. Tri ispitanika imala su infekciju kanala igala, ali su mogli biti lečeni bez ugrožavanja fiksacije ili zarastanja rane odstranjnjem igle. Duboku infekciju rane imali smo u grupi Ilizarov i konverzija (13,2% vs 5,2%) što je u okvirima incidencije za ovu metodu, dok je ona u grupi fiksator znatno viša, 13,2%.

Procečno vreme praćenja u našoj prospektivno – retrospektivnoj studiji bilo je 43,5 meseci (od 19 do 69 meseci). S obzirom da su svi ispitanici imali zadnju kontrolu na 18 meseci a dinamika pridošlih ispitanika je praćena u periodu od 69 meseci, vodili smo računa da svi ispitanici obave i neophodni fizikalni tretman da bi tek nakon njega vršili procenu funkcionalnih i koštanih rezultata. Vreme praćenja ispitanika lečenih od intraartikularnih preloma pilona i platoa tibije spoljnjam fiksatorima i aparatom po Ilizarovu se razlikuju. Tako Ramos i saradnici<sup>(338,340)</sup> u svojim opservacionim prospективnim studijama lečenja intraartikularnih preloma pilona tibije nad 39 ispitanika, ima prosečno vreme praćenja od 12 meseci a isto to vreme praćenja primenjuje i u svojoj opservacionoj prospективnoj studiji nad 11 ispitanika sa Schatzker I-IV prelomima i 19 ispitanika sa Schatzker V-VI prelomima. Bacon i saradnici<sup>(368)</sup> u svom retrospektivnom istraživanju nad 38 ispitanika sa AO/OTA, C tipovima preloma lečenih Ilizarovim aparatom, beleži prosečno vreme praćenja od 24,5±19,3 nedelje. Catagni i saradnici<sup>(351)</sup> u svojoj retrospektivnoj studiji 2007. godine nad 59 ispitanika sa Schatzker V-VI prelomima platoa koristeći ASAMI funkcionalni skor za prikaz kranjih funkcionalnih rezultata, ima prosečno vreme praćenja od 21 meseca. Watson i saradnici<sup>(234)</sup> u prospективnoj studiji do 14 ispitanika sa prelomima lateralnog platoa lečenih aparatom po Ilizarovu, izveštava o vremenu praćenja od 19 meseci. Milenković i saradnici<sup>(324)</sup> u svom istraživanju sprovedenom od 2009. godine do 2014. godine, uključuje 16 ispitanika sa otvorenim prelomima svih tipova AO klasifikacije pilona tibije lečenih spoljnom unilateralnom i minimalnom unutrašnjom fiksacijom. Prosečno vreme praćenja u ovoj studiji bilo je 19 (12-48) meseci. Golubović i saradnici<sup>(323)</sup> u retrospektivnoj studiji kod 47 ispitanika sa zatvorenim artikularnim prelomima distalnog okrajka tibije lečenih metodama ORIF-a (22 ispitanika) i spoljnje skeletne fiksacije (27) ispitanika, izveštava o 24 nedelje prosečnog praćenja. Osim najveće serije postavljenih tibiofemoralnih ramova, u studiji Katsenisa i saradnika<sup>(336)</sup> kod 112 uzastopnih ispitanika sa teškim intra-artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije lečenih aparatom po Ilizarovu, beleži i dugo prosečno vreme praćenja, 5 godina (opseg 28 meseci – 13 godina). Bone i saradnici<sup>(310)</sup> u svojoj studiji od 20 ispitanika sa otvorenim i zatvorenim AO, C tipovima preloma

pilona, lečenih premoščavajućim spoljnim fiksatorom (*spanning frames*), zabeležili su prosečno vreme praćenja od 18 meseci. Ocku i saradnici<sup>(319)</sup> u nerandomiziranoj retrospektivnoj studiji uključuju 44 ispitanika za analizu i podelili su ih u 2 grupe. Grupa 1 se sastojala od 24 ispitanika koji su imali fibularnu fiksaciju i dijafizealno-epifizealnu spoljašnju fiksaciju Ilizarovom metodom (Hipokrat, Izmir, Turska) bez premoščavanja zgloba (*sparing frames*). Grupa 2 se sastojala od 20 ispitanika koji su imali fibularnu fiksaciju koja je praćena postavljanjem medijalnog zglobnog premošćujućeg spoljnog fiksatora (Orthofix). Prosečno vreme praćenja iznosilo je 70 meseci. Bonar i Marsh<sup>(317)</sup> u istraživanju koje obuhvata 21 ispitanika sa intraartikularnim prelomima pilona tipa C, AO/OTA, tretiranih unilateralnim premoščavajućim spoljnim fiksatorom, beležili su prosečno vreme praćenja od 21 meseca. El Barbary i saradnici<sup>(327)</sup> u svojoj studiji od 29 ispitanika sa različitim kategorijama povrede platoa tibije zbrinjavane metodom transosealne osteosinteze aparatom po Ilizarovu izveštavaju o 27 meseci prosečnog praćenja (opseg 16-36 meseci). Elgazzar i saradnici<sup>(369)</sup> u retrospektivno – prospektivnoj studiji kod 48 ispitanika sa visokoenergetskim prelomima tibijalnog platoa lečenih cirkularnom fiksacijom izveštavaju o prosečnom vremenu praćenja od 36,5 meseci (opseg 24-50 meseci). U studiji Makhdoom-a i saradnika<sup>(333)</sup> koji prezentuje 30 ispitanika sa različitim tipovima Schatzker preloma platoa tibije tretiranih Ilizarovim aparatom prosečno vreme praćenja iznosi 28 meseci. Kataria i saradnici<sup>(329)</sup> prikazuju na uzorku od 38 ispitanika sa platotibijalnim prelomima lečenih metodom transosealne osteosinteze Ilizarovim aparatom prosečno vreme praćenja od 32 (24-41) meseca. Kumar i saradnici<sup>(233)</sup> u svojoj retrospektivnoj studiji od 57 ispitanika sa Schatzker prelomima tipa IV,V i V lečenih spoljnom cirkularnom fiksacijom po Ilizarovu registruju prosečno vreme praćenja od 42 meseca (opseg 16-90).

### Prosečno vreme srastanja (odstranjenja aparata – fiksatora) po grupama

Najbrže vreme srastanja – sanacije koje se uglavnom komparira sa vremenom odstranjenja aparata ili fiksatora, imala je grupa Ilizarov nakon  $16\pm 2$  nedelja. Grupa konverzija zabeležila je prosečno vreme srastanja u  $17\pm 2$  nedelji, dok je kod ispitanika u grupi fiksator zabeženo srastanje u  $21\pm 4$  nedelji. Slične komparabilne rezultate beležimo i kod drugih istraživača. Tako, kod Ramos-a i saradnika<sup>(338,340)</sup> u svojim opservacionim prospektivnim studijama lečenja intraartikularnih preloma pilona tibije nad 39 ispitanika, zabeleženo je prosečno vreme srastanja (odstranjenja) ramova u 15 nedelji (opseg 11-22 nedelje). Njegova druga studija nad 11 ispitanika sa Schatzker I-IV prelomima i 19 ispitanika sa Schatzker V-VI prelomima, izveštava o prosečnom vremenu srastanja u 11 nedelji (opseg 7 -16 ) za tip preloma tipa I-IV i 12 nedelji (opseg 10-15) za tip preloma V-VI. Elgazzar i saradnici<sup>(369)</sup> u retrospektivno – prospektivnoj studiji kod 48 ispitanika sa visokoenergetskim prelomima tibijalnog platoa lečenih cirkularnom fiksacijom izveštavaju o

prosečnom vremenu srastanja od 14,4 nedelje. Makhdoom i saradnici<sup>(333)</sup> u studiji nad 30 ispitanika sa različitim tipovima Schatzker preloma platoa tibije tretiranih Ilizarovim aparatom izveštavaju o prosečnom vremenu srastanja od 15,5 nedelja (opseg 16-19 nedelja). Golubović i saradnici<sup>(323)</sup> u retrospektivnoj studiji kod 47 ispitanika sa zatvorenim artikularnim prelomomima distalnog dela tibije lečenih metodama ORIF-a (22 ispitanika) i spoljnje skeletne fiksacije (27 ispitanika), beleži prosečno vreme srastanja u grupi, ispitanika lečenih spoljnom fiksacijom i minimalnom unutrašnjom fiksacijom od 16 nedelja (opseg 12–22).

Vidyadhara i saradnici<sup>(322)</sup> u seriji od 21 uzastopnog ispitanika lečenih u periodu između 1998. i 2002. godine sa složenim pilon prelomima tibije lečenih aparatom po Ilizarovu konstatiše prosečno vreme srastanja  $26,6 \pm 4,2$  nedelja (od 20 do 34 nedelje). Mohamed i saradnici<sup>(326)</sup> na uzorku od 30 uzastopnih pacijenata sa teškim bikondilarnim prelomima platoa tibije operisanih Ilizarovim aparatom registrovali su prosečno vreme srastanja od 13 nedelja (opseg 12-20 nedelja). El Barbary i saradnici<sup>(327)</sup> u svojoj studiji od 29 ispitanika sa različitim kategorijama povrede platoa tibije zbrinjavane metodom po Ilizarovu opisuju prosečno vreme srastanja od 16,3 nedelja (opseg 14-24). Katsenis i saradnici<sup>(336)</sup> između oktobra 1988. i novembra 1999. godine ispitivali su 112 uzastopnih pacijenata sa teškim intra-artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije lečenih sa minimalnom unutrašnjom fiksacijom i cirkularnom hibridnom spoljnom fiksacijom. Svi prelomi su srasli u prosečnom vremenu do 13,5 nedelja (opseg 11 – 18 nedelja) s tim što je duže vreme srastanja zabeleženo u grupi otvorenih preloma (n=7) sa prosečnim srastanjem od 17 nedelja (15-18) nedelja. Khan i saradnici<sup>(331)</sup> u svojoj studiji nad 22 ispitanika sa kompleksnim prelomima platoa tibije lečenih u periodu od jula 2008. do jula 2010. godine i koji su lečeni postavkom aparata po Ilizarovu, izveštavaju o prosečnom vremenu sanacije od 15 nedelja (opseg 14-18). Kumar i saradnici<sup>(233)</sup> u svojoj retrospektivnoj studiji od 57 ispitanika sa Schatzker prelomima tipa IV, V i VI lečenih spoljnom cirkularnom fiksacijom po Ilizarovu, ustanovljava prosečno vreme srastanja od 173 dana (24,7 nedelja), opseg (50 – 415 dana). Dendrinos i saradnici<sup>(236)</sup> lečili su 24 pacijenta sa teškim bikondilarnim prelomom platoa tibije metodom po Ilizarovu. Prosečno vreme srastanja koje su oni zabeležili je 14,4 nedelja (opseg 12-20 nedelja). Ranatunga i saradnici<sup>(330)</sup> u svojoj studiji koja uključuje 18 ispitanika sa prelomima platoa tibije tipa IV lečenih cirkularnom spoljnom fiksacijom, izveštava o srednjem vremenu srastanja od 3,72 meseca (17 nedelja). Svi prelomi su srasli u roku do 4 meseca. Lovissetti i saradnici<sup>(320)</sup> u istraživanju koje su sprovedli na uzorku od 30 ispitanika tretiranih dvoma sličnim hiruškim procedurama u tretmanu preloma pilona tibije tipa AO 43C (aparat po Ilizarovu i Sheffield spoljašnji fiksator) beleže prosečno vreme srastanja od 21,4 nedelje, u opsegu od 10 do 41 nedelje. Papadokostakis i saradnici<sup>(370)</sup> u svojoj studiji 2008. godine koja obuhvata sistematsku analizu iz literature lečenja intraartikularnih preloma AO/OTA tipa C3 premošćujućim (*spanning*) i štedljivim (nepremošćujućim - *sparing*) spoljnim rigidnim i

dinamičkim fiksatorima, ustanovio je da je prosečno vreme srastanja iznosilo 4,3 meseca (21 nedelja), opseg (2,7-8,9 meseci). Posmatrajući sve do sada pomenuto, možemo reći da se naši rezultati srastanja kod platotibijanih i pilon preloma tibije upotreboom spoljnog fiksatora i Ilizarovog aparata u velikoj meri poklapaju sa rezultatima drugih autora.

### Poređenje grupa prema koštanim rezultatima poređenje (ASAMI)

Procena koštanih rezultata vršena je primenom skoring sistema Udruženja za istraživanje i primenu metoda po Ilizarovu, ASAMI - (Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov)<sup>(300,301)</sup>. Prema ovoj klasifikaciji koštani rezultati su prikazivani kao: odlični, dobri, zadovoljavajući i loši. Odličan rezultat je podrazumevao - sanaciju, izostanak infekcije, deformitet < 7°, razlika dužine ekstremiteta < 2,5 cm. Dobar rezultat odnosio se je na postojanje sanacije + dva od navedenih: bez infekcije, deformitet < 7°, razlika dužine ekstremiteta < 2,5 cm. Zadovoljavajući rezultat davali su ispitanici sa sanacijom + jednim od navedenih kriterijuma: bez infekcije, deformitet < 7°, razlika dužine ekstremiteta < 2,5 cm. Loš rezultat imali su ispitanici sa nesanacijom / refrakturom/ sanacija + infekcija + deformitet > 7° + razlika dužine ekstremiteta > 2,5 cm. Pomoću neparametrijskog *Kruskal-Wallisovog testa* utvrđeno je da postoji značajna statistička razlika među grupama u koštanim rezultatima u sva 3 merenja u toku postoperativnog toka. Rezultati procene koštanog srastanja primenom *ASAMI klasifikacije*, 6 meseci nakon operacije ukazuju na postojanje statistički značajne razlike između ispitanika podeljenih u grupe ( $\chi^2=62,92$ ,  $df=2$ ,  $p=0,00$ ). Grupa ispitanika koja je startno lečena aparatom po Ilizarovu kao i grupa ispitanika koja je lečenje započela spoljnim unilateralnim rigidnim fiksatorom i kasnije prešla na aparat po Ilizarovu imale su statistički značajno viši bodovni proseček evaluacijom koštanih rezultata primenom skoring sistema ASAMI u odnosu na grupu ispitanika tretiranih spoljnim unilateralnim rigidnim fiksatorom. Nije utvrđena značajna razlika između grupe kod koje je startno korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje je učinjena konverzija. U ovom merenju je razlika među grupama bila najmanja, ali je proseček kod grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat bio nešto viši. Rezultati procene koštanog srastanja primenom *ASAMI klasifikacije* 12 meseci nakon operacije ukazuju na postojanje statistički značajne razlike između ispitanika podeljenih u grupe ( $\chi^2=63,935$ ,  $df=2$ ,  $p=0,00$ ). Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale statistički značajno viši proseček na proceni koštanih rezultata korišćenjem skoring sistema ASAMI. Nije utvrđena značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, ali je razlika između grupe kod kojih je korišćen Ilizarov aparat je u ovom merenju bila najviša u korist korišćenja Ilizarovog aparata. Nakon 18 meseci od operacije je utvrđeno da postoji značajna statistička razlika među grupama u proceni koštanih rezultata ( $\chi^2=62,218$ ,  $df=2$ ,  $p=0,00$ ). Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale statistički značajno viši proseček na proceni koštanih

rezultata korišćenjem scoring sistema ASAMI. Nije utvrđena značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, ali je razlika između grupe kod kojih je korišćen Ilizarov aparat je u ovom merenju bila najviša u korist korišćenja Ilizarovog aparata.

Višesmernom analizom varijanse za ponovljena merenja provereno je da li postoji razlika među grupama u napredovanju u koštanim rezultatima tokom vremena. Kao nezavisna varijabla je korišćena grupa, a kao zavisna varijabla procena koštanih rezultata nakon 6, 12 i 18 meseci. Ustanovljeno je da postoji značajan multivariatni efekat koštanih rezultata. Kada se izostavi korekcija, utvrđen je značajan efekat interakcije grupe i merenja ( $F(3,706:185,292)=2,866$ ,  $p=0,028$ ), on proizlazi iz toga što grupa ispitanika koja je nosila Ilizarov aparat imala najbolji i najbrži napredak u oblasti koštanih rezultata u toku merenja. Utvrđen je značajan efekat merenja ( $F(1,853:185,292)=32,315$ ,  $p=0,000$ ) koji proizlazi iz toga što su sve grupe napredovale u vremenu, a najbolji rezultat su imale na poslednjem merenju. Pri proceni koštanih rezultata u sva tri vremenska intervala među ispitanicima uključenim u našu studiju došlo je do spajanja grupe Ilizarov i grupe konverzija. Evaluacija koštanog srastanja na prvom intervalu procene 6 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate: u kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika u grupi *fiksator* dok je njih 8 (16%) bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. Dobar koštani rezultat imalo je 6 (11,3%) ispitanika u grupi *fiksator*, dok je 33 (66,0%) njih bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. U kategoriji zadovoljavajućih koštanih rezultata bilo je ukupno 25 ispitanika, 20 (37,7%) u grupi *fiksator* a 5 (10,0%) u grupi *ilizarov + konverzija*. Poslednju kategoriju (loš koštani rezultat) znatno obeležava grupa *fiksator*, sa 27 (50,9%) ispitanika dok je u grupi *ilizarov + konverzija* bilo njih 4 (8%). Evaluacija koštanog srastanja po ASAMI scoring sistemu na drugom intervalu procene 12 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate: u kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika u grupi *fiksator*, dok je njih 16 (32%) bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. Dobar koštani rezultat imao je 9 (16,9 %) ispitanika u grupi *fiksator*, dok je 27 (54%) njih bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. U kategoriji zadovoljavajućih koštanih rezultata bilo je ukupno 27 ispitanika, 23 (43,3%) u grupi *fiksator*, a 4 (8,0 %) u grupi *ilizarov + konverzija*. Poslednju kategoriju (loš koštani rezultat) znatno obeležava grupa *fiksator*, sa 21 (39,9%) ispitanika dok je u grupi *ilizarov + konverzija* bilo njih 3 (6,0 %).

Evaluacija koštanog srastanja po ASAMI scoring sistemu na trećem intervalu procene 18 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate: u kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika u grupi *fiksator*, dok je njih 26 (52%) bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. Dobar koštani rezultat imao je 9 (16,9%) ispitanika u grupi *fiksator*, dok je 20 (40.0%) njih bilo u grupi *ilizarov + konverzija*. U kategoriji zadovoljavajućih koštanih rezultata bilo je ukupno 29 ispitanika, 27 (50,9%) u grupi *fiksator*, a 2 (4,0%) u grupi *ilizarov + konverzija*. Poslednju kategoriju (loš koštani

rezultat) ponovo obeležava grupa *fiksator* sa 17 (32,0%) ispitanika dok je u grupi *ilizarov + konverzija* bilo njih 2 (4,0%).

Nakon 18 meseci iz ASAMI scoring sistema vidimo da je 48 ispitanika (96%) imalo potpuno koštanje srastanje a samo 2 (4%) ispitanika nisu imali srastanje i bili su u kategoriji loših sa infekcijom, deformitetom  $> 7^\circ$  i sa razlikom dužine ekstremiteta  $> 2,5$  cm. Katsenis i saradnici<sup>(336)</sup> nad 112 uzastopnih pacijenata sa teškim intra-artikularnim prelomima gornjeg okrajka tibije lečenih sa cirkularnim fiksatorom, koristi Honkonen i Jarvinen-ove<sup>(171)</sup> kriterijume za prikaz rezultata i koji sadrže ispitanikova opažanja, kliničko stanje, funkciju i radiološku procenu. U 96 (86%) ispitanika u frontalnoj ravni nije bilo varus i valgus odstupanja, u 12 slučajeva bilo je  $< 10^\circ$  frontale devijacije (varus) a kod 4 kolena postojala je  $> 10^\circ$  varus deformiteta. Varus deformitet  $> 10^\circ$  rezultuje lošim kliničkim rezultatima i zahteva rekonstruktivnu hirurgiju. U našem istraživanju imali smo dva varus deformiteta  $> 7^\circ$  koji su i uzrokovali i statistički su značajno povezani sa lošijim koštanim rezultatima na merenjima na 6 i 12 meseci.

Spirmanov koeficijenti korelacije ( $\rho=-0,288$ ,  $p=0,043$ ) ukazuju da je smer deformiteta prilikom otpusta u pravcu valgus/varus povezan sa koštanim statusom *na kontroli nakon 12 meseci* od povrede u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu. *Bolji koštani status je opažen kod ispitanika sa deformitetom u pravcu valgus.*

Spirmanov koeficijenti korelacije ( $\rho=-0,288$ ,  $p=0,043$ ) ukazuju da je stepen deformiteta prilikom otpusta u pravcu valgus/varus povezan sa koštanim statusom *na kontroli nakon 18 meseci* od povrede u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu. *Bolji koštani status je opažen kod osoba sa deformitetom u pravcu valgus.*

Papadokostakis i saradnici<sup>(370)</sup> u svojoj studiji 2008. godine koja obuhvata sistematsku analizu iz literature lečenja intraartikularnih preloma AO/OTA tipa C3 premošćujućim (*spanning*) – grupa A i štedljivim (nepremošćujućim - *sparing*) – grupa B spoljnim rigidnim i dinamičkim fiksatorima, za detalje nesrastanja uzima podatke iz 12 studija, uključujući 361 frakturu. Devet nesrastanja od 131 frakture su evidentirane u grupi A (6,8%) i 12 od 230 u grupi B (5,2%). Nije bilo statistički značajne razlike između grupa. Loše srastanje je takođe praćeno kroz 12 studija sa ukupno 353 preloma. Grupa A (179 frakture) imala je statistički značajnije veći broj lošeg srastanja komparirano sa grupom B (174 frakture), (24 (13,4%) vs 10 (5,7%), Fisher exatct test,  $p<0,04$ . Podaci nisu bili dovoljni da bi se utvrdilo nekakav međuodnos između faktora koji bi mogli uticati na proces srastanja, nesrastanja ili lošeg srastanja. Kategoriju (loš koštani rezultat) u našem istraživanju obeležava grupa *fiksator* sa 17 (32,0 %) ispitanika. Ovako visok procenat nesanacije i loše sanacije uglavnom se poklapa sa ispitivanjima Papadokostakis-a i saradnika<sup>(370)</sup>. Incidencu pojave septičnog artrita kod platotibijalnih i pilon preloma tretiranih hibridnim fiksatorima i aparatima po Ilizarovu, iznosi 1% i 0,5% retrospektivno. Hutson i Zych<sup>(242)</sup> su primetili da su takve

infekcije uzrokovane iglama smeštenim u neposrednoj blizini subhondralne kosti. Weiner i saradnici<sup>(226)</sup> su imali dva slučaja septičkog artritisa nakon lečenja preloma platoa tibije sa hibridnim fiksatorima. U oba slučaja napregnute igle bile su manje od 10 mm od subhondralne kosti. Međutim, Marsh i saradnici<sup>(364)</sup> beleže dva slučaja septičkog artritisa pri lečenju preloma platoa tibije s hibridnim fiksatorima, te u oba, zategnute igle stavljene su više od 30 mm od zglobne površine. U studiji Papadokostakis-a i saradnika<sup>(370)</sup>, učestalost septičkog artritisa kod hibridnih fiksatora je 0,6%, slična onoj u studiji Hutson-a i Zych-a<sup>(242)</sup>. Ne postoji dovoljno podataka da pokažu bilo kakvu vezu između položaja igle i septičkog artritisa. U našoj studiji beležimo 1 (3,2%) slučaj septičnog artrita koji se brojčano poklapa sa istraživanja ostalih autora ali ne i procentualno, verovatno zbog manjeg broja ispitanika (n=31). U našem istraživanju igle aparata jesu bile manje do 10 mm ispod zglobne linije kolena. Fiksacija fibule mogla bi da spreči loše srastanje tibije iako Williams i saradnici<sup>(318)</sup> izveštavaju da nema statistički značajne razlike između pilon preloma tretiranih *spanning* fiksatorima sa ili bez popločavanja fibule. Za sada nema izgleda da postoje velike razlike u rezultatima između *spanning* i *sparing* fiksatora u lečenju pilona tibije osim veće učestalosti lošeg srastanja. Međutim, imajući u vidu naučno slab kvalitet izveštavanja o kliničkom ishodu, nejasno je da li veća stopa nesrastanja kod *spanning* fiksatora njihov nedostatak ili je rezultat nekih drugih faktora.

### **Analiza sistema funkcionalne evaluacije po Karlstrom – Olerudu**

Procenu funkcionalnih rezultata vršili smo upotrebom sistema funkcionalne evaluacije po Karlstrom-Olerud<sup>(302)</sup>. Ovaj evaluacioni sistem sadrži 12 parametara bodovanih sa 3, 2 i 1 poenom. Rezultati su prikazivani nakon sabiranja poena i razvrstavani su u kategorije: odličan – 36 poena, dobar 33-35 poena, zadovoljavajući 30 - 32, umeren 27 – 29 i loš 24 – 26 poena. Nakon 6 meseci od operacije utvrđeno je da postoji značajna statistička razlika između ispitanika podeljenih u grupe prema funkcionalnom statusu ( $F(2:102)=167,056$ ,  $p=0,00$ ). Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale viši prosek na proceni funkcionalnog statusa. Nije utvrđena statistički značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, ali je prosek kod grupe kod koje je korišćen startno Ilizarov aparat bio nešto viši. Nakon 12 meseci od operacije je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika između ispitanika podeljenih u grupe u funkcionalnom statusu ( $F(2:102)=172,461$ ,  $p=0,00$ ). Obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imale viši prosek pri evaluaciji funkcionalnog statusa. Nije utvrđena statistički značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija, u ovom merenju je razlika među ove 2 grupe bila najveća u korist grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat. Nakon 18 meseci od operacije utvrđeno je da postoji značajna razlika između ispitanika podeljenih u grupe u funkcionalnom statusu ( $F(2:102)=233,563$ ,  $p=0,00$ ),

a obe grupe kod koje je primenjen Ilizarov aparat su imala viši prosek na proceni funkcionalnog statusa. Nije utvrđena statistički značajna razlika između grupe kod koje je korišćen Ilizarov aparat i grupe kod koje se dogodila konverzija. Šest meseci nakon operacije, grupa kod koje je korišćen Ilizarov aparat imala značajno bolje rezultate od grupe kod koje je korišćen fiksator u sledećim indikatorima funkcionalnog statusa: u obimu pokreta subtalarnog, skočnog i kolenog zgloba kao i manje teškoće pri hodu, manje teškoće pri radu i manje teškoće prilikom penjanja. Pored toga, ova grupa ima i nešto manji deformitet, razliku u dužini donjih ekstremiteta i bolji status kože. Rezultati prikazani u tabeli 38 ukazuju da je 12 meseci nakon operacije grupa kod koje je korišćen Ilizarov aparat imala značajno bolje rezultate od grupe kod koje je korišćen fiksator u obimu pokreta subtalarnog, skočnog i kolenog zgloba, manje deformitete i manju mišićnu atrofiju, zatim manje teškoće pri hodu i prilikom penjanja, manju bol, manju razliku u dužini ekstremiteta, bolji status kože kao i manje teškoće pri bavljenju sportom. U grupi kod koje je došlo do konverzije, 12 meseci nakon operacije rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku po svim parametrima u odnosu na grupu Ilizarov. Utvrđene diskriminativne funkcije uspešno klasifikuju 91% ispitanika. Najuspešnije klasifikuju ispitanike kod kojih je korišćen fiksator (98%), zatim ispitanike kod kojih je korišćen Ilizarov aparat (84%), a na kraju ispitanike kod kojih je korišćena konverzija (84%). Rezultati u periodu praćenja nakon 18 meseci od operacije ukazuju da je u grupi ispitanika kod kojih je *korišćen Ilizarov aparat*, statistički značajna razlika od grupe kod koje je korišćen fiksator u indikatorima funkcionalnog statusa: obim pokreta subtalarnog, skočnog i kolenog zgloba, manja bol, manja mišićna atrofija i manja razlika u dužini donjih ekstremiteta, manji deformitet, manja ograničenja pri radu, manje teškoće pri bavljenju sportom, bolji status kože kao i manje teškoće pri hodu i prilikom penjanja.

Spirmanov koeficijenti korelacije ( $\rho=-0,295$ ,  $p=0,038$ ) ukazuju da je stepen deformiteta prilikom otpusta u pravcu valgus/varus povezan sa funkcionalnim statusom *na kontroli nakon 18 meseci* od povrede u okviru grupe koja je lečena po Ilizarovu. *Bolji funkcionalni status je opažen kod osoba sa deformitetom u pravcu valgus*. Redni mesec postizanja oslonca je negativno povezan i sa funkcionalnim rezultatima nakon 12 meseci ( $\rho=-0,321$ ,  $p=0,023$ ) što znači da su lošiji funkcionalni rezultati bili kod ispitanika koji su kasnije ostvarili pun oslonac. Ako je stanje kože oko igala bilo dobro (bez infekcija) utvrđen je bolji funkcionalni status nakon 12 meseci ( $\rho=0,302$ ,  $p=0,033$ ). Ako je razlika u dužini ekstremiteta bila manja odmah nakon operacije utvrđeni su bolji funkcionalni rezultati nakon 12 meseci i nakon 18 meseci. Osobe kod kojih je došlo do loma igala i koje nisu nosile igle imale su lošije koštane rezultate na kontrola nakon 18 meseci ( $F(2:49)=5,277$ ,  $p=0,009$ ). Pri proceni funkcionalnog statusa u sva tri vremenska intervala među ispitanicima uključenim u našu studiju došlo je do spajanja grupe Ilizarov i konverzija.

Evaluacija funkcionalnog statusa na prvom intervalu procene 6 meseci nakon operacije pokazuje sledeće rezultate. U kategoriji odličan nismo imali ni jednog ispitanika. Dobar funkcionalni status imao je jedan ispitanik (2%) u grupi *ilizarov+konverzija*, a ni jedan iz grupe fiksator. U grupe fiksator nije bilo ispitanika sa zadovoljavajućim funkcionalnim statusom dok su tri ispitanika (6%) u grupi *ilizarov+konverzija* imali zadovoljavajući funkcionalni status. Umeren funkcionalni status zabeležilo je 28 (27,18%) ispitanika. Iz grupe fiksator njih 10 (18,86%) dok je u grupi *ilizarov+konverzija* bilo 18 (36%) ispitanika. Najviše ispitanika iz obe grupe imali su loš funkcionalni status, 43 (81,13%) u grupe fiksator a 28 (56%) u grupi *ilizarov+konverzija*.

Evaluacija funkcionalnog statusa na drugom merenju 12 meseci nakon operacije ima sledeće karakteristike: odličan funkcionalni status nije zabeležen među ispitanicima uključenim u našu studiju. Sedam ispitanika imali su dobar funkcionalni status i to 6 (12%) ispitanika u grupi *ilizarov+konverzija*, i jedan (1,8%) u grupe fiksator. Zadovoljavajući funkcionalni status u grupi *ilizarov+konverzija* imalo je 18 ispitanika (36%), a u grupe fiksator 6 ispitanika (11,3%). Funkcionalno umeren status zabeležilo je 20 (40%) ispitanika u grupi *ilizarov+konverzija* grupa fiksator beleži 8 (15,09%) ispitanika. Najveći broj ispitanika nalazi se u kategoriji loš funkcionalni status njih 44 (42,71%). U grupi *ilizarov+konverzija* nalazi se njih šestoro (12%) a preostali broj ispitanika je u grupe fiksator 38 (71,69%).

Poslednja evaluacija funkcionalnog statusa ispitanika realizovana je 18 meseci nakon operacije. Rezultati prikazani po kategorijama skoring sistema po Karlstrom – Olerudu, ukazuju da nismo imali ispitanika sa odličnim statusom. Jedanaest ispitanika beleži kategoriju dobar. Grupa *ilizarov+konverzija* imala je 10 (20%) ispitanika sa dobrim funkcionalnim statusom, a grupe fiksator jednog (1,8%) ispitanika. Najveći broj ispitanika 22 (44%) iz grupe *ilizarov+konverzija* imalo je zadovoljavajući funkcionalni status, dok je u grupe fiksator bilo 9 (16,9%) ispitanika. Gotovo podjednak broj ispitanika našao se u kategoriji umeren funkcionalni status grupa *ilizarov+konverzija* 14 (28%) grupe fiksator 13 ispitanika (24,5%). Najveći broj ispitanika iz grupe fiksator beleži loš funkcionalni status 30 (56,6%) ispitanika, dok ih je u grupe *ilizarov+fiksator* 4 (8%).

Ranija istraživanja je pokazala su dobre kliničke rezultate nakon preloma platoa tibije uprkos neanatomskoj redukciji. Weigel i Marsh<sup>(371)</sup> su demonstrirali dobru funkciju kolena, na osnovu Iowa Knee<sup>(372)</sup> i SF-36<sup>(373)</sup> skora, na minimalno pet godina praćenja ishoda terapije visoko energetskih preloma platoa tibije sa spolnjom fiksacijom čak i pri prisustvu prosečne rezidualne nepodudarnosti zglobne površine do 3.3 mm. Otkrili su da je zglobna nepodudarnost bila slabo udružena sa radiografskim dokazom artroze ( $r=0.52$ ,  $p=0.011$ ) ali nije bila udružena sa funkcionalnim merama. Skorašnje serije slučajeva od strane Manidakisa i saradnika<sup>(374)</sup> takođe su demonstrirale dobre kliničke rezultate uprkos rezidualnoj nepodudarnosti zglobne površine na tibijalnom platou. Autori su primetili da samo 71 (56.8%) od 125 pacijenata ima dobru redukciju (2

mm) u vreme praćenja; međutim 86 (69%) pacijenata imalo je dobar klinički rezultat prema Knee Society Skoru<sup>(375)</sup> prosečno oko dvadesetog meseca postoperativno. U 5 do 27 godina praćenja pacijenata sa prelomom platoa tibije, Rademakers i saradnici<sup>(349)</sup> nisu našli značajnu razliku između preloma sa 2 mm rezidualnog odstupanja (101 ispitanik) i onih sa 2-4 mm rezidualnog odstupanja (8 ispitanika) u odnosu na prevalencu posttraumatskog artritisa ( $p = 0.43$ ). U retrospektivnoj studiji, Barei i saradnika<sup>(347)</sup> istražuju se determinante ishoda kod pacijenata sa teškim bikondilarnim prelomima tibijalnog platoa. Ispitanici sa AO/OTA tipom 41-C3 bikondilarnog preloma tibijalnog platoa su lečeni sa medijalnom i lateralnom fiksacijom pločama. Studija je pokazala da dobar kvalitet redukcije i manje teški prelomi tipa (2 mm nepodudarnosti) koreliraju sa boljim funkcionalnim ishodom (( $p = 0.029$  i  $p = 0.001$ , retrospektivno)).

## 6. ZAKLJUČCI

1. Koštani i funkcionalni rezultati najbolji su u grupi ispitanika sa prelomima gornjeg i donjeg okrajka potkolenice lečenih aparatom po Ilizarovu.
2. Vreme postizanja ranog, punog oslonca na operisani ekstremitet i najbrže srastanje zabeleženo je u grupi ispitanika lečenih metodom po Ilizarovu.
3. Upotreba tibiofemoralnog rama kao i osteoplastike u lečenju preloma gornjeg okrajka potkolenice poboljšava njeno srastanje.
4. Bolja koštana sanacija postoji kod ispitanika sa valgus deformitetom potkolenice nego sa varus deformitetom, a zaostali deformitet potkolenice u smeru rekurvatum/antekurvatum daje loše rezultate lečenja bez obzira na primjenjenu operativnu metodu.
5. Lom igala aparata značajno umanjuje rezultate lečenja i proksimalnih i distalnih unutarzglobnih višekomadnih preloma potkolenice.
6. Postoperativni inegalitet ekstremiteta umanjuje rezultate lečenja preloma i proksimalnih i distalnih višekomadnih unutarzglobnih preloma tretiranih bilo kojom ovde opisanom operativnom metodom.
7. Osteotomija distalne fibule poboljšava srastanje unutarzglobnih višekomadnih preloma pilona tibije.
8. Upotreba potkovice stopala (tibiokalkanearni ram), ne poboljšava funkcionalne rezultate lečenja preloma pilona tibije.
9. Nesrastanje i pseudoartroza su najčešći uzrok konverzije tj. prelaska lečenja sa spoljnog unilateralnog rigidnog fiksatora na aparat po Ilizarovu kod višekomadnih unutarzglobnih preloma gornjeg i donjeg okrajka potkolenice.
10. Pojava infekcije značajno smanjuje rezultate lečenja i distalnih i proksimalnih preloma potkolenice bilo kojom ovde prikazanom operativnom metodom. Ona je značajno češća kod grupe ispitanika tretiranih spoljnim unilateralnim rigidnim fiksatorom.

## 7. LITERATURA

1. Peltier LF. An abridget report of external fixation-Hippocrates. Clin Orthop. 1989;24:3-4.
2. Mitković M. Spoljna fiksacija u traumatologiji. Niš: Prosveta; 1992.
3. Vidal J. External fixation: yesterday, today, and tomorrow. Clin Orthop Relat Res. 1983 Nov;(180):7-14.
4. Volkov MV. Treatment of joints and bones damages by author devices. In: Volkov MV, Oganesyan OV, editors. Tashkent; 1978. p. 203.
5. Connes A. Hoffmans external anchorage: Techniques, Indications and Results. Paris: Gead; 1977.
6. Cumming WJ. External fixation techniques. J Bone Joint Surg. 1981;61-B:43.
7. Briggs BT, Chao EY. The mechanical performance of the standard Hoffman-Vidal external fixation apparatus. J Bone Joint Surg. 1982 Apr;64(4):566-73.
8. Kalstrom G, Olerud S. Percutaneous pin fixation of open tibial fractures. Double-frame anchorage using the Vidal-Adrey method. J Bone Joint Surg Am. 1975 Oct;57(7):915-24.
9. Burny F. Traitment par osteotaxis des fractures diaphysaires du tibia. Acta Ortop Belg. 1972;38:270-301.
10. Burny F, Bourgois R, Donkerwolcke M, Moullart F. Utilisation clinique de jauge de contrainte-situation actuelle et perspectives d'avenir. Acta Orthop Belg. 1978;44:895-920.
11. Burny F. The biomechanics of external fixation. In: Brooker AF, Edvards CC, editors. External fixation. The Current State of the Art. Baltimore: Williams&Wilkins; 1979.
12. Burny F. Elastic external fixation of tibial fractures. In: Brooker AF, Edvards CC, editors. External fixation. The Current State of the Art. Baltimore: Williams&Wilkins; 1979.
13. Burny F. The pins as a percutaneos implant: general and related studies. Orthopaedics. 1984 Apr 1;7(4):610-5.
14. Cornelissen M, Burny F, Van der Perre G, Donkerwolcke M. Standardized method to measure the fixation quality of a pin: theoretical derivation and preliminary results. Orthopedics. 1984 Apr 1;7(4):623-6.
15. Burny F. Complication in the use of osteotaxis. Acta Ortop Belg. 1975 Jan-Feb;41(1):103-9.
16. Burny F, Donkerwolcke M, Saric O. Elastic external fixation of tibial fractures: Influence of associated internal fixation. In: Uhthoff HK, editor. Current concepts of external fixation of fractures. Berlin: Springer; 1982.

17. Burny F, Bourgois R. Biomechanical study of the Hoffman external fixation device. *Acta Orthop Belg.* 1972 May-Jun;38(3):265-79.
18. Jorgensen TE. Measurements of stability of crural fractures treated with Hoffmann osteotaxis. 4. The complicated, terminal phase of healing of crural fractures. *Acta Orthop Scand.* 1972;43(4):280-91.
19. Jorgensen TE. The effect of electrical current of the healing times of crural fractures. *Acta Orthop Scand.* 1972;43(5):421-37.
20. Jorgensen TE. Original technique for noninvasive electric stimulation designed for the Hoffmann fixator. *Orthopaedics.* 1984 Mar;7(3):423-7.
21. Jorgensen TE. Electrical stimulation in external fixation and functional bracing. London: Orthotex; 1989.
22. Tanner KE. The in vivo measurement of fracture movement, in biomechanical measurement in orthopaedic practice. Oxford: University Press; 1985.
23. Cleas L, Wilke JH, Kempfer F. Interfragmentary strain and bone healing-anexperimental study. Proceedings of the International Society for Fracture Repair; 1987 Aug; Helsinki, Finland; 1987. p. 64.
24. Charnley JC. Positive pressure in arthrodesis of the knee joint. *J Bone Joint Surg.* 1948 Aug;30(3):478-86.
25. Charnley J, Lowe HG. A study of the end-results of compression arthrodesis of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* Nov;40-B(4):633-5.
26. Danis R. Theorie et pratique de l'osteosynthese. Paris: Masson&Cie; 1949.
27. Freidenberg ZB, French G. The effects of known compression forces on fracture healing. *Surg Gynecol Obstet.* 1952 Jun;94(6):743-8.
28. Popova LA. G/A/Illizarov method evolution in traumatology and orthopaedics. In: Popova LA, editor. *Orthoped genius.* 2006. p. 10-9.
29. Ilizarov GA. Clinical possibilities of transosteous osteosynthesis method (basic practical directions). In: Ilizarov GA, Popova LA, Shevzov VI, editors. Russian Federation Health Care; 1986. p. 5-10.
30. Ilizarov GA. Clinical and theoretical aspects of compression and distraction osteosynthesis. In: Ilizarov GA, editor. In: *Theoretical and practical aspects of transosteous compression and distraction osteosynthesis.* Kurgan: Kurgan Publishers; 1976. p. 14-25.
31. Wagner H. Surgical lengthening or shortening of femur and tibia. Technique and indications. In: Wagner H, editor. *Progress in Orthopaedic Surgery.* 1977. p. 71-94.
32. Gudushauri ON. Device for reposition and fixation of long tubular bones in fractures and bones lengthening. In: Gudushauri ON, editor. *Orthopedics, traumatology and prosthetics.* 1958. p. 53-6.

33. Volkov MV. Treatment of joints and bones damages by author devices. Tashkent: Medicine; 1978. p. 203.
34. Ryabzev SL. Lower extremities lengthening in adults with simultaneous restoration of adjacent joints function by Volkov-Oganesyan devices. In: Ryabzev SL, editor. Form and function restoration in damaged joints by Volkov-Oganesyan devices: CYTO Works Collection. 1982. p. 100-2.
35. De Bastiani G, Apley AG, Goldberg AJ. Orthofix external fixation in trauma and orthopaedics. London: Springer; 2000.
36. Ланджев Б. Лечение псевдоартрозов и переломов длинных трубчатых костей компрессионным методом. Ортопед травматол и протезир. 1965;2.
37. Остапчук АД. Компрессионный артродез тазобедренного сустава . Ортопед травматол. 1964;1.
38. Petrokov V. Kompresivna osteosinteza. Acta Chir Iugosl. 1956;3(1):48-57.
39. Крупко ИЛ. Новое в старом о лечении перелома. Ортопед травматол. 1962;10:10-7.
40. Müller ME. Die kompressionosteosynthese unter besonderer bereichsichtigung. Helv Chir Acta. 1955;22:474-84.
41. Müller KH, Witzel U. Die Bruckenplatte zur osteosynthese bei ossären schaftdefektendes femur also eine konsequenz nach fehlschlägen plattenosteosynthesen. Unfallheilkunde. 1984;87:1-10.
42. Hamada G. Intermittent compression arthrodesis of the knee. J Bone Joint Surg. 1955;37(1):95-8.
43. Илизаров ГА. Чрескостный компрессионный остеосинтез аппаратом автора [диссертацию]; 1968.
44. Стажеев ИА. Приживление трансплантатов при компрессионном артродезеколеного сустава. Свердловск; 1965.
45. Стецуга ВИ. Теоретические основы остеосинтеза в свете изучения первичногозаживления костных ран. Вопросы восстан хирургии травм иортопедии. Свердловск; 1964.
46. Строков ВИ, Никитенко ВИ, Чевычалова АМ. Компрессионно-дистракционный остеосинтез при ложных суставах и дефектах костей; 1988 Сентября 22-24; Одесса, Украине.
47. Илизаров ГА. Лечение ложных суставов и дефектов длинных трубчатых костей воздействием напряжения давления аппаратом автора для чрескостного остеосинтеза. Чрескост, остеосинтез в ортопедии и травматологии: Напряжение растяжения и его роль в генезе тканей при лечении переломов длинных трубчатых костей и их последствий. (Сб. науч. трудов). Курган; 1984.

48. Илизаров ГА. Некоторые вопросы теории и практики компрессионного идиостракционного остеосинтеза. Чрескост, компрес.и дистракц. остеосинтез в травматологии и ортопедии (Сб. научных работ.). Курган; 1972.
49. Ржавина ВП. Исходы компрессионного артродеза коленного сустава. Межобл.научно-практ.конф. Свердловск: СНИИТО; 1961.
50. Стецулa ВИ. Репаративная регенерация длинных трубчатых костей при компрессионном остеосинтезе. Свердловск: СНИИТО; 1965.
51. Гудушаури ОН. Внеочаговый компрессионный остеосинтез при несросшихся переломах и ложных суставах. 1965.
52. Behrens F, Johnson W. Unilateral external fixation. Methods increase and reduce framestiffnes.Clin Orthop Relat Res. 1989 Apr;(241):48-56.
53. Chao EY, Kasman RA, An KN. Rigidity and stress analyses of external fracture fixation devices-a theoretical approach. J Biomech. 1982;15(12):971-83.
54. Opavski P. Osnovi biomehanike. Beograd: Naučna knjiga; 1976.
55. Шумада ИВ, Стецулa ВИ, Гонгальский ВИ. Остеосинтез костными гомо-игнитерофиксаторами при переломах. Киев: Здоров'я; 1975.
56. Pauels F. Biomechanics of the locomotor apparatus: contributions on the functional anatomy of the locomotor apparatus. Berlin: Springer; 1980.
57. Macnab I, De Hass WG. The role of the periosteal blood supply in the healing of fractures of the tibia. Clin Orthop Relat Res. 1974 Nov-Dec;(105):27-33.
58. Chao EYS, Hannu TA. Biomechanics and biology of external fixation. In: Coombs R, Green S, Sarmiento A, editors. External fixation and functional bracing. London: Orthotext. 1989. p. 67-8.
59. Chao EYS, Aro HT, Lewallen DG, Kelly PJ. The effect of rigidity on fracture healing in external fixation. Clin Orthop Relat Res. 1989;241:24-35.
60. Williams EA, Rand JA, An KN, Chao EYS, Kelly PJ. The early healing of tibial osteotomies stabilised by one-plane or two-plane external fixation. J Bone Joint Surg Am. 1987;69(3):355-65.
61. Behrens F, Comfort TH, Searls K, Denis F, Young JT. Unilateral external fixation for severe open tibial fractures. Preliminary report of a prospective study. Clin Orthop Relat Res. 1983 Sep;(178):111-20.
62. Behrens F. A primer of fixator devices and configurations. Clin Orthop Relat Res. 1989 Apr;(241):5-14.
63. Velazco A, Fleming LL. Open fractures of the tibia treated by the Hoffmann external fixator. Clin Orthop Relat Res. 1983 Nov;(180):125-32.

64. Calhoun JH, Li F, Ledbetter BR, Gill CA. Biomechanics of the Ilizarov fixator for fracture fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1992 Jul;(280):15-22.
65. Calhoun JH, Li F, Bauford WL, Lehman T, Ledbetter BR, Lowery R. Rigidity of half-pins for the Ilizarov external fixator. *Bull Hosp Jt Dis.* 1992 Summer;52(1):21-6.
66. Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *J Bone Joint Surg Am.* 1984 Mar;66(3):397-402.
67. Yamagishi M, Yosshimura Y. The biomechanics of fracture healing. *J Bone Joint Surg Am.* 1955 Oct;37-A(5):1035-68.
68. Hart MB, Wu JJ, Chao EY, Kelly PJ. External skeletal fixation of canine tibial osteotomies. Compression compared with no compression. *J Bone Joint Surg Am.* 1985 Apr;67(4):598-605.
69. Fischer DA. Skeletal stabilization with a multiplane external fixation device. Designrationale and preliminary clinical experience. *Clin Orthop Relat Res.* 1983 Nov;(180):50-62.
70. Fleming B, Paley D, Kristiansen T, Pope MA. Biomechanical analysis of the Ilizarov external fixator. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Apr;(241):95-105.
71. Kenwright J, Richardson JB, Goodship AE, Evans M, Kelly DJ, Spriggins AJ, et al. Effect of controlled axial micromovement on healing of tibial fractures. *Lancet.* 1986 Nov 22;2(8517):1185-7.
72. Foxworthy M, Pringle RM. Dynamization timing and its effect on bone healing whenusing the Orthofix Dynamic Axial Fixator. *Injury.* 1995 Mar;26(2):117-9.
73. Richardson JB, Cunningham JL, Goodship AE, O'Connor BT, KenwrightJ. Measuring stiffness can define healing of tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1994 May;76(3):389-94.
74. Aro H, Kelly PJ, Lewallen DG, Chao EYS. Comparison of the effects of dynamization and constant rigid fixation on rate and quality of bone osteotomy union in external fixation. Transactions of the 34th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society; 1988 Feb 1-4; Atlanta, USA; 1988. p. 303.
75. Christensen NO. Küntscher intramedullary reaming and nail fixation for non-union of fracture of the femur and the tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 1973 May;55(2):312-8.
76. Lewallen DG, Chao EY, Kasman RA, Kelly PJ. Comparison of the effects of compression plates and external fixators on early bone-healing. *J Bone Joint Surg Am.* 1984 Sep;66(7):1084-91.
77. Mitković M, Cvetanović S, Kozomara D. Results in the clinical use of the M9 external fixation system. *Acta Chir Jugosl.* 1989;36 Suppl 1:387-9.

78. Илизаров ГА. Основные принципы чрескостного компрессионного идистракционного остеосинтеза. Ортопед травматол. 1971;11:7-15.
79. Merloz P, Maurel N, Marchard D, Lavaste F, Barnole J, Faure C, et al. Three-dimensional rigidity of the Ilizarov external fixator (original and modified) implanted at the femur. Experimental study and clinical deductions. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1991;77(2):65-76.
80. McCoy, MT, Chao EY, Kasman RA. Comparison of mechanical performance in four types of external fixators. Clin Orthop Relat Res. 1983 Nov;(180):23-33.
81. Johnson WD, Fischer DA. Skeletal stabilization with a multiplane external fixation device. Biomechanical evaluation and finite element model. Clin Orthop Relat Res. 1983 Nov;(180):34-43.
82. Aro HT, Hein TJ, Chao EY. Mechanical performance of pin clamps in external fixators. Clin Orthop Relat Res. 1989 Nov;(248):246-53.
83. Kempson GE, Campbell D. The comparative stiffness of external fixation frames. Injury. 1981 Jan;12(4):297-304.
84. Terjesen T, Benum P. In vitro effects of external fixation on intact and osteotomized tibiae. A biomechanical study. Acta Orthop Scand. 1983 Apr;54(2):212-9.
85. Wu JJ, Shyr HS, Chao EY, Kelly PJ. Comparison of osteotomy healing under external fixation devices with different stiffness characteristics. J Bone Joint Surg Am. 1984 Oct;66(8):1258-64.
86. Mérida-Velasco JA, Sánchez-Montesinos I, Espín-Ferra J, Rodríguez-Vázquez JF, Mérida-Velasco JR, Jiménez-Collado J. Development of the human knee joint. Anat Rec. 1997;248(2):269-78.
87. Savić D. Transplantacija ukrštenih ligamenata kolena u eksperimentalnim uslovima [dissertation]. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet; 1999.
88. Hamill J, Knutzen K. Biomechanical basis of human movement. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams&Wilkins; 2009.
89. Dutton M. Orthopaedic examination evaluation and intervention. 3rd ed. New York: Mc Graw Hill; 2012.
90. Inman TV. Joints of the Ankle. Baltimore: Lippincott Williams&Wilkins; 1976.
91. Baxter DE, Porter DA, Schon L. Baxter's the foot and ankle in sport. Philadelphia: Mosby/Elsevier; 2008.
92. Brookes MJ, Revell JW. Blood supply of bone. Scientific aspects. London: Springer; 2012.
93. Barclay AE. Micro arteriography. Oxford: Blackwell Scient; 1951.

94. De Marneffe R. Morphological and experimental research on vascularization of bone. *Acta Chir Belg.* 1951;50(7):469-88.
95. De Marneffe R. Morphological and experimental research on vascularization of bone. *Acta Chir Belg.* 1951;50(8):568-99.
96. De Marneffe R. Morphological and experimental research on vascularization of bone. *Acta Chir Belg.* 1951;50(9):681-704.
97. Bošković M. Anatomija čoveka. Beograd: Medicinska knjiga; 1985.
98. Radojević S. Anatomija. Beograd: Naučna knjiga; 1982.
99. Williams LP, Warwick R, Dyson M, Bannister HL. Gray's anatomy. 37th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1989.
100. Илизаров ГА, Мархамов АМ. Кровоснабжение позвоночника и влияние на его форму, изменения трофики и нагрузки. Челябинск; 1981.
101. Nomina anatomica, 6th ed. Autorised by th 12th International Congress of Anatomist in London, 1985. Edinburg: Churcill Livingstone; 1989.
102. Rhinelander FW. Tibial blood supply in relation to fracture healing. *Clin Orthop Relat Res.* 1974 Nov-Dec;(105):34-81.
103. Trueta J, Caladias AX. A study of the blood supply of the long bones. *Surg Gynecol Obstet.* 1964 Mar;118:485-98.
104. Trueta J. Blood supply and the rate of healing. *Clin Orthop Relat Res.* 1974 Nov-Dec;(105):11-26.
105. Naziri W, Cheadle WG, Livingston DH, Rodriguez JL, Starko KM, Polk HC Jr. The contribution of open extremity fractures to infection in multiply injured patients. *Injury.* 1994 Apr;25(3):181-3.
106. Арапов НА. Рентгено-морфологическая оценка состояния кровоснабжения в костях и костной мозоли при некоторых методах остеосинтеза [диссертацион]. Рязань; 1974.
107. Бачу ИС. Функциональная внутрикостная микроциркуляция. Кишинев; 1984. p. 168.
108. Simpson AH. The blood supply of the periosteum. *J Anat.* 1985 Jun;140(Pt 4):697-704.
109. Menck J, Bertram C, Lierse W. Sectorial angioarchitecture of the human tibia. *Acta Anat (Basel).* 1992;143(1):67-73.
110. Mysorekar VR. Diaphysial nutrient foramina in human long bones. *J Anat.* 1967 Sep;101(Pt 4):813-22.
111. Janković Ž, Popović S. Anatomija domaćih životinja-osteologija i miologija. Beograd: Naučna knjiga; 1988.

112. Popesko P. Anatomski atlas domaćih životinja. Zagreb: Jugoslavenska medicinska naklada; 1980.
113. Morgan JD. Blood supply of growing rabbit's tibia. J Bone Joint Surg Br. 1959 Feb;41-B(1):185-203.
114. Оноприенко ГА. Ваккуляризация зоны диафизарного перелома при первичном заживлении [диссертатион]. Москва; 1968.
115. Kiaer T. Bone perfusion and oxygenation. Animal experiments and clinical observations. Acta Orthop Scand Suppl. 1994 Apr;257:1-41.
116. Cuthbertson EM, Siris E, Gilfillan RS. The femoral diaphyseal medullary venous system as a venous collateral channel in the dog. J Bone Joint Surg Am. 1965 Jul;47:965-74.
117. Lopez-Curto JA, Bassingthwaigte JB, Kelly PJ. Anatomy of the microvasculature of the tibial diaphysis of the adult dog. J Bone Joint Surg Am. 1980 Dec;62(8):1362-9.
118. Гончар-Заикина НГ. Закономерности микроциркуляторного русла некоторых костей скелета человека [диссертатион]. Москва; 1977.
119. Barron SE, Robb RA, Taylor WF, Kelly PJ. The effect of fixation with intramedullary rods and plates on fracture-site blood flow and bone remodeling in dogs. J Bone Joint Surg Am. 1977 Apr;59(3):376-85.
120. Gustilo RB, Nelson GE. The effect of intramedullary nailing on the blood supply of diaphysis of long bones in mature dogs. J Bone Joint Surg. 1964;46-A:1362-3.
121. Karlstrom G, Olerud S. Secondary internal fixation. Experimental studies on revascularization and healing in osteotomized rabbit tibias. Acta Orthop Scand Suppl. 1979;175:3-39.
122. Mc Kibbin B. The biology of fracture healing in long bones. J Bone Joint Surg Br. 1978 May;60-B(2):150-62.
123. Rhinelander FW, Baragry R. Microangiography in bone healing. I. Undisplaced closed fractures. J Bone Joint Surg Am. 1962 Oct;44-A:1273-98.
124. Segal P, Jacob M. The Knee. Chicago: Year Book Medical; 1973.
125. Helfet AJ. Disorders of the knee. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Company; 1974.
126. Muller W. The knee-form, function and ligament reconstruction. Berlin: Springer-Verlag; 1983.
127. Caillet R. Knee pain and disability. 6th ed. Philadelphia: FA Davis company; 1976.
128. Ogata S, Uhthoff HK. The development of synovial plicae in human knee joint: an embryologic study. Arthroscopy. 1990;6(4):315-21.

129. Ruszkowski I, Pećina M. Biomehanika u gonologiji. In: Pećina M, editor. Koljeno. Zagreb: Jumena; 1982. p. 13-7.
130. Burstein AH. Biomechanics of the knee. In: Insall JN, editor. Surgery of the knee. New York: Churcill Livingstone; 1984. p. 21-39.
131. Vukićević S, Pećina M, Vukićević D. Biomehanika koljenskog zglobova. In: Pećina M, editor. Koljeno. Zagreb: Jumena; 1982. p. 17-45.
132. Huiskes R, Blankevoort L. Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament: a three-dimensionl problem. In: Jakob RP, Staubli H, editors. The knee and the cruciate ligaments. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 92-109.
133. Vukadinović S. Eksperimentalna istraživanja kvaliteta tetiva, ligamenata, fascija i meniskusa u rekonstrukciji ukrštenih ligamenata kolena u psa [dissertation]. Novi Sad: Univezitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet; 1984.
134. Milankov M, Savić D, Stanković M, Kecanjević V, Zabunov S, Ninković S, editors. Artroskopski asistirana ligamentoplastika prednjeg ukrštenog ligamenta (LCA) kolena. XIII Kongres reumatologa Jugoslavije; 2002 Sep 10-14; Vrdnik; 2002. p. 139.
135. Norwood LA, Cross MJ. Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotataory instabilities. Am J Sports Med. 1979 Jan-Feb;7(1):23-6.
136. Bray RC, Fischer AW, Frank CB. Fine vascular anatomy of adult rabbit knee ligaments. J Anat. 1990 Oct;172:69-79.
137. Van Limborgh J, Kwakije LB, Boersma W. Proceedings: The venous drainage of the cruciate ligaments. Acta Morph Neerl Scand. 1975 Dec;13(4):313.
138. Hackebruch W. Significance of anatomy and biomechanics. In: Jakob RP, Staubli H, editors. The knee and the cruciate ligaments. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 110-9.
139. Merida JA, Sanchez I, Espin Ferra J, Merida JR, Vascquez JF, Jimenez J. Development of the human knee joint ligaments. Anat Rec. 1997 Jun;248(2):259-68.
140. Hunziker EB, Staubli HU, Jakob RP. Surgical anatomy of the knee joint. In: Jakob RP, Staubli HU, editors. The knee and the crutiate ligaments. Berlin: Springer Verlag; 1992. p. 31-47.
141. Collins JJ, O' Conor JJ. Muscle-ligament interactions at the knee during walking. Proc Inst Mech Eng H. 1991;205(1):11-8.
142. Takai S, Woo SL, Livesay GA, Adams DJ, Fu FH. Determination of the in situ loads on the human anterior cruciate ligament. J Orthop Res. 1993 Sep;11(5):686-95.
143. Murakami Y, Ochi M, Ikuta Y, Higashi Y. Permeation from the synovial fluid as nutritional pathway for the anterior cruciate ligament in rabbits. Acta Physiol Scand. 1996 Oct;158(2):181-7.

144. Mommesteeg TJ, Blankevoort L, Huiskes R, Kooloogs JG, Kauer JM. Characterization of the mechanical behavior of human knee ligaments:a numerical-experimental approach. *J Biomech.* 1996 Feb;29(2):151-60.
145. Kubotera D. Studies of the mechanical properties of the knee ligament. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi.* 1987 Apr;61(4):347-59.
146. McLeod WD, Hunter S. Biomechanical analysis of the knee: primary functions of elucidated by anatomy. *Phys Ther.* 1980 Dec;60(12):1561-4.
147. Krauspe R, Schmidt M, Schaible HG. Sensory innervation of the anterior cruciate ligament. An electrophysiological study of the response properties of single identified mechanoreceptors in the cat. *J Bone Joint Surg Am.* 1992 Mar;74(3):390-7.
148. Muller W. Das knie. Berlin: Springer-Verlag; 1982.
149. Menschik A. Mechanic des kniegelenks. Wien: Sailer; 1974.
150. Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissue. *Am J Anat.* 1988 May;182(1):16-32.
151. McPoil TG, Knecht HG. Biomechanics of the foot in walking: a function approach. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;7(2):69-72.
152. Hamilton JJ, Ziemer LK. Functional anatomy of the human ankle and foot. In: Kiene RH, Johnson KA, editors. *Proceedings of the AAOS Symposium on the foot and ankle;* 1981. St. Louis: Mosby; 1981. p. 1-14.
153. Kapandji IA. *The Physiology of the joints.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 1970.
154. Stormont DM, Morrey BF, An KN, Cass JR. Stability of the loaded ankle. Relation between articular restraint and primary and secondary static restraints. *Am J Sports Med.* 1985 Sep-Oct;13(5):295-30.
155. Czerniecki JM. Foot and ankle biomechanics in walking and running. A review. *Am J Phys Med Rehabil.* 1988 Dec;67(6):246-52.
156. Scott SH, Winter DA. Talocrural and talocalcaneal joint kinematics and kinetics during the stance phase of walking. *J Biomech.* 1991;24(8):734-52.
157. McPoil T, Brocato RS. The foot and ankle: biomechanical evaluation and treatment. In: Gould JA, Davies GJ, editors. *Orthopaedic and sports physical therapy.* St. Louis: Mosby. 1985. p. 313-41.
158. Stephens MM, Sammarco GJ. The stabilizing role of the lateral ligament complex around the ankle and subtalar joints. *Foot Ankle.* 1992 Mar-Apr;13(3):130-6.
159. Manter JT. Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. *Anat Rec.* 1941 Aug;80(4):397-410.
160. Isman RE, Inman VT. Anthropometric studies of the human foot and ankle. *Bull Prosthet Res.* 1969 Spring;4:97-129.

161. Hicks JH. Mechanics of the foot. *J Anat.* 1953;87:345-57.
162. Close JR, Inman VT, Poor PM, Todd FN. The function of the subtalar joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1967 Jan-Feb;50:159-79.
163. Oatis CA. Biomechanics of the foot and ankle under static conditions. *Phys Ther.* 1988 Dec;68(12):1815-21.
164. Inman VT. The Joints of the ankle. Baltimore: Williams&Wilkins; 1991.
165. Root M, Orien W, Weed J. Clinical biomechanics. Normal and abnormal function of the foot. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation; 1977.
166. Subotnick SI. Biomechanics of the subtalar and midtarsal joints. *J Am Podiatry Assoc.* 1975 Aug;65(8):756-64.
167. Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP. Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. *J Orthop Trauma.* 1987;1(2):97-119.
168. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury.* 2006 Aug;37(8):691-7.
169. Egol KA, Koval KJ, Zuckerman JD. Handbook of fractures. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins; 2010.
170. Cotton FB. Fender fracture of the tibia at the knee. *N Engl J Med.* 1929;201:989.
171. Honkonen SE, Jarvinen MJ. Classification of fractures of the tibial condyles. *J Bone Joint Surg Br.* 1992 Nov;74(6):840-7.
172. Honkonen SE. Indications for surgical treatment of tibial condyle fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(302):199-205.
173. Burri C, Bartzke G, Coldewey J, Muggler E. Fractures of the tibial plateau. *Clin Orthop Relat Res.* 1979 Jan-Feb;138:84-93.
174. Segal D, Mallik AR, Wetzler MJ, Franchi AV, Whitelaw GP. Early weight bearing of lateral tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 Sep;(294):232-7.
175. Schulak DJ, Gunn DR. Fractures of the tibial plateaus. *Clin Orthop Relat Res.* 1975 Jun;109:166-77.
176. Blokker CP, Rorabeck CH, Bourne RB. Tibial plateau fractures. An analysis of the results of treatment in 60 patients. *Clin Orthop Relat Res.* 1984 Jan-Feb;182:193-9.
177. Koval KJ, Helfet DL. Tibial plateau fractures: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 1995 Mar;3(2):86-94.
178. Roberts JM. Fractures of the condyles of the tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1968 Dec;50(8):1505-21.

179. Schatzker J, McBroom R, Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res.* 1979 Jan-Feb;(138):94-104.
180. Keogh P, Kelly C, Cashman WF, McGuinness AJ, O'Rourke SK. Percutaneous screw fixation of tibial plateau fractures. *Injury.* 1992;23(6):387-9.
181. Guanche CA, Markman AW. Arthroscopic management of tibial plateau fractures. *Arthroscopy.* 1993;9(4):467-71.
182. O'Dwyer KJ, Bobic VR. Arthroscopic management of tibial plateau fractures. *Injury.* 1992;23(4):261-4.
183. Lansinger O, Bergman B, Korner L, Andersson GB. Tibial condylar fractures. A twenty-year follow up. *J Bone Joint Surg Am.* 1986 Jan;68(1):13-9.
184. Rasmussen PS. Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1973 Oct;55(7):1331-50.
185. Biyani A, Reddy NS, Chaudhury J, Simison AJ, Klenerman L. The results of surgical management of displaced tibial plateau fractures in the elderly. *Injury.* 1995 Jun;26(5):291-7.
186. Keating JF. Tibial plateau fractures in the older patient. *Bull Hosp Jt Dis.* 1999;58(1):19-23.
187. Krober MW, Lane N, Lotz JC, Thomsen M. Effects of early estrogen replacement therapy on bone stability of ovariectomized rats. A biomechanical and radiologic study of the tibial plateau. *Orthopade.* 2000 Dec;29(12):1082-7.
188. Kennedy JC, Bailey WH. Experimental tibial plateau fractures. Studies of the mechanism and classification. *J Bone Joint Surg Am.* 1968 Dec;50(8):1522-34.
189. Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, Allison MA, Creager MA, Diehm C, et al. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2012 Dec;126(24):2890-909.
190. Honkonen SE. Fractures of the tibial plateau. *Ann Chir Gynaecol.* 1998;87(1):67-8.
191. Delamarter RB, Hohl M, Hopp E Jr. Ligament injuries associated with tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(250):226-33.
192. Benirschke SK, Agnew SG, Mayo KA, Santoro VM, Henley MB. Immediate internal fixation of open, complex tibial plateau fractures: treatment by a standard protocol. *J Orthop Trauma.* 1992;6(1):78-86.
193. Bennett WF, Browner B. Tibial plateau fractures: a study of associated soft tissue injuries. *J Orthop Trauma.* 1994;8(3):183-8.
194. Colletti P, Greenberg H, Terk MR. MR findings in patients with acute tibial plateau fractures. *Comput Med Imaging Graph.* 1996;20(5):389-94.

195. Holt MD, Williams LA, Dent CM. MRI in the management of tibial plateau fractures. *Injury*. 1995;26(9):595-9.
196. Perry CR. Fractures of the tibial plateau. *Instr Course Lect*. 1994;43:119-26.
197. Shepherd L, Abdollahi K, Lee J, Vangsness CT Jr. The prevalence of soft tissue injuries in nonoperative tibial plateau fractures as determined by magnetic resonance imaging. *J Orthop Trauma*. 2002 Oct;16(9):628-31.
198. Kohut M, Leyvraz PF. Cartilaginous, meniscal and ligamentous lesions in the prognosis of tibial plateau fractures. *Acta Orthop Belg*. 1994;60(1):81-8.
199. Mills WJ, Nork SE. Open reduction and internal fixation of high-energy tibial plateau fractures. *Orthop Clin North Am*. 2002;33(1):177-98.
200. Padanilam TG, Ebraheim NA, Frogameni A. Meniscal detachment to approach lateral tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1995 May;(314):192-8.
201. Bellelli A, Sparvieri A, Spina S, Tormenta S, Nardis P. Meniscal deformities associated with fractures of the tibial proximal extremity. Considerations in 7 cases. *Radiol Med*. 1996 Mar;91(3):177-80.
202. Hohl M. Articular fractures of the proximal tibia. In: Evarts CM, editor. *Surgery of the musculoskeletal system*. New York: Churchill-Livingstone, 1993. p. 3471-97.
203. Martin J, Marsh JL, Nepola JV, Dirschl DR, Hurwitz S, DeCoster TA. Radiographic fracture assessments: which ones can we reliably make? *J Orthop Trauma*. 2000 Aug;14(6):379-85.
204. Daffner RH, Tabas JH. Trauma oblique radiographs of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(4):568-72.
205. Jensen DB, Bjerg-Nielsen A, Laursen N. Conventional radiographic examination in the evaluation of sequelae after tibial plateau fractures. *Skeletal Radiol*. 1988;17(5):330-2.
206. Goldman AB, Pavlov H, Rubenstein D. The Segond fracture of the proximal tibia: a small avulsion that reflects major ligamentous damage. *Am J Roentgenol*. 1988 Dec;151(6):1163-7.
207. Newberg AH. Computed tomography of joint injuries. *Radiol Clin North Am*. 1990;28(2):445-60.
208. Dias JJ, Stirling AJ, Finlay DB, Gregg PJ. Computerised axial tomography for tibial plateau fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1987 Jan;69(1):84-8.
209. McEnery KW, Wilson AJ, Pilgram TK, Murphy WA, Marushack MM. Fractures of the tibial plateau: value of spiral CT coronal plane reconstructions for detecting displacement in vitro. *Am J Roentgenol*. 1994;163(5):1177-81.

210. Chan PS, Klimkiewicz JJ, Luchetti WT, Esterhai JL, Kneeland JB, Dalinka MK, et al. Impact of CT scan on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 1997 Oct;11(7):484-9.
211. Lawler LP, Corl FM, Fishman EK. Multi-and single detector CT with 3D volume rendering in tibial plateau fracture imaging and management. *Crit Rev Comput Tomogr.* 2002 Aug;43(4):251-82.
212. Kode L, Lieberman JM, Motta AO, Wilber JH, Vasen A, Yagan R. Evaluation of tibial plateau fractures: efficacy of MR imaging compared with CT. *AJR Am J Roentgenol.* 1994;163(1):141-7.
213. Yacoubian SV, Nevins RT, Sallis JG, Potter HG, Lorich DG. Impact of MRI on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 2002 Oct;16(9):632-7.
214. Fischbach R, Prokop A, Maintz D, Zähringer M, Landwehr P. Magnetic resonance tomography in the diagnosis of intra-articular tibial plateau fractures: value of fracture classification and spectrum of fracture associated soft tissue injuries. *Rofo.* 2000 Jul;172(7):597-603.
215. Brophy DP, O'Malley M, Lui D, Denison B, Eustace S. MR imaging of tibial plateau fractures. *Clin Radiol.* 1996 Dec;51(12):873-8.
216. Apley A. Fractures of the lateral tibial condyle treated by skeletal traction and early mobilization. *J Bone Joint Surg Br.* 1956 Aug;38-B(3):699-708.
217. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Manual of internal fixation. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag; 1991.
218. Müller ME. CCF Comprehensive classification of fractures. Pamphlet I and II. Bern: M.E. Müller Foundation; 1994.
219. Schatzker J. Fractures of the tibial plateau. In: Schatzker J, Tile M, editors. The rationale of operative fracture care. Berlin: Springer-Verlag; 1987. p. 279-95.
220. DeCoster TA, Nepola JV, el-Khoury GY. Cast brace treatment of proximal tibia fractures. A ten-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res.* 1988 Jun;(231):196-204.
221. Jensen DB, Rude C, Duus B, Bjerg-Nielsen A. Tibial plateau fractures. A comparison of conservative and surgical treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1990 Jan;72(1):49-52.
222. Duwelius PJ, Rangitsch MR, Colville MR, Woll TS. Treatment of tibial plateau fractures by limited internal fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1997 Jun;(339):47-57.
223. Scotland T, Wardlaw D. The use of cast-bracing as treatment for fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Br.* 1981;63-B(4):575-8.
224. Szyszkowitz R. Patella and tibia. In: Muller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H, editors. Manual of internal fixation. Berlin: Springer-Verlag; 1995. p. 554-6.

225. Delamarter R, Hohl M. The cast brace and tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 May;(242):26-31.
226. Weiner LS, Kelley M, Yang E, Steuer J, Watnick N, Evans M, et al. The use of combination internal fixation and hybrid external fixation in severe proximal tibial fractures. *J Orthop Trauma.* 1995 Jun;9(3):244-50.
227. Morandi MM, Landi S, Kilaghbian V, Randelli P. Schatzker type VI tibial plateau fractures and the Ilizarov circular external fixator. *Bull Hosp Jt Dis.* 1997;56(1):46-8.
228. Watson JT. Hybrid external fixation for tibial plateau fractures. *Am J Knee Surg.* 2001;14(2):135-40.
229. Watson JT, Ripple S, Hoshaw SJ, Fhyrie D. Hybrid external fixation for tibial plateau fractures: clinical and biomechanical correlation. *Orthop Clin North Am.* 2002 Jan;33(1):199-209.
230. Gaudinez RF, Mallik AR, Szporn M. Hybrid external fixation of comminuted tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1996 Jul;(328):203-10.
231. Mallik AR, Covall DJ, Whitelaw GP. Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fractures. *Orthop Rev.* 1992 Dec;21(12):1433-6.
232. Mikulak SA, Gold SM, Zinar DM. Small wire external fixation of high energy tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1998 Nov;(356):230-8.
233. Kumar A, Whittle AP. Treatment of complex (Schatzker Type VI) fractures of the tibial plateau with circular wire external fixation: retrospective case review. *J Orthop Trauma.* 2000 Jun-Jul;14(5):339-44.
234. Watson JT, Coufal C. Treatment of complex lateral plateau fractures using Ilizarov techniques. *Clin Orthop Relat Res.* 1998 Aug;(353):97-106.
235. Zecher SB, Danziger MB, Segal D, Foster T, Whitelaw GP, Covall DJ. Treatment of high-energy proximal tibial fractures using the Monticelli-Spinelli external fixator: a preliminary report. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 1996 Jan;25(1):49-54.
236. Dendrinos GK, Kontos S, Katsenis D, Dalas S. Treatment of high-energy tibial plateau fractures by the Ilizarov circular fixator. *J Bone Joint Surg Br.* 1996 Sep;78(5):710-7.
237. Reid JS, Van Slyke MA, Moulton MJ, Mann TA. Safe placement of proximal tibial transfixation wires with respect to intracapsular penetration. *J Orthop Trauma.* 2001 Jan;15(1):10-7.
238. Duwelius PJ, Connolly JF. Closed reduction of tibial plateau fractures. A comparison of functional and roentgenographic end results. *Clin Orthop Relat Res.* 1988 May;(230):116-26.
239. Young MJ, Barrack RL. Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthop Rev.* 1994 Feb;23(2):149-54.

240. Lachiewicz PF, Funcik T. Factors influencing the results of open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1990 Oct;(259):210-5.
241. Stamer DT, Schenk R, Staggers B, Aurori K, Aurori B, Behrens FF. Bicondylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: a preliminary study. *J Orthop Trauma.* 1994 Dec;8(6):455-61.
242. Hutson JJ Jr, Zych GA. Infections in periarticular fractures of the lower extremity treated with tensioned wire hybrid fixators. *J Orthop Trauma.* 1998 Mar-Apr;12(3):214-8.
243. Saleh KJ, Sherman P, Katkin P, Windsor R, Haas S, Laskin R, et al. Total knee arthroplasty after open reduction and internal fixation of fractures of the tibial plateau: a minimum five-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2001 Aug;83-A(8):1144-8.
244. Honkonen SE. Degenerative arthritis after tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma.* 1995;9(4):273-7.
245. Kannus P, Parkkari J, Niemi S, Palvanen M. Epidemiology of osteoporotic ankle fractures in elderly persons in Finland. *Ann Intern Med.* 1996 Dec 15;125(12):975-8.
246. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Järvinen M. Increasing number and incidence of low-trauma ankle fractures in elderly people: Finnish statistics during 1970-2000 and projections for the future. *Bone.* 2002 Sep;31(3):430-3.
247. Honkanen R, Tuppurainen M, Kröger H, Alhava E, Saarikoski S. Relationships between risk factors and fractures differ by type of fracture: a population-based study of 12,192 perimenopausal women. *Osteoporos Int.* 1998;8(1):25-31.
248. Court-Brown CM, McBirnie J, Wilson G. Adult ankle fractures an increasing problem? *Acta Orthop Scand.* 1998 Feb;69(1):43-7.
249. Volgas D, DeVries JG, Stannard JP. Short-term financial outcomes of pilon fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2010 Jan-Feb;49(1):47-51.
250. Pollak AN, McCarthy ML, Bess RS, Agel J, Swiontkowski MF. Outcomes after treatment of high-energy tibial plafond fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2003 Oct;85-A(10):1893-900.
251. Kline AJ, Gruen GS, Pape HC, Tarkin IS, Irrgang JJ, Wukich DK. Early complications following the operative treatment of pilon fractures with and without diabetes. *Foot Ankle Int.* 2009 Nov;30(11):1042-7.
252. Ruedi T, Matter P, Allgower M. Intra-articular fractures of the distal tibial end. *Helv Chir Acta.* 1968 Nov;35(5):556-82.
253. Topliss CJ, Jackson M, Atkins RM. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 2005 May;87(5):692-7.
254. Mandi DM, Belin RP, Banks J, Barrett B. Pilon fractures. *Clin Podiatr Med Surg.* 2012 Apr;29(2):243-78.

255. Müller FJ, Nerlich M. Tibial pilon fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2010 Aug;77(4):266-76.
256. Herscovici D Jr, Scaduto JM. Management of high-energy foot and ankle injuries in the geriatric population. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2012 Mar;3(1):33-44.
257. Graves ML, Kosko J, Barei DP, Taitsman LA, Tarquinio TA, Russell GV, et al. Lateral ankle radiographs: do we really understand what we are seeing? *J Orthop Trauma.* 2011 Feb;25(2):106-9
258. Cole PA, Mehrle RK, Bhandari M, Zlowodzki M. The pilon map: fracture lines and comminution zones in OTA/AO type 43C3 pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 2013 Jul;27(7):152-6.
259. Helfet DL, Koval K, Pappas J. Intraarticular "pilon" fracture of the tibia. *Clin Orthop Relat Res.* 1994 Jan;(298):221-8.
260. Ramappa M, Bajwa A, Singh A, Mackenney P, Hui A, Port A. Interobserver and intraobserver variations in tibial pilon fracture classification systems. *Foot (Edinb).* 2010 Jun-Sep;20(2-3):61-3.
261. Scolaro J, Ahn J. Pilon fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2011 Feb;469(2):621-3.
262. Jacob N, Amin A, Giotakis N, Narayan B, Nayagam S, Trompeter AJ. Management of high-energy tibial pilon fractures. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2015 Nov;10(3):137-47.
263. Klaue K, Cronier P. Pilon fractures. *Unfallchirurg.* 2015 Sep;118(9):795-801.
264. Ruedi T. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle joint: results 9 years after open reduction and internal fixation. *Injury.* 1973;5(2):130-4.
265. Ruedi TP, Allgower M. The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(138):105-10.
266. Wyrsch B, McFerran MA, McAndrew M, Limbird TJ, Harper MC, Johnson KD, et al. Operative treatment of fractures of the tibial plafond. A randomized, prospective study. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Nov;78(11):1646-57.
267. Muller M. CCF-Comprehensive Classification of Fractures I&II. New York: Muller foundation; 1996.
268. Association OT. Fracture and dislocation compendium. *J Orthop Trauma.* 1996;10:1-55.
269. Dirschl DR, Adams GL. A critical assessment of factors influencing reliability in the classification of fractures, using fractures of the tibial plafond as a model. *J Orthop Trauma.* 1997 Oct;11(7):471-6.
270. Swionkowski MF, Sands AK, Agel J, Diab M, Schwappach JR, Kreder HJ. Interobserver variation in the AO/OTA fracture classification system for pilon fractures: is there a problem? *J Orthop Trauma.* 1997 Oct;11(7):467-70.

271. Tang X, Tang PF, Wang MY, Lü DC, Liu MZ, Liu CJ, et al. Pilon fractures: a new classification and therapeutic strategies. *Chin Med J (Engl)*. 2012 Jul;125(14):2487-92.
272. Tscherne HG, Gotzen L. Fractures with soft tissue injuries. Berlin: Springer-Verlag; 1984.
273. Paul HK, Seth SL. Gustilo-Anderson classification. *Clin Orthop Relat Res*. 2012 Nov;470(11):3270-4.
274. Watson JT, Cruley G. Transcutaneous oxygen tension monitoring in preoperative evaluation of soft tissue injuries in closed fractures about the ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;21:585.
275. Bolandparvaz S, Ghaffari B, Mousavi SM, Paydar S, Abbasi HR. Predictive value of biochemical markers for extremity vascular trauma outcome. *Bull Emerg Trauma*. 2013;1(1):34-7.
276. Löndahl M, Katzman P, Hammarlund C, Nilsson A, Landin-Olsson M. Relationship between ulcer healing after hyperbaric oxygen therapy and transcutaneous oximetry, toe blood pressure and ankle-brachial index in patients with diabetes and chronic foot ulcers. *Diabetologia*. 2011 Jan;54(1):65-8.
277. Smart DR, Bennett MH, Mitchell SJ. Transcutaneous oximetry, problem wounds and hyperbaric oxygen therapy. *Diving Hyperb Med*. 2006 Jun;36(2):72-86.
278. Ziran BH, Morrison T, Little J, Hileman B. A new ankle spanning fixator construct for distal tibia fractures: optimizing visualization, minimizing pin problems, and protecting the heel. *J Orthop Trauma*. 2013 Feb;27(2):45-9.
279. Liporace FA, Mehta S, Rhorer AS, Yoon RS, Reilly MC. Staged treatment and associated complications of pilon fractures. *Instr Course Lect*. 2012;61:53-70.
280. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 1999 Feb;13(2):78-84.
281. Tarkin IS, Clare MP, Marcantonio A, Pape HC. An update on the management of highenergy pilon fractures. *Injury*. 2008 Feb;39(2):142-54.
282. Cetik O, Cift H, Ari M, Comert B. Arthroscopy-assisted combined external and internal fixation of a pilon fracture of the tibia. *Hong Kong Med J*. 2007 Oct;13(5):403-5.
283. Ketz J, Sanders R. Staged posterior tibial plating for the treatment of OTA 43-C2 and 43-C3 tibial pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 2012 Dec;26(6):341-7.
284. Liu CJ1, Zhang WZ, Zhu PC. Surgical treatment of tibia Pilon fractures. *Zhongguo Gu Shang*. 2010 Feb;23(2):128-30.
285. Whitehouse MR, Livingstone JA. Taylor Spatial Frame application with the aid of a fine wire half frame. *J Orthop Trauma*. 2008 Apr;22(4):276-81.

286. Chan R, Taylor BC, Gentile J. Optimal management of high-energy pilon fractures. *Orthopedics.* 2015 Aug;38(8):708-14.
287. Ilizarov S, Rozbruch SR. Limb lengthening and reconstruction surgery. New York: Informa Healthcare; 2007.
288. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Jan;(238):249-81.
289. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Feb;(239):263-85.
290. Ilizarov GA, Lediaev VI, Shitin VP. The course of compact bone reparative regeneration in distraction osteosynthesis under different conditions of bone fragment fixation (experimental study). *Eksp Khir Anesteziol.* 1969 Nov-Dec;14(6):3-12.
291. Ilizarov GA, Shreiner AA. New method of closed flexion osteoclasis (experimental study). *Ortop Travmatol Protez.* 1979 Jan;(1):9-14.
292. Ilizarov GA, Skas RG, Barabash AP. New possibilities of transosseous osteosynthesis in the conservative and rehabilitative treatment of severe injuries to the extremities (an experimental study). *Ortop Travmatol Protez.* 1980 Nov;(11):41-3.
293. Ilizarov GA, Paevskii SA, Degtarev VE, Murashka VI, Maer VI. Use of platinum-coated Kirschner pins in transosseous osteosynthesis. *Ortop Travmatol Protez.* 1982 Jan;(1):26-9.
294. Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. 1988. *Bull Hosp Jt Dis.* 1997;56(1):49-53.
295. Littlewood R. The benefits and risks of the Ilizarov technique for limb reconstruction. Rallis Orthopedic Hospital; 2010 [cited 2016 Mar 24]. Available from: <http://www.ouh.nhs.uk/limbreconstruction/information/documents/Ilizarovtechniqueforlimbreconstruction.pdf>
296. Popova LA, Khodesevich NI. Ilizarov method in science and practice: its economic and social significance. Transosseous compression distraction osteosynthesis in trauma and orthopaedics. Kurgan; 1984. p. 63-8.
297. McNally M, Catagni M. Principles of circular external fixation in trauma. In: Textbook of orthopaedics and trauma; Oxford: University Press; 2002. p. 1636-51.
298. Napiontek M. Rehabilitation principles following treatment with the Ilizarov method of the lower extremities. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2000;65(3):287-94.
299. Checketts RG, Otterburn M, MacEachern AG. Pin track infection; definition, incidence and prevention. *Int J Orthop Trauma.* 1993;3:16-8.

300. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Apr;(241):146-65.
301. Patil S, Montgomery R. Management of complex tibial and femoral nonunion using the Ilizarov technique, and its cost implications. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88-B:928-32.
302. Karlstrom G, Olerud S. Fractures of the tibial shaft; a critical evaluation of treatment alternatives. *Clin Orthop Relat Res.* 1974 Nov-Dec;105:82-115.
303. Kersten P, Küçükdeveci AA, Tennant A. The use of the visual analogue scale (VAS) in rehabilitation outcomes. *J Rehabil Med.* 2012;44:609-10.
304. Norkin CC, White DJ. Techniques and procedures, in measurement of joint motion: a guide to goniometry. In: Norkin CC, White DJ, editors. Philadelphia: FA Davis; 1988. p. 9-24.
305. Kamath JB, Shetty MS, Joshua TV, Kumar A, Harshvardhan, Naik DM. Soft tissue coverage in open fractures of tibia. *Indian J Orthop.* 2012;46(4):462-9.
306. Patterson MJ, Cole DJ. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 1999 Feb;2:85-91.
307. Vander Griend R, Michelson JD, Bone LB. Fractures of the ankle and the distal part of the tibia. *Instr Course Lect.* 1997;46:311-21.
308. Williams TM, Nepola JV, DeCoster TA, Hurwitz SR, Dirschl DR, Marsh JL. Factors affecting outcome in tibial plafond fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Jun;(423):93-8.
309. Thordarson DB. Complications after treatment of tibialpilon fractures: prevention and management strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000 Jul-Aug;8(4):253-65.
310. Bone L, Stegemann P, McNamara K, Seibel R. External fixation of severely comminuted and open tibialpilon fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 Jul;(292):101-7.
311. Fitzpatrick DC, Marsh JL, Brown TD. Articulated external fixation of pilon fractures: the effects on ankle joint kinematics. *J Orthop Trauma.* 1995 Feb;9(1):76-82.
312. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg.* 1950 May;60(5):957-85.
313. Michelson JD. Ankle fractures resulting from rotational injuries. *J Am Acad Orthop Surg.* 2003 Nov-Dec;11(6):403-12.
314. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 1999 Feb;13(2):78-84.
315. Tornetta P 3rd, Weiner L, Bergman M, Watnik N, Steuer J, Kelley M, et al. Pilon fractures: treatment with combined internal and external fixation. *J Orthop Trauma.* 1993;7(6):489-96.

316. Saleh M, Shanahan MDG, Fern ED. Intra-articular fractures of the distal tibia: surgical management by limited internal fixation and articulated distraction. *Injury*. 1993;24:37-40.
317. Bonar SK, Marsh JL. Unilateral external fixation for severe pilon fractures. *Foot Ankle*. 1993;14:57-64.
318. Williams TM, Marsh JL, Nepola JV, DeCoster TA, Hurwitz SR, Bonar SB. External fixation of tibial plafond fractures: is routine plating of the fibula necessary? *J Orthop Trauma*. 1998 Jan;12(1):16-20.
319. Ocku G, Aktuglu K. Intraarticular fractures of the tibial plafond. A comparison of the results using articulated and ring external fixators. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(6):868-75.
320. Lovisetti G, Agus MA, Pace F, Capitani D, Sala F. Management of distal tibial intraarticular fractures with circular external fixation. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2009;4(1):1-6.
321. Vasiliadis ES, Grivas TB, Psarakis SA, Evangelos P, Kaspiris A, Triantafyllopoulos G. Advantages of the Ilizarov external fixation in the management of intra-articular fractures of the distal tibia. *J Orthop Surg Res*. 2009 Sep 15;4:35.
322. Vidyadhara S, Rao SK. Ilizarov treatment of complex tibial pilon fractures. *Int Orthop*. 2006 Apr;30(2):113-7.
323. Golubović Z, Mačukanović-Golubović L, Stojiljković P, Jovanović J, Micić I, Stojiljković D, et al. Lečenje zatvorenih preloma pilona tibije kombinacijom dinamičke spoljne skeletne fiksacije i minimalnom unutrašnjom fiksacijom. *Vojnosanit Pregl*. 2007;64(5):307-11.
324. Milenković S, Mitković M, Mitković M, Micić I, Stamenić S, Stojiljković P, et al. Open distal tibial pilon fractures treated with "one-stage" external fixation method. *Acta Chir Jugosl*. 2015;62(1):13-8.
325. Bahtiyar D, Sabri Atesalp, Bozkurt M, Bek D, Tasatan E, Ozturk C, et al. Spiral and oblique fractures of distal one-third of tibia-fibula: treatment results with circular external fixator. *Ann Acad Med Singapore*. 2007;36:267-71.
326. Mohamed OA, Youssef SA. Treatment of high-energy tibial plateau fractures by the Ilizarov circular fixator. *Med J DY Patil Univ*. 2013;6:33-41.
327. El Barbary H, Abdel-Chani H, Misbah H, Salem K. Complex tibial plateau fractures treated with Ilizarov external fixator with or without minimal internal fixation. *Int Orthop*. 2005 Jun;29(3):182-5.
328. Ferreira N, Senogé ME. Functional outcome of bicondylar tibial plateau fractures treated with the Ilizarov circular external fixator. *Orthop J*. 2011;10(3):80-4.
329. Kataria HN, Sharma N, Kanodia K. Small wire external fixation for high-energy tibial plateau fractures. *J Orthop Surg*. 2007;15(2):137-43.

330. Ranatunga IR, Thirumal M. Treatment of tibial plateau schatzker type VI fracture with illizarov technique using ring external fixators across the knee: a retrospective review. Malays Orthop J. 2010;3(2):34-9.
331. Khan MA, Khan MI, Salman M. Management of complex tibial plateau fractures with illizarov fixator. Pak J Surg. 2012;28(2):110-3.
332. Kulkarni RM, Kulkarni GS. Treatment of tibial plateau fractures by Ilizarov technique. JMOA. 2005 Sep;1(1):11-8.
333. Makhdoom A, Jokhio FM, Tahir SM, Qureshi L, Pir A, Zameer TH, et al. Ligamentotaxis by Ilizarov method in the management of tibial plateau fractures. World J Med Sci. 2014 Dec;11(4):461-7.
334. El-Alfy B, Othman A, Mansour E. Indirect reduction and hybrid external fixation in management of comminuted tibial plateau fractures. Acta Orthop Belg. 2011 Jun;77(3):349-54.
335. Ali AM, Burton M, Hashmi M, Saleh M. Outcome of complex fractures of the tibial plateau treated with a beamloading ring fixation system. J Bone Joint Surg Br. 2003 Jul;85(5):691-9.
336. Katsenis DL, Dendrinos GK, Kontos SJ. High energy tibial plateau fractures treated with hybrid fixation: is knee bridging necessary? Orthopedics. 2006 Apr;26(4):355-61.
337. Shrestha BK, Bijukachhe B, Rajbhandary T, Uprety S, Banksota AK. Tibial plateau fractures: 4 years review at B&B Hospital. Kathmandu Univ Med J (KUMJ). 2004 Oct-Dec;2(4):315-23.
338. Ramos T, Ekholm C, Eriksson B, Karlsson J, Nistor L. The Ilizarov external fixator-a useful alternative for the treatment of proximal tibial fractures. A prospective observational study of 30 consecutive patients. BMC Musculoskelet Disord. 2013 Jan 7;14:11.
339. Koulouvaris P, Stafylas K, Mitsionis G, Vekris M, Mavrodontidis A, Xenakis T. Long-term results of various therapy concepts in severe pilon fractures . Arch Orthop Trauma Surg. 2007 Jul;127(5):313-20.
340. Ramos T, Karlsson J, Eriksson BI, Nistor L. Treatment of distal tibial fractures with the Ilizarov external fixator-a prospective observational study in 39 consecutive patients. BMC Musculoskelet Disord. 2013 Jan 17;14:30.
341. Akhtar A, Shami A, Sarfraz M. Functional outcome of tibial nonunion treatment by Ilizarov fixator. Ann Pak Inst Med Sci. 2012;8(3):188-91.
342. Aggarwal AK, Nagi ON. Hybrid external fixation in periarticular tibial fractures. Good final outcome in 56 patients. Acta Orthop Belg. 2006 Aug;72(4):434-40.
343. Maripuri SN, Rao P, Manoj-Thomas A, Mohanthy K. The classification systems for tibial plateau fractures: how reliable are they? Injury. 2008 Oct;39(10):1216-21.

344. Hohl M, Luck JV. Fractures of the tibial condyle; a clinical and experimental study. *J Bone Joint Surg Am.* 1956 Oct;38-A(5):1001-18.
345. Gausewitz S, Hohl M. The significance of early motion in treatment of tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1986 Jan;(202):135-8.
346. Boszotta H, Helperstorfer W, Kölndorfer G, Prunner K. Long-term results of surgical management of displaced tibial head fractures. *Aktuelle Traumatol.* 1993 Jun;23(4):178-82.
347. Barei DP, Nork SE, Mills WJ, Henley MB, Benirschke SK. Complications associated with internal fixation of high-energy bicondylar tibial plateau fractures utilizing a two-incision technique. *J Orthop Trauma.* 2004 Nov-Dec;18(10):649-57.
348. Eggli S, Hartel MJ, Kohl S, Haupt U, Exadaktylos AK, Röder C. Unstable bicondylar tibial plateau fractures: a clinical investigation. *J Orthop Trauma.* 2008 Nov-Dec;22(10):673-9.
349. Rademakers MV, Kerkhoffs GM, Sirevelt IN, Raaymakers EL, Marti RK. Operative treatment of 109 tibial plateau fractures: five-to 27-year follow-up results. *J Orthop Trauma.* 2007 Jan;21(1):5-10.
350. Parameswaran AD, Roberts CS, Seligson D, Voor M. Pin tract infection with contemporary external fixation: how much of a problem? *J Orthop Trauma.* 2003 Aug;17(7):503-7.
351. Catagni M, Ottaviani G, Maggioni M. Treatment strategies for complex fractures of the tibial plateau with external circular fixation and limited internal fixation. *J Trauma.* 2007 Nov;63(5):1043-53.
352. Fowler BL, Dall BE, Rowe DE. Complications associated with harvesting autogenous iliac bone graft. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 1995 Dec;24(12):895-903.
353. Seiler JG 3rd, Johnson J. Iliac crest autogenous bone grafting: donor site complications. *J South Orthop Assoc.* 2000 Summer;9(2):91-7.
354. Bucholz RW, Carlton A, Holmes R. Interporous hydroxyapatite as a bone graft substitute in tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Mar;(240):53-62.
355. Itokazu M, Matsunaga T. Arthroscopic restoration of depressed tibial plateau fractures using bone and hydroxyapatite grafts. *Arthroscopy.* 1993;9(1):103-8.
356. Beuerlein MJ, McKee MD. Calcium sulfates: what is the evidence? *J Orthop Trauma.* 2010 Mar;24 Suppl 1:S46-51.
357. Bajammal SS, Zlowodski M, Lelwica A, Tornetta P 3rd, Einhorn TA, Buckley R, et al. The use of calcium phosphate bone cement in fracture treatment. A meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Jun;90(6):1186-96.

358. Russel TA, Leighton RK. Comparison of autogenous bone graft and endothermic calcium phosphate cement for defect augmentation in tibial plateau fractures. A multicenter, prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Oct;90(10):2057-61.
359. Hollister A, Jatana S, Singh AK, Sullival WW, Lupichuk AG. The axes of rotation of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 May;(290):259-68.
360. Lemon RA, Bartlett DH. Arthroscopic assisted internal fixation of certain fractures about the knee. *J Trauma.* 1985 Apr;25(4):355-8.
361. Ries MD, Meinhard BP. Medial external fixation with lateral plate internal fixation in metaphyseal tibia fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1990 Jul;(256):215-23.
362. Covall DJ, Fowble CD, Foster TE, Whitelaw GP. Bicondylar tibial plateau fractures: principles of treatment. *Contemp Orthop.* 1994 Feb;28(2):115-22.
363. Murphy CP, D'Ambrosia R, Dabezies EJ. The small pin circular fixator for proximal tibial fractures with soft tissue compromise. *Orthopedics.* 1991 Mar;14(3):273-80.
364. Marsh JL, Smith ST, Do TT. External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am.* 1995 May;77(5):661-73.
365. Egol KA, Tejwani NC, Capla EL, Wolinsky PL, Koval KJ. Staged management of highenergy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol. *J Orthop Trauma.* 2005 Aug;19(7):448-55.
366. Park S, Ahn J, Gee AO, Kuntz AF, Esterhai JL. Compartment syndrome in tibial fractures. *J Orthop Trauma.* 2009 Aug;23(7):514-8.
367. Stark E, Stucken C, Trainer G, Tornetta P 3rd: Compartment syndrome in Schatzker type VI plateau fractures and medial condylar fracturedislocations treated with temporar external fixation. *J Orthop Trauma.* 2009 Aug;23(7):502-6.
368. Bacon S, Smith WR, Morgan SJ, Hasenboehler E, Philips G, Williams A, et al. A retrospective analysis of comminuted intra-articular fractures of the tibial plafond: open reduction and internal fixation versus external Ilizarov fixation. *Injury.* 2008 Feb;39(2):196-202.
369. Elgazzar AS, Mohamady EM, Kandil WA. Management of comminuted tibial plateau fractures with external fixator using ligamentotaxis principle. *Egypt Orthop J.* 2014;49:167-73.
370. Papadokostakis G, Kontakis G, Giannoudis P, Hadjipavlou A. External fixation devices in the treatment of fractures of the tibial plafond. A systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90-B(1):1-6.
371. Weigel DP, Marsh JL. High-energy fractures of the tibial plateau. Knee function after longer follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Sep;84(9):1541-51.

372. Schmidt-Rohlfing B, Pfeifer R, Kaneshige J, Hofman M, Knobe M, Sellei R, et al. Scoring systems for outcome after knee injuries. *Injury*. 2011 Mar;42(3):271-5.
373. Lingard EA, Katz JN, Wright RJ, Wright EA, Sledge CB. Validity and responsiveness of the Knee Society Clinical Rating System in comparison with the SF-36 and WOMAC. *J Bone Joint Surg Am*. 2001 Dec;83-A(12):1856-64.
374. Manidakis N, Dosani A, Dimitriou R, Stengel D, Matthews S, Giannoudis P. Tibial plateau fractures: functional outcome and incidence of osteoarthritis in 125 cases. *Int Orthop*. 2010 Apr; 34(4):565-70.
375. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res*. 1989 Nov;(248):13-4.

## 8. PRILOZI

### Prilog 1. INFORMACIJA ZA ISPITANIKE

#### КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР ВОЈВОДИНЕ

#### ИНФОРМАЦИЈА ЗА ИСПИТАНИКЕ

Поштовани господине/госпођо,

на Клиници за ортопедску хирургију и трауматологију Клиничког центра Војводине у Новом Саду спроводи се истраживање о процени резултата лечења прелома костију потколенице лечених од 1. 01. 2008. године различитим методама.

Истраживањем желимо да прикупимо податке о исходима лечења и факторима који доприносе добрым резултатима, односно одличном коштаном срастању и обављању активности свакодневног живота. Добијени подаци ће нам касније омогубити да сачинимо болни програм рада и тиме унапредимо лечење, а самим тим и квалитет живота наших пацијената.

С обзиром да сте у наведеном периоду оперисани на нашој Клиници, а због важности тематике којом се ово истраживање бави, најлепше Вас молим да прихватите учешће у овом истраживању и дођете на контролни преглед ради анализе Вашег садашњег стања. Контролни преглед ће се обавити у Специјалистичкој Поликлиници ортопедије (сутерен), петком од 8.00 до 13.00 часова. Ваш заказан термин је за \_\_\_\_\_. Преглед ће обавити асист. др. мед. Ивица Лалић, специјалиста ортопедске хирургије и трауматологије. Молимо Вас да на контролни преглед понесете целокупну медицинску документацију као и постојеће РТГ снимке.

У истраживању неће бити примењени никакви нови лекови, дијагностички и терапијски поступци, нити се од Вас очекује било какав додатни напор.

Прикупљени подаци унеће се у протокол истраживања поверљиво, без било каквог вида Ваше личне идентификације. Подаци ће се користити и анализирати у истраживању и биће чувани у тајности од других лица, а користиће се само у научним публикацијама и то без откривања Вашег идентитета. Истраживање се спроводи искључиво из разлога процене резултата лечења прелома костију потколенице и фактора који доприносе бољим резултатима, а не због материјалне користи.

Било би веома значајно уколико би Ви, Вашим добровољним учешћем дали допринос истраживању. Ваше укључивање у ово истраживање је сасвим добровољно, те Вас молим да потпишете своју сагласност о томе. Ваша одлука о неучествовању или напуштању истраживања у било којој његовој фази ни на који начин неће утицати на даљи ток, исход лечења и контакте са здравственим особљем.

Истраживање је одобрено од стране управника Клинике за ортопедску хирургију и трауматологију, етичког одбора Клиничког центра Војводине и Медицинског факултета у Новом Саду.

Истраживање спроводи асист. др. мед. Ивица Лалић и за све нејасноће можете се обратити на телефон: 063 541 942.

С поштовањем,

асист. др мед. Ивица Лалић

## Prilog 2. TEKST INFORMACIONOG PRISTANKA

## КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР ВОЈВОДИНЕ

## ТЕКСТ ИНФОРМАЦИОНОГ ПРИСТАНКА

Ја (име и презиме) \_\_\_\_\_ прочитао/ла сам текст информације за испитаника и добио/ла потребне информације о сврси и начину истраживања које ће се обавити на Клиници за ортопедску хирургију и трауматологију Клиничког центра Војводине у Новом Саду.

Сазнао/ла сам да ће за потребе истраживања бити неопходни моји општи и подаци из медицинске документације и да ће се контроле мог здравственог стања спроводити на 6, 12 и 18 месеци.

У испитивање улазим добровољно и свесно да:

- могу слободно ући али и напустити испитивање у било којој фази без образлагања своје одлуке,
- уколико донесем одлуку да не учествујем или да напуштим испитивање, нећу сносити никакве последице и та моја одлука неће утицати на даљи ток и исход лечења,
- тајност мојих података у овом истраживању је гарантована,
- у сваком тренутку за све нејасноће могу контактирати асист. др мед. Ивицу Лалића на телефон 063 541 942.

Са овим поступком потврђујем да сам у потпуности сагласан/а да добровољно и без икакве надокнаде учествујем у предложеном испитивању, а са жељом да се остваре планирани циљеви истраживања.

Дана: \_\_\_\_\_

Испитаник (својеручни потпис): \_\_\_\_\_

Prilog 3. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

Број протокола \_\_\_\_\_

**ПРОТОКОЛ ИСТРАЖИВАЊА**

**ИНДИВИДУАЛНИ ЛИСТ ПАЦИЈЕНТА**

## ПОДАЦИ О ПАЦИЈЕНТУ

Пол  мушки  женски

Године живота \_\_\_\_\_

Узрок повређивања  саобраћајни трауматизам  падови  друго

Дијагноза  доњи окрајак костију  горњи окрајак костију

Врста и тип прелома

*Gustilo – Anderson класификација отворених прелома*

- Тип I (Рана чиста, мања од 1цм)
- Тип II (Рана већа од 1цм, није удружене са екстензивним мекоткивним оштећењем)
- Тип III А (Постоји адекватан мекоткивни покривач кости упркос екстензивној мекоткивној лацерацији или високоенергетској трауми несразмерној величини ране)
- Тип III Б (Екстензиван губитак меких ткива, поља депериостиране и експониране кости, масивна контаминација)
- Тип III Ц (Артеријска лезија која захтева репарацију)

Мултифрагментални прелом  да  не

*Schatzker класификација прелома платоа тибије*

- Тип I (Прелом латералног тибијалног платоа без депресије)
- Тип II (Прелом латералног тибијалног платоа са депресијом)
- Тип III (Фокална депресија артикуларне површине без придржаног одвајања)
- Тип IV (Прелом медијалног тибијалног платоа, са или без депресије, удружене лезије меких ткива)
- Тип V (Бикондиларни прелом тибијалног платоа)
- Тип VI (Прелом тибијалног платоа са дијафизним дисконтинуитетом)

Оперативни третман лечења  спољашњи фиксатор  апарат по Илизарову:

- са остеопластиком
- без остеопластике

(само за пацijенте који су који су лечење започели спољашњим фиксатором и третман заменили апаратом по Илизарову)

Време конверзије  до 1 месец  од 1 до 2 месеца  од 2 до 3 месеца  од 3 до 4 месеца  
 од 4 до 5 месеци  од 5 до 6 месеци  више од 6 месеци

Разлог промене начина лечења  инфекција  несрастање костију  продужено срастање  
 лажни зглоб  инфицирани лажни зглоб

Други разлог \_\_\_\_\_

### КЛИНИЧКИ НАЛАЗ НА ПРИЈЕМУ

Контрактура  не  да:  колени зглоб  скочни зглоб

Бол  нема бола  умерено јак бол  јак бол

Оток (обим потколенице)  до 1 цм  1-2 цм  више од 2 цм

Разлика у дужини доњих екстремитета  до 1 цм  1-2 цм  више од 2 цм

**Неуролошки статус**  уредан  изменјен:  парезе/парализа н. peroneusa  
 парезе/парализа н. tibialis

**Ротација фрагмената:**  од 0 до 5°

од 5 до 10°

од 10 до 15°

више од 15°

**Радиолошко испитивање:**

**Угаони деформитет:** варус  деформитет < 7°  деформитет > 7°

валгус  деформитет < 7°  деформитет > 7°

антекураватум  деформитет < 7°  деформитет > 7°

рекураватум  деформитет < 7°  деформитет > 7°

**Компартмент синдром**  не  да

**Дубока венска тромбоза**  не  да

#### ОПЕРАТИВНИ ТОК

**Страна операције потколенице:**  лева  десна

**Време од пријема до оперативног захвата:** фиксатор \_\_\_\_\_ сати илизаров \_\_\_\_\_ сати

**Време трајања оперативног захвата :**

1. фиксатор проксимално  мин фиксатор дистално  мин

2. Илизаров проксимално са феморалним рамом  мин Илизаров проксимално без феморалног рама  мин

3. Илизаров проксимално са феморалним рамом и остеопластиком  мин

4. Илизаров проксимално без феморалног рама са остеопластиком  мин

5.Илизаров дистално са потковицом  мин Илизаров дистално без потковице  мин

6. Конверзија проксимално  мин

7. Конверзија дистално без потковице и без остеотомије лишињаче  мин

8.Конверзија дистално са потковицом и без остеотомије лишињаче  мин

9.Конверзија дистално са потковицом и са остеотомијом лишињаче  мин

#### ПОСТОПЕРАТИВНИ ТОК

**Стане коже око игала:** Присутни знаци инфекције  да  не

**Стане ране:** Присутни знаци инфекције  да  не

**Разлика у дужини доњих екстремитета**  да  не

<b>МОНИТОРИНГ АПАРАТА</b>		
Стабилност апарате	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Стабилност фиксатора	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Натегнутост игала апарате	<input type="checkbox"/> задовољавајућа	<input type="checkbox"/> нездовољавајућа
Одстрањење обруча око натколенице	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Одстрањење обруча на стопалу	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Лом игала апарате	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Измена положаја апарате	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Дистракција	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Компресија	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
<b>КЛИНИЧКИ НАЛАЗ НА ОТПУСТУ</b>		
Контрактура	<input type="checkbox"/> не	<input type="checkbox"/> да: <input type="checkbox"/> колени зглоб <input type="checkbox"/> скочни зглоб
Бол	<input type="checkbox"/> нема бола	<input type="checkbox"/> умерено јак бол <input type="checkbox"/> јак бол
Оток (обим потколенице)	<input type="checkbox"/> до 1 цм	<input type="checkbox"/> 1-2 цм <input type="checkbox"/> више од 2 цм
Разлика у дужини доњих екстремитета	<input type="checkbox"/> до 1 цм	<input type="checkbox"/> 1-2 цм <input type="checkbox"/> више од 2 цм
Неуролошки статус	<input type="checkbox"/> уредан	<input type="checkbox"/> изменjen: <input type="checkbox"/> парезе/парализа п. peroneusa <input type="checkbox"/> парезе/парализа п. tibialis
Ротација фрагмената:	<input type="checkbox"/> од 0 до 5°	
	<input type="checkbox"/> од 5 до 10°	
	<input type="checkbox"/> од 10 до 15°	
	<input type="checkbox"/> више од 15°	
Радиолошко испитивање:		
Угаони деформитет: варус	<input type="checkbox"/>	деформитет < 7° <input type="checkbox"/> деформитет > 7°
валгус	<input type="checkbox"/>	деформитет < 7° <input type="checkbox"/> деформитет > 7°
антекурватум	<input type="checkbox"/>	деформитет < 7° <input type="checkbox"/> деформитет > 7°
рекурватум	<input type="checkbox"/>	деформитет < 7° <input type="checkbox"/> деформитет > 7°
Вертикалација и рана рехабилитација	<input type="checkbox"/> да	<input type="checkbox"/> не
Ослонац на оперисани екстремитет	<input type="checkbox"/> пун	<input type="checkbox"/> до 50% <input type="checkbox"/> без
Дужина хоспитализације	дана	
Компартмент синдром	<input type="checkbox"/> не	<input type="checkbox"/> да
Дубока венска тромбоза	<input type="checkbox"/> не	<input type="checkbox"/> да
<b>КЛИНИЧКИ НАЛАЗ НА КОНТРОЛИ (6 месеци)</b>		
<b>ПРОЦЕНА КОШТАНИХ РЕЗУЛТАТА - скоринг систем ASAMI*</b>		
<input type="checkbox"/> одличан		
<input type="checkbox"/> добар		
<input type="checkbox"/> задовољавајући		
<input type="checkbox"/> лош		

**СИСТЕМ ФУНКЦИОНАЛНЕ ПРОЦЕНЕ ПО KARLSTRÖM-OLERUD\***Бол  3  2  1Тешкоће при ходу  3  2  1Тешкоће при пењању на степенице  3  2  1Ограниччење при раду  3  2  1Статус коже  3  2  1Деформитет  3  2  1Мишићна атрофија/обим потколенице  3  2  1Разлика у дужини доњих екстремитета  3  2  1Ограниччење обима покрета коленог зглоба  3  2  1Ограниччење обима покрета скочног зглоба  3  2  1Ограниччење обима покрета субталарног зглоба  3  2  1**КЛИНИЧКИ НАЛАЗ НА КОНТРОЛИ (12 месеци)****ПРОЦЕНА КОШТАНИХ РЕЗУЛТАТА - скоринг систем ASAMI\*** одличан добар задовољавајући лош**СИСТЕМ ФУНКЦИОНАЛНЕ ПРОЦЕНЕ ПО KARLSTRÖM-OLERUD\***Бол  3  2  1Тешкоће при ходу  3  2  1Тешкоће при пењању на степенице  3  2  1Ограниччење при раду  3  2  1Статус коже  3  2  1Деформитет  3  2  1Мишићна атрофија/обим екстремитета  3  2  1Разлика у дужини доњих екстремитета  3  2  1Ограниччење обима покрета коленог зглоба  3  2  1Ограниччење обима покрета скочног зглоба  3  2  1Ограниччење обима покрета субталарног зглоба  3  2  1**КЛИНИЧКИ НАЛАЗ НА КОНТРОЛИ (18 месеци)****ПРОЦЕНА КОШТАНИХ РЕЗУЛТАТА - скоринг систем ASAMI\*** одличан добар задовољавајући лош

**СИСТЕМ ФУНКЦИОНАЛНЕ ПРОЦЕНЕ ПО KARLSTRÖM-OLERUD\*\***

Бол  3  2  1

Тешкоће при ходу  3  2  1

Тешкоће при пењању на степенице  3  2  1

Ограниччење при раду  3  2  1

Статус коже  3  2  1

Деформитет  3  2  1

Минимална атрофија/обим потколенице  3  2  1

Разлика у дужини доњих екстремитета  3  2  1

Ограниччење обима покрета коленог зглоба  3  2  1

Ограниччење обима покрета скочног зглоба  3  2  1

Ограниччење обима покрета субталарног зглоба  3  2  1

**Prilog 4. SKORING SISTEM UDRUŽENJA ZA ISTRAŽIVANJE I PRIMENU METODA  
PO ILIZAROVU (ASAMI)**

<b>Коштани резултати</b>	
Одличан	Санација, без инфекције, деформитет $< 7^\circ$ , разлика дужине екстремитета $< 2,5\text{cm}$
Добар	Санација + два од наведених: без инфекције, деформитет $< 7^\circ$ , разлика дужине екстремитета $< 2,5 \text{ cm}$
Задовољавајући	Санација + један од наведених: без инфекције, деформитет $< 7^\circ$ , разлика дужине екстремитета $< 2,5\text{cm}$
Лош	Несанација / рефрактура/ санација + инфекција + деформитет $> 7^\circ$ + разлика дужине екстремитета $> 2,5\text{cm}$

**Prilog 5. SKORING SISTEM PROCENE FUNKCIONALNOG STATUSA PO  
KARLSTRÖM-OLERUDU**

<b>Мерење</b>	<b>3 поена</b>	<b>2 поена</b>	<b>1 поен</b>
Бол	Нема	Умерно јак бол	Јак бол
Тешкоће при ходу	Нема	Умерене	Значајне / храмање
Тешкоће при пењању степеницама	Нема	Уз помагала	Није могуће
Тешкоће при бављењу спортом	Нема	Неки спортиви	Није могуће
Ограничења при раду	Нема	Умерено	Није могуће
Статус коже	Нормалан	Различита пребојеношт	Улкус / фистула
Деформитет	Нема	Мали, до 7 степени	Значајан, преко 7 степени
Мишићна атрофија/обим потколенице	$< 1\text{cm}$	1–2 cm	$> 2\text{cm}$
Разлика у дужини доњих екстремитета	$< 1\text{cm}$	1–2 cm	$> 2\text{cm}$
Ограничење обима покрета коленог зглоба	$< 10^\circ$	10–20°	$> 20^\circ$
Ограничење обима покрета скочног зглоба	$< 10^\circ$	10–20°	$> 20^\circ$
Ограничење обима покрета субталарног зглоба	$< 10^\circ$	10–20°	$> 20^\circ$

**Укупан број бодова система функционалне евалуације по  
Karlström-Olerud**

Одличан функционални статус	36
Добар функционални статус	33–35
Задовољавајући функционални статус	30–32
Умерен функционални статус	27–29
Лош функционални статус	24–26