



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
MEDICINSKI FAKULTET

MARINKO DOMUZIN

**LIJEČENJE PSEUDOARTROZA
POTKOLJENICE OTVORENOM ILI
ZATVORENOM KOMPRESIONO-
DISTRAKCIIONOM METODOM PO
ILIZAROVU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Banja Luka, 2017.



UNIVERSITY OF BANJA LUKA

FACULTY OF MEDICINE

MARINKO DOMUZIN

**TREATMENT OF PSEUDOARTHROSIS OF
THE LOWER LEG WITH THE USE OF
OPEN AND CLOSED COMPRESSION-
DISTRACTION METHOD BY ILIZAROV**

DOCTORAL DISSERTATION

Banja Luka, 2017.

KOMISIJA ZA OCJENU I ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE

MENTOR

Prof . dr Predrag Grubor, redovni profesor
Medicinski fakultet Univerziteta U Banjoj Luci

ČLANOVI KOMISIJE

Prof. dr Marko Bumbaširević, redovni profesor
Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Aleksandar Jakovljević, vanredni profesor
Medicinski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

Datum odbrane: _____

Zahvaljujem se mentoru, prof. dr Predragu Gruboru na nesebičnoj pomoći pri izboru i izradi doktorske disertacije.

Zahvaljujem se prof. dr Ljubiši Preradoviću na pomoći i saradnji vezanoj za statističku obradu podataka.

Zahvaljujem se radnim kolegama i saradnicima koji su mi na bilo koji način pomogli u ovom radu.

Rad posvećujem kćerkama, Andrei i Andželi

Mentor: Prof.dr Predrag Grubor, redovni profesor, Medicinski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

LIJEČENJE PSEUDOARTROZA POTKOLJENICE OTVORENOM ILI ZATVORENOM KOMPRESIONO-DISTRAKCIONOM METODOM PO ILIZAROVU

Uvod: Pseudoartroze potkoljenice predstavljaju najčešći problem kod svih cjevastih kostiju. Najveći broj pacijenata pripada srednjem životnom dobu pa imaju i sociološki značaj jer je to radno sposobno stanovništvo. Distrakcionala osteogeneza je mehanička indukcija nove kosti između koštanih površina nakon kortikotomije koje se postepeno razvlače. Cilj rada je da se na osnovu dobijenih naučnih podataka odaberu determinišući faktori koji će biti opredjeljujući za izbor otvorene ili zatvorene metode u liječenju pseudoartroza potkoljnica.

Metode istraživanja: Studija je obuhvatila 80 ispitanika podijeljenih u grupu A i B, a upoređivana je otvorena i zatvorena distrakciono-kompresiona metoda po Ilizarovu. Protokol istraživanja je obuhvatao sljedeće mjere i postupke: preoperativnu provjeru alkalne fosfataze, operativni zahvat, provjeru osovinske stabilnosti, postoperativnu provjeru alkalne fosfataze, UZV i Rtg nalaz, broj dana hospitalizacije, antibiotske terapije i protrombinske profilakse, količinu primljene krvi i krvnih derivata, početak akutne rehabilitacije, te ambulantno praćenje i kontrole 14-og, 30-og i 90-og dana. Procjena koštanih rezultata rađena ASAMI-scoringom, a funkcionalnih INDEKSOM rehabilitacije.

Rezultati: U ukupnom uzorku je postojao značajno veći broj muškaraca 65 (75%) u odnosu na žene 15 (25%). Broj dana bolničkog liječenja je bio 214 kod otvorene i 134 dana kod zatvorene metode. Ordiniranje antibiotske terapije i protrombinske profilakse trajalo je 124 dana otvorene i 66 dana zatvorene metode. Kod otvorene metode primljeno je 7 doza krvi i krvnih derivata. Porast alkalne fosfataze je bio značajniji kod formiranja periostalnog kalusa 29 (36,25%) otvorene i 26 (32,5%) zatvorene metode. Osovinska stabilnost je bila veća kod zatvorene metode ($p= 0.000$). Vrijeme potpune koštane sanacije je trajalo 134 dana otvorene i 114 dana zatvorene metode. ASAMI scoring nije imao značajnih razlika ($\chi^2 = 1.183$, SS=2, $p=0.553$). INDEKS rehabilitacije je imao značajnih razlika $p=0.003$.

Zaključak: Značajno je veći broj determinišućih faktora koji opredjeljuju zatvorenu metodu u izboru liječenja pseudoartroza potkoljenice.

Ključne riječi: Pseudoartroza, kompresiono – distrakcionala osteosinteza, Ilizarov

Naučna oblast: Medicina / Hirurgija

Naučno polje: Ortopedija sa traumatologijom

Klasifikaciona oznaka za naučnu oblast prema CERIF šifarniku: B 600

Tip odabrane licence Kreativne zajednice (Creative Commons): 4. (CC BY-NC-SA)

Mentor: Professor Predrag Grubor, Faculty of Medicine, University of Banja Luka

TREATMENT OF PSEUDOARTHROSIS OF THE LOWER LEG WITH THE USE OF OPEN AND CLOSED COMPRESSION-DISTRACTION METHOD BY ILIZAROV

Introduction: Pseudoarthrosis of the lower leg represents the most common problem in all tubular bones. The largest number of patients is middle-aged so they carry the sociological significance as they are the working age population. Distraction osteogenesis, which is performed after the corticotomy, is a mechanical induction of a new bone between the bone surfaces which gradually stretch. The aim of this study was to select, on the basis of the scientific data, determining factors which would provide the choice between the open and closed method in the treatment of pseudoarthrosis of the lower leg.

Research Methods: The study included 80 respondents divided into groups A and B in which the open and closed distraction-compression method by Ilizarov were compared. The study protocol consisted of the following steps and procedures: a pre-operative verification of alkaline phosphatase, surgery, verification of the shaft stability, post-operative verification of alkaline phosphatase, ultrasound and RTG, number of hospitalization days, antibiotic and prophylactic therapy with prothrombin, blood and blood derivatives transfusion volume, beginning of acute rehabilitation and ambulatory monitoring and a checkup on the 14th, 30th and 90th day. Evaluation of bone results was conducted with the use of ASAMI score, while functional results were obtained with the use of rehabilitation INDEX.

Results: In the total sample, there was a significantly greater number of men - 65 (75%) compared to women - 15 (25%). The hospitalization days were 214 in the case of the open method and 134 days in the closed method. Duration of antibiotic and prophylactic therapy with prothrombin was 124 days in the case of the open method and 66 days in the closed method. In the case of the open method, 7 doses of blood and blood derivatives were received. The increase in alkaline phosphatase was more significant in the formation of periosteal callus - 29 (36.25%) in the case of open method and 26 (32.5%) in the closed method. The shaft stability was higher in the closed method ($p = 0.000$). Complete healing time of the bone was 134 days in the open method and 114 days in the closed method. ASAMI score did not show any significant differences ($\chi^2 = 1183$, SS = 2, $p = 0.553$). Rehabilitation INDEX showed the significant difference $p = 0.003$.

Conclusion: There is a significantly greater number of the determining factors which give advance to the closed method in the selection of treatment methods of pseudoarthrosis of the lower leg.

Keywords: pseudoarthrosis, compressive - distraction osteosynthesis, Ilizarov

Scientific area: Medicine/Surgery

Scientific field: Orthopedics and Traumatology

Classification code for the scientific field according to the CERIF code book: B 600

Type of selected license of the Creative Commons: 4. (CC BY-NC-SA)

SADRŽAJ

1.0 UVOD	1
1.1 Spoljašnja fiksacija.....	1
1.1.1 Indikacije za spoljašnju fiksaciju	2
1.2 Dinamička distrakciono-kompresiona spoljašnja fiksacija	3
1.2.1 Sastavni dijelovi kompleta aparata.....	5
1.2.2 Opšti principi aplikacije aparata.....	9
1.2.3 Položaj bolesnika na operacionom stolu	12
1.2.4 Meka tkiva i pozicija stopala kod postavljanja aparata	13
1.2.5 Tipovi osteosinteze pseudoartroza tibije	14
1.2.5.1 Zatvorena monolokalna kompresiona osteosinteza.....	14
1.2.5.2 Zatvorena monolokalna naizmjenična distrakciono – kompresiona osteosinteza.....	15
1.2.5.3 Zatvorena monolokalna sinhrona kompresiono – distrakciona osteosinteza	15
1.2.5.4 Otvorena monolokalna kompresiona osteosinteza	15
1.2.5.5 Otvorena bilokalna sinhrona kompresiono – distrakciona osteosinteza.....	16
1.2.5.6 Otvorena bilokalna naizmjenična distrakciono – kompresiona osteosinteza	16
1.2.6 Komplikacije i greške pri aplikaciji aparata.....	19
1.2.7 Prednosti metode po Ilizarovu.....	21
1.2.8 Rehabilitacija operisanih pacijenata.....	22
1.3 Građa i funkcija koštanog sistema	23
1.3.1 Pregradnja i rast kosti.....	24
1.3.2 Histološka građa kosti	25
1.3.3 Vaskularizacija kosti	26
1.3.4 Inervacija potkoljenice	27
1.4 Koštano zarastanje.....	28
1.4.1 Normalno koštano zarastanje	28
1.4.1.1 Primarno koštano zarastanje.....	28
1.4.1.2 Sekundarno koštano zarastanje	29
1.4.1.3 Faza inflamacije	29
1.4.1.4 Faza formiranja granulacionog tkiva.....	30
1.4.1.5 Faza reparacije (membranozna i enhondralna osifikacija).....	30
1.4.1.6 Faza remodelacije.....	30
1.4.2 Poremećeno koštano zarastanje javlja se u nekoliko oblika.....	30

1.4.3 Loše srasli prelomi	34
1.5 Procjena koštanog zarastanja	34
1.6 Aktivnost alkalne fosfataze tokom zarastanja kosti	36
1.7 Pseudoartroza - liječenje	37
2.0 HIPOTEZA RADA	39
3.0 CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	40
4.0 ISPITANICI I METODE	41
4.1 Uzorak i postupci u radu	41
4.2 Protokol istraživanja.....	42
4.3 Operativni zahvat	45
4.3.1 Otvoreni operativni zahvat	46
4.3.2 Zatvoreni operativni zahvat.....	49
4.4 Statističke metode obrade podataka	50
5.0 REZULTATI	53
5.1. Opšti podaci uzorka.....	53
5.2. Dobna skupina.....	55
5.3. Distribucija metode prema operisanoj nozi.....	55
5.4. Prethodno liječenje ispitanika	56
5.5. Vrsta resekcije kosti	58
5.5.1 Resekcija kosti kod otvorene metode	58
5.5.2 Resekcija kosti kod zatvorene metode	59
5.6. Vrijednosti alkaline fosfataze tokom liječenja	60
5.7. Osovinska stabilnost.....	62
5.8. Širina rasvjjetljenja određivna UZV metodom i radiografski	63
5.9. Tok bolničkog liječenja i terapijski postupci	65
5.9.1 Broj dana hospitalizacije	65
5.9.2 Broj dana antibiotske terapije i protrombinske profilakse	66
5.9.3 Količina primljene krvi i krvnih derivata	69
5.9.4 Tip distrakciono – kompresionog postupka	70
5.10. Tok liječenja u ambulantnim uslovima i terapijski postupci.....	71
5.10.1 Prva kontrola	71
5.10.2 Druga kontrola.....	74
5.10.3. Treća kontrola	77
5.10.4 Četvrta kontrola.....	79

5.10.5 Peta kontrola.....	81
5.11. Procjena rezultata	84
5.11.1 Postoperativne i posttraumatske komplikacije	84
5.11.2 Procjena koštanih rezultata ASAMI scoring- om.....	89
5.11.3 Procjena funkcionalnih rezultata prema INDEKSU rehabilitacije.....	91
6.0 DISKUSIJA	103
7.0 ZAKLJUČCI	116
8.0 LITERATURA	118
9.0 PRILOZI.....	131

1.0 UVOD

1.1 Spoljašnja fiksacija

Spoljašnja fiksacija je metoda kojom se koštani fragmenti ili dijelovi skeleta fiksiraju pomoću klinova ili žica koje prolaze kroz kožu, potkožna meka tkiva i kost, a spolja se fiksiraju za ram spoljašnjeg fiksatora [1-3].

Spoljašnji fiksator je aparat koji se koristi u koštano zglobnoj hirurgiji, a služi za fiksaciju fragmenata kosti, pomoću igala, klinova koji prolaze kroz dijelove skeleta. Spolja se pričvršćuju za konstrukciju fiksatora. Ovom metodom se stabilizuju i održavaju fragmenti povrijeđene kosti u željenom položaju. Fiksatorom kod koštanih fragmenata možemo da postižemo: neutralizaciju, kompresiju, dinamizaciju, distrakciju, angulaciju, rotaciju, osteotaksu, ligamentotaksu, elastičnu fiksaciju i biokompresiju [4].

Spoljašnja fiksacija nije nova metoda u modernoj ortopediji jer se u različitim oblicima koristila hiljadu godina. Još je Hipokrat 377. godine prije nove ere napravio spoljašnji fiksator od kože [5].

Prva podjela je bila na one kod kojih se za fiksaciju koristi klin i drugi kod kojih se koristi Kiršnerova igla „pin i ring fiksatori“. U početku aparati su bili od drveta, a kasnije od metala i kompozitnih materijala [6].

U današnje vrijeme koriste se razni aparati koji prema biomehanici, tehničkim mogućnostima, geometrijskoj konfiguraciji i načinu postavljanja rama spoljašnjeg fiksatora mogu biti unilateralni, unilateralni sa konvergentno postavljenim klinovima, bilateralni, kvadrilateralni, triangularni, V-ram, semicirkularni i cirkularni.

Postavljanje jednog rama u jednoj ravni predstavlja unilateralni aparat (Hofmanov, Ortofiks, Mitkovićev M20), a dva rama u jednoj ravni bilateralni (Čarnlijev, Asif tubular AO fiksator).

Kvadrilateralni ram čine dva dupla bilateralna rama. Ovim postavljanjem se postiže bolja stabilizacija fragmenata u svim ravnima.

Kombinacijom unilateralnih i bilateralnih fiksatora se može postići fiksacija u više ravni u obliku V-rama.

Semicirkularni i cirkularni fiksatori Kotajevljev-koristi igle i klinove za stabilizaciju koštanih fragmenata, (Ilizarovljev, Volkov-Oganesijanov) postižu stabilizaciju u svim ravnima i umjesto klinova koriste žice. Sa njima se postiže dobra anteroposteriorna i mediolateralna stabilnost, a permanentnom elastičnom kompresijom koja je potpomognuta kontrakcijom muskulature ekstremiteta postiže se fiziološka kompresija koštanih fragmenata.

Da bi se ovo postiglo potrebno je postaviti adekvatan broj žica na odgovarajućim mjestima uz rastojanje rama i kože do tri centimetra [4].

1.1.1 Indikacije za spoljašnju fiksaciju

Spoljašnja fiksacija koristi se prvenstveno za stabilizaciju otvorenih fraktura nastalih u mirnodopskoj traumi (Gustilo II i III), strijelnih preloma u primarnoj hirurgiji, ali i za korekciju deformiteta, liječenje inegaliteta, hroničnih koštanih infekcija, defekata kosti i pseudoartroza [4,7-11].

Prihvaćene su absolutne i relativne indikacije za primjenu spoljašnje fiksacije.

Absolutne indikacije:

- prelomi naneseni vatrenim oružjem I i II stepena,
- otvoreni prelomi II i III po Gustilu,
- prelomi koji zahtijevaju rekonstruktivne zahvate na koži,
- prelomi koji zahtijevaju distrakciju, neutralizaciju uz defekt koštanog tkiva,
- prelomi udruženi sa opekom i gubitkom kože,
- inficirani ili nezarasli prelomi i
- artrozeze.

Relativne indikacije:

- ratne rane I stepena,
- frakture karlice sa dislokacijom,
- fiksacija fragmenata nakon resekcije tumora kosti,
- osteotomije kod djece,
- prelomi udruženi sa neurovaskularnim reparacijama i rekonstrukcijama,

- stabilizacija segmentalnih zatvorenih preloma,
- korekcija kongenitalnih anomalija,
- pojačana stabilizacija preloma kod preloma riješenih žicom ili šrafom,
- stabilizacija preloma kod politraumatizovanih pacijenata,
- ligamentotaksa kod intraartikularnih preloma,
- prelomi potkoljenice u distalnoj trećini kod neadekvatne gipsane imobilizacije i
- transpedikularna stabilizacija kičme kod ratne rane [4].

Moderni spoljašnji fiksatori (unilateralni, cirkularni, hibridni) se baziraju na zajedničkim principima korekcije preloma ili deformiteta, a to je da omogućavaju stabilnost fiksacije i obezbeđuju statičko dinamičko opterećenje čime se postiže osovinska stabilnost i pospešuje osteogenezu. Prednost kod primjene spoljašnje fiksacije rezultat je tehnološkog razvoja, konstrukcije novih modela fiksatora, razvoja radiološke tehnologije kao i primjena novih materijala-legura koje dovode do smanjenja procenta komplikacija [12-14].

1.2 Dinamička distrakciono-kompresiona spoljašnja fiksacija

Uvođenjem u kliničku praksu novih, originalnih radova Gavrila Abramovića Ilizarova i njegovog aparata ortopedija i traumatologija su doatile nove smijerove u rekonstruktivnoj hirurgiji pseudoartroza.

Gavril Abramovič Ilizarov (Slika 1 A.). Rođen u Sovjetskom Savezu 1921, a nakon završetka studija 1944, godine počeo je raditi u provinciji Kurgan u Jugoistočnom Sibiru.



A

B

Slika 1. Gavril Abramovič Ilizarov 1921-1992. godina (A); i spoljašnji fiksator u obliku prstena (B). (preuzeto iz "РНЦ" "ВТО" ИМ. АКАД. Г. А. ИЛИЗАРОВА КУРГАН РОССИЯ)

Krajem Drugog svjetskog rata veliki broj njegovih pacijenata su bili vojnici sa teškim prelomima ekstremiteta i morali su podnositi dugotrajno liječenje gipsom i skeletnom trakcijom, a to su bile i jedine metode za njihovo liječenje [15].

Mislio je da postoje i drugi načini za njihovo liječenje i u tom pravcu je usmjerio svoja istraživanja. Prelaskom u Kurgan 1950. godine na odjelu opšte hirurgije razvio je ideju o spoljašnjem fiksatoru u obliku prstena sa ukrštenim iglama, (Slika 1B.), a prvi pacijent koji je bio liječen novim spoljašnjim fiksatorom radio je u fabrici u kojoj su se proizvodili metalni dijelovi za izradu prstena [15].

Podatke o aparatu za zarastanje kostiju Ilizarov je objavio u decembru 1951.godine. Klinička primjena aparata zasnovana je na eksperimentalno-teorijskim osnovama.

Eksperimentalno je dokazan uticaj kompresije na brzinu regeneracije spongioze i kompaktne kosti [16-21].

Metoda Gavrila Abramovića Ilizarova predstavlja epohalni doprinos u ortopedskoj hirurgiji i traumatologiji i može se reći da su njenom primjenom sve hirurške metode u ovoj oblasti doatile alternativu u liječenju preloma [22].

Vremenom je usavršavao ram i tehniku, što je uključivalo prebacivanje sa tradicionalne osteotomije (pravljenja preloma kroz kost) na kortikotomiju (rez samo kroz spoljašnji sloj kosti), kojom se čuva meko tkivo i smanjuje vrijeme koje je potrebno za zarastanje.

Tako je razvio „zakon tenzionog stresa“ kojim je ukazao da se pod dejstvom spore i postepene distrakcije kost i meka tkiva regenerišu [15,23-24].

Indikacije za primjenu metode Ilizarova su široke:

- otvoreni i zatvoreni prelomi,
- defekti kostiju,
- skraćenje ekstremiteta,
- kontrakture i teška oštećenja zglobova,
- deformiteti kostiju,
- infekcije kostiju i
- pseudoartroze.

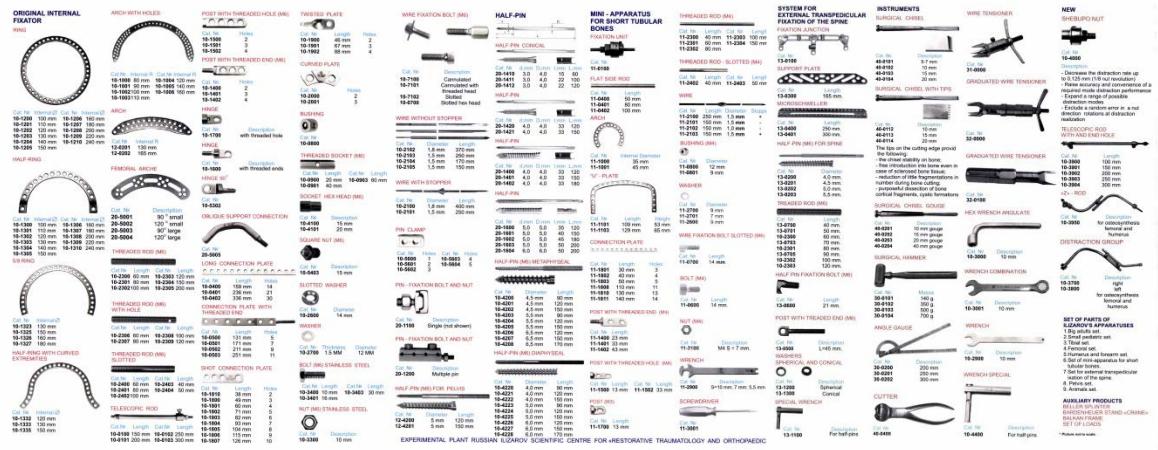
Kontraindikacije za primjenu metode su kod pacijenata:

- koji imaju psihičke smetnje,
- nekriticani odnos povrijedjenog prema vlastitom stanju,
- kod opsežne gnojne infekcije mekih tkiva i
- kod pacijenata mlađih od pet godina.

1.2.1 Sastavni dijelovi kompletira aparata

U kompletu aparata nalaze se sljedeći dijelovi: igle, obruči, poluobruči, lukovi, iglodržači, distanceri, ploče, pločice, podupirači, spojnice sa navojima, burence, podloške (sfериčne i ravne), šrafovi i navrtke. (Slika 2.A).(Prilog 1.).

Sastavni dio kompletira čini i instrumentarij koji sadrži: sjekač igala, klješta za savijanje žica, dva tipa ključeva (lulasti i ravni), zatezači igala (mehanički i automatski). (Slika 2.B).



Slika 2. Komplet aparata Ilizarov (preuzeto od:original internal fixator CE ISO 13485:2003 Kurgan 2008), (Prilog 1.).

Igle su urađene od nerđajućeg čelika i predstavljaju modifikaciju Kiršnerove igle sa prečnikom 1,5 i 1,8 mm, a dužinama od 150, 170, 250 i 370 mm. Imaju kopljasti i perasti vrh zbog čega stvaraju manju toplotu od Kiršnerove igle koja ima trograni vrh. Povećavanjem prečnika na 1,8 mm povećava se i stepen zategnutosti za 5-6% (kompresija do 30 kg) ili do 13% (kompresija veća od 30 kg). Osim standardne koriste se i igle sa stoperima, sa olivama, u obliku vadičepa ili bajoneta. Igle sa olivama imaju promjer 1,5 mm i 1,8 mm, a dužinu od 250 i 400 mm. (Slika 2.A) [25-26].

Eksperimentalno je ustanovljeno da se:

- povećanjem ugla ukrštanja igala sa 90° na 135° dislokacija fragmenata povećava za tri puta,
- smanjenjem ugla ukrštanja igala sa 90° na 45° pravolinijsko dislociranje fragmenata smanjuje jedan i po do dva puta, a povećava se stabilnost fragmenata,
- pri uglu ukrštanja do 60° se smanjuje pravolinijsko dislociranje fragmenata na najmanju mjeru i
- sa povećanjem ugla ukrštanja igala sa 45° na 135° povećava i njihovo savijanje.

Sile zatezanja imaju dvije komponente:

1. početno zatezjanje iglodržaćima i
2. zatezjanje silama kompresije i distrakcije koje se razvijaju u aparatu.

Neadekvatan izbor zatezanja igala dovodi do njihovog pucanja. Eksperimentalno je dokazano da optimalna sila zategnutosti mora biti 187 kg, kako bi se spriječilo pucanje igle. Ispitivanjem je ustanovljeno da se smanjenjem rastojanja između unutrašnjih površina uporišta i kosti može povećati stepen zategnutosti igala od 21% do 32% [25-27].

Igle sa stoperima mogu biti u obliku olive, bajoneta i vadičepa i koriste se za susretajuće – bočnu kompresiju, za kontrolisano premještanje fragmenata i za povećavanje fiksacije (ograničavaju pomjeranje aparata u odnosu na kost). Igle sa stoperima se kontrolisano zatežu. Kod stopera u obliku bajoneta zategnutost ne smije preći 30 kg, stopera u obliku vadičepa 50 kg, a kod igle sa olivom 120 kg.

Za veću stabilnost aparat – kost koriste se igle sa olivom tzv. „konzolne igle“. Prave se da se od olive igla skrati na 1,5 do 2 cm, a sjećicama se oblikuje vrh igle kosim presijecanjem.

Da bi se izbjeglo oštećenje mekih tkiva i termičko oštećenje kosti koriste se igle sa dvogramim (kopljastim, perastim) i jednogramim vrhom. Jednograjni vrh ima prednost u odnosu na dvograni zato što tri puta oslobađa manje toplove i time manje oštećuje kost.

Kroz meka tkiva igle se provode probadanjem, a kroz kosti sa bušilicom do 1200 obrtaja u minuti uz permanentno hlađenje alkoholom na gazi.

Baktericidno dejstvo igala postiže se njihovim oblaganjem tankim slojem srebra, zlata i platine, Ilizarov 1982 godine [28].

U kompletu se nalaze *obruči i poluobruči* veličina od 0 do 10. Nulta veličina ima unutrašnji prečnik od 100 mm. Svakog sljedećeg prečnik se uvećava za 10 mm do broja 6, a nakon toga se prečnik povećava za 20 mm. Za povećavanje veličina obruča od 20 mm povećava se i debљina za 1 mm zbog povećavanja čvrstine. (Slika 2.A).

Lukovi su prošireni obruči sa produženim krajevima. Uglavnom se koriste na natkoljenici i pored igala za fiksaciju mogu da koriste i pinove. Rade se u sedam veličina sa unutrašnjim prečnikom raspona od 80 do 260 mm. (Slika 2.A).

Iglodržaćima se igle fiksiraju za konstrukciju aparata. Rade se u obliku rama i u obliku šrafa. U obliku šrafa postoji i varijanta sa produžetkom glave i koriste se uz distancer zato što omogućavaju zatezanje i fiksiranje igala bez pomjeranja igle od

početnog položaja, a zbog blizine uz distancer postiže se bolja stabilnost konstrukcije aparata. (Slika 2.A).

Preko *distancera* se spajaju spoljašnja uporišta obruča i poluobruča. Rade se u obliku teleskopskih i nareznih. Teleskopski se rade u dužinama 190, 220 i 380 mm, a narezni u dužinama od 60, 80, 100, 150 i 200 mm. Narezni distaceri koji imaju žlijeb ili otvor kroz središnji dio koriste se za premještanje igala u željenom smjeru. Premještanje igala se koristi za repoziciju koštanih fragmenata, produženje fragmenata i susretajuće – bočnu kompresiju. (Slika 2.A).

Ploče se koriste za spajanje poluobruča ili služe kao uporišta. Najčešće se koriste za premještanje uporišta kod susretajuće – bočne kompresije i korekciju angularnih deformiteta. Rade se u različitim dužinama zavisno od toga da li imaju dva nareza, jedan narez ili su bez nareza. (Slika 2.A).

Pločice mogu biti pravougaone, lučne i spiralne. Pravougaone služe za spajanje uporišta različitih dijmetara. Lučne se koriste kod poluobruča postavljenih blizu zgloba kada se postavljaju igle van ravni uporišta. Spiralne pločice se koriste kod spajanja dijelova aparata koji su postavljeni u perpendikularnim ravnima, a mogu biti i nastavci kod montiranja ravnih ploča. Rade se u različitim veličinama zavisno od broja otvora. (Slika 2.A).

Podupirači (Kronštajni) služe kao dopunska uporišta za igle u raznim smjerovima. Koriste se i za pravljenje šarnirnih (zglobnih) konstrukcija aparata. Rade se sa jednim do četiri otvora, a imaju narezni otvor u sredini ili narezni nastavak preko kojih se mogu fiksirati za konstrukciju aparata. (Slika 2.A).

Spojnice sa navojima (Muf), rade se u obliku šestougaone navrtke sa središnjim otvorom sa navojima. Rade se u raznim dužinama kao i podupirači, a služe za spajanje nareznih distancer u osnovi ili kod teleskopskih pod pravim uglom. (Slika 2.A).

Burence se radi u obliku kratke cijevi čiji je unutrašnji prečnik veći od prečnika nareznog distancer. Koristi se kao dugačka podloška i povećava nivo navrtke iznad ravni uporišta. Služi i za pojačavanje distancer kod sila savijanja, a može i spajati dva distanca longitudinalno. Od dva burenceta se može napraviti zglob između dva distancer. (Slika 2.A).

Podloške se rade kao ravne, sa žlijebom, nazubljene ili sferično – konusne. Važne su pri povezivanju uporišta pod određenim uglom, za smanjenje trenja između dva rotirajuća elementa aparata i fiksiranje distancera pod određenim uglom. Podloške sa žlijebom se koriste za fiksaciju igala koje su odmaknute od poluobruča. Sferično – konusne se postavljaju na distancere uz uporišta gdje se ispravlja angulacija do 16°. (Slika 2.A).

Šrafovi i navrtke se rade sa šestougaonom glavom M4 S = 7 mm., a navrtke dužine od 10, 14, 16 i 30 mm. Koriste se za spajanje poluobruča u obruče, podupirača za konstrukciju aparata, fiksaciju iglodržača, raznih ploča i spojnice. (Slika 2.A) [15].

Obavezni instrumentarij u sastavu kompleta aparata čine: sjekač igala, kliješta za savijanje igala, ključevi (lulasti i ravni sa šestougaonim otvorom) po 2 komada, zatezači igala (mehanički i automatski), dlijeta za resekciju i kortikotomiju, ravna i polulučna sa oštricom promjera 5-7, 10, 15, 20 i 40 mm, uglovjer i hirurški čekić. Pored obavezognog instrumentarija može biti i dodatak za krevet, dodatak za operacioni sto, dodaci za skeletnu trakciju itd. (Slika 2. B).

1.2.2 Opšti principi aplikacije aparata

Pri aplikaciji aparata moraju se uzeti u obzir: patološki supstrat, anatomska lokalizacija, kao i stanje lokalnog tkiva. Bolje je koristiti obruče nego lukove koji daju manju stabilnost. Lukovi se koriste tamo gdje je nemoguće postaviti obruče i na zglobovima zbog njihovog pokreta [29].

Obruč ili luk mora biti 1,5 cm širi od maksimalnog prečnika ekstremiteta na svakom nivou fiksacije. Ako je prostor između obruča i ekstremiteta veći od navedenog, smanjuje se stabilnost konstrukcije. Ako se razvije edem, mali obruči mogu pritisnuti meka tkiva, što rezultira razvojem dekubitusa [15].

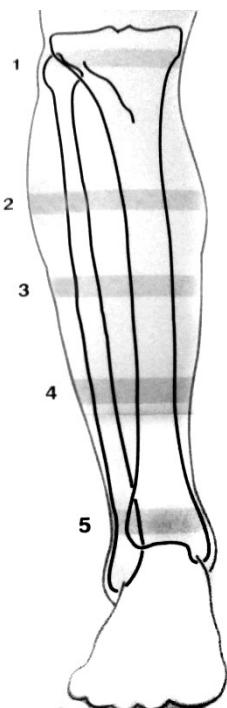
Obruči jednake veličine se spajaju bez dodatnih dijelova aparata. Obruči iste veličine pogodni su za humerus, podlakticu, distalni femur i donji dio potkoljenice, dok za proksimalni femur, gdje postoje značajne razlike u prečniku ekstremiteta, distalni obruč treba da bude od proksimalnog luka. Dužina distancera koji povezuju dva obruča treba da bude dovoljna za željeni plan liječenja. Ako postoji obruč različitog prečnika, treba koristiti kratke pločice da bi se razlika kompenzovala [15,29-30].

Opšta pravila primjene aparata:

- svi koštani fragmenti moraju da imaju isti položaj u odnosu na odgovarajuće obruče ili lukove,
- distanceri moraju biti međusobno paralelni, ali i paralelni uzdužnoj osovini fragmenata. Razdaljina između distancera i osovine fragmenata mora biti jednaka na svakom nivou fiksacije,
- igle moraju biti pravilno zategnute: zategnutost se održava do potpune koštane konsolidacije,
- stabilna fiksacija mora da se održava uz što manji broj igala. Igle ne smiju da ugroze vaskularno snabdijevanje koštane srži,
- unutrašnji prečnik obruča ne smije da pređe 1,5 do 2 cm u odnosu na prečnik ekstremiteta,
- igle koje su blizu zgloba ne smiju da ugroze pokrete zgloba i
- kod kompresione osteosinteze, meka tkiva moraju biti povučena u stranu kontakta fragmenata, da bi se spriječilo prosijecanje kože iglama. Kod distrakcione osteosinteze meka tkiva se moraju povući prema centru aparata [16,31-36].

Tokom provođenja iglu ne treba savijati jer blago savijanje oštećuje meka tkiva. Takođe, savijena igla povećava ulazni otvor u kosti, što smanjuje stabilnost fiksacije i povećava rizik od infekcije oko igala [16,29].

Najveći stepen kompresije se postiže kod poprečnih fragmenata kada se smjer kompresije poklapa sa uzdužnom osovinom kosti. (Slika 3.). Kod spiralnih fragmenata kompresija se ostvaruje susretajuće – bočnom trakcijom (lučno savijenim iglama, iglama sa olivom ili pomjeranjem dopunskih obruča). Nategnutost igala vremenom slabi, pa se radi dopunsko zatezanje.



Slika 3. Poprečni presjek potkoljenice: 1-proksimalna metaphiza, 2-proksimalna dijafiza, 3-medijalna dijafiza, 4-distalna dijafiza, 5-distalna metaphiza. (preuzeto iz: Tomić S. Pseudoartroze i defekti kostiju, Metod Ilizarova, Beograd: Želnid; 2001.)

Ako je napravljena greška pri aplikaciji aparata i postoji neadekvatna pozicija fragmenata moguće je naknadno, dopunskim obrućima i distancerima, poziciju fragmenata dovesti u adekvatan položaj. Za uspješnost korekcije prvi postupak je rješavanje translacije, angulacije, rotacijskih deformiteta, a potom se rješava dijastaza [37-39].

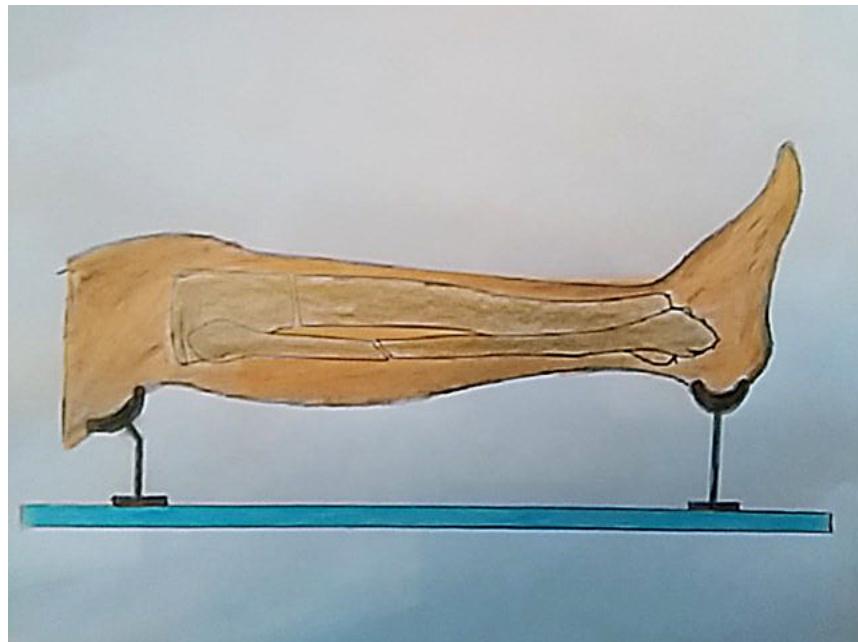
Pravilno postavljenim aparatom postiže se absolutna stabilnost fiksiranih fragmenata tokom cijelog perioda liječenja. Ako je došlo do naknadne dislokacije fragmenata aparat nije pravilno aplikovan i nije održana stabilna fiksacija fragmenata. Zato se nakon aplikacije aparata provjerava stepen fiksacije igala i svih njegovih dijelova.

Prevencija povrede neurovaskularnih struktura se postiže postavljanjem igala kroz tzv. "bezbjedne zone" vodeći računa o topografskoj poziciji. (Slika 3: 1,2,3,4,5.). Pravilnim postavljanjem i zatezanjem igala prevenira se prorezivanje kože, a bušenje kosti sa prekidima uz mali broj obrtaja i permanentnim vlaženjem igala alkoholom na gazi smanjuje se mogućnost opeketina [16,39-40].

1.2.3 Položaj bolesnika na operacionom stolu

Bolesnik se postavlja na leđa ležeći na operacionom stolu. Nakon anestezije na karlični podmetač postavlja se perinealno uporište. Stopalo povrijedene noge fiksira se za držać stopala preko kojeg se postiže umjerena uzdužna trakcija. Nakon hirurškog pranja kroz kalkaneus se postavi igla u frontalnoj ravni čiji se krajevi fiksiraju za trakcionu luk. Na njega se postavi skeletna trakcija sa postepenim povećavanjem opterećenja do izjednačavanja dužine ekstremiteta i zatezanja mišićno fascijalnih struktura. U istom aktu se koriguje rotaciona dislokacija. Stopalo se dovodi u pravilan položaj u odnosu na kondile tibije. (Slika 4.).

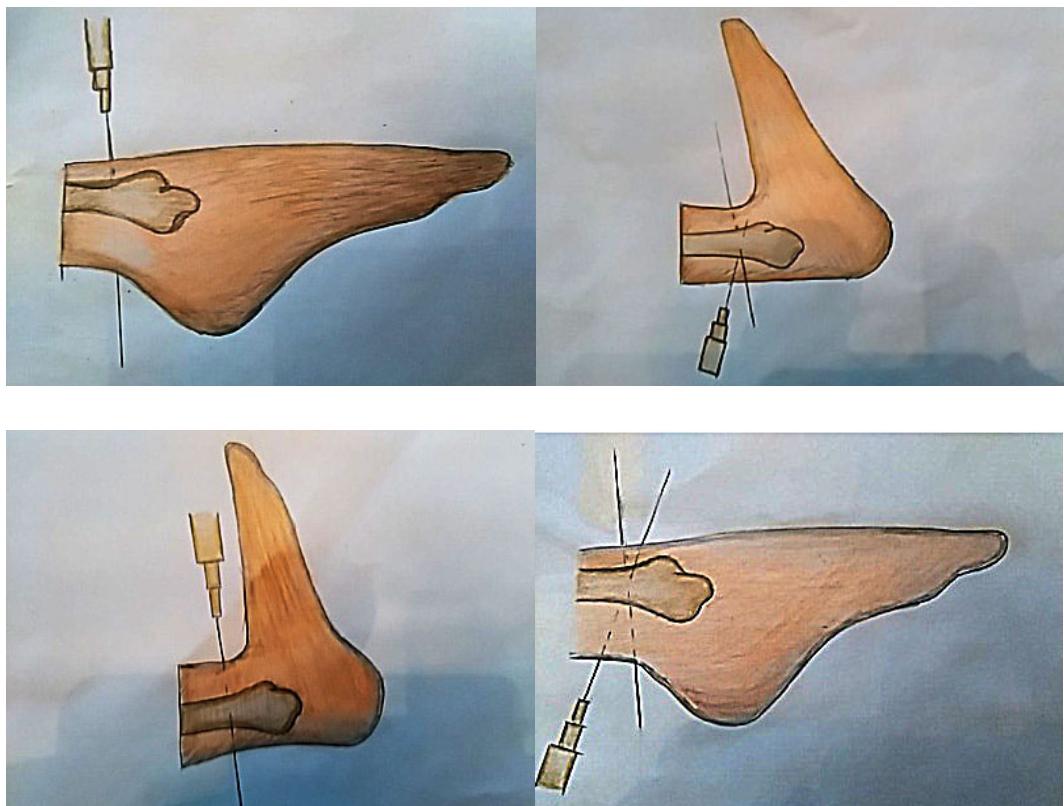
Na koži potkoljenice se markiraju ranije planirani nivoi provođenja osnovnih ukrštenih i dopunskih repozicionih igala uz uvođenje igala na mjestima "bezbjednih zona". Za to se koriste koštani orientiri, unutrašnji maleolus i zglobna pukotina koljena [16].



Slika 4. Repoziciono – fiksacioni dodatak na operacioni sto za zadržavanje pozicije fragmenata.

1.2.4 Meka tkiva i pozicija stopala kod postavljanja aparata

Ukoliko se na adekvatnom mjestu nepravi „nabor“ od kože, moguće je za vrijeme pomjeranja uporišta smanjiti eventualnu nekrozu kože na mjestu ulaska i izlaska igala. Ako se planira kompresiona osteosinteza, koža i meka tkiva se povlače od centra. Kod distrakcije nabor mekih tkiva se formira prema centru konstrukcije. Pravilno provođenje igala treba da sačuva pokrete u zglobu. (Slika 5.). Pri provođenju igala sa fleksorne površine potkoljenice do njenog prolaska kroz drugi kortikalni zid, skočni zgrob se ekstendira, a poslije toga se maksimalno flektira i igla se provodi kroz meka tkiva. Pri provođenju igala sa ekstenzorne površine, naizmjeničnost položaja zgloba mora biti suprotna [16,29,41-44].



Slika 5. Pozicija stopala kod provođenja igala u distalnom dijelu blizu skočnog zgloba.

Ako su anatomske međuodnosi u distalnom tibio – fibularnom zglobu pravilni, onda se kroz obe kosti provodi jedna od ukrštenih igala. Kod metafizarnih pseudoartroza kroz

kratki fragment se provode tri ukrštene igle. Jedna od igala je sa olivom i stavlja se nastrani očekivane dislokacije. Ta se igla fiksira za podupirač, a ne u ravni osnovnog obruča [16].

Kontrolu pozicije koštanih fragmenata omogućavaju konstrukcione osobine aparata premještajući koštane fragmenate u bilo kom pravcu. Premještanje može biti uzdužno, poprečno, rotatorno, i angulrno. Takođe, može se izvesti unutar aparata ili sa dijelovima aparata [16,36].

1.2.5 Tipovi osteosinteze pseudoartroza tibije

U liječenju pseudoartroza tibije korste se:

- zatvorena monolokalna kompresiona osteosinteza,
- zatvorena monolokalna naizmjenična distrakciono – kompresiona osteosinteza,
- zatvorena monolokalna sinhrona kompresiono – distrakciona osteosinteza,
- otvorena monolokalna kompresiona osteosinteza,
- otvorena bilokalna sinhrona kompresiono – distrakciona osteosinteza i
- otvorena bilokalna naizmjenična distrakciono – kompresina osteosinteza.

1.2.5.1 Zatvorena monolokalna kompresiona osteosinteza

Kod hipertrofičnih pseudoartroza sa malim stepenom patološke pokretljivosti sa poprečnim i kongruentnim koštnim fragmentima, sa dobrom čeonim kontaktom bez deformacija osovine potkoljenice primjenjuje se uzdužna kompresija aparatom koji se sastoji od dva obruča.

Ako je patološka pokretljivost veća od 15° na mjestu pseudoartoze, transosalna osteosinteza se obavlja pomoću osam ukrštenih igala fiksiranih na četiri obruča. U distalnoj metafizi jedna od igala se provodi kroz obe kosti, a u proksimalnom dijelu obe igle se provode samo kroz tibiju.

Kod kosih fragmenata primjenjuje se susretajuće – bočna trakcija dva srednjia obruča, a kod anguliranih fragmenata više od 25° , sa upornom pločom postavljenom sa strane suprotne vrhu angulacije, distrakcijom u srednjim obručima se popravlja angulacija [17].

1.2.5.2 Zatvorena monolokalna naizmjenična distrakciono – kompresiona osteosinteza

Kod hipertrofičnih pseudoartroza sa dislokacijom fragmenata po dužini, praćeni skraćenjem potkoljenice od 3 do 5 cm. U prvom aktu se pomoću dva distancera radi distrakcija za po jednu četvrtinu okreta, tri do četiri puta dnevno, do uspostavljanja željene dužine. Kada se postigne osovinsko izravnavanje, aparat se prevodi u stanje kompresije putem sva četiri distancera.

1.2.5.3 Zatvorena monolokalna sinhrona kompresiono – distrakciona osteosinteza

Kod slabo pokretnih pseudoartroza, a sa angulacijom koja je nastala zbog jednostranog klinastog defekta u predjelu njihovog kontakta, primjenjuje se sinhrona kompresiono – distrakciona osteosinteza. Na konkavnoj strani deformacije se obavlja distrakcija, a na konveksnoj kompresija. Angularna deformacija se koriguje sa istovremenim popunjavanjem klinastog defekta kosti novoformiranim koštanim tkivom.

Ako je deformacija kostiju potkoljenice veća od 25° , zbog zarastanja fibule ne može se postići repozicija fragmenata. U tom slučaju se radi osteotomija fibule. Da bismo zaštitili tibiofibularnu sindezmozu u distalnoj metafizi provodi se igla sa olivom, koja ide sa zadnje – spoljašnje na prednje – unutrašnju površinu.

1.2.5.4 Otvorena monolokalna kompresiona osteosinteza

Metoda je indikovana kod pseudoartroza sa istanjenim, nekongruentnim krajevima koštanih fragmenata, postojanje velikih sekvestara ili stranih tijela u zoni pseudoartroze, defekti krajeva jednog ili oba fragmenta koji smanjuju površinu kontakta za jednu četvrtinu i više od prečnika kosti. U tom slučaju se radi resekcija pseudoartroze, otvara se medularni kanal i adaptiraju krajevi, montiraju se međuobruči koji se međusobno spajaju osnovnim distancerima, radi se uzdužna kompresija. Ako se ne može uspostaviti adekvatan kontakt, obavlja se susretajuće – bočna kompresija, kojom se maksimalno čuva vaskularizacija krajeva koštanih fragmenata i dobije se veća kontaktna površina [16,36].

1.2.5.5 Otvorena bilokalna sinhrona kompresiono – distrakciona osteosinteza

Indikovana je kod defekata tibije bez dijastaze između krajeva fragmenata ili sa malom dijastazom od 0,5 do 0,8 cm, koja se može nadoknaditi imedijantno. Ovaj defekt dovodi do skraćenja, koje je jednako veličini defekta ili je malo manje. Treba raditi i kosu osteotomiju fibule u srednjoj trećini. Distrakcija se radi po jedan milimetar dnevno, a radi se sedam dana poslije operacije i traje do postizanja željene dužine, a za to vrijeme se srednji i distalni obruči zbližavaju radi kompresije na spoju fragmenata.

1.2.5.6 Otvorena bilokalna naizmjenična distrakciono – kompresiona osteosinteza

Indikovana je kod defekata tibije od 15 do 20 cm, sa dijastazom najmanje 2 cm između fragmenata. Nakon postavljanja obruča radi se kortikotomija proksimalnog fragmenta tibije. Ako postoji skraćenje potkoljenice, radi se osteotomija u donjoj trećini fibule. Distrakcija se radi po jedan milimetar dnevno dok središnji dijelovi ne dođu u kontakt. Ako su krajevi fragmenata kosi radi se susretajuće – bočna kompresija [16,36,41-46].

Ciljevi liječenja pseudoartroza su korigovanje postojeće deformacije kostiju datog segmenta i zarastanje koštanih fragmenata [16,47].

Suština metode je transfiksacija fragmenata kosti iglama koje se stavljuju pod uglom i fiksiraju za obruče. Ovakva konstrukcija omogućava hirurgu da pomoći jednom pravilno postavljenog obruča upravlja pozicijom fiksirane kosti pa se može dobiti:

- tačna zatvorena repozicija koštanih fragmenata sa maksimalnom površinom interfragmentarnog kontakta,
- čvrsta, stabilna i dirigovana fiksacija fragmenata koja ne ograničava funkciju zglobova, mišića i ekstremiteta u cjelini,
- maksimalno očuvanje vaskularizovanosti kako mesta povrede tako i cijelog ekstremiteta,
- očuvanje osteogenih tkiva (periosta, endosta, koštane srži) i štedljiv odnos prema njima i drugim tkivima kako za vrijeme osteosinteze tako i u narednom periodu,
- rana i puna funkcionalna terapija sa opterećenjem povrijeđenog ekstremiteta,
- rana aktivnost povrijeđenog sa istovremenim uspostavljanjem homeostatske ravnoteže i

- kod otvorenih preloma, rana i radikalna hirurška obrada rane sa ciljem udaljavanja supstrata pogodnog za infekciju i ostvarivanja povoljne hirurške situacije.

Vrlo važna uloga distrakciono-kompresione metode je u liječenju pseudoartroza, loše sraslih preloma, koštanih defekata, infekcija kosti i deformiteta. Efikasna je i nakon primjene drugih metoda koje nisu dale rezultate u sanaciji koštane patologije.

Proces reparativne regeneracije koštanog tkiva u uslovima stabilne fiksacije, dobre repozicije i adekvatne vaskularizacije moguće je podijeliti na dva perioda: period stvaranja koštanog matriksa-mekotkivnog regenerata i period njegove osifikacije i pregradnje u normalnu cjevastu ili spongioznu kost.

Značajno je poznavati kako osnovni mehanički faktori (kompresija, fiksacija i funkcionalno opterećenje) utiču na proces konsolidacije fragmenata kosti u različitim kliničkim periodima.

Značaj fiksacije u procesu konsolidacije fragmenata je ogroman. Sama po sebi fiksacija ne ubrzava reparativnu regeneraciju. U uslovima apsolutne fiksacije, reparativni ciklus počinje od momenta traume i traje tri do četiri nedjelje, usporava i više se ne obnavlja. Zato je u drugom periodu za ubrzavanje pregradnje koštanog regenerata neophodno postepeno smanjenje stepena fiksacije. To se ostvaruje prenošenjem funkcionalnog opterećenja regenerata na igle aparata. Smanjenje stepena fiksacije postiže se postepenim vađenjem igala (po jedna na 4-5 dana) i istovremenim smanjenjem kompresije u aparatu.

Funkcionalno opterećenje je najmoćniji stimulans za poboljšanje vaskularnosti i trofike kako cijelog ekstremiteta tako i prelomljene kosti. Osim toga, funkcionalno opterećenje povrijeđenog ekstremiteta prevenira razvoj osteoporoze, što skraćuje vrijeme neophodno za uspostavljanje normalne koštane strukture. Funkcionalno opterećenje je faktor koji dovodi do organske pregradnje koštanog regenerata. Kost je stvorena pokretom i živi za pokret. Opterećenje prelomljenog ekstremiteta treba započeti bukvalno prvog dana poslije osteosinteze.

Pri odabiru veličine opterećenja treba se držati dva osnovna pravila:

- stepen opterećenja treba da je adekvatan čvrstini fiksacije fragmenata ili stvorenom koštanom regeneratu i
- promjene u stepenu opterećenja moraju imati ritmički i postepen karakter [16,22].

Zbog odabira veličine opterećenja važno je pratiti osovinsku stabilnost postoperativno i u daljem periodu cijeljenja kosti što je uslovjavalo da li će se raditi kompresija, distrakcija ili naizmjenično kompresija-distrakcija.

Opterećenje u početku treba da je malo, sa postepenim svakodnevnim uvećanjem po mjeri stvaranja koštanog regenerata [22].

Na kraju prvog mjeseca poslije osteosinteze pri normalnom toku regeneracije bolesnik može da hoda sa štapom. U periodu postepenog skidanja aparata i smanjenja stepena fiksacije, opterećenje ponovo treba smanjiti i postepeno ga uvećavati [22].

Koštano zarastanje je kompleksan i dinamičan proces stvaranja koštanog tkiva sa sukcesivnim promjenama u toku samog procesa koji ima za cilj ponovno povezivanje razdvojenih dijelova kosti. Ilizarovljevom metodom se postiže prirodna reparacija prelomljene kosti što je jedinstven proces koji predstavlja povratak skoro embrionalnom razvojnom stadijumu sa kasnijom strukturalnom remodelacijom, a svojstven je isključivo koštanom tkivu [48].

Distrakciona osteogeneza je mehanička indukcija nove kosti između koštanih površina nakon kortikotomije koje se postepeno razvlače. Biološki most između ovih koštanih površina nastaje od lokalne revaskularizacije i obuhvata cijeli poprečni presjek kortikotomirane površine [29,31,49-50].

Ako se radi postepena kontrolisana mehanička distrakcija živa kost se u potpunosti regeneriše i omogućuje segmentalni koštani transport pomoću distrakcije kalusa. Tako se može proizvoditi neograničena količina žive kosti između vaskularnih površina odvojenih kortikotomijom [51-54].

Najvažniji aspekt za uspjeh distrakcije kosti su neoštećena medularna cirkulacija, očuvanost mekih struktura, posebno periosta i koštane srži, te stabilnost fiksatora [55-57].

Distrakciono-kompresiona metoda po Ilizarovu predstavlja terapijski izazov. Pored pravilne indikacije zahtijeva izuzetnu preciznost kod postavljanja aparata da bismo u toku

liječenja mogli raditi eventualnu korekciju samim aparatom tokom ambulantnog praćenja pacijenta [16,48,58].

U rješavanju pseudoartroza je suverena metoda, a rezultati i preporuke drugih autora upućuju na takav stav.

1.2.6 Komplikacije i greške pri aplikaciji aparata

Komplikacije mogu biti rane i kasne.

Rane komplikacije se dijele na opšte (bolni sindrom, hipertenziju, sepsu, masnu emboliju i letalan ishod) i lokalne (nastale provođenjem igala, nastale kompresijom i nepravilnom aplikacijom aparata, nastale distrakcijom i nepravilnom aplikacijom aparata).

Bolni sindrom predstavlja stanje bolova duž cijelog ekstremiteta, a nije vezan za jedno mjesto. Najčešći uzroci su traumatizacija mekih tkiva zbog loše fiksacije fragmenata, nategnutosti neurovaskularnih struktura u koži i mišićnim strukturama i ishemiji mišića kod distrakcije. Stanje se liječi smanjenjem tempa distrakcije i davanjem vazodilatatorne terapije.

Hipertenzija može porasti i od 10 do 40 mm Hg stuba. Liječi se antihipertenzivima ili skidanjem aparata.

Sepsa može nastati zbog nepravovremenog odstranjenja inficiranih igala. U najtežim slučajevima se može završiti smrtnim ishodom.

Komplikacije nastale provođenjem igala najčešće se ispoljavaju infekcijom mekih struktura i mogu nastati i u ranom i kasnom periodu. Rane nastaju postoperativno od 3 do 5 dana i najčešći uzrok je neadekvatna asepsa tokom operativnog zahvata i traumatizacija tkiva tokom bušenja kosti. Ono češće zahvata dublje strukture i zato se na početku teže dijagnostikuje. Liječenje podrazumijeva uklanjanje igala, incizija mekih tkiva i drenaža rane.

Kasne infekcije obično zahvataju površinske strukture. Najčešći uzrok je slaba fiksacija što dovodi do pomjeranja fragmenata kosti po iglama. Slabo zategnute igle traumatiziraju kožu i potkožno tkivo. Liječenje se sastoji u svakodnevnom ispiranju u dezinficijensima, previjanju i primjeni antibiotika.

Gnojni artritis se javlja kod provođenja igala u blizini zglobova, dermatitis kože se javlja u vidu malih mjeđuhrića ispunjenih seroznom tečnošću. Aktivacija hroničnog osteomijelitisa zbog grubih manipulacija koštanih fragmenata i provođenjem igala kroz prethodno žarište. Krepitirajući tendovaginitis nastaje ako igla prođe kroz omotač titive. Povreda neurovaskularnih struktura se dešava zbog grubog provođenja igala kroz meka tkiva i izvan „bezbjednih zona“.

„Treća tačka fiksacije“ nastaje zbog priraslica mišića blizu zglobova, što dovodi do kontraktura zglobova, a najčešće nastaju zbog pogrešnog provođenja igala u distalnom dijelu potkoljenice blizu skočnog zgloba.

Opekotine kosti nastaju zbog neadekvatnog bušenja kosti i povećanog trenja zbog velikog broja obrtaja nastaje tzv. „osteomijelitis igle“ zbog čega može doći i do preloma kosti.

Zbog pretjerane kompresije može doći do subluksacije u proksimalnom i distalnom tibiofibularnom zgobu, a zbog pretjerane distrakcije dolazi do trofike segmenata i oštećenja neurovaskularnih struktura i zato je potrebno prestati sa distrakcijom do potpune normalizacije trofike i inervacije [23,59].

Kod produženja ekstremiteta česta komplikacija potkoljenice je fleksiona kontraktura koljena i ekvinus stopala. Pored njih može nastati i ekvino – plano – valgus stopala zato što kod većine ljudi vertikalna osovina kalkaneusa stvara sa osovinom tibije ugao od 8 do 10 ° otvoren prema vani. Kod produženja potkoljenice taj ugao se povećava zbog zatezanja tricepsa. Deformitet stopala se lijeći skeletnom trakcijom preko elemenata koji su na stolu, a sastavljeni su od dijelova aparata Ilizarova [15,23,60].

Kasne komplikacije nisu česte i ispoljavaju se u vidu angularne deformacije koštanog regenerata i pojavi fisura. Novostvoreni regenerat dobro podnosi distrakciju i kompresiju, ali slabo podnosi fleksionu kompresiju. Zato se aparat i skida kada rendgenološka čvrstina regenerata približno odgovara čvrstini susjednih dijelova kosti. Ako se aparat ranije skine regenerat je potrebno zaštititi gipsanom imobilizacijom koja sprečava angulirani deformitet. Fisura regenerata se sanira postavljanjem gipsane imobilizacije. U slučaju opekotine kosti zbog neadekvatnog provođenja igle nastaje aseptička nekroza, a i zbog slabe fiksacije igle dovodi do povećavanja prečnika kanala. Zbog toga nakon skidanja aparata može da dođe do preloma kosti na mjestu provođenja igle [15].

1.2.7 Prednosti metode po Ilizarovu

Značajnost metode je u tome što je efikasna kod mlađe, ali starije kosti pa se može uspješno primjenjivati kako kod djece, tako i kod starijih osoba.

Višestruki su razlozi za njegovu primjenu:

- modularni dizajn aparata omogućava da ram bude izrađen po mjeri svakog pacijenta posebno,
- cirkularni oblik rama ravnomjerno raspoređuje pritisak preko kortikotomije distrakcione pukotine i pojačava njegovu stabilnost,
- drži ulomke zajedno i dozvoljava značajnu kompresiju kod nesraslih fragmenata omogućavajući njihovo sajedinjenje,
- nema potrebe za incizije na koži zato što se iglama fiksira kost za obruče aparata i smanjuje mogućnost krvarenja, infekcije i oštećenja okolnih mekih struktura,
- konstrukcija i čvrstina rama daju mogućnost opterećenja ekstremiteta tokom liječenja, što je korisno za pacijenta znog ranog pokreta, mogućnosti jačanja mišićne snage i prevenciji kontraktura i
- daje mogućnost transporta koštanih fragmenata i može se koristiti kod produženja ekstremiteta nadoknadom izgubljene kosti zbog traume, tumora ili infekcije [61].

Studije Popove i Khodesevicha 1984. godine [62] te Ilizarova i Rozbrucha 2007. godine [15] pokazale su da se ovom metodom smanjuje vrijeme liječenja, troškove liječenja i invalidnine. Kod liječenja preloma i pseudoartroza primarna nesposobnost se smanjuje 3 do 5 puta i 8 puta u odnosu na liječenje otvorenih preloma metodama tradicionalnog liječenja. Većina pacijenata se ranije vratila na posao, što ima značajan socio – ekonomski značaj.

Cilj liječenja ovom metodom je da pacijent ima stabilan ekstremitet, jednake dužine, bez deformiteta, dobru funkciju mišića, dobar obim pokreta u zglobovima uz izostanak bolova. Isto je važno da vrijeme nesposobnosti bude što kraće uz minimalan broj hirurških postupaka. U većini slučajeva, Ilizarovljeva metoda spoljnje fiksacije omogućuje ostvarivanje ovih ciljeva [15].

Važnost metode je i u tome što praktično već nakon aplikacije aparata omogućuje ranu rehabilitaciju usmjerenu na normalizaciju funkcija svih organa i sistema. Rana aktivacija bolesnika je neophodna i započinje već drugog postoperativnog dana sa fizikalnim tretmanom uz dozirano opterećenje operisanog ekstremiteta. Vrijeme zarastanja zavisi i od uzrasta bolesnika, tipa i karaktera preloma, kao i stepena oštećenja mekih tkiva i drugih komplikacija. [60].

1.2.8 *Rehabilitacija operisanih pacijenata*

Rana rehabilitacija podrazumijeva primjenu fizikalnih procedura u cilju poboljšanja opšteg stanja bolesnika, sprečavanju mogućih komplikacija disajnih organa i poboljšanju funkcionalnog statusa operisanog ekstremiteta. Započinje drugog postoperativnog dana sproveđenjem vježbi disanja, podizanjem na noge prvi put 2 do 3 minuta, a nakon par sati 10 do 15 minuta. Ovo je važno zbog poboljšanja ventilacije pluća i prilagođavanja na nove uslove.

Laganom masažom, pasivnim i aktivnim pokretima distalnih dijelova ekstremiteta i pasivnim pokretima u susjednim zglobovima poboljšava se cirkulacija u operisanom ekstremitetu.

Stabilnost fiksacije obezbeđuje nepokretnost koštanih fragmenata na mjestu kontakta što omogućava opterećenje operisanog ekstremiteta. U početku je to tač oslonac, a kasnije se povećava u gradacijama nelagodnosti, bolnog oslonca i izostanku bola. Funkcionalno opterećenje stimuliše krvotok, prevenira razvoj osteoporoze i time skraćuje vrijeme koje je potrebno za uspostavljanje normalne strukture kosti. Funkcionalno opterećenje je istovremeno i prirodni regulator organske pregradnje koštanog regenerata.

Najčešće komplikacije koje treba prevenirati fizikalnom terapijom su ekvinus stopala i kontraktura koljena.

Ekvinus stopala se prevenira fiksiranjem stopala funkcionalnim držačem i stalnim vježbanjem talokruralnog zgloba.

Kontraktura koljena se prevenira aktivnim i aktivno potpomognutim vježbama koljenog zgloba. U prvom periodu izbor aktivnih i pasivnih vježbi zavisi od lokalizacije preloma i varijante osteosinteze (mjesto poluobruča i obruča, mjesto osteomije fibule).

Opšti princip je sprovođenje doziranih i potpomognutih pokreta. Forsiraju se izometrične kontrakcije osnovnih grupa mišića u susjednim zglobovima. Mogu se dati i lokalni antireumatici površno na koži bez kontakta sa iglama aparata [63-65].

Završna fizikalna terapija i funkcionalno opterećenje nakon skidanja aparata je vremenski individualna i zavisi od kliničkog i radiografskog nalaza.

Nakon skidanja aparata mlado koštano tkivo nije sposobno da od jednom izdrži veliko opterećenje i zato se ono znatno smanjuje. Rane na mjestu igala zarastaju za 3 do 5 dana. Neki pacijenti nose gips 1 do 3 nedjelje iz profilaktičkih razloga. Početkom drugog mjeseca većina pacijenata se prevodi na režim punog opterećenja, otok ekstremiteta se smanjuje povećava se mišićna masa i povećava amplituda pokreta u zglobovima..

Fizikalno liječenje nakon skidanja aparata je pasivno bez opterećenja ekstremiteta. U tom periodu je važna saradnja ortopeda i fizijatra. Nepravilan tretman može ugroziti funkciju zglobova. Postepenost u postupcima je važna zbog postizanja dobrih koštanih i funkcionalnih rezultata.

U prvom periodu pacijenti se kreću uz pomoć dvije potpazušne štakе, potom prelazi na podlaktične štakе i na kraju sa jednim štapom ili bez njega.

Puna funkcionalna rehabilitacija je period kada pacijent prelazi na puno opterećenje ekstremiteta. U ovom periodu dozvoljava se jačanje mišića uz opterećenje (hod sa prelaskom sa peta na prste, hod na petama, hod na prstima, hod uz i niz stepenice) [63-65].

1.3 Građa i funkcija koštanog sistema

Koštano tkivo je filogenetski najmlađe tkivo. Važno je za nosivost tijela, a učestvuje u regulaciji metabolizma kalcijuma, magnezijuma, fosfora, natrijuma i acidozne ravnoteže [66].

Koštano tkivo sadrži tri vrste ćelija: osteoblaste, osteocite i osteoklaste.

Osteoblasti nastaju iz vezivne strome. Nalaze se na površini koštanog tkiva poredani u nizu. Sadrže koštani izoenzim alkalne fosfataze i receptore paratiroidni hormon (PTH) te vitamin D3 [67].

Osteociti nastaju od osteoblasta kada se okruže tek izlučenim matriksom. Oni su najbrojnije ćelije koštanog tkiva. Smješteni su u lakunama između lamela matriksa. Okruženi su ekstracelularnom tečnosti i međusobno povezani citoplazmatskim izdancima [68].

Osteoklasti su ćelije potrebne za resorpciju kosti. Nastaju spajanjem mononuklearnih fagocita porijeklom iz matičnih ćelija hematopoeze. To su velike ćelije sa puno jedara od 5 do 50. Na površini ćelije imaju receptore za kalcitonin i vitronektin, a sadrže enzim kiselu fosfatazu [69].

Međućelijska koštana supstanca se sastoji od: anorganske supstance, organske supstance, glikozaminoglikana, osteokalcina.

Anorganska supstanca čini oko 50% suve mase koštanog matriksa. Glavninu čine kalcijum i fosfor koji se nalaze u obliku kristala hidroksiapatita.

Organska supstanca se sastoji od kolagena tipa I i amorfne osnovne supstance.

Glikozaminoglikani (raniji naziv kiseli mukopolisaharidi) su ravni polipeptidni lanci sastavljeni od disaharidnih jedinica, koje se sastoje od uronske kiseline i heksozamina [70].

Osteokalcin je polipeptid koji čini oko 1,2% ukupnih bjelančevina kostiju. Na polipeptid su vezane dvije gamakarboksiglutaminske kiseline i zato se naziva koštani GLA protein (GLA. od engl. gamma-carboxyglutamic acid) [71].

Mineralizacija kosti se odvija odlaganjem hidroksiapatita na organski matriks (osteoid) koji izlučuju osteoblasti. Taj proces daje čvrstoću kostima. Brzina odlaganja minerala zavisi od koncentracije kalcijuma i fosfora u ekstracelularnoj tečnosti. Osteoblasti i osteociti mogu uticati na koncentraciju jona kalcijuma i fosfora pa time uticati na proces mineralizacije. Kolagen iz osteoblasta katalizira početno odlaganje minerala iz ekstracelularne tečnosti [70].

1.3.1 Pregradnja i rast kosti

Pregradnja je važna u metabolizmu kostiju i osigurava funkcionalnu cjelovitost koštanog tkiva. Stara se kost razgrađuje, a umjesto nje se stvara nova kost. Pregradnja prolazi kroz nekoliko faza.

Faza aktivacije traje od nekoliko sati do tri dana. Osteoblasti povećavaju stvaranje enzima kolagenaze i aktivatora plazminogena i citokina te podstiču osteoklastičnu aktivnost.

Faza obrtanja traje tri do deset dana popunjavanjem praznine u kosti mononuklearima koji preuzimaju ulogu čistača uklanjajući (razgradjujući) preostali kolagen i nekolagene proteine.

Faza stvaranja kosti započinje dolaskom osteoblasta na očišćenu koštanu plohu. Dijeli se u rano i kasno razdoblje. Rano traje tri do četiri dana i manifestuje se početnim odlaganjem osteoida, a u kasnom razdoblju je završeno odlaganje osteoida u kojem se nalazi istaloženi mineral [72].

1.3.2 *Histološka građa kosti*

Zrelo koštano tkivo se nalazi u dva obliku: kortikalno (kompaktno, lamelarno) i spongiozno (trabekularno, spužvasto). (Slika 6.)

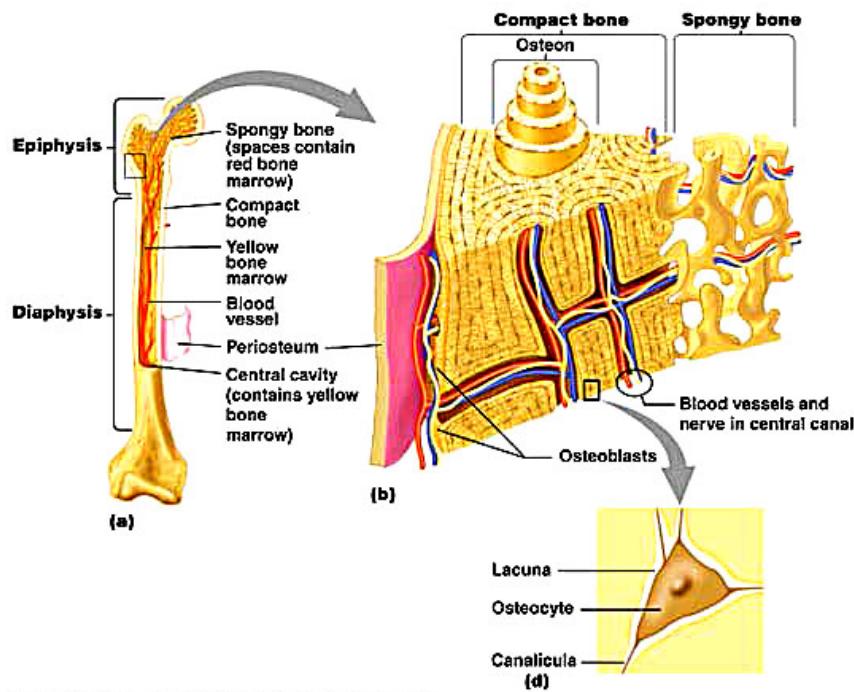
Osnovna supstanca *kortikalne kosti* sastavljena je od lamela poredanih jedna uz drugu čineći nekoliko sistema lamela. U šupljine između lamela uložene su koštane ćelije na način da je jedan sistem lamela paralelan sa unutrašnjim, a jedan sa vanjskim dijelom kosti. U dugim kostima Haversovi kanali su postavljeni uzdužno, a u pljosnatim paralelno sa površinom kosti i sadrže arterije, vene, limfne žile, nerve i nešto koštane moždine.

Spongiozna kost građena je od koštanih gredica, koje ograničavaju uski prostor ispunjen koštanom srži. Debljina gredica zavisi od broja lamela koje ih izgrađuju, a njihov raspored od sila pritiska i sila razvlačenja. Od spongioze su izgrađeni oni skeleti koji moraju biti veliki i jaki.

Periost predstavlja ovojnici koštanog tkiva koji je deblji u dječijem uzrastu. Sastoji se od površnog-debljeg i dubokog-tanjeg sloja. Kod kosti u rastu postoji i srednji sloj od nediferenciranih koštanih ćelija.

Endost predstavlja tanki vezivni sloj koji u srednjem dijelu dijafize dugih kostiju odvaja kanal od koštane srži. U fazi preloma endost može stvarati koštano tkivo ubrzanim stvaranjem osteoblasta. Stvaranje unutrašnjeg, endostalnog kalusa napreduje mnogo brže nego periostalnog.

Medularna šupljina je ispunjena koštanom srži. Razlikuju se tri vrste koštane srži: crvena, žuta i želatinozna. Poslije preloma dolazi do bujanja ćelija i u medularnom kanalu koje imaju ulogu u formiranju medularnog kalusa.



Slika 6. Histološka građa kosti (preuzeto od:http://www.perswonal.psu.edu/staff/m/b/mbt_102/bisci4_online/bone/bonestruc.jpg)

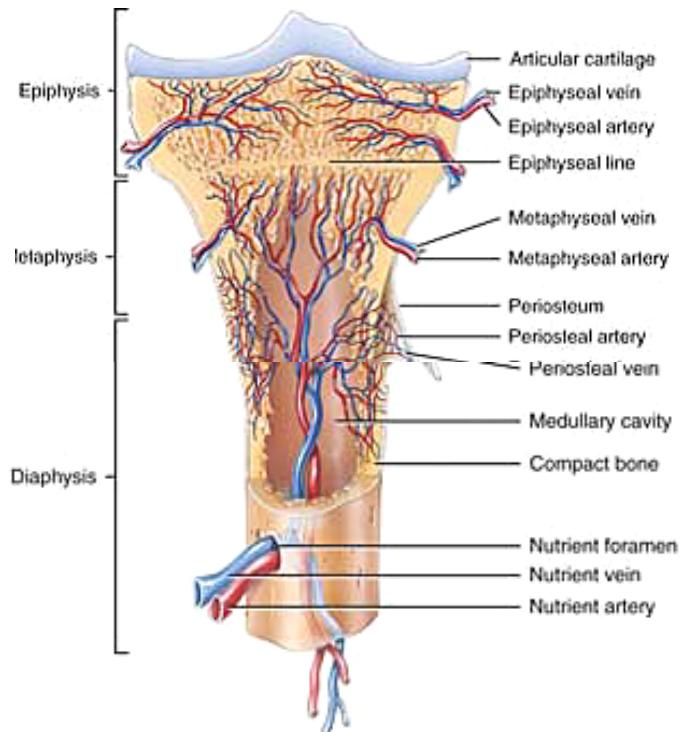
1.3.3 Vaskularizacija kosti

Koštano tkivo ima razvijenu cirkulatornu mrežu, (Slika 7.), koja se sastoji od nutricionih arterija, perforantnih arterija metafize i epifize, periostalnih krvnih sudova [4,73].

Venski sistem čine vene periosta i kontaktnih mišićnih struktura i odvodna nutriens vena koja izlazi kroz istoimeni otvor na kosti. Često postoje i pomoćne vene koje izlaze preko pomoćnih venskih otvora i grade venski sistem koji je mnogobrojniji od ulaznog arterijskog [74]. Glavni dio venskog sistema je predstavljen venskim sinusom. U njega se ulivaju mnogi venski sinusoidi korteksa, a iz njega izlazi vena nutriens. Površni dio korteksa i periost se dreniraju sitnim venama. Metafiza ima poseban venozni sinus koji ne komunicira sa centralnim venskim sinusom, postavljen je vertikalno dok je venski sinus epifize horizontalan [75-78].

Arterijske krvne sudove čine: a. nutriens, metafizo – epifizarne arterije i peristalne arterije [75,79-84]. Arterija nutriens je najveća od svih i u kost uviđe ulazi na istom mjestu kroz foramen nutritium, ali mogu da postoje varijacije u broju – nekad ih nema, a nekad postoje i dvije. Dugačka je oko 5 cm [85]. Nakon nutritivnog otvora grana se u medularnoj šupljini na uzlaznu i silaznu granu.

Kod djece nakon zatvaranja epifize gube se epifizarni krvni sudovi, a nakon završetka rasta smanjuje se peristalna cirkulacija, a kost raste u širinu – proces debeljanja kosti. Vene izlaze iz venskih sinusova, a nutritivne arterije potiču od grana arterije tibialis posterior [82,85-86].



Slika 7. Nutritivna vaskularizacija kosti potkoljenice (preuzeto od wwwserver.medfak.ni.ac.rs/PREDAVANJA/.../2.%20predavanje%20II%20deo%20Vasovic.pdf.
SKELETONI SISTEM KOD DECE)

1.3.4 Inervacija potkoljenice

Dvije završne grane n. ischiadicus u poplitealnoj fosi dijele se na n. tibialis i n. peroneus communis koji inervišu strukture potkoljenice.

N. peroneus communis ide sa spoljnje strane lisnjače na pripojištu dugog peronealnog mišića i dijeli se na površnu i duboku granu i inerviše mišiće prednje i spoljašnje lože potkoljenice. Njegova kožna grana n. cutaneus surae lateralis inerviše spoljnje strane potkoljenice. Površna grana peronealnog živca u donjoj trećini potkoljenice izlazi potkožno i daje završne grane n.cutaneus dorsalis medialis et intermedius i inerviše kožu gornje strane stopala i prstiju.

N. tibialis produžava pravac ishijadičnog živca i ispred tetivnog luka m.soleusa silazi između površnog i dubokog sloja ide ispod gležnja gdje daje grane za inervaciju mišića i kože tabana plantarnom medijalnom i lateralnom granom. Kožnim granama inerviše kožu zadnje strane potkoljenice [87-88].

1.4 Koštano zarastanje

1.4.1 Normalno koštano zarastanje

Zarastanje preloma je regenerativni proces koji započinje kao odgovor na povredu, a može biti primarno ili sekundarno i prolazi kroz nekoliko faza [89-92].

1.4.1.1 Primarno koštano zarastanje

Ono se ostvaruje u uslovima savršene repozicije frakturnih ulomaka i rigidne fiksacije (apsolutno mirovanje) kada ne postoji mikropokreti unutar frakturne pukotine [93-100].

Schenk i Willengger su 1963. godine dokazali primarno koštano zarastanje kod eksperimentalnih životinja i čovjeka [101].

Bez obzira na tip primarnog koštanog zarastanja karakteriše ga izostanak periostalne reakcije, odnosno kalusa, te izostanak resorpcije prelomne površine [102].

Kontaktno primarno koštano zarastanje

Zbog direktnog kontakta omogućeno je urastanje osteona iz jednog ulomka u drugi.Ovaj tip koštanog zarastanja se naziva Haversovom pregradnjom, a sastoji se u istovremenom spajanju i rekonstrukciji kosti [103].

Pukotinasto primarno koštano zarastanje

Kod pukotinastog zarastanja pukotine se ispunjava koštanim tkivom, a potom pregrađuje po principu Haversove pregradnje.

Većina autora smatra da primarno zarastanje treba biti cilj, ono ipak nema značajnu prednost u odnosu na sekundarno jer je proces dosta sporiji i ne može se odvijati u anaerobnim uslovima za razliku od sekundarnog [58, 104-108].

1.4.1.2 Sekundarno koštano zarastanje

Ono predstavlja prirodni način zarastanja. Koštani fragmenti nisu u stanju mirovanja nego su međusobno mobilni. Kada je nestabilnost minimalna kost reaguje pojačanim stvaranjem kalusa. U slučajevima kada je nestabilnost većeg stepena kosti reaguje resorpcijom koštanih fragmenata pa se nestabilnost još više povećava. Ako to stanje nestabilnosti većeg stepena duže traje takav prelom završava pseudoartrozom, patološkim stanjem koje zahtijeva posebno lijeчењe [109-116].

Sekundarno koštano zarastanje traje duže od primarnog. Stvaranje kalusa je prirodni mehanizam imobilizacije fragmenata bez koga ne može doći do Haversovog zarastanja kosti [117]. Sekundarno koštano zarastanje ima četri fraze:

1.4.1.3 Faza inflamacije

Nastaje neposredno nakon traume i manifestuje se bolom što dovodi do toga da bolesnik štedi nogu i time postiže mirovanje slomljene kosti. Nastali otok dodatno imobiliše slomljene kosti. Oštećeni krvni sudovi ne ishranjuju mjesto preloma te osteociti bez metaboličkog supstrata odumiru na oba kraja preloma. Oštećeni periost i moždina te okolno meko tkivo stvaraju dodatne količine nekrotičnog materijala. Velika količina nekrotičnog materijala podstiče upalni otvor. Vazodilatacija i hiperemija posredstvom histamina omogućuje neutrofilima, bazofilima i fagocitima čišćenje nekrotičnog detritusa. Hematom prelazi u koagulum i sprečava dalje krvarenje, a nastala fibrinska mreža stvara puteve za ćelijsku migraciju. Kulminacija fibrinske faze je unutar 48 sati, a nestaje nedjelju dana poslije preloma.

1.4.1.4 Faza formiranja granulacionog tkiva

Nakon 16 časova započinje proliferacija periostalnih ćelija iz kambijumskog sloja periosta koje su nediferencirane. U periodu od 72 do 96 časova poslije preloma očuvane ćelije periosta se brzo diferenciraju i razmnožavaju stvarajući hrskavicu. Periostalne ćelije koje su udaljene od preloma sazrijevaju u osteoblaste. U zoni preloma oslobađa se i nagomilava kalcijum, fosfor i alkalna fosfataza. Uz pomoć alkalne fosfataze nezreli kolagen se pretvara u osteoidno tkivo [90].

1.4.1.5 Faza reparacije (membranozna i enhondralna osifikacija)

Aktivira se nekoliko dana nakon preloma i traje nekoliko mjeseci. Karakteriše se stvaranjem reparativnog kalusa unutar i oko mjesta preloma koji postepeno prelazi u hrskavičavo, a potom koštano tkivo. Kalus se sastoji od hrskavice, vezivnog tkiva, osteoida, nezrele kosti i krvnih sudova. Ako primarni kalus premosti krajeve kosti proces napreduje do stvaranja tvrdog kalusa. Kalcifikacija kalusa teče od osteoblasta i tim procesom postaje tvrđi, a prelom stabilniji [4,90].

1.4.1.6 Faza remodelacije

Odvija se nakon nekoliko godina od preloma. Pod uticajem osteoblasta i osteoklasta kalcifikovana hrskavica i nezrela kost prelaze u lameralnu kost. Pod uticajem mehaničkog opterećenja povećava se zapremina kosti na mjestu preloma višestruko uz oblikovanje kosti slično onom prije preloma [4].

1.4.2 Poremećeno koštano zarastanje

Javlja se u nekoliko oblika:

Usporeno (produženo) koštano zarastanje

Ono se određuje poznatim prosječnim vremenom zarastanje na pojedinim djelovima skeleta. Ako je vrijeme duže od optimalnog govori se o usporenom ili produženom zarastanju.

Sporo zarastanje

Određeni segmenti skeleta sporo zarastaju zbog oskudne vaskularizacije (donja trećina potkoljenice, skafoeidna kost, kičmeni pršljenovi), loša anatomska lokacija frakture.

Izostanak zarastanja

Ako je prošlo najmanje devet mjeseci od preloma, a nema napretka u zarastanju tokom zadnja tri mjeseca govori se o nezarastanju. Razlozi mogu biti mehanički i biološki [117-126].

Pseudoartroza

Pseudoartroza je patološko stanje koštanog segmenta u kome segmenti ne zarastaju u srednjem statičkom vremenu, a rendgenografski se uočava interfragmentarna dijastaza u obliku pukotine sa zatvorenim medularnim kanalima. (Slika 8.). Anatomskog skraćenja segmenta nema ili ono ne prelazi 1 cm [16].



Slika 8. Radiološki prikaz pseudoartroze potkoljenice sa pukotinastom interfragmentarnom dijastazom.

Prema Weberu i Cechu pseudoartroze se dijeli u dvije velike grupe [47]. Za prvi tip karakteristično je da su krajevi fragmenata hipervaskularni, hipertrofični i imaju potencijal

za biološku reakciju. Drugi tip se odlikuje krajevima fragmenata koji su avaskularni, atrofični, inertni i nemaju potencijal za biološku reakciju [47].

Biološki vitalne pseudoartroze

Između koštanih fragmenata ovih pseudoartroza nalazi se vezivno i hrskavičavo tkivo koje zatvara medularni kanal, a omogućuje pokretljivost fragmenarta. (Slika 9. A, B, C). Oko pokretnih fragmenata može se naći neka vrsta zglobne čahure sa sinovijalnom tečnošću i deformisanim „zglobnim“ pločama prekrivenim fibrokartilaginoznom hrskavicom.

Radiološki je vidljiva nepravilna zglobna pukotina s koštanim krajevima različitog oblika. Klinički, takav ekstremitet je nestabilan i bolan pri opterećenju.

Prema izgledu koštanih krajeva morfološki se dijele u tri grupe:

- A. hipertrofične pseudoartroze, sa obilnim kalusom, tzv. slonovsko stopalo, (Slika 9 A.),
- B. hipotrofične pseudoartroze, sa oskudnim kalusom, tzv. konjsko stopalo, (Slika 9 B.),
- C. oligotrofične pseudoartroze, bez kalusa. (Slika 9 C.).



Slika 9. A, B, C. Radiološki prikaz biološki vitalnih pseudoartroza

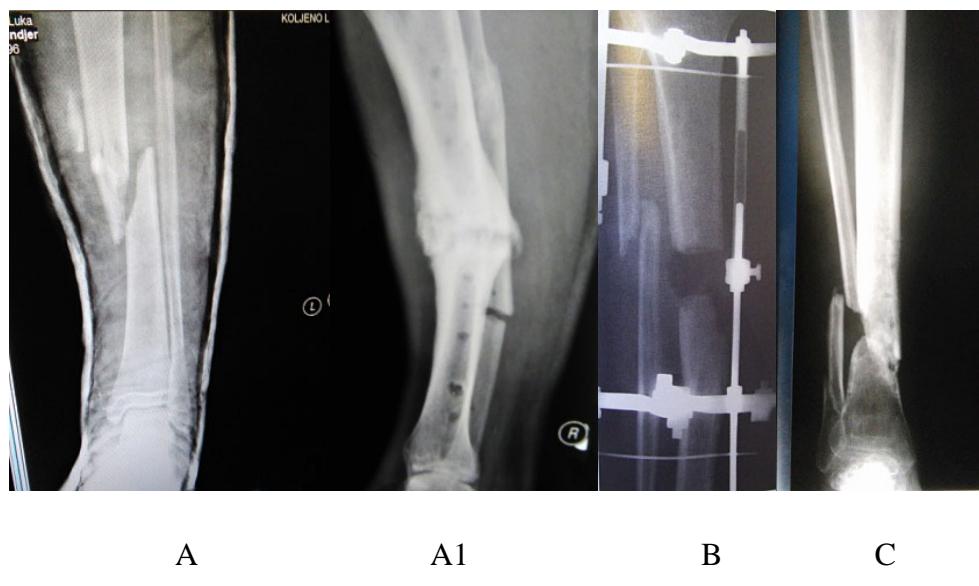
Hiper i hipotrofične pseudoartroze imaju adekvatnu vaskularizaciju, kao i stvaranje kalusa. Nastaju zbog neadekvatne mehaničke stabilnosti, sa stalnim pokretima na mjestu frakturne pukotine.

Oligotrofične pseudoartroze posjeduju adekvatnu vaskularizaciju, ali nema adekvatnog kalusnog odgovora. Nastaju zbog neadekvatne redukcije sa posljedičnom dislokacijom na mjestu frakturne pukotine [4,16].

Biološki avitalne pseudoartroze

Morfološki se dijele u tri grupe:

- A. Nekrotične pseudoartroze karakteriše prisutnost jednog ili više koštanih fragmenata koji su isključeni iz cirkulacije, (Slika 10.A), kao i prisutnost jednog trouglog fragmenta sa djelimičnom nekrozom. (Slika 10.A1). Nastaju kao posljedica hirurškog liječenja preloma,
- B. Defekt – pseudoartroze karakteriše potpuni nedostatak koštanog segmenta. takvo stanje može nastati nakon osteomijelitisa, tokom kojeg su pojedini koštani fragmenti odstranjeni, spontano ili operativno kao sekvestri. Mogu nastati i nakon odstranjenja koštanog tumora, (Slika 10.B),
- C. Distrofične pseudoartroze morfološki su slične oligodistrofičnim pseudoartrozama i često nastaju zbog uništene cirkulacije, nakon operativnog liječenja pločama i šrafovima. Često su prisutni znakovi infekcije. (Slika 10.C).



Slika 10. A, A1, B, C. Radiološki prikaz biološki avitalnih pseudoartroza

Pseudoartoza je absolutna indikacija za liječenje. U posljednjoj deceniji, pri liječenju pseudoartoza unutrašnja stabilizacija gubi primat pred spolnjim fiksatorom, tako da je jedina dilema izbor tipa fiksatora [4].

1.4.3 Loše srasli prelomi

Radi se o prelomima zarašlim u nepovoljnem položaju (fractura malle sanata). Najčešće nastaju kao posljedica neadekvatnog neoperativnog ili hiruškog liječenja, odnosno primjenjene ili pogrešno odabrane vrste osteosinteze [47,127].

Pozicija saniranog preloma je nepovoljna sa deformitetima distalnog ulomka u pozicjama, varusa, valgusa, antekurvatura ili rekurvatura više od 10° što dovodi do poremećaja statike, skraćenja ekstremiteta, bolova i trofike muskulature.

Liječenje zahtijeva angularnu kortikotomiju, aplikaciju aparata po Ilizarovu i distrakcionu osteogenezu kao kod pseudoartoza.

1.5 Procjena koštanog zarastanja

Restitucija preloma je kontinuiran proces koji može trajati i nekoliko godina. Zarastanje se potvrđuje dokazom premoštavajućeg kalusa ultrazvučno, radiografski i klinički (stabilnošću preloma i bezbolnošću prilikom fizičke manipulacije), te porastom vrijednosti alkalne fosfazaze tokom cijeljenja.

Za procjenu napredovanja sanacije preloma može se koristiti jedan od tri postupka:

Pokreti kosti na mjestu preloma, (Slika 11.), kao odgovor na poznato opterećenje može se mjeriti kao poboljšanje u odnosu na klinički subjektivni osjećaj tvrdoće prilikom manipulacije na mjestu preloma. Najčešće se upotrebljava mjerni instrument pričvršćen za spoljni fiksator, koji mjeri pokrete distalnog ulomka u odnosu na poznato opterećenje izmjereno sobnom vagom.



Slika 11. Mjerni instrument - dinamometar "DIGITAL CALIPER" 150 mm (6") na obruču distalnog ulomka

Druga tehnika za mjerjenje zarastanja kosti je podsticaj vibracije prelomljene kosti čekićem ili uređajem koji izaziva vibracije uz mjerjenje pojačanja (atenuacije) impulsa tokom prolaza preko mjesta preloma. Zarastanje se procjenjuje u odnosu na kost zdravog simetričnog ekstremiteta.

Treća metoda mjerjenja zarastanja kosti zavisi od brzine ultrazvučnog talasa kroz mjesta preloma. Kako prelom zarasta, brzina ultrazvučnog talasa se povećava. (Slika 12.). Kao i kod vibracijskog talasa, zarastanje se procjenjuje i uspoređuje sa simetričnom, zdravom kosti kontralateralne strane [4,128].

Brzina širenja (V) je brzina kojom se ultrazvuk širi kroz elastičnu sredinu. Zavisi od karakteristike medija kroz koje se talas kreće, a proporcionalna je frekvenciji i talasnoj dužini ($V = f \text{ m/sec.}$). Kroz meka tkiva šire se samo longitudinalni talasi brzinom od 1540 m/sec. U skeletu od 2700-4100 m/sec., a u gasovima 340 m/sec. Brzina ultrazvuka je od velikog značaja, jer se na osnovu nje, odnosno vremena koje protekne od emitovanja ultrazvučnog impulsa do registrovanja odjeka, određuje rastojanje prepreke po dubini [129].



Slika 12. Brzina UZV talasa kod stvaranja nove kosti (7MHz, 10MHz, 12MHz).

Pseudoartroza, odnosno nesrasli prelom prikazuje se kao prekid kontinuiteta ultrazvučnog odjeka kosti, a samo mjesto prekida po svojoj ultrazvučnoj slici jednako je ultrazvučnoj slici malih zglobova [130].

Prednost ultrasonografije u praćenju evaulacije nakon postupka po Ilizarovu ogleda se u ranijoj verifikaciji privremenog kalusa već u II fazi (faza formiranja granulacionog tkiva). Nakon izduživanja kosti postupkom Ilizarova ultrazvučno se može pratiti formiranje nove kosti (novoformirana kost se prikazuje kao tačkasta ili linearna ehogena žarišta unutar anehogenog do hipoehogenog distrakcionog rastojanja) te se na vrijeme mogu otkriti komplikacije osteogeneze i obustaviti proces distrakcije [131].

1.6 Aktivnost alkalne fosfataze tokom zarastanja kosti

Alkalna fosfataza predstavlja skup enzima sa optimalnim djelovanjem u alkalmnom područjukod pH=9,8 – 10,5. U kostima je ovaj izoenzim koncentrisan na glavnim mjestima osifikacije, kao što su apofizalne linije i subperiostalno područje.

Aktivnost alkalne fosfataze u krvi je rezultat između količine koja se sintetiše i one koja se izlučuje, razgrađuje ili veže za tkiva.

Prilikom destrukcije kosti nastaje kompenzatorna stimulacija osteoblasta zbog stvaranja nove kosti uz istovremeno povećavanje intracelularnog sadržaja i nivoa alkalne fosfataze u krvi [132].

Silberman i sradnici su u istraživnjima ustanovili da alkalna fosfataza učestvuje u procesima okoštanja sa jednim izoenzimom tzv. koštanim tipom alkalne fosfataze [133]. Do istih zaključaka je došao i Sarmiento sa svojim saradnicima [134].

Povećanjem kompresije dolazi do porasta alkalne fosfataze sa maksimalnim porastom 21 dan nakon povrede [132,135-136]. Aktivnost alkalne fosfataze zavisi o stabilnosti koštanih ulomaka i veća je tamo gdje je i pokretljivost koštanih ulomaka veća [137-139].

Proučavajući porast alkalne fosfataze zavisno od vrste povrede, Laurer i saradnici su zaključili da inicijalni porast koštanog izoenzima nije samo posljedica odgovora na traumu, nego i odgovor na sam operativni zahvat. Kasniji porast je vezan za prelom kosti i kompresivnu osteosintezu [140].

Bowels i saradnici u svojim istraživanjima na prelomima potkoljenice ustanovili su pad koštanog izoenzima u prvoj nedjelji nakon povređivanja, da bi u drugoj nedjelji ustanovili njegov rast [141].

U istraživanjima in vitro [142-143] i in vivo [144-146] (ustanovljeno je da je aktivnost alkalne fosfataze proporcionalna veličini kalusa.

Nakon treće nedjelje od povređivanja koštanih struktura uz izostanak traume mozga povećanje vrijednosti alkalne fosfataze je kontinuirano [147].

Za standardizaciju vrijednosti alkalne fosfataze [148] preporučuju se vrijednosti:

Muškarci..... 60-142 U/L

Žene50-153 U/L

1.7 Pseudoartroza - liječenje

Problem poremećaja zarastanja kostinkon preloma nije nov. Današnja saznanja u vezi sa problemom poremećaja zarastanja koštanih preloma imaju svoje korijene u dalekoj

istoriji čovječanstva. Vrlo je vjerovatno da je termin pseudoartroza prvi opisao Seerig 1839. godine u radu De pseudoarthrosi a fractura profiscente [149].

Liječenje pseudoartroza je kompleksno, a pokušaji liječenja raznoliki:

Spoljašnju bandažu uz oslonac primijenio je Thomas Wright [150], a to je nazvao joint pseudo – union.

Resekciju koštanih krajeva i fiksaciju srebrenom žicom uradio je John S.Heard [151] i Pierson A.I. [152].

Upotreba koštanih graftova na razne načine, od prenosa kalema sa drugih dnora do uzimanja kalema sa zdrave kosti istog pacijenta imalo je dugotrajnu pimjenu kod više autora [153-155].

Interna fiksacija metalnim pločama i šrafovima podrazumijevala je otvorenu repoziciju uz precizno uspostavljen kontakt koštanih fragmenata [156].

Intramedularna osteosinteza uz primjenu autologne spongiozne kosti koristeći auto i allograftove [157-158]. Na loše rezultate liječenja alotransplantatima sa neuspjehom do 53% ukazao je Maatz H. sa saradnicim [159] zbog odsustva zarastanja između alotransplantata i recipijenta.

Kompresiono – distrakciona osteogeneza. Praktično, distrakciona osteogeneza predstavlja posebnu tehniku koštanog autograftovanja. Eksperimentalni i klinički radovi brojnih autora među kojima se izdvajaju radovi Gavrila Abramovića Ilizarova, jednog od velikana ortopedije koji je inauguirao ovu metodu, pokazali su da kompresiono-distrakciona osteosinteza ponovo uspostavlja proces osteogeneze na mjestu nezaraslog preloma [160-161]. Ciljevi liječenja pseudoartroza su korigovanje postojeće deformacije te zarastanje koštanih fragmenata i primjenjuju se razni oblici otvorene ili zatvorene metode po Ilizarovu [16].

2.0 HIPOTEZA RADA

U liječenju pseudoartroza kostiju potkoljenice zatvorena distrakcionalno - kompresiona metoda ima značajnu prednost u odnosu na otvorenu.

Ultrazvučna dijagnostika ima prednost u odnosu na radiografiju za prikaz novostvorenih kosti u prvih trideset dana.

Bezbolni oslonac i zadržavanje osovinske stabilnosti nakon raspuštanja aparata postužu se ranije kod zatvorene distrakcione – kompresione metode.

3.0 CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Osnovni cilj istraživanja je da se na osnovu dobijenih naučnih podataka determinišu faktori kod otvorene i zatvorene metode koji bi bili opredjeljujući za izbor metode liječenja kod pseudoartroza potkoljenice.

- A. Istražiti prednost otvorene ili zatvorene metode liječenja pseudoartroza potkoljenice na osnovu:
 - 1. Dana hospitalizacije.
 - 2. Dana antibiotske terapije.
 - 3. Dana protrombinske profilakse.
 - 4. Količine primljene krvi i krvnih derivata.
 - 5. Brzine porasta vrijednosti alkalne fosfataze.
 - 6. Početka rehabilitacije.
 - 7. Dužine nošenja aparata.
 - 8. Vremena potpune koštane sanacije.
 - 9. Vraćanja normalnim životnim aktivnostima.
- B. Istražiti u kojem vremenskom periodu cijeljenja ultrazvučnom metodom se može prikazati novostvorenna kost, a u kojem radiografski.
- C. Istražiti u kojoj fazi osteogeneze novostvorenna kost omogućuje bezbolan puni oslonac.
- D. Utvrditi prosječno vrijeme u (danim) od postavljanja aparata do potpune koštane sanacije, posebno kod otvorene, a posebno kod zatvorene metode.

4.0 ISPITANICI I METODE

4.1 Uzorak i postupci u radu

Istraživanjem je obuhvaćeno 80 ispitanika, a predstavljeno kao šestogodišnja retrospektivno - prospektivna studija od početka 2011. do kraja 2016. godine, u Klinici za traumatologiju UKC Banja Luka, kod pacijenata kojima je dijagnostikovana pseudoartoza kostiju potkoljenice, na osnovu izostanka radioloških znakova zarastanja šest mjeseci nakon povrede i postojanja kliničkih znakova patološke pokretljivosti na mjestu zarastanja kosti.

Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe:

- Grupa A od 40 ispitanika liječenih otvorenom distrakciono-kompresionom metodom
- grupa B od 40 ispitanika liječena zatvorenom distrakciono-kompresionom metodom

Pored toga ispitanici su grupisani po polu, dobnoj skupini i prethodnom načinu liječenja.

U ispitivanju je korištena i upoređivana otvorena (50%) i zatvorena (50%) distrakciono-kompresiona metoda spoljnje fiksacije po Ilizarovu.

Lični karton ispitanikasadrži sljedeće podatke:

Opšti podaci

- ime i prezime,
- pol,
- godina rođenja,
- prethodno liječenje,
- datum prijema u bolnicu,
- uputnu djagnozu i
- završnu djagnozu.

4.2 Protokol istraživanja

Tok liječenja, (Prilog 2.), obuhvata sljedeće mjere i postupke:

- preoperativnu provjeru alkalne fosfataze,
- operativni zahvat,
- provjeru osovinske stabilnosti,
- postoperativnu provjeru alkalne fosfataze,
- UZV i Rtg nalaz,
- broj dana hospitalizacije,
- verifikaciju antibioticske i protrombinske profilakse,
- količini primljene krvi i krvnih derivata,
- kod svih pacijenata je započeta akutna rehabilitacija drugog postoperativnog dana,
- kontrolni pregledi su obavljeni 14-og, 30-og, 90-og postoperativnog dana uz provjeravanje osovinske stabilnosti, kontrolisanjem stvaranja kalusa UZV i Rtg nalazom, te vrijednostima alkaln fopsfataze uz protrombinsku profilaksu sa Aspirin 100 1x1 ili Xarelto 1x1 do pune mobilnosti,
- ostali kontrolni pregledi su bili uslovljeni tokom cijeljenja koji su se ogledali stvaranjem endostalnog i periostalnog kalusa što je rezultiralo bezbolnim punim osloncem, nakon čega je provođena fizikalna rehabilitacija u trajanju od 21 dan,
- procjena koštanih rezultata liječenja vršena je Skoring sistemom asocijacije za istraživanje i primjenu metode po Ilizarovu (Assotiation for the study and Aplication of the Methode of Ilizarov-ASAMI scoring) [162]. (Tabela 1.), a procjenu funkcionalnih rezultata liječenja INDEKSOM rehabilitacije [16].(Tabela 2.) i
- na kraju liječenja utvrđeno je u danima za svakog pacijenta vraćanje normalnim životnim aktivnostima.

Tabela 1. Procjena koštanih rezultata-ASAMI- scoring

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

Saniranom pseudoartrozom smatrali smo potpuno premoštavanje koštanih fragmenata uz gubitak vidljivosti prelomne pukotine čitavom cirkumferencijom na standardnim nativnim radiografijama u obe radiografske projekcije.

Pod nesaniranom pseudoartrozom smatrali smo postojanje proširenja koštanih fragmenata više od 0 mm čitavim obimom cirkumferencije u obe projekcije, u odnosu na inicijalne radiografije bez ikakvih znakova premoštavanja fragmenata periostalnim kalusom.

Infekcijom kosti smo smatrali postojanje fistule u blizini fragmenata uz radiografske znakove gubitka koštane supstance u blizini fistule i eventualne znakove periostalne reakcije tzv. „sarkofag“ kosti.

Tabela 2. Procjena funkcionalnih rezultata INDEKSOM- rehabilitacije

Klinički znaci i simptomi		3	2	1	0
Cjelovitost kosti	Uspostavljena struktura kosti normalna	Uspostavljena pregradnja, kost nije završena	Uspostavljena s koštanom atrofijom	Narušena	
Deformacija	Odsustvuje	5-10°	11-20°	Veća od 21°	
Skraćenje	Odsustvuje	1-3 cm	4-6 cm	Veći od 7 cm	
Neurovaskularna oštećenja	Odsustvuju	Laka,povremena	Izražena pri fizičkom opterećenju	Teška,stalna	
Potporna funkcija	Puna	Postepeno narastajuća od pune(preporuka)	Djelimična,zahtjeva sredstva rasterećenja	Odsustvuje	
Pokreti u susjednim zglobovima	U punom obimu	U granici normale	Za polovinu od normale,funkcionalno prihvatljivi	Odsustvuju ili su funkcionalno neprihvatljivi	
Funkcija ekstremiteta	Nenarušena	Postepeno narastajuća od pune(preporuka)	Narušena, ali moguća uz pomoć sredstava funkcije i potpore	Odsustvuje	
Bolovi	Odsustvuju	Laki, pri povećanoj funkciji	Stalni pri običnoj funkciji	Izraženi pri funkciji i u stanju mirovanja	
Radna sposobnost	Puna	Privremena nesposobnost	Djelimična nesposobnost	Potpuna nesposobnost	

Indeks rehabilitacije se dobije sumiranjem ocjena anatomsko – funkcionalnog i radnog statusa bolesnika.

Dobar rezultat je nakon rehabilitacije: radna sposobnost pacijenta, a indeks rehabilitacije je od 20 do 27.

Zadovoljavajući rezultat liječenja: pacijent može raditi u olakšanim uslovima sa manjim anatomsko – funkcionalnim oštećenjima. Rehabilitacija obično nije provedena u cijelosti. Uspostavljena je potporna funkcija ekstremiteta. Indeks rehabilitacije je od 10 do 19.

Loš rezultat liječenja: recidivi pseudoartroze, neuspjela nadoknada defekta kosti, narušena funkcija ekstremiteta. Indeks je od 0 do 9.

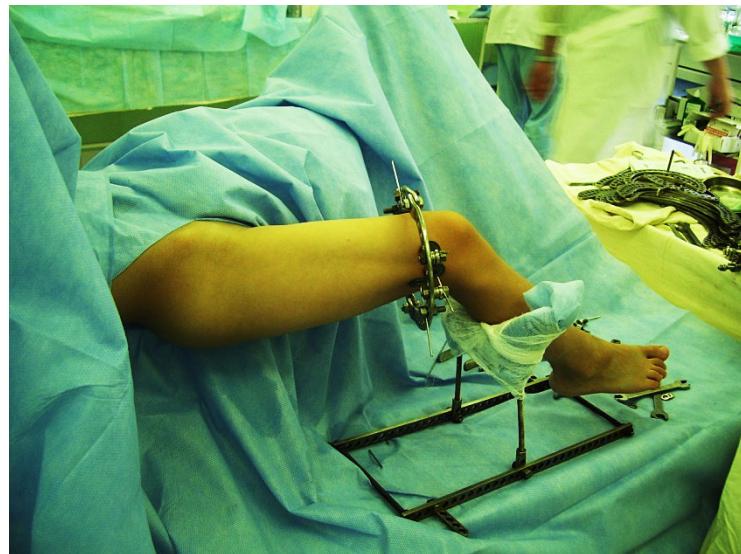
4.3 Operativni zahvat

Od ukupnog broja ispitanika (80) polovina od njih, 40 (50%) je operisana otvorenom metodom, a 40 (50) zatvorenom metodom i postavljanjem distrakciono – kompresionog aparata po Ilizarovu.

Kod svih ispitanika je vršena standardna preoperativna priprema koja je podrazumijevala standardnu nativnu radiografiju, određivanje krvne slike i krvne grupe, dva dana preoperativno određivana vrijednost alkalne fosfataze, ordinirana antibiotska terapija Cefazolin 1 g 4x1, protrombinska profilaksa sa Clivarin 0,6 1x1 kod 31 ispitanika, Clexane 0,4 1x1 kod 43 ispitanika i Fragmin 5000 1x1 kod 6 ispitanika. Najčešće je ordinirana spinalna anestezija 68 ispitanika, i opšta anestezija kod 12 ispitanika.

Komplet aparata je pripremljen preoperativno prema radiografskim slikama i isprobane mjere obruča i poluobruča za svakog ispitanika pojedinačno i nakon toga sa setom instrumentarija poslati na sterilizaciju.

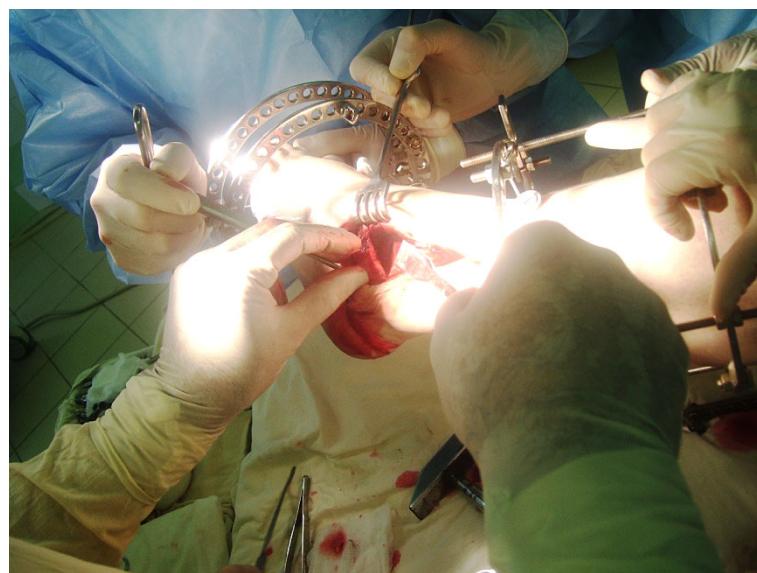
Nakon anestezije svi ispitanici su sa položajem na leđima i pozicijom noge na držačima pripremljeni za operativni zahvat. (Slika 13).



Slika 13. Pozicija pacijenta na operacionom stolu

4.3.1 Otvoreni operativni zahvat

Kod otvorene metode resekcija kosti je rađena nakon postavljanja konstrukcije aparata na proksimalni i distalni dio fragmenta, (Slika 14)., a potom je vršena repozicija i radiološka kontrola.



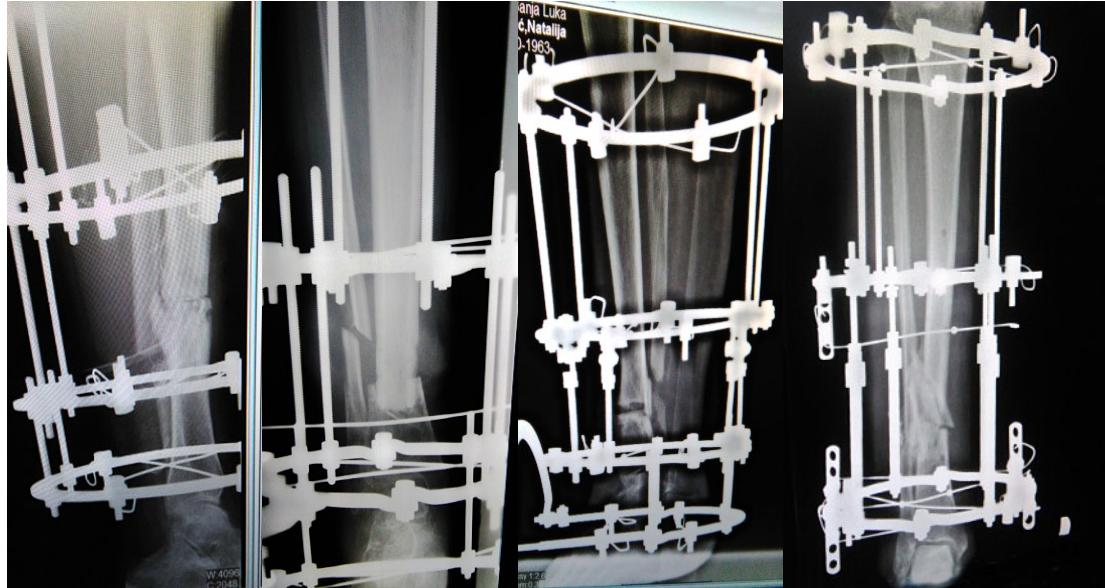
Slika 14. Resekcija kosti kod otvorene metode.

Za proksimalni dio aparata ispod koljena određeni su poluobruči sa slobodnim zadnjim dijelom da bi se omogućila nesmetana fleksija koljena sa lateralne, a potom medijalne strane postavljane su igle sa olivama (da bi dale mediolateralnu stabilnost aparata u proksimalnom dijelu) samo kroz tibiju pod ugлом od 60° uz permanentno hlađenje alkoholom natopljenim na gazi i povremenim pauzama uz bušilicom od 1000 obrtaja u minuti.

Iza toga su postavljeni poluobruči i igle sa olivama zatezane do 120 kg automatskim zatezačem i iglodržaćima fiksirane na poluobruče. Na poluobruče su postavljeni distanceri paralelno sa prednjim dijelom kosti, a na rastojanju od 1,5 cm od mekih tkiva. Na njih su postavljeni obruči po mjeri i igle sa perastim vrhom i međusobnim uglom ukrštanja od 60° .

Po istom principu su postavljeni obruči i u distalnom dijelu, a u posljednjem obruču su postavljene igle sa olivama zbog mediolateralne stabilnosti u distalnom dijelu aparata.

Nakon postavljanja konstrukcije aparata urađena je kosa resekcija fibule u dužini od 1-6 cm, a potom se pristupalo resekciji pseudoartroze. (Slika 15. A,B,C,D).



Slika 15. Tipovi resekcije pseudoartroze (radiološki prikaz)

Kod 26 (32,5%) ispitanika urađena je potpuna resekcija kosti, (Slika 15.A.), uz otvaranje kanala i bušenje malih kanala longitudinalno u kortikalnom dijelu kosti do pojave krvarenja. Urađena je repozicija, postavljena četiri narezna distancer sa sferičnim podloškama (koje omogućavaju korekciju deformiteta do 16°) i dva podupirača kao dopunska uporišta. Nakon toga urađena je imedijantna kompresija po tipu otvorene monolokalne kompresione osteosinteze.

Kod 2 (2,5%) isptanika urađena je resekcija kosti tip Docking, (Slika 15.B.), po prof.dr Nikolaju Mihajloviču Kljuščinu. Specifičnost ove resekcije je u tome da se pravi konkavni dio u distalnom dijelu fragmenta, a konveksni u proksimalnom čime se povećava kontaktna površina ulomaka. Nareznim distancerima se spajaju proksimalni i distalni dio aparta i radi se imedijantna kompresija po tipu otvorene monolokalne kompresione osteosinteze.

Angularna resekcija, (Slika 15.C.), rađena je kod 4 (5%) ispitanika, a između proksimalnog i distalnog dijela konstrukcije aparata postavljeni su šarnirni (zglobni) distanceri. Rađena je postepena distrakcija dinamikom svaki dan po 1mm, po tipu otvorene naizmjenične distrakciono – kompresione osteosinteze, do izjednačavanja dužine ekstremiteta i ispravljanja deformiteta.

Longitudinalna kortikotomija, (Slika 15.D.), rađena je kod 8 (10%) ispitanika, a podrazumijevala je otvaranja periostalnog dijela i fibroznog dijela pseudoartoze, sječenje kosti oštrim dlijetom, potom zatvaranje periosta i postavljanje teleskopskih distancer. Iza toga je rađena kontinuirana distrakcija za 1/4 okretaja maticе svakodnevno, po tipu otvorene bilokalne distrakciono – kompresione osteosinteze do izjednačavanja dužine ekstremiteta.

Kod svih 40 (50%) ispitanika rađena je kosa resekcija fibule u rasponu od 1-6 cm.

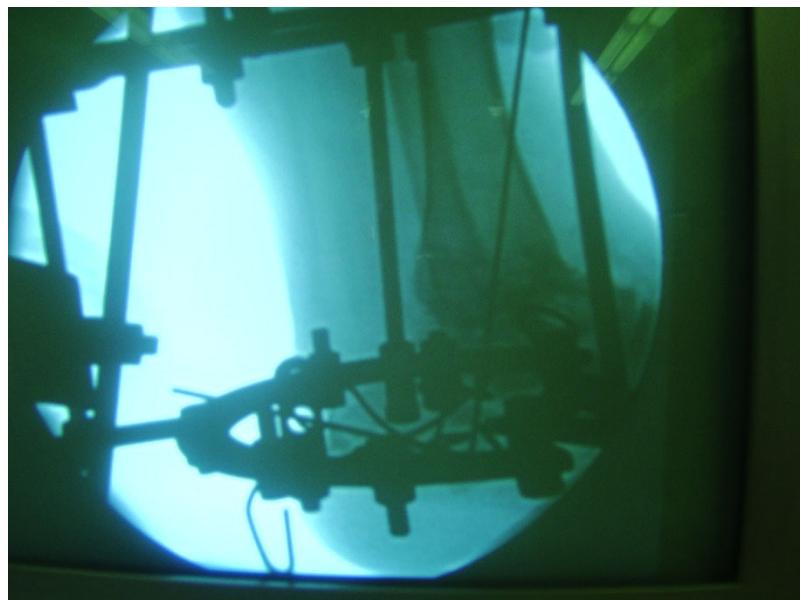
Po završetku resekcije,urađena je korekcija hemostaze, postavljen dren i šavovi i još jedna provjera stabilnosti konstrukcije aparata i zategnutost žica.

4.3.2 Zatvoreni operativni zahvat

I kod zatvorene metode bio je isti princip preoperativne pozicije pacijenta na operacionom stolu, (Slika 13.), takođe je isti princip postavljanje konstrukcije aparata i igala.

Nakon aplikcije aparata pristupilo se resekciji fibule. Korištena su dva postupka.

Kod 26 (32,5%) ispitanika rađena je kosa resekcija fibule u dužini od 1,5 cm, a kod 14 (17,5) kortikotomija i pod kontrolom rendgena provjerena pozicija koštanih fragmenata, (Slika 16.), i urađena kompresija po principu zatvorene monolokalne kompresione osteosinteze. Urađena je revizija hemostaze, postavljen dren i šavovi rane. Nakon toga još jedna provjera stabilnosti konstrukcije aparata i zategnutost igala.



Slika 16. Intraoperativna RTG provjera pozicije koštanih fragmenata kod zatvorene metode.

Prethodna dijagnoza, dan i čas operacije, operativna intervencija sa imenima operativnog tima, vrsti anestezije i njenom trajanju te opis operativnog nalaza, nakon završetka operacije, piše se u Operacionoj listi. Anesteziološki protokol, vrsta i tok anestezije, bili su isti za otvoreni i zatvoreni operativni postupak, a dokumentacija se prilaže u Istoriju bolesti.

Brzina osteogeneze praćena je ultrazvučno, aparatom „LOGIQ 5“ CE 0459 GE Medical Systems 2002., linearnom elektronskom sondom od 7MHz, 10 MHz i 12 MHz., radiološki, aparatom „SUPER X 1000“ (150 KB) Niš 1980, a potvrđivana je klinički (provjeravanjem osovinske stabilnosti i praćenjem bola kod opterećenja).

Proces osteogeneze, posebno stvaranje periostalnog kalusa praćen je porastom vrijednosti alkalne fosfataze, drugog i tridesetog postoperativnog dana. Nulta vrijednost alkalne fosfataze rađena je dva dana preoperativno, a četrnaestog dana postoperativno kada je započinjao proces distrakcije ili kompresije rađena je standardizacija alkalne fosfataze radi utvrđivanja objektivnog porasta nakon kompresije ili distrakcije, da bi tridesetog postoperativnog dana postizale maksimalnu vrijednost.

Faza osteogeneze je provjeravana četrnaestog i tridesetog postoperativnog dana popuštanjem aparata i postavljanjem digitalnog dinamometra „DIGITAL CALIPER“ 150 mm (6“) na obruč distalnog ulomka, (Slika 11.), i opterećenjima na električnoj vagi od 20 i 40 kg i provjeravali:

- osovinsku stabilnost (da li ostaje kontakt frakturnih ulomaka kod popuštanja aparata,
- rađen je UZV nalaz (praćen porast brzine ultrazvučnih talasa - izražen povećanom ehogenošću - i širina rasvjetljenja u milimetrima),
- radiološki nalaz (praćen porast endostalnog i periostalnog kalusa) i
- oslonac na vagu (bolan ili bezbolan).

4.4 Statističke metode obrade podataka

Rezultati istraživanja su analizirani i predstavljeni korištenjem deskriptivne statistike i primjenom adekvatnih statističkih testova korištenjem analitičko-statističkog softverskog paketa SPSS (Originally: Statistical Package for the Social Sciences, later modified to read Statistical Product and Service Solutions), verzija 20.

Varijable koje su mjerene nominalnom ili ordinalnom skalom predstavljene su tabelarno (uz prikaz apsolutne vrijednosti) i grafički.

Pri predstavljanju neprekinutih varijabli korištena je deskriptivna statistika koja je obuhvatila prikaz:

- broja ispitanika (N),
- minimalne vrijednosti (Minimum), maksimalne vrijednosti (Maximum),
- raspona (Range), medijane (Median, Md),
- aritmetičke sredine (Mean) i standardne devijacije (Std. Dev),
- relativni brojevi – procenti (%) i
- grafički prikaz korišćenjem box-plot dijagrama kreiran u SPSS-u.

Minimum – najmanja izmjerena vrijednost.

Maximum – najveća izmjerena vrijednost.

Range (*raspon*) predstavlja najjednostavniju mjeru grupisanja rezultata oko neke srednje i izračunava se kao razlika između najvećeg (x_{\max}) i najmanjeg rezultata (x_{\min}):

$$Raspon = x_{\max} - x_{\min}.$$

Medijana (median)

Vrijednost koja se nalazi tačno u sredini rezultata, poredanih po veličini, naziva se centralna vrijednost ili medijana (median).

Određuje se izrazom:

$$C = \frac{(n+1)}{2}$$

Aritmetička sredina (Mean) predstavlja statistiku izračunatu kao količnik između zbiru vrijednosti svih obavljenih mjerena i broja mjerena

Osnovna formula za izračunavanje aritmetičke sredine (\bar{X}):

$$\bar{X} = \frac{\text{suma svih rezultata}}{\text{broj rezultata}} = \frac{\sum X}{n}, \text{ odnosno} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Standardna devijacija (Std. Dev. - SD) je mjera disperzije (rasipanja) ili varijacije i jednaka je pozitivnom kvadratnom korijenu varijanse.

$$\text{Formula za izračunavanje standardne devijacije: } SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Od statističkih testova korišteni su:

- pri testiranju postavljenih hipoteza korišteni su Kolmogorov-Smirn-ov test,
- pri graničnim vrijednostima korišten je Shapiro-Wilk's-ov test,
- pri nivou značajnosti većem od 0.05 prihvata se nulta hipoteza da obilježje potiče iz normalne distribucije,
- za dvije grupe rezultata kod kojih je dobijen normalan raspored primjenjuje se t – test nezavisnih uzoraka,
- Mann-Whitney-ev U test je ekvivalent parametarskom t – testu nezavisnih uzoraka, pri čemu poredi medijane uzoraka. Dobijene vrijednosti pretvara u rangove obiju grupa, a zatim izračunava značajnost razlike rangova grupa,
- Wilcoxon-ov (Vilkokson-ov) test ranga (ili test ekvivalentnih parova ili test rangova sa znakom) je korišten za ponovljena mjerjenja, odnosno kada se subjekti mjere u dva navrata ili pod dva različita uslova. Ovaj test pretvara rezultate u rangove i njih poredi u dva momenta,
- Hi-kvadrat (χ^2) test je primjenjivan u tabelama u kojima je u bar 80% slučajeva frekvencija u pojedinim poljima veća ili jednaka pet (5),
- u tablicama kontingencije 2 x 2 vršena je korekcija prema Yates-u i
- ako su pojedine učestalosti u poljima tablice kontingencije 2 x 2 manje od pet (5) ili je ukupan broj ispitanika manji od 20 primjenjivan je Fisher-ov test[130].

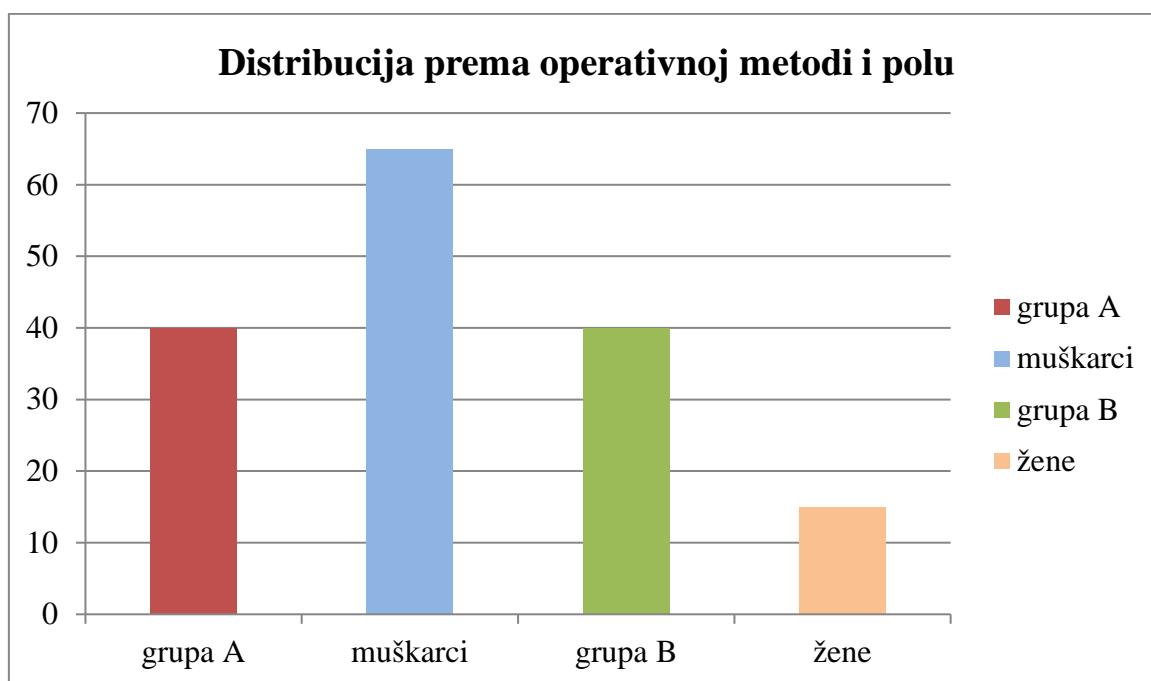
U svim analizama dobijene razlike smatrane su statistički značajne ako je p-vrijednost manja od 0.05 (p<0.05).

Svi rezultati su predstavljeni tabelarno i grafički, a rad je obraden u tekstu procesoru Microsoft Word for Windows i statističkom paketu SPSS 17 for Windows.

5.0 REZULTATI

5.1. Opšti podaci uzorka

U šestogodišnjem straživanju operisano je i praćeno 80 ispitanika. Uzorak je podijeljen u dvije grupe. Grupa A od 40 (50%) ispitanika operisanih otvorenom distrakcino – kompresionom metodom i grupa B od 40 (50%) ispitanika operisanih zatvorenom distrakciono - kompresinom metodom. Od ukupnog broja muškaraca je bilo 65 (75%) i žena 15 (25%). (Grafikon 1.).

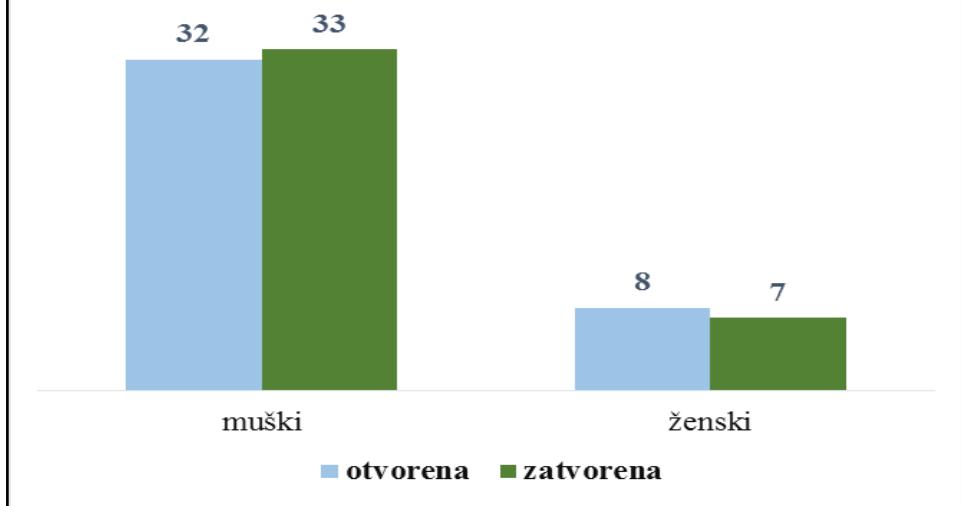


Grafikon 1. Grupe ispitanika prema vrsti operativne metode i prema polu u ukupnom uzorku.

U ukupnom uzorku postoji značajno veći broj muškaraca 65 (75%) u odnosu na žene 15 (25%).

U odnosu na ukupni uzorak, u grupama A i B distribucija prema polu je ujednačenija, ali je znatno veći broj muškaraca 32 (40%) i 33 (41,25%) u obe grupe u odnosu na žene 8 (10%) i 7 (8,75%). (Grafikon 2.).

Primjenjene metode prema polu ispitanika

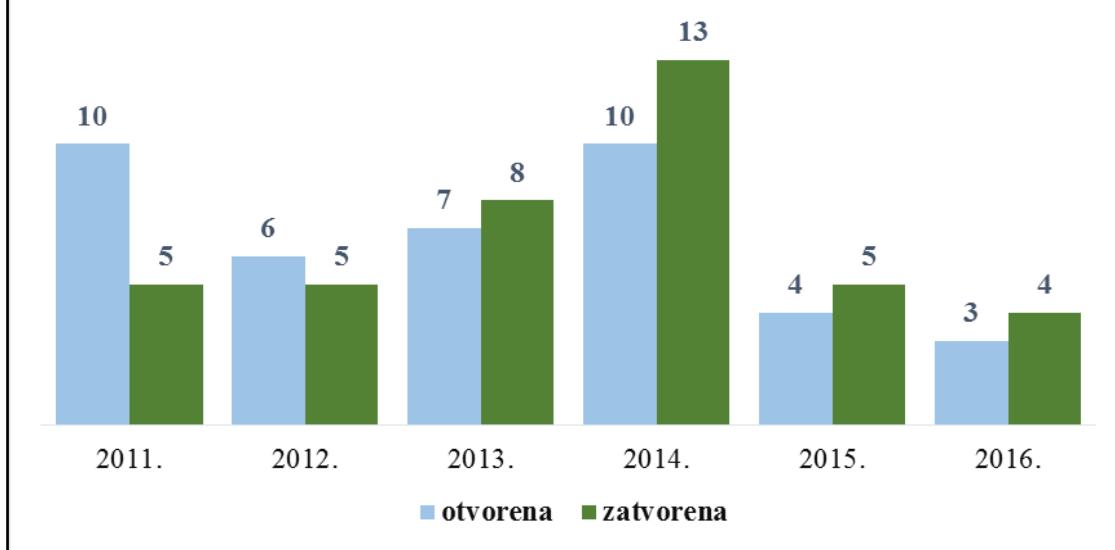


Grafikon 2. Distribucija prema polu kod otvorene – grupa A i zatvorene – grupa B metode.

Pošto je frekvencija u ukupnom uzorku i grupama veća od pet primjenjen je χ^2 – test uz korekciju prema Jejsku i nije dobijena statistički značajna razlika ($\chi^2 = 0.000$, SS = 1, p = 1.000) primjenjene metode u odnosu na pol ispitanika.

Postojale su i razlike u broju operacija urađenih tokom godina. Tako je tokom 2011. god. ukupno urađeno 15 operativnih zahvata, a u 2012. god. urađeno je 11, 2013. god. 15. Najveći broj ukupnih operativnih zahvata je urađen tokom 2014. god. 23, a manji broj tokom 2015. god. 9, i 2016. god. 7. (Grafikon 3.).

Primjenjene metode tokom godina operacije (2011 – 2016)



Grafikon 3. Primjenjene metode tokom godina operacije (2011 – 2016).

Najveći broj operacija otvorenom metodom je urađen u 2011. godini (10), a najveći broj zatvorenom metodom u 2014. godini (13), dok je najmanji broj operacija obe metode urađen tokom 2016. godine.

5.2. Dobna skupina

Studijom su obuhvaćeni ispitanici od navršenih dvanaest godina, a najstariji je imao osamdeset tri godine. Srednja vrijednost je bila 49.50. (Tabela 1.).

Tabela 1. Dobna skupina ispitanika.

Metoda	N	Min.	Max.	Range	Median	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	12	77	65	50.50	47.30	16.868
zatvorena	40	12	83	71	47.50	44.22	17.958
Ukupno	80	12	83	71	49.50	45.76	17.380

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa nije dobijena statistički značajna razlika ($z = -0.833$, $p = 0.405$) starosti ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 50.50$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 47.50$).

5.3. Distribucija metode prema operisanoj nozi

U ukupnom ispitivanom uzorku više je bilo pseudoartroza desne potkoljenice (44) u odnosu na lijevu (36), ali u odnosu na operativnu metodu razlika nije postojala. (Tabela 2.).

Tabela 2. Primjenjene metode prema operisanoj nozi.

Operisana noga	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
lijeva	18	18	36
desna	22	22	44
Ukupno	40	40	80

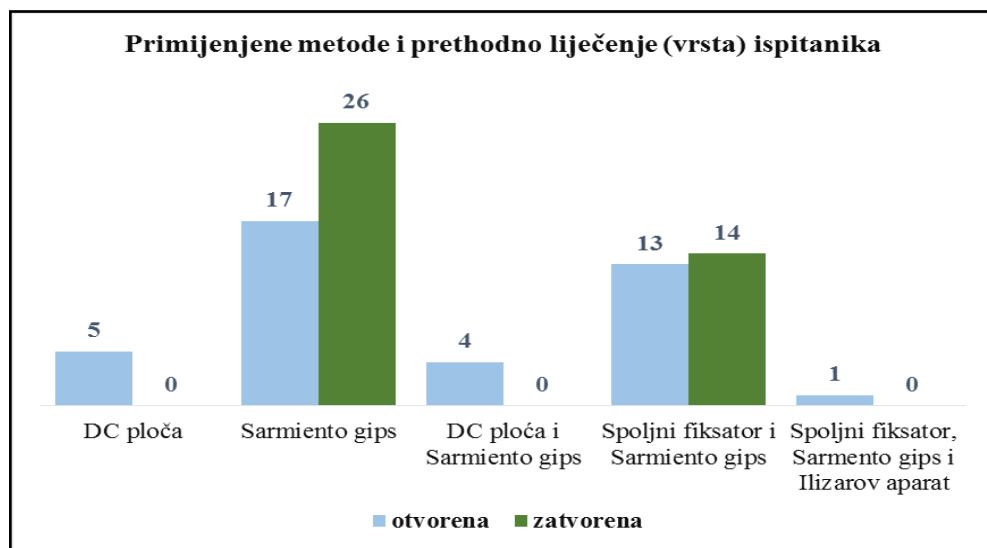
Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu nije dobijena statistički značajna razlika ($\chi^2 = 0.000$, SS = 1, p = 1.000) primjenjene metode u odnosu na operisanu nogu.

5.4. Prethodno liječenje ispitanika

Liječenje ispitanika u prethodnim postupcima je bilo raznoliko. Korištene su neoperativne i operativne metode i njihove kombinacije, a u jednom slučaju u kombinaciji liječenja je primjenjivana i distrakciono – kompresiona metoda po Ilizarovu. (Grafikon 4).

Od neoperativnih metoda 43 (53,75%) ispitanika su liječeni Sarmiento gipsom što je i najveći broj liječenih u prethodnim postupcima.

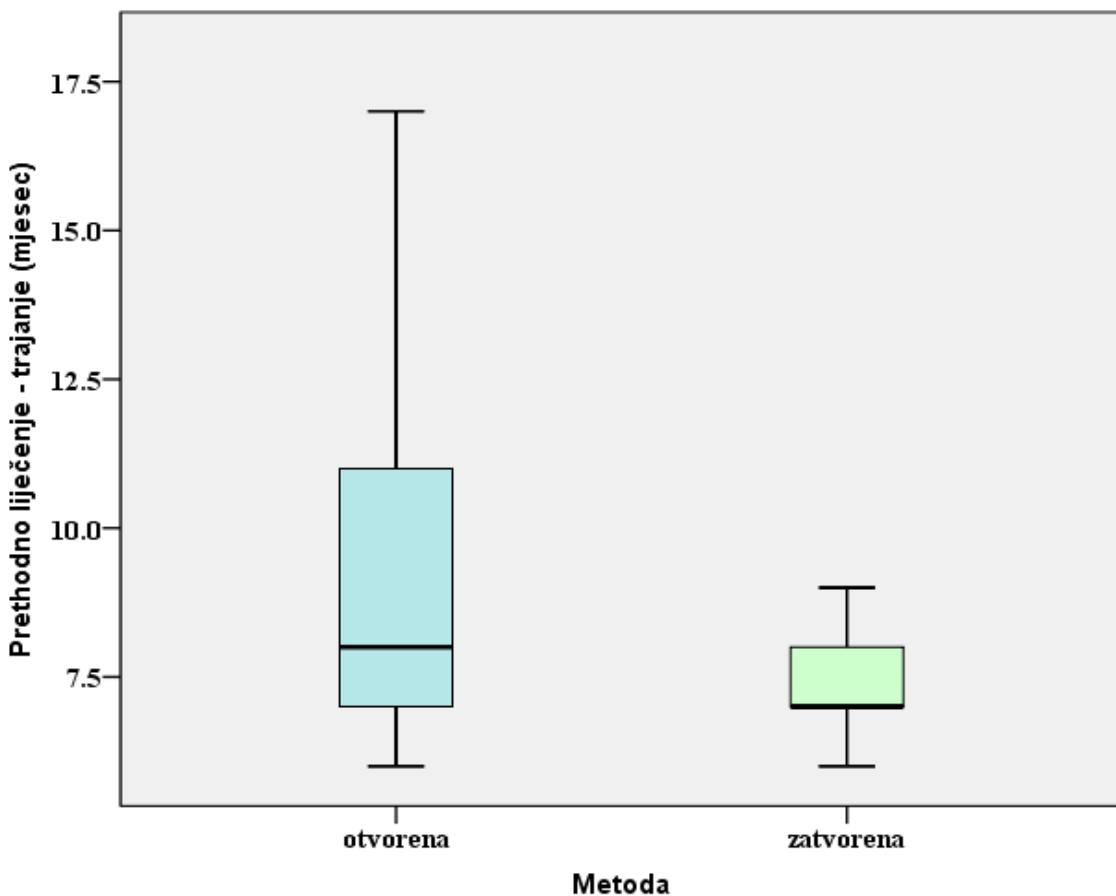
Od operativnih metoda rađena je otvorena repozicija i osteosinteza DC pločom, osteofiksacija spolnjim fiksatorom i dinmička distrakciono – kompresiona metoda po Ilizarovu.



Grafikon 4. Prethodno liječenje i izbor otvorene ili zatvorene metode.

Kod liječenih Sarmiento gipsom od ukupnih 43 ispitanika zatvorenom metodom je liječeno 26 (60,46%), a kod kombinacije Sarmiento gipsa i spoljnog fiksatora od ukupnih 27 ispitanika zatvorenom metodom je liječeno 14 (51,85%), dok je u preostalim slučajevima prethodnog kombinovanog liječenja od 10 ispitanika, kod svih 10 (100%) primjenjena otvorena metoda.

Dužina liječenja u prethodnom postupku, mjerena u mjesecima, uticala je i na dužinu liječenja u grupama naše studije. (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Prethodno liječenje u mjesecima i uticaj na ukupnu dužinu liječenja.

Najkraće vrijeme prethodnog liječenja u izboru otvorene metode iznosilo je 6 mjeseci, a najduže 17 mjeseci, a u izboru zatvorene metode najkraće vrijeme prethodnog liječenja je bilo 6 mjeseci, a najduže 9 mjeseci.

U grupi A- otvorena metoda liječenja zbog velike razlike Minimum i Maximum veće su vrijednosti Median 8.000 i Std.Dev. 2.6983 u odnosu na grupu B- zatvorenu metodu liječenja gdje je Median 7.000, a Std.Dev. 0.8086 . (Tabela 3)

Tabela 3. Uticaj centralne vrijednosti i varijacije na dužinu liječenja.

Metoda	N	Min.	Max.	Range	Median	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	6.0	17.0	11.0	8.000	9.287	2.6983
zatvorena	40	6.0	9.0	3.0	7.000	7.250	0.8086
Ukupno	80	6.0	17.0	11.0	8.000	8.269	2.2289

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -4.058$, $p = 0.000$) trajanje prethodnog liječenja (broj mjeseci) pacijenata operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 8.00$) i pacijenata operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 7.00$).

Prethodno liječenje značajno utiče na ukupnu dužinu liječenja, $p = 0.000$ što se može odraziti na grupu A ispitivane studije.

5.5. Vrsta resekcije kosti

5.5.1 Resekcja kosti kod otvorene meode

Kod otvorene metode rađena je resekcija goljenične i lisne kosti. (Grafikon 6.). Kod 8 (10%) ispitanika rađena je longitudinalna kortikotomija u dužini od 4 cm uz mravljenje pseudoartroze i naizmjeničnu kompresiju i distrakciju i na taj način očuvali dužinu ekstremiteta. Rađena je i kosa resekcija lisnjače u dužini od 1,5cm.

Kod 26 (32,5%) rađena je resekcija pseudoartroze u dužini od 2 cm, što je uzrokovalo skraćenje ekstremiteta, a rađena je i kosa resekcija lisnjače u dužini od 3,5 cm. Najveće skraćenje je bilo kod resekcije typ Docking od 2,5 cm, kod 2 (2,5%) ispitanika, a kosa resekcija lisnjače je bila 6 cm što je omogućavalo imedijantnu kompresiju.

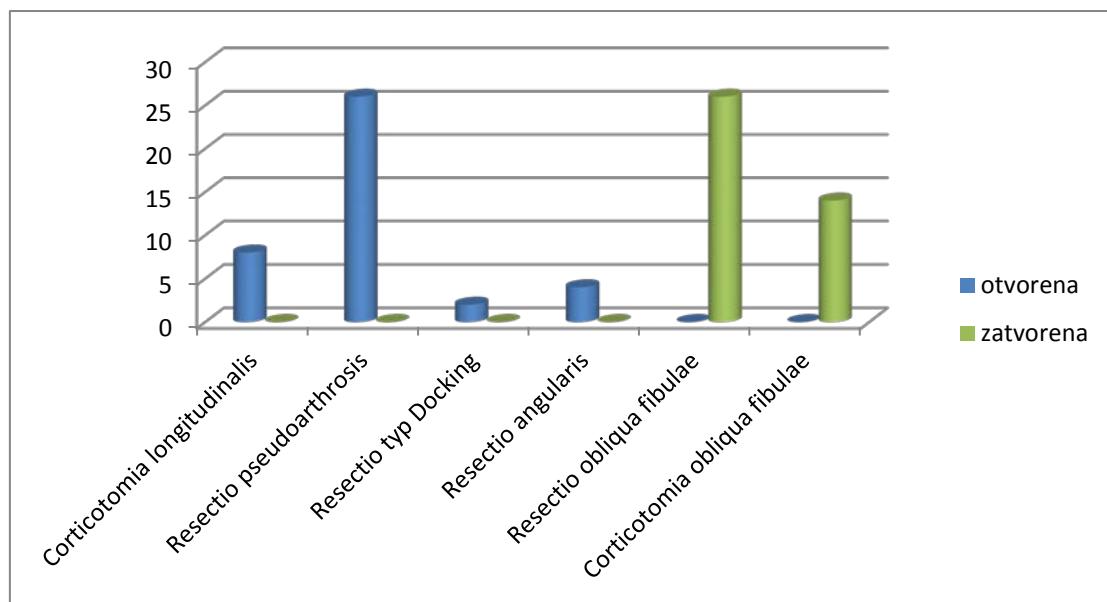
Ugaona resekcija goljenične kosti je rađena kod 4 (5%) ispitanika zbog valgus deformiteta i uz postepenu distrakciju vanjski dio kortikotomije je otvaran do 3 cm, a unutrašni dio ostajao nepomičan. Kod ovih ispitanika je rađena samo kosa resekcija lisnjače, a na kraju liječenja krajevi su bili otvoreni za 3 cm.

5.5.2 Resekcija kosti kod zatvorene metode

Kod zatvorene metode rađena je samo resekcija lisne kosti, (Grafikon 6.), a izvodila se na dva načina: kosa resekcija, i kortikotomija.

Kod 26 (32,5%) ispitanika rađena je kosa resekcija lisnjače u dužini od 1,5 cm, što je omogućilo imedijantnu kompresiju. Skraćenje ekstremiteta je bilo do 1,5 cm što nije ugrožavalo funkcionalnost eklstremiteta.

Kortikotomija lisnjače je rađena kod 14 (17,5%) ispitanika i nije bilo skraćenja ekstremiteta.



Grafikon 6. Tipovi resekcije goljenične i lisne kosti kod otvorene i zatvorene metode.

U grupi gdje je rađena otvorena metoda najveći broj ispitanika je imao resekciju goljenične kosti 26 (32,5 %), a isti broj kod zatvorene metode je imao resekciju lisne kosti.

5.6. Vrijednosti alkaline fosfataze tokom liječenja

Vrijednosti alkalne fosfataze (dva dana preoperativno) u prvom mjerenu kod otvorene metode imale su minimalne vrijednosti 41 U/L. (Tabela 4.), a kod zatvorene metode 37 U/L.

Tabela 4. Vrijednosti alkalne fosfataze tokom prvog mjerena u odnosu na metodu operacije.

Metoda	N	Min.	Max.	Rang.	Med.	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	41	148	107	103.50	102.70	25.685
zatvorena	40	37	148	111	106.00	98.45	35.426
Ukupno	80	37	148	111	103.50	100.58	30.819

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa nije dobijena statistički značajna razlika ($z = -0.188$, $p = 0.851$) vrijednosti alkalne fosfataze tokom prvog mjerena kod ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 103.50$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 106.00$).

Tokom drugog mjerena (dva dana postoperativno) vrijednosti alkalne fosfataze su u blagom porastu i kod otvorene i zatvorene metode .(Tabela 5.).

Tabela 5. Vrijednosti alkalne fosfataze tokom drugog mjerena u odnosu na metodu operacije.

Metoda	N	Min.	Max.	Rang.	Med.	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	54	153	99	113.50	113.32	24.167
zatvorena	40	39	156	117	111.50	105.40	35.939
Ukupno	80	39	156	117	112.50	109.36	30.690

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa nije dobijena statistički značajna razlika ($z = -0.597$, $p = 0.551$) vrijednosti alkalne fosfataze tokom drugog mjerena kod ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 113.50$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 111.50$).

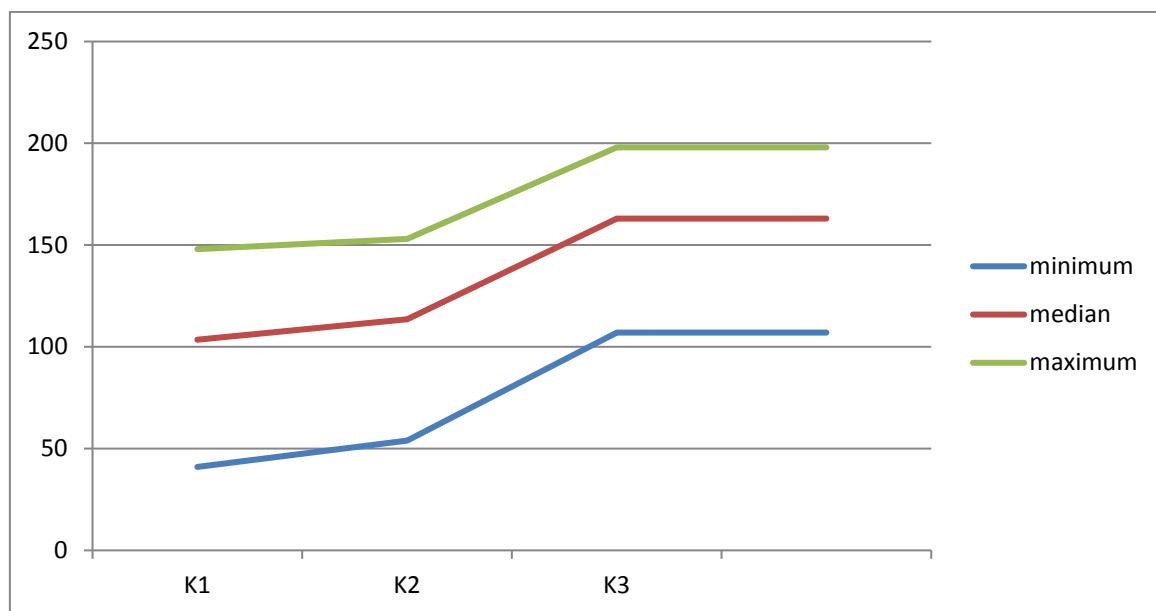
Tokom trećeg mjerjenja (trideset dana postoperativno) vrijednosti alkalne fosfataze imaju značajan porast kod obe metode. (Tabela 6.).

Tabela 6. Vrijednosti alkalne fosfataze tokom trećeg mjerjenja u odnosu na metodu operacije.

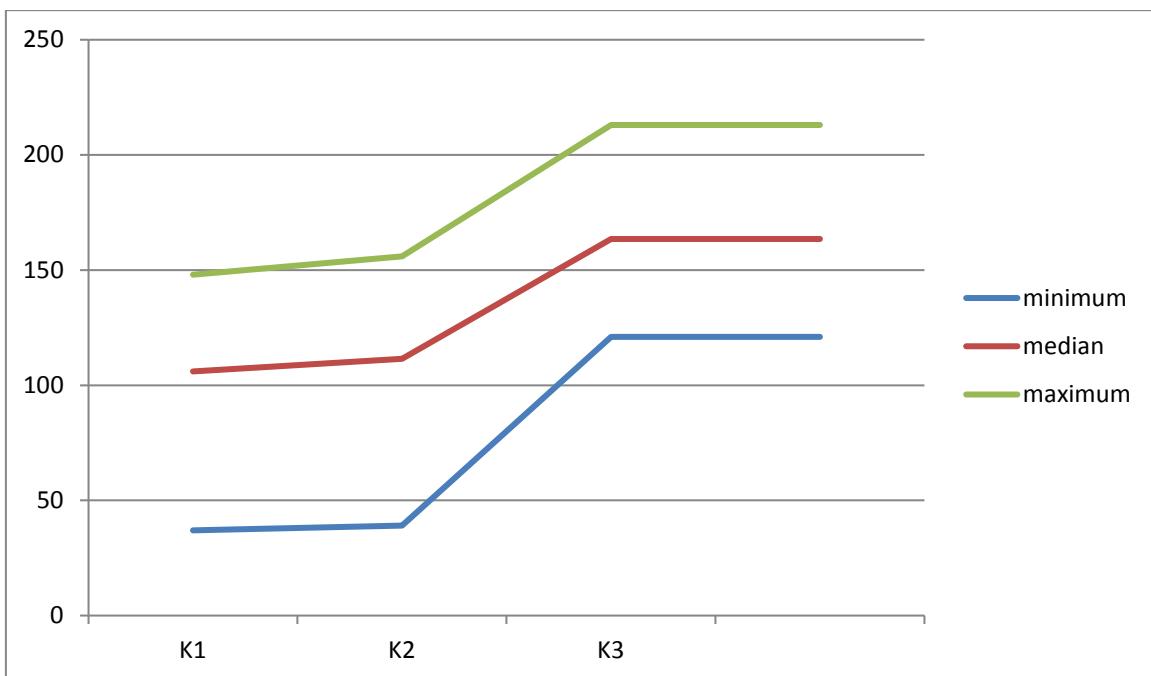
Metoda	N	Min.	Max.	Rang	Med.	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	107	198	91	163.00	163.15	21.344
zatvorena	40	121	213	92	163.50	168.07	23.023
Ukupno	80	107	213	106	163.50	165.61	22.197

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa nije dobijena statistički značajna razlika ($z = -0.727$, $p = 0.467$) vrijednosti alkaline fosfataze tokom trećeg mjerjenja kod ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 163.00$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 163.50$).

U svim slučajevima, bez obzira na primjenjenu metodu operacije vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u drugom navratu su bile više od vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u prvom navratu, kao i vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u trećem navratu su bile više od vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u drugom navratu ,(Grafikon 7.) i (Grafikon 8.).



Grafikon 7. Mediana alkalne fosfataze tokom liječenja kod otvorene metode – grupa A.

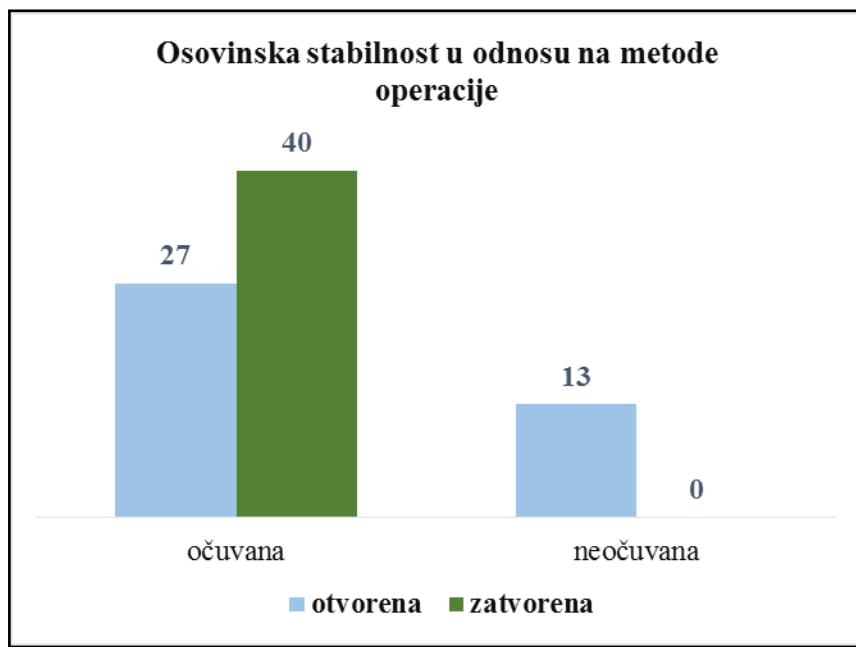


Grafikon 8. Mediana alkalne fosfataze tokom liječenja kod zatvorene metode – grupa B.

Primjenom Wilcoxon-ovog testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -7.788$, $p = 0.000$) vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u drugom navratu u odnosu na vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u prvom navratu. Takođe je dobijena visoko statistički značajna razlika ($z = -7.771$, $p = 0.000$) vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u trećem navratu u odnosu na vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u prvom navratu, kao i pri mjerenu alkalne fosfataze u trećem navratu u odnosu na vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u drugom navratu ($z = -7.771$, $p = 0.000$).

5.7. Osovinska stabilnost

Drugog postoperativnog dana, nakon popuštanja aparata, očuvanost osovinske stabilnosti je bilo kod 27 (67,5%) ispitanika otvorene metode i 40 (100%) ispitanika zatvorene metode . (Grafikon 9.).



Grafikon 9. Očuvanost osovinske stabilnosti u odnosu na metodu operacije.

Primjenom Fisher–ovog testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($p = 0.000$) osovinske stabilnosti u odnosu na metodu operacije.

U prvom mjesecu bila je znatno veća osovinska stabilnost kod zatvorene distrakciono-kompresivne metode po Ilizarovu.

5.8. Širina rasvjetljenja odredivana UZV metodom i radiografski

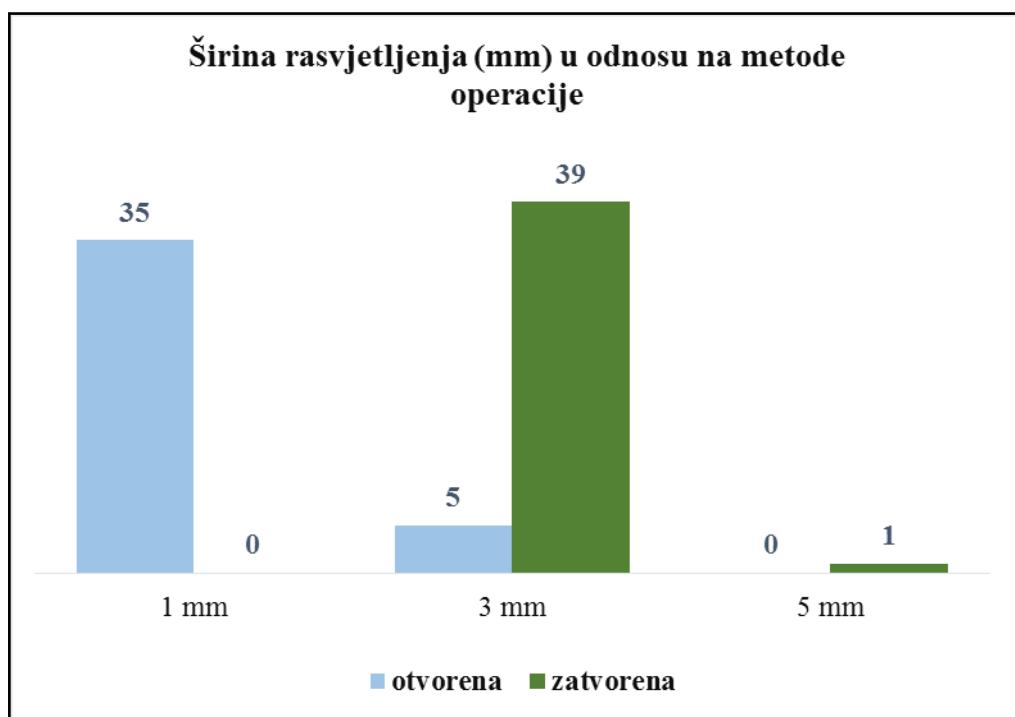
Širina rasvjetljenja određivana je ultrazvučno i radiografski i mjerena je u milimetrima kod obe metode drugog postoperativnog dana.

Ultrazvučno elektronskom sondom od 7MHz kod obe metode hiperehogena zona perioda je u središnjem dijelu prekinuta sa rasvjetljenjem od 5 mm kod 1 (1,25%) ispitanika zatvorene metode, od 3 mm kod 39 (48,75%) zatvorene metode i 5 (6,25%) otvorene metode, rasvjetljenje od 1mm kod 35 (43,75%) otvorene metode. (Tabela 7.).

Tabela 7. Širina rasvjetljenja u odnosu na metodu operacije mjerena UZV metodom.

Širina rasvjetljenja (mm)	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
1	35	0	35
3	5	39	44
5	0	1	1
Ukupno	40	40	80

Radiološki nalaz je pokazao dobar kontakt koštanih fragmenata uz rasvjetljenja iste širine kao i kod UZV metode. (Grafikon 10.).



Grafikon 12. Širina rasvjetljenja u odnosu na metodu operacije mjerena Rtg metodom.

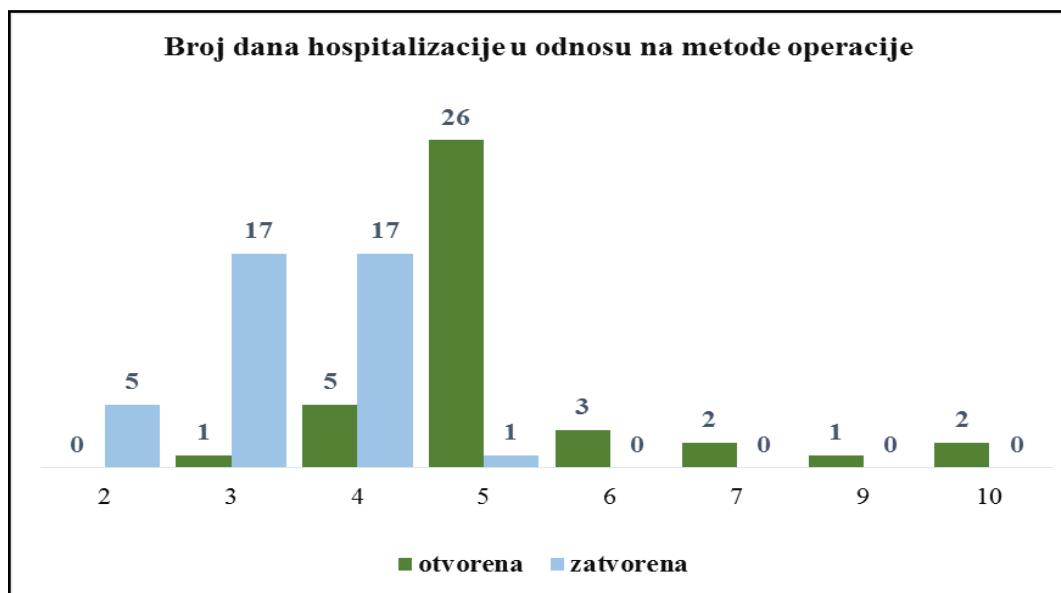
U prvom postoperativnom određivanju pozicije koštanih fragmenata i stanja periosta, širine rasvjetljenja mjerene ultrazvučnom metodom i radiografijom bile su iste, a u većem broju rasvjetljenja su bila kod zatvorene metode sa dominantnim rasvjetljenjem od 3 mm kod 39 (48,75%) ispitanika.

5.9. Tok bolničkog liječenja i terapijski postupci

5.9.1 Broj dana hospitalizacije

Trajanje hospitalizacije se razlikovalo u zavisnosti od primijenjene metode operativnog liječenja, ali su razlike bile prisutne i unutar iste operativne metode. (Grafikon 13.). Broj dana bolničkog liječenja je zavisio od opšteg stanja ispitanika, krvarenja na drenovima i ranim komplikacijama od strane rane i početku akutne fizikalne rehabilitacije.

U obe grupe kod svih ispitanika drenovi su odstranjeni drugog postoperativnog dana, rane su bile bez znakova ranih postoperativnih komplikacija i bila je moguća akutna fizikalna rehabilitacija. Kod 5 (6,25%) ispitanika zatvorene metode akutna fizikalna rehabilitacija je bila moguća tokom prvog postoperativnog dana.



Grafikon 13. Bolničko liječenje u odnosu na vrstu operacije.

Najmanji broj dana bolničkog liječenja je bio 2 kod 5 (6,25%) ispitanika zatvorene metode, a najveći broj dana bolničkog liječenja je bio 10 kod 2 (2,5%) ispitanika otvorene metode. Najveći broj ispitanika otvorene metode 26 (32,5%) liječen je 5 dana, a kod zatvorene metode najveći broj 17 (21,25%) liječen je 4 dana, a isti broj 17 (21,25%) liječen je 3 dana.

Ukupan broj dana bolničkog liječenja u zavisnosti od izbora operativne metode predstavljen je tabelarno. (Tabela 8.).

Tabela 8. Ukupan broj dana hospitalizacije u odnosu na metodu operacije.

Broj dana hospitalizacije	Metoda		Broj ispitanika
	otvorena	zatvorena	
2	0	5	5
3	1	17	18
4	5	17	22
5	26	1	27
6	3	0	3
7	2	0	2
9	1	0	1
10	2	0	2
Ukupno	214	134	80

Ukupan broj dana bolničkog liječenja znatno je veći kod ispitanika liječenih otvorenom metodom (214 dana), u odnosu na ukupan broj dana ispitanika liječenih zatvorenom metodom (134 dana).

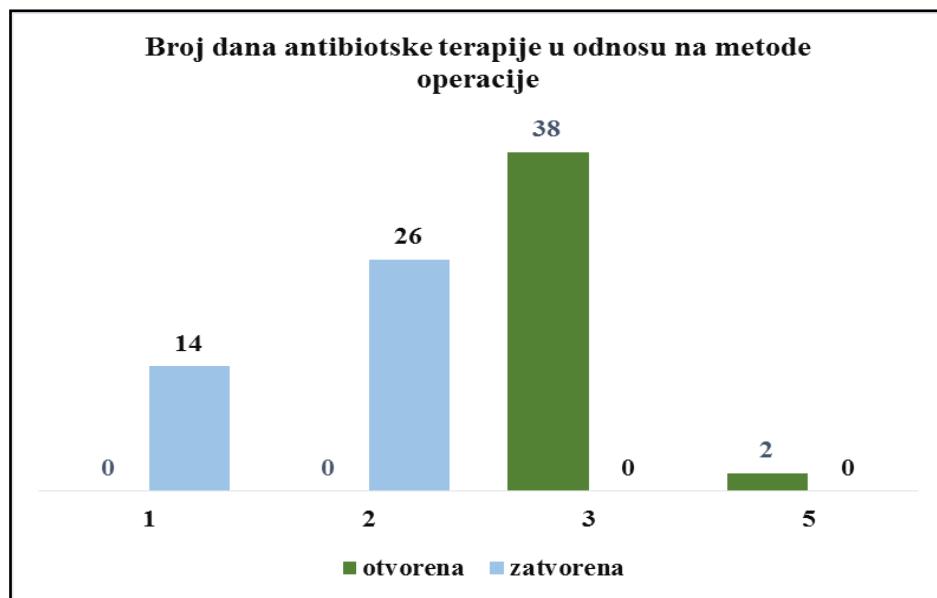
5.9.2 Broj dana antibiotske terapije i protrombinske profilakse

U bolničkim uslovima kod svih ispitanika ordinirana je antibiotska terapija Cefazolin a 1g na šest sati. (Tabela 9.).

Tabela 9. Vrsta i doza antibiotske terapije u odnosu na metodu operacije.

Vrsta i doza antibiotske terapije	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
Cefazolin 1g 4x1	40	40	80
Ukupno	40	40	80

Broj dana antibiotske terapije razlikovao se u zavisnosti od operativne metode, ali i unutar same grupe ispitanika. (Grafikon 14.).



Grafikon 14. Broj dana antibiotske terapije.

Antibioticska terapija je provođena do vađenja drenova u najvećem broju slučajeva, a produžavana je dalje u zavisnosti od stanja rane i kože.

Najmanji broj dana antibiotske terapije je bio je 1 kod 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode, a najveći broj dana antibiotske terapije bio je 5 kod 2 (2,5%) ispitanika otvorene metode.

Najveći broj ispitanika otvorene metode 38 (47,5%) antibiotsku terapiju je koristio 3 dana, dok je najveći broj ispitanika zatvorene metode 26 (32,5%) koristio 2 dana.

Ukupan broj dana antibiotske terapije u odnosu na metodu operacije predstavljen je tabelarno. (Tabela 10.).

Tabela 10. Ukupan broj dana antibiotske terapije u odnosu na metodu operacije.

Broj dana antibiotske terapije	Metoda		Broj ispitanika
	Otvorena	Zatvorena	
1	0	14	14
2	0	26	26
3	38	0	38
5	2	0	2
Ukupno	124	66	80

Ukupan broj dana antibioticske terapije znatno je veći kod ispitanika operisanih otvorenom metodom (124 dana), u odnosu na ukupan broj dana antibioticske terapije kod ispitanika liječenih zatvorenom metodom (66 dana).

Protrombinska profilaksa provođena je niskomolekularnim heparinskim preparatima i bila je obavezna za sve ispitanike. (Tabela 11.).

Tabela 11. Vrsta i doze protrombinske profilakse u odnosu na metodu liječenja.

Protrombinska profilaksa i broj dana primjene	Vrsta operativne metode		Ukupan broj Ispitanici		
	Profilaksa	Broj dana	Otvorena	Zatvorena	
Clivarin 0,6 1x1		1	0	14	14
Clexane 0,4 1x1		2	0	26	26
Clivarin 0,6 1x1		3	38	0	38
Fragmin 5000 1x1		5	2	0	2
Ukupno		190	124	66	80

Izbor profilakse nije bio vezan za metodu liječenja nego je zavisio od toga koji se preparat nalazi u bolničkoj apoteci. Najviše je ordiniran Clivarin 0,6 1x1 (128 dana), a najkrće je primjenjivan Fragmin 5000 1x1 (10 dana).

Izbor profilakse nije uticao na ishod liječenja,(nije bilo tromboembolijskih komplikacija ni u jednom slučaju ispitivane studije), ali je značajno veći broj dana primljene protrombinske profilakse kod otvorene metode ukupno (124 dana) u odnosu na zatvorenu metodu ukupno (66 dana) i zbog manjeg broja dana hospitalizacije kod zatvorene metode.

5.9.3 Količina primljene krvi i krvnih derivata

Krv i krvni deivati, zamrznuta svježa plazma (ZSP), planirani su preoperativno zbog mogućnosti nekontrolisanog krvarenje iz resekcije ili jatrogene povrede krvnog suda. Jatrogenih povreda krvnih sudova tokom operativnog zahvata nije bilo tako da su ordinirani samo u slučajevima nekontrolisanog krvarenja iz resecirane kosti. Količina primljene krvi predstavljena je tabelarno. (Tabela 12.).

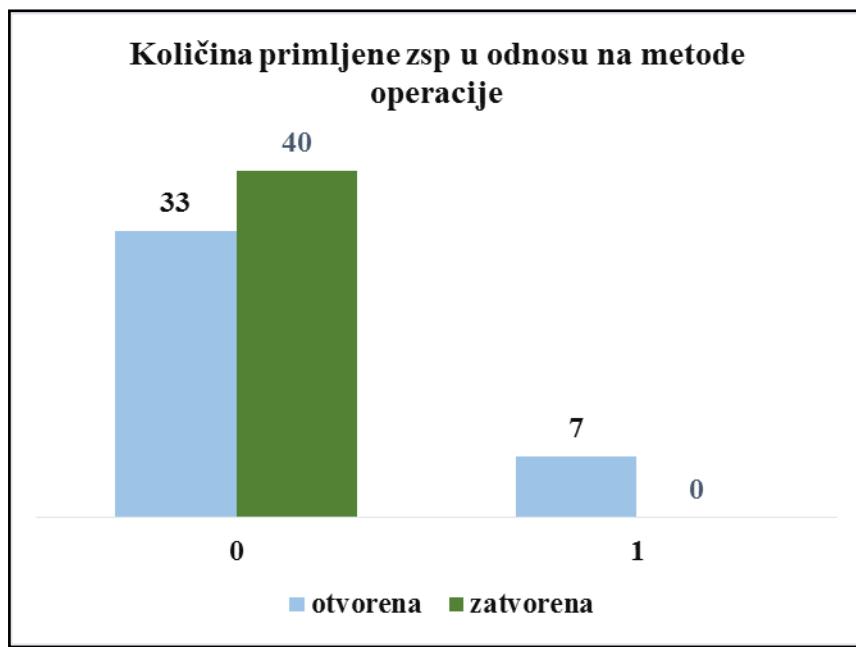
Tabela 12. Količina primljene krvi u odnosu na metodu operacije.

Količina primljene krvi	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
0	33	40	73
1	7	0	7
Ukupno	40	40	80

Primjenom Fisher–ovog testa dobijena je statistički značajna razlika ($p = 0.012$) količine primljene krvi u odnosu na metodu operacije.

U sedam slučajeva je primljena jedna doza krvi kod otvorene distrakciono-kompresione metode, a kod zatvorene metode nije bilo prijema krvi.

Zamrznuta svježa plazma (ZSP) ordinirana je u kombinaciji sa krvlju kao dopuna terapije i postojala je razlika u primjeni kod ispitanika u zavisnosti od primjene otvorene ili zatvorene operativne metode. (Grafikon 15.).



Grafikon 15. Količina primljene ZSP

Primjenom Fisher–ovog testa dobijena je statistički značajna razlika ($p = 0.012$) količine primljene ZSP u odnosu na metodu operacije.

U sedam slučajeva je primljena jedna doza ZSP kod otvorene distrakciono-kompresione metode, a kod zatvorene metode nije bilo prijema ZSP.

5.9.4 Tip distrakciono – kompresionog postupka

Intraoperativno i neposredno nakon vađenja drenova (nakon drugog postoperativnog dana), urađena je otvorena monolokalna kompresiona osteosinteza, zatvorena monolokalna kompresiona osteosinteza, otvorena naizmjenična distrakciono – kompresiona osteosinteza i zatvorena monolokalna sinhrona distrakcionala osteosinteza. (Tabela 13.).

Tabela 13. Tipovi dstrakciono – kompresionog postupka intraoperativno i tokom bolničkog liječenja.

Tipovi distrakciono-kompresionog postupka	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
Distrakcija	11	14	25
Kompresija	29	26	55
Ukupno	40	40	80

Intraoperativno i nakon vađenja drenova urađena je otvorena monolokalna kompresija kod 29 (36,25%) otvorene metode i zatvorena monolokalna kompresija kod 26 (32,5%) ispitanika zatvorene metode, a kod 11 (13,75%) ispitanika otvorene metode naizmjenična distrakciono- kompresiona osteosinteza. Kod 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode urađena je zatvorena monolokalna sinhrona distrakciona osteosinteza.

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu nije dobijena statistički značajna razlika ($\chi^2 = 0.233$, SS = 1, p = 0.630) primijenjene kompresije i distrakcije u odnosu na metodu operacije.

5.10. Tok liječenja u ambulantnim uslovima i terapijski postupci

5.10.1 Prva kontrola

Prvi kontrolni pregled obavljen je 14. postoperativnog dana kada su: nastavljeni kompresiono – distrakcioni postupci, protrombinska profilaksa, UZV i Rtg snimak, provjeravana osovinska stabilnost, bolnost oslonca na nogu i mogućnost za nastavak rehabilitacije u kućnim uslovima.

Nastavljena je monolokalna kompresija kod 29 (36,25%) otvorene metode i monolokalna kompresija kod 26 (32,5%) ispitanika zatvorene metode, a kod 11 (13,75%) ispitanika otvorene metode naizmjenična distrakciono- kompresiona osteosinteza. U 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode nastavljena je monolokalna sinhrona distrakciona osteosinteza.

Protrombinska profilaksa je nastavljena na Xarelto tbl a 10 mg 1x1 i Aspirin 100 1x1. (Tabela 14.).

Tabela 14. Nastavak protrombinske profilakse ambulantno u odnosu na metodu operacije.

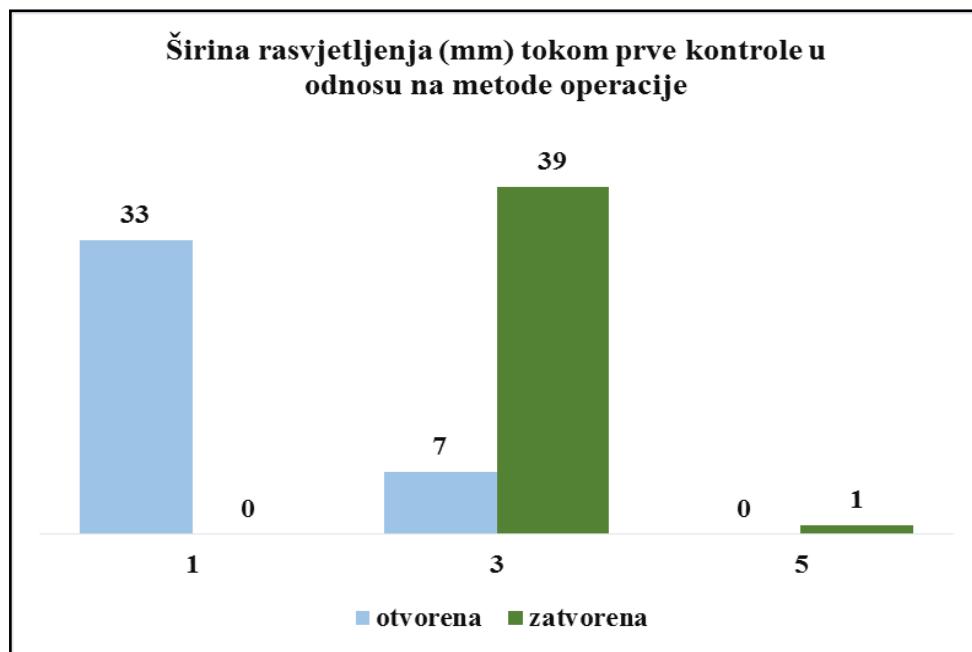
Prva kontrola – protrombinska profilaksa vrsta i doze	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
Xarelto 10 mg 1x1	9	12	21
Aspirin 100 1x1	31	28	59
Ukupno	40	40	80

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu nije dobijena statistički značajna razlika ($\chi^2 = 0.258$, SS = 1, p = 0.611) primijenjene vrste i doze terapije u odnosu na metodu operacije.

UZV kontrola stvaranja kalusa praćena je linearnom elektronskom sondom od 10 MHz pokazala je hiperehogenu zonu periosta sa središnjim premoštenim dijelom i okolnom anehogenom trouglastom zonom sa bazom okrenutom prema površini širine 1mm kod 37 (46,25 %) otvorene metode i 3 (3,75%) zatvorene metode, širina rasvjetljenja od 3 mm kod 3 (3,75%) otvorene metode i 36 (45 %) zatvorene metode, širina od 5mm kod 1 (1,25%) zatvorene metode, a kod otvorene metode nije bilo ni kod jednog ispitanika. (Tabela 15.).

Tabela 15. Širina rasvjetljenja tokom prve kontrole određivana UZV metodom u odnosu na metodu operacije.

Širina rasvjetljenja (mm)	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
1	37	3	40
3	3	36	39
5	0	1	1
Ukupno	40	40	80



Grafikon 16. Širina rasvjetljenja tokom prve kontrole određivana Rtg metodom u odnosu na metodu operacije.

Širina rasvjetljenja tokom prve kontrole mjerena UZV se smanjuje sa 3 na 1 mm kod 4 ispitanika otvorene metode i 3 ispitanika zatvorene metode uz pojavu nepravilnih hiperehogenih polja, što je dovelo do povećanja brzine ultrazvučnih talasa (10 MHz).

Širina rasvjetljenja mjerene radiološki, (Grafikon 16.), je nepromijenjena u odnosu na postoperativni nalaz kod obe grupe ispitanika.

Osovinska stabilnost i kod 13 preostalih ispitanika otvorene metode, nakon popuštanja aparata ostaje očuvana.

Tač oslonac na nogu kad dinamometar registruje pomijeranje ulomaka bio je bolan kod 11 (13,75 %) ispitanika otvorene metode kod kojih je rađena naizmjenična distrakcionalo – kompresiona osteosinteza i 14 (17,50%) ispitanika zatvorene metode kod kojih je rađena monolokalna sinhrona distrakcionala osteosinteza

Nastavak rehabilitacije preporučen je kod svih ispitanika uz hod sa štakama uz oslonac do granice nelagodnosti, vježbe stopala i kvadricepsa, kupke u sapunici, Lioton 1000 gel za masažu kože, održavanje higijene aparata alkoholom ili benzinom uz nošenje platnene zaštitne navlake.

5.10.2 Druga kontrola

Drugi kontrolni pregled obavljen je 30-og postoperativnog dana kada su: provjerene vrijednosti alkalne fosfataze, očuvanost osovinske stabilnosti, svi tipovi distrakciono – kompresionih postupaka prevedeni su u princip monolokalne kompresione osteosinteze, urađeni UZV i Rtg snimci, provjeravana bolnost sa osloncem od 20 kg na sobnoj vagi i date upute za dalji nastavak fizikalne rehabilitacije.

Tokom trećeg mjerjenja (trideset dana postoperativno) vrijednosti alkalne fosfataze imaju značajan porast kod obe metode. (Tabela 6.).

U svim slučajevima, bez obzira na primijenjenu metodu operacije vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u drugom navratu su bile više od vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u prvom navratu, kao i vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u trećem navratu su bile više od vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u drugom navratu, (Grafikon 7.) i (Grafikon 8).

Primjenom Wilcoxon-ovog testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -7.788$, $p = 0.000$) vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u drugom navratu u odnosu na vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u prvom navratu. Takođe je dobijena visoko statistički značajna razlika ($z = -7.771$, $p = 0.000$) vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u trećem navratu u odnosu na vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u prvom navratu, kao i pri mjerenu alkaline fosfataze u trećem navratu u odnosu na vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u drugom navratu ($z = -7.771$, $p = 0.000$).

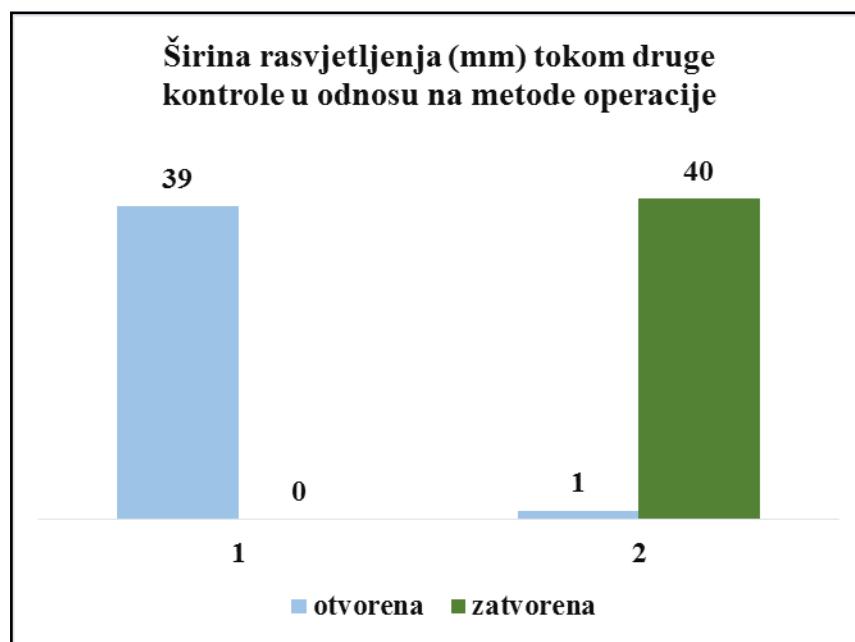
Osovinska stabilnost je očuvana kod svih ispitanika studije.

Svi tipovi distrakciono – kompresionog postupka su prevedeni u princip monolokalne kompresione osteosinteze kod svih ispitanika studije.

UZV kontrola stvaranja kalusa praćena je linearnom elektronskom sondom od 12 MHz pokazala je hiperehogenu zonu periosta u kontinuitetu sa središnjim premoštenim dijelom i okolnom anehogenom trouglastom zonom sa bazom okrenutom prema površini širine 1mm kod 39 (48,75%) ispitanika otvorene metode i 2 mm kod 1(1,25%) ispitanika otvorene metode i kod svih 40 (50%) ispitanika zatvorene metode u ukupnoj studiji. (Tabela 16.).

Tabela 16. Širina rasvjetljenja tokom druge kontrole određivana UZV metodom u odnosu na metodu operacije.

Širina rasvjetljenja (mm)	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
1	39	0	39
2	1	40	41
Ukupno	40	40	80



Grafikon 17. Širina rasvjetljenja tokom druge kontrole određivana Rtg metodom u odnosu na metodu operacije.

Nakon 30-og postoperativnog dana širina rasvjetljenja određivana Rtg metodom (Grafikon 17.), odgovara širini rasvjetljenja određivana UZV metodom. (Tabela 16).

UZV metodom se prikazuje hiperehogena zona periosta u *kontinuitetu* sa središnjim premoštenim dijelom i rasvjetljenjima ispod periosta od 1 i 2 mm, a Rtg metodom se pokazuje rasvjetljenje od 1 i 2 mm u centralnom dijelu, a zona periosta *nije u kontinuitetu* sa manjim nepravilnim sjenkama bez premoštavanja središnjeg dijela.

Nakon tridesetog postoperativnog dana širina rasvjetljenja, određivana ultrazvučno i radiografski se smanjuje, ali je znatno veća kod zatvorene metode nego kod otvorene.

Primjenom Fisher–ovog testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($p = 0.000$) širine rasvjetljenja (mm) nakon tridesetog postoperativnog dana u odnosu na metodu operacije.

Oslonac na vagu sa opterećenjem od 20 kg, a dinamometar registruje pomjeranje koštanih fragmenata je bolan kod 18 (22,5%) ispitanika otvorene metode i 16 (20%) ispitanika zatvorene metode, a bezbolan kod 22 (27,5%) ispitanika otvorene metode i 24 (30%) ispitanika zatvorene metode. (Tabela 17.).

Tabela 17. Oslonac na vagu sa opterećenjem od 20 kg.

Oslonac na vagu s opterećenjem od 20 kg	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
bolan	18	16	34
bezbolan	22	24	46
Ukupno	40	40	80

Nakon druge kontrole nije bilo značajne razlike u pojavi bola nakon opterećenja od 20 kg kod ispitanika operisanih otvorenom ili zatvorenom metodom.

Nastavak rehabilitacije sa osloncem do granice bola preporučen je kod 18 (22,5%) ispitanika otvorene metode i 16 (20%) ispitanika zatvorene metode, a kod 22 (27,5%) ispitanika otvorene i 24 (30%) ispitanika zatvorene metode preporučen je hod sa punim osloncem. (Tabela 18.).

Tabela 18. Nastavak rehabilitacije.

Nastavak rehabilitacije	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
oslonac do granice bola	18	16	34
puni oslonac bez bola	22	24	46
Ukupno	40	40	80

5.10.3. Treća kontrola

Treći kontrolni pregled obavljen je 90-og postoperativnog dana kada je urađeno: popuštanje aparata, provjerena osovinska stabilnost, uraden UZV snimak 12 MHz, Rtg snimak, provjerena bolnost sa osloncem na vagi i opterećenjem od 40 kg i predložen nastavak rehabilitacije.

Popuštanje aparata je urađeno oslobođanjem teleskopskih i nareznih distancera između srednjih obruča konstrukcije aparata kod 22 (27,5%) ispitanika otvorene i 24 (30%) ispitanika zatvorene metode. (Tabela 19.). Uz popuštanje aparata odstranjivana je po jedna igla iz središnjih obruča konstrukcije koje su imale unakrsni smjer. Odstranjivanje igala je prvi korak u postepenom skidanju cijele konstrukcije aparata.

Tabla 19. Popuštanje aparata.

Popuštanje aparata	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
Da	22	24	46
Ne	18	16	34
Ukupno	40	40	80

UZV snimak 12 MHz pokazao je hiperehogenu zonu cijelom dužinom periosta uz rastuću ehogenost trouglastog dijela kod svih ispitanika u obe grupe. (Tabela 20.).

Tabela 20. Širina rasvjetljenja određivana UZV metodom 12 MHz.

UZV nalaz Širina rasvjetljenja (mm)	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
0	40	40	80
1	0	0	0
Ukupno	40	40	80

Rtg snimak je pokazao izostanak rasvjetljenja uz progresiju periostalnog kalusa kod 39 (48,75%) ispitanika otvorene metode i 14 (17,5%) zatvorene metode, a postojanje pojedinačnih zona rasvjetljenja kod 1 (1,25%) ispitanika otvorene metode i 26 (32,5%) ispitanika zatvorene metode. (Tabela 21.).

Tabela 21. Širina rasvjetljenja određivana Rtg metodom.

RTG nalaz	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
nema rasvjetljenje	39	14	53
postoje zone rasvjetljenja	1	26	27
Ukupno	40	40	80

Tokom treće kontrole, 90-og postoperativnog dana UZV i Rtg snimci nisu pokazali rasvjetljenja u središnjem dijelu ni kod jednog ispitanika cijele studije.

Radiološki su prikazane pojedinačne zone rasvjetljenja kod 1 (1,25%) ispitanika otvorene metode i kod 26 (32,5%) ispitanika zatvorene metode, dok UZV prikazom nije verifikovano postojanje pojedinačnih zona rasvjetljenja ni kod jednog ispitanika cijele studije.

Primjenom Fisher-ovog testa dobijena je statistički značajna razlika ($p=0.000$) u postojanju zona rasvjetljenja nakon devedesetog postoperativnog dana u odnosu na metodu operacije.

Oslonac na vagu sa opterećenjem od 40 kg, kad dinamometar ne registruje pomjeranje ulomaka je bezbolan kod svih ispitanika studije. (Tabela 22.).

Tabela 22. Oslonac na vagu sa opterećenjem od 40 kg nakon popuštanja aparata.

Oslonac na vagu s opterećenjem od 40 kg	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
bezbolan	40	40	80
Ukupno	40	40	80

Nastavak rehabilitacije je preporučen sa hodom bez štaka sa punim osloncem kod 40 (50%) ispitanika zatvorene metode i 39 (48,75%) ispitanika otvorene metode. (Tabela 23.).

Tabela 23. Nastavak rehabilitacije.

Nastavak rehabilitacije	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
oslonac do granice bola	1	0	1
puni oslonac bez bola	39	40	79
Ukupno	40	40	80

Oslonac do granice bola ostao je samo u jednom slučaju kod otvorene metode, dok su ostali mogli nastaviti rehabilitaciju sa punim osloncem.

5.10.4 Četvrta kontrola

Četvrta kontrola nije bila vezana za metodu operacije, a rađena je 14 dana nakon popuštanja aparata kod 22 (27,5%) ispitanika otvorene i 24 (30%) ispitanika zatvorene metode. Kontrole ostalih ispitanika su zavisile od toga kada su postizali puni oslonac bez bola, (Tabela 18.), nakon čega je rađeno popuštanje aparata, (Tabela 19.), i odstranjivanja po jedna igla sa ukrštenim smjerovima iz srednjih obruča konstrukcije aparata.

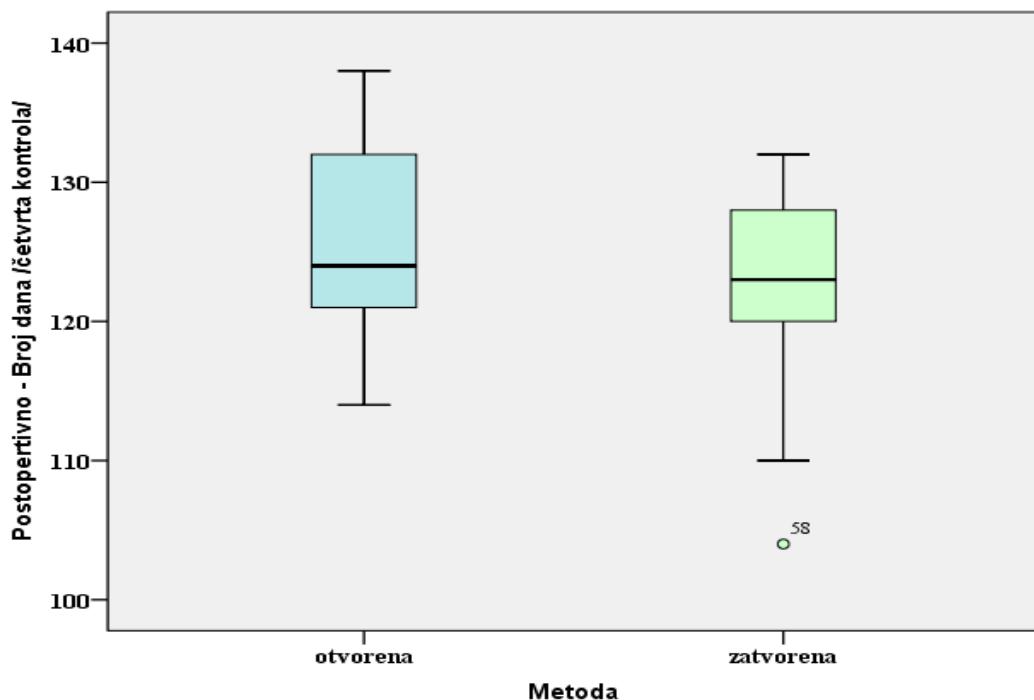
Tokom četvrte kontrole rađeno je postepeno skidanje konstrukcije aparata, klinička i radiološka procjena sanacije pseudoartroza, kod ispitanika kojima je prethodno urađeno popuštanje aparata.

Najraniji i najkasniji period četvrte kontrole, kada je postignut puni oslonac bez bola i vrijeme postepenog skidanja aparata predstavljen je tabelarno, (Tabela 24.), a statistička značajnost predstavljena je grafikonom. (Grafikon 17.).

Tabela 24. Postoperativno – broj dana /četvrta kontrola/ u odnosu na metodu operacije.

Metoda	N	Min.	Max.	Range	Median	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	114	138	24	124.00	125.50	5.684
zatvorena	40	104	132	28	123.00	123.12	5.902
Ukupno	80	104	138	34	124.00	124.31	5.880

Kod otvorene metode četvrta kontrola se najranije mogla obaviti za 114 dana, a najkasnije za 138 dana. Kod zatvorene metode najranija kontrola 104-og dana, a najkasnija 132-og dana.



Grafikon 17. Statistička značajnost broja dana četvrte kontrole u odnosu na metodu operacije.

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa nije dobijena statistički značajna razlika ($z = -1.297$, $p = 0.195$) postoperativno – broj dana /četvrta kontrola/ kod pacijenata operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 124.00$) i pacijenata operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 123.00$).

5.10.5 Peta kontrola

Peta kontrola se odnosila na preostale ispitanike studije koji na četvrtoj kontroli nisu imali puni oslonac bez bola nakon popuštanja aparata.

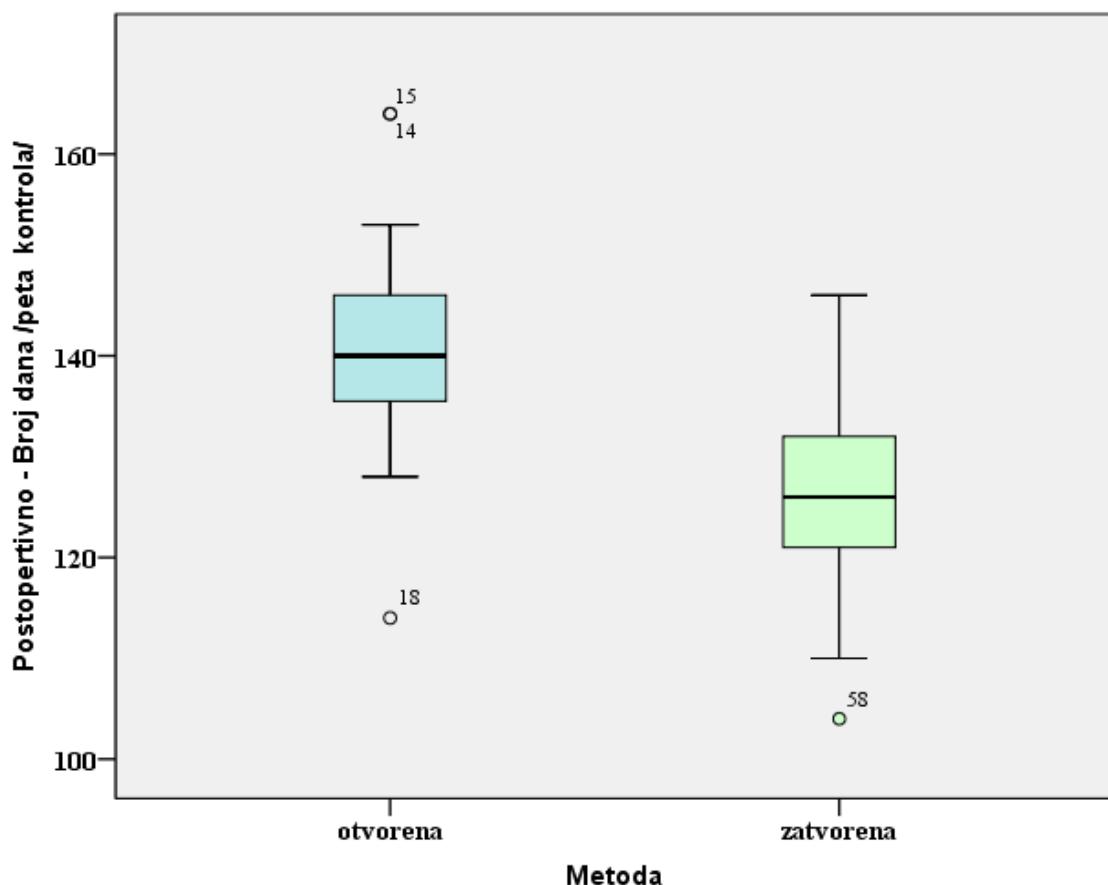
Peta kontrola rađena je kod 18 (22,5%) ispitanika otvorene metode i 16 (20%) ispitanika zatvorene metode. Vremenski period pte kontrole za obe metode predstavljen je tabelarno. (Tabela 25.).

Tabela 25. Postoperativno – broj dana /peta kontrola/ u odnosu na metodu operacije.

Metoda	N	Min.	Max.	Rang.	Med.	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	114	164	50	140.00	140.85	9.136
zatvorena	40	104	146	42	126.00	127.08	9.455
Ukupno	80	104	164	60	134.00	133.96	11.549

Kod otvorene metode najraniji period kontrole je bio 114-og postoperativnog dana, a najkasniji 164-og postoperativnog dana. Kod zatvorene metode taj period je kraći i najraniji period je iznosio 104 dana, a najkasniji 146 dana.

Statistička značajnost pte kontrole između otvorene i zatvorene metode predstavljena je grafički. (Grafikon 18.).



Grafikon 18. Statistička značajnost broja dana pete kontrole u odnosu na metodu operacije.

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -5.508$, $p = 0.000$) postoperativno – broj dana /peta kontrola/ kod pacijenata operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 140.00$) i pacijenata operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 126.00$).

Značajno je duži period pete kontrole kod otvorene metode kod 18 (22,5%) ispitanika, u odnosu na 16 (20%) ispitanika zatvorene metode, dok kod 22 (27,5%) ispitanika otvorene metode nema značajne razlike od ispitanika zatvorene metode.

Nakon postepenog skidanja konstrukcije aparata, (četvrta ili peta kontrola) provjereni su:klinički znaci sanacije pseudoartroza, radiološka sanacija i vrijeme potpune koštane sanacije.

Klinički znaci sanacije pseudoartroze nakon pete kontrole ispunjeni su u obe grupe ispitanika.

Svi ispitanici su imali: odsustvo bola u zoni pseudoartroze pri maksimalnom opterećenju, izostanak otoka i patološke pokretljivosti u zoni pseudoartroze.

Radiološka procjena sanacije verifikovana je premoštavajućim kalusom na mjestu pseudoartroze, a predstavljena je periostalnim i endostalnim kalusom. (Tabela 26.).

Tabela 26. Radiološki prikaz periostalnog i endostalnog kalusa u odnosu na metodu operacije.

RTG nalaz	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
nema rasvjetljenje	40	40	80
Ukupno	40	40	80
<hr/>			
Širina rasvjetljenja (mm)	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
0	40	40	80
Ukupno	40	40	80
<hr/>			
Periostalni kalus	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
Da	40	40	80
Ukupno	40	40	80
<hr/>			
Endostalni kalus	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
Da	37	35	71
Ne	3	5	9
Ukupno	40	40	80

Primjenom Fisher–ovog testa nije dobijena statistički značajna razlika ($p = 0.481$) pojave endostalnog kalusa u odnosu na metodu operacije.

U obe metode radiološka verifikacija periostalnog kalusa je ranija od endostalnog.

U svim slučajevima je bio radiološki izraženiji periostalni kalus u odnosu na endostalni, formirajući čvrsti premoštavajući kalus na mjestu pseudoartroze.

Vrijeme potpune koštane sanacije je u rasponu od 134 do 164 dana kod ispitanika otvorene metode i 114 do 146 dana kod ispitanika zatvorene metode. (Tabela 27.).

Tabela 27. Vrijeme potpune koštane sanacije u odnosu na metodu operacije.

Metoda	N	Min.	Max.	Range	Median	Mean	Std. Dev.
Otvorena	40	134	164	50	142.00	140.95	9.171
Zatvorena	40	114	146	12	140.00	140.44	3.844
Ukupno	80	114	164	50	140.00	140.86	8.416

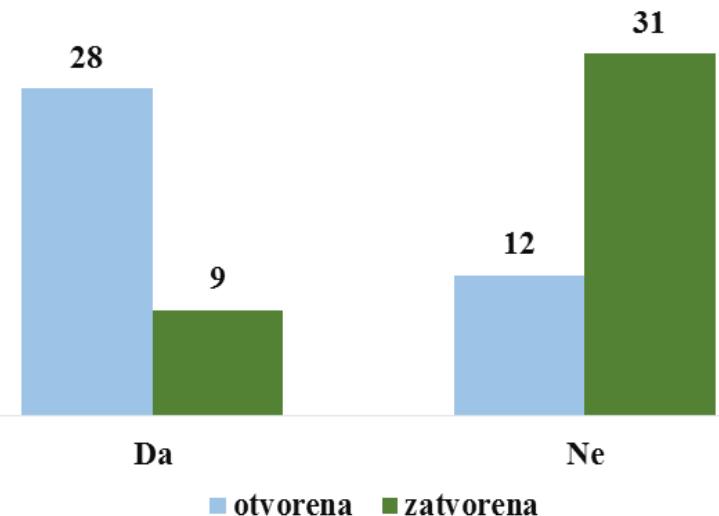
Primjenom Mann-Whitney-evog U testa nije dobijena statistički značajna razlika ($z = -0.156$, $p = 0.876$) u vremenu potpune koštane sanacije kod ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 142.00$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 140.00$).

5.11. Procjena rezultata

5.11.1 Postoperativne i posttraumatske komplikacije

Skraćenja noge je bilo u obe grupe ispitanika. Kod otvorene metode razlozi su bili resekcija pseudoartroze i intraoperativno postavljena pozicija varusa distalnog dijela zbog boljeg zarastanja, a kod zatvorene metode zbog pozicije varusa distalnog dijela postavljenog intraoperativno zbog boljeg zarastanja, a i zbog prethodnog liječenja. (Grafikon 19.).

Skraćenje operisane noge u odnosu na metode operacije



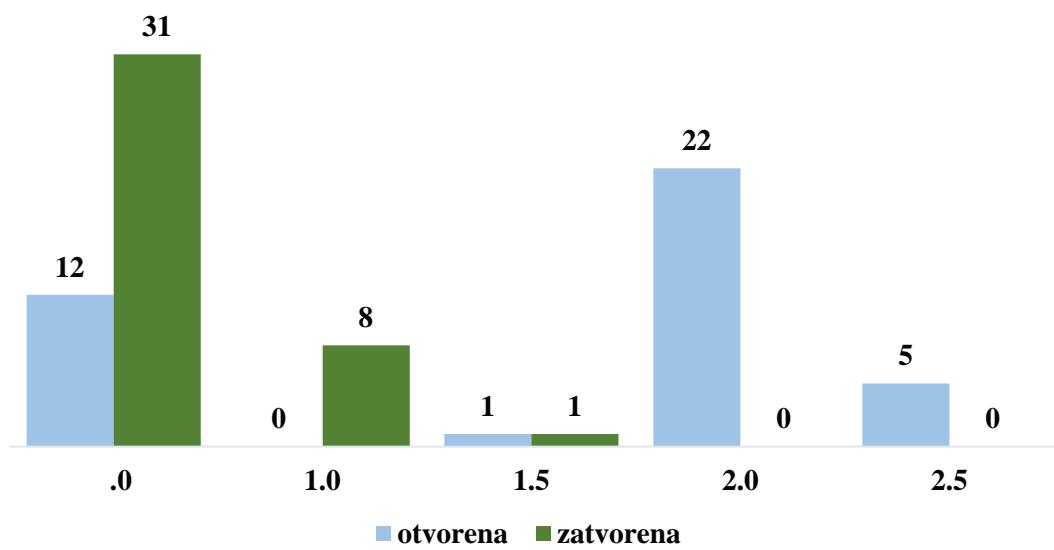
Grafikon 19. Skraćenje noge u odnosu na operativni zahvat.

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu dobijena je visoko statistički značajna razlika ($\chi^2 = 16.292$, SS = 1, p = 0.000) skraćenja operisane noge u odnosu na metodu operacije.

Mnogo je veći broj ispitanika sa skraćenjem noge 28 (35%) kod otvorene metode u odnosu na zatvorenu 9 (11,25 %).

Skraćenje se kretalo u rasponu od 1 do 2,5 cm, a pojedinačno je predstavljeno grafički. (Grafikon 20.).

Skraćenje operisane noge (cm) – pojedinačno u odnosu na metode operacije



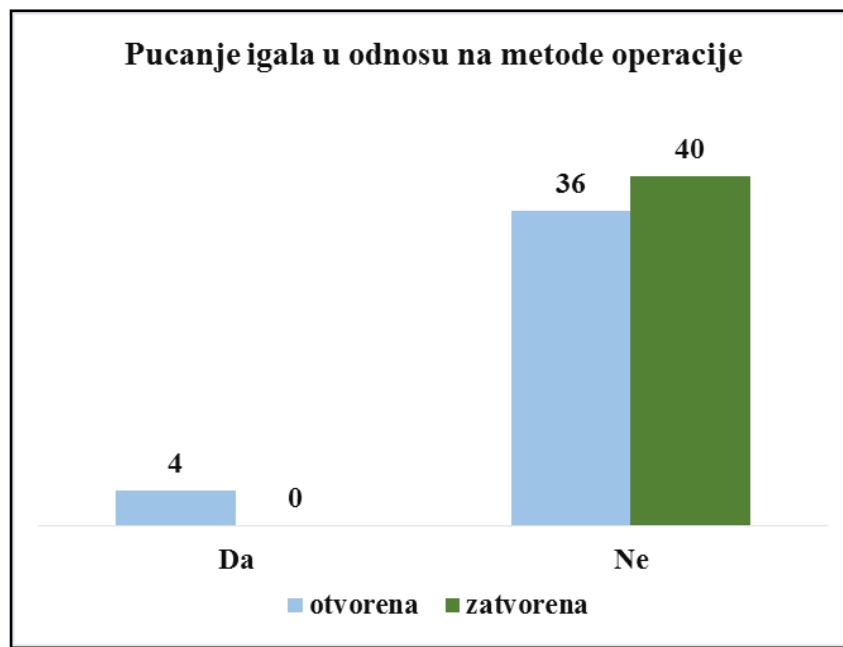
Grafikon 20. Pojedinačno skraćenje u centimetrima.

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -5.362$, $p = 0.000$) skraćenja operisane noge (cm) kod ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 2.00$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 0.00$).

Maksimalno skraćenje od 2,5 cm bilo je kod 5 (6,25%) ispitanika, a od 2cm kod 22 (27,5%) ispitanika otvorene metode, dok kod zatvorene metode nije bilo tolikog skraćenje ni u jednom slučaju.

Maksimalno skraćenje kod zatvorene metode bilo je 1,5 cm i to kod 1 (1,25%) ispitanika.

Pucanja igala je bilo u obe metode i uglavnom su se događale nakon druge kontrole, a u odnosu na metodu operacije predstavljene su grafički. (Grafikon 21.).

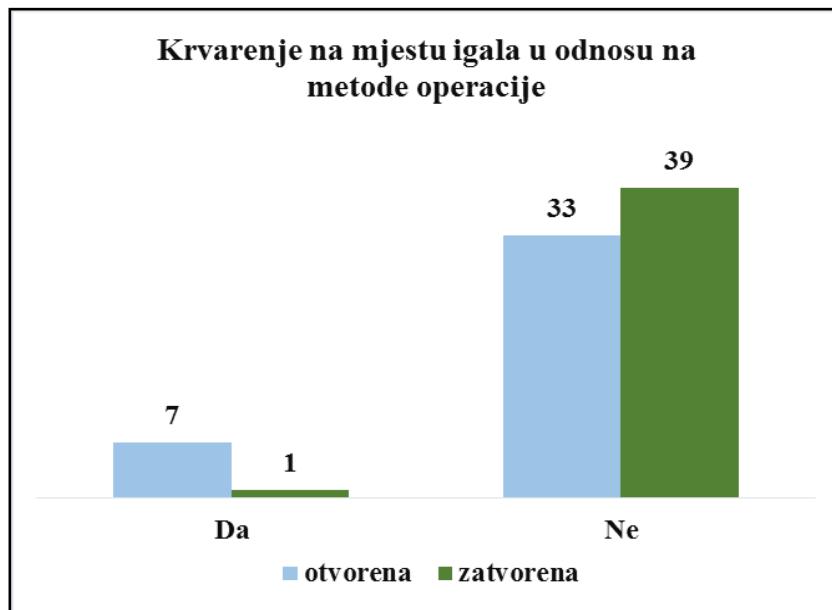


Grafikon 21. Pucanje igala.

Primjenom Fisher–ovog testa nije dobijena statistički značajna razlika ($p = 0.116$) pojave pucanja igala u odnosu na metodu operacije.

Pucanje igala nije bilo uzrokovano načinom operativnog liječenja i u svim slučajevima se dešavalo kod kompresionog postupka, a kod distrakcionog nije bilo i vjerojatno je vezano za nedovoljnu zategnutost u fazi oslonca.

Krvarenja na mjestu igala je bilo u obe grupe ispitanika. (Grafikon 22.).



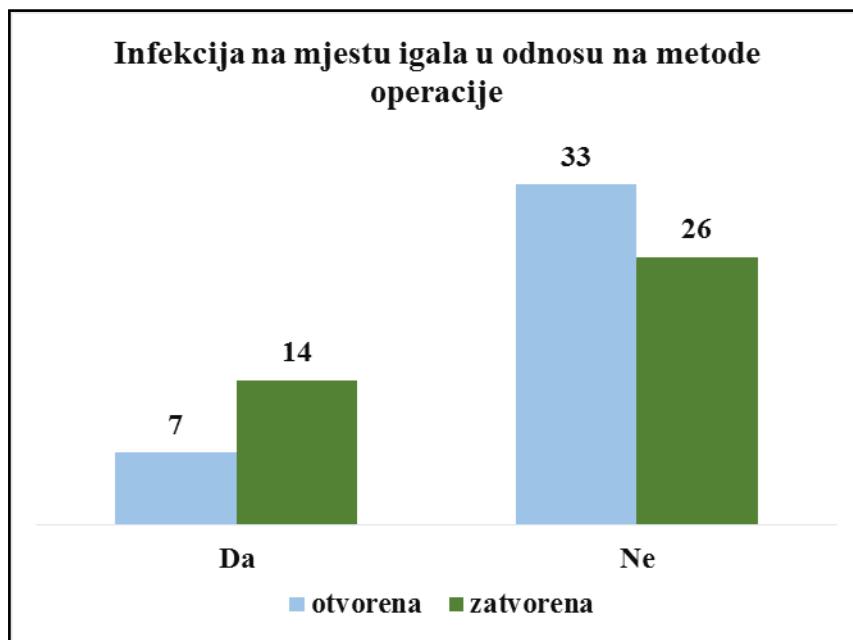
Grafikon 22. Krvarenje na mjestu igala.

Primjenom Fisher–ovog testa nije dobijena statistički značajna razlika ($p = 0.057$) pojave krvarenja namjestu igala u odnosu na metodu operacije.

Krvarenje se dešavalo u fazi punog oslonca i zavisilo je da li je igla bila blizu krvnog suda-najčešće venskog ili nutritivnog zbog mikropokreta.

Rješavano je tamponadom gazom i mirovanjem dva dana ili zamjenom smjera novom iglom i odstranjenjem igle koja je uzrokovala krvarenje.

Infekcija na mjestu igala uglavnom je bila tokom druge i treće kontrole, a bila je prisutna u obe grupe ispitanika. (Grafikon 23.).



Grafikon 23. Infekcijana mjestu igala.

Primjenom Fisher–ovog testa nije dobijena statistički značajna razlika ($p = 0.126$) pojave infekcije na mjestu igala u odnosu na metodu operacije.

Infekcija na mjestu igala 7 (8,75%) kod otvorene i 14 (17,5%) zatvorene metode zavisila je od održavanja higijene noge i aparata (ispitanicima je u bolničkim uslovima objašnjeno kako se pere noge vodom i sapunom, a aparat se čisti alkoholom ili benzinom uz zaštitu platnenom navlakom).

Infekcija se rješavala skidanjem granuloma oko igle, ispiranjem Hydrogenom 3% i NaCl rastvorom 0,9% te Bactrim tbl 2x2, a u slučajevima gdje nije došlo do sanacije lokalne infekcije igla je odstranjivana. Ako nije bila narušena stabilnost aparata druga igla nije stavljana, a u slučajevima gdje je stabilnost bila narušena postavljana je nova igla sa promijenjenim smjerom.

5.11.2 Procjena koštanih rezultata ASAMI scoring- om

Procjena koštanih rezultata rađena je prema ASAMI scoringu (Assotiation for the Study and Application of the Method of Ilizarov). [162]. Sistem udruženja za istraživanje i primjenu metode po Ilizarovu.

Prema sistemu je cijenjena sanacija preloma, postojanje infekcije, postojanje deformiteta i razlika u dužini ekstremiteta.

Pod sanacijom se podrazmijeva potpuno koštano premoštavanje pseudoartroze i gubitak vidljivosti prelomne pukotine cijelom cirkumferencijom.

Nesanirana pseudoartroza podrazumijeva postojanje proširene prelomne pukotine cijelom cirkumferencijom, bez znakova premoštavajućeg kalusa, uz postojanje patološke pokretljivosti .

Infekcija podrazumijeva postojanje fistule, gubitak koštane supstance uz znakove periostalne reakcije.

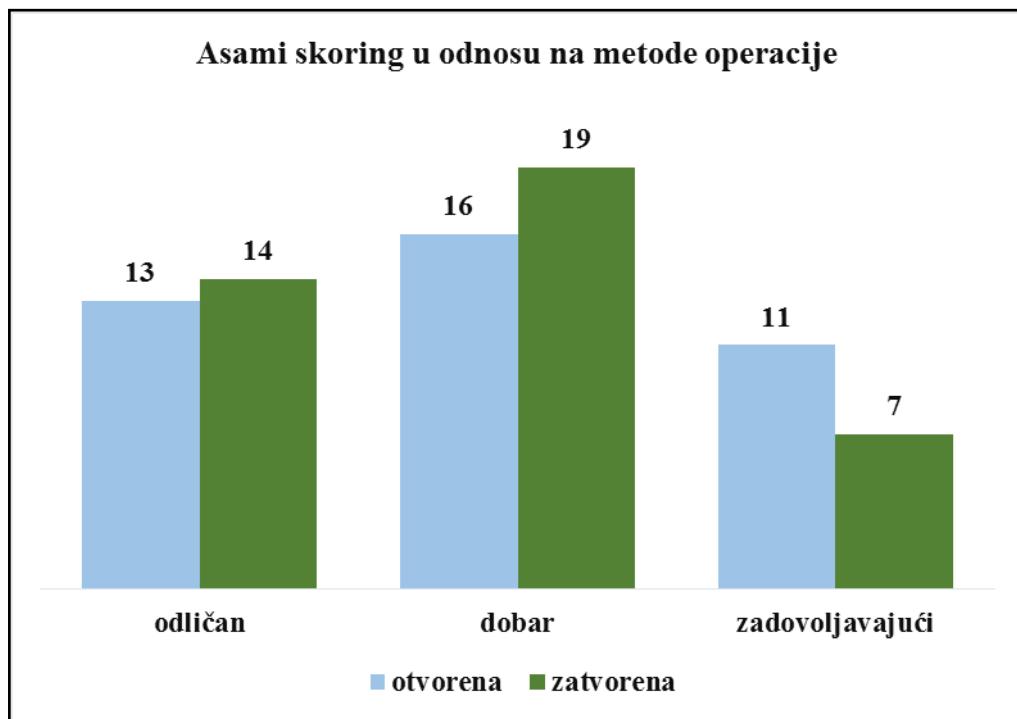
Prema ASAMI scoringu u cijeloj studiji imali smo odlične, dobre i zadovoljavajuće rezultate. Loših rezultata nije bilo. (Tabela 28.).

Tabela 28. ASAMI scoring – procjena koštanih rezultata liječenja.

ASAMI-scoring	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
odličan	13	14	27
dobar	16	19	35
zadovoljavajući	11	7	18
Ukupno	40	40	80

Prema scoringu odličnih je bilo 13 (16,25%) kod otvorene metode i 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode, dobar rezultat je bio kod 16 (20%) ispitanika otvorene i 19 (23,75%) ispitanika zatvorene metode, a zadovoljavajući kod 11 (13,75%) ispitanika otvorene i 7 (8,75%) ispitanika zatvorene metode.

Primjenom parametarskih testova urađena je komparacija koštanih rezultata u odnosu na metodu operacije. (Grafikon 24.).



Grafikon 24. ASAMI-scoring: koštani rezultati u odnosu na metodu operacije.

Primjenom χ^2 testa nije dobijena statistički značajna razlika ($\chi^2 = 1.183$, SS = 2, p = 0.553) vrijednosti ASAMI-scoringa u odnosu na metodu operacije.

Sanacija pseudoartroza premoštavajućim koštanim kalusom (cijeljenje na samom mjestu pseudoartroze) prema rezultatima ASAMI-scoringa nije pokazala statistički značajne razlike u zavisnosti od izbora metode liječenja.

Nakon kliničke i radiografske procjene sanacije pseudoartroza svi ispitanici su upućeni na fizikalnu terapiju u tajanju od 21 dan.

5.11.3 Procjena funkcionalnih rezultata prema INDEKSU rehabilitacije

Po završenoj fizikalnoj terapiji urađena je funkcionalna procjena rezultata prema INDEKSU (15). Ocjene su opisne (dobar, zadovoljavajući i loš) i numeričke od 0 – 27 bodova prema INDEKSU. (Tabela 2.).

U našoj studiji nije bilo loših rezultata ni u jednoj grupi ispitanika i zato su podijeljeni u dvije grupe: zadovoljavajući i dobar, (Grafikon 25.), a broj bodova je bio između 17 i 27 kod obe grupe ispitanika. (Tabela 29.).

Tabela 29. Broj bodova funkcionalnih rezultata prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

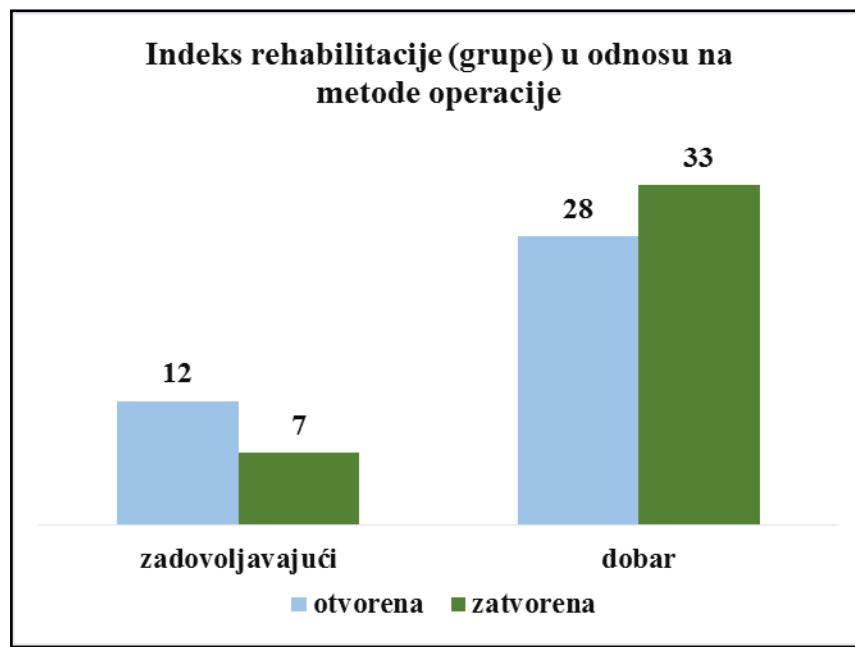
Metoda	N	Min.	Max.	Rang.	Med.	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	17	27	10	23.00	22.35	3.175
zatvorena	40	17	27	10	25.00	24.12	3.164
Ukupno	80	17	27	10	24.00	23.24	3.273

Najmanji broj bodova je bio 17, a najveći 27 u obe grupe, ali se Mediana i Std.Dev. značajno razlikovale.

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -2.959$, $p = 0.003$) indeksa rehabilitacije kod ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 23.00$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 25.00$).

Funkcionalni rezultati cijenjeni indeksom rehabilitacije statistički su bili bolji kod ispitanika operisanih zatvorenom metodom u odnosu na ispitanike operisane otvorenom metodom.

Rezultati grupa (zadovoljavajući) kod otvorene i zatvorene metode i (dobar) kod otvorene i zatvorene metode prikazani su grafički. (Grafikon 25.).



Grafikon 25. Funkcionalni rezultat grupe zadovoljavajući-dobar prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

U grupi zadovoljavajući bilo je 12 (15%) ispitanika otvorene metode i 7 (8,75%), a u grupi dobar bilo je 28 (35%) ispitanika otvorene i 33 (41,25%) ispitanika zatvorene metode

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu nije dobijena statistički značajna razlika ($\chi^2 = 1.104$, SS = 1, p = 0.293) vrijednosti indeksa rehabilitacije (grupe) u odnosu na metodu operacije.

U grupama (zadovoljavajući) i (dobar) rezultati cijenjeni indeksom rehabilitacije nisu pokazali značajnu statističku razliku kod otvorene ili zatvorene metode.

INDEKSOM su cijenjeni klinički znaci i simptomi – ocjenama (3,2,1,0), a provjeravana je:

- cjelovitost kosti,
- deformacija,
- skraćenje,
- neurovaskularna oštećenja,
- potporna funkcija,
- pokreti u susjednim zglobovima,

- funkcija ekstremiteta,
- bolovi i
- radna sposobnost.

Cjelovitost kosti ima četiri gradacije. (Tabela 30.), ali u našoj studiji nije bilo ispitanika kod kojih je cjelovitost kosti bila narušena.

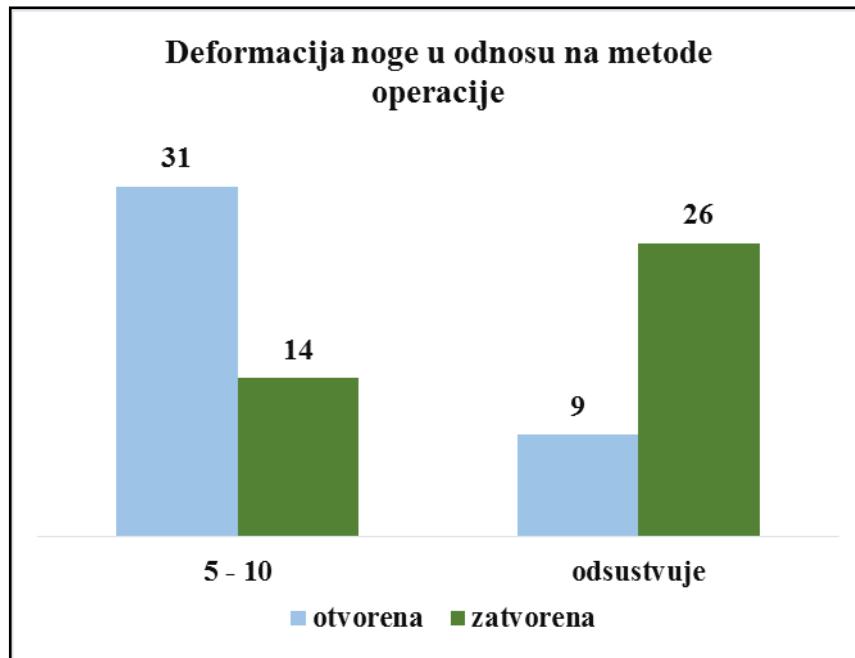
Tabela 30. Cjelovitost kosti u odnosu na metodu operacije prema INDEKSU.

Cjelovitost kosti	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
narušena	0	0	0
uspostavljena s koštanom atrofijom	0	4	4
uspostavljena pregradnja, kost nije završena	0	3	3
uspostavljena struktura kosti normalna	40	33	73
Ukupno	40	40	80

Uspostavljena struktura kosti je normalna kod svih 40 (50%) ispitanika otvorene metode i 33 (41,25%) ispitanika od ukupnog broja ispitanika studije.

Kod 3 (3,75%) ispitanika zatvorene studije uspostavljena je pregradnja kosti, kost nije završena (remodelacija kosti još traje), a kod 4 (5%) ispitanika zatvorene metode cjelovitost kosti je uspostavljena sa koštanom atrofijom (znaci Sudeka).

Deformacija kosti odnosila se na varus distalnog dijela u rasponu od 5 - 10°. (Grafikon 26.).



Grafikon 26. Varus deformitet potkoljenice prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu dobijena je visoko statistički značajna razlika ($\chi^2 = 13.003$, SS = 1, p = 0.000) deformacije noge u odnosu na metodu operacije.

Varus deformitet potkoljenice do prihvatljivih 7° postavljan je intraoperativno i mnogo češće kod otvorene metode 31 (38,75%) u odnosu na 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode zato što se sa tom pozicijom ulomaka stvaraju uslovi za bržu sanaciju pseudoartroze.

Skraćenje operisane noge bilo je zbog resekcije pseudoartroze i intraoperativnog varusa kod ispitanika otvorene metode, a kod ispitanika zatvorene metode razlog je bio intraoperativno postavljeni varus i skraćenje iz prethodnog liječenja, (Grafikoni 19 i 20.) i (Tabela 31.).

Skraćenje ekstremiteta ustanovljeno je kod 9 (11,25%) ispitanika, (Tabela 31.), od 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode. (Grafikon 26.).

Tabela 31. Prisustvo skraćenja noge u odnosu na metodu operacije.

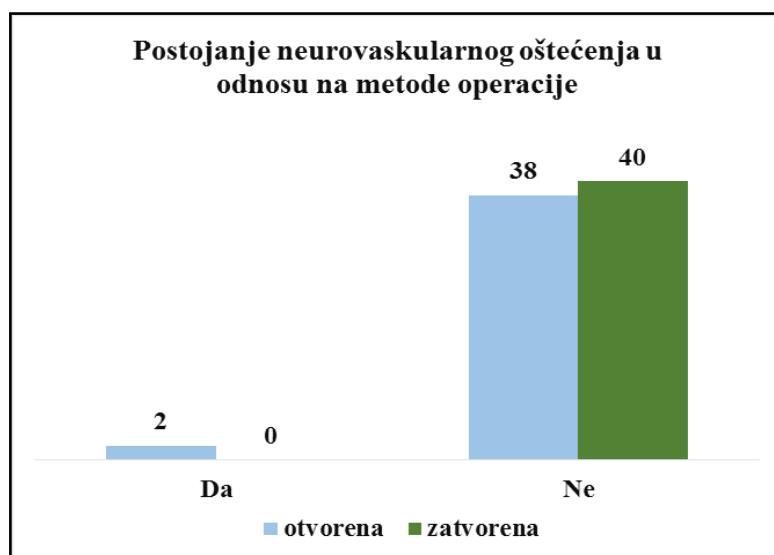
Skraćenje (cm)	Metoda		Ukupno
	otvorena	zatvorena	
1 - 3	28	9	37
odsustvuje	12	31	43
Ukupno	40	40	80

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu dobijena je visoko statistički značajna razlika ($\chi^2 = 16.292$, SS = 1, p = 0.000) prisustva skraćenja noge u odnosu na metodu operacije.

Skraćenje potkoljenice do 2,5cm češće je bilo kod otvorene metode 28 (35%) zbog resekcije pseudoartroze, posebno kod resekcije tip Docking, a kod zatvorene metode do 1cm kod 9 (11,25%) zbog intraoperativno postavljenog varusa, a bilo je uzrokovano i prethodnim liječenjem.

Kod svih ispitanika bez obzira na metodu liječenja skraćenja su bila minimalna i nisu zahtijevala operativno liječenje. Riješena su silikonskim uločima sa odgovarajućim povišenjem gdje je skraćenje bilo 1,5 cm i više, a sa skraćenjima manjim od 1,5 cm nije preporučivana povišica zato što nije bio ugrožen cirkadijalni bipedalni hod.

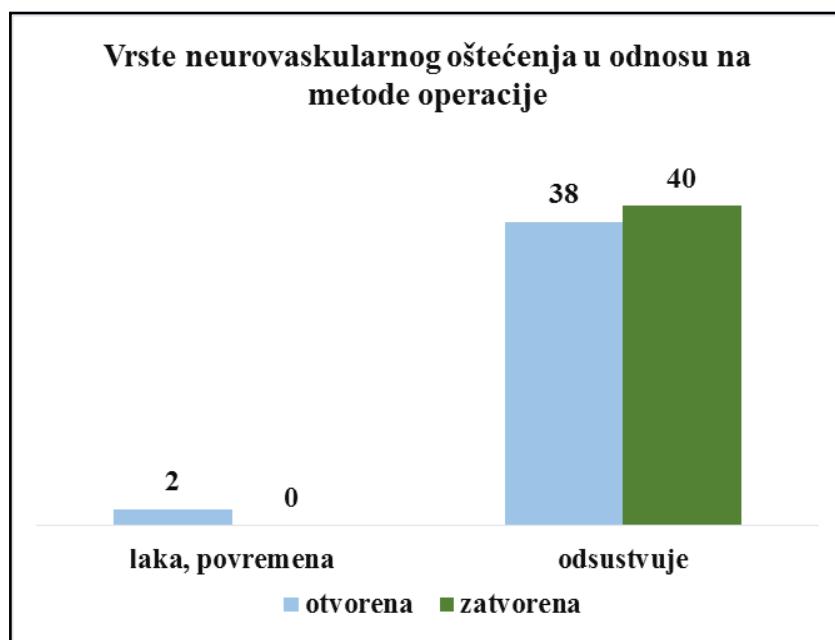
Postojala su neurovaskularna oštećenja kod 2 (2,5%) ispitanika otvorene metode, a kod ispitanika zatvorene metode neurovaskularnih oštećenja nije bilo. (Grafikon 27.).



Grafikon 27. Neurovaskularna oštećenja prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

Primjenom Fisher–ovog testa nije dobijena statistički značajna razlika ($p = 0.494$) postojanja neurovaskularnog oštećenja u odnosu na metodu operacije.

Vrste neurovaskularnih oštećenja bila su laka i povremena. (Grafikon 28.).



Grafikon 28. Vrste neurovaskularnih oštećenja prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

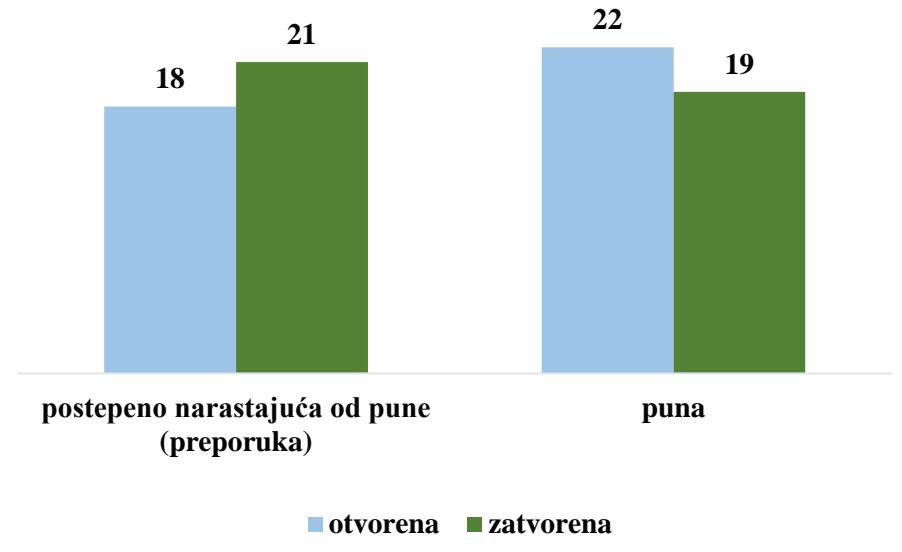
Primjenom Fisher–ovog testa nije dobijena statistički značajna razlika ($p = 0.494$) u vrstama neurovaskularnog oštećenja u odnosu na metodu operacije.

U 2 (2,5%) ispitanika otvorene metode povrede su bile jatrogene, a ogledale su se u lakinim, povremenim parestezijama i krvarenju na mjestu igala srednjeg obruča u fazi oslonca i izražene dorzifleksije stopala.

Vađenjem igala i promjenom smjera novopostavljenih igala i krvarenje i parestezije su se povukli bez primjene fizikalne terapije.

Potporna funkcija u našoj studiji imala je dvije gradacije. (Grafikon 28.).

Potporna funkcija u odnosu na metode operacije

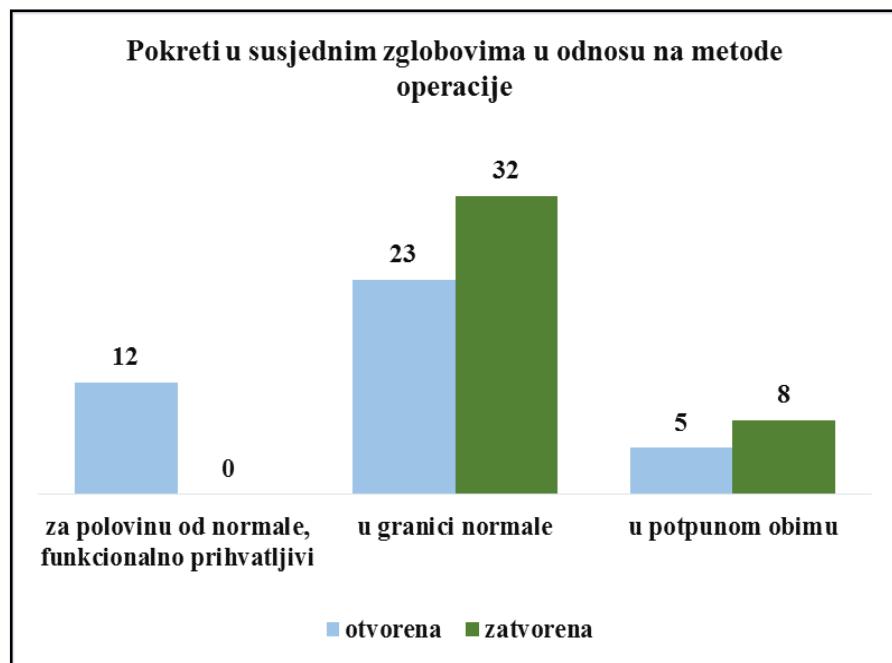


Grafikon 29. Potporna funkcija prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu nije dobijena statistički značajna razlika ($\chi^2 = 0.200$, SS = 1, p = 0.655) potporne funkcije u odnosu na metodu operacije.

Iako nije bilo značajne statističke razlike u potpornoj funkciji prema INDEKSU ipak se puna potporna funkcija postizala brže i kod većeg broja ispitanika 22 (27,5%) kod otvorene metode u odnosu na zatvorenu 19 (23,75%), a postepeno narastajuća od pune u manjem broju 18 (22,5%) u odnosu na 21 (26,25%) kod zatvorene metode.

Pokreti u susjednim zglobovima bili su u rasponu za polovinu od normale,funkcionalno prihvatljivi pa do pokreta u punom obimu. (Grafikon 30.).



Grafikon 30. Pokreti u zglobovima prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

Primjenom χ^2 – testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($\chi^2 = 14.165$, SS = 2, $p = 0.001$) prisustva pokreta u susjednim zglobovima u odnosu na metodu operacije.

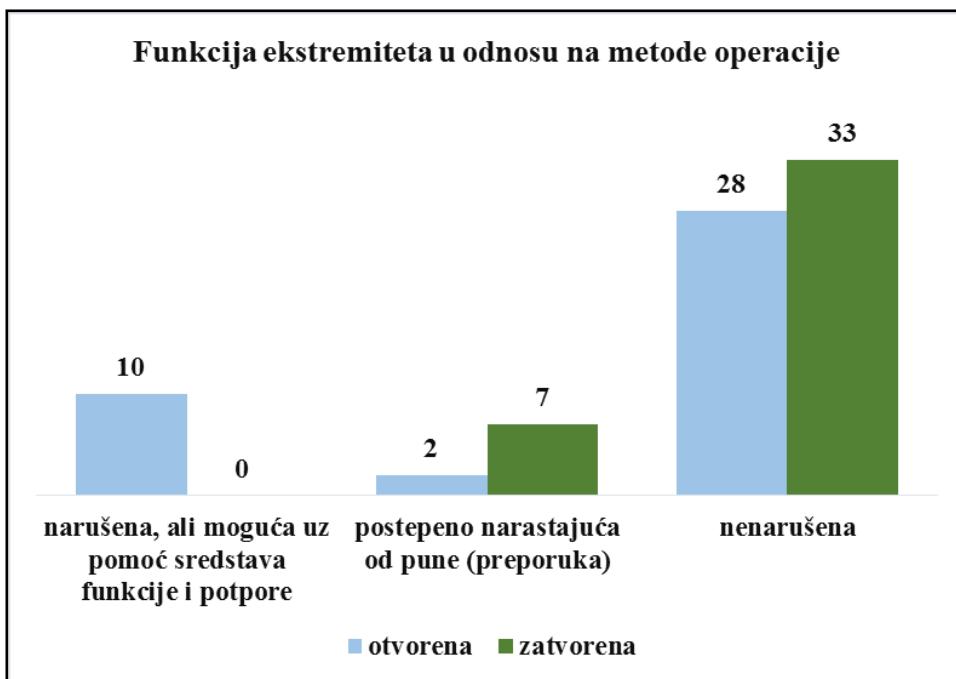
Kod zatvorene metode nakon fizikalne terapije postignuti su pokreti u koljenu i skočnom zglobu u punom obimu kod 8 (10%) ispitanika, a kod otvorene kod 5 (6,25%) ispitanika.

U granici normale pokreti su bili kod 32 (40%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom, a kod 23 (28,75%) ispitanika operisanih otvorenom metodom.

Smanjenje pokreta za polovinu od normale, ali funkcionalno prihvatljivih bilo je kod 12 (15%) operisanih otvorenom metodom, a kod zatvorene metode 0 (0%) ispitanika i zbog toga je dobijena visoko statistički značajna razlika $p=0.001$ kod zatvorene metode.

Važno je napomenuti da su se ograničenje odnosila uglavnom za skočni zglob, a da ograničenja nije bilo za koljeno.

Funkcija ekstremiteta u obe grupe ispitanika nije bila uništena ni kod jednog ispitanika, ali je imala raspon od narušene, ali moguće uz pomoć sredstava funkcije i potpore, pa do očuvane u punom obimu – nenarušena. (Grafikon 31.).



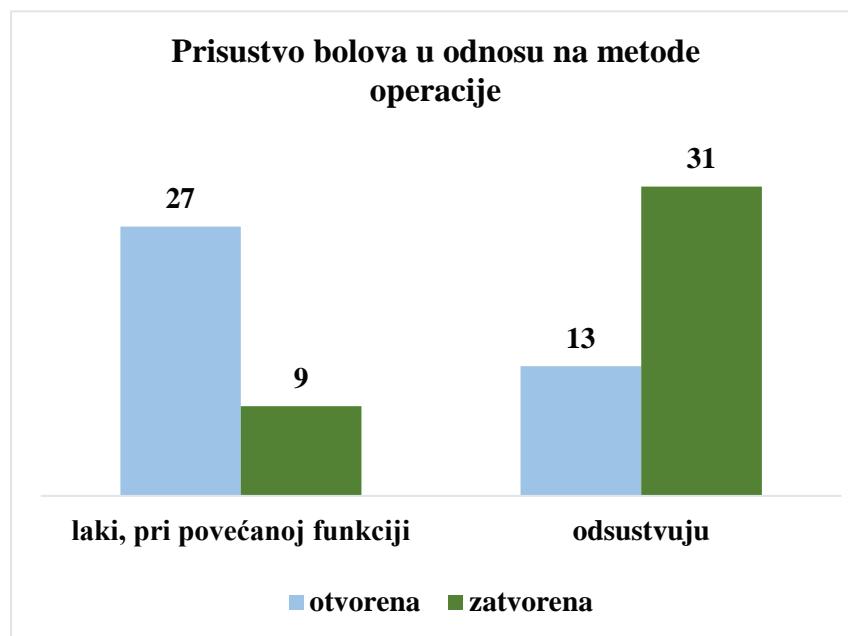
Grafikon 31. Funkcija ekstremiteta prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

Nenarušena funkcija ekstremiteta bila je kod 33(41,25%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i kod 28 (35%) ispitanika operisanih otvorenom metodom.

U 7 (8,75%) slučajeva funkcija je bila postepeno narastajuća od pune kod zatvorene metode, a kod otvorene metode radilo se kod 2 (2,5%) ispitanika.

Narušena funkcija, ali moguća uz pomoć sredstava funkcije i potpore bila je kod 10 (12,5%) ispitanika operisanih otvorenom metodom, a kod 0 (0%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i zato je dobijena visoko statistički značajna razlika $p=0.001$

Bolovi u operisanom ekstremitetu u cijeloj studiji su bili laki i uglavnom pri povećanom opterećenju. Razlika je postojala između grupa. (Grafikon 32.).



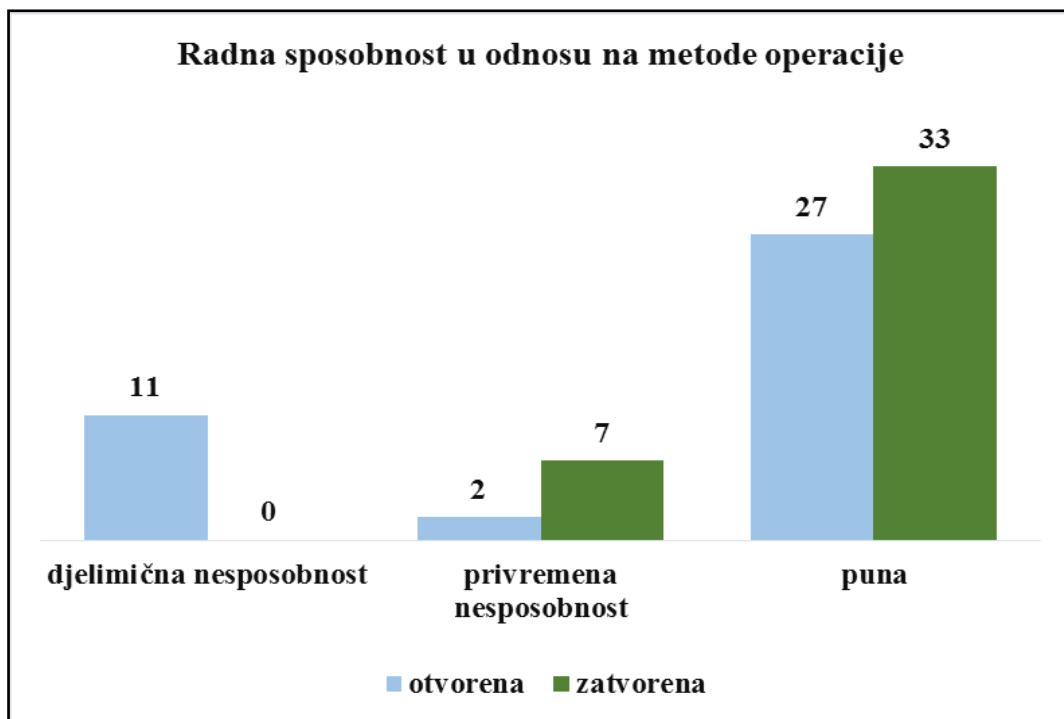
Grafikon 32. Prisustvo bola prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

Primjenom χ^2 – testa uz korekciju prema Jejtsu dobijena je visoko statistički značajna razlika ($\chi^2 = 14.596$, SS = 1, p = 0.000) prisustva bolova u odnosu na metodu operacije.

Nakon završene fizikalne terapije, bolova nije bilo kod 31 (38,75%) ispitanika zatvorene metode i kod 13 (16,25%) ispitanika otvorene metode

Lakih bolova, pri povećanoj funkciji bilo je kod 9 (18%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i 27 (33,75%) operisanih otvorenom metodom. Bolovi su bili znatno manji ili potpuno odsutni kod zatvorene metode.

Radna sposobnost ispitanika bila je u rasponu od djelimične nesposobnosti, privremene nesposobnosti do pune. (Grafikon 33.).



Grafikon 33. Radna sposobnost prema INDEKSU u odnosu na metodu operacije.

Punu radnu sposobnost nakon završene fizikalne terapije imala su 33 (41,25%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i 27 (33,75%) ispitanika operisanih otvorenom metodom.

Privremenu nesposobnost imalo je 7 (8,75%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i 2 (2,5%) pacijenta operisana otvorenom metodom.

Djelimičnu nesposobnost imalo je 11 (13,75%) ispitanika operisanih otvorenom metodom, a kod zatvorene metode 0 (0%) ispitanika.

Vraćanje normalnim životnim aktivnostima u danima predstavljena je tabelarno.
(Tabela 32.)

Tabela 32. Vraćanje normalnim životnim aktivnostima u odnosu na metodu operacije.

Metoda	N	Min.	Max.	Rang.	Med.	Mean	Std. Dev.
otvorena	40	135	189	54	159.00	161.45	10.607
zatvorena	40	125	167	42	149.00	148.88	9.584
Ukupno	80	125	189	64	155.00	155.16	11.871

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -4.910$, $p = 0.000$) vraćaju normalnim životnim aktivnostima (dani) kod ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 159.00$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 149.00$).

Kod ispitanika operisanih zatvorenom metodom Mediana je bila 149.00, a Std. Dev. 9.584, a kod ispitanika operisanih otvorenom metodom Mediana je bila 159.00, a Std. Dev. 10.607.

Vraćanje normalnim životnim aktivnostima u danima kod zatvorene metode bio je od 125 do 167 dana, a kod otvorene metode od 135 do 189 dana.

Obnavljanje fizičke terapije je preporučeno ispitanicima:

- kojima je zaostala kontraktura zglobova za polovinu od normale ali funkcionalno prihvatljiva 12 (15%) otvorene metode,
- narušena funkcija ekstremiteta ali moguća uz pomoć sredstava funkcije i potpore 10 (12,5%) otvorene metode i
- laci bolovi u operisanom ekstremitetu pri povećenoj funkciji 27 (33,75%) otvorene metode i 9 (18%) zatvorene metode.

6.0 DISKUSIJA

Liječenje pseudoartroza predstavlja terapijski izazov. Do sada su opisane mnogobrojne metode liječenja od neoperativnog liječenja spoljašnjom bandažom [150], otvorenom redukcijom i unutrašnjom fiksacijom srebrenom žicom [151-152], unutrašnjom fiksacijom pločom i šrafovima [156], spoljašnjim fiksatorima [163-167].

Metod Gavrila Abramovića Ilizarova predstavlja epohalni doprinos u ortopedskoj hirurgiji i traumatologiji i može se reći da su njenom primjenom sve hirurške metode, u ovoj oblasti, dobine alternativu u liječenju preloma [16].

Vrlo važna uloga distrakciono-kompresione metode je u liječenju pseudoartroza, loše sraslih preloma, koštanih defekata, infekcija kosti i deformiteta. Efikasna je i nakon primjene drugih metoda koje nisu dale rezultate u sanaciji koštane patologije [16].

Distrakciono-kompresiona metoda po Ilizarovu predstavlja terapijski izazov. Pored pravilne indikacije zahtjeva izuzetnu preciznost kod postavljanja aparata da bi se u toku liječenja mogla raditi eventualna korekcija samim aparatom tokom ambulantnog praćenja pacijenta [16,48,58].

U našoj studiji praćeno je 80 ispitanika kojima je dijagnostikovana pseudoartroza kostiju potkoljenice, na osnovu izostanka radioloških znakova zarastanja šest mjeseci nakon povrede i postojanja kliničkih znakova patološke pokretljivosti na mjestu zarastanja kosti.

Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe:

- grupa A liječena otvorenom distrakciono-kompresionom metodom 40 (50%) ispitanika
- grupa B liječena zatvorenom distrakciono-kompresionom metodom 40 (50%) ispitanika

Pored toga ispitanici su grupisani po polu. U ukupnom uzorku postoji značajno veći broj muškaraca 65 (75%) u odnosu na žene 15 (25%).

U odnosu na ukupni uzorak, u grupama A i B distribucija prema polu je ujednačenija, ali je znatno veći broj muškaraca 32 (40%) grupa A i 33 (41,25%) grupa B u odnosu na žene 8 (10%) grupa A i 7 (8,75%) grupa B.

Lovissetti G. i saradnici [168] u studiji od 30 ispitanika kod liječenja preloma potkoljenice (liječenih metodom po Ilizarovu 20 i Sheffield-ovim spoljnim fiksatorom 10 ispitanika). Znatno je bio veći broj muškaraca 23 (76,65%) i 7 (23,35%) žena.

U našoj tudiži su obuhvaćeni ispitanici od navršenih 12 godina, a najstariji je imao 83 godine. Srednja vrijednost je bila 49.50 i ona ukazuje da se radi o ispitanicima u punoj radnoj sposobnosti što za posljedicu ima i veliki socio – ekonomski značaj.

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa nije dobijena statistički značajna razlika ($z = -0.833$, $p = 0.405$) starosti ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 50.50$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 47.50$).

U studiji Lalića I. i saradnika [169], liječenje pseudoartroza potkoljenice metodom Ilizarova – naša iskustva praćeno je 39 ispitanika. Po starosnim grupama broj ispitanika je iznosio 3 (7%) od 18 do 30 godina, 9 (23%) od 31 do 40 godina, 10 (26%) od 41 do 50 godina, 9 (23%) od 51 do 60 godina, 8 (21%) od 61 i više godina. Najmlađi ispitanik je imao 21, a najstariji 63 godine. Prosječna starost ispitanika je bila 42 godine.

Dužina liječenja u prethodnom postupku, mjerena u mjesecima, uticala je i na dužinu liječenja u grupama naše studije.

Najkraće vrijeme prethodnog liječenja u izboru otvorene metode iznosilo je 6 mjeseci, a najduže 17 mjeseci, a u izboru zatvorene metode najkraće vrijeme prethodnog liječenja je bilo 6 mjeseci, a najduže 9 mjeseci.

Kod liječenih Sarmiento gipsom od ukupnih 43 ispitanika zatvorenom metodom je liječeno 26 (60,46%), a kod kombinacije Sarmiento gipsa i spoljnog fiksatora od ukupnih 27 ispitanika zatvorenom metodom je liječeno 14 (51,85%), dok je u preostalim slučajevima prethodnog kombinovanog liječenja od 10 ispitanika, kod svih 10 (100%) primijenjena otvorena metoda.

Primjenom Mann-Whitney-evog U testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -4.058$, $p = 0.000$) trajanje prethodnog liječenja (broj mjeseci) ispitanika operisanih primjenom otvorene metode ($N = 40$, $Md = 8.00$) i ispitanika operisanih primjenom zatvorene metode ($N = 40$, $Md = 7.00$).

Dužina prethodnog liječenja značajno je uticala na ukupnu dužinu liječenja u našoj studiji, $p = 0.000$ što se odrazilo na grupu A ispitivane studije.

Uticaj prethodnog liječenja na dužinu ukupnog liječenja iznio je Vukašinović Z. i saradnici [170] u multicentričnoj studiji od 16 ispitanika, "Inficirane pseudoartoze gojenjače – lečenje Ilizarovljevom metodom". Prethodno liječenje je kod 6 (37,5%) provedeno unutrašnjom fiksacijom pločom i zavrtnjima, a preostali drugim vidovima spoljnje fiksacije. Prosječno vrijeme proteklo od povređivanja do početka liječenja Ilizarovljevom metodom bilo je $46,40 \pm 58,77$ mjeseci.

Proces osteogeneze pratili smo i kretanjem vrijednosti alkalne fosfataze tokom liječenja. Nulta vrijednost je bila 2 dana preoperativno, a maksimalna vrijednost 30 dana postoperativno kod svih ispitanika studije.

Std.Dev. kod otvorene metode je 21.344, a kod zatvorene metode je 23.023.

Primjenom Wilcoxon-ovog testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($z = -7.788$, $p = 0.000$) vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u drugom navratu u odnosu na vrijednosti alkaline fosfataze mjerene u prvom navratu. Takođe je dobijena visoko statistički značajna razlika ($z = -7.771$, $p = 0.000$) vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u trećem navratu u odnosu na vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u prvom navratu, kao i pri mjerenu alkaline fosfataze u trećem navratu u odnosu na vrijednosti alkalne fosfataze mjerene u drugom navratu ($z = -7.771$, $p = 0.000$).

Porast vrijednosti alkalne fosfataze nije bio vezan za način operativnog liječenja, ali su vrijednosti bile veće kod obe metode tamo gdje je duže vremena rađena kompresija i dominirao premoštavajući periostalni kalus.

Farley J. i saradnici [142-144] u istraživanjima *in vitro* i Martin M. i saradnici [145-146] u istraživanjima *in vivo* ustanovili su da je aktivnost alkalne fosfataze proporcionalna veličini kalusa.

Muljačić A. [132] je u istraživanjima kod 41 ispitanika sa prelomom dugih kostiju ustanovio izraženo povećanje vrijednosti alkalne fosfataze četrnaestog dana od povrede i izuzetno povećanim volumenom kalusa po završetku liječenja.

Osovinska stabilnost postoperativno i tokom prvog mjeseca bila je veća kod zatvorene metode, a primjenom Fisher-ovog testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($p = 0.000$) osovinske stabilnosti u odnosu na metodu operacije.

Širina rasvjetljenja između koštanih fragmenata mjerena UZV i Rtg metodom pokazivala je razlike tokom prva 3 mjeseca.

U prvom postoperativnom određivanju pozicije koštanih fragmenata i stanja periosta, širine rasvjetljenja mjerene UZV (7 MHz) i Rtg metodom bile su iste, a u većem broju rasvjetljenja su bila kod zatvorene metode sa dominantnim rasvjetljenjem od 3 mm kod 39 (48,75%) ispitanika.

Širina rasvjetljenja tokom prve kontrole mjerena UZV (10 MHz) se smanjuje sa 3 na 1 mm kod 4 ispitanika otvorene metode i 3 ispitanika zatvorene metode uz pojavu nepravilnih hiperehogenih polja, što je dovelo do povećanja brzine ultrazvučnih talasa (10 MHz).

Širina rasvjetljenja mjerena radiološki je nepromijenjena u odnosu na postoperativni nalaz kod obe grupe ispitanika.

Nakon 30-og postoperativnog dana širina rasvjetljenja određivana UZV (12 MHz) i Rtg metodom, odgovara širini rasvjetljenja određivana UZV. UZV metodom se prikazuje hiperehogena zona periosta u kontinuitetu sa središnjim premoštenim dijelom i rasvjetljenjima ispod periosta od 1 i 2 mm, a Rtg metodom se pokazuje rasvjetljenje od 1 i 2 mm u centralnom dijelu, a zona periosta nije u kontinuitetu sa manjim nepravilnim sjenkama bez premoštavanja središnjeg dijela.

Tokom treće kontrole, 90-og postoperativnog dana UZV i Rtg snimci nisu pokazali rasvjetljenja u središnjem dijelu ni kod jednog ispitanika cijele studije.

Radiološki su prikazane pojedinačne zone rasvjetljenja kod 1 (1,25%) ispitanika otvorene metode i kod 26 (32,5%) ispitanika zatvorene metode, dok UZV prikazom nije verifikovano postojanje pojedinačnih zona rasvjetljenja ni kod jednog ispitanika cijele studije.

U prvih 30 dana UZV metoda je u obe grupe ispitanika bila sigurnija u odnosu na Rtg u prikazivanju osteogeneze koje se manifestovalo povećanjem brzine ultrazvučnih talasa (7, 10, 12 MHz) i verifikovanju hiperehogenih zona već u prvih 14 dana postoperativno, a radiološki nalaz je bio identičan postoperativnom sa istom širinom pukotine i bez znakova radioloških sjena.

Lee J.H. i saradnici [131] su u studiji od 12 ispitanika Usefulness of Ultrasonography in follow-up evaluation after Ilizarov Procedure: Comparison with Plain Radiography prikazali prednost ultrasonografije u praćenju evaulacije nakon postupka po Ilizarovu, a koja se ogleda u ranijoj verifikaciji privremenog kalusa već u II fazi (faza formiranja granulacionog tkiva). Nakon izduživanja kosti postupkom Ilizarova ultrazvučno se može pratiti formiranje nove kosti (novoformirana kost se prikazuje kao tačkasta ili linearna ehogena žarišta unutar anehogenog do hipoehogenog distrakcionog rastojanja) te se na vrijeme mogu otkriti komplikacije osteogeneze i obustaviti proces distrakcije.

Nalaz ultrazvuka su komparirali sa radiografskim. Koristili su UZV od 5 – 10 MHz linearu sondu. Od 12 ispitanika kod 10 (83,33%) procedura je obavljena na potkoljenici, a kod 2 (16,66%) procedura je bila na natkoljenici. Ultrazvučno se nova kost prikazala kao tačkasta ili linearna hiperehogena žarišta unutar anehogene distrakcione pukotine. Rezultati su upoređivani sa radiografskim. Novoformirana kost prvobitno otkrivena 18-29 dana (Median 23), a standardnom radiografijom 37-58 dana (Median 45) postoperativno. Ultrazvučno se nova kost verifikovala 3 nedelje ranije nego radiografski. Ultrazvučno su verifikovane 4 ciste koje nisu viđene radiološki i riješene su aspiracijom pod kontrolom ultrazvuka. Primjenom kolor doplera ustanovili su ugroženost periostalne cirkulacije kod 3 (5%) ispitanika na mjestu distrakcije i procedura je privremeno obustavljena.

Nakon 90 dana postoperativno Rtg metodom su pokazane *pojednačne zone rasvjetljenja* kod 1 (1,25%) ispitanika otvorene i kod 26 (32,5%) ispitanika zatvorene metode, dok *UZV prikazom nije verifikованo postojanje pojedinačnih zona rasvjetljenja ni kod jednog ispitanika cijele studije.*

U našoj studiji se pokazalo da UZV verifikacija procesa osteogeneze je sigurnija u odnosu na radiografiju u prvih 30 dana, a nakon 90 dana sigurniji je radiografski prikaz. Period između 30 i 90 dana ultrazvučna i radiološka mjerenja se poklapaju.

Broj dana bolničkog liječenai ima višestruki značaj, kako medicinski tako i socio – ekonomski.

Najmanji broj dana bolničkog liječenja je bio 2 kod 5 (6,25%) ispitanika zatvorene metode, a najveći broj dana bolničkog liječenja je bio 10 kod 2 (2,5%) ispitanika otvorene metode. Najveći broj ispitanika otvorene metode 26 (32,5%) liječen je 5 dana, a kod

zatvorene metode najveći broj 17 (21,25%) liječen je 4 dana, a isti broj 17 (21,25%) liječen je 3 dana.

Ukupan broj dana bolničkog liječenja znatno je veći kod ispitanika liječenih otvorenom metodom (214 dana), u odnosu na ukupan broj dana ispitanika liječenih zatvorenom metodom (134 dana).

Antibiotska terapija je provođena do vađenja drenova u najvećem broju slučajeva, a produžavana je dalje u zavisnosti od stanja rane i kože.

Ukupan broj dana antibiotske terapije znatno je veći kod ispitanika operisanih otvorenom metodom (124 dana), u odnosu na ukupan broj dana antibiotske terapije kod ispitanika liječenih zatvorenom metodom (66 dana).

Izbor profilakse nije uticao na ishod liječenja, (nije bilo tromboembolijskih komplikacija ni u jednom slučaju ispitivane studije), ali je značajno veći broj dana primjene protrombinske profilakse kod otvorene metode ukupno (124 dana) u odnosu na zatvorenu metodu ukupno (66 dana) i zbog manjeg broja dana hospitalizacije kod zatvorene metode.

U sedam slučajeva je primljena jedna doza krvi kod otvorene distrakciono-kompresione metode, a kod zatvorene metode nije bilo prijema krvi.

Zamrznuta svježa plazma (ZSP) ordinirana je u kombinaciji sa krvlju kao dopuna terapije i postojala je razlika u primjeni kod ispitanika u zavisnosti od primjene otvorene ili zatvorene operativne metode.

Na osnovu broja dana bolničkog liječenja 214 kod otvorene metode i 134 dana kod zatvorene metode, broja dana antibiotske terapije 124 kod otvorene metode i 66 dana kod zatvorene metode, broja dana protrombinske profilakse 124 kod otvorene metode i 66 dana kod zatvorene metode te prijema krvi i ZSP po 7 doza kod otvorene metode i 0 doza kod zatvorene doze, zatvorenna metoda ima veću ekonomsku i medicinsku prednost za vrijeme bolničkog liječenja u odnosu na otvorenu metodu.

Od distrakciono – kompresionih postupaka kod ispitanika urađena je otvorena monolokalna kompresiona osteosinteza kod 29 (36,25%) otvorene metode i zatvorena monolokalna kompresiona osteosinteza kod 26 (32,5%) ispitanika zatvorene metode, a kod 11 (13,75%) ispitanika otvorene metode naizmjenična distrakciono- kompresiona

osteosinteza. Kod 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode urađena je zatvorena monolokalna sinhrona distrakcionala osteosinteza.

Nakon 30 dana svi tipovi distrakcionalo – kompresionog postupka su prevedeni u princip monolokalne kompresione osteosinteze kod svih ispitanika studije.

U studiji Lalića I. i saradnika [171] praćeno je 39 ispitanika, a od distrakcionalo – kompresionih postupaka najčešće je korištena monolokalna zatvorena kompresiona osteosinteza kod 19 (49%) ispitanika, otvorena monolokalna kompresiona osteosinteza kod 6 (15%) ispitanika, zatvorena monolokalna naizmjenična distrakcionalo – kompresiona osteosinteza kod 8 (21%) i kod 6 (15%) ispitanika zatvorena monolokalna sinhrona distrakcionalo – kompresiona osteosinteza.

U studiji Vukašinovića Z. i saradnika [170] liječeno je 16 ispitanika, a od distrakcionalo – kompresionih postupaka kod 11 (68,75%) ispitanika rađena je bilokalna sinhrona kompresionalo – distrakcionala osteosinteza, kod 5 (31,25%) ispitanika rađena je bilokalna naizmjenična distrakcionalo – kompresionala osteosinteza.

Od postoperativnih i posttraumatskih komplikacija bilo je skraćenje potkoljenice, pucanje igala, krvarenje i infekcija oko igala te neurovaskularna oštećenja.

Mnogo je veći broj ispitanika sa skraćenjem noge 28 (35%) kod otvorene metode u odnosu na zatvorenu 9 (11,25 %).

Pucanje igala nije bilo uzrokovano načinom operativnog liječenja i u svim slučajevima se dešavalo kod kompresionog postupka, a kod distrakcionog nije bilo i vjerovatno je vezano za nedovoljnu zategnutost u fazi oslonca.

Krvarenje se dešavalo u fazi punog oslonca i zavisilo je da li je igla bila blizu krvnog suda-najčešće venskog ili nutritivnog zbog mikropokreta.

Infekcija na mjestu igala 7 (8,75%) kod otvorene i 14 (17,5%) zatvorene metode zavisila je od održavanja higijene noge i aparata (ispitanicima je u bolničkim uslovima objašnjeno kako se pere noge vodom i sapunom, a aparat se čisti alkoholom ili benzinom uz zaštitu platnenom navlakom).

Od neurovaskularnih komplikacija kod 2 (2,5%) ispitanika otvorene metode povrede su bile jatrogene, a ogledale su se u lakim, povremenim parestezijama i krvarenju na mjestu igala srednjeg obruča u fazi oslonca i izražene dorzifleksije stopala.

Tomić S. i saradnici [172] u studiji od 20 pacijenata sa defektima tibije koje su rješavali metodom Ilizarova imali su lokalnu infekciju kod 6 (30%) ispitanika.

U studiji Lalić I. i saradnika [169] od 38 ispitanika liječenih preloma potkoljenice zatvorenom metodom po Ilizarovu prolaznu infekciju oko igala aparata imali su u 5 (13,15%) slučajeva liječenu antibioticima na bazi brisa i antibiograma.

U našoj studiji komplikacije ne odstupaju od prikaza drugih autora.

Procjena koštanih rezultata – scoring sistem Asocijacije za istraživanje i primjenu metode po Ilizarovu (Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov – ASAMI) nije dala statistički značajne razlike u zavisnosti od izbora operativne tehnike.

U našoj studiji prema ASAMI – scoringu kod otvorene metode odličnih je bilo 13 (16,25%) ispitanika, a kod zatvorene 14 (17,5%) ispitanika. Dobrih je bilo 16 (20%) kod otvorene metode, a 19 (23,75%) kod zatvorene metode. Zadovoljavajućih je bilo najmanje kod obe metode i to kod otvorene metode 11(13,75%) ispitanika, a kod zatvorene metode kod 7 (8,75%) ispitanika.

I drugi autori su u svojim studijima radili procjenu koštanih rezultata na osnovu koštanih indeksa ili ASAMI – scoringa.

Mukesh N Shan je u studiji od 21 ispitanika cjevastih kostiju liječenih metodom Ilizarova koristio ASAMI – scoring za procjenu koštanih rezultata.

Odličan rezultat je imao kod 13 (61,9%) ispitanika, dobar kod 6 (28,57%) ispitanika, zadovoljavajući kod 1 (4,76%) i loš kod 1 (4,76%) ispitanika [173].

Mohamed Abdel – Aal Morsy [174] u studiji od 12 ispitanika unifikalnim transportom potkoljenice metodom Ilizarova koristio ASAMI – scoring koštane procene rezultata i ASAMI – scoring funkcionalne procjene rezultata.

Radiološku procjenu sanacije odličnim rezultatom je imalo 8 (66,66%) ispitanika, dobar rezultat je bio kod 3 (37,5%) ispitanika, zadovoljavajući kod 1 (8,33%) ispitanika. Loših rezultata nije bilo.

Funkcionalni rezultati su bili odlični 7 (58,33%), dobri 4 (33,33%), zadovoljavajući 1 (8,33%). Loših rezultata nije bilo.

U studiji od 33 ispitanika sa prelomom proksimalne tibije liječenih metodom Ilizaova u Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju KCV u Novom Sadu Lalić I. i saradnici [175] za procjenu koštanih rezultata koristili su ASAMI – scoring, a za procjenu funkcionalnih rezultata Karlström – Olerud scoring.

Procjena koštanih rezultata prema ASAMI – scoringu je bila: odličnih je bilo 17 (51,5%) ispitanika, dobrih 8 (24,25%), zadovoljavajućih 2 (6%) ispitanika, a loših je bilo 3 (9%) ispitanika.

Procjena funkcionalnih rezultata po Karlström – Olerud scoringu je bila: odličnih je bilo 19 (57,5%) ispitanika, dobrih 7 (21%) ispitanika, zadovoljavajućih 2 (6%) ispitanika, umjeren 2 (6%) ispitanika, loš 2 (6%) ispitanika.

Od posttraumatskih i postoperativnih komplikacija bilo je: infekcija oko igala aparata kod 6 (18%), ispitanika tranzitorna lezija peronealnog nerva kod 3 (9%) ispitanika, ekstirpacija meniskusa i slobodnih zglobovnih tijela kod 4 (12%) ispitanika i pseudoartroza kod 2 (6%) ispitanika.

Funkcionalne rezultate smo cijenili INDEKSOM rehabilitacije.

Indeksom je cijenjena cjelovitost kosti, postojanje ili izostanak deformiteta, skraćenje ekstremiteta i koliko u centimetrima, neurovaskularna oštećenja, kvalitet potporne funkcije, pokreti u susjednim zglobovima, očuvanost funkcije ekstremiteta, prisustvo i kvalitet bola i radna sposobnost pacijenta.

Uspostavljena struktura kosti je normalna kod svih 40 (50%) ispitanika otvorene metode i 33 (41,25%) ispitanika od ukupnog broja ispitanika studije.

Kod 3 (3,75%) ispitanika zatvorene studije uspostavljena je pregradnja kosti, kost nije završena (remodelacija kosti još traje), a kod 4 (5%) ispitanika zatvorene metode cjelovitost kosti je uspostavljena sa koštanom atrofijom (znaci Sudeka).

Varus deformitet potkoljenice do prihvatljivih 7° postavljan je intraoperativno i mnogo češće kod otvorene metode 31 (38,75%) u odnosu na 14 (17,5%) ispitanika

zatvorene metode zato što se sa tom pozicijom ulomaka stvaraju uslovi za bržu sanaciju pseudoartroze.

Skraćenje ekstremita ustanovljeno je kod 9 (11,25%) ispitanika od 14 (17,5%) ispitanika zatvorene metode.

Kod zatvorene metode nakon fizikalne terapije postignuti su pokreti u koljenu i skočnom zglobu u punom obimu kod 8 (10%) ispitanika, a kod otvorene kod 5 (6,25%) ispitanika.

U granici normale pokreti su bili kod 32 (40%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom, a kod 23 (28,75%) ispitanika operisanih otvorenom metodom.

Smanjenje pokreta za polovicu od normale, ali funkcionalno prihvatljivih bilo je kod 12 (15%) operisanih otvorenom metodom, a kod zatvorene metode 0 (0%) ispitanika i zbog toga je dobijena visoko statistički značajna razlika $p=0.001$ kod zatvorene metode.

Nenarušena funkcija ekstremita bila je kod 33 (41,25%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i kod 28 (35%) ispitanika operisanih otvorenom metodom.

U 7 (8,75%) slučajeva funkcija je bila postepeno narastajuća od pune kod zatvorene metode, a kod otvorene metode radilo se kod 2 (2,5%) ispitanika.

Narušena funkcija, ali moguća uz pomoć sredstava funkcije i potpore bila je kod 10 (12,5%) ispitanika operisanih otvorenom metodom, a kod 0 (0%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i zato je dobijena visoko statistički značajna razlika $p=0.001$.

Nakon završene fizikalne terapije, bolova nije bilo kod 31 (38,75%) ispitanika zatvorene metode i kod 13 (16,25%) ispitanika otvorene metode.

Lakih bolova, pri povećanoj funkciji bilo je kod 9 (18%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i 27 (33,75%) operisanih otvorenom metodom. Bolovi su bili znatno manji ili potpuno odsutni kod zatvorene metode.

Punu radnu sposobnost nakon završene fizikalne terapije imala su 33 (41,25%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i 27 (33,75%) ispitanika operisanih otvorenom metodom.

Privremenu nesposobnost imalo je 7 (8,75%) ispitanika operisanih zatvorenom metodom i 2 (2,5%) pacijenta operisana otvorenom metodom.

Djelimičnu nesposobnost imalo je 11 (13,75%) ispitanika operisanih otvorenom metodom, a kod zatvorene metode 0 (0%) ispitanika.

U multicentričnoj studiji od 16 ispitanika liječenja pseudoartroza potkoljenice Vukašinović Z. i saradnici [170] su poredili koštane i funkcionalne rezultate.

Odlični rezultati u pogledu zarastanja kosti utvrđeni su kod 8 (50%) ispitanika, dobar kod 3 (18,75%), zadovoljavajući kod 4 (25%), dok je loš rezultat bio kod 1 (6,25%).

Funkcionalni rezultati su bili slični anatomskim. Odlični rezultati kod 7 (43,75%), dobri kod 4 (25%), zadovoljavajući kod 4 (25%), a loš rezultat kod 1 (6,25%).

Komplikacije su ustanovljene kod 13 (81,25%) ispitanika. i to: problemi kod 5 (31,25%), smetnje kod 7 (43,75%), a prave komplikacije kod 1 (6,25%).

Komplikacije su bile raznovrsne: kontrakture susjednih zglobova i infekcije oko igala kod nekoliko bolesnika, a varusna devijacija potkoljenice, lezija peronealnog živca, tromboza dubokih vena i refraktura goljenjače kod po jednog bolesnika. Nije bilo nijednog slučaja vaskularne lezije, niti kompartment sindroma.

U našoj studiji postojala je razlika između procjene koštanih i funkcionalnih rezultata. Koštani rezultati cijenjeni ASAMI scoringom su bolji od funkcionalnih rezultata cijenjenih INDEKSOM rehabilitacije.

Značajno je da funkcionalni rezultati grupe zadovoljavajući – dobar primjenom χ^2 -testa uz korekciju prema Jetsu nisu pokazali statistički značajnu razliku ($\chi^2=1.104$, SS=1, $p=0.293$ između otvorene i zatvorene operativne metode.

Funkcionalni rezultati između grupa zadovoljavajući – dobar kod obe operativne metode nisu pokazali značajnu statističku razliku što je najveći broj pacijenata imao između 17 i 19 bodova indeksa rehabilitacije.

To je ujedno i objašnjenje zašto je procjena koštanih rezultata imala manji broj zadovoljavajućih rezultata 18(22,5%) u odnosu na dobre 36 (45%) i odlične 26 (32,5%), te zašto je procjena koštanih rezultata ASAMI- scoringom bila bolja u odnosu na funkcionalne rezultate cijenjene INDEKSOM – rehabilitacije.

Puna potporna funkcija, kod 22 (27,5%) ispitanika otvorene u odnosu na 19 (23,75%) ispitanika zatvorene metode, te izraženiji endostalni kalus, otvorene 37 (46,25%) u odnosu na zatvorenu metodu, 35 (43,75%) ispitanika, daje obješnjenje zašto su koštani rezultati ASAMI – scoringa bolji u odnosu na funkcionalne INDESA kod pacijenata operisanih otvorenom metodom, a kod zatvorene metode ujednačeniji.

Opisni dio ASAMI - scoringa koštane i funkcionalne procjene u svom radu prikazao je i Mohammad Shalid sa saradnicima [176] gdje su se koštani i funkcionalni rezultati značajno razlikovali sa mnogo boljom koštanom procjenom.

U radu je prikazano 12 ispitanika sa infekcijom potkoljenice liječeni metodom Ilizarova.

Koštanom procjenom odličnih je bilo 10 (83,33%) ispitanika, dobrih 2 (16,66%) ispitanika, a zadovoljavajućih i loših nije bilo.

Funkcionalnom procjenom odličnih je bilo 6 (50%) ispitanika, dobrih 4 (33,33%) ispitanika, zadovoljavajućih nije bilo, loš rezultat kod 2 (16,66%) ispitanika, a neuspjeha nije bilo.

Vraćanje normalnim životnim aktivnostima u danima kod zatvorene metode je bilo od 125 do 167 dana, a kod otvorene metode od 135 do 189 dana.

Period vraćanja normalnim životnim aktivnostima je kraći kod zatvorene metode i ona je i sa socio – ekonomskog i medicinskog aspekta opravdanija metoda.

Komparaciju otvorene i zatvorene metode spoljnje fiksacije u liječenju zatvorenih preloma dijafize tibije radio je Marić M. i saradnici [177] u Ortopedko-traumatološkom odjeljenju ZC u Ćupriji i Klinici za ortopediju i traumatologiju KC u Nišu.

Praćeno je 30 ispitanika. Kod polovine 15 (50%) primijenjena je zatvorena metoda spoljnje fiksacije, a kod druge polovine 15 (50%) otvorena metoda spoljnje fiksacije. Kod svih ispitanika u liječenju je primijenjen spoljni fiksator po Mitkoviću sa konvergentnom orientacijom klinova. Zarastanje je bilo kod 28 (95,7%) ispitanik. Vremenski interval u kojem je došlo do sanacije preloma je bio od 3,5 - 5,5 mjeseci. Kod 2 (6,6%) ispitanika, po jedan iz obe grupe, došlo je do formiranja aseptičke pseudoartroze.

U dostupnoj literaturi na internacionalnom nivou postoje radovi koji su prikazali rezultate otvorene ili zatvorene distrakciono-kompresione metode po Ilizarovu, ali bez uporednih analiza i prednosti jedne ili druge metode te naša studija i prikazani rezultati mogu dati doprinos daljem istraživanju i uspoređivanju i izboru metode liječenja (zatvorene ili otvorene) pseudoartroza potkoljenice.

Rezultati istraživanja su analizirani i predstavljeni korištenjem deskriptivne statistike i primjenom adekvatnih statističkih testova korištenjem analitičko-statističkog softverskog paketa SPSS (Originally: Statistical Package for the Social Sciences, later modified to read Statistical Product and Service Solutions), verzija 20 [178].

Nakon završenog liječenja, a na osnovu dobijenih rezultata istraživanja kod otvorene i zatvorene metode liječenja i statističke obrade podataka izvode se sljedeći zaključci:

7.0 ZAKLJUČCI

1. Bolničko liječenje kod otvorene distrakcione-kompresione metode je bilo duže(214) dana u odnosu na zatvorenu distrakcione-kompresionu metodu(134) dana.
2. Krv i krvni derivati ordinirani su kod ispitanika operisanih otvorenom distrakcione-kompresionom metodom.
3. Porast vrijednosti alkalne fosfataze nije bio vezan za način operativnog liječenja.
4. Osovinska stabilnost postoperativno i tokom prvog mjeseca bila je veća kod zatvorene metode.
5. Vrijeme potpune koštane sanacije i vraćanje normalnim životnim aktivnostima je bilo kraće kod zatvorene distrakcione – kompresione metode.
6. U našoj studiji se pokazalo da UZV verifikacija procesa osteogeneze je sigurnija u odnosu na radiografiju u prvi 30 dana, a nakon 90 dana sigurniji je radiografski prikaz. Period između 30 i 90 dana ultrazvučna i radiološka mjerena se poklapaju.
7. Punu radnu sposobnost bez ograničenja imalo je više ispitanika zatvorene metode33 (41,25%) u odnosu na otvorenu27 (33,75%).
8. Na osnovu dobijenih naučnih podataka determinisali su se faktori: vrijeme bolničkog liječenja, dužina antibiotske terapije i protrombinske profilakse, prijem krvi i ZSP, postoperativna osovinska stabilnost, vrijeme formiranja periostalnog kalusa, vrijeme nošenja aparata, vrijeme potpune koštane sanacije, vrijeme punog oslonca bez bola, procjena funkcionalnih rezultata, vraćanje normalnim životnim aktivnostima i puna radna sposobnost, kao opredjeljujući za izbor zatvorene distrakcione – kompresione metode kod liječenja pseudoartroza potkoljenice.
9. Porast vrijednosti alkalne fosfataze, početak rane rehabilitacije, procjena koštanih rezultata, determinišući su faktori koji nisu pokazali statistički značajnu razliku u izboru otvorene ili zatvorene distrakcione – kompresione metode.

10. Potvrđene su sve tri stavke radne hipoteze: u liječenju pseudoartoza potkoljenice zatvorena distrakciono – kompresiona metoda ima značajnu prednost u odnosu na otvorenu. Ultrazvučna dijagnostika ima prednost u odnosu na radiografsku za prikaz novostvorene kosti u prvih trideset dana. Bezbolan oslonac i zadržavanje osovinske stabilnosti nakon raspuštanja aparata postižu se ranije kod zatvorene distrakciono – kompresione metode.

8.0 LITERATURA

1. Muller M. E, Allgover M, Schneider R, et al. Manual of Internal Fixation, 3rd edition, Springer Verlag; 1991.
2. Mitković M. Manual of external skeletal fixation development and application of the Author's devices, Prosveta Niš; 1992.
3. Mitković M. M, Mitković M, Bumbaširević M, Mitković Marija. Uticaj konfiguracije klinova spoljnog fiksatora na ujednačenost ukupne poprečne stabilnosti fiksiranih preloma dugih kostiju, ACI 2010, Vol.57, Issue 4 p 109.
4. Grubor P. Spoljnja fiksacija u koštano-zglobnoj hirurgiji. JU Službeni glasnik Republike Srpske Banja Luka; 2013. p. 199-217.
5. Paul GW. The History of external fixation. New York: Clin Pod Med Sur; 2003; 20:1-8.
6. Green S. Histori of external fixation in Coombs R, Green S. Sarmiento a (eds) fixation and functional bracing. Orthotext London; 1989., p. 59-63.
7. Grubor P, Grubor M. Results of Application of External Fixation with Different Types of Fixators, Srp. Arh.Celok. Lec. 2012 May-Jun; 140 (5-6): 332-338.
8. Golubović I, Vukašinović Z, Stoiljković P, Golubović Z, Stoiljković D, Radovanović Z. Lečenje pseudoartroze potkolenice nakon strelnjog ranjavanja i spoljašnje skeletne fiksacije-prikaz bolesnika. Srp. Arh. Celok. Lec. 2012; 140 (7-8): 515-520. IF: 0.228(M23).
9. Golubović Z, Macukanović-Golubović L, Stoiljković P, Jovanović J, Micić I. External fixation combined with limited internal fixation in the treatment of pilon tibia fractures. Vojnosanit Pregl 2007; 64(5): 307-311.
10. Golubović Z, Vukašinović Z, Stanić V, Stojanović S, Stoiljković D, Golubović I. Spoljašnja skeletna fiksacija ramenog zgloba nakon strelnjog ranjavanja s potpunim uništenjem glave humerusa-prikaz slučaja. Srp. Arh. Celok. Lek. 2011; 139 (5-60): 370-375. IF:0.190 (M23).
11. Schmit A. H, Finkemeier C. G, Tometta P. Treatment of closed tibial fractures. Inst Course Lect. 2003; 52, str.602-22.
12. La Bianco G.J, Vito G.R, Rush S.M. External fixation. In Mc Glamry's comprehensive textbook of the foot and ankle surgery, Vol.1 3th edition, JB Lippincott, Philadelphia, 2001. Page 107-108.

13. Blagojević Z, Diklić I, Stevanović V. Treatment of tibial obliquae and spiral fractures Using Ender's pins. *ACI* 2006; 33 (1-2): 113-6.
14. Milenković S, Mitković M, Radenković M. Spoljašnja skeletna fiksacija u liječenju preloma potkoljenice, *Vojnosanit Pregl.* 2005; 62 (1): 11-15.
15. Ilizarov S, Rozbruch S.R. Limb lengthening and reconstruction surgery. New York: Informa Healthcare; 2007.
16. Tomić M.S. Pseudoartroze i defekti kostiju metod Ilizarova Beograd: Želnid 2001. p.5-46.
17. Gubin A, Borzunov D, Malkova T. et al. The Ilizarov paradigm: thirty years with Ilizarov method, current concerns and futurae research. *Int. Orthop.* 2013. 0341-2695.
18. Gessman J, Jettkant B, Konigshausen M. et al. Improved wire stiffness with modified connection bolts in Ilizarov external frames: a biomechanical study. *Acta Bioeng. Biomech.* 2002; 14:15-21.
19. Bor N, Rubin G, Rozen N. et al. Ilizarov method for gradual deformity correction. *Oper. Tech. Orthop.* 2011; (21): 1004-1112.
20. Morasiewicz P, Filipiak J, Koniet M. et al. The impact of the type of derotation mechanism on the stiffness of the Ilizarov fixator. *Acta Bioeng. Biomech.* 2012; (14): 67-73.
21. Domuzin M, Grubor P, Jakovljević A, Nuić J, Maran M. Treatment of tibial pseudoarthrosis by Ilizarov Method. Was presented at 9th EFORT Congress; 2008. May 29-june 1; Nice, France, Abstract Book. Zürich: text bild technik; 2008. 173 p.
22. Banović D. i sar. Traumatologija koštano-zglobnog sistema, Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva 1988. p.891-925.
23. Ilizarov G.A. 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.
24. Ilizarov G.A. The tension- stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Feb; (239): 263-85.
25. Ilizarov G.A, Lediaev V.I, Shitin V.P. The course of compact bone reparative regeneration in dstration osteosynthesis under different conditions of bone fragment fixation (experimental study). *Eksp Khir Anesteziol.* 1969 Nov-Dec; 14 (6): 3-12.

26. Ilizarov G.A, Shreiner A.A. New method of closed flexion osteoclasis (experimental study). *Orthop Travmatol Protez.* 1979 Jan; (1): 9-14.
27. Ilizarov G.A, Skas R.G, Barabash A.P. New possibilities of transosseous osteosynthesis in the conservative and rehabilitative treatment of severe injuries to the extremities (an experimental study). *Orthop Travmatol Protez.* 1980 Nov;(11):41-3.
28. Ilizarov G.A, Paevskii S.A, Degtarev V.E, Murashka V.I, Maer V.I. Use of platinum-coated Kirschner pins in transosseous osteosynthesis. *Orthop Travmatol Protez.* 1982 Jan; (1): 26-9.
29. Ilizarov G.A. The principles of the Ilizarov method *Buli Hosp Jt Dis.*; 56 (1): 1997; 49-53.
30. Rozbruch R, Ilizarov S. Limb lengthening and reconstruction surgery. Informa Healthcare USA. Inc. 2007. p. 44-52.
31. Ilizarov G.A. The Apparatus: components and biomechanical principles of application. In: Green S. (Ed) *Transosseus osteosynthesis. Theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue.* Berlin: Springer-Verlag 1992. p. 63-136.
32. Mahaluxmivala J, Nadarajah R, Allen R.A. Ilizarov external fixator: acute shortening and lengthening versus bone transport in the management of tibial non-unions. *Injury* 2005; 36 (5): 662-668.
33. Borzunov D. Long bone reconstruction using multilevel lengthening of bone defect fragments. *Int Orthop* 2012 Aug; 36 (8): 1695-1700.
34. Saridas A, Panagiotopoulos E, Tyllianaks M, Matzaroglou C, Vandaros N, Lambiris E. The use of the Ilizarov method as a salvage procedure in infected nonunion of the distal femur with bone loss. *Bone Joint Journal* 2006; 88 (2): 232-237.
35. Eren I, Eralp L, Kocaoglu M. Comparative clinical study on deformity correction accuracy of different external fixators. *Int Orthop.* 2013 Nov; 37 (11): 2247-2252.
36. Shevtsov V.I, Borzunov D.Y, Petrovskaya N.V. Long bone defect management by polyfocal distraction regeneration. *Trauma.* 2007; 8 (4): 382-386.
37. Calhoun J.H, Li F, Ledbetter B.R, Gill C.A. Biomechanics of the Ilizarov fixator for fracture fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1992 Jul;(280): 15-22.
38. Calhoun J.H, Li F, Bauford W.L, Lehman T, Ledbetter B.R, Lowery R. Rigidity of half-pins for the Ilizarov external fixator. *Bull Hosp Jt Dis.* 1992 Summer; 52 (1): 21-6.

39. 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.
40. Fleming B, Paley D, Kristiansen T, Pope M.A. Biomechanical analysis of the Ilizarov external fixator. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Apr; (241): 95-105.
41. Aronson J. Basic science and biological principles of distraction osteogenesis. In: Limb Lengthening and reconstruction Syrgery, edited by S. Rozbruch, and S. Ilizarov. New York: Informa healthcare, 2007, pp. 19-42.
42. Born N, Rubin G, Rozen N. Ilizarov method for gradual deformity correction. *Oper.Tech. Orthop.* 2011; 21: 1004-1112.
43. Catagani M.A, Guerreschi F, Lovesetti L. Distraction osteogenesis for bone repair in the 21 st century: lessons learned. *Injury* 2011; 42: 580-586.
44. Gessmann J, Jettkant B, Königshasen M. et al. Improved wire stiffness with modified connection bolts in Ilizarov external frames: a biomechanical study. *Acta Bioen. Biomech.* 2012; 14:15-21.
45. Kucukkaya M, Karakoyun O, Armagan R. et al. Corection of complex lower extremity deformities with the use of the Ilizarov-Taylor spatial frame. *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* 2009; 43: 1-6.
46. Solomin L. The basic Principles of External Fixation Using the Ilizarov device. Milan: Springer, 2008; pp. 12-22.
47. Weber B.G, Cech O. Pseudoarthrosis, Bern: Hans Huber; 1976.
48. Gajdoranski D, Živković N. Novi aspekti fiziologije zarastanja preloma. *Med Pregl* 2003; 56 (1-2): 39-42.
49. Arnes G.T, Steen H, Ludvigsen P, Waanders N.A, Huiskes R, Goldstein S.A. In vivo assessment of regenerate axial stiffness in distraction osteogenesis. *J Orthop Res.* 2005; 23: 494-8.
50. Gravis T.B, Magnissalis E.A. The use of twin-ring Ilizarov external fixator constructs: application and biomechanical proof-of principle with possible clinical indications. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 2011; 6:41.
51. Kucukkaya M, Karakoyun O, Armagan R. et al. Correction of complex lower extremity deformities with the use of the Ilizarov-Taylor spatial frame. *Acta orthop. Traumatol. Turc.* 2009; 43: 1-6.

52. Theis J.C, Simpson H, Kenwright J. Correction of complex lower limb deformities by the Ilizarov technique: and audit of complications. *J. Orthop. Surg.* (Hong Kong) 2000; 8:67-71.
53. Gessmann J, Citak M, Jettkant B, Schildhauer T.A, Seybold D. The influence og a weight-bearing platform on the mechanical behavior of two Ilizarov ring fixators: tensioned wires vs. Half-pins. *J Orthop Surg Res.* 2011; 6:61.
54. Donaldson F.E, Pankaj P, Simpson A.H. Investigation of factors affecting loosening of Ilizarov ring-wire external fixator systems at the bone-wire interface. *J Orthop Res.* 2012 May; 30 (5): 726-32.
55. El-Sayed M, Atef A. Management of simple (types A and B) closed tibial shaft fractures using percutaneous lag-screw fixation and Ilizarov external fixation in adults. *Int Orthop*; 2012 Oct; 36 (10): 2133-8.
56. Klap F. Precursors of the Ilizarov technique. *Injury*, 1993. 2 (suppl). p. 51.
57. Kürklü M, Yuttas Y, Köse O, Demiralp B, Yüksel H.Y, Kömürcü M. Adjunctive hyperbaric oxigen therapi in the treatment of atrophic tibial nonunion with Ilizarov external fixator: a radiographic and scintigraphic study in rabbits. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2012; 46 (2): 126-31.
58. Delimar D, Klobučar H, Jelić M, Čičak N, Koržinek K. Treatment of defect pseudoarthroses with bone segment transport. *Acta Chir Orthop Traumatol Cesh.* 2001; 68 (2): 109-11.
59. Ilizarov G. A. Clinical and theoretical aspects of compression and distraction osteosynthesis. In: Ilizarov G.A, editor. In: Theoretical and practical aspects of transosteous compression and distraction osteosynthesis. Kurgan: Kurgan Publishers; 1976.p.14-25.
60. Ilizarov G.A. The principles of the Ilizarov method. 1988. *Bull Hosp Jt dis.* 1997;56 (1): 49-53.
61. Littlewood R. The benefits and risks og the Ilizarov tecnique for limbreconstruction. Rallis Orthopedic hospital; 2010 [cited 2016 Mar 24]. available from: <http://www.ouh.nhs.uk/limbreconstruction/information/documents/Ilizarovtechniqueforlimbreconstruction.pdf>
62. Popova L.A, Khodesevich N.I. Ilizarov method in science and practice: it's economicand social significance. Transosseous compression distraction osteosynthesis in trauma and orthopaedics. Kurgan; 1984. p. 63-8.

63. Napiontek M. Rehabilitation principles following treatment with the Ilizarov method of the lower extremities. Chir Narzadow Ruchu Orthop Pol. 2000; 65 (3): 287-94.
64. Checketts R.G, Otterburn M, Mac Eachern A.G. Pin track infection; definition, incidence and prevention. Int J Orthop Trauma. 1993; 3: 16-8.
65. Paley D, Catagni M.A, Argnani F, Villa A, Benedetti G.B, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. Clin Orthop Relat Res. 1989 Apr; (241): 146-65.
66. Koršić M. Građa i funkcija koštanog sustava. Medicus 1993. 1:7.
67. Russell RGG. Bone cell biology: The role of cytokines and other mediators. U: Smith R., ur. Osteoporosis, London: Royal college of Physicians; 1990. Str 21.
68. Butterwort A, Goodship A.E, Preece A.W. A carbon chamber for vital microscopy of bone healing. Acta orthop Scand. 1985; 58: 545-8.
69. Holtrop M.E, King G.J. The ultrastructure of the osteoclast and its functional implications, Clin Orthop 1977; 123:1.
70. Junquera L.C, carneiro J, Kellev R.O. Osnove histologije, Zagreb: Školska knjiga. 1995.
71. Price P, Parthemore J, Deftos J. New Biochemical marker for bone metabolism. J Clin Invest 1980; 66: 878-83.
72. Frost H.M. Bone remodeling and its relationship to metabolic bone disease. Springfield, Illionis: CC Thomas; 1973.str. 37.
73. Erikson R.A, Albrektsson T, Magnusson B. Assessment of bone viability after heat trauma. Ahistological, histochemical and vital microscopic study in the rabbit. Scand J Plast Reconstr Surg 1984, 18: 261-8.
74. Hart M.B, Wu J.J, Chao E.Y, Kelly P.J. External skeletal fixation of canine tibial osteotomies. Compression compared with no compression. J Bone Joint Surg Am.1985 Apr; 67 (4): 598-605.
75. Brookes M.J, Revell J.W. Blood supply of bone. Scientific aspects. London: Springer; 2012.
76. De Marneffe R. Morphological and experimental research on vascularization of bone. Acta Chir Belg. 1951; 50 (8): 568-99.
77. Бачу ИС. Функциональная внутрикостная микроциркуляция. Кишинев; 1984. p. 168.

78. Cuthbertson E.M, Siris E, Gilfillan R.S. The femoral diaphyseal medullary venous system as a venous collateral channel in the dog. *J Bone Surg Am.* 1965 Jul; 47: 965-74.
79. Williams L.P, Warwick R, Dyson M, Bannister H.L. *Gray's anatomy.* 37th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1989.
80. Илизаров Г.А, Мархамов А.М. Кровоснабжение позвоночника и влияние на его форму, изменения трофики и нагрузки. Челябинск; 1981.
81. Nomina anatomica, 6th ed. Autorised by th 12th International Conngress of Anatomist in London, 1985. Edinburg: Churcill Livingstone; 1989.
82. Rhinelander F.W. Tibial blood supply in relation to fracture healing:*Clin Orthop Relat Res.* 1974 Nov-Dec; (105): 34-81.
83. Trueta J, Caladias A.X. A study of the blood supply of the long bones. *Surg Gynecol Obstet.* 1964 Mar; 118: 485-98.
84. Trueta J. Blood supply and the rate of healing. *Clin Orthop relat res.* 1974 Nov-Dec; (105): 11-26.
85. Naziri W, Cheadle W.G, Livingston D.H, Rodriguez J.L, Starko K.M, Polk H.C. Jr. The contribution of open extremity fractures to infection in multiply injured patients. *Injury.* 1994 Apr; 25(3): 181-3.
86. Mysorekar V.R. Diaphysial nutrient foramina in human long bones. *J. Anat.* 1967 Sep; 101 (Pt 4): 813-22.
87. Bošković M. *Anatomija čoveka.* Beograd: Medicinska knjiga; 1985.
88. Radojević S. *Anatomija.* Beograd: Naučna knjiga; 1982
89. Gajdoranski Đ, Živković D. Poremećaj zarastanja preloma. *Med Preg* 2003; 56 (3-4):146-51.
90. Anderson W.A.D. *Pathology* The C.V. Moasby Company. St Louis 1966.
91. Frost H.M. The biology of fracture healing an overview for cliniciens. Part I *Clin. Orthope.* 1989; 248-283-93.
92. Gajdoranski Đ, Živković D. Novi aspekti fiziologije zarastanja preloma. *Med Preg* 2003; 56 (1-2): 39-42.
93. Mc Kibbin B. The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg.* 1978; 60: 150-62.
94. Ruland R.T, Hogan C.J, Cannon D.L, Slade J.F. Use of dynamic distraction external fixation for unstable fracture-dislocations of the proximal interphalangeal joint. *J hand Surg Am.* 2008 Jan; 33 (1): 19-25.

95. Babhulkar S, Pandek K. Nonunion of the diaphysis of long bones. Clin Orthop relat Res. 2005; 431: 50-6.
96. Bumbaširević M, Tomić S, Lešić A, Milošević I, Atkinson H.D. War-related infected tibial nonunion with bone and soft-tissue lass treated with bone transport using the Ilizarov method. Arch Orthop Trauma surg 2010; 130 (6): 739-49.
97. Kocaoglu M, Eralp L, Rashid H, Sen C, Bilsel H. Reconstruction of segmental bone defects due to chronic osteomyelitis with use of an external fixator and an intramedullary nail. J Bone Joint Surg Am. 2006; 88: 2137-45.
98. Dendrinos G.K, Kontos L, Lyritis E. Use of the Ilizarov technique for treatment of nonunion of the tibia associated with infection. J Bone joint Surg Am. 1995; 77 (6): 835-46.
99. Richmond J, Colleran K, Borens O, Kloen P, Helfet D.L. Nonunions of the distal tibia treated by reamed intramedullary nailing. J Orthop Trauma 2004; 18 (9): 603-10.
100. Chin K.R, Nagarkatti D.G, Miranda M.A, Santoro V.M, Baumgaertner M.R, Jupiter J.B. Salvage of distal tibia metaphyseal nonunions with the 90 degree cannulated blade plate.Clin Orthop Relat Res. 2003; 409: 241-9.
101. Schenk R, Willenegger H. On the histological picture of so-collel primary healing of pressure osteosynthesis in experimental osteotomies in the dog. Experientia 1963; 15:593-5.
102. Einhorn T.A. The cell and molecular biology of fracture healing. Clin Orthop 1998; 355S:7-21.
103. Rohn B.A, Gallinaro P, Baltensperger A. Primary bone healing: an experimental study in the rabbit. J Bone Joint Surg 1971; 4: 783-6.
104. Perren S.M. Biomechanical basis of fracture treatment. Orthopade 1992; 21:3-10.
105. Tomić S, Bajin Z, Slavković N. Rekonstrukcija inficiranih ratnih defekata tibije-metod produženja jednog od fragmenata po Ilizarovu. Vojnosanitet. Pregl. 2005; 62 (12): 895-900.
106. Paley D, Maar D.C. Ilizarov bone transport treatment for tibial defectus. J Orthop Trauma 2000; 14 (2):76-85.
107. Cattaneo R, Catagni M, Johnson E.E. The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the method of Ilizarov. Clin orthop Relat Res. 1992; 280: 143-52.

108. Aronson J. Limb lengthening skeletal reconstruction and bone transport with the Ilizarov method. *J Bone Joint Surg Am.* 1977; 79: 1243-58.
109. Ilizarov G.A, Ledyasev V.I, Shitin V.P. Experimental studies of bone lengthening. *Eksp. Khirurgiia Anesteziol* 1969; 14 (6):3.
110. Ilizarov G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part I. The influence of stability of fixation and fixation and soft tissue preservation. *Clin Orthop* 1989; 238:249.
111. Ilizarov G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 1989; 239:263.
112. Aronson J. Biology of distraction osteogenesis. In: Bianchi-Maiocchi A, Aronson J.eds. *Operative Principles of Ilizarov*; Baltimore: Williams and Wilkins. 1991; 42-52.
113. Aronson J, Good B, Stewat C, Harp J. The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. *Clin Orthop* 1989; 241:106.
114. Aronson J, Good B, Steward C, Harrison B, Harp J. Preliminary studies of mineralisation during distraction osteogenesis. *Clin Orthop* 1990; 250:43.
115. Boyde A, Jones S.J. Back scattered electron imaging of skeletal tissues. *Metab Bone Dis* 1983; 5:145.
116. Bergman I, Loxley R. The determination of hydroxyproline in urine hydrolysates. *Clin Chim Acta* 1970; 27:347.
117. Vukašinović Z. i sar. *Opšta ortopedija*, Beograd: Intergraf M.M.d.o.o. 2002. p. 47-60.
118. Tshumaki N, Kakiuchi M, Sasaki J, Ochi T, Yoshikawa H. Low-intensity pulsed ultrasound accelerates maturation of callus in patients treated with opening-wedge high tibial osteotomy by hemicallotaxis. *J Bone Joint Surg Am.* 2004; 86: 2399-2405.
119. Hamdy R.C, Amako M, Beckam L. et al. Effects of osteogenetic protein-1 on distraction osteogenesis in rabbits, *Bone* 2003; 33:248-255.
120. Mizumoto Y, Moseley T, Drews M, Cooper V.N III, Reddi A.H. Acceleration during distraction osteogenesis with recombinant human bone morphogenetic protein-7. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85 (3): 124-130.
121. Greenwald J.A, Luchs J.S, Mehrara B.J. et al. Pumping the regenerate an evaluation of oscillating distraction osteogenesis in the rodent mandible. *Am Plast Surg* 2000; 44:516-521.

122. Eberson C.P, Hogan K.A, Moore D.C, Ehrlich M.G. Effect of low-intensity ultrasound on consolidation of the regenerate zone in a rat model of distraction osteogenesis. *J Pediatr Orthop* 2003; 23:46-51.
123. El-Mowafi H, Mohsen M. The effect of low-intensity pulsed ultrasound on callus maturation in tibial distraction osteogenesis. *Int Orthop* 2005; 29: 121-124.
124. Kaneko H, Arakawa T, Mano H. et al. Direct stimulation of osteoclastic bone resorption by bone morphogenetic protein (BMP)-2 and expression of BMP receptors in mature osteoclasts. *Bone* 2000; 27:479-486.
125. Aronson J. Modulation of distraction osteogenesis in the agend rat by fibroblast growth factor. *Clin Orthop* 2004; 425:264-283.
126. Li G, Ryaby J.T, Carney D.H, Wang H. Bone formation is enhanced by Thrombin-related peptide TP508 during distraction osteogenesis. *J Orthop Res*. 2005; 23:196-202.
127. Ilizarov G.A. Transosseous Osteosynthesis, Theoretical and Clinical Aspects of the regeneration and Growth og Tissue. Berlin: Springer-Verlag 1992.
128. Augustin G. Termičko oštećenje kosti tijekom bušenja dvostupnjevanim svrdlom i svrdlom s protočnim hlađenjem (doktorska disertacija) Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet; 2011.
129. Pajić D. Ultrazvučna dijagnostika razvojnog poremećaja kuka, Novi Sad: „Stylos“ d.o.o. Novi Sad 1999. p. 62-63.
130. Čičak N. Ultrazvuk sustava za kretanje, Zagreb: Medicinska naklada 2003. p. 115-117.
131. Lee J.H, Jee S.W, Lee H.W. Usefulness of ultrasonography in folow-up evaluation after Ilizarov procedure: comparison with plain radiography. Keimyng University, Taegu (Korea Republic of). Scool of Medicine 2008-06-01. Published online March 15, 2016. <https://doi.org/10.3348/jkrs.1998.38.6.1091>.
132. Muljačić A. Utjecaj vrijednosti koštanog izoenzima na prognozu tijeka i brzine koštanog cijeljenja (doktorska disertacija). Zagreb: Medicinski fakultet, 2006.
133. Silbermann M, Toister Z, Lewinson D. Glucocorticoid-induced changes in the activity of cartilage alkalne phosphataze. *Metab Bone Dis Rel Res* 1981;3:675.
134. Sarmiento A, Lotta L.L. Closed functional treatment of fractures. Berlin: Springer 1981.
135. Robinson R. The possible significance of glucosa phosphoric ester in ossification. *Biochem J* 1993; 17:286.

136. Fishman P. Perspectives an alkalne phosphataze isoenzimes. Am J Med 1974; 56:616-51.
137. Mueller M, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Manual or internal fixation 3rd edit Berlin: Springer-verlag 1991.
138. Baumgartl F, Kremer K, Cshreiber H.W. Spezielle Chirurgie fuer die Praxis. Vol.1. Stuttgart: G. Thieme-Verlag 1991.
139. Schauwecker F. Osteosynthese praxis. Stuttgart: G.Thieme-Verlag 1981.
140. Laurer H.L, Hagenbourger O, Quast S, Herrmann W. Sequential changes and pattern of bone-specific alkalne phosphatase after trauma. Eur J Trauma 2000; 26:33-38.
141. Bowles S.A, Nazeer K, Davis A.M, France M.W, Marsh D.A. Serum osteocalcin, total and bone-specific alkalne phosphatase following isolated tibial shaft fracture. Ann Clin Biochem 1996; 33:130-42.
142. Farley J, Hall S, Herring S. Skeletal alkalne phosphatase specific activity is an index of osteoblastic phenotype in subpopulations of human osteosarcoma cell line SaOS. Metabolism 1986; 40:664-71.
143. Farley J, Hall S, Herring S. Skeletal alkalne phosphatase as a bone formation indeks in vitro. Metabolism 1986; 35:563-71.
144. Cormier C. Markers of bone metabolism. Curr Opin Rheumatol 1995; 7:243-8.
145. Martin M, Van Hoof V, Couttenye M. Analytical and clinical evaluation of a method to quantify bone alkalne phosphatase, a marker of osteoblastic activity. Anticancer Res. 1997; 17:3167-70.
146. Rosalky S.B, Foo A.Y, Burlina A. Multicenter evaluation of ISO-ALP test kit for measurement of bone alkalne phosphatase activity in serum and plasma. Clin chem Acta. 1993; 39:648-52.
147. Muljačić A. Aktivnost alkalne fosfataze u bolesnika s prijelomom kostiju (magistarski rad). Zagreb: Medicinski fakultet, 1993.
148. Ilić S. Šta je alklna fosfataza i kada je povišena, laboratorijska analiza krvi. www stetoskop. info 2016.
149. Micić I. Biološki i mehanički aspekti pseudoartroz dugih kostiju i mogućnosti savremenog lečenja (doktorska disertacija). Niš: Univerzitet u Nišu, 2005.
150. Wright T.H. Observation on the reunion of fracture bone, with cases, illustrating the utility of pressure in the treatment of united fracture. Am J Med Sciences 1828; 2:270-86.

151. Heard J.S. Report of cases Un-united fracture, treated at the New York hospital. N Y J Med Surg 1839; 343-58.
152. Pierson A.I. Remarks on fractures. Read at the Annual meeting of the Massachusetts Medical Society, Boston, May 27, 1840.
153. Bick E.M. Source Book of Orthopaedics. 2 ed. Baltimore: Wiliams and Wilkins; 1948.
154. Ollier L. De la production artificielle des os an moyen de la transplantation de periose et des greffes osseuse. Comptes rendues des seances de la Societe de biologie et des ses filiales 1858; 5:145.
155. Macewan W. The growth of bone. Glasgow: J Maclehose; 1912.
156. Gajdobrański Đ. Uticaj različitih metoda unutrašnje fiksacije na karakteristike koštanog kalusa kod eksperimentalnih životinja (doktorska disertacija). Niš: Univerzitet u Nišu, 2004.
157. Mowlem A.R. Bone and cartilage transplants. Br J Surg 1941; 29:182.
158. Boyd H.B, Anderson L.D, Johnston D.S. Changing concepts in the treatment of nonunion. Clin Orthop Rel Res. 1965; 43:37-54.
159. Maats H, Lentz W, Graf R. Die Knochenbildungsfähigkeit konservierter spane. Zentalbl Chir 1952; 32 (8): 1376-82.
160. Ilizarov G.A, Lediaev V.I. Replacement of defects of long tubular bones by means of their fragments. Vestn Khir 1969; 102 (6):77-84.
161. Müller M.E, Perren S.M. Callus un primare knochenheilung. Monatsschr Unfallheilkd 1972; 75 (10): 442-54.
162. 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.
163. Mikulak S.A, Gold S.M, Zinat D.M. Small wireexternal fixation of high energy tibial plateau fractures. Clin Orthop Relat Res. 1998 Nov; (356): 230-8.
164. Kumar A, Whittle A.P. 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.
165. Watson J.T, Coufal C. Treatment of complex lateral plateau fractures usin Ilizarov techniques. Clin Orthop Relat Res. 1998Aug; (353):97-106.

166. Zecher S.B, Danzinger M.B, Segal D, Foster T, Whitelaw G.P, Coval D.J. 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.
167. Dendrinos G.K, 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.
168. Lovisetti G, Augus M.A, 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.
169. Lalić I. i sar. Prelomi pilon tibije tretirani aparatom po Ilizarovu. *Medicina danas*. Novi Sad 2012; 11 (7-9): 235-240.
170. Vukašinović Z. i sar. Inficirane pseudoartroze golenjače- lečenje Ilizarovljevom metodom: multicentrična studija. *Srp Arh Celok Lek*. 2012 Jan-Feb; 140 (1-2): 65-70.
171. Lalić I. i sar. Liječenje pseudoartroza potkolenice metodom Ilizarova – naša iskustva. *Medicina danas* Novi Sad 2011
172. Tomić S. et al. Rekonstrukcija inficiranih ratnih defekata tibije – metod produženja jednog od fragmenata po Ilizarovu. *Vojnosanit Pregl* 2005; 62 (12): 895-900.
173. Mukesh N. Shah. Treatment of Infected Non Union of Lower Limb Long Bones with Limb Reconstruction System (Lrs). *Medicl Science Volume: 6 Issue: 2 February 2016; ISSN-2249-555X*.
174. Mohamed Abdel-Aal Morsy. Unifocal bone transport in tibial Non-Union using Ilizarov fixator. *Al-Azhar Assuit Medical Journal*, Vol.12, No 2. April 2014.
175. Lalić I, Obradović M. Visokoenergetski prelomi proksimalne tibije lečeni metodom transosealne osteosinteze. *Medicina danas* Novi Sad 2013; 12 (1-3): 1-10.
176. Shahid M, Hussain A, Bridgeman P, bose D. Clinical Outcomes of the Ilizarov Method After an Infected Tibial Non Union. *Archives of Trauma Research*. 2013 August; 2(2): 71-5.
177. Marić M. i sar. Komparacija otvorene i zatvorene metode spoljne fiksacije u lečenju zatvorenih preloma dijafize tibije. *Acta Facultatis Medicae Naissensis* 2006; Vol.23, Br 4 Str. 191-196.
178. Preradović LJ, Đajić V. Analitičko – statističke tehnike u savremenim istraživanjima, Arhitektonsko – građevinski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka; 2011.

9.0 PRILOZI

Prilog 1. KOMPLET APARATA ILIZAROV

ORIGINAL INTERNAL FIXATOR		ARCH WITH HOLES		POST WITH THREADED HOLE (M6)		TWISTED PLATE	
RING							
Cat. № Internal Ø		Cat. № Internal R		Cat. № Holes		Cat. № Length	
10-1200 100 mm		10-1206 160 mm		10-1500 2		10-1900 46 mm	
10-1201 110 mm		10-1207 180 mm		10-1501 3		10-1901 67 mm	
10-1202 120 mm		10-1208 200 mm		10-1502 4		10-1902 88 mm	
10-1203 130 mm		10-1209 220 mm					
10-1204 140 mm		10-1210 240 mm					
10-1205 150 mm							
HALF-RING		ARCH		POST WITH THREADED END (M6)		CURVED PLATE	
Cat. № Internal Ø		Cat. № Internal R		Cat. № Holes		Cat. № Holes	
10-1300 100 mm		10-1306 160 mm		10-1400 2		10-2000 2	
10-1301 110 mm		10-1307 180 mm		10-1401 3		10-2001 3	
10-1302 120 mm		10-1308 200 mm		10-1402 4			
10-1303 130 mm		10-1309 220 mm					
10-1304 140 mm		10-1310 240 mm					
10-1305 150 mm							
5/8 RING		FEMORAL ARCHE		HINGE		BUSHING	
Cat. № Internal Ø		Cat. № Description		Cat. №		Cat. №	
10-1323 130 mm		20-5001 90° small		10-0800			
10-1325 150 mm		20-5002 120° small					
10-1326 160 mm		20-5003 90° large					
10-1327 180 mm		20-5004 120° large					
HALF-RING WITH CURVED EXTREMITIES		THREADED ROD (M6) WITH HOLE		THREADED ROD (M6) SLOTTED		THREADED SOCKET (M6)	
Cat. № Internal Ø		Cat. № Length		Cat. № Length		Cat. № Length	
10-1332 120 mm		10-2300 60 mm		10-0900 20 mm		10-0903 60 mm	
10-1333 130 mm		10-2301 80 mm		10-0901 40 mm			
10-1335 150 mm		10-2302 100 mm					
TELESCOPIC ROD		THREADED ROD (M6)		CONNECTION PLATE WITH THREADED END		SQUARE NUT (M6)	
Cat. № Length		Cat. № Length		Cat. №		Cat. №	
10-0100 150 mm		10-2400 60 mm		10-4100		Description	
10-0101 200 mm		10-2401 80 mm		10-4101		15 mm	
10-0102 250 mm		10-2402 100 mm					
SHOT CONNECTION PLATE		LONG CONNECTION PLATE		SLOTTED WASHER		WASHER	
Cat. № Length		Cat. № Length		Cat. № Diameter		Cat. № Thickness	
10-1810 38 mm		10-2403 40 mm		10-2600		10-2700 1.5 MM	
10-1800 49 mm		10-2404 50 mm		Diameter 14 mm			
10-1801 60 mm							
10-1802 71 mm							
10-1803 82 mm							
10-1804 93 mm							
10-1805 104 mm							
10-1806 115 mm							
10-1807 126 mm							
BOLT (M6) STAINLESS STEEL		NUT (M6) STAINLESS STEEL		CAT. NO.		CAT. NO.	
				10-3400		10-3403	
Cat. № Length		Cat. № Length		10-3401		30 mm	
10-3401 16 mm							
Cat. № Description		Cat. № Description		Cat. № Description		Cat. № Description	
10-3300 10 mm							

WIRE FIXATION BOLT (M6)



Cat. №	Description
10-7100	Cannulated
10-7101	Cannulated with threaded head
10-7102	Slotted
10-0700	Slotted hex head

WIRE WITHOUT STOPPER



Cat. №	Diameter	Length
10-2102	1,8 mm	370 mm
10-2103	1,5 mm	250 mm
10-2104	1,5 mm	170 mm
10-2105	1,5 mm	150 mm

WIRE WITH STOPPER



Cat. №	Diameter	Length
10-2100	1,8 mm	400 mm
10-2101	1,5 mm	250 mm

PIN CLAMP



Cat. №	Holes	Cat. №	Holes
10-5600	1	10-5603	4
10-5601	2	10-5604	5
10-5602	3		

PIN - FIXATION BOLT AND NUT



Cat. №	Description
20-1100	Single (not shown)

PIN - FIXATION BOLT AND NUT



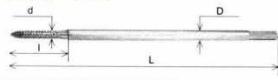
Cat. №	Description
20-1200	Multiple pin

HALF-PIN (M6) FOR PELVIS



Cat. №	Diameter	Length
12-4200	5 mm	120 mm
12-4201	5 mm	150 mm

HALF-PIN



HALF-PIN CONICAL



HALF-PIN



HALF-PIN



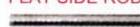
MINI - APPARATUS FOR SHORT TUBULAR BONES



FIXATION UNIT

Cat. № 11-0100

FLAT SIDE ROD



Cat. № 11-0400

Length 50 mm

Cat. № 11-0401

Length 80 mm

Cat. № 11-0402

Length 100 mm

ARCH



Cat. № 11-1000 Internal Diameter 35 mm

Cat. № 11-1001 Internal Diameter 45 mm

"U" - PLATE



Cat. № 11-1101 Length 109 mm Height 53 mm

Cat. № 11-1103 Length 129 mm Height 65 mm

CONNECTION PLATE



Cat. № 11-1801 Length 30 mm Holes 3

Cat. № 11-1802 Length 40 mm Holes 4

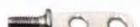
Cat. № 11-1803 Length 50 mm Holes 5

Cat. № 11-1808 Length 110 mm Holes 11

Cat. № 11-1810 Length 130 mm Holes 13

Cat. № 11-1811 Length 140 mm Holes 14

POST WITH THREADED END (M4)



Cat. № 11-1400 Length 23 mm

Cat. № 11-1401 Length 33 mm

Cat. № 11-1402 Length 43 mm

POST WITH THREADED HOLE (M4)



Cat. № 11-1500 Length 13 mm Cat. № 11-1502 Length 33 mm

POST (M3)



Cat. № 11-1700 Length 13 mm

THREADED ROD (M4)

Cat. №	Length	Cat. №	Length
11-2300	40 mm	11-2303	100 mm
11-2301	60 mm	11-2304	150 mm
11-2302	80 mm		

THREADED ROD - SLOTTED (M4)

Cat. №	Length	Cat. №	Length
11-2402	40 mm	11-2403	50 mm

WIRE



Cat. №	Length	Diameter	Stoppe
11-2100	250 mm	1,5 mm	+
11-2101	150 mm	1,5 mm	-
11-2102	150 mm	1,0 mm	-
11-2103	150 mm	1,5 mm	+

BUSHING (M4)



Cat. №	Diameter
11-0800	12 mm
11-0801	9 mm

WASHER



Cat. №	Diameter
11-2700	9 mm
11-2701	7 mm
11-2600	9 mm

WIRE FIXATION BOLT SLOTTED (M4)



Cat. №	Length
11-0700	14 mm

BOLT (M4)



Cat. №	Length
11-0600	14 mm.

NUT (M4)



Cat. №	Description
11-3100	M4 S = 7 mm.

WRENCH



Cat. №	Description
11-2900	S=10 mm; 7 mm; 5,5 mm

SCREWDRIVER



Cat. №
11-3001

EXPERIMENTAL PLANT RUSSIAN ILIZAROV SCIENTIFIC CENTRE FOR «RESTORATIVE TRAUMATOLOGY AND ORTHOPAEDIC

SYSTEM FOR EXTERNAL TRANSPEDICULAR FIXATION OF THE SPINE

FIXATION JUNCTION



Cat. №
13-0100

SUPPORT PLATE



Cat. № Length
13-0300 165 mm.

MICROSCHWELLER



Cat. № Length
13-0400 250 mm.
13-0401 300 mm.

HALF-PIN (M6) FOR SPINE



Cat. № Diameter
13-0200 4,0 mm.
13-0201 4,5 mm.
13-0202 5,0 mm.
13-0203 5,5 mm.

TREADED ROD (M6)



Cat. № Length
13-0700 40 mm.
13-0701 50 mm.
10-2300 60 mm.
13-0703 70 mm.
10-2301 80 mm.
13-0705 90 mm.
10-2302 100 mm.
10-2303 120 mm.

HALF PIN FIXATION BOLT (M6)



Cat. № Length
13-0600 21 mm.

POST WITH TREADED END (M6)



Cat. № Description
13-0500 L=45 mm.

WASHERS SPHERICAL AND CONICAL



Cat. № Description
13-1200 Spherical
13-1300 Conical

SPECIAL WRENCH



Cat. № Description
13-1100 For half-pins

INSTRUMENTS
SURGICAL CHISEL



Cat. № Description
40-0101 5-7 mm
40-0102 10 mm
40-0103 15 mm
40-0104 20 mm

SURGICAL CHISEL WITH TIPS



Cat. № Description
40-0112 10 mm
40-0113 15 mm
40-0114 20 mm

The tips on the cutting edge provide the following:
- the chisel stability on bone;
- free introduction into bone even in case of sclerotic bone tissue;
- reduction of little fragmentations in number during bone cutting;
- purposeful dissection of bone cortical fragments, cystic formations

SURGICAL CHISEL GOUGE



Cat. № Description
40-0201 10 mm gouge
40-0202 15 mm gouge
40-0203 20 mm gouge
40-0204 40 mm gouge

SURGICAL HAMMER



Cat. № Massa
30-0101 140 g.
30-0102 350 g.
30-0103 500 g.
30-0104 700 g.

ANGLE GAUGE



Cat. № Description
30-0200 200 mm
30-0201 250 mm
30-0202 300 mm

CUTTER



Cat. №
40-0400

WIRE TENSIONER



Cat. №
31-0000

GRADUATED WIRE TENSIONER



Cat. №
32-0000

GRADUATED WIRE TENSIONER



Cat. №
32-0100

HEX WRENCH ANGULATE



Cat. № Description
10-3000 10 mm

WRENCH COMBINATION



Cat. № Description
10-3001 10 mm

WRENCH



Cat. № Description
10-2900 10 mm

WRENCH SPECIAL



Cat. № Description
10-4400 For half-pins

NEW

SHEBUPO NUT



Cat. №
10-4000

Description

- Decrease the distraction rate up to 0,125 mm (1/8 nut revolution)
- Raise accuracy and convenience of a required mode distraction performance
- Expand a range of possible distraction modes
- Exclude a random error in a nut direction rotations at distraction realization

TELESCOPIC ROD WITH END HOLE



Cat. № Length
10-3900 100 mm
10-3901 150 mm
10-3902 200 mm
10-3903 250 mm
10-3904 300 mm

«Z» - ROD



Cat. № Description
10-3950 for osteosynthesis femoral and humerus

DISTRACTION GROUP



Cat. № Description
10-3700 right
10-3800 left
for osteosynthesis femoral and humerus

SET OF PARTS OF ILIZAROV'S APPARATUSES

- 1.Big adults set.
- 2.Small pediatric set.
- 3.Tibial set.
- 4.Femoral set.
- 5.Humerus and forearm set.
- 6.Set of mini-apparatus for short tubular bones.
- 7.Set for external transpedicular fixation of the spine.
- 8.Pelvis set.
- 9.Animals set.

AUXILIARY PRODUCTS

BELLER SPLINTER
BARDENHEUER STAND-«CRANE»
BALCAN FRAME
SET OF LOADS

* Picture not to scale.

Prilog 2. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

2 DANA PREOPERATIVNO.....ALKALNA FOSFATAZAU/L

OPERACIJA:OTVORENA METODA.....ZATVORENA METODA

TIPOVI RESEKCIJE GOLJENIČNE KOSTI:

RESEKCIJA PSEUDOARTROZE.....(....)

RESEKCIJA TIP DOCKING.....(....)

ANGULARNA RESEKCIJA.....(....)

LONGITUDINALNA KORTIKOTOMIJA.....(....)

TIPOVI RESEKCIJE LISNE KOSTI:

RESEKCIJA FIBULE OD 1,5 CM.....(....)

RESEKCIJA FIBULE OD 1-6 CM.....(....)

KORTIKOTOMIJA FIBULE.....(....)

2 DANA POSTOPERATIVNO.....ALKALNA FOSFATAZA.....U/L

2 DANA POSTOPERATIVNO:...OSOVINSKA STABINOST..OČUVANA..DA...NE.

(Ostaje kontakt koštanih fragmenata kod popuštanja aparata).

**UZV NALAZ: 7MHz.-HIPEREHOGENA ZONA PERIOSTA SA SREDIŠNJIM
DIJELOM -PREKINUTA.....NEPREKINUTA I OKOLNOM ANEHOGENOM TRO-
UGLASTOM ZONOM, BAZOM OKRENUTOM PREMA POVRŠINI U DUŽINI OD
OKO.....(....) cm.**

**RTG NALAZ: DOBAR KONTAKT KOŠTANIH FRAGMENATA UZ RASVJETLJENJE
ŠIRINE.....(....)mm I NEOŠTRIM RUBOVIMA PROKSIMALNOG I DISTALNOG DIJELA.**

**TAČ OSLONAC NA NOGU: KAD DINAMOMETAR REGISTRUJE POMJERANJE
ULOMAKA -BOLAN.....BEZBOLAN**

BROJ DANA HOSPITALIZACIJE.....(....)

BROJ DANA ANTIBIOTSKE TERAPIJE.....CEFAZOLIN 4X1G.....(....)

BROJ DANA PROTROMBINSKE PROFILAKSE:

CLIVARIN 0,6 S.C. 1X1.....(....)
CLEXANE 0.4 S.C.1X1.....(....)
FRAGMIN 5000 S.C 1X1.....(....)

KOLIČINA PRIMLJENE KRVI I ZSP.....(....)(...)

POČETAK REHABILITACIJE.....RANA REHABILITACIJA....(...)
DANA POSTOPERATIVNO

AMBULANTNO PRAĆENJE:

1. KONTROLNI PREGLED.....**14 DAN POSTOPERATIVNO**....DA....NE

TIP DISTRAKCIIONO – KOMPRESIONOG POSTUPKA:

OTVORENA MONOLOKALNA KOMPRESINA OSTEOSINTEZA.....(....)
OTVORENA NAIZMJENIČNA DISTRAKCIIONO-KOMPRESIONA
OSTEOSINTEZA.....(....)
OTVORENA BILOKLALNA SINHRONA DISTRAKCIIONO-KOMPRESIONA
OSTEOSINTEZA.....(....)

ZATVORENA MONOLOKALNA KOMPRESIONA OSTEOSINTEZA.....(....)
ZATVORENA MONOLOKLNA SINHRONA KOMPRESIONO-DISTRAKCIONA
OSTEOSINTEZA.....(....)

PROJ DANA PROTROMBINSKE PROFILAKESE:

ANDOL 100 1X1.....(....)
XARELTO 1X1.....(....)

UZV NALAZ: 10MHz-..HIPEREHOGENA ZONA PERIOSTA SA SREDIŠNJIM DIJELOM PREMOŠTENA, NEPREMOŠTENA I OKOLNOM ANEHOGENOM TROUGLASTOM ZONOM, BAZOM OKRENUTOM PREMA POVRŠINI U DUŽINI OKO....cm. UNUTAR ANEHOGENOG DIJELA NALAZE SE NEPRAVILNA POLJA HIPEREHOGENOSTI.,DA.....NE

OSOVINSKA STABILNOST.....OČUVANADA.....NE

RTG NALAZ: DOBAR KONTAKT KOŠTANIH FRAGMENATA.....DA.....NE UZ RASVJETLJENJE.....DA.....NE ŠIRINE....mm. I NEOŠTRIM RUBOVIMA PROKSIMALNOG I DISTALNOG DIJELA.

TAČ OSLONAC NA NOGU: KAD DINAMOMETAR REGISTRUJE POMJERANJE ULOMAKA.....**BOLAN.....BEZBOLAN**

NASTAVAK REHABILITACIJE: HOD SA ŠTAKAMA UZ OSLONAC DO GRANICE NELAGODNOSTI, VJEŽBE STOPALA I KVADRICEPSA, KUPKE U SAPUNICI. ODRŽAVANJE HIGIJENE APARATA BENZINOM ILI ALKOHOLOM, LIOTON 1000 GEL ZA MASAŽU.....**DA.....NE**

2.KONTROLNI PREGLED.....30 DANA POSTOPERATIVNO.....DA.....NE

ALKALNA FOSFATAZA.....(..)U/L

OSOVINSKA STABILNOST.....OČUVANA..... DA.....NE
(Ostaje kontakt koštanih fragmenata kod popuštanja aparata).

UZV NALAZ: 12MHz.....HIPEREHOGENA ZONA PERIOSTA.....U KONTINUITETU.....DA.....NE SMANJENJE ANEHOGENOGLA TROUGLA SA BAZOM U DUŽINI OD OKO.....(..)cm I NEPRAVILNIM **HIPEREHOGENIM** POLJIMA UNUTAR NJEGA.....**DA.....NE**

RTG NALAZ: DOBAR ODNOS KOŠTANIH FRAGMENATA UZ RASVJETLJENJE.....DA.....NE U ŠIRINI OD....(..) mm.U CENTRALNOM DIJELU I MANJE SJENKE U PERIOSTALNOM DIJELU.....**DA.....NE**

OSLONAC NA VAGU SA OPTEREĆENJEM OD 20 KG:KAD DINAMOMETAR REGISTRUJE POMJERANJE ULOMAKA.....BOLAN.....BEZBOLAN****

REHABILITACIJA: HOD SA ŠTAKAMA UZ POVEĆANJE OSLONCA DO GRANICE BOLA.....**DA.....NE**

3.KONTROLNI PREGLED.....90 DANA POSTOPERATIVNO.....DA.....NE

POPUŠTANJE APARATA.....DA.....NE

OSOVINSKA STABILNOST.....OČUVANA.....DA.....NE

UZV NALAZ: 12MHz....HIPEREHOGENA ZONA CIJELOM DUŽINOM PERI-OSTA UZ RASTUĆU EHOGENOST TROUGLASTOG DIJELA.....DA.....NE

RTG NALAZ: NEMA RASVJETLJENJA U SREDIŠNJEM DIJELU UZ PROGRESIJU KALUSA U PERIOSTALNOM DIJELU.....DA.....NE

OSLONAC NA VAGU SA OPTEREĆENJEM OD 40 KG: KAD DINAMOMETAR NE REGISTRUJE POMJERANJE ULOMAKA-BEZBOLAN.....DA.....NE

REHABILITACIJA: HOD SA PUNIM OSLONCEM.....DA.....NE

4.(5).KONTROLNI PREGLED.....(....) DANA POSTOPERATIVNO

SKINUT APARAT.....DA.....NE

KLINIČKI ZNACI ZARASTANJA PRELOMA...ODSUSTVO BOLA U ZONI PRELOMA PRI MAKSIMALNOM OPTEREĆENJU, POTPUNO ISČEZAVANJE OTOKA, IZOSTANAK PATOLOŠKE POKRETLJIVOSTI NA MJESTU PRELOMA....DA.....NE

**RTG NALAZ:SANACIJA PSEUOARTROZE PREDSTAVLJENA PREMOŠTAVAJUĆIM KALUSOMNA MJESTU PSEUDOARTROZE.....DA.....NE
VRIJEME POTPUNE KOŠTANE SANACIJE.....(....) DANA**

PROCJENA REZULTATA

POSTOPERATIVNE I POSTTRAUMATSKE KOMPLIKACIJE

SKRAĆENJA POTKOLJENICE –.....NEMA.....IMA

PUCANJA IGALA -.....NEMA.....IMA

KRVARENJE OKO IGALA –NEMA.....IMA

INFEKCIJA OKO IGALA –NEMA.....IMA

NEUROVASKULARNA OŠTEĆENJA –.....NEMA.....IMA

ASAMI scoring.....REZULTAT(.....) - KOŠTANA SANACIJA (.....), BEZ INFEKCIJE (....) DEFORMITET (....°), NEMA...IMA(cm) RAZLIKE U DUŽINI EKSTREMITETA IMA (....) cm....NEMA

FIZIKALNA REHABILITACIJA U TRAJANJU.....21 DAN.....DA.....NE

**INDEKS REHABILITACIJE.....OCJENA.(....).... BROJ BODOVA.....(....)
USPOSTAVLJENA STRUKTURA NORMALNA...DA...NE, DEFORMACIJA ODSUSTVUJE....DA....NE, SKRAĆENJE EKSTREMITETA ODSUSTVUJE.....DA....NE, NEUROVASKULARNA OŠTEĆENJA ODSUSTVUJU.....DA....NE, POTPORNA FUNKCIJA PUNA....DA....NE, POKRETI U PUNOM OBIMU....DA....NE, FUNKCIJA NE NARUŠENA....DA....NE, BOLOVI....DA....NE, RADNA SPOSOBNOST PUNA....DA....NE**

VRAĆANJE NORMALNIM ŽIVOTNIM AKTIVNOSTIMA.....DANA.....(....)

BIOGRAFIJA AUTORA

Marinko Domuzin je rođen 01.02.1963. godine u Glamoču, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Medicinski fakultet je završio 1990. godine u Banjaluci,a specijalizaciju iz ortopedije u Beogradu 1999. Tokom specijalizacije je završio i Jugoslovensku školu ultrazvuka u IOHB Banjica Beograd 1999. godine. Postdiplomski studij na Medicinskom fakultetu u Banjaluci 2008. godine,a magistarski rad pod naslovom „Učestalost, dijagnostika i liječenje razvojnog poremećaja kuka u Klinici za ortopediju i traumatologiju u petogodišnjem periodu“ odbranio je 24.02.2012. godine. Zaposlen je u Klinici za ortopediju i traumatologiju KC Banjaluka.

Nakon završetka specijalizacije bio je na edukacijama u više evropskih centara, a sa radovima učestvovao na nacionalnim kongresima susjednih zemalja.

Tokom 2004. godine završio školu ultrazvuka pod mentorstvom Prof. dr R. Grafa i stekao internacionalni sertifikat ultrazvučne dijagnostike (Certificate Algemeines und Orthopädisches Landeskrankenhaus Stolzalpe).

Tokom 2007. godine boravio u Parizu u Clinique des Lilas zbog edukacije minimalno invazivne hirurgije kuka, a naredne godine učestvovao na EFORT Congress-u Nici.

U toku 2009. godine bio na edukaciji u Ruskom naučnom centru Ilizarov u Kurganu i dobio Certificate Ilizarov Scientific for „Restorative Traumatologi and Orthopedics“.

Krajem 2010. godine pohađao je međunarodni tečaj AO traume u Beogradu, a naredne godine tečaj artroskopije koljena u Banjaluci.

Učestvovao je u pisanju više stručnih i naučnih radova i bio aktivni učesnik na više naučnih skupova te nacionalnih kongresa ortopeda Srbije, Makedonije i Hrvatske sa radovima na Prvom i Trećem kongresu doktora medicine RS.

Govori ruski i služi se engleskim jezikom. Oženjen je i ima dvije kćerke.

Izjava 1

IZJAVA O AUTORSTVU

Izjavljujem

da je doktorska disertacija

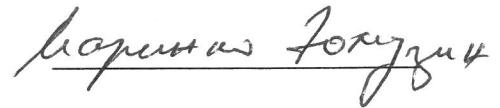
Liječenje pseudoartroza potkoljenice otvorenom ili zatvorenom kompresiono-distrakcionom metodom po Ilizarovu

Treatment of Pseudoarthrosis of the Lower Leg with the Use of Open and Closed Compression-Distraction Method by Ilizarov

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da doktorska disertacija, u cjelini ili u dijelovima, nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Banjoj Luci, _____

Potpis doktoranda



Izjava 2

Izjava kojom se ovlašćuje Univerzitet u Banjoj Luci

da doktorsku disertaciju učini javno dostupnom

Ovlašćujem Univerzitet u Banjoj Luci da moju doktorsku disertaciju pod naslovom

**LIJEČENJE PSEUDOARTROZA POTKOLJENICE OTVORENOM ILI
ZATVORENOM KOMPRESIONO- DISTRAKCIONOM METODOM PO ILIZAROVU**
koja je moje autorsko djelo, učini javno dostupnom.

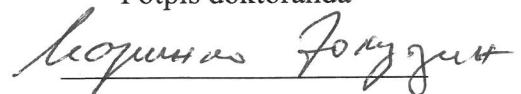
Doktorsku disertaciju sa svim prilozima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u **d i g i t a l n i r e p o z i t o r i j u m** Univerziteta u Banjoj Luci mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (*Creative Commons*) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. *Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima*
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

U Banjoj Luci, 2017.

Potpis doktoranda



Izjava 3

Izjava o identičnosti štampane i elektronske verzije

doktorske disertacije

Ime i prezime autora... **Marinko Domuzin**

Naslov rada.....**Liječenje pseudoartroza potkoljenice otvorenom ili zatvorenom kompresiono-distrakcionom metodom po Ilizarovu**

Mentor.....**Prof. dr Predrag Grubor**

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije identična elektronskoj verziji koju sam predao za digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci.

U Banjoj Luci, _____

Potpis doktoranda

