

UNIVERZITET U BEOGRADU

MEDICINSKI FAKULTET

Darko M. Milovanović

UTICAJ FIBRINA BOGATOG TROMBOCITIMA NA
REGENERACIJU DEFEKTA PATELARNOG LIGAMENTA I
FUNKCIONALNI OPORAVAK PACIJENATA POSLE
REKONSTRUKCIJE PREDNJEG UKRŠTENOG
LIGAMENTA KOLENA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Beograd, 2024.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF MEDICINE

Darko M. Milovanovic

THE INFLUENCE OF PLATELET-RICH FIBRIN ON THE
REGENERATION OF PATELAR LIGAMENT DEFECT AND
THE FUNCTIONAL RECOVERY OF PATIENTS AFTER
RECONSTRUCTION OF ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT OF THE KNEE

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024.

MENTOR:

Prof. dr Marko Kadija, specijalista ortopedske hirurgije i traumatologije, Univerzitet u Beogradu,
Medicinski fakultet

ČLANOVI KOMISIJE:

Prof. dr Aleksandar Lešić, specijalista ortopedske hirurgije i traumatologije, Univerzitet u
Beogradu, Medicinski fakultet

Doc. dr Slađana Matić, specijalista ortopedske hirurgije i traumatologije, Univerzitet u Beogradu,
Medicinski fakultet

Prof. dr Aleksandar Matić, specijalista ortopedske hirurgije i traumatologije, Univerzitet u
Kragujevcu, Fakultet medicinskih nauka

Datum odbrane :

Zahvaljujem se

MOJOJ PORODICI

Takođe se zahvaljujem koautorima radova koji su proizašli kao rezultat istraživanja u okviru ove doktorske teze jer su učestvovali u:

1. Kreiranju koncepta teze: prof. dr Marku Kadiji;
2. Prikupljanju podataka: dr Petru Vukmanu;
3. Formalnoj analizi: prof. dr Lazaru Stijaku, ass. Dr Svetlani Srećković i ass. Dr Ninoslavu Begoviću;
4. Istraživanju: prof. dr Marku Kadiji, dr Petru Vukmanu;
5. Metodologiji: Dušici Gavrilović;
6. Superviziji: prof.dr Marku Kadiji;
7. Pisanju – originalni nacrt: prof. dr Marku Kadiji, Dušici Gavrilović i dr Petru Vukmanu.

UTICAJ FIBRINA BOGATOG TROMBOCITIMA NA REGENERACIJU DEFEKTA PATELARNOG LIGAMENTA I FUNKCIONALNI OPORAVAK PACIJENATA POSLE REKONSTRUKCIJE PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA

Sažetak

Zglob kolena je najveći zglob ljudskog tela, a ujedno i jedan od biomehanički najkompleksnijih zglobova. Pored koštanih okrajaka koji učestvuju u građi zgloba, njegovu kompleksnost dodatno povećavaju ligamentarne strukture koje stabilizuju zglob, kako anteroposteriorno, kolateralno, tako i rotatorno. Posmatrano sa anatomske tačke gledišta, najznačajniji stabilizatori su prednji i zadnji ukršteni ligament i lateralni i medijalni kolateralni ligament. Od svih pobrojanih ligamentarnih struktura, prednji ukršteni ligament je najpodložniji povredama. Usled njegove ruptуре posledično nastaje značajna anteroposteriorna, a delom i rotatorna nestabilnost zgloba. Hronično nelečeni deficit može dovesti do daljih oštećenja drugih struktura kolena – meniskusa i hrskavice, a u odmakloj fazi i do sekundarne posttraumatske artroze.

Rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta je najčešća artroskopska operacija na svetu, a i jedna od najčešćih operacija u ortopedskoj hirurgiji uopšte. Kroz ne tako kratku istoriju rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta se pribegavalo raznim operativnim tehnikama, uz korišćenje različitih autograftova sa ciljem postizanja najoptimalnijih rezultata, kako bi povratak pacijenata u svakodnevne životne, ali i sportske aktivnosti bio što kraći. Analizom svih do sada primenjivanih tehnika, upotrebom različitih autograftova, a u jednom momentu i allograftova i sintetičkih materijala, na globalnom nivou je definisan zlatni standard za rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta. Zlatni standard je definisao anatomsku rekonstrukciju kao tehniku sa ubedljivo najboljim rezultatima objavljenim do sada.

Anatomska rekonstrukcija sa koštano-ligamentarno-koštanim graftom je tehnika sa najmanje potencijalnih komplikacija u postrehabilitacionom periodu. Kao jedna od čestih komplikacija se javlja bol pri klečanju – *“kneeling pain“*, koji nastaje kao rezultat nepopunjavanja koštanog defekta na mestu uzimanja grafta. Ova komplikacija može biti devastirajuća kod pacijenata čije svakodnevne životne aktivnosti ili verska ubeđenja zahtevaju klečanje, kao i prilikom bavljenja specifičnim parternim sportovima – rvanje, borilačke veštine, ritmička gimnastika, kuglanje. Veliki broj studija objavljen u dosadašnjoj literaturi se bavi rešavanjem ove problematike, sa manjim ili većim uspesima. Poslednjih godina se pravi značajan korak, upotrebom proizvoda iz oblasti regenerativne medicine, čiji je cilj stimulacija proliferacije koštanog i tetivnog defekta donorskog mesta.

Prema podacima iz savremene literature, plazma bogata trombocitima se koristi za poboljšanje krajnjih rezultata lečenja različitih ortopedskih povreda, kao i u patologiji donorskog

mesta nakon rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta. Biološko objašnjenje mehanizma dejstva se ogleda u visokoj koncentraciji trombocita koji utiču na procese inflamacije, reparacije i regeneracije lokalnom stimulacijom angiogeneze, depozicijom kolagena i ćelijskom proliferacijom.

Unazad dve godine se na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju, Univerzitetskog kliničkog centra Srbije koristi Vivostat® PRF (*“platelet rich fibrin”, PRF*), proizvod druge generacije obogaćen trombocitima, koji pored hemostatskog efekta istovremeno potencira regeneraciju tkiva i ubrzava zarastanje tetiva, ligamenata i rana. Obzirom na potencijal proizvoda, kao i postojanje kliničkih dokaza objavljenih u dosadašnjim studijama, smatra se da Vivostat® PRF može dovesti i do proliferacije tkiva u regiji defekta, nastalog nakon uzimanja koštano-ligamentarno-koštanog grafta prilikom rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta.

Iako je sa razvojem savremenih tehnologija u oblasti regenerativne medicine postignut bolji rezultat u rešavanju tegoba u regiji donorskog mesta, i dalje postoji potreba za dodatnim istraživanjima u ovoj oblasti medicine, koji bi poboljšali krajnji rezultat operativnog lečenja pacijenata nakon rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta kolena.

Ključne reči: prednji ukršteni ligament, koštano-ligamentarno-koštani graft, rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta, fibrin bogat trombocitima, bol prilikom klečanja, funkcionalni deficit

Naučna oblast: Medicina

Uža naučna oblast: Rekonstruktivna hirurgija

UDK br.

**THE INFLUENCE OF PLATELET-RICH FIBRIN ON THE REGENERATION OF
PATELAR LIGAMENT DEFECTS AND THE FUNCTIONAL RECOVERY OF PATIENTS
AFTER RECONSTRUCTION OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT OF THE KNEE**

Abstract

The knee joint is the largest joint of the human body and, at the same time, one of the most biomechanically complex joints. In addition to the bony edges that participate in the structure of the joint, additional complexity is increased by the ligamentous structures that stabilize the joint both anteroposteriorly, collaterally, and rotationally. From an anatomical point of view, the most important stabilizers are the anterior and posterior cruciate ligaments and the lateral and medial collateral ligaments. Of all the listed ligamentous structures, the one most susceptible to injury is the anterior cruciate ligament. As a result of its rupture, significant anteroposterior and partly rotator instability of the knee occurs. A chronically untreated deficit can lead to further damage to other structures of the knee- meniscus and cartilage, and in the chronic phase of the injury, it can lead to secondary post-traumatic arthrosis.

Reconstruction of the anterior cruciate ligament is the most common arthroscopic operation in the world and one of the most common operations in orthopedic surgery in general. Throughout the not-so-short history of anterior cruciate ligament reconstruction, various operative techniques were used, as well as different autografts, with the aim of achieving the most optimal results so that the patient's return to everyday life and sports activities was as short as possible. By analyzing all the techniques applied so far, using different autografts and, at one point, allografts and synthetic materials, the global gold standard for anterior cruciate ligament reconstruction was defined. The gold standard defines anatomical reconstruction as the technique with the most convincing results so far.

Anatomical reconstruction with a bone-tendon-bone graft is a technique with the fewest potential complications in the post-rehabilitation period. One of the common complication is kneeling pain, which occurs as a result of non-filling of the bone defect at the site of the graft. This complication can be devastating for patients whose everyday activities or religion require kneeling, as well as engaging in specific floor sports like wrestling, martial arts, rhythmic gymnastics, and bowling. A large number of studies published in the previous literature dealt with solving this problem with more or less success. In recent years, a significant step has been taken with the use of products from the

field of regenerative medicine, the aim of which is to stimulate the proliferation of bone and tendon defects in the donor site.

According to modern literature, platelet-rich plasma is used to improve the final results of various orthopedic injuries as well as the pathology of the donor site of anterior cruciate ligament reconstruction. The biological explanation for the use of plasma is that a large number of platelets affect the processes of inflammation, regeneration, and reparative processes through local stimulation of angiogenesis, collagen deposition, and cell proliferation.

For the past two years, the Clinic for Orthopedic Surgery and Traumatology University Clinical Center of Serbia, has been using Vivostat[®] PRF (*“platelet rich fibrin”, PRF*), a second-generation product enriched with platelets that, in addition to its hemostatic effect, simultaneously enhances tissue regeneration and accelerates the healing of tendons, ligaments, and wounds. Considering the potential of the product as well as the existence of clinical evidence published in previous studies, it is considered that Vivostat[®] PRF can lead to the proliferation of the bone-tendon-bone graft defect region of the donor site in the reconstruction of the anterior cruciate ligament.

Although, with the development of modern technologies in the field of regenerative medicine, a better result was achieved in solving problems in the region of the donor site, there is still a need for further research in the field of regenerative medicine that would improve the final result of the operative treatment of patients with anterior cruciate ligament reconstruction.

Key words: Anterior cruciate ligament, bone-tendon-bone graft, anterior cruciate ligament reconstruction, platelet rich fibrin, kneeling pain, functional deficit

Scientific field: Medicine

Scientific subfield: Reconstructive Surgery

UDK br.

SADRŽAJ

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | UVOD..... | 1 |
| 1.1 | PLAZMA BOGATA TROMBOCITIMA U ORTOPEDSKOJ PATOLOGIJI..... | 2 |
| 1.2 | ANATOMIJA ZGLOBA KOLENA..... | 3 |
| 1.2.1 | OSTEOLOGIJA..... | 3 |
| 1.3 | BIOMEHANIKA ZGLOBA KOLENA..... | 21 |
| 1.4 | POVREDE PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA..... | 22 |
| 1.4.1 | MEHANIZAM POVREDE PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA..... | 22 |
| 1.4.2 | DIJAGNOZA POVREDA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA..... | 23 |
| 1.4.3 | LEČENJE POVREDA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA..... | 38 |
| 2 | CILJEVI ISTRAŽIVANJA..... | 62 |
| 3 | MATERIJAL I METODE..... | 62 |
| 3.1 | PACIJENTI OBUHVAĆENI ISTRAŽIVANJEM I ISPITIVANE GRUPE..... | 62 |
| 3.2 | PROCENA FUNKCIONALNIH REZULTATA OPORAVKA..... | 64 |
| 3.2.1 | OBIM EKSTREMITETA..... | 64 |
| 3.2.2 | OBIM POKRETA..... | 64 |
| 3.2.3 | LACHMAN TEST..... | 64 |
| 3.2.4 | PROCENA NEUROLOŠKOG DEFICITA..... | 65 |
| 3.2.5 | PROCENA INTENZITETA BOLA U PREDNJEM KOLENU I TEST KLEČANJA..... | 65 |
| 3.2.6 | KT-1000..... | 65 |
| 3.3 | ANALIZA POSTOPERATIVNIH RADIOLOŠKIH NALAZA..... | 65 |
| 3.3.1 | RADIOGRAFSKA ANALIZA..... | 65 |
| 3.3.2 | ANALIZA POSTOPERATIVNIH NALAZA MAGNETNE REZONANCE..... | 69 |
| 3.4 | FUNKCIONALNI MEĐUNARODNI UPITNICI..... | 71 |
| 3.5 | STATISTIČKA ANALIZA..... | 71 |
| 4 | REZULTATI..... | 72 |
| 4.1 | KARAKTERISTIKE PACIJENATA, POVREDE I INTRAOPERATIVNOG LEČENJA..... | 72 |
| 4.1.1 | DEMOGRAFSKE KARAKTERISTIKE PACIJENATA..... | 72 |
| 4.1.2 | KARAKTERISTIKE POVREDE..... | 72 |
| 4.1.3 | INTRAOPERATIVNE KARAKTERISTIKE..... | 73 |
| 4.2 | ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA PACIJENATA, POVREDE I INTRAOPERATIVNOG LEČENJA IZMEĐU VIVOSTAT I STANDARDNE GRUPE..... | 76 |
| 4.2.1 | ISPITIVANJE RAZLIKA DEMOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA..... | 76 |
| 4.2.2 | ISPITIVANJE RAZLIKA KARAKTERISTIKA POVREDE..... | 77 |
| 4.2.3 | ISPITIVANJE RAZLIKA INTRAOPERATIVNIH KARAKTERISTIKA..... | 77 |

Rezultati ispitivanja razlika intraoperativnih karakteristika između posmatranih grupa prikazani su u Tabeli 8. ... 77

| | | |
|------------|--|------------|
| 4.3 | ISHODI LEČENJA | 79 |
| 4.3.1 | RADIOGRAFSKA POZICIJA TUNELA - POREĐENJE MEĐU GRUPAMA | 79 |
| 4.3.2 | ISHOD LEČENJA – SUBJEKTIVNI TESTOVI | 81 |
| 4.3.3 | ISHOD LEČENJA – MRI OPORAVAK..... | 104 |
| 4.3.4 | ISHOD LEČENJA – PROCENA FUNKCIONALNOG OPORAVKA – MEĐUNARODNI UPITNICI..... | 113 |
| 5 | DISKUSIJA..... | 131 |
| 6 | ZAKLJUČCI | 142 |
| 7 | LITERATURA | 143 |

1 UVOD

Svedoci smo porasta ortopedskih operacija na godišnjem nivou, kako koštano zglobne traume, aloartroplastičnih operacija, tako i rekonstruktivnih procedura. Uspešnost ovih operacija se može posmatrati i kroz brzinu sanacije operisanog tkiva, zarastanja operativne rane i pojavu postoperativnih komplikacija. Rastući broj operacija i težnja za konstantnim povećanjem kvaliteta hirurgije, dovela je do razvoja brojnih bioregenerativnih proizvoda, čija bi primena dovela do poboljšanja ishoda, kako u neposrednom postoperativnom toku, tako i celokupnom ortopedskom lečenju. Bioregenerativni proizvodi su danas široko prihvaćeni u oblasti ortopedske hirurgije, a razlozi leže u brojnim kliničkim istraživanjima, sprovedenim u poslednje tri decenije, koji dokazuju njihov pozitivan uticaj i poboljšanje krajnjih efekata lečenja različitih koštano zglobnih povreda (1). Njihov uticaj se ogleda u pospešivanju proliferacije tkiva, čime se ubrzava sanacija koštanog, hrskavičavog i mekog tkiva. Posmatrano sa biološkog aspekta dejstva, bioregenerativna sposobnost koju oni iniciraju je posledica lokalnog povećanja koncentracija trombocita i faktora rasta, koji stimulišu lokalnu angiogenezu, depoziciju kolagena i ćelijsku proliferaciju. Oni na taj način moduliraju inflamatornu reakciju i stimulišu regenerativne i reparatorne procese (2). Sa porastom kliničkog iskustva, došlo je do proširenja indikacija za njihovu primenu, pre svega u oblasti rekonstruktivne hirurgije. Određen broj istraživanja je pokazao pozitivne efekte na proliferaciju i posledično popunjavanje tkivnih defekata nastalih prilikom uzimanja graftova koji se koriste za rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta kolena. Pored stimulacije popunjavanja defekta, kvalitet stvorenog tkiva se pokazao histološki sličnim prirodnom tkivu, čime je upotreba ovakvih proizvoda dobila na još većem značaju.

Jedan od dostupnih bioregenerativnih proizvoda je i Vivostat[®] PRF (Vivostat[®] *Platelet Rich Fibrin*, Alleroed, Danska). Predstavlja relativno novi biotehnološki proizvod koji se sastoji od fibrina obogaćenog trombocitima, čija primena omogućava pouzdanu i ponavljaju primenu autologog fibrinskog zaptivača. Za razliku od drugih proizvoda prisutnih na evropskom, ali i globalnom tržištu, Vivostat[®] PRF sadrži autologe neaktivirane trombocite ugrađene u bioaktivni fibrinski matriks. Ovakva struktura proizvoda ne zahteva naknadni dodatak posebne fibrinske komponente radi ostvarivanja dejstva, kao ni prethodnu krioprecipitaciju. Pored svog hemostatskog dejstva, produženo oslobađanje faktora rasta i citokina rezultira antiinflamatornim i proliferativno-regenerativnim efektima (3). Obzirom da se faktori rasta oslobađaju u značajno produženom vremenskom periodu nakon primene, time dovode do produžene stimulacije proliferacije tkiva i efikasnijeg popunjavanja defekta donorskog mesta grafta.

Primena koštano-ligamentarno-koštanog grafta u rekonstrukciji prednjeg ukrštenog ligamenta za sobom ostavlja značajan morbiditet donorskog mesta u vidu bola u prednjem kolenu, koji se intenzivira prilikom klečanja i parestezija u regiji operativnog ožiljka (4). Ovakve postoperativne komplikacije mogu dovesti i do odustajanja od korišćenja ovog tipa grafta i upotrebe drugog, koji ne dovodi do ovakvih posledica. Krajnji cilj, do koga bi popunjavanje mesta defekta Vivostat[®] PRF-om trebao da dovede je smanjenje postoperativnih komplikacija, što bi se odražavalo smanjenjem intenziteta bola prilikom klečanja i poboljšanjem funkcionalnih rezultata operativno lečenih pacijenata.

1.1 PLAZMA BOGATA TROMBOCITIMA U ORTOPEDSKOJ PATOLOGIJI

Plazma bogata trombocitima (*Platelet-rich Plasma* – PRP) se u kliničkoj praksi prvi put pojavljuje u literaturi sedamdesetih godina prošlog veka u oblasti hematologije, da bi deset godina kasnije našla svoju primenu u maksilofacijalnoj hirurgiji, a potom i u ortopediji (5). U osnovi predstavlja frakciju autologne pune krvi koja sadrži povećan broj trombocita i širok spektar citokina, kao što su faktor rasta izveden iz trombocita (PDGF), vaskularni endotelni faktor rasta (VEGF) i transformirajući faktor rasta beta-1 (TGF- β 1), faktor rasta fibroblasta (FGF) i faktor rasta sličan insulinu-1 (IGF-1) (6). Prva zapažanja su pokazala pozitivne efekte na poboljšanje krajnjih rezultata različitih ortopedskih povreda, a kasnije, efekte u hirurškom lečenju povreda mišića, tetiva i ligamenata, kao i kod patologije donornog mesta nakon rekonstruktivnih operacija (5,7). Kao što je već pomenuto, biološko objašnjenje za upotrebu plazme u ortopedskoj hirurgiji leži u velikoj koncentraciji trombocita koji utiču na proces inflamacije, regeneracije kao i reparacije lokalnim povećanjem angiogeneze, depozicijom kolagena i ćelijskom proliferacijom. U poslednjoj deceniji dvadesetog veka, grupa danskih istraživača patentira plazmu bogatu fibrinom (*Platelet-rich Fibrin* - PRF) koja predstavlja proizvod druge generacije obogaćen trombocitima, zaštićenog naziva Vivostat[®] PRF, koji pored visokih koncentracija fibrina sadrži sve gore pobražane, ali koncentrovane citokine i faktore rasta. Pored toga, proizvod sadrži i pufer koji omogućava postepenu aktivaciju faktora rasta, čime pospešuje regenerativnu moć u dužem vremenskom periodu, koji se procenjuje na sedam dana. Prednosti ovakvog proizvoda su da pored hemostatskog efekta, u većoj meri potencira regeneraciju tkiva i ubrzava zarastanje tetiva i ligamenata, oslobađanjem značajno koncentrovanih faktora rasta sa prolongiranom aktivacijom, u poređenju sa prethodnom generacijom PRP-a. Obzirom na dokazani potencijal prve generacije PRP-a u redukciji intenziteta bola u regiji prednje strane kolena, bola pri klečanju, kao i sveukupan morbiditet donorske regije nameće se zaključak da naredna generacija proizvoda kakav je Vivostat[®] PRF dovodi do značajno bržih i potentnijih regenerativnih i proliferativnih efekata u navedenoj regiji (8–10).

Sveukupan broj objavljenih studija iz ove oblasti je relativno mali, a dosadašnja istraživanja se u najvećoj meri odnose na efekte plazme bogate trombocitima na procese inkorporacije i neovaskularizacije samog grafta, kao i na procenu uspešnosti operativnog lečenja. Gotovo je zanemarljiv broj radova koji se ciljano bavi regenerativnim procesima i njihovom stimulacijom u regiji donornog mesta. Najznačajniji podatak u razmatranju navedene problematike je nepostojanje objavljenih studija koje se bave uticajem plazme bogate trombocitima druge generacije (Vivostat[®] PRF) na patologiju donornog mesta. Samim tim, naše istraživanje se bazira na sveukupnom uticaju Vivostat[®] PRF na proliferaciju i regeneraciju tkiva na mestu defekta, koji bi trebalo da dovedu do umanjenja ili gotovo potpunog povlačenja bola u prednjem segmentu kolena i ispada senzibiliteta u što kraćem postoperativnom periodu, kako bi očekivani povratak aktivnih sportista u punu aktivnost bio što kraći.

1.2 ANATOMIJA ZGLOBA KOLENA

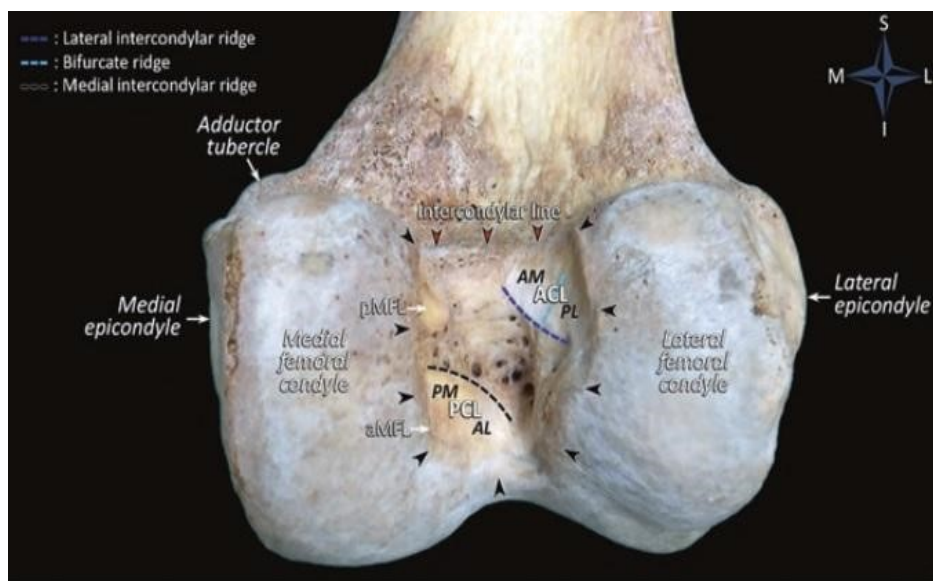
Zglob kolena predstavlja najveći zglob ljudskog tela i zauzima topografski region koji se pruža 2-3 cm proksimalno od baze čašice na natkolenici, do zamišljene kružne linije u nivou golenjačnog ispučenja na potkolenici. Koštanu osnovu zgloba čine distalni okrajak butne kosti, proksimalni okrajak golenjače i artikularna strana čašice. U funkcionalnom smislu, navedene koštane strukture formiraju dve artikulacije - *articulatio tibiofemoralis* i *articulatio patelofemoralis* i na taj način obrazuju tri funkcionalna kompartmana kolena, spoljašnji i unutrašnji tibiofemoralni i patelofemoralni kompartman. Proksimalna lisnjača ne učestvuje u izgradnji zgloba u užem smislu, ali služi kao važna anatomska struktura na kojoj se pripajaju veoma značajne tetivne i ligamentarne strukture koji stabilizuju zglob sa spoljašnje strane, te se može smatrati konstituentom samog zgloba u širem smislu.

1.2.1 OSTEOLOGIJA

1.2.1.1 DISTALNI OKRAJAK BUTNE KOSTI

Butna kost (*femur*) predstavlja najveću kost u ljudskom organizmu, sa ulogom ravnomernog prenošanja opterećenje sa kostiju karličnog prstena na potkolenicu. Distalni okrajak femura (*extremitas inferioris ossis femoris*) ima specifičnu strukturu i sačinjen je od dva masivna koštana ispupčenja nazvanih kondilima – spoljašnjeg (*condylus lateralis femoris*) i unutrašnjeg (*condylus medialis femoris*) i međukondilarnom jamom između njih (*fossa intercondylaris*). Kondili se nalaze u istoj ravni sa prednjom stranom tela femura, dok u posteriornom segmentu prominiraju u odnosu na zadnju stranu tela femura. Anteriorni, inferiorni i posteriorni delovi kondila su prekriveni artikularnom, hijalinom hrskavicom. Anteriorni deo hrskavice se nastavlja put kranijalno, spaja sa artikularnom hrskavicom susednog kondila, gradeći glatku površinu nazvanu čašična površina (*facies patellaris*). Čašična površina sadrži udubljenje u centralnom delu i dva bočna, ispupčena dela, preko koje klizi hrskavica čašice gradeći patelofemoralni zglob (*art. patellofemoralis*).

Posmatrajući distalni femur sa posteriorne strane, između kondila se uočava dubok usek koji se naziva interkondilarna jama. Jama je ograničena sa bočnih strana odgovarajućim kondilima, antero-superiorno se pruža do hrskavice čašične površine, dok je granica sa posteriorne strane međukondilarna linija (*linea intercondylaris*). Ona deli interkondilarnu jamu od poplitealnog zaravnjenja (*facies poplitea ossis femoris*), lociranog anteriornije i superiornije u odnosu na nju. Na zidovima interkondilarne jame se pripajaju ukršteni ligamenti kolena (Slika 1).

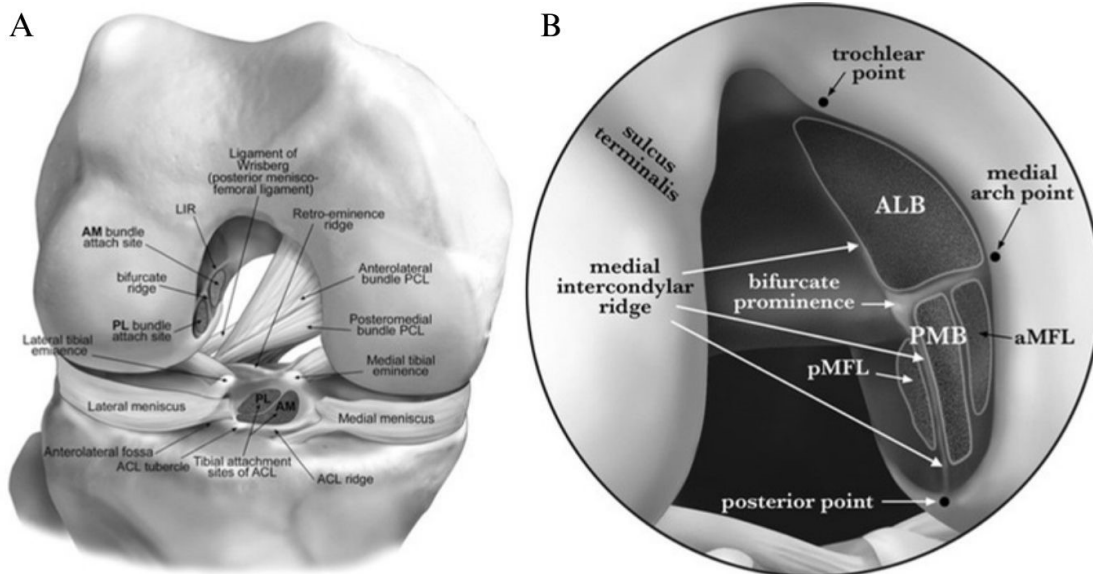


Slika 1. Posteriorna strana distalnog femura. Crne strelice označavaju granicu interkondilarnog jame. ACL – prednji ukršteni ligament (AM- anteromedijalni snop, PL- posterolateralni snop); PCL – zadnji ukršteni ligament (PM- posteromedijalni snop, AL- anterolateralni snop); aMFL- prednji meniskofemoralni ligament; pMFL - zadnji meniskofemoralni ligament.

(Preuzeto iz: Bozkurt M, Açar Hİ, editors. Clinical anatomy of the knee: an atlas. Cham, Switzerland: Springer; 2021.)

Femoralni pripoj prednjeg ukrštenog ligamenta (*lig. cruciatum anterius, LCA*) polazi sa medijalne strane lateralnog kondila. Samo mesto pripoja se nalazi unutar koštane depresije, locirane neposredno iza lateralnog interkondilarnog grebena (*lateral intercondylar ridge*). Femoralni pripoj je podeljen diskretnim, jedva приметnim bifurkacionim grebenom (*lateral bifurcate ridge*) koji predstavlja anatomsku granicu između pripoja anteromedijalnog (AM) i posterolateralnog (PL) snopa (Slika 2A).

Femoralni pripoj zadnjeg ukrštenog ligamenta (*lig. cruciatum posterius, LCP*) se nalazi na lateralnom zidu medijalnog kondila, lociran u antero-superiornom delu ovog zida. Pripoj je posteriorno ograničen medijalnim interkondilarnim grebenom (*medial intercondylar ridge*), a anatomsku granicu između anterolateralnog (AL) i posteromedijalnog (PM) snopa predstavlja bifurkacioni greben. Neposredno ispred i iza posteromedijalnog snopa se pripajaju prednji i zadnji meniskofemoralni ligamenti (Slika 2B).



Slika 2. (A) Medijalna strana lateralnog kondila femura – interkondilarna jama – zona pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta. LIR – interkondilarni greben; AM – anteromedijalni snop; PL – posterolateralni snop. **(B)** Lateralna strana medijalnog kondila femura – zona pripoja zadnjeg ukrštenog ligamenta. ALB – anterolateralni snop; PMB – posterolateralni snop; aMFL – prednji meniskofemoralni ligament; pMFL – zadnji meniskofemoralni ligament.

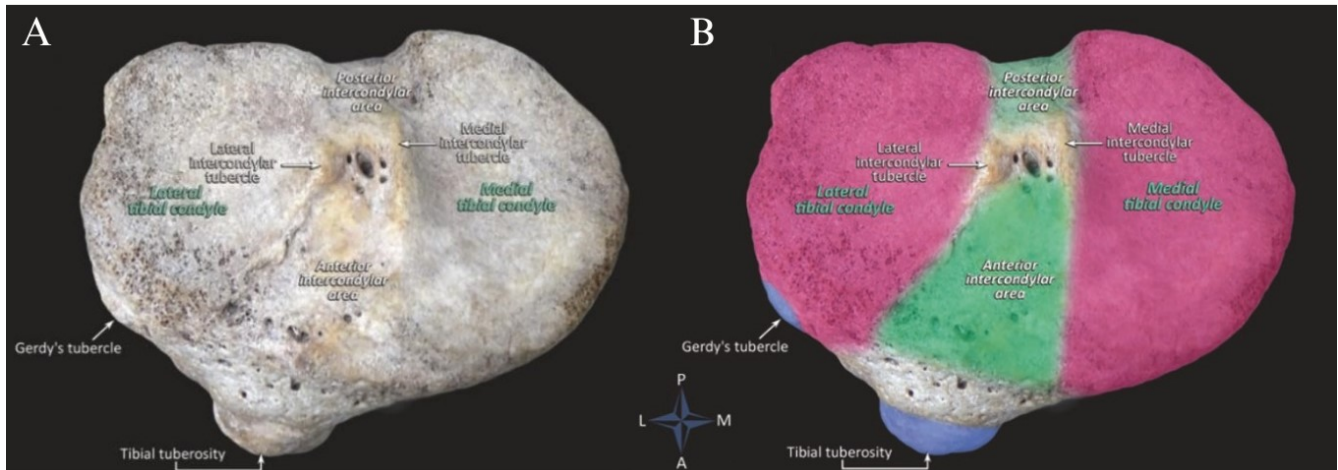
(Preuzeto iz: Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD, Anderson CJ, Wijdicks CA, Johansen S, Engebretsen L, LaPrade RF. Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2011 Apr;39(4):743-52.)

1.2.1.2 PROKSIMALNI OKRAJAK GOLENJAČE

Golenjača (*tibia*) je najduža i najveća kost potkolenice, nalazi se medijalno u odnosu na lisnjaču (*fibula*), manju kost potkolenice. Proksimalno se zgloabljava sa femurom i fibulom, a distalno gradi artikulaciju sa distalnim okrajkom fibule i skočnom kosti (*talus*), prenoseći silu na kosti stopala.

Gornji okrajak tibije (*extremitas superior ossis tibiae*) je oblika četverostrane piramide sa bazom okrenutom put kranijalno, dok se vrh nastavlja na telo tibije. Samim tim, gornji okrajak se sastoji iz prednje, zadnje, spoljašnje i unutrašnje strane. Baza tibije se sastoji iz dva ispupčenja - spoljašnjeg (*condylus lateralis tibiae*) i unutrašnjeg (*condylus medialis tibiae*), koji na svojim gornjim površinama formiraju ovalne strukture koje predstavljaju zglobljenu površinu (*facies articularis superior*) koja se zgloabljava sa kondilima femura (Slika 3). Ove dve artikularne površine se još nazivaju i tibijalni plato. Spoljašnji plato je površinski manji i zaravnjen, dok je unutrašnji plato veći i konkavan. Na obe navedene površine leže semilunarne strukture fibroznohrskavičave građe - spoljašnji meniskus (*meniscus lateralis*) i unutrašnji meniskus (*meniscus medialis*). Oni pokrivaju periferne segmente i produbljuju tibijalni plato, povećavajući kongruentnost zgloba. Najznačajnija uloga meniskusa je u apsorbovanju i pravilnom raspoređivanju sila, koje su sa gornjih partija ljudskog tela usmerene na tibijalni plato i na taj način štite integritet hrskavice kojom je tibijalni plato prekriven. Lateralnu i medijalnu površinu tibijalnog platoa deli srednji, hrapavi deo koji korespondira sa interkondilarnom jamom femura i sastoji se iz interkondilarnog ispupčenja (*eminencia intercondylaris*) i prednjeg i zadnjeg interkondilarnog polja (*area intercondylaris anterior et posterior*). Interkondilarna eminencija se izdiže u centralnom delu platoa, gradeći dve kvržice - unutrašnju (*tuberculum intercondylare mediale*) i spoljašnju (*tuberculum*

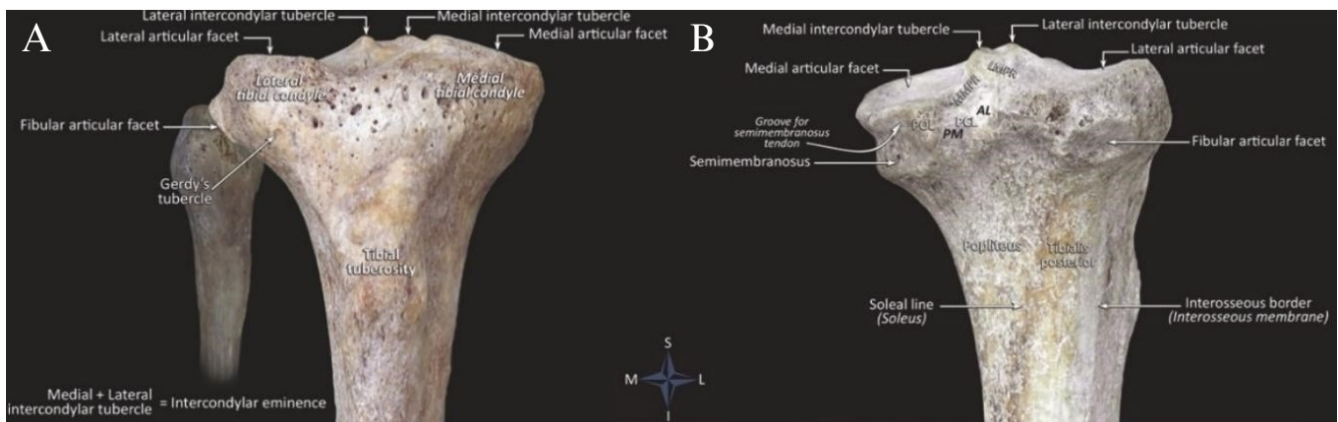
intercondylare laterale), koje predstavljaju granice zglobnih površina. Prednje interkondilarno polje se nalazi neposredno ispred interkondilarne eminencije i na njemu se pripajaju, od napred put pozadi, prednji rog medijalnog meniskusa, tibijalni pripoj prednjeg ukrštenog ligamenta i prednji rog lateralnog meniskusa. Posteriorno u odnosu na interkondilarnu eminenciju se nalazi zadnje interkondilarno polje, koje se u posteriornom segmentu povija put unazad i prelazi u zadnju stranu tibije. Na zadnjem interkondilarnom polju se pripajaju, od napred put pozadi, zadnji rog lateralnog meniskusa, potom zadnji rog medijalnog meniskusa, dok se tibijalni pripoj zadnjeg ukrštenog ligamenta pripaja na samom prevoju u zadnju stranu tibije.



Slika 3. Gornji okrajak tibije – tibijalni plato. (A) – Nativni preparat sa prikazanim koštanim prominencijama. (B) – Anatomske zone tibijalnog platoa.

(Preuzeto iz: Bozkurt M, Açar Hİ, editors. Clinical anatomy of the knee: an atlas. Cham, Switzerland: Springer; 2021.)

Prednja strana tibije je neravna struktura oblika trougla, sa bazom ograničenom tibijalnim platoom i vrhom usmerenom put golenjačnog grebena (*tuberositas tibiae*), koji dalje prelazi u prednju ivicu tibije (Slika 4). Tibijalni tuberozitas se sastoji iz gornjeg ravnijeg i donjeg hrapavijeg segmenta, na kome se pripaja čašični ligament (*lig. patellae*). Između samog ligamenta i gornjeg, zaravnjenog dela tuberozitasa se nalazi infrapatelarna burza (*bursa infrapatellaris*).

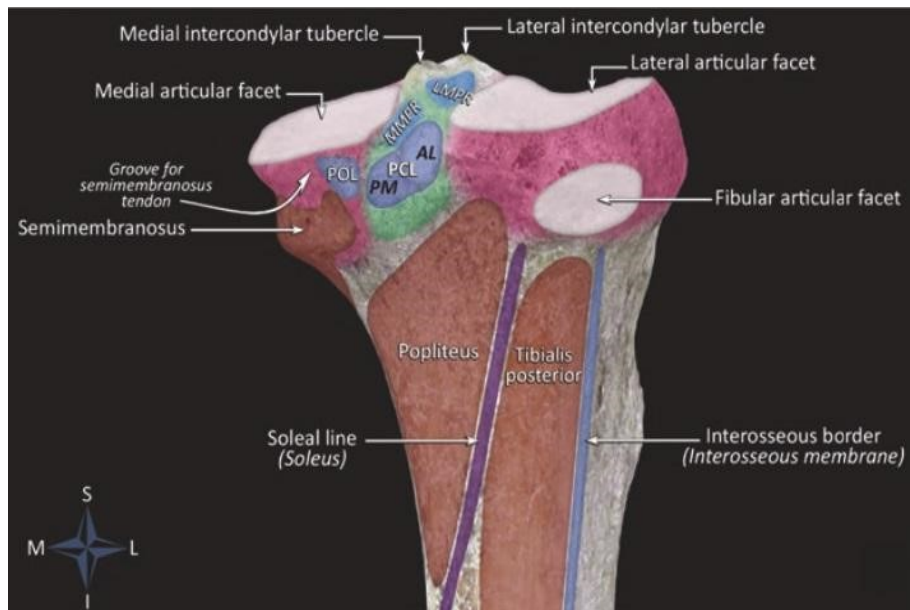


Slika 4. (A) Prednja strana gornjeg okrajka tibije. (B) Posterolateralni prikaz gornjeg okrajka tibije. PCL – zadnji ukršteni ligament; AL – anterolateralni snop; PM – posteromedijalni snop.

(Preuzeto iz: Bozkurt M, Açar Hİ, editors. Clinical anatomy of the knee: an atlas. Cham, Switzerland: Springer; 2021.)

Na lateralnoj strani proksimalnog okrajka tibije se nalazi još jedna prominencija, koja se prema autoru naziva Žerdijeva kvrga (*tuberculum anterolaterale - Gerdy*). Ona služi kao distalni pripoj bedreno-golenjačnog snopa (*tractus illiotibialis*), koji predstavlja distalnu tetivu mišića zatezača butne fascije (*m. tensor fasciae latae*). Posteriorni segment lateralne strane je u vidu ovalne površine orijentisane put posteriorno i inferiorno, koja sadrži zglobnu površinu - *facies articularis fibularis*, koja sa zglobnom površinom glavice fibule (*facies articularis capitis fibulae*) čini gornji tibiofibularni zglob (*art. tibiofibularis superior*). Neposredno ispod zglobne površine, nalaze se zone pripoja dvoglavog mišića natkolenice (*m. biceps femoris*), dugog lišnjačnog mišića (*m. peroneus longus*) i dugog opružača prstiju (*m. extensor digitorum longus*).

Zadnju stranu tibije čini neravna površina, na čijem se spoljašnjem delu nalazi diskretno udubljenje kroz koje prolazi tetiva zatkolenog mišića (*m. popliteus*) do njegovog pripoja i horizontalno postavljen greben neposredno ispod oboda zglobne hrskavice. Na gornjoj ivici grebena se pripaja zadnji deo spoljašnjeg bočnog ligamenta (*lig. collaterale laterale*). Na prelazu epifize u metafizni deo tibije, uočava se koso koštano ispupčenje - *linea m. solei* za pripoj lisnog mišića (*m. soleus*). Solealna linija deli posteriornu stranu tibije na supero-medijalni deo, gde se pripaja zatkoleni mišić i infero-lateralni deo, koji služi za pripoj zadnjeg golenjačnog mišića (*m. tibialis posterior*) (Slika 5). Posteromedijalna strana proksimalne tibije na sebi nosi greben koji služi kao pripojište poluopnastog mišića (*m. semimembranosus*). Iznad mesta samog pripoja se nalazi i koštano udubljenje za prolaz tetive do mesta pripoja. Sa njegove lateralne strane se uočava spust zadnje interkondilarne aree i tibijalni pripoj zadnjeg ukrštenog ligamenta. Između ta dva pripoja, uočava se koštani greben za pripoj kosog zatkolenog ligamenta (*lig. popliteum obliquum*) (Slika 5).



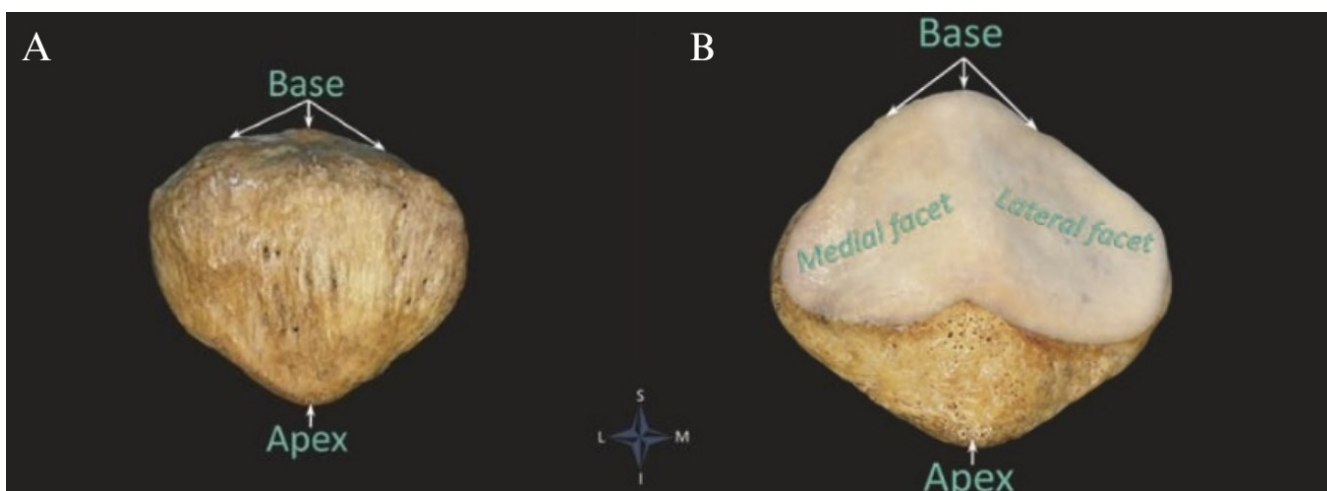
Slika 5. Pripoji ligamentarnih i tetivnih struktura zadnjeg segmenta gorenjeg okrajka tibije. PCL – zadnji ukršteni ligament; AL – anterolateralni snop; PM – posteromedijalni snop; POL – kosi zatkoleni ligament; MMPR – zadnji rog medijalnog meniskusa; LMPL – zadnji rog lateralnog meniskusa. (Preuzeto iz: Bozkurt M, Açar Hİ, editors. Clinical anatomy of the knee: an atlas. Cham, Switzerland: Springer; 2021.)

1.2.1.3 ČAŠICA

Čašica (*patella*) predstavlja najveću sezamoidnu kost u ljudskom organizmu. Gornji pol (*basis patellae*) se opisuje u vidu široke ivice na čijoj se površini pripaja zajednička tetiva mišića kvadricepsa. Vrh patele (*apex patellae*) je zaobljen i na njemu se pripajaju vlakna patelarnog ligamenta.

Prednja strana patele (*facies anterior patellae*) je konveksna i hrapava površina koja se palpira subkutano. Na njenoj površini se uočavaju diskretni otvori koji služe za ulazak nutritivnih krvnih sudova, kao i brazde i useci, koji nastaju prelaskom vlakana tetive kvadricepsa.

Zadnja strana patele (*facies articularis patellae*) predstavlja glatku površinu prekrivenu hrskavicom, koja se celom površinom osim samog vrha zglobljava sa trohleo femura. Zglobni deo se sastoji iz dva polja - spoljašnje fasete, površinski veće i unutrašnje fasete, površinski manje. Spoljašnja i unutrašnja faseta patele odgovaraju spoljašnjem i unutrašnjem delu patelarne površine femura. Ova dva polja su anatomski odvojena uspravnim i zaobljenim grebenom koji korespondira artikularnom useku femura (Slika 6).



Slika 6. Patela (A) Prednja, subkutana strana. (B) Zadnja, artikularna strana. (Preuzeto iz: Bozkurt M, Açar Hİ, editors. Clinical anatomy of the knee: an atlas. Cham, Switzerland: Springer; 2021.)

1.2.1.4 ANATOMIJA MEKIH TKIVA KOLENA

Kompleksnosti građe kolena doprinosi veliki broj tetivnih i ligamentarnih struktura koje se pripajaju unutar samog zgloba i u njegovoj neposrednoj okolini. Specifičnost tetivno-ligamentarnih pripojništa i njihove funkcije značajno doprinosi stabilnosti zgloba prilikom celokupnog obima pokreta, kompenzujući dejstvo multidirekcionih sila koje se tom prilikom generišu.

Najvažnije ligamentarne strukture koje ulaze u sastav zgloba kolena su dva ukrštena ligamenta (*lig. cruciata genus*) i dva bočna ligamenta (*lig. collaterale genus*). Ukršteni ligamenti, prednji i zadnji, obezbeđuju anteroposteriornu i rotatornu stabilnost, dok medijalni i lateralni kolateralni ligament stabilizuju zglob prilikom dejstva valgus i varus sila. Pored četiri glavna stabilizatora, postoje brojni manji ligamenti i zadebljanja kapsule koji dodatno doprinose stabilnosti zgloba.

Meniskusi predstavljaju dve semilunarne strukture, fibrokartilaginozne građe čija je uloga u povećanju kongruentnosti artikularnih površina, čime doprinose stabilnosti kolena. Pored toga, vrše redistribuciju i delimičnu apsorpciju sila i na taj način umanjuju opterećenje hrskavice kondila femura i platoa tibije.

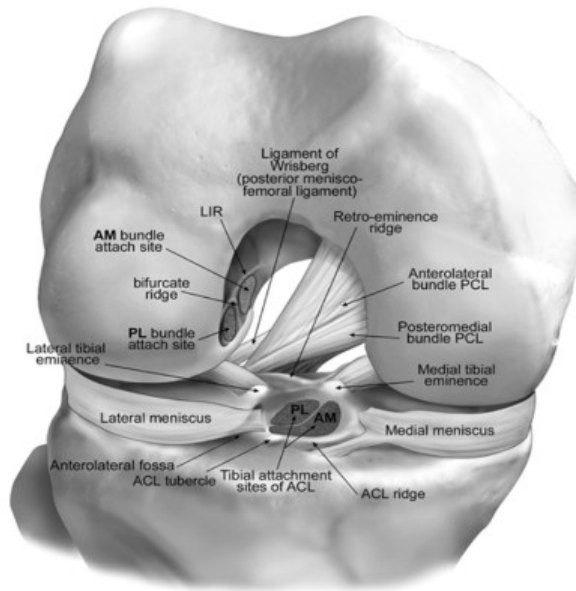
Pokreti koji se obavljaju na nivou zgloba su omogućeni dejstvom velikih mišićnih struktura natkolenice, koje se anatomske dele na tri mišićne grupe – unutrašnju, prednju i zadnju. Unutrašnju grupu mišića sačinjavaju češljasti mišić (*m. pectineus*), dugi privodilac buta (*m. adductor longus*), kratki privodilac buta (*m. adductor brevis*), veliki privodilac buta (*m. adductor magnus*), i unutrašnji pravi mišić buta (*m. gracilis*). Zadnju grupu mišića natkolenice čine dvoglavni mišić buta (*m. biceps femoris*), poluopnasti mišić (*m. semimembranosus*) i polužilasti mišić (*m. semitendinosus*), dok mišiće prednje lože natkolenice čine četvoroglavni mišić buta (*m. quadriceps femoris*), terzijski mišić (*m. sartorius*) i podstegnjeni mišić (*m. articularis genu*).

Obzirom da je tematika ovog rada usmerena na povrede prednjeg ukrštenog ligamenta kolena i patologiju donorske regije, koja zaostaje nakon uzimanja grafta patelarnog ligamenta, u nastavku rada će detaljnije biti obrađene karakteristike samo navedenih entiteta i regiona kome pripadaju.

1.2.1.4.1 ANATOMIJA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA

Prednji ukršteni ligament (*lig. cruciatum anterior, LCA*) je jedan od glavnih stabilizatora zgloba kolena koji ograničava prednju translaciju i unutrašnju rotaciju tibije. Prosečne je dužine 38 mm (22-41 mm), sa prosečnim promerom oko 10mm (6-14 mm). Oblik poprečnog preseka ne odgovara nijednom geometrijskom telu, te se često opisuje kao nepravilan, zavisano od stepena fleksije zgloba. Veličina poprečnog preseka se povećava, idući od superiornog dela (34 mm²) do inferiornog dela ligamenta (42 mm²) (11). Zajedno sa zadnjim ukrštenim ligamentom zauzima centralno mesto u interkondilarnoj jami. Femoralni pripoj ligamenta se nalazi unutar koštane depresije medijalne strane lateralnog kondila, locirane iza lateralnog interkondilarnog grebena. Samo mesto pripoja je podeljeno diskretnim, bifurkacionim grebenom koji predstavlja anatomske granice pripoja njenih snopova.

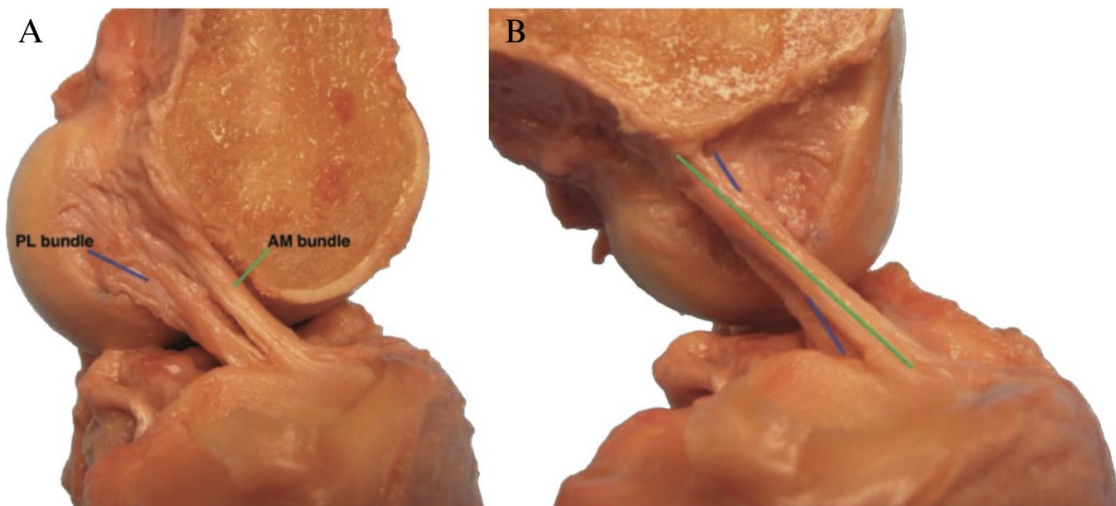
Vlakna prednjeg ukrštenog ligamenta su podeljena u dva snopa: anteromedijalni (AM) i posterolateralni (PL). Sa femoralnog pripoja, oni se pružaju put anteriorno, medijalno i inferiorno do tibijalnog pripoja, koje se nalazi neposredno ispred interkondilarne eminencije, sa centrom pripoja ispred i diskretno lateralno u odnosu na medijalnu eminenciju. Tibijalni pripoj je ovalnog oblika, veći i čvršći u odnosu na femoralni i na njemu postoji preklapanje dela vlakana prednjeg ukrštenog ligamenta sa prednjim rogom lateralnog meniskusa. Pripoj anteromedijalnog snopa je elipsoidnog oblika, zauzima anteriornu i medijalnu poziciju unutar tibijalnog pripoja i zahvata veću površinu, u odnosu na ovalni pripoj posterolateralnog snopa (Slika 7).



Slika 7. Pripoj prednjeg ukrštenog ligamenta na femuru i tibiji. AM – anteromedijalni snop; PL – posterolateralni snop; LIR – lateralni interkondilarni greben.

(Preuzeto iz: Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD, Anderson CJ, Wijdicks CA, Johansen S, Engebretsen L, LaPrade RF. Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2011 Apr;39(4):743-52.)

Veliki značaj koji se pridaje snopovima prednjeg ukrštenog ligamenta se ogleda u njihovoj važnoj ulozi u biomehanici zgloba. Anteromedijalni i posterolateralni snop nisu izometrijski, već pokazuju određeni obrazac međusobne promene dužine, zavisno od pozicije zgloba. Prilikom potpune ekstenzije kolena, snopovi su paralelni, anteromedijalni snop pokazuje određeni stepen labavosti, dok je posterolateralni snop maksimalno zategnut, obezbeđujući rotatornu stabilnost zglobu. Prelaskom iz ekstenzije u fleksiju, dolazi do promene orijentacije femoralnog pripoja, snopovi se međusobno uvijaju, posterolateralni snop postaje labaviji, dok anteromedijalni snop postaje maksimalno zategnut, sprečavajući prednju translaciju tibije (Slika 8).



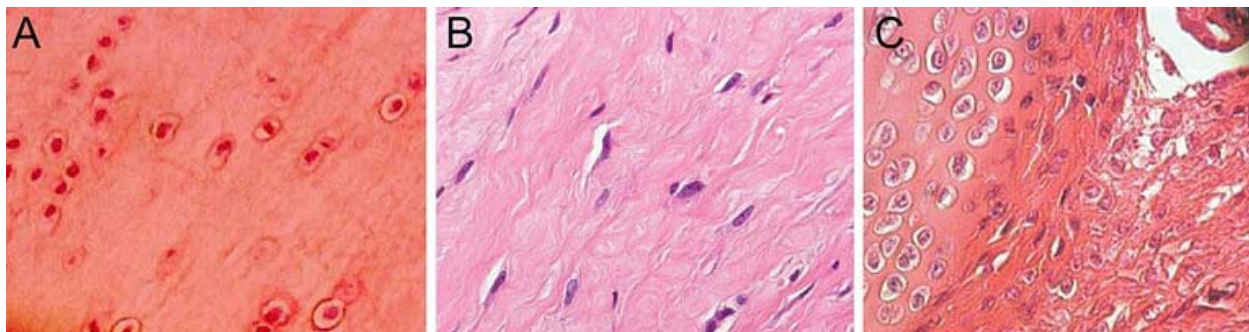
Slika 8. Odnosi anteromedijalnog i posterolateralnog snopa prednjeg ukrštenog ligamenta. (A) Paralelna vlakna AM i PL snopa u ekstenziji. (B) Uvrtnje vlakana AM oko PL snopa u fleksiji. (Preuzeto iz: Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD, Anderson CJ, Wijdicks CA, Johansen S, Engebretsen L, LaPrade RF. Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2011 Apr;39(4):743-52)

1.2.1.4.2 HISTOLOGIJA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA

Histološku strukturu prednjeg ukrštenog ligamenta čine ekstracelularni matriks, bogat vlaknima i proteinima, koji su okruženi rastresitim vezivnim tkivom i ćelijski deo, kome pripadaju fibroblasti i tenociti, lokalizovani između vlakana. Kolagen tip I je najviše zastupljen, lokalizovan unutar snopova, sa pravcem pružanja koji odgovara longitudinalnoj osovini ligamenta. Ovaj tip kolagena i ovakva orijentacija vlakana su odgovorni za veliku čvrstinu ligamenta. Kolagen tip II se još naziva i kolagenom hrskavice, obzirom na njegovu najčešću lokalizaciju. Ovoj tip kolagena se ne viđa u strukturi ligamenta, osim u fibrokartilaginarnim zonama prednjeg ukrštenog ligamenta koji odgovaraju femoralnom i tibijalnom pripoju. Njegovo prisustvo u zonama pripoja govori o velikim silama koje se tu kompenzuju. Kolagen tip III se viđa u okolnom rastresitom vezivnom tkivu, raspoređen je celom dužinom ligamenta i odgovoran je za savitljivost ligamenta. Kolagen tip IV učestvuje u izgradnji bazalne membrane krvnih sudova. Poslednji tip kolagena koji se viđa je kolagen tip VI, koji pojačava zone pripoja ligamenta, prateći orijentaciju vlakana kolagena tip III. Elastični deo ekstracelularnog matriksa se sastoji od elastičnih vlakana, oksitalana i elaunina (11). Elastična vlakna su lokalizovana između snopova kolagenih vlakana, obrazuju mrežastu strukturu sa paralelnim i upravnom orijentisanim vlaknima u odnosu na osovину prednjeg ukrštenog ligamenta i odgovorna su za apsorpciju stresa prilikom istezanja. Oksitalanska vlakna su specifične strukture, čine oko 60% elastičnih vlakana i odgovorna su za kompenzovanje multidirekcionih sila koje se generišu prilikom pokreta. Elauninska vlakna se odupiru ekstremnim poremećajima dužine ligamenta. Važan činilac ekstracelularnog matriksa su hidrofilni glukozaminoglikani, proteini koji vezuju vodu, dajući viskoznost i dodatnu elastičnost samom ligamentu. Ovakav sastav omogućava dodatnu apsorpciju dela sila. Ostali proteini koji ulaze u sastav ekstracelularnog matriksa su proteoglikani, fibronektin, laminin i entacin.

Celularni deo histološke strukture čine fibroblasti, lokalizovani između vlakana i odgovorni za produkciju kolagenih vlakana. Postoje tri tipa fibroblasta, koji se zavisno od oblika jedra i prisustva intracelularnih lakuna dele na - okrugle, ovalne i fuziformne fibroblaste.

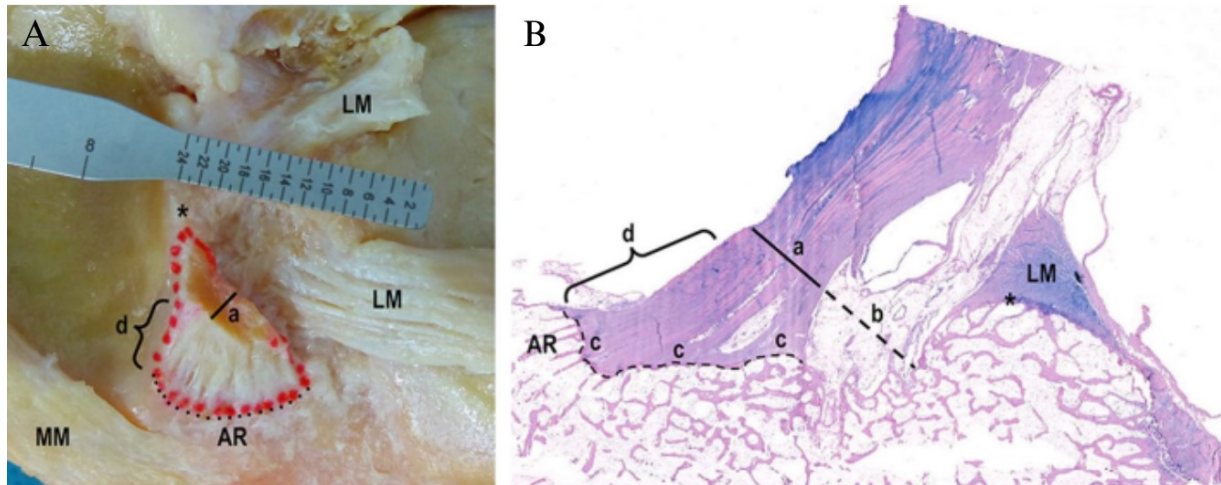
Specifičnost histološke građe se ogleda u prisustvu specifičnih vlakana, ali i nekonzistentnosti histoloških preseka duž pravca pružanja ligamenta. Posmatrano od femoralnog put tibijalnog pripoja, ligament se može podeliti u tri regiona (Slika 9). U proksimalnom regionu se uočava veliki broj ćelijskih elemenata, pre svega okruglih i ovalnih, ali i fuziformnih fibroblasta. Ekstracelularni matriks je bogat kolagenom tip II, fibronektinom i lamininom. Ovakva struktura čini proksimalni deo najmanje čvrstim, u odnosu na sva tri dela, te su rupturi ligamenta najčešće upravo u ovom regionu.



Slika 9. Histološka slika prednjeg ukrštenog ligamenta. (A) Proksimalni region. (B) Središnji region. (C) Distalni region ligamenta.

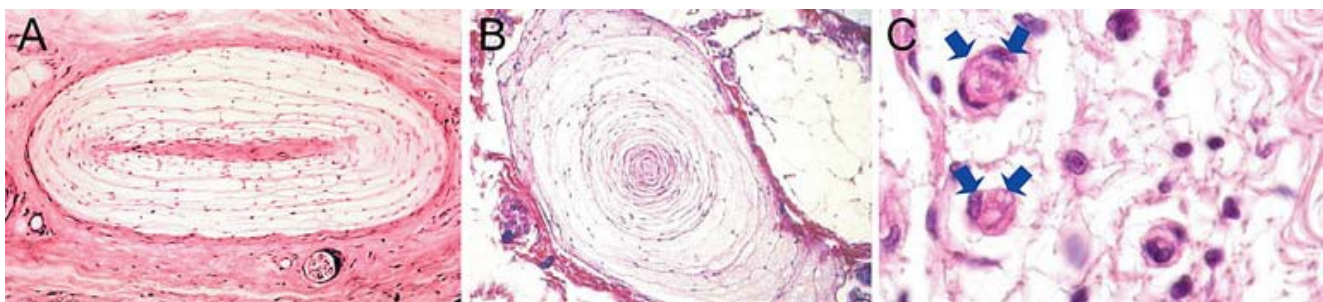
(Preuzeto iz: Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Mar;14(3):204–13.)

Središnji region se odlikuje velikom gustinom kolagenih vlakana i niskom celularnosti. Sadrži fuziformne fibroblaste, elastična i oksitalanska vlakna i veliku gustinu kolagenih vlakana. Specifičnost ovog regiona je fibrokartilaginozna zona prednje strane ligamenta koji dolazi u kontakt sa krovom interkondilarne jame. Ta zona se nalazi u distalnoj tečini središnjeg dela i nastavlja se u distalni region ligamenta koji je najčvršći, bogat hondroblastima i ovalnim fibroblastima. Ovaj region se odlikuje niskom gustinom kolagenih vlakana. Specifičnost tibijalnog pripoja je u izmeni strukture ligamenata, koja postaje fibrokartilaginozna, mineralizuje i podseća na strukturu kosti (Slika 10).



Slika 10. (A) Makroskopska slika tibijalnog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta (oivičena crvenom isprekidanom linijom). AR – prednji koštani greben; LM – lateralni meniskus; MM – medijalni meniskus; a, d – dimenzije pripoja. **(B)** Histološki prikaz tibijalnog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta obojen Safarinom O. b – masno jastuče za pripoj ligamenta; c – zona koštane insercije ligamenta. (Preuzeto iz: Oka, S., Schuhmacher, P., Brehmer, A., Traut, U., Kirsch, J., & Siebold, R. (2015). Histological analysis of the tibial anterior cruciate ligament insertion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(3), 747–753. doi:10.1007/s00167-015-3924-x)

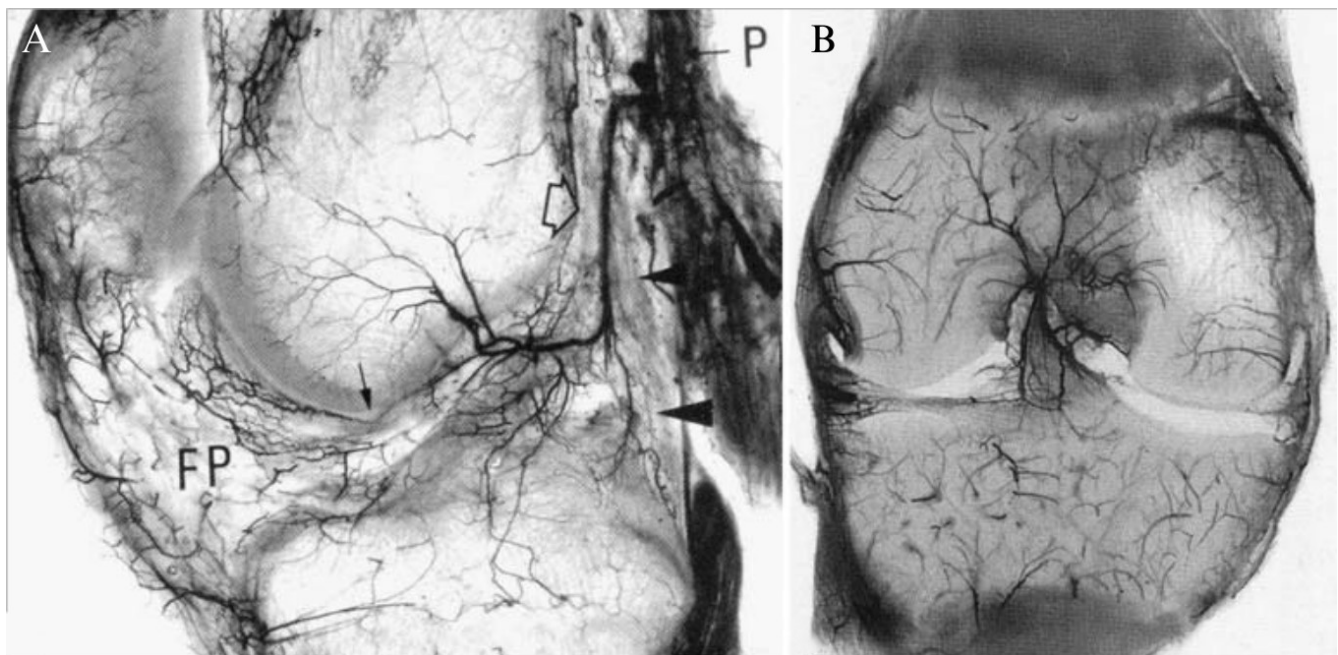
Inervacija prednjeg ukrštenog ligamenta potiče od zglobnih grana golenjačnog živca (*rr. articulares n. tibialis*). Oni probijaju zadnju kapsulu i duž sinovije i periligamentarnih kapilara dosežu do samog ligamenta. Većina nervnih završetaka ima vazomotornu funkciju na nivou krvnih sudova unutar samog ligamenta, dok se jedan deo vlakana završava kao slobodan i ima ulogu u nocicepciji i vazomotornoj regulaciji. Određen broj vlakana inerviše mehanoreceptore, koji imaju proprioceptivnu ulogu, dajući impuls o promeni posture tela i relativnoj poziciji kolena. Pačinijevi receptori (*Vater-Pacini*) su lokalizovani na femoralnom i tibijalnom pripoju i osetljivi su na brzu promenu pravca. Rufinijeva telašca su lokalizovana na površini ligamenta i femoralnom pripoju i aktivni su prilikom istezanja ligamenta (Slika 11).



Slika 11. Mehanoreceptori. (A) Rufinijeva telašca. **(B)** Pačinijev receptor. **(C)** Slobodni nervni završeci. (Preuzeto iz: Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006 Mar;14(3):204–13.)

1.2.1.4.3 VASKULARNA ANATOMIJA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA

Vaskularizacija prednjeg ukrštenog ligamenta potiče od srednje arterije kolena (*a.genus media*), grane zatkolene arterije (*a.poplitea*). Ona se odvaja pod ostrim uglom u nivou proksimalne konture femoralnih kondila i silazi, gotovo vertikalno, niz masno tkivo poplitealne jame, zajedno sa venama pratiljama i rr. articulares n.tibialis. Arterija perforira zadnju kapsulu u središnjem delu, ali bliže lateralnom kondilu i po ulasku u zglob se završno grana, dajući vaskularizaciju za strukture interkondilarne jame (Slika 12). Prednji ukršteni ligament dobija svoje nutritivne grane, koje po odvajanju putuju distalno, ishranjujući distalni deo ligamenta. Značajna grana *a. genus media* je zadnja silazna grana, koja vaskularizuje prednji ukršteni ligament na svom putu ka proksimalnoj tibiji.



Slika 12. Vaskularizacija prednjeg ukrštenog ligamenta. (A) Sagitalni prikaz. P – a.poplitea; FP- Hofino masno jastuče; Crne strelice prikazuju srednju arteriju kolena; Prazna strelica ukazuje na odvajanje pod ostrim uglom i vertikalni pravac pružanja. (B) Koronarni prikaz.

(Preuzeto iz: Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Mar;14(3):204–13.)

Sinovijalni krvni sudovi formiraju finu kapilarnu mrežu koja se nalazi ispod sinovijalne membrane i obavija celokupni ligament. Odatle penetriraju unutar ligamenta i formiraju anastomoze sa endovaskularnim strukturama ligamenta. Krvni sudovi unutar samog ligamenta pokazuje heterogenu distribuciju, sa većom gustinom u proksimalnom delu. Ovakva vaskularizacija objašnjava disrupciju vaskularnog priliva distalnog dela ligamenta prilikom njegove povrede i izostanak regenerativnog kapaciteta ligamenta.

Vaskularizacija ligamenta dolazi i od bogate mreže krvnih sudova unutar Hofinog masnog jastučeta (*corpus adiposum infrapatellare- Hoffa*). Poreklo ove vaskularne mreže vodi sa prednje strane kolena i odgovorna je za ishranu proksimalnog dela ligamenta, dok distalni deo dobija deo svoje vaskularizacije od infrapatelarnih grana donje arterije kolena. Jedina anastomoza između sliva prednje strane kolena i *a.genus mediae* je arteriola mukoznog ligamenta.

1.2.1.4.4 ANATOMIJA EKSTENZORNOG APARATA KOLENA

Ekstenzorni aparat kolena sačinjavaju snažne mišićne strukture prednje lože buta. Naj snažniji i najznačajniji ekstenzor kolena je četvoroglavi mišić buta (*m. quadriceps femoris*), koji se sastoji iz četiri mišićne glave: pravi mišić buta (*m. rectus femoris*), spoljašnji stegnjeni mišić (*m. vastus lateralis*), unutrašnji stegnjeni mišić (*m. vastus medialis*) i srednji stegnjeni mišić (*m. vastus intermedius*).

Najpovršnija glava kvadricepsa je rektus femoris, sa svojim duplim proksimalnim pripojem, na gornjoj bedrenoj bodlji karlične kosti (*spina iliaca anterior superior ossis coxae*) i odbijenom glavom koja se pripaja supraacetabularno (*supercilium acetabuli*). Od pripoja, put distalno polazi široko i pljosnato mišićno telo koje delimično prekriva ostale tri glave i završava se zajedničkom tetivom.

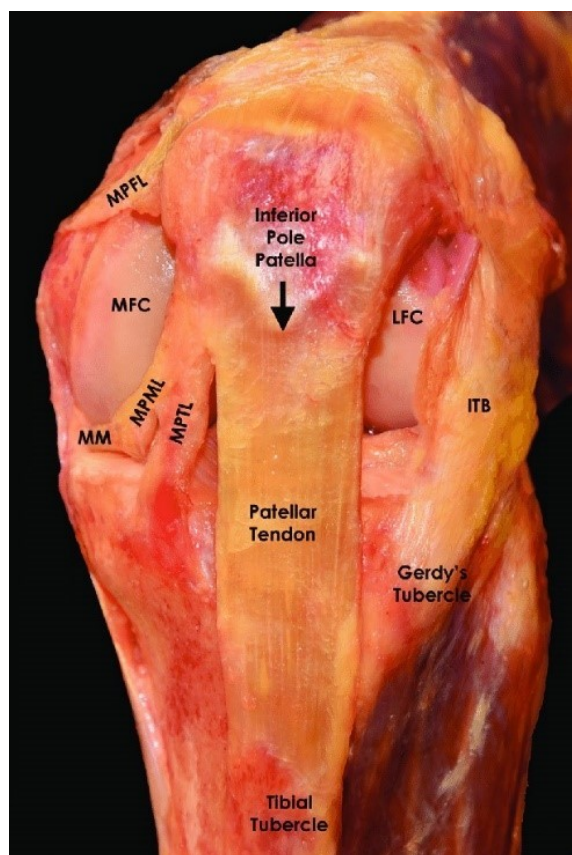
Naj snažnija glava kvadricepsa je lateralni vastus, sa svojim proksimalnim pripojem na lateralnoj strani trifurkacije hrapave linije femura (*labrum laterale linee asperae femoris*). Mišićna vlakna su orijentisana put distalno i medijalno do zajedničke tetive, dok se jedan deo vlakana pripaja na spoljašnjoj ivici patele.

Medijalni vastus formira medijalnu stranu prednje lože buta. Njegov proksimalni pripoj se nalazi na medijalnoj strani hrapave linije femura (*labrum mediale linee asperae femoris*). Mišićna vlakna su usmerena put distalno i lateralno do zajedničke tetive, dok se jedan deo vlakana pripaja na unutrašnjoj ivici patele. Tetivna vlakna medijalnog i lateralnog vastusa se, po prelasku preko patele, ukrštaju i pripajaju na kontralateralnom platou tibije.

Intermedijarni vastus se pripaja na proksimalne dve trećine prednje i spoljašnje strane femura, kao i na lateralnoj usni linee asperae. Mišićna vlakna su usmerena distalno, paralelna sa vlaknima rektusa femorisa do zajedničke tetive. Deo dubokih mišićnih vlakana se odvaja u *m. articularis genus*, koji sa svojim distalnim pripojem na sinovijalnim duplikaturama zglobove kapsule ima funkciju u njenom zatezanju prilikom ekstenzije kolena.

Sve četiri glave kvadricepsa su inervisane granama slabinskog nervnog spleta preko butnog živca (*n. femoris*). Iako je već pomenuto da je glavna uloga kvadricepsa ekstenzija kolena, u krajnjoj fazi ovaj mišić vrši i fleksiju u zglobu kuka preko proksimalnih pripoja rektusa femorisa.

U distalnom delu natkolenice, na oko 8-10cm proksimalno od baze patele, mišićna vlakna sve četiri glave prelaze u tetivno tkivo, formirajući zajedničku tetivu. Tetiva ima trilaminarnu strukturu i pripaja se na bazi patele. Najdublji sloj čine vlakna intermedijalnog vastusa, središnji deo vlakna medijalnog i lateralnog vastusa, dok su najpovršnija vlakna rektusa femorisa. Nakon svog pripoja, deo vlakana medijalnog i lateralnog vastusa, kao i rektusa femorisa prelazi preko prednje strane patele i nastavlja distalno kao patelarni ligament. On se pruža od proksimalnog pripoja na prednjoj strani i vrhu patele, do distalnog pripoja na tibijalnom tuberozitasu (Slika 13).



Slika 13. Patelarni ligament posmatran sa prednje strane (koleno u 90° fleksije). MPFL – medijalni patelofemoralni ligament; MFC – medijalni kondil femura; MM – medijalni meniscus; MPML – medijalni patelomeniscealni ligament; MPTL – medijalni patelotibijalni ligament; LFC – lateralni kondil femura; ITB – tractus iliotibialis.

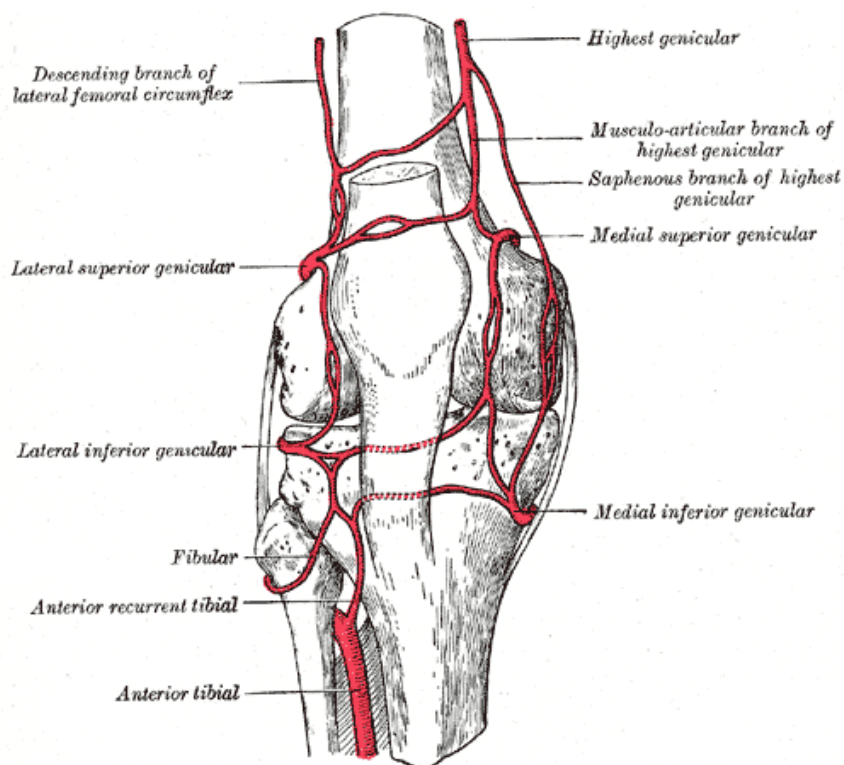
(Preuzeto iz: Kruckeberg BM, Chahla J, Moatshe G, Cinque ME, Muckenhirn KJ, Godin JA, et al. Quantitative and Qualitative Analysis of the Medial Patellar Ligaments: An Anatomic and Radiographic Study. *Am J Sports Med.* 2018 Jan;46(1):153–62.

Prosečna dužina ligamenta je 39mm (30-52mm) i širina 32mm (25-40mm) (12). Prosečna debljina je 5-7mm, sa površinom poprečnog preseka od oko $104 \pm 4 \text{ mm}^2$ u nivou patelarnog pripoja i oko $127 \pm 2 \text{ mm}^2$ u nivou tibijalnog pripoja (13).

Histološki posmatrano, ligament se sastoji od ćelijskog dela i ekstracelularnog matriksa. Patelarni ligament sadrži fibroblaste i tenocite koji luče dominantno kolagen tip I, potom i kolagen tip III, elastin i ostale proteine ekstracelularnog matriksa. Kolagen tip I je gusto sadržan u ligamentu, okružen rastresitim vezivnim tkivom i ostalim proteinima ekstracelularnog matriksa. Važna komponenta ekstracelularnog matriksa su hidrofilni glukozaminoglikani, koji daju viskoznost ligamentu. Paratendinijum sadrži tetivne matične ćelije, iz kojih se obnavljaju ćelijske strukture ligamenta. Patelarni ligament se histološki može podeliti na 4 regiona zavisno od međusobnog relativnog odnosa komponenti. Posmatrano od proksimalnog put distalnog pripoja, postoje: tetivna regija, nekalcifikovana fibroartilaginozna regija, kalcifikovana fibroartilaginozna regija i koštani region ligamenta.

1.2.1.5 VASKULARNA ANATOMIJA PREDNJE STRANE KOLENA

Vaskularizacija prednje strane zgloba kolena je veoma kompleksna i sastoji se od pet kolateralnih cirkulatornih puteva, koji se obzirom na njihov kalibar i učestalost mogu smatrati funkcionalno sposobnim. Od pet puteva za kolateralnu cirkulaciju, četiri su ekstraartikularna, a peti je intraartikularni (Slika 14).



Slika 14. Grafički prikaz ekstraartikularne cirkulatorne mreže kolena. (Preuzeto iz: Babu SV. Safe knee surgery. Int J Orthop Sci. 2020 Jul 1;6(3):26–31.)

Ekstraartikularni putevi su gornji, donji, spoljašnji i unutrašnji. Gornji predstavlja arterijska omča oko završne tetive kvadricepsa i lociran je iznad baze patele. Grade ga završne grane gornje spoljašnje i gornje unutrašnje arterije kolena (*a.genus superior medialis et lateralis*). Gornja arterijska omča se anastomozira sa krvnim sudovima natkolenice u spoljašnjem i unutrašnjem delu. Spoljašnji deo se anastomozira sa silaznom granom spoljašnje kružne arterije buta (*r. descendens a. circumflexae femoris lateralis*), a unutrašnji sa silaznom granom treće perforantne arterije (*r. descendens a. perforans tertiae*) i dubokom granom silazne arterije kolena (*r. profundus a. genus descendens*).

Donji kolateralni put predstavlja arterijsku omču oko patelarnog ligamenta, a grade ga završne grane donjih arterija kolena (*a.genus inferior medialis et lateralis*). Donji arterijski prsten se anastomozira sa arterijama potkolenice preko tri anastomoze: prednja i zadnja povratna golenjačna arterija (*a. recurrens tibialis anterior et posterior*) i povratna lišnjačna arterija (*a. recurrens fibularis*). Ova dva arterijska prstena međusobno su anastomozirana sa spoljašnjim i unutrašnjim kolateralnim putem. Spoljašnji kolateralni put grade nishodna grana gornje spoljašnje i ushodna grana donje spoljašnje arterije kolena (*r. descendens a.genus superior laterlis et r. ascendens a. genus inferior lateralis*). Unutrašnji put grade nishodna grana gornje unutrašnje i ushodna grana donje unutrašnje arterije kolena (*r. descendens a. genus superior medialis et r. ascendens a.genus inferior medialis*).

Svi ovi putevi daju perforatorne grane koje se pružaju put napred, probijaju fasciju i formiraju mrežu anastomoza koja ishranjuje kožu i potkožno tkivo, i naziva se subdermalni pleksus (14). Jedan od takvih puteva predstavlja anastomozu gornjeg i donjeg arterijskog prstena kolena, a formira ga površna grana silazne arterije kolena (*r. superficialis a. genus descendens*) koja prati veliku potkožnu venu (*v. saphena magna*). Od gornje unutrašnje arterije kolena (*a. geniculata superior medialis*) odvaja se perforantna grana koja probija površnu fasciju ispred medijalnog epikondila femura i odlazi prema pateli, gde se anastomozira sa granom donje unutrašnje arterije kolena. Donje unutrašnja arterija kolena, unutar od patelarnog ligamenta daje perforantnu granu koja probija površnu fasciju i penje se do patele gde zajedno sa granom gornje unutrašnje arterije kolena i površnom granom silazne arterije kolena gradi unutrašnji deo čašične arterijske mreže (peripatelarna arterijska mreža). U spoljašnjem delu prednje strane zgloba kolena postoje dva arterijska perforatora koji se međusobno anastomoziraju. Perforantna grana gornje spoljašnje arterije kolena nastaje ispred i nešto iznad spoljašnjeg epikondila i pruža se prema bazi patele, dok perforantna grana prednje povratne tibijalne arterije prati spoljašnju ivicu patelarnog ligamenta, a potom spoljašnju ivicu patele. Direktno iz zatkolene arterije nastaju dve perforantne arterije koje vaskularizuju kožu zatkolene jame i potkolenice. Patelarna regija, regija ligamenta patele i tuberozitasa tibije nemaju mišićni prekrivač i one su zavisne od subdermalnog pleksusa, te opsežne hirurške disekcije prilikom operativnih zahvata u ovoj regiji mogu dovesti do vaskularne insuficijencije i nastanka komplikacija.

1.2.1.6 INERVACIJA PREDNJE STRANE KOLENA

Prednja loža natkolenice i kolena su inervisani od strane femoralnog nerva i njegovih završnih grana. Femoralni nerv predstavlja najveću granu slabinskog živčanog spleta (*plexus lumbalis*), nastaje spajanjem korenova L1-L4. Po nastanku silazi niz bedrenski mišić (*m. iliacus*), potom prolazi ispod preponske veze (*lig. inguinale*), nakon čega daje svoje tri završne grane koje inervišu regiju koja je od interesa za naše istraživanje.

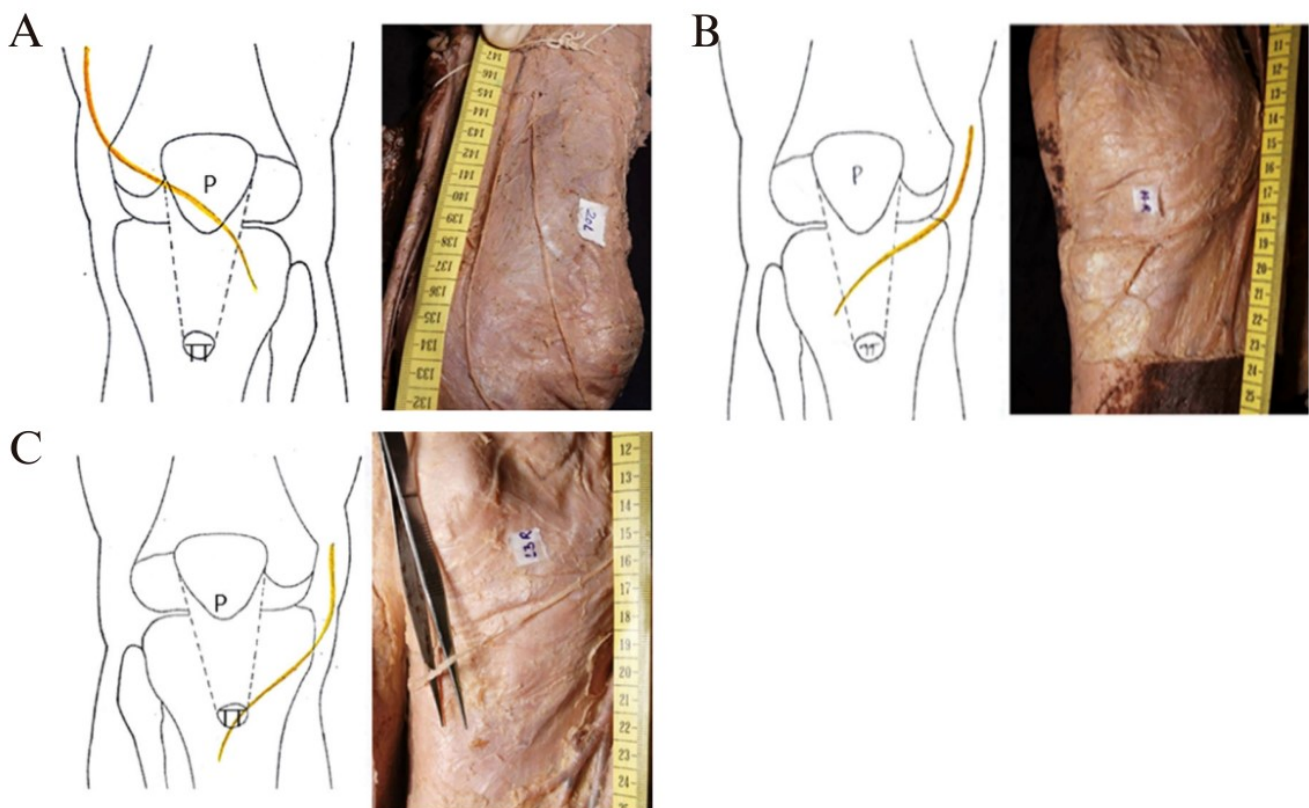
Mišićne grane femoralnog nerva (*rr. musculares n. femoralis*) daju motornu inervaciju za mišićnu grupu prednje lože i delimično unutrašnje lože natkolenice. Najvoluminoznija je grana za kvadriceps femoris, s tim što se od nje odvajaju i manje grane za zglob kuka i kolena, kao i grana za *m. articularis genus*. Ostale završne grane femoralnog nerva su grane za *m. sartorius*, *m. pectineus*, *m. adductor longus* i grane za bedrenoslabinjski mišić (*m. iliopsoas*).

Senzitivna inervacija kože prednje strane natkolenice se vrši preko prednjih kožnih grana femoralnog nerva (*rr. cutanei anteriores n. femoralis*). One su od značaja za istraživanje koje prikazujemo, obzirom da bolne senzacije koje se dešavaju u regiji prednje strane proksimalnog segmenta kolena nastaju posredstvom ovih grana. Broj prednjih kožnih grana varira od tri do četiri, pri čemu se posebno izdvaja pomoćni nerv unutrašnjeg nerva noge (*n. saphenous accessories*), koji se deli na dve završne grane – površnu koja prati *v. saphena magna* i pruža se do unutrašnje strane kolena, i duboku granu koja ulazi u Hanterov kanal (*canalis adductorius- Hunteri*) i probijajući fasciju daje završne grane na unutrašnjoj strani kolena.

Najduža senzitivna grana femoralnog nerva je unutrašnji kožni živac noge (*n. saphenous*) koji inerviše kožu predela patele, patelarnog ligamenta, unutrašnju stranu potkolenice, skočnog zgloba i stopala. Nakon odvajanja, spušta se put distalno, probija prednji zid Hanterovog kanala zajedno sa *a. genus descendens*, ide iza pripoja *m. sartorius* i prati *v. saphena magna* do medijalnog maleolusa tibije gde daje završne grane. Na svom putu, u nivou kolena, obično daje dve grane koje sa prednje strane prelaze patelarni ligament formirajući infrapatelarni pleksus. Obe grane su lokalizovane neposredno

subkutano, čime su izložene povredama. Jedan od čestih uzroka povrede nerva su longitudinalne hirurške incizije neophodne za uzimanje graftova za rekonstruktivnu hirurgiju prednjeg ukrštenog ligamenta. Najčešće se ove tegobe javljaju prilikom uzimanja koštano-ligamentarno-koštanog grafta, ali se mogu javiti i posle incizija za uzimanje tetiva hamstringsa, a izuzetno retko kod incizija za uzimanje grafta tetive kvadricepsa. Izuzetno retko, mada u literaturi je opisana i pojava neuroloških deficita prilikom artroskopskih intervencija u smislu hirurgije meniskusa ili hrskavice (15).

Da li će se senzorni ispadi u zoni inervacije n. saphenus javiti i u kojoj meri, nakon rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta, ne zavisi samo od pozicije incizije korišćene za uzimanje grafta, nego i od anatomskih varijacija koju ova završna grana daje. Identični razlozi će biti odgovorni i za obim neurološkog deficita, koji može varirati od parestezija, preko bola do deficita propriocepcije (16). Varijacije postoje od pravca pružanja grane u odnosu na m. sartorius, tako da su opisani varijeteti gornje, donje ili penetrantne infrapatelarne grane, a izuzetno retko i grane koja prolazi *pes anserinus*¹ (17). Posmatrajući anatomske varijetete infrapatelarne grane, studije su pokazale da u najvećem broju slučajeva postoji samo jedna infrapatelarna grana, bilo superiorna ili inferiorna, dok se u retkim slučajevima opisuje postojanje dve grane, superiorne i inferiorne, uz predominaciju jedne grane (16). U slučaju postojanja samo jedne grane, njen dalji pravac pružanja pokazuje tri varijeteta: preko same patele, u prostoru između vrha patele i tuberozitasa tibije ili pak u nivou samog tibijalnog tuberozitasa (Slika 15) (17).

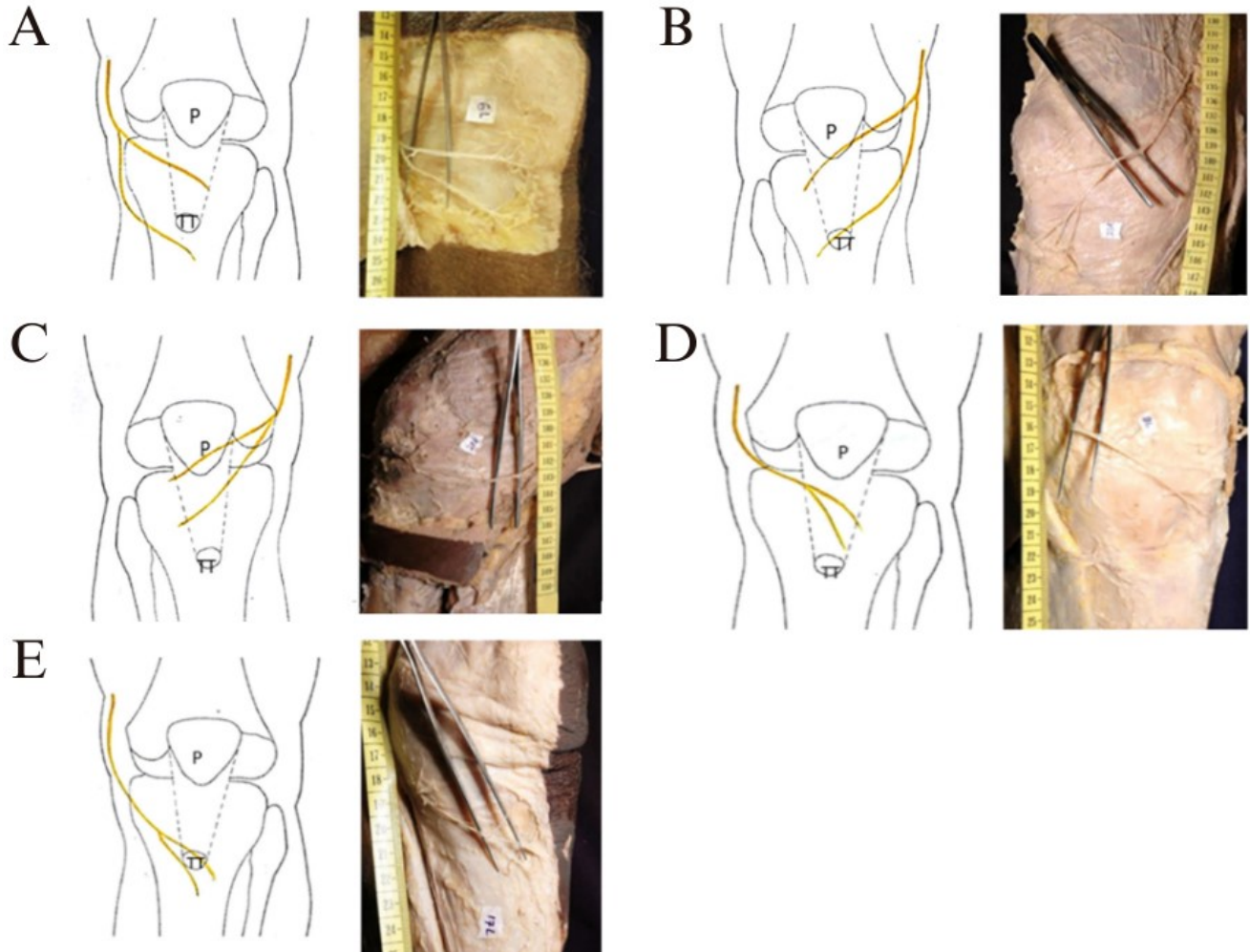


Slika 15. Anatomske varijetete u slučaju postojanja jedne završne grane r. infrapatelaris n. sapheni. P – patela; TT – tibijalni tuberozitas. (A) Završetak u nivou patele. (B) Završetak između patele i tibijalnog tuberozitasa. (C) Završetak u nivou tibijalnog tuberozitasa.

(Preuzeto iz: Kalthur SG, Sumalatha S, Nair N, Pandey AK, Sequeria S, Shobha L. Anatomic study of infrapatellar branch of saphenous nerve in male cadavers. Ir J Med Sci. 2015 Mar;184(1):201-6.)

¹ Pes anserinus (gušćije stopalo)= zajednički tetivni pripoj m.sartorius, m.semitendinosus i m.gracilis

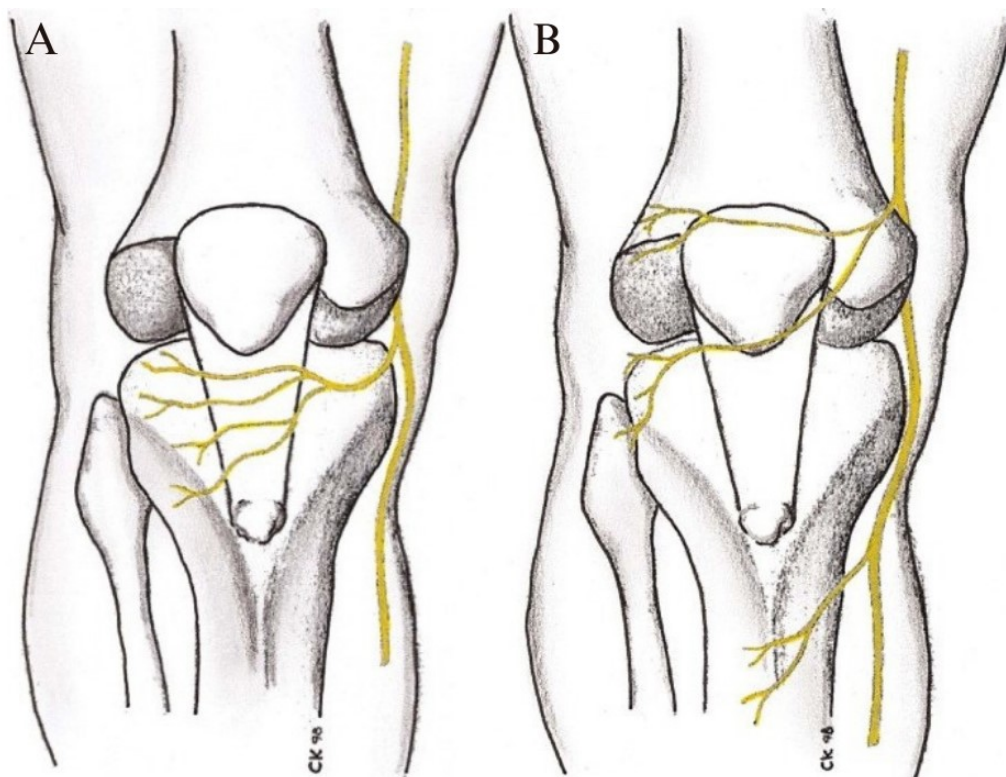
U ređim situacijama, kada su verifikovane dve završne grane, njihov pravac pružanja daje značajno komplikovanije varijetete. Tako je u anatomskim studijama pokazano postojanje varijacije superiorne grane u nivou između vrha patele i tibijalnog tuberozitasa, dok je inferiorna grana lokalizovana ispod tibijalnog tuberozitasa (Slika 16A). Naredna varijacija se karakteriše postojanjem distribucije superiorne grane u nivou vrha patele, dok je inferiorna grana u nivou tuberozitasa tibije (Slika 16B). Treći varijetet se karakteriše lokalizacijom superiorne grane u nivou vrha patele, a distalne u prostoru između vrha patele i tibijalnog tuberozitasa (Slika 16C). Kod četvrtog varijeteta, obe završne grane su lokalizovane u nivou patelarnog ligamenta (Slika 16D), a peti varijetet karakteriše prilično distalnu distribuciju obe grane u nivou tibijalnog tuberozitasa (Slika 16E.) (17).



Slika 16. Anatomske varijetete u slučaju postojanja dve završne grane r. infrapatellaris n. sapheni. P – patela; TT – tibijalni tuberozitas.

(Preuzeto iz: Kalthur SG, Sumalatha S, Nair N, Pandey AK, Sequeria S, Shobha L. Anatomic study of infrapatellar branch of saphenous nerve in male cadavers. *Ir J Med Sci.* 2015 Mar;184(1):201-6.)

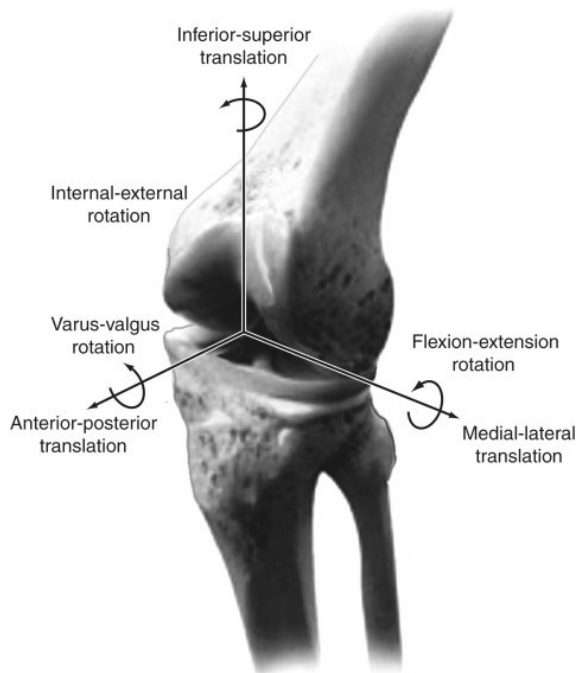
Dalja distribucija grananja ramusa može imati različite varijacije. Najčešće se opisuje varijabilno granjanje, dok određene studije opisuju pravilno grananje u prostori između vrha patele i tuberozitasa tibije ili ređe u nivou samog vrha patele ili tuberozitasa (slika 17) (16,17).



Slika 17. Najčešći način grananja završnih grana r. infrapatellaris n. sapheni. **(A)** Završno grananje između patele i tibijalnog tuberozitasa. **(B)** Završno grananje u nivou patele i tibijalnog tuberozitasa. (Preuzeto iz: Kartus J, Ejerhed L, Eriksson BI, Karlsson J. The localization of the infrapatellar nerves in the anterior knee region with special emphasis on central third patellar tendon harvest: a dissection study on cadaver and amputated specimens. *Arthroscopy*. 1999 Sep;15(6):577-86.)

1.3 BIOMEHANIKA ZGLOBA KOLENA

Zglob kolena ima najveći obim pokreta, u odnosu na ostale zglobove donjeg ekstremiteta. Njegova pokretljivost je od ključnog značaja u svakodnevnim fizičkim aktivnostima koje podrazumevaju posturalni stav i kretanje. Literatura ga prepoznaje kao zglob po tipu šarke, uprkos pokretima u sve tri ravni koje se odvijaju unutar zgloba. Pokreti koji se izvode u sagitalnoj ravni su fleksija i ekstenzija, kao i prednja i zadnja translacija. U frontalnoj ravni se odigravaju pokreti addukcije i abdukcije, kao i medijalne i lateralne translacije. Posmatrano kroz transverzalnu ravan, koleno vrši pokrete unutrašnje i spoljašnje rotacije, kao i distrakciju i kompresiju (Slika 18).



Slika 18. Pokreti zgloba kolena i ravni unutar kojih se oni vrše. (Preuzeto iz: Affatato S. Biomechanics of the knee. In: Surgical Techniques in Total Knee Arthroplasty and Alternative Procedures [Internet]. Elsevier; 2015 (cited 2023 Oct 2). p. 17–35.)

Složena struktura zgloba omogućava obim pokreta od 0° ekstenzije do $130\text{--}140^\circ$ aktivne fleksije, uz postojanje pasivne rezerve i do 150° fleksije. Prilikom ekstenzije zgloba dolazi do zatezanja kolateralnih ligamenata i veza zadnje kapsule što onemogućava rotaciju na nivou kolena. Nakon postizanja krajnje amplitude ekstenzije, dolazi do spoljašnje rotacije tibije od strane prednjeg ukrštenog ligamenta i tzv. “zaključavanja” kolena, čime se povećava njegova stabilnost i čvrstina. Prelaskom iz ekstenzije u fleksiju, dolazi do opuštanja, dominantno kolateralnih, ali i ukrštenih ligamenata, čime se omogućavaju pokreti unutrašnje rotacije (amplituda $5\text{--}10^\circ$) i spoljašnje rotacije (amplituda $20\text{--}30^\circ$).

Prednji ukršteni ligament ima ključnu ulogu u stabilnosti zgloba kolena. Primarno stabilizuje koleno u anteroposteriornom pravcu, ograničavajući prednju translaciju tibije, u odnosu na femur. Pored anteroposteriorne stabilnosti, ima značajnu ulogu kao sekundarni rotatorni stabilizator, ograničavajući unutrašnju rotaciju tibije. Prednji ukršteni ligament se odupire i spoljašnjoj rotaciji tibije i varus i valgus stresu, ali u značajno manjoj meri od ostalih struktura kolena. Karakteristike i funkcija anteromedijalnog i posterolateralnog snopa prednjeg ukrštenog ligamenta su objašnjeni u segmentu o njenoj anatomiji.

1.4 POVREDE PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA

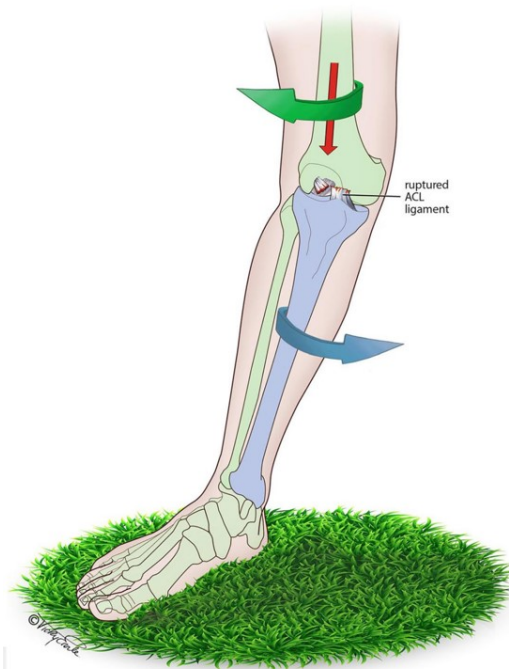
Epidemiološki posmatrano, povreda prednjeg ukrštenog ligamenta predstavlja najčešću povredu kolena, naročito u sportski aktivnoj, mlađoj populaciji. Trenutna incidence je 400 osoba na 100.000 stanovnika godišnje sa trendom porasta (18). Tokom vremena, epidemiološka istraživanja su se bavila identifikacijom faktora rizika za nastanak ovog tipa povrede, gde su u najvećoj meri istraživani uticaj pola, starosne dobi, vremena kada povrede nastaju i tipa sportske aktivnosti, deleći ih na kontaktne i beskontaktne povrede.

1.4.1 MEHANIZAM POVREDE PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA

Uzumanjem preciznih anamnestičkih podataka ili uvidom u video materijal momenta povrede, koji je kod aktivnih sportista relativno često dostupan, može se sa sigurnošću zaključiti da postoje dva mehanizma povređivanja prednjeg ukrštenog ligamenta kod aktivnih sportista. Najčešći mehanizam povređivanja se definiše kao beskontaktni mehanizam i prema literaturi predstavlja uzrok povređivanja kod 70% povređenih u kohorti aktivnih sportista (19,20). Ovaj mehanizam povređivanja se karakteriše povredom prednjeg ukrštenog ligamenta bez kontakta sa drugom osobom, kada osoba sama generiše momente sila u zglobu kolena koji dovode do prekomernog opterećenja prednjeg ukrštenog ligamenta i njegove lezije.

Najčešći tip beskontaktnog mehanizma povređivanja podrazumeva naglo zaustavljanje, promenu smera kretanja ili rotacije, sa stopalom fiksiranim za podlogu. Tada dolazi do nagle deceleracije tela i prekida započete dinamike kretanja tela (Slika 19). Detaljnom analizom video materijala samog momenta povrede, dokazano je da beskontaktno poveđivanje nastaje sa kolenom u poziciji gotovo pune ekstenzije tokom manevra brzog zaustavljanja ili doskoka, što dovodi do značajnog naprezanja vlakana prednjeg ukrštenog ligamenta uz dejstvo maksimalne ekscentrične mišićne sile (19).

Drugi mehanizam povređivanja je kontaktni mehanizam koji podrazumeva direktan kontakt povređenog sa drugom osobom, što nužno ne mora da znači da je došlo do kontakta druge osobe i povređenog ekstremiteta, a najčešće podrazumeva kontakt druge osobe sa delovima tela koji ne uključuju donji ekstremitet u momentu povrede (20). Kontaktni mehanizam povrede se javljaju kod oko 30% povređenih i dovodi do ruptуре prednje ukrštene veze usled valgusnog kolapsa kolena u semifleksiji i spoljašnjoj ili unutrašnjoj rotaciji potkolenice.



Slika 19. Mehanizam beskontakne povrede prednjeg ukrštenog ligamenta. (Preuzeto iz: Tampere T, D’Hooghe P. The ankle syndesmosis pivot shift “Are we reviving the ACL story?” *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2021 Nov;29(11):3508–11.)

1.4.2 DIJAGNOZA POVREDA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA

Za postavljanje dijagnoze povrede prednjeg ukrštenog ligamenta, neophodno je ispoštovati dva osnovna principa ortopedске propedeutike koji podrazumevaju detaljno uzetu anamnezu i temeljan klinički pregled. Dopunska dijagnostika, u smislu specifičnih radioloških metoda, služi za potvrdu ili odbacivanje dijagnoze. U daljem tekstu biće detaljno razmotrene, kako specifičnosti anamneze i kliničkog pregleda, tako i dopunske dijagnostičke metode koje vode do postavljanja definitivne dijagnoze.

1.4.2.1 ANAMNEZA POVREDE

Dobijanje pouzdanih anamnestičkih podataka predstavlja jedan od prvih koraka u postavljanju dijagnoze. Oni moraju biti detaljni u pogledu vremena nastanka povrede, inicijalne simptomatologije i njene dalje evolucije. Posebna pažnja se usmerava na detaljan opis samog mehanizma povređivanja, faktorima koji su prethodili povredi, neposrednom trenutku njenog nastanka i tegobama koje su se posledično razvile. Anamneza se dopunjuje podacima o daljem razvoju simptoma, primenjenoj terapiji i eventualnom dotadašnjem lečenju. Anamnestički podaci se mogu značajno razlikovati u kontekstu akutne, subakutne ili hronične povrede.

Posmatrano sa aspekta akutne povrede, pored precizno opisanog mehanizma povređivanja, važan je podatak o postojanju kontakta sa drugom osobom ili beskontaktni mehanizam u trenutku povređivanja. Bez obzira na mehanizam, pacijenti često iznose osećaj čujnog fenomena, koji opisuju rečima „kao da je

nešto puklo u kolenu“ ili „kao da se nešto pocepalo u kolenu“. Navedeni čujni fenomen nastaje usled udarca kondila femura o plato tibije, kao posledica ruptуре prednjeg ukrštenog ligamenta i literatura ga prepoznaje kao „pop fenomen“. Subluksacija i repozicije kolena koje u tom trenutku nastanu su odgovorni za postojanje specifičnog, indirektnog radiografskog znaka i karakterističnog nalaza nuklearne magnetne rezonance, o čemu će biti više reči u delu radiološke dijagnostike. Sledeći značajan anamnestički podatak je intenzivan bol u momentu povrede, praćen promptnim razvojem izraženog otoka, što kod najvećeg broja pacijenta dovodi do prekida započete fizičke aktivnosti. Usled nastalih tegoba, dolazi do razvoja antalgicne kontrakture zgloba, koja ograničava samostalan hod, te pacijenti često dolaze hodajući pomoću pomagala. Razvijenu kontrakturu pacijenti često nazivaju „blokada kolena“ i ona može biti trenutna, trajati nekoliko dana ili trajna, ukoliko postoji udružena patologija meniskusa koja dovodi do mehaničke blokade zgloba, koja se onda mora hirurški zbrinuti u što kraćem vremenskom periodu.

Često se dešava da se pacijenti prvi put jave na pregled nekoliko nedelja, meseci a neretko i godina od momenta povređivanja. Kod takvih pacijenata, anamnestičke tegobe će se značajno razlikovati. Specifičnost anamneze hroničnih povreda je u vremenu proteklom od momenta povređivanja do samog pregleda, kao i tegobama prilikom svakodnevnih fizičkih aktivnosti. Glavna tegoba u takvim slučajevima je osećaj nestabilnosti, koji pacijenti opisuju kao vrlo neprijatan momenat kada imaju utisak da im potkolenica „iskoči i vrati se“, što je često praćeno posledičnim otokom koji traje nekoliko dana i spontano se povuče do naredne epizode nestabilnosti. Ovakva hronična nestabilnost zgloba u dužem periodu može dovesti do naknadnih povreda drugih struktura kolena, inicijalno meniskusa, a potom i hrskavice.

Određeni broj pacijenata ne doživljava tegobe prilikom svakodnevnih aktivnosti, ali izlaganje sportskim aktivnostima, posebno onim koje zahtevaju nagle i brze promene pravca, dovodi do obnavljanja povrede sa pomenutim jako neprijatnim tegobama i pratećim efektima takve povrede. U takvim situacijama, pacijenti opisuju mehanizam povrede koji može biti sličan inicijalnom, ali uz dejstvo sila značajno nižeg intenziteta i posledičnim tegobama koje su dosta manjeg intenziteta i brže se razrešavaju u odnosu na prethodne. U situacijama obnovljenih povreda, kako se u literaturi definišu, posebna pažnja se posvećuje dopunskim dijagnostičkim metodama, kako bi se utvrdilo eventualno postojanje udruženih povreda meniskusa ili artikularne hrskavice.

Prikupljene anamnestičke podatke je neophodno detaljno opisati, a potom korelirati sa kliničkim nalazom u momentu pregleda. Po postavljanju kliničke sumnje na povredu prednjeg ukrštenog ligamenta, indikovane su dopunske dijagnostičke procedure kojim će se dijagnoza i potvrditi, te doneti odluka o daljem modalitetu lečenja.

1.4.2.2 KLINIČKI NALAZ

Nakon detaljno notiranih anamnestičkih podataka, pristupa se kliničkom pregledu koji se sastoji od inspekcije i palpacije povređenog ekstremiteta. Poseban deo ortopedске propedeutike podrazumeva merenje obima pokreta ekstremiteta i izvođenje specifičnih testova za procenu ligamentranih struktura. Prilikom izvođenja pregleda, neophodno je osloboditi oba ekstremiteta u celosti, kako bi se procenio integritet kože i verifikovale sve potencijalne promene. Zglobovi kolena se pregledaju uporedo, uz međusobno poređenje nalaza. Klinički nalaz povređenog pacijenta može značajno varirati, zavisno da li se radi o akutnoj, subakutnoj ili hroničnoj povredi. Kao poseban entitet se moraju izdvojiti obnovljene povrede, zbog specifičnosti nalaza koje sa sobom nose.

Akutne povrede se veoma često prezentuju dramatičnim kliničkim nalazom, koji se karakteriše masivnim otokom kolena, izraženim intraartikularnim izlivom i ograničenom funkcijom zgloba, koja se manifestuje od diskretnog do značajnog ograničenja obima pokreta. Izostanak izliva ne isključuje povredu prednjeg ukrštenog ligamenta, već može ukazivati na najteže povrede kod kojih postoji lezija zglobne kapsule. Pacijenti često dolaze sa upadljivim, antalgicnim hodom i zavisni od upotrebe pomagala, ograničenog oslonca ili potpune nemogućnosti oslonca na povređenu nogu. U ovoj fazi najčešće nije moguće uraditi bilo koji od specifičnih testova kojim se procenjuje integritet prednjeg ukrštenog ligamenta. Iskustvo pokazuje da na njihovom izvođenju ne treba ni insistirati, obzirom da provociraju bol kod pacijenata, a dobijeni rezultat može biti izmenjen antalgicnom kontrakcijom miškulature.

U subakutnoj fazi povrede, inspekcijски se često može utvrditi postojanje otoka, značajno manjeg u odnosu na akutnu povredu, sa manjim izlivom ili bez intraartikularnog izliva. Funkcija kolena je značajno bolja, pacijenti su sposobni za samostalni hod bez pomagala, koji može pratiti poremećena šema hoda, usled poštode povređenog ekstremiteta. Obim pokreta je značajno bolji, može biti bez ikakvog ograničenja ili limitiran pri krajnjim amplitudama. U ovoj fazi povrede, moguće je uraditi celokupni klinički pregled sa svim specifičnim testovima kojim se procenjuje stabilnost zgloba.

Hronična povreda nosi sa sobom značajan oporavak zgloba u smislu potpunog povlačenja otoka i izliva, sa sposobnošću pune amplitude pokreta i gotovo uvek određenim stepenom hipotrofije natkolene miškulature, koja nastaje kao posledica inaktiviteta ekstremiteta. Pacijenti su sposobni za hod bez ikakvih pomagala, sa punim osloncem na povređenu nogu. Izvođenjem specifičnih testova se kod najvećeg broja pacijenata može stepenovati nestabilnost zgloba, kako anteroposteriorna, tako i rotatorna.

Obnovljene povrede nastaju na terenu već ranije povrede prednjeg ukrštenog ligamenta, koja je dijagnostikovana ili ne, ali lečena neoperativnim putem. Anamnestički se dobija podatak o učestalom, neprijatnom osećaju nestabilnosti koji prethodni obnovljenoj povredi. Klinički nalaz odgovara akutnoj povredi, sa značajno blažnom kliničkom slikom. Često se verifikuje manji ili umereni otok i manji izliv u zglobu koji se brže povlači u odnosu na akutnu povredu. Pacijenti nisu zavisni od pomagala, ali mogu doći sa antalgicno izmenjenom šemom hoda. Obim pokreta može biti redukovan pri krajnjim amplitudama i može biti praćen bolom. Usled ponavljanih trauma, na terenu hronične nestabilnosti kolena, može doći do udružene lezije intraartikularnih struktura, pre svega meniskusa, a potom i hrskavice. Neophodno je posebnu pažnju posvetiti testiranju ovih struktura, pošto postojanje ovakvih lezija može značajno uticati na klinički nalaz i doprineti njegovoj polimorfности.

Specifičan deo ortopedskog pregleda podrazumeva izvođenje testova kojim se ispituje funkcionalnost ligamentarnih struktura. Kao što je prethodno navedeno, u akutnoj fazi ne treba insistirati na njihovom izvođenju, dok su u ostalim fazama oni od krucijalnog značaja za postavljanje dijagnoze. Bez obzira na anamnestičke podatke koji mogu uputiti na povredu određenog ligamenta, imperativ je uraditi sve testove i proceniti stanje svih ligamentarnih struktura, obzirom da povrede mogu dovesti do multiligamentarne lezije. Uzimajući u obzir tematiku ovog rada, u daljem toku će biti opisani samo specifični testovi koji procenjuju integritet prednjeg ukrštenog ligamenta kolena.

1.4.2.3 KLINIČKI TESTOVI ZA PROCENU POVREDE PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA

U svakodnevnoj ortopedskoj praksi se koriste tri široko prihvaćena testa koji procenjuju eventualnu nestabilnost kolena nastalu kao posledica povrede prednjeg ukrštenog ligamenta – Lachman test, pivot-shift test i test prednje fioke. Ranije je najčešće korišćen test u kliničkoj praksi bio test prednje fioke, mada se vremenom pokazalo da ovaj test nije dovoljno osetljiv za dijagnostikovanje akutne povrede, dok je u dijagnostici hroničnih povreda značajno senzitivniji. Za razliku od testa prednje fioke, Lachman test je najprecizniji i najpouzdaniji metod u kliničkoj proceni povreda prednjeg ukrštenog ligamenta, dok se za pivot-shift test smatra da je najspecifičniji, ali i najmanje osetljiv od prethodno pomenutih testova.

1.4.2.3.1 LACHMAN TEST

Najznačajniji test za dokazivanje povrede i insuficijencije prednjeg ukrštenog ligamenta je Lachman test. Koristi se za evaluaciju prednje translacije tibije u odnosu na femur. Lachman test je najsenzitivniji klinički test i generalno superioran u odnosu na test prednje fioke i pivot shift test.

Istorijski posmatrano, radi se o najstarijem testu koji procenjuje nestabilnost kolena, a prvi put je opisan mnogo ranije nego što ga je Lachman uveo kao standard u proceni nestabilnosti kolena. Test je opisan još davne 1875. godine od strane grčkog doktora *Georgios K. Noulis*, koji je prvo dao ideju za kliničku procenu povrede ovog ligamenta. Opisao je, na vrlo jednostavan način, tehniku izvođenja testa gde se jednom rukom stabilizuje distalni deo natkolenice, a drugom rukom se obuhvati proksimalna potkolenica sa palcem pozicioniranim na prednju stranu tibije, a ostatkom prstiju pozadi. Kada postoji lezija prednjeg ukrštenog ligamenta u maloj fleksiji primećuje se kretanje potkolenice unapred, a kada postoji lezija zadnjeg ukrštenog ligamenta primetio je da se potkolenica kreće unazad. Kasnije se tek shvatilo da je test koji je Noulis opisao zapravo sadašnji Lachman test (21).

Kvalitativan i kvantitativan opis testa obično se izražava u odnosu na kontralateralni, nepovređeni ekstremitet. Test se izvodi u ležećoj poziciji pacijenta, sa fleksijom ispitivanog kolena od 30°. Položaj kolena u kom se izvodi test odgovara refleksnom, antalgичnom položaju, što ga čini primenjivim i u akutnoj fazi povrede kolena, ukoliko je test moguće izvesti usled specifičnog kliničkog nalaza. Potkolenica mora biti u neutralnom položaju rotacije, kako bi se isključio uticaj sekundarnih stabilizatora kolena. Pre započinjanja manevra je neophodno proveriti da se tibija ne nalazi u zadnjoj subluksaciji, što može da prouzrokuje lažno pozitivan nalaz i pogrešnu dijagnozu rupture prednjeg ukrštenog ligamenta, iako se radi o leziji zadnjeg ukrštenog ligamenta. Kada se test izvodi na levom kolenu, desnom rukom se fiksira natkolenica, a levom rukom se obuhvati proksimalna potkolenica i povlači put napred. Ukoliko se test izvodi na desnom kolenu, raspored ruku je suprotan (Slika 20). Prilikom izvođenja testa, može se verifikovati naglo zaustavljanje potkolenice, sa vrlo jasnom tačkom i minimalnom translacijom tibije do par milimetara, što nam ukazuje na negativan Lachman test.

Test je pozitivan kod postojanja produžene translacije tibije, duže od 2mm u odnosu na kontralateralno, nepovređeno koleno (22). Gradiranje prednje nestabilnosti kolena uzrokovane lezijom prednjeg ukrštenog ligamenta se opisuje u rasponu od 3 stepena, koji koreliraju blagom, umerenom ili teškom nestabilnošću kolena. Blaga nestabilnost kolena – stepen 1 se definiše prednjom translacijom tibije od 0-5mm, umerena – stepen 2 nestabilnost daje translaciju od 6-10mm, a teška nestabilnost – stepen 3 predstavlja translaciju od 11 do 15mm u odnosu na kontralateralno koleno bez ligamentarne

lezije. U slučajevima teških nestabilnosti, neophodna je klinička procena i medijalne kolateralne nestabilnosti i lezije meniskusa zbog čestih udruženih povreda (22).

U pojedinim situacijama prilikom testiranja možemo dobiti negativan nalaz Lachman testa uprkos jasnoj anamnezi mehanizma povrede i nalazu MR koja ukazuje na rupturu prednjeg ukrštenog ligamenta. Takav nalaz je posledica udružene povrede meniskusa po tipu luksiranog *bucket-handle* rascepa, koji se dislocira u interkondilarnu jamu i ispred kondila femura i na taj način predstavlja biomehaničku prepreku za prednju subluksaciju tibije. Još jedna situacija koja može dovesti do lažno negativnog testa se viđa kod rupturu prednjeg ukrštenog ligamenta na femoralnom pripoju. Nakon izvesnog vremena od povrede, dolazi do srastanja lediranog ligamenta za zadnji ukršteni ligament, što rezultira produženim Lachman testom u odnosu na kontralateralno koleno, dok će tačka zaustavljanja biti blaža, čime se celokupan klinički označava kao meka tačka zaustavljanja – “*soft end point*”. Patognomoničan znak za rupturu prednjeg ukrštenog ligamenta je pozitivan nalaz Lachman testa, dobijen nakon uvođenja pacijenta u anesteziju, obzirom da se tada isključuje dejstvo mišića kao sekundarnih stabilizatora.

Tehnički pravilno izveden i interpretiran Lachman test predstavlja najbolji klinički test za procenu integriteta prednjeg ukrštenog ligamenta, sa dokazanom senzitivnošću od 87% i specifičnošću od 93% (23).



Slika 20. Lachman test

1.4.2.3.2 TEST PREDNJE FIOKE

Tradicionalna ortopedska propedeutika podrazumeva test prednje fioke kao test anteroposteriorne stabilnosti. Poreklo testa nije dovoljno jasno, ali je sem istorijskog, u velikoj meri izgubio značaj kao dijagnostički test u svakodnevnom kliničkom radu, obzirom na značajno nisku senzitivnost – 49% i specifičnost testa – 58%, naročito u akutnoj fazi povrede (24). U osnovi postoje tri razloga za ovako lošu senzitivnost i specifičnost testa. Prvi razlog se ogleda u nemogućnosti postizanja adekvatne fleksije kolena za izvođenje testa, uzrokovano postojanjem hemartrosa ili sinovitisa. Drugi razlog su bol i antalglična kontraktura mišićnih struktura, čije su vektorske sile suprotne prednjoj translaciji tibije. Treći razlog se ogleda u postojanju udruženih povreda, pre svega *bucket handle* rascepa zadnjeg roga medijalnog meniskusa i njegove luksacije, koja sprečava prednju translaciju tibije (25).

U kliničkom radu, test se izvodi sa pozicijom pacijenta u položaju na leđima i kolenom flektiranim pod uglom od 90°. Stopalo je u neutralnoj rotaciji, fiksirano za podlogu tako što ispitivač sedne svojim telom. Proksimalna potkolenica se obuhvata sa obe ruke sa zadnje strane, a palčevi su pozicionirani na tibijalnom tuberozitasu. Povlačenje proksimalne tibije unapred sa obe ruke dovodi do prednje translacije tibije u odnosu na distalni femur (Slika 21). Test se gradi u odnosu na dužinu prednje translacije tibije u tri stepena. Step 1 karakteriše tibijalna translacija u dužini do 5mm, stepen 2 podrazumeva translaciju od 5-10mm, a stepen 3 preko 10mm, u odnosu na kontralateralno, nepovređeno koleno (26).

U pojedinim situacijama se test može proglašiti i lažno pozitivnim, ukoliko postoji povreda drugih ligamentarnih struktura kolena. Takva situacija se može očekivati kod izolovane povrede zadnjeg ukrštenog ligamenta, kada prednja translacija tibije kreće iz pozicije zadnje sublukacije put napred i zaustavlja se u neutralnoj poziciji. Iz tih razloga, pre nego što se test proglasi pozitivnim neophodno je pregled dopuniti i drugim testovima kako za leziju prednjeg, tako i zadnjeg ukrštenog ligamenta.

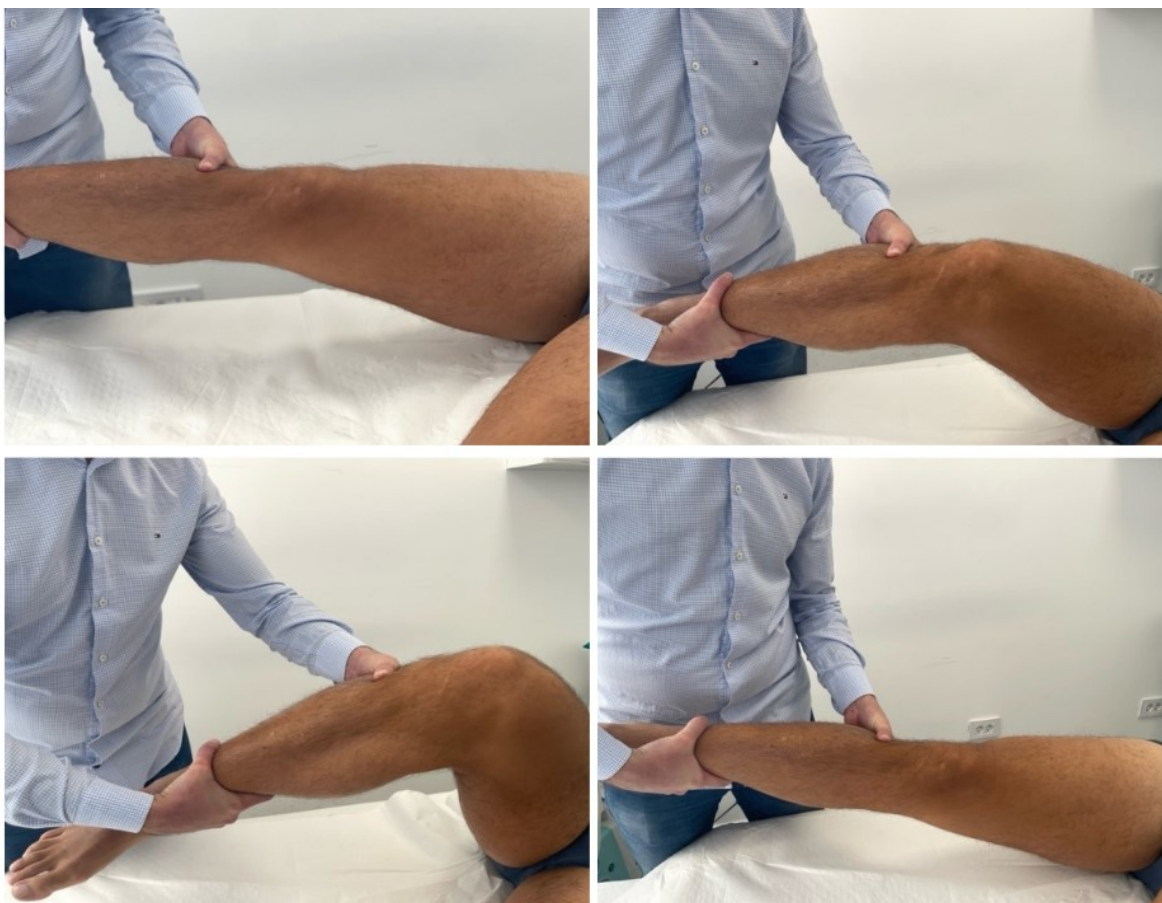


Slika 21. Test prednje fioke

1.4.2.3.3 PIVOT SHIFT TEST

Klinički najspecifičniji test za procenu poremećaja kinetike kolena kod povrede prednjeg ukrštenog ligamenta je pivot-shift test, kojim zapravo procenjujemo stepen rotatorne nestabilnosti kolena. Pivot shift predstavlja subluksaciono–redukциони fenomen, prvi put opisan od strane *McIntosha* 1973. godine (27). U osnovi testa se nalazi perzistentna subluksacija lateralnog platoa tibije tokom ekstenzije kolena i valgusa potkolenice. Prelaskom kolena iz pune ekstenzije, na oko 30-40° fleksije, iliotibijalni trakt menja svoju funkciju i od ekstenzora kolena postaje fleksor, povećava tenziju i dovodi do redukcije subluksiranog lateralnog platoa tibije. Sama redukcija je praćena čujnim i vidljivim preskokom koji označava pozitivan rezultat testa (Slika 22). Značajno je napomenuti da celokupni položaj donjeg ekstremiteta može uticati na rezultat testa, tako da se test izvodi sa pozicijom kuka u addukciji i kolena u unutrašnjoj rotaciji. Ovakva pozicija kuka i kolena dovodi do ekscesnog zatezanja iliotibijalnog trakta, što rezultira brzom redukcijom subluksiranog tibijalnog platoa. Tradicionalno se opisuju tri stepena pozitivnog pivot shift testa, gradirana po obimu preskoka u momentu repozicije subluksiranog lateralnog platoa, kao klizanje (*glide*), preskok (*clunc*) i grub preskok (*gross clunk*).

Jednom pozitivno izvedeni test postaje izuzetno neprijatan za pacijente, stoga prilikom ponovnih pokušaja izvođenja testa, usled nelagodnosti pacijena, dolazi do kontrakcije natkolene muskulature, čime se onemogućava adekvatno ponovno izvođenje. Senzitivnost pivot shift testa je relativno mala u akutnoj fazi povrede, kada ga je gotovo nemoguće izvesti, i iznosi 32%, dok u hroničnoj fazi povrede iznosi 40%, dok je specifičnost ovog testa izuzetno visoka i iznosi 97%, što ga čini najspecifičnijim testom za leziju prednjeg ukrštenog ligamenta (23,24).



Slika 22. Pivot shift test

1.4.2.3.4 KT-1000 KAO TEST ZA VALIDACIJU LACHMAN TESTA

KT-1000 artrometar (MEDmetric Corp, San Diego, California) je široko prihvaćen instrument koji se koristi za objektivizaciju prednje tibijalne translacije u odnosu na femur, pri fleksiji kolena od 20-30° (28). Metodu je razvio *Dale Daniel*, MD, u San Dijegu, 1980-ih, kako bi pružio objektivizaciju kliničkoj dijagnozi rupture prednjeg ukrštenog ligamenta, ali i omogućio objektivno praćenje rezultata rekonstruktivne hirurgije (29). Princip merenja se zasniva na merenju anteroposteriornog pomeranja tibije, praćenjem relativnog pokreta između dva senzorska jastučića, jednim u kontaktu sa patelom, a drugim u kontaktu sa tibijalnim tuberozitasom (28).

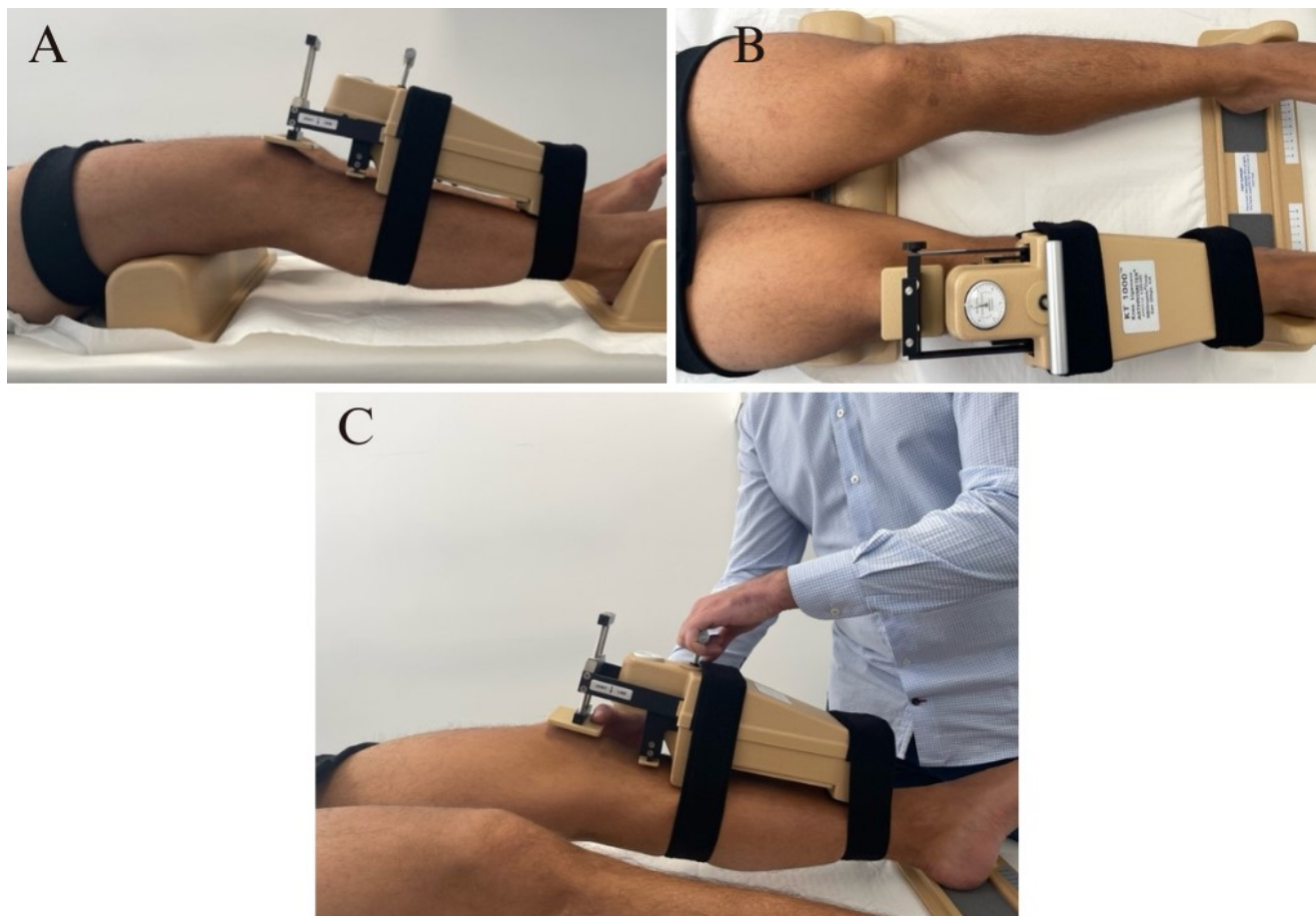
Testiranje se vrši sa pacijentom u ležećem položaju na leđima, sa oba donja ekstremiteta u poziciji semifleksije, koja se postiže postavljanjem posebno dizajniranog podupirača, kako bi se dobio navedeni ugao fleksije kolena. Podupirač ima opciju podesive visine, koja se menja u zavisnosti od visine pacijenta i čini deo seta artrometra. Za dobijanje optimalnih rezultata neophodno je obezbediti i spoljnu rotaciju ekstremiteta od 15-25° koja se obezbeđuje pomoću posebno dizajniranog podmetača koji je takođe sastavni deo seta. Pozicija rotacije se dodatno stabilizuje pomoću čičak trake, visinski postavljene u nivou srednje trećine natkolenice (Slika 23). Verifikacija ugla fleksije i rotacije se vrši standardnim goniometrom. Instrument se postavlja na prednji deo noge, visina se određuje na osnovu nivoa zglobove pukotine, koja visinski odgovara oznaci na artrometru, a senzorski jastučići se postavljaju na jasno definisane tačke od strane proizvođača artrometra. Kao što je navedeno, uloga instrumenta je da detektuje anteroposteriorno kretanje između senzorskih platformi. Na gornji i donji deo kućišta instrumenta su fiksirane po jedna čičak VELCRO® traka, kojom se instrument pričvršćuje za potkolenicu i to gornja u nivou spoja proksimalne i srednje trećine potkolenice, a donja u nivou spoja srednje i distalne trećine potkolenice (Slika 23).

Pre samog merenja je neophodno resetovanje instrumenta potiskivanjem ručke u tri navrata, čime se dobija karakterističan zvuk. Po trećem potiskivanju, kazaljka na skali se manuelno postavlja u poziciju nulte vrednosti. Započinjanje merenja se vrši povlačenjem T vučne ručke jednom rukom, dok je druga ruka zadužena za stabilizaciju patelarne senzorne platforme. Merenje translacije se verifikuje na skali kazaljkom, koja zapravo beleži dužinu translacije tibije u odnosu na fiksnu patelarnu platformu i izražava se u milimetrima. Dužina translacije u milimetrima se određuje pri različitim silama koje su karakterisane različitim audiotonskim signalima. Prvi takav signal ukazuje na vučnu silu od 67N (15 funti), drugi signal 89 N (20 funti) i treći signal označava maksimalnu silu od 134N (30 funti). Potom se određuje vrednost maksimalne manuelne sile. Vrednosti translacije se beleže pri pojavi prvog signala – sila 67 N, drugog signala – sila 89 N, trećeg signala – sila 134N i maksimalne manuelne sile. Merenje se izvodi tri puta, beležeći dobijene vrednosti, a za relevantnu vrednost se uzima najveća izmerena vrednost.

Dalji deo testa podrazumeva merenje maksimalne manuelne sile, što u praksi podrazumeva verifikaciju Lachman testa, te se na sličan način i izvodi. Test se izvodi stabilizacijom patelarne senzorske platforme obuhvatanjem natkolenice prstima i šakom sa zadnje strane, a pozicioniranjem palca na fiksnu patelarnu platformu, drugom rukom se obuhvata gornji deo potkolenice koji se povlači put napred i beleži se maksimalna vrednost kazaljke izražene u milimetrima. Test se izvodi kako na povređenom ili operisanom kolenu, tako i na zdravom kolenu. Od dobijenih vrednosti se računaju razlike i dobijeni rezultat predstavlja krajnju vrednost testa.

Prema dostupnim podacima iz literature, senzitivnost i specifičnost testa je različita u zavisnosti da li se izvodi preoperativno, za detekciju povrede prednjeg ukrštenog ligamenta ili postoperativno, sa ciljem praćenja postoperativnih rezultata. Podaci iz literature su pokazali da parametri validnosti testa variraju pri proceni akutne povrede prednjeg ukrštenog ligamenta u zavisi od primenjenih sila na kojima

se procenjuje vrednost testa. Van Eck u svojoj metaanalizi je pokazao dobru validnost testa koristeći KT-1000 artrometar preoperativno, ističući da se validnost testa menja sa porastom intenziteta primenjene sile – 69N (senzitivnost 54%), 89N (senzitivnost 73%, specifičnost 92%), maksimalna manualna sila (senzitivnost 93%, specifičnost 91%) (30). Smatra se da KT-1000 artrometrija korišćena postoperativno, predstavlja validan metod za praćenje rezultata operativnog lečenja, sa senzitivnošću 89% i specifičnost 95% (31).



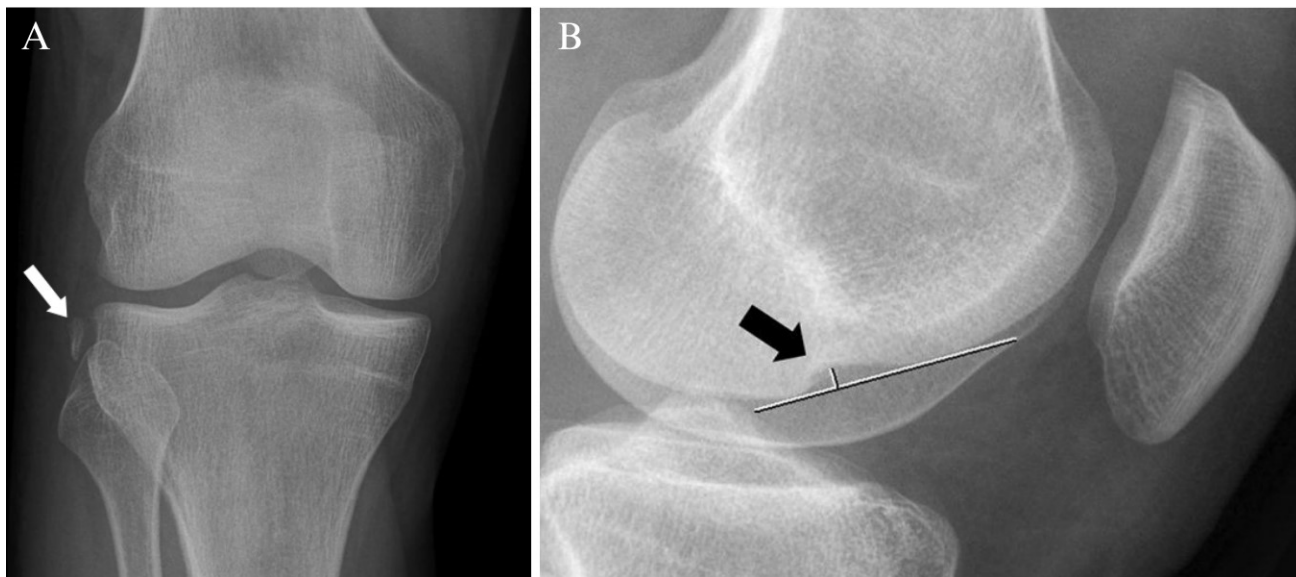
Slika 23. KT-1000 artrometrija. (A)(B) Pozicija artrometra na ekstremitetu. (C) Način izvođenja testa.

1.4.2.4 RADIOLOŠKA DIJAGNOSTIKA

1.4.2.4.1 RENDGEN DIJAGNOSTIKA

Rutinska radiološka dijagnostička metoda u ortopedskoj traumatologiji je nativna radiografija, koja se po standardima izvodi u anteroposteriornoj i lateralnoj projekciji. Konkretno povredu prednjeg ukrštenog ligamenta na radiografskim snimcima ne možemo dokazati, ali postoji nekoliko pratećih koštanih znakova, koji se mogu uočiti na radiografskim snimcima i uputiti na povredu prednjeg ukrštenog ligamenta.

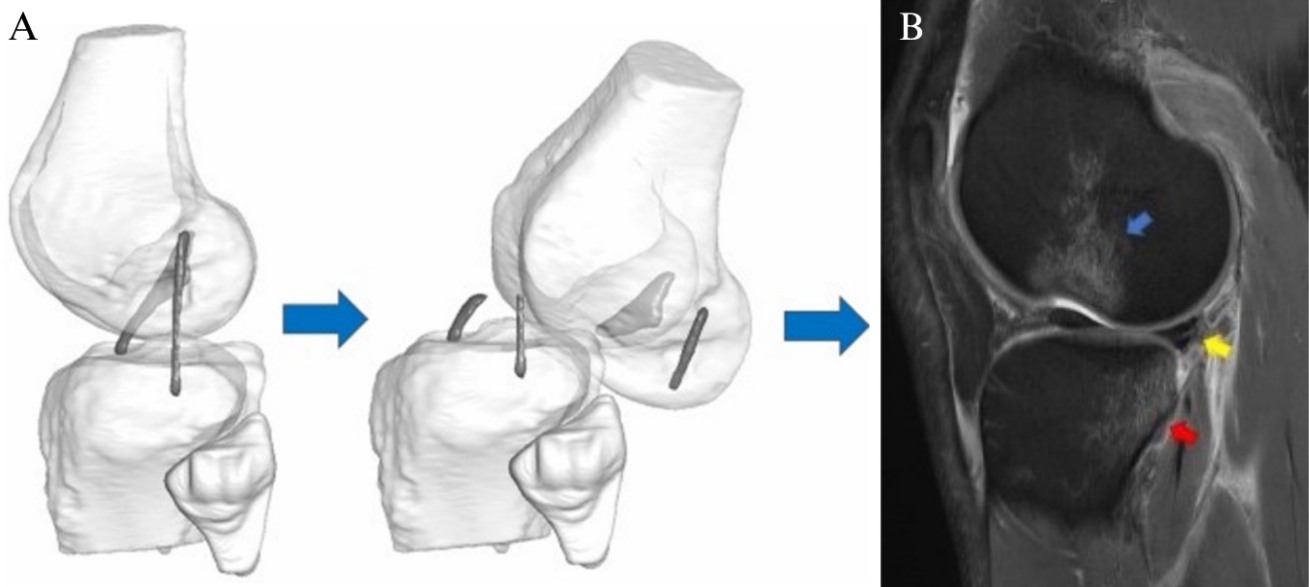
Prvi radiografski znak koji je patognomoničan za povredu prednjeg ukrštenog ligamenta je Segondov znak ili Segondova fraktura (Slika 24A). Radi se o karakterističnom prelomu koji uključuje anterolateralni deo tibijalnog platoa, a opisan je prvi put u literaturi 1979. godine od strane Paul F. Segonda (32). Njegovo prisustvo ukazuje na povredu prednjeg ukrštenog ligamenta kod 75-100% pacijenata (33).



Slika 24. Patognomonični radiografski znaci povrede prednjeg ukrštenog ligamenta. **(A)** Segondov prelom (bela strelica). **(B)** *Lateral femoral notch sign* (crna strelica).

(Mofikovano prema Lodewijks PCAM, Delawi D, Bollen TL, Dijkhuis GR, Wolterbeek N, Zijl JAC. The lateral femoral notch sign: a reliable diagnostic measurement in acute anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 Feb;27(2):659–64)

Drugi patognomoničan znak koji ukazuje na leziju ukrštenog ligamenta je hrskavičavo-koštana impresija lateralnog femoralnog kondila. U osnovi ove povrede je osteohondralna impakciona fraktura, koja se verifikuje na profilnoj radiografiji ispred Blumensatove linije i diskretno ispod nje (Slika 24B). Povreda nastaje kao posledica subluksacije zgloba kolena neposredno po rupturi prednjeg ukrštenog ligamenta. Subluksacija omogućava posterolateralnoj tibiji rotaciju u pravcu lateralnog kondila femura i u momentu kontakta pravi momentalnu impresiju (Slika 25A). Koliki će stepen impresije biti zavisi od momenta sile. Sulkus dublji od 1.5 mm je specifičan znak koji indirektno ukazuje na rupturu ligamenta i u literaturi se naziva „*lateral femoral notch sign*“ (34). MRI nalaz je takođe specifičan kod ove povrede jer pored impresivne frakture pokazuje i opsežne koštane modrice neposredno iznad impresivne frakture, ali i u posterolateralnom segmentu tibije (Slika 25B).

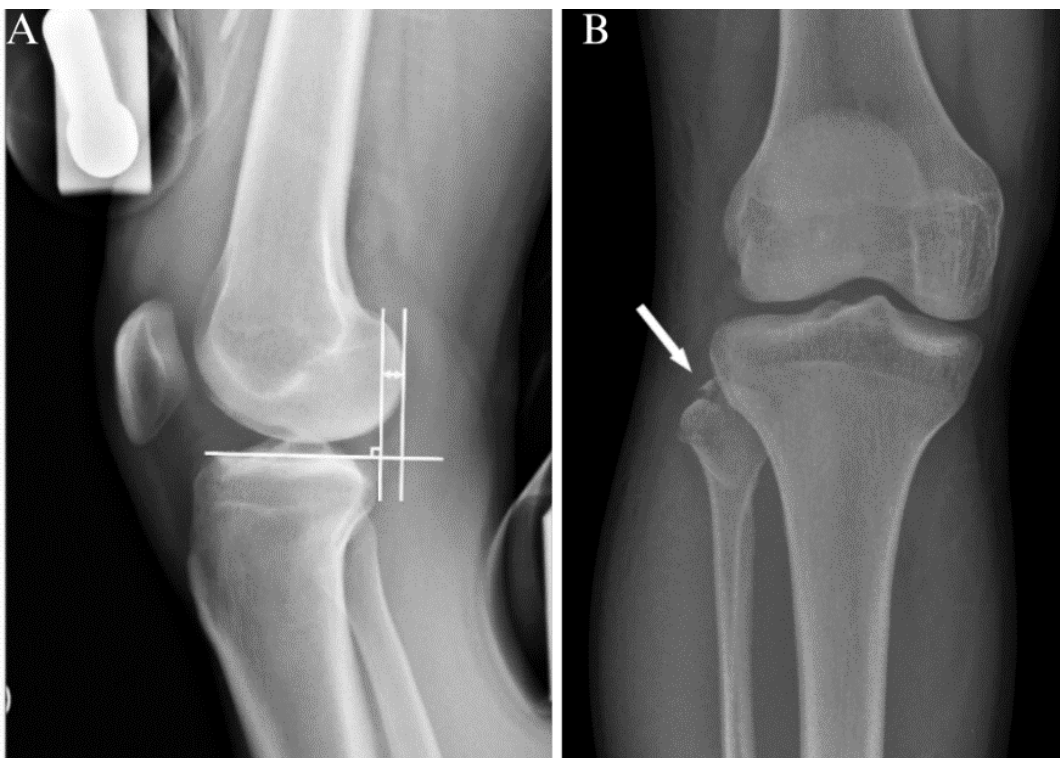


Slika 25. Lateral femoral notch sign. (A) Mechanizam nastanka. (B) MRI nalaz; Plava strelica – koštana modrica iznad impresione fraktura; Žuta strelica – edem koronarnih ligamenata; Crvena strelica – edem posterolateralnog segmenta platoa tibije.

(Preuzeto iz: Dimitriou D, Reimond M, Foesel A, Baumgaertner B, Zou D, Tsai TY, et al. The deep lateral femoral notch sign: a reliable diagnostic tool in identifying a concomitant anterior cruciate and anterolateral ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2021 Jun;29(6):1968–76.)

Kao posledica anteroposteriorne nestabilnosti, radiografski se može verifikovati prednja translacija tibije. Ovaj znak se češće viđa u hroničnim stanjima, sa hipotrofijom muskulature koja povećava nestabilnost. Ukoliko se na stres radiografiji izmeri veća prednja translacija tibije na povređenom kolenu u odnosu na nepovređeno, ona upućuje na povredu prednjeg ukrštenog ligamenta. Vrednost prednje translacije se dobija kao udaljenost dve paralelne linije, perpendikularne na tibijalni plato, od kojih je jedna linije tangenta posteromedijalnom platou tibije, a druga medijalnom kondilu femura (Slika 26A).

Suptilan, ali veoma značajan radiografski znak, koji se često previdi je arkuatni znak. Predstavlja avulzioni prelom glavice fibule nastao dejstvom ligamentarnih struktura posterolateralnog ugla. Njegovo postojanje ukazuje na povredu ukrštenih ligamenata u oko 90% slučajeva, pre svega zadnjeg ukrštenog ligamenta, ali neretko i prednjeg ukrštenog ligamenta (Slika 26B) (35).

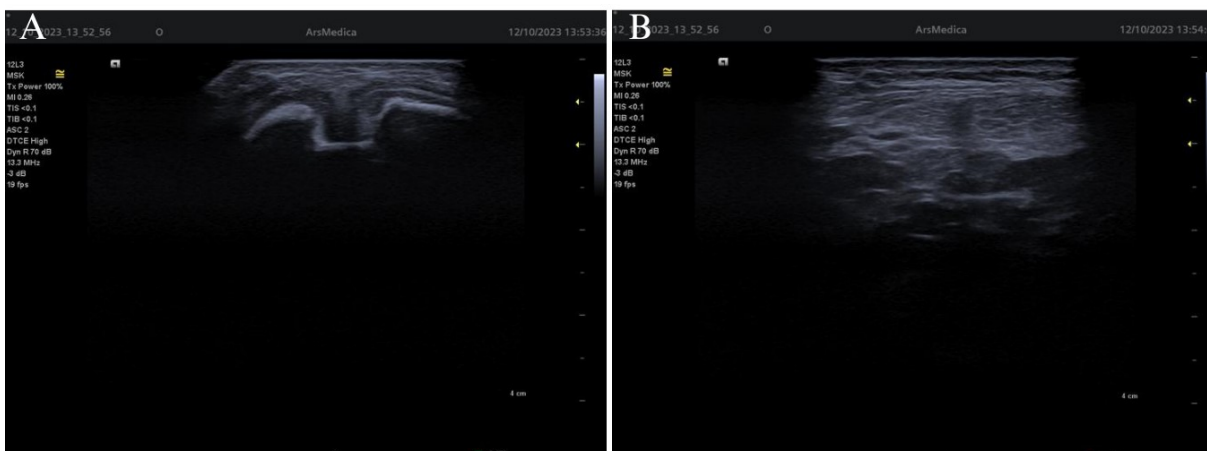


Slika 26. Radiografski znaci koji mogu ukazivati na povredu prednjeg ukrštenog ligamenta. **(A)** Prednja translacija tibije na stres radiografiji. **(B)** Arkuatni znak (bela strelica).

(Preuzeto iz: Noh JH, Lee JW. One-Year Serial Follow-up Magnetic Resonance Imaging Study of RigidFix for Femoral Fixation in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Knee Surg Relat Res.* 2017 Sep 1;29(3):203–9. i Hapugoda S, Bedier H. Proximal fibular fracture (arcuate sign). In: Radiopaedia.org [Internet])

1.4.2.4.2 ULTRAZVUK

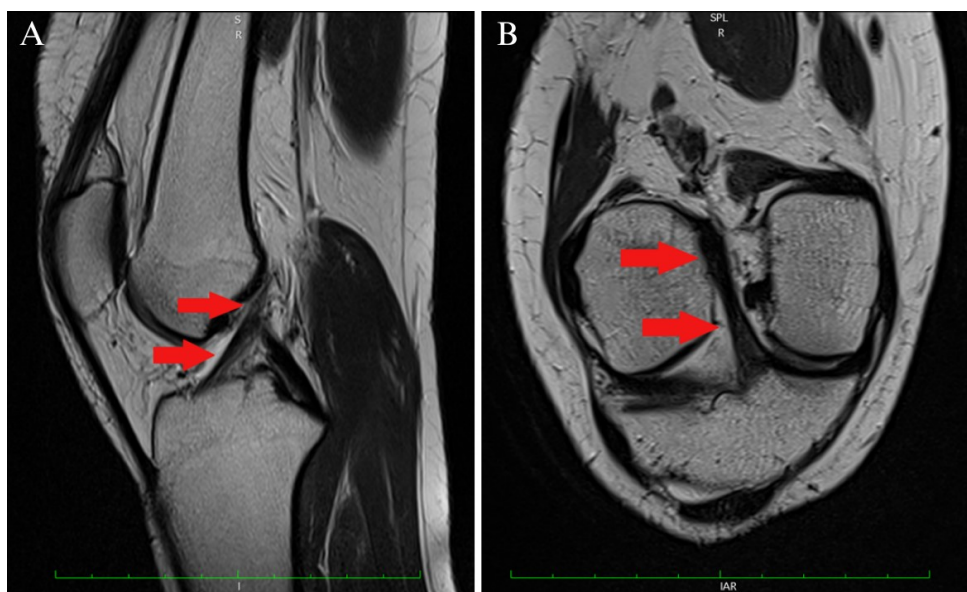
Ultrazvučna dijagnostika, kao veoma dostupna i ekonomski vrlo isplativa dijagnostička metoda nema velikog značaja u dijagnostici povreda prednjeg ukrštenog ligamenta kolena. Jedina dijagnostička pomoć ultrazvuka je u ranoj proceni volumena intraartikularnog izliva, kao i praćenju njegove evolucije u inicijalnom procesu lečenja. Može se koristiti kao dijagnostička procedura kojom se preoperativno procenjuje dužina i širina grafta ukoliko se uzima koštano-ligamentarno-koštani graft srednje trećine patelarnog ligamenta ili tetive kvadricepsa. Takođe, ultrazvuk se može koristiti kao orijentaciona dijagnostička metoda za približno određivanje promera i dužine grafta semitendinozusa, što je veoma značajno prilikom planiranja “all-inside” rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta. U postoperativnom toku, značaj ultrazvuka se ogleda u praćenju eventualnog izliva, naročito kod sumnji na postoperativnu infekciju, dijagnostiku eventualnih komplikacija u smislu tromboflebitisa, ali može se koristiti i za procenu brzine popunjavanja defekta na mestu uzetog koštano-ligamentarno-koštanog grafta srednje trećine ligamenta patele (Slika 27).



Slika 27. Ultrazvučni kontrolni nalaz godinu dana nakon operacije. **(A)** Patelarni koštani defekt. **(B)** Defekt patelarnog ligamenta

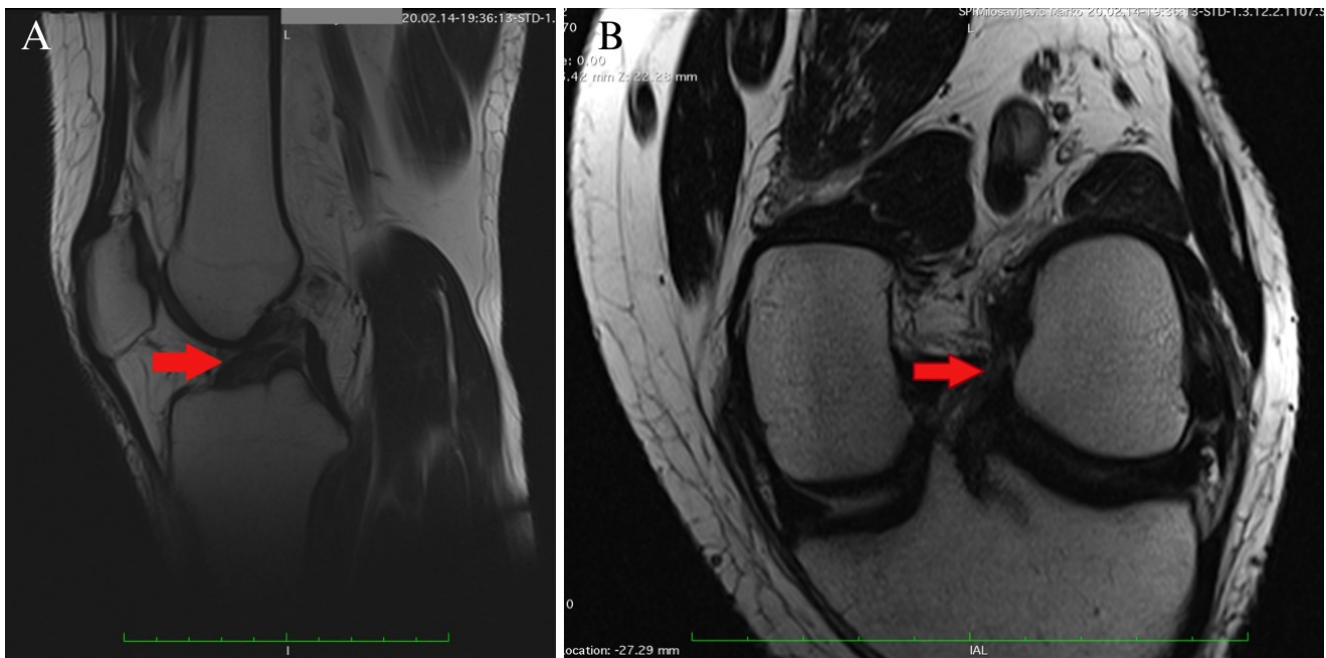
1.4.2.4.3 NUKLEARNA MAGNETNA REZONANCA (MRI)

Optimalna vizualizacija prednjeg ukrštenog ligamenta na MRI snimcima se dobija na različitim ravnima koje su standardno definisane u centrima koji rade MRI dijagnostiku. Rutinski centri koriste sagitalnu Turbo Spin Echo sekvencu (TSE) bilo sa ili bez supresije masti, T2 sekvencu sa potiskivanjem masti, TSE sagitalnu intermedijarnu sekvencu i TSE aksijalnu sekvencu sa supresijom masti. Normalan nalaz prednjeg ukrštenog ligamenta na navedenim sekvencama ukazuje na postojanje trakaste strukture sastavljene iz velikog broja vlakana koja su paralelna, zategnuta i niskog do srednjeg intenziteta signala. Kao što smo već ranije pomenuli, prednji ukršteni ligament se anatomske sastoji iz dva snopa, a MRI sa velikom preciznošću može izdiferencirati posterolateralni od anteromedijalnog snopa. Posterolateralni snop se diferencira na osnovu svoje lokalizacije, kada je intenzivnijeg signala u odnosu na anteromedijalni snop. Posmatrajući prednji ukršteni ligament u sagitalnoj ravni, pravac pružanja je paralelan ili diskretno strmiji u odnosu na interkondilarnu, Blumesantovu liniju (Slika 28).



Slika 28. Izgled intaktnog prednjeg ukrštenog ligamenta na nuklearnoj magnetnoj rezonanci kolena (crvene strelice). **(A)** t2_tse sagitalna projekcija. **(B)** t2_tse kosa projekcija.

Dijagnoza rupture prednjeg ukrštenog ligamenta se na snimcima magnetne rezonance zasniva na direktnim znacima. Primarni znak lezije je diskontinuitet vlakana, najčešće na koronalnim, aksijalnim i kosim sagitalnim ravnima (Slika 29). Prazna interkondilarna jama u koronalnoj ravni je čest znak kompletne ruptуре ligamenta (36).



Slika 29. Povreda prednjeg ukrštenog ligamenta na nuklearnoj magnetnoj rezonanci kolena (crvene strelice). **(A)** t2_tse sagitalna projekcija, ruptura na femoralnom pripoju. **(B)** t2_tse kosa projekcija, defekt u praćenju ligamenta.

Nekada postoje poteškoće u postavljanju definitivne dijagnoze analizom snimaka napravljenih u akutnoj fazi povrede. U takvim situacijama postoji edem vlakana i MRI znak zadebljanja prednjeg ukrštenog ligamenta, što može predstavljati prepreku u dijagnostici jer se vlakna ne mogu ispratiti u potpunosti u celoj dužini ligamenta. U takvim situacijama je neophodno korelirati klinički nalaz i nalaz magnetne rezonance. Ukoliko i u tom slučaju postoji dilema, neophodno je ponoviti MRI u roku od 3-5 nedelja, odnosno po izlasku iz akutne faze povrede, kada se edem mekih tkiva povlači, čime se dobija jasnija MRI slika, koja omogućava diferenciranje povrede.

Hronične – zastarele ruptуре prednjeg ukrštenog ligamenta daju značajno jasniju sliku kojom se dijagnoza postavlja sa većom sigurnošću. U takvim situacijama vlakna se mogu u potpunosti resorbovati, što se prikazuje praznom interkondilarnom jamom u koronalnoj ravni, što se nekada uočava i u sagitalnoj ravni. U slučaju ruptуре ligamenta, na mestu same femoralne insercije, u hroničnim fazama na MRI sekvencama se može uočiti ostatak prednjeg ukrštenog ligamenta adherentan za sinovijalnu membranu koja pokriva zadnji ukršteni ligament (37). U hroničnoj fazi, kod lezija u srednjoj trećini distalni deo ostatka LCA se povlači put napred i ima izgled loptaste strukture koja leži u regiji tibijalnog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta.

Korišćenjem standardnih ravni, koronalne, sagitalne i transverzalne, gotovo je nemoguće vizualizovati prednji ukršteni ligament u njegovoj punoj dužini, već se prelaskom sa jednog na drugi presek vizualizuju njegovi delovi. Iz tog razloga, pribegava se upotrebi kosih ravni, paralelnih sa samim ligamentom, koje nam omogućavaju vizualizaciju celokupne dužine ligamenta (Slika 28B). Dobra strana ovakvih snimaka je što kvalitetan kosi aksijalni snimak može pomoći u jasnoj diferencijaciji

anteromedijalnog i posterolateralnog snopa, obzirom da nekada može doći do rupture samo jednog od snopova. Poseban entitet rascepa u radiološkom smislu su delimični rascepi, koji mogu predstavljati i elongaciju vlakana jednog ili oba snopa. Na snimcima magnetne rezonance ih je nekada teško diferencirati, ali u osnovi daju sliku ligamenta sa povećanim intenzitetom signala, uz prisustvo labavosti vlakana koja imponuju kao da su konkavno udubljena u sagitalnoj ravni. U takvim situacijama se može uočiti labavost ligamenta, ali se kontinuitet vlakana održava, što potvrđuje dijagnozu elongacije prednjeg ukrštenog ligamenta.

Značaj MRI dijagnostike nije samo u dijagnostici akutnih i hroničnih povreda kolena, nego i u postoperativnom praćenju. Takvo praćenje podrazumeva procenu pozicije femoralnog i tibijalnog tunela, pravca pružanja i zategnutosti grafta, ali i njegovog kvaliteta (volumen, raslojenost, edem), koji je u korelaciji sa kvalitetom tkiva grafta. Takođe, MRI dijagnostikom se može pratiti i stanje defekta koštanih blokova i srednje trećine patelarnog ligamenta u različitim periodima vremena, što je korišćeno u ovoj studiji.

Neophodno je naglasiti da je MRI dijagnostika veoma precizna metoda za potvrđivanje dijagnoze povrede prednjeg ukrštenog ligamenta, sa senzitivnošću od 77% i specifičnošću od 97% kada se dijagnostika sprovodi na magnetnim rezonancama snage 3T (38).

1.4.2.4.4 MULTISLAJSNA KOMPJUTERIZOVANA TOMOGRAFIJA (MSCT)

Kompjuterizovana tomografija nema posebnog značaja u dijagnostici izolovanih povreda prednjeg ukrštenog ligamenta. Poseban značaj ove dijagnostičke metode se ogleda u planiranju operativnog lečenja kod avulzionih povreda tibijalnog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta, ali i kod eventualnog planiranja revizije hirurgije u slučaju ruptуре grafta. Kod avulzivnih preloma, MSCT nam omogućava uvid u veličinu fragmenta što je ključno pri donošenju odluke o daljem načinu lečenja i tipu fiksacije prelomnog fragmenta.

Ruptura grafta, posebno kod pacijenata operativno lečenih tehnikom anatomske rekonstrukcije, zahteva detaljno sagledavanje femoralnog i tibijalnog tunela, njihove pozicije, pravca pružanja i eventualnog postojanja proširenja tunela (*“enlargement”*), koji mogu biti ključni faktori u donošenju odluke da li će se revizionarna rekonstrukcija sprovesti u jednom ili dva vremena. Korektna pozicija tunela potvrđena MSCT dijagnostikom, sa evidentnim proširenjem tunela diktira hirurgiju u dva vremena, gde je u prvom aktu neophodno uraditi debridman mekih tkiva, ekstripaciju fiksacionog materijala iz tunela, koštani debridman i grefoniranje tunela, da bi se u sledećem aktu išlo na bezbednu revizionu hirurgiju. Takođe, MSCT dijagnostika se može koristiti i u naučne svrhe sa ciljem procene pozicije tunela i njihove korelacije sa funkcionalnim rezultatima operativno lečenih pacijenata (39–41).

1.4.3 LEČENJE POVREDA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KOLENA

1.4.3.1 ISTORIJSKI OSVRT NA LEČENJA POVREDA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA

Lečenje povrede prednjeg ukrštenog ligamenta predstavlja veoma kompleksan i zahtevan proces, kako za pacijenta, tako i za zdravstvene radnike koji se ovim povredama bave. Prvi put u literaturi lečenje je preporučio *Auguste Bernard Bonnet* još 1845. godine, koji je shvatio važnost povrede prednjeg ukrštenog ligamenta i u svom radu prepoznao ovu povredu, na osnovu kliničkog iskustva i anatomskih studija sprovedenih na kadaverima. U svom radu je napisao da postoje nepobitni znaci povrede ligamenata kolena u slučaju zvuka loma, postojanja hemartrosa sa gubitakom funkcije zgloba, kod pacijenata koji nisu pretrpeli prelom. Tada je Bonnet predložio neoperativno lečenje, istovremeno podstičući rano kretanje, smatrajući da je produžena imobilizacija višestruko štetna, kako za obim pokreta samog zgloba, tako i za samu hrskavicu (42). *James Stark* je 1850. godine objavio dva slučaja neoperativno lečenih pacijenata primenom imobilizacije u trajanju od 3 meseca, da bi potom imobilizacija bila nastavljena nekim vidom funkcionalne ortoze u trajanju od 10 meseci. Uprkos ovako dugom periodu imobilizacije, neoperativno lečenje nije dovelo do uspostavljanja funkcije zgloba (21).

Prvi put u literaturi, operativno lečenje rupture prednjeg ukrštenog ligamenta opisao je 1900. godine engleski hirur *William Henry Battle*, koji je kod pacijenta rekonstruisao prednji ukršteni ligament dve godine nakon povrede (43). Međutim, 1903. godine, takođe engleski hirur *Sir Arthur Mayo-Robson* je objavio rezultat osmogodišnjeg perioda praćenja pacijenta kome je učinjena direktna sutura oba ukrštena ligamenta, tako da se on smatra začetnikom rekonstruktivnog lečenja ukrštenih ligamenata (44).

Podaci o prvoj artroskopskoj rekonstrukciji prednjeg ukrštenog ligamenta opisani su 1980. godine, kada je *David Dendy* sa Univeziteta u Kembridžu izveo prvu artroskopski asistiranu rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta koristeći intraartikularni graft od karbonskih vlakana u kombinaciji sa ekstraartikularnom tenodezom, opisanom od strane MacIntosh-a (Slika 30) (45). Osam godina kasnije, *Marc J. Friedman* objavljuje prvu artroskopski asistiranu rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta koristeći četvorostruki autograft semitendinozusa i gracilisa (46). Od tog momenta počinje zlatno doba artroskopske hirurgije koje traje do danas. Objavljeni radovi definišu čitav spektar protokola, kako za neoperativno, tako i za operativno lečenje. Oni su se vremenom menjali, dajući sve bolje krajnje rezultate lečenja. Tako veliki spektar operativnih tehnika, koji se iz dana u dan objavljuje, na neki način predstavlja traganje za zlatnim standardom u ovoj hirurgiji. Dugo vremena se polemicalo o poziciji femoralnog i tibijalnog tunela, sve dok tehnika anatomske rekonstrukcije nije ušla u rutinu i preuzela primat, tako da se danas smatra imperativom za postizanje dobrog rezultata rekonstruktivnog lečenja. Međutim, postoje još dva faktora koja su uvek bila kamen spoticanja, prvi faktor je izbor grafta, a drugi je izbor fiksacionog materijala. U daljem tekstu će biti predstavljeni istorijski najčešće korišćeni graftovi i fiksacioni materijali, a potom i detaljan prikaz anatomske rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta.



Slika 30. Istorijat rekonstrukcije – *David Dandy* i prva artroskopski asistirana rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta kolena.

(Preuzeto iz: Schindler OS. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012 Jan;20(1):5-47.)

1.4.3.2 GRAFTOVI U REKONSTRUKCIJI PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA

Jedna od ključnih odluka prilikom rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta jeste izbor grafta kojim će se zameniti rupturirani ligament. Graftovi koji se danas koriste u praksi se mogu podeliti na: autograftove, allograftove i arteficialne graftove, zavisno od njihovog porekla.

Arteficialni graftovi predstavljaju graftove sačinjene od sintetičkih materijala. Porast njihove primene se dogodio osamdesetih godina prošlog veka, kao alternativa korišćenja plemenitog tkiva pacijenata i smanjenju morbiditeta donorskog mesta. Graftovi prvih generacija su brzo napušteni, obzirom na nemogućnost kompenzovanja multidirekcionih, torzionih sila i visokog stepena rupture. Karbonska i polimerska vlakna, od kojih su bili napravljeni, formirali su intraartikularne i detrituse u jetri, dovodili do hroničnog inflamatornog sinovitisa i hroničnih efuzija kolena (47). Treća generacija arteficialnih graftova je napravljena od polietilen teraftelata, sa povoljnom strukturom koja dozvoljava urastanje tkiva u distalne delove grafta. Komercijalni graft sa takvom strukturom, koji se danas koristi se naziva LARS® (*ligament augmentation and reconstruction system, LARS, surgical implants and devices, Arc-sur-Tille, France*). Retrospektivne studije, sprovedene nakon pet i deset godina od njegove primene imaju ohrabrujuće podatke po pitanju stabilnosti kolena i rezultata funkcionalnih testova (48). Obzirom na nepostojanje savremenih naučnih studija sa dugogodišnjim periodom praćenja pacijenata, još uvek je rano govoriti o njegovom preuzimanju primata kao zlatnog standarda prilikom izbora grafta za rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta.

Allograftovi predstavljaju graftove ljudskog porekla uzete od donora, najčešće *post mortem*. Zamisao o njihovoj proširenoj upotrebi se javila sa ciljem smanjenja broja i veličine incizija, redukciji vremena rekonstrukcije i praktično eliminaciji morbiditeta donorskog mesta, kao glavnom nedostatku primene autograftova. Njihova upotreba smanjuje lokalne komplikacije, poboljšava kozmetički efekat i ubrzava postoperativni rehabilitacioni proces. Sadašnja literature prepoznaje njihovu upotrebu, kao grafta izbora, čak u 42% sprovedenih rekonstrukcija u USA (49). Po uzimanju grafta sa kadvera, oni obavezno prolaze proces obrade fizičkim i hemijskim agensima (zamrzavanje, sterilizacija električnim snopom, gama zračenje), kako bi se smanjio rizik transmisije infekcije donora i redukovao imunološki odgovor recipijenta na strano telo. Upravo ta obada nepovoljno utiče na kvalitet tkiva, redukuje biomehaničke karakteristike i generalno slabi graft, te sa sobom povlači veći rizik rupture grafta i potrebu za revizionom rekonstrukcijom (50,51). Pitanje dostupnosti i izbora donora, njihove medicinske istorije (godine donora, genetska osnova, hronična oboljenja, stepen fizičke aktivnosti), potom skladištenja i konzervacija grafta, kao i cena grafta i celokupne rekonstrukcije su još nekoliko faktora koji nepovoljno utiču na njihovu širu primenu. Glavna prednost korišćenja ovog tipa grafta je u multiligamentarnim povredama i revizionim rekonstruktivnim zahvatima, kada je smanjena mogućnost izbora autograftova.

Autograftovi su u najvećem slučaju graftovi izbora za rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta. Predstavljaju slobodne tkivne graftove uzete najčešće sa ipsilateralne strane povređenog ekstremiteta samog pacijenta. Njihova osnovna prednost se ogleda u najpovoljnijoj biointegraciji nakon sprovedene rekonstrukcije, obzirom da se radi o autologom tkivu pacijenta. Nakon skidanja grafta, oni ne prolaze nikakvu hemijsku obradu, niti obradu drugim fizičkim agensima (radijacija, zamrzavanje). Time se sprečava narušavanje osnovne histološke građe tkiva i promene biomehaničkih karakteristika, koje mogu nastati dejstvom takvih agenasa. Upotreba autograftova smanjuju reakciju imunog sistema na strano telo i mogućnost odbacivanja transplantata. Iako se vremenom popularnost različitih graftova menjala, u kliničkoj praksi i dalje dominira upotreba „velike trojke“ među graftovima: graft kost-patelarni ligament-kost, graft hamstringsa i graft tetive kvadriciepa. Postoje i drugi autograftovi koji stoje na raspolaganju, kao što su graft tetive m.peroneus longus, graft Ahilove tetive i graft iliotibijalnog trakta, ali je njihova upotreba u svakodnevnoj praksi retka, dok su određeni i napušteni.

1.4.3.2.1 KOST-PATELARNI LIGAMENT-KOST GRAFT (*BONE-PATELLAR TENDON-BONE GRAFT, BTB*)

BTB graft se sastoji od koštanog bloka vrha patele, srednje trećine patelarnog ligamenta i koštanog bloka tibijalnog tuberozitasa (Slika 31). Predstavlja jako pouzdan graft, kako za primarnu, tako i za revizionu rekonstrukciju i dugo vremena se smatrao zlatnim standardnom prilikom izbora grafta. Neke od karakteristika koje su ga dovele na pijedestal su čvrstina fiksacije koštanih blokova unutar tunela i izostanak postoperativnog laksiciteta. Potom, biointegracija grafta, koja predstavlja dugoročni uspeh rekonstrukcije, se postiže u proseku za 8 nedelja, sa čvrstom integracijom koštanog tunela i koštanog bloka (52). Poredivši ga sa mekotkivnim graftovima čija integracija grafta traje oko 12 nedelja, uz manji kvalitet stvorene veze između koštanog tunela i mekotkivnog grafta. Prednost njegovog korišćenja je i jedna hirurška incizija, koja je dovoljna i za uzimanje grafta i fiksaciju unutar tibijalnog tunela, čime se smanjuje mogućnost lokalnih komplikacija. Dimenzije grafta su genetski uslovljene, te *patella alta* ili *patella baja* direktno diktiraju dužinu ligamentarnog dela, bez mogućnosti konstrukcije većih dimenzija grafta, što intraoperativno može dovesti do disproporcije ukupne dužine koštanih tunela i potrebnog intraartikularnog segmenta, u poređenju sa ukupnom dužinom grafta. Veliki nedostatak koji dolazi sa upotrebom ovog grafta je značajan morbiditet donorskog mesta koji zaostaje nakon njegove primene. On se pre svega odlikuje bolom u prednjem segmentu kolena i uočava se kod 72% operisanih pacijenata

(53). Potom, parestezije u regiji operativnog ožiljka u inervacionoj zoni n.saphenusa, koje odgovaraju leziji njegove infrapatelarne grane nastale prilikom hirurškog pristupa patelarnom ligamentu. Parestezije mogu trajati i do godinu dana postoperativno, smanjujući kvalitet života pacijenta, ali ne utiču na stabilnost zgloba i postoperativnu rehabilitaciju. Prednost u korišćenju jedne incizije je u isto vreme i mana, obzirom na njenu veličinu, koja je najveća u poređenju sa svim drugim autograftovima, čime se smanjuje kozmetički efekat hirurgije. Prelom patele i narušavanje ekstenzionog aparata su komplikacije koje nisu specifične samo za upotrebu ovog grafta, već se, iako retko, mogu javiti i nakon upotrebe grafta tetive kvadricepsa.

Korišćenje ovog grafta se ne preporučuje prilikom rekonstrukcija kod profesionalnih sportista u parteru (džudisti, rvači), kao ni kod pacijenata muslimanske veroispovesti jer se bol u prednjem segment kolena pojačava prilikom klečanja.



Slika 31. BTB graft

1.4.3.2.2 SEMITENDINOSUS-GRACILIS GRAFT (STG)

Graft hamstringsa, kako se ovaj graft još naziva, se konstruiše od solitarne tetive m.semitendinosusa ili zajedno sa tetivom m.gracilisa (Slika 32). Konstitucija pacijenta diktira debljinu i dužinu tetivnog dela mišića, od koga se, nakon skidanja, može konstruisati dvostruki, trostruki, četvostruki, pa i šestostruki graft, kako bi se dobila adekvatna dužina i debljina grafta. Snaebjornsson et al. u sprovedenoj studiji pokazuju da u intervalu debljine grafta od 7-10mm, za svako povećanje dijametra grafta od 0.5mm, postoji 0.85 puta manji rizik od njegove rupture (54). Prednosti korišćenja ovog grafta se ogleda u solitarnoj, manjoj inciziji za uzimanje grafta, olakšanom intraoperativnom pozicioniranju i manjem morbiditetu donorskog mesta. Ne dolazi do narušavanja ekstenzionog aparata kolena, ne zaostaje bol prilikom klečanja, dok su lezije infrapatelarne grane n.saphenusa ređe, ali se javljaju. Osnovna mana primene ovog grafta je veća učestalost infekcije u neposrednom postoperativnom toku i postoperativni laksicitet, bez obzira na tip fiksacije. Biointegracija grafta traje i do 12 nedelje uz mogućnost mikropokreta na spoju grafta i koštanog tunela, koji mogu dovesti do dilatacije koštanog tunela, insuficijencije fiksacije grafta i zahtevati revizionu rekonstrukciju. Revizione rekonstrukcije nakon korišćenja ovog tipa grafta se često sprovode u dva vremena, zbog neophodnosti popunjavanja dilatiranih tunela. Skidanje tetiva hamstringsa slabi fleksiju kolena u postoperativnom toku i eliminiše sekundarnu protekciju graftu, ali ne dovodi do usporavanja rehabilitacije. Leys et al. su publikovali rezultate svog istraživanja, koje je pokazalo manji rizik od nastanka osteoartritisa nakon upotrebe ovog tipa grafta, u odnosu na BTB graft (55).

Ovaj tip grafta nije pogodno uzimati kod profesionalnih umetnika čiji performans sadrže *pliée*², kao što su baletski umetnici, plesači ili umetnički klizači.



Slika 32. STG graft

1.4.3.2.3 GRAFT TETIVE KVADRIPEPSA (QT)

Ovaj tip grafta čini srednja trećina tetive kvadricepsa, sa ili bez koštanog bloka baze patele (Slika 33). Obzirom na značajnu debljinu tetive kvadricepsa, može se uzeti njena puna ili parcijalna debljina. Osnovna prednost ovog grafta su njegova voluminoznost i jačina, uz izostanak značajnijeg morbiditeta donorskog mesta. Nakon uzimanja koštanog bloka sa baze patele, ne zaostaje bol prilikom klečanja, dok ni ispadi senzibiliteta u zoni inervacije n.saphenusa nisu značajni. Predstavlja graft sa najmanjom incidencijom rupture, u odnosu na ostale graftove (56). Upotreba ovog grafta zahteva dodatnu inciziju za potrebe kreiranja tibijalnog tunela i fiksacije grafta. Disrupcija ekstenzionog aparata može usporiti postoperativnu rehabilitaciju i zahtevati dodatnu hirurgiju. Tako se prelom patele, kao komplikacija uzimanja QT i BTB grafta javlja i do 8.8% pacijenata, dok se ruptura tetive kvadricepsa javlja kod manje od 1% operisanih pacijenata [7,11,12]. Većina autora ovaj graft "čuva" za revizionu rekonstrukciju, obzirom na celokupnu jačinu grafta i povoljne karakteristike koje koštani blok ima. Metaanalize sprovedene u pogledu postoperativne stabilnosti, nisu pokazale statistički značajnu razliku u Lachman testu, pivot shift testu, IKDC i KT1000 između QT i BTB, kao ni između QT i STG grafta (59–61).



Slika 33. QT graft

² Pliée= saviti, savijeno; Umetnički pokret tokom koga se izvodi fleksija kolena sa fiksiranim stopalima na podlozi. (Demi pliée- semifleksija kolena; Grand pliée- duboka fleksija kolena)

1.4.3.3 FIKSACIONI MATERIJAL

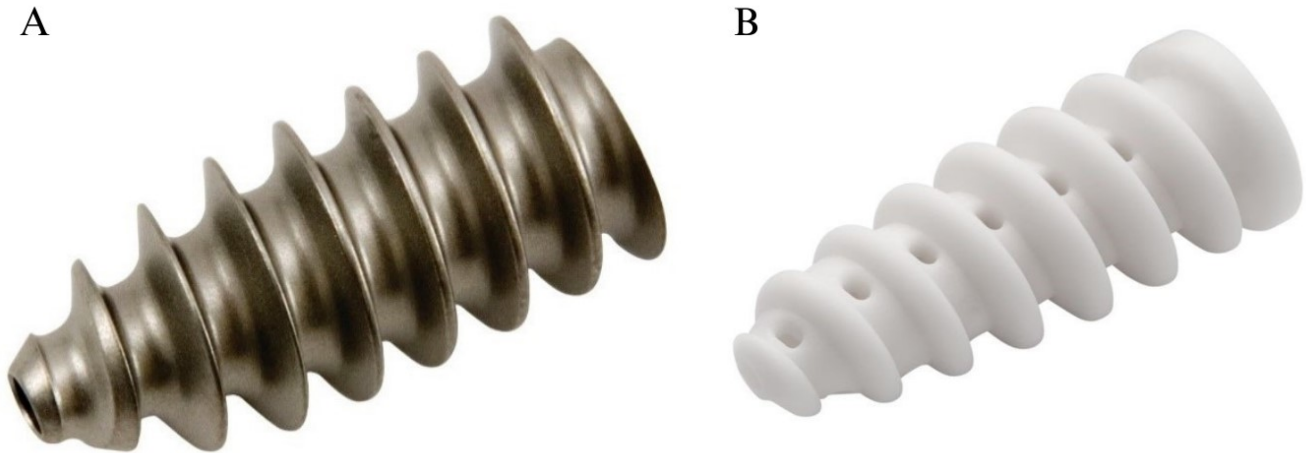
Inicijalna hirurgija prednjeg ukrštenog ligamenta je podrazumevala šivenje grafta za određene anatomske strukture, zatim primenu različitih „*press fit*“ tehnika fiksacije, ali nijedna od njih nije dala zadovoljavajuće rezultate. Istorijski posmatrano, rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta doživljava jedan od najznačajnijih iskoraka sa početkom korišćenja implanta za fiksaciju grafta. Fiksacioni materijal se vremenom menjao, a njegova prva upotreba se vezuje za Brucknera koji je koristio kortikalno dugme na lateralnom aspektu femoralnog kondila preko koga je pričvršćivao šavove, fiksirajući graft na taj način (62). Par godina kasnije, 1969. godine Franke je prvi objavio koncept interferentne fiksacije, kada je koristeći BTB graft isti fiksirao u tunelima klinastim komadom kosti (63). Četrnaest godina nakon toga, 1983. godine, Lambert prvi prezentuje tehniku fiksacije grafta u tunelima, fiksirajući BTB graft AO kortikalnim zavrtnjima promera 6.5mm (64).

Par godina posle njega, japanski ortoped Kurosaka prikazuju fiksaciju BTB grafta na humanim kadaverima interferentnim zavrtnjima punog navoja bez glave, prikazujući značajno bolju stabilnost fiksacije u odnosu na do tada korišćene načine fiksacije (65). Od tog momenta zapravo i počinje era interferentnih zavrtnja, čiji se princip ogleda u paralelnoj poziciji zavrtnja i grafta u koštanom tunelu, što obezbeđuje kompresiju grafta uz ivice tunela i na taj način omogućava bržu biološku integraciju grafta. Ovde je neophodno napomenuti da vreme biološke integracije grafta ne zavisi predominantno od tipa fiksacije, već prvenstveno od tipa izabranog grafta. Kasnija istraživanja su pokazala da ovaj koncept dovodi do stabilnije fiksacije, što ubrzava rehabilitaciju i poboljšava krajnje ishode lečenja (66). Kurosakin poduhvat je bio veliki podstrek za tehnologiju izrade samih interferentnih zavrtnja, tako da se vremenom tragalo za biološki sofisticiranim materijalom, koji bi zadovoljili čvrstinu fiksacija, a potom se vremenom resorbovao. Tako koncipirani tadašnji zavrtnji su bili napravljeni od polilaktičkih i poliglukolnih materijalima. Nažalost, ubrzo se naišlo na razočarenje obzirom da se radilo o materijalima koji su značajno mekši od čelika, što je često izazivalo sumnju u jačinu fiksacije, a posledično i biološku integraciju.

Devedesete godine prošlog veka su značajno promenile filozofiju operativnog lečenja prednjeg ukrštenog ligamenta, sa sve većom popularizacijom mekotkivnog grafta konstruisanog od tetiva semitendinozusa i gracilisa. Najveća promena se ogledala u njegovoj fiksaciji i tada se po prvi put u upotrebi pojavljuju interferentni zavrtnji zaobljene glave i inovativni suspenzorni oblici fiksacije po tipu *Endobutton* sistema proizvedenog inicijalno od strane Smith&Nephew. Ova dva inovativna rešenja prvi put su prezentovana od strane pionira modernih fiksacionih implantata, Rosenberga i Pinczewskog (67,68). Tokom svog predavanja 1993. godine, Pinczewski je ukazao na manu interferentnih zavrtnja pri fiksaciji mekotkivnih graftova, smatrajući da oštre ivice njihovih navoja oštećuju graft. Tada je predstavio interferentne zavrtnje punog navoja ali zaobljenih ivica, indikovanih za fiksaciju mekotkivnog grafta semitendinozusa i gracilisa (68). Ovaj momenat se smatra pravom prekretnicom u dizajnu i tehnologiji izrade bioresorptivnih zavrtnja. Takav dizajn se i danas koristi, a zavrtnji su napravljeni od titanijuma ili biokompozitnih materijala - bifazičnog trikalcijum fosfata, beta-trikalcijum fosfata i polilaktične kiseline (Slika 34).

U vreme kada Pinczewski favorizuje interferentne zavrtnje kao idealan način fiksacije, Rozenberg pak favorizuje suspenzorni način fiksacije – *Endobutton*, koji je inicijalno dizajniran za fiksaciju mekotkivnog grafta koji se prebacivao preko dakronske omče koja je vezana za dugme. Vremenom je ovaj tip fiksacije doživeo značajne dizajnerske promene, da bi današnji implanti bili unapređeni do mere da se pored fiksacije mekotkivnih graftova, mogu koristiti i za fiksaciju graftova sa koštanim blokom. Implantat obezbeđuje mogućnost provlačenja suspenzorne niti kroz fenestracije na koštanom bloku i primenu omči izmenjivih dužina, koja omogućava pozicioniranje grafta unutar tunela

i njegovu suspenzornu fiksaciju. Izmenjivost dužine omče je iskorišćena u inovativne svrhe po pitanju definisanja „all inside“ tehnike, koja ne zahteva punu širinu femoralnog i tibijalnog tunela, čime je onemogućena primenu zavrtnja kao opcije fiksacije.



Slika 34. Arthrex interferentni zavrtnji. (A) Titanijumski interferentni zavrtnj. (B) Biokompozitni interferentni zavrtnj.

(Preuzeto iz: <https://www.arthrex.com/knee/interference-screws>)

Neophodno je pomenuti još jedan vid fiksacionog implanta koji je dostigao maksimum popularnosti u prvoj deceniji dvadeset prvog veka. Radi se o implantatima u vidu dva klina, nazvana „*cross pin*“, koji su dizajnirani za fiksaciju grafta tokom transtibijalne tehnike rekonstrukcije. Inicijalno su bili izrađeni od metala, a sa unapređenjem tehnologije proizvodnje i od biorazgradivih materijala. Najpoznatiji proizvod iz ove kategorije je bio Rigid-fix[®] DePuy Mitek. Ovaj implant, sa svojim pratećim instrumentarijumom je inicijalno konstruisan samo za fiksaciji mekotkivnog grafta u femoralnom tunelu, potom se njegovim unapređenjem mogla postići i fiksacija grafta sa koštanim blokom, a vremenom je prilagođen i za fiksaciju grafta unutar tibijalnog tunela (69). Ovaj sistem fiksacije zadržao se do danas, redizajniranjem i prilagođavanjem instrumentarijuma omogućena je transfemoralna fiksacija kod anatomske rekonstrukcije, ali ga je zbog svoje robusnosti i kompleksnosti veliki broj hirurgija napustio, uprkos dobrim rezultatima koje je davao.

U poslednjih gotovo četrdeset godina, koliko postoji i artroskopski asistirana rekonstrukcija, u praksi su korišćeni i drugi vidovi fiksacije sa manjom popularnošću i ne uvek dobrim krajnjim rezultatima. Pojedini, kao što su stapleri, su se zadržali i danas, ali se koriste samo u situacijama dodatne („*back-up*“) fiksacije, uglavnom mekotkivnih graftova.

1.4.3.4 AKTUELNI STAVOVI LEČENJA POVREDA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA

Inicijalna hirurgija rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta je podrazumevala otvorenu artrotomiju kolena, koja je sa sobom nosila značaje komplikacije u postoperativnom periodu. Započinjanje artroskopske rekonstrukcije je dovelo do boljih rezultata, ali obzirom na dug proces učenja i savladavanja operativne tehnike, inicijalni rezultati nisu bili ohrabrujući, tako da je neoperativno lečenje skoro do kraja prošlog veka držalo primat kao metod lečenja. Popularizacija tehnike anatomske rekonstrukcije, sa pažljivim odabirom grafta prema zahtevima svakog pacijenta ponaosob i unapređenje

fiksacionog materijala je sveukupno poboljšalo rezultate operativnog lečenja i zadovoljstvo pacijenata. Uprkos tome, rehabilitacioni tretman je ostao delikatan i dug, što mnogim pacijentima budu bojazan i predstavlja prepreku za donošenje odluke o operativnom lečenju.

Uzimajući u obzir sve navedeno, 2019. godine je održan *ACL Consensus Meeting Partner Symposium* gde je potvrđeno da oba tretmana, operativni i neoperativni, mogu biti prihvatljivi u lečenju povreda prednjeg ukrštenog ligamenta. Koji će se modalitet lečenja sprovesti zavisi od karakteristika pacijenata, njihove motivisanosti, vrste i nivoa intenziteta sportske aktivnosti i prisustva udruženih povreda.

Inicijalno lečenje podrazumeva medicinski tretman u neposrednom periodu nakon povrede, sa ciljem redukovanja akutnih tegoba, pre svega smanjenja otoka i intenziteta bola. Lečenje se sprovodi prema RICE protokolu, koji se sastoji od poštode povređenog kolena, ograničavanja obima pokreta i hoda sa pomagalom uz ograničen oslonac na povređenu nogu, mirovanja, krioterapije i elevacije povređenog ekstremiteta. Medikamentozna terapija u ovoj fazi povrede ima veliki značaj i podrazumeva primenu nesteroidnih antiinflamatornih lekova, sa ciljem postizanja sva tri efekta za koje su zaduženi – analgetskog, antiedematoznog i antiinflamatornog. Dalje lečenje povrede prednjeg ukrštenog ligamenta predstavlja veoma dug i zahtevan proces, a podrazumeva neoperativno ili operativno lečenje.

Po izlasku iz akutne faze povrede, koja traje oko 7 dana, indikovano je započinjanje inicijalnog fizikalnog tretmana sa ciljem daljeg smanjenja otoka, redukcije intenziteta bola i dobijanja punog obima pokreta, kako aktivnog, tako i pasivnog, uz uspostavljanje što veće simetrije mišićne snage kvadricepsa (70). Ovo je veoma značajno za sve pacijente, bez obzira koji se metod lečenja kasnije sprovede. Poseban akcenat kod pacijenata sa izolovanom povredom prednjeg ukrštenog ligamenta se pridaje što ranijem uspostavljanju punog obima pokreta, obzirom da čak i najmanje ograničenje preoperativno češće vodi u nastanak postoperativne kontrakture kolena (71).

Dalje preporuke, koje su konsenzusom ustanovljene, se odnose na donošenje odluke o daljem načinu lečenja. Prema navedenim preporukama, visoko aktivnim pacijentima koji se bave intenzivnim sportovima sa skakanjem, naglim promenama pravca i rotacijom, preporučuje se rana anatomski rekonstrukcija, zbog visokih rizika od sekundarnih povreda meniskusa i hrskavice koji se mogu javiti odlaganjem operacije. Pacijentima koji žele da se vrate sportskim aktivnostima sa pravolinijskim opterećenjem, preporučuje se progresivni rehabilitacioni tretman, kao prihvatljiva opcija lečenja. Iako se inicijalno lečenje započne neoperativno, uporna funkcionalna nestabilnost ili epizode prolazne nestabilnosti predstavljaju indikaciju za anatomsku rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta (72).

Uprkos ovakvim stavovima, nekada dolazi do neodlučnosti i dilema u načinu lečenja, bilo od strane hirurga ili pacijenta. U takvim situacijama, pojedini autori savetuju sprovođenje progresivnog kineziterapijskog programa u trajanju od pet nedelja, nakon smanjivanja akutne simptomatogije, sa ciljem poboljšanja funkcije kolena. Nakon pet nedelja se sprovodi skrining pacijenata, kojim se oni klasifikuju u dve grupe. Prvu grupu čine oni pacijenti koji mogu da se vrate aktivnostima pre povrede bez hirurškog lečenja i subjektivne nestabilnosti, u anglosaksonskoj literaturi označeni kao “coper” – kooperativni pacijenti. Drugu grupu čine pacijenti koji ne mogu da se vrate aktivnostima pre povrede zbog dinamičke nestabilnosti kolena i kojima se savetuje hirurško lečenje (72–74). Neoperativno lečenje će biti detaljnije opisano u poglavlju o rehabilitaciji pacijenata.

1.4.3.5 AKTUELNA OPERATIVNA TEHNIKA – ANATOMSKA REKONSTRUKCIJA PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA KORIŠĆENA U TOKU ISTRAŽIVANJA

1.4.3.5.1 POZICIONIRANJE PACIJENTA NA OPERACIONOM STOLU

Pacijent se pozicionira u ležeći, supinacioni položaj na operacioni sto i nakon toga se uvodi u opštu endotrahealnu anesteziju. Na ekstremitet koji će biti podvrgnut operativnom lečenju se postavlja esmarh poveska u nivou spoja proksimalne i srednje trećine natkolenice. Bočno, u nivou esmarha, se postavlja držač koji omogućava valgiziranje kolena, čime se obezbeđuje optimalna vidljivost medijalnog kompartmana kolena. Nakon toga se proverava mogućnost postavljanja ekstremiteta u poziciju fleksije kuka i kolena, kao i spoljašnju rotaciju kuka koja omogućava tzv. položaj četvorke, koji obezbeđuje jasnu vizualizaciju lateralnog kompartmana zgloba. U dnu stola se postavlja valjak koji obezbeđuje održavanje specifične fleksije kolena, neophodne za kreiranje tibijalnog tunela, a potom se proverava i mogućnost pune fleksije zgloba, koja je neophodna za kreiranje femoralnog tunela. Postavljeni valjak omogućava punu ili čak hiperekstenziju koja je neophodna za fiksaciju grafta na tibiji.

1.4.3.5.2 PREOPERATIVNA PRIPREMA OPERATIVNOG POLJA

Priprema operativnog polja podrazumeva higijensko pranje celog ekstremiteta distalno od esmarh poveske, sapunom i sterilnim fiziološkim rastvorom, a nakon sušenja premazivanje celog ekstremiteta komercijalnim dezinfekcionim sredstvom (Kodan[®] forte, obojeni rastvor) u tri navrata. Potom sledi garniranje operativnog polja sterilnim jednokratnim vešom, dizajniranim za artroskopsku hirurgiju kolena.

1.4.3.5.3 ARTROSKOPIJA KOLENA

Eksangvinacijom noge i insuflacijom esmarha na 300mmHg se postiže bleđa staza. Potom se otvara standardni anterolateralni portal, koji tokom operacije u najvećoj meri služi kao portal koji obezbeđuje vizualizaciju zgloba tzv. “*viewing portal*”. Artroskopija se izvodi primenom artroskopa proizvođača Arthrex, full HD rezolucija, sa optikom promera 4.5mm, ugao optike 30° sa odgovarajućom košuljicom – kanilom. Preko košuljice se instilira sterilan fiziološki rastvor, koristeći artroskopsku pumpu proizvođača ConMed Linvatec, kojom se postiže pritisak tečnosti unutar zgloba od najčešće 55mmHg. Uvođenjem artroskopa kroz anterolateralni portal se vrši inspekcija zgloba kojom se kompletno sagledava stanje svih anatomskih struktura kolena i definitivno verifikuje povreda prednjeg ukrštenog ligamenta.

Nakon završene inspekcije, pomoću spinalne igle promera 16G se određuje pozicija tzv. radnog – anteromedijalnog portala, lokalizovanog neposredno iznad medijalnog meniskusa u regiji spoja anteriorne i srednje trećine. Troakar kanilom se proverava pozicija portala koja mora da obezbedi nesmetan pristup instrumentima do zadnje ivice medijalne strane lateralnog kondila, što je neophodno za kreiranje femoralnog tunela u regiji anatomskog pripoja ligamenta.

1.4.3.5.4 UZIMANJE KOŠTANO-LIGAMENTARNO-KOŠTANOG GRAFTA SREDNJE TREĆINE LIGAMENTA PATELE

Anteromedijalni parapatelarni pristup je pristup izbora za uzimanje koštano-ligamentarno-košanog grafta. Incizija se povlači od vrha patele do 1cm distalno od najprominentnije tačke tuberozitasa tibije. Incizija se pravi u projekciji medijalne ivice ligamenta patele, prosečne dužine oko 6cm. Po inciziji subkutanog tkiva, kauterizuju se krvareći vaskularni elementi i pristupa se pravljenju uzdužne incizije paratendinijuma, koji se potom odiže od tetive dok se ne prikažu njene medijalna i lateralna ivica, kao i distalna polovina patele i tuberozitas tibije. Koristeći specifični paralelni hirurški nož za graft, promera 10mm proizvođača Arthrex (Parallel Graft Knife Blade 10mm), pravi se paralelna incizija srednje trećine ligamenta patele prateći pravac tetivnih vlakana, a potom se incizije produžavaju proksimalno preko tetivnih vlakana na pateli u dužini od oko 20mm i distalno na tuberozitas tibije u dužini oko 20mm. Specijalno dizajniranim listom testere, širine 10mm, sa graničnikom na 10mm dubine se napravi osteotomija unapred markiranih koštanih blokova. Potom se oni odignu koštanim dletom i isprepariše se ligament koji se pažljivo odvoji od Hofinog masnog jastučeta. Izmeri se ukupna dužina grafta i pristupi se obradi koštanih blokova. Patelarni blok se obradi u vidu valjka promera 9.5mm, potom se proverí njegova prohodnost kroz specijalno dizajnirani kalup dužine 30mm. Kalup simulira koštani tunel i služi za sigurnu procenu prolaska grafta. Na 5mm od ivice košanog bloka se burgijom promera 1.5mm perforira koštani blok, kroz koji se provuče konac Ethibond 5, koji će kasnije služiti za provlačenje grafta i uvođenje u femoralni tunel. Tibijalni blok se takođe obrađuje u vidu valjka, promera 9.5mm i istim postupkom se proverava njegova dimenzija i mogućnost prolaska kroz kalup. Na tibijalnom košanom bloku se identičnom burgijom otvaraju dva tunela na rastojanju od 5mm od ivica bloka i kroz njih se sprovodi žica $\varnothing 1$ čija je uloga u zatezanju grafta pri fiksaciji u tibijalnom tunelu.

1.4.3.5.5 ARTROSKOPSKI DEBRIDMAN I KREIRANJE TUNELA

Za artroskopski debridman ostatka prednjeg ukrštenog ligamenta i mekih tkiva insercionih regija se koriste ranije otvoreni artroskopski portali, uz dodatak jednog akscesornog– centralni patelarni portal, koji se otvara 6-7mm medijalno od ivice medijalne incizije ligamenta patele, u projekciji centra interkondilarne jame. Navedeni portal ima brojne prednosti, služi za jednostavniji pristup medijalnoj strani lateralnog kondila femura i veoma precizno sagledavanje celog medijalnog zida optikom, kao i za instrumentalizaciju neophodnu za kreiranje tibijalnog tunela. Debridman mekih tkiva se vrši u poziciji kolena oko 100° fleksije. Započinje se uvođenjem optike kroz anterolateralni portal, a sinovijalni resektor (Shaver, Arthrex) se uvodi kroz anteromedijalni portal. Sinovijalnim resektorom se redukuje volumen Hofinog masnog jastučeta do mere neophodne za dobru vizuelizaciju interkondilarne regije. Takođe, resektorom se debridiraju i medijalni zid lateralnog kondila femura i regija tibijalnog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta. Fini debridman medijalne strane lateralnog kondila femura se vrši ablatorom, čime se jasno prikazuju anatomske orijentire potrebne za kreiranje femoralnog tunela – lateralni interkondilarni greben (*Resident's Ridge*) i lateralni bifurkacioni greben. Navedeni orijentiri se najbolje prikazuju uvođenjem optike u interkondilarnu jamu kroz centralni portal. Debridmanom mekih tkiva neophodno je jasno prikazati zadnju ivicu lateralnog kondila femura koja predstavlja dodatni orijentir za kreiranje tunela.

Femoralni tunel se kreira pomoću Arthrex vodiča koji će biti fiksiran za posteriornu ivicu lateralnog kondila. Obzirom da je najčešće koštani blok obrađen na promer 9.5mm koristi se offset vodič dijametara 10/11. Kontrola pozicije femoralnog tunela se vrši na osnovu anatomske referentne linije, koje podrazumevaju posteriornu ivicu interkondilarne jame i poziciju lateralnog bifurkacionog grebena. Po uvođenju vodiča, koji se fiksira za zadnju ivicu lateralnog kondila femura, koleno se dovodi u poziciju

pune fleksije i nakon artroskopske provjere pozicije vodiča uvodi se graduisana igla vodilica sa perforacijom na jednom kraju i napravi inicijalni tunel pune debljine kosti. Po probijanju lateralnog korteksa, očita se ukupna dužina inicijalnog tunela na igli. Ne menjajući poziciju kolena, pristupi se kreiranju femoralnog tunela preko igle vodilice pomoću kanulirane sentinel burgije promera 9.5mm u dužini od 25mm. Po kreiranju konusa tunela, kroz perforaciju igle vodilice se uvede konac, a potom i izvuče na lateralnu stranu distalne natkolenice, dok omča konca ostaje u kreiranom tunelu. Debridira se ostatak opiljaka kosti i koleno se dovodi u poziciju fleksije od 100°. Uvođenjem optike kroz centralni portal se proverava pozicija otvora tunela kao i rastojanje ivice tunela u odnosu na zadnju i distalnu ivicu kondila femura, tj. da li je kreirani tunel u regiji anatomskog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta.

Kreiranje tibijalnog tunela zahteva poziciju kolena u fleksiji od 100°, sa optikom uvedenom u zglob kroz anterolateralni portal. Anatomski orijentiri za poziciju intraartikularnog otvora tunela su ostatak prednjeg ukrštenog ligamenta (“*stamp*”), vrh medijalne interkondilarne eminencije i centralna ivica prednjeg roga lateralnog meniskusa. Tibijalni vodič za kreiranje tibijalnog tunela se koristi pod opcijama ugla od 50°-55°-60° u zavisnosti od visine pacijenta, kako bi se dobio adekvatan pravac pružanja i dužina tunela. Intraartikularni deo vodiča se pozicionira da bude u centru zamišljenih linija, od kojih prva linija koja prolazi kroz medijalnu interkondilarnu eminenciju u anteroposteriornom pravcu i druga linija koja nastavlja projekciju prednjeg roga lateralnog meniskusa u mediolateralnom pravcu. Lula tibijalnog vodiča koja definiše distalni otvor tibijalnog tunela, se pozicionira oko 2cm medijalno od tibijalnog tuberozitasa i oko 2.5cm inferiorno od zglobne pukotine, kako bi se dobila ukupna dužina tunela od 40-45mm. Dužina tunela se očita na skali tibijalnog vodiča pre njegovog kreiranja. Tunel se kreira sprovođenjem igle vodilice kroz vodič, a izlaz vrha igle u zglob se kontroliše artroskopski. Potom se preko igle vodilice uvodi kanulirana burgija promera 9.5mm. Po kreiranju tunela, aspirira se detritus kosti i sinovijalnim resektorom se debridira artikularni ulaz tunela, potom se ulaz tunela na spoljašnjem korteksu debridira i oslobode se ivice od mekih tkiva.

1.4.3.5.6 SPROVOĐENJE I FIKSACIJA GRAFTA

Izvlačenjem omče, koja je ostala u femoralnom tunelu, kroz tibijalni tunel ostvaruje se mogućnost za sprovođenje grafta u kreirane tunele. Prilikom sprovođenja grafta, za vizualizaciju se koristi anteromedijalni portal. Artroskopski se kontroliše prolazak koštanog bloka i njegova orijentacija u tunelu, kako bi spongiozni deo grafta direktno nalegao na spongiozu tunela. Po artroskopskoj verifikaciji ulaska celokupnog koštanog bloka u tunel, uvodi se nitinolska igla vodilica u prostor između tetivne strane bloka i ivice tunela. Koleno se pozicionira u punu fleksiju sa posebnim oprezom, jer je neophodno obezbediti isti stepen fleksije koji je korišćen prilikom kreiranja tunela. Graduisanost nitinolske igle daje sigurnost da je uvedena do nivoa dna femoralnog tunela. Preko nitinoske igle se uvodi ureznica za interferentni graft ukoliko se koristi osteokonduktivni zavrtnaj, čime se kreira prostor za interferentni zavrtnaj u njegovoj punoj dužini. Ukoliko se graft fiksira titanijumskim zavrtnjem nema potrebe za uvođenjem ureznice, tako da se u toj situaciji ovaj korak preskače. Neophodno je da se, po završenoj fiksaciji, površina zavrtnja poklapa sa ivicom otvora tunela.

Nakon završene femoralne fiksacije, koleno se dovodi u poziciju ekstenzije i artroskopski proverava eventualna kolizija grafta sa okolnim anatomskim strukturama. Ukoliko se verifikuje odsustvo mehaničke kolizije između grafta i interkondilarne jame, neophodno je izvršiti u dvadeset navrata naizmenično fleksiju i ekstenziju kolena, što literatura popularno naziva – prolazak kroz obim pokreta. Koleno se potom dovodi u poziciju pune ekstenzije, graft se zateže preko dva para žice koja su ranije provučena kroz fenestracije na koštanom bloku. Inicijalno se uvodi nitinolska igla u prostor između koštanog bloka grafta i lateralne ivice tibijalnog tunela uz artroskopsku kontrolu vrha igle koji se fiksira peanom, kako prilikom uvođenja zavrtnja ne bi došlo do migracije igle posteriorno u pravcu poplitealne

jame. Fiksacija grafta se vrši po zatezanju istog tipa zavrtnja, interferentnog osteokonduktivnog ili titanijumskog zavrtnja promera 9 ± 1 mm u zavisnosti od promera kreiranog tunela i promera koštanog bloka. Dužina samog interferentnog zavrtnja varira od 20-30mm, sa 5mm inkrementa, što se određuje na osnovu izmerene dužine tibijalnog tunela.

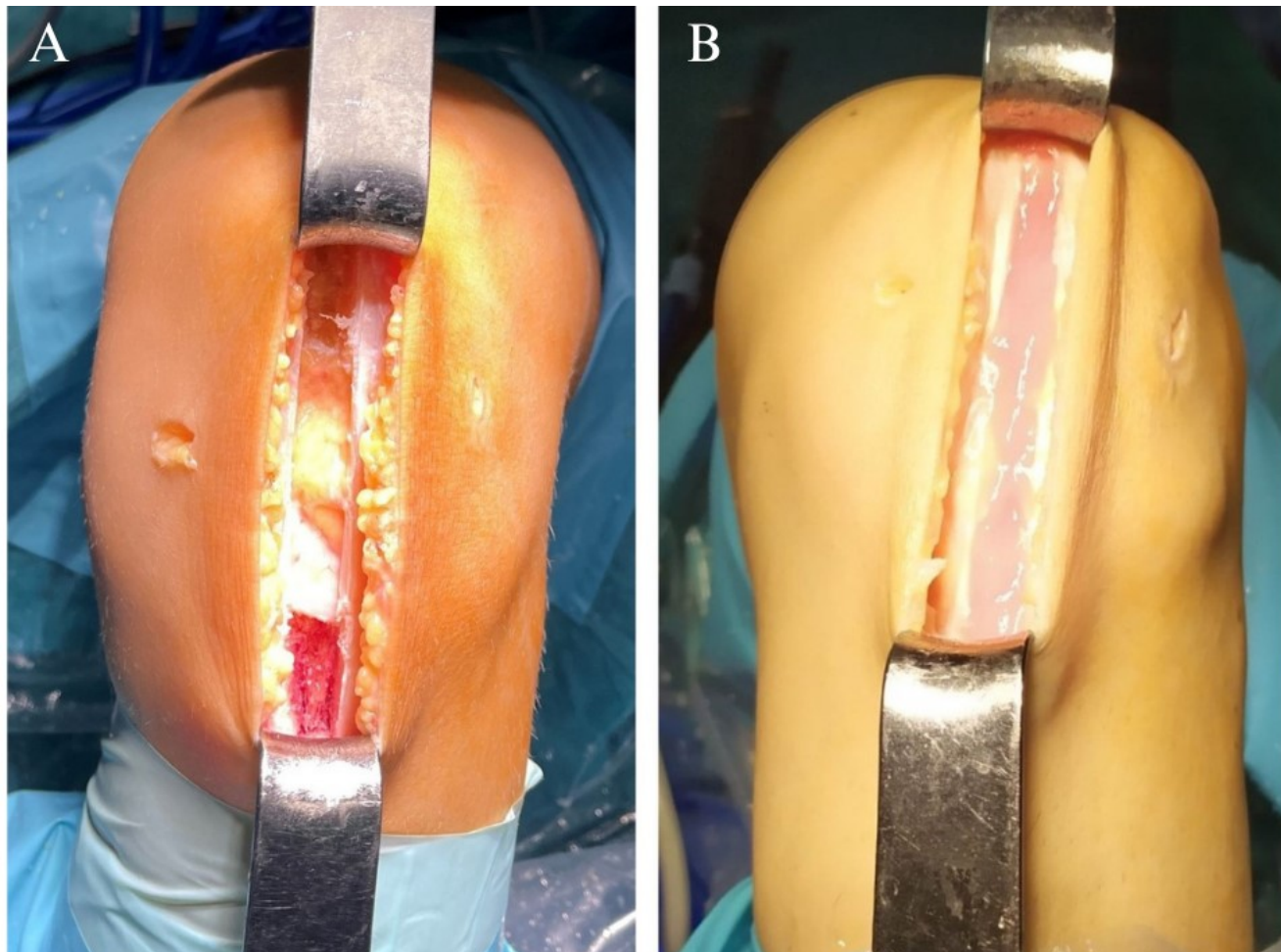
Dobijanjem zadovoljavajuće fiksacije, procenjuje se stepen zategnutosti grafta Lachman testom, a potom i artroskopski u ekstenziji i semifleksiji, kao i završna procena eventualne kolizije grafta sa prednjom ivicom interkondilarne jame. Ukoliko postoji kolizija grafta i krova interkondilarne jame, ista zahteva osteotomiju ruba interkondilarne jame, literalno nazvanu "notch plastika".

1.4.3.5.7 POPUNJAVANJE DEFEKTA UZETOG GRAFTA

Defek regije uzetog grafta u standardnoj hirurškoj tehnici ostaje nepopunjen ili se eventualno popuni koštanim grefonima dobijenim prilikom obrade koštanih blokova (Slika 35A). Tetivni defekt se ne zatvara, već se pažljivo zatvori paratendinijum resorptivnim šavovima 4-0.

Alternativne varijante popunjavanja defekata podrazumevaju primenu bioregenerativnih produkata koji su sve prisutniji na tržištu (75–77). Hirurška tehnika koja se koristi u našoj ustanovi i koju smo koristili tokom istraživanja podrazumeva popunjavanje, kako koštanih, tako i tetivnog defekta Vivostat® PRF-om. Priprema Vivostata® PRF se vrši u zatvorenom sistemu sa ciljem koncentracije fibrina i trombocita 7-10 puta, dobijenih iz 120ml autologne krvi pacijenta, koja se uzima 15 minuta pre uvođenja u anesteziju. Krv se direktno kolektuje u specijalno dizajnirane jednokratne sterilne boce. Automatizovani proces pripreme traje do 25 minuta i rezultira sa 5-6ml finalnog proizvoda. Sam automatizovani proces se vrši u predsali operacionog bloka, a po centrifugiranju se unosi u operacionu salu i kasetu sa dobijenim finalnim proizvodom se aplikuje u Vivostat® aplikator gde se rastvor puferizuje. Direktno na jedinicu aplikatora se povezuje sterilan sistem koji poseduje opciju raspršivanja rastvora - sprej aplikator, oblika olovke za sprej niskog pritiska, koji omogućava preciznu aplikaciju rastvora. Jedinica aplikatora se aktivira nožnom pedalom ili pritiskom na dugme sprej aplikatora. Proces aplikacije traje 3-4 minuta i prilikom nanošenja spreja na defekt donornog mesta dolazi do momentalne polimerizacije i formiranja bioaktivnog fibrinskog matriksa (Slika 35B). Po aplikaciji Vivostat® PRF, pristupa se zatvaranju paratendinijuma, kao i u situaciji kod kontrolne grupe.

Sutura potkožnog i kožnog tkiva se u obe grupe vrši na isti način. Potkožno tkivo se suturira pojedinačnim resorptivnim šavovima 3-0, a koža pojedinačnim monofilamentnim šavovima 3-0. Dreniranje operativne rane se standardno ne radi, dok se intraartikularno postavlja aspiracioni dren kroz anterolateralni portal oko koga se postavlja jedan šav, kako bi se sprečilo dreniranje krvi mimo drena. Anteromedijalni portal se suturira sa jednim monofilamentnim šavom 3-0. Pre previjanja, rana se ispere 3% hidrogenom, fiziološkim rastvorom, a potom se nanese povidon-jod rastvor u tankom premazu.



Slika 35. (A) Nepopunjeno donorsko mesto – kontrolna grupa. **(B)** Donorsko mesto popunjeno Vivostat® PRF – Vivostat grupa.

1.4.3.6 RANI POSTOPERATIVNI TOK

Rani postoperativni tok počinje neposredno po završetku operativnog lečenja, kada se pacijent prevede u jedinicu intenzivnog lečenja. Tokom ovog perioda, od strane medicinskog osoblja se vrši kontinuirano praćenje operativne rane i njene drenaže, vitalnih parametara i intenziteta bola. Tokom nultog postoperativnog dana, bol se rutinski kupira primenom nesteroidnih antiinflamatornih analgetika koji se ordiniraju prema satnoj šemi. Ukoliko subjektivan osećaj bola na vizualno analognoj skali (VAS) prelazi 7, u terapiju se uvode opioidni analgetici, u našoj studiji tapentadol (Palexia[®] SR 50mg). Prva doza antikoagulantne terapije (nadroparin-kalcijum, Fraxiparine[®]) se ordinira nakon dvanaest sati od završetka operativnog zahvata. Prema našem protokolu, ordinirana je doza Fraxiparine[®] a 3800IJ/0.4ml. Po isteku dvadesetčetvoročasovnog nadzora u jedinici intenzivnog lečenja, pacijent se prevodi na odeljenje opšte nege.

Tokom prvog postoperativnog dana, vrši se evakuacija drenažnog sistema i previjanje operativne rane i pravi se postoperativna radiografija operisane noge u dva pravca (Slika 36). Odmah se započinje sa ranim rehabilitacionim tretmanom, pacijent se vertikalizuje na nivou sedenja u postelji i stajanja pored postelje, a potom se osposobljava za hod u visokoj hodalici uz delimičan oslonac na operisanu nogu (30% telesne težine pacijenta). Analgetska i antikoagulantna terapija se nastavlja po satnoj šemi kao i tokom nultog dana. Drugog postoperativnog dana, hod u visokoj hodalici se zamenjuje hodom pomoću potpazušnih štaka uz pratnju fizioterapeuta, sa naučenim delimičnim osloncem na operisanu nogu. Redukuje se analgetska terapija, dok se antikoagulantna terapija nastavlja prema satnici. Trećeg postoperativnog dana se vrši previjanje operativne rane, evaluacija i korekcija samostalnog hoda pomoću štaka i postoperativna magnetna rezonanca. Analgetska terapija se ordinira prema subjektivnim potrebama pacijenta.

Pacijent se otpušta na dalje kućno lečenje u periodu od trećeg do petog postoperativnog dana, sa preporukom o daljem fizijatrijskom lečenju. Antikoagulantna terapija se ordinira u ukupnom trajanju od 15 dana od dana operacije, dok se analgetska terapija nastavlja per os primenom COX-2 inhibitora, sedam dana od dana operacije, u cilju postizanja antiinflamatornog, antiedematoznog i analgetskog efekta.



Slika 36. Postoperativne radiografije

1.4.3.7 POSTOPERATIVNA REHABILITACIJA

Rahabilitacija operativno lečenih pacijenata podrazumeva rani početak i njihovu što bržu aktivaciju. Najveći doprinos promeni postoperativnog režima rehabilitacije iniciran je uvođenjem Shelbournovog ubrzanog rehabilitacionog protokola u kome se odbacuje ortoza, omogućava rani oslonac i rani povratak funkcionalnim aktivnostima (78). Početkom dvadeset prvog veka se dodatno menja koncept i od oporavka zasnovanog na vremenskoj progresiji se prelazi na individualno prilagođen režim. Samim tim, trajanje oporavka pacijenta posle jednog delikatnog operativnog lečenja je individualno, specifično i zavisi od sposobnosti pacijenta da se bezbedno vrati nivou aktivnosti pre povrede (79). Takav protokol lečenja se sastoji iz pet specifičnih faza rehabilitacionog lečenja, od kojih se inicijalna faza odigrava preoperativno, dok se ostale četiri faze sprovode u postoperativnom periodu. Prelazak sa jedne na drugu fazu se vrši kada pacijent ostvari sve specifične kliničke kriterijume jedne faze, uz poštovanje vremenskih kriterijuma koji se odnose na biološku integraciju i neovaskularizaciju grafta. Svrha ovakvog principa je poštovanje biološkog kapaciteta tkiva sa jedne strane, kao i nepotrebno produženje oporavka sa druge.

1.4.3.7.1 PRVA FAZA REHABILITACIJE – PREHABILITACIJA

Prva faza rehabilitacije se odigrava neposredno preoperativno i u literaturi se naziva prehabilitacija. Cilj prehabilitacije je smanjenje otoka i izliva u zglobu, dobijanje punog obima pokreta i jačanje natkolene muskulature, ali i osposobljavanje pacijenta za pravilnu upotrebu pomagala za hod. Posebnu pažnju u ovoj fazi rehabilitacije treba obratiti na eventualni deficit pasivne fleksije i ekstenzije kolena, ali i na mišićnu snagu kvadricepsa, jer su ovi faktori povezani sa lošijim krajnjim ishodom lečenja. Neophodno je napomenuti da je za krajnji rezultat operativnog lečenja jedan od presudnih faktora pokret pasivne fleksije. Puna pasivna fleksija je neophodan uslov za optimalno pozicioniranje femoralnog tunela intraoperativno. Literatura je pokazala da adekvatna prehabilitacija značajno poboljšava postoperativu snagu kvadricepsa, povećava obim pokreta i skraćuje vreme potrebno za povratak u sportsku aktivnost (80,81).

1.4.3.7.2 DRUGA FAZA REHABILITACIJE – AKUTNA FAZA

Akutna faza rehabilitacije ili rana postoperativna faza se karakteriše uspostavljanjem mobilnosti zgloba kolena i osloncem na operisanu nogu, unutar prva tri postoperativna dana. Neophodno je napomenuti da je ovo primarni cilj ove faze rehabilitacije, osim u situacijama udruženih povreda, koje u tom slučaju menjaju sam tok ove faze i to najčešće u pogledu ograničenja oslonca na operisanu nogu. Započinje se sa izometrijskim vežbama natkolene muskulature, uz vežbe aktivne ekstenzije kolena i podizanja celog ekstremiteta. Pored ovih, pacijentima se pokazuju pasivne, a potom i aktivne vežbe za povećanje obima pokreta. Kao dodatak aktivnim vežbama u ranoj fazi rehabilitacije se savetuje i neuromišićna elektrostimulacija visokog intenziteta, kojom se stimuliše snaga kvadricepsa. Krioterapija, kao veoma pristupačan modalitet lečenja, ima za cilj samo smanjenje intenziteta bola, ali je dokazano da ne dovodi do smanjenja intraartikularnog izliva. U ovoj fazi rehabilitacije se koriste i drugi fizijatrijski agensi koji deluju na redukciju zapaljenske reakcije mekih tkiva, smanjenje otoka i intenziteta bola, pa se zavisno od potreba pacijenta i uvode u terapiju. Neki od ovih agenasa su elektroterapija, laser, magnetoterapija i kinezitejping. Poslednju deceniju karakteriše upotreba inovativnije tehnologije u terapiji, sa mogućnošću delovanja na površna i duboka tkiva, sa ciljem redukcije inflamatornog odgovora, smanjenja intenziteta bola i posledičnog povećanja obima pokreta. U ovu grupu spadaju tekar i indiba. Završetak ove faze rehabilitacije i prelazak na sledeću karakteriše potpuno povučen otok i izliv

iz zgloba, uspostavljanje punog obima pokreta, kako aktivnih, tako i pasivnih i uspostavljanje aktivne elevacije noge bez zaostajanja (70).

1.4.3.7.3 TREĆA FAZA REHABILITACIJE

Prelazak u treću fazu rehabilitacije se karakteriše započinjanjem treninga mišićne snage i neuromišićnim treningom (82). Po uspostavljanju aktivnosti kvadricepsa započinje se inicijalno sa koncentričnim, a potom i ekscentričnim vežbama koje zamenjuju izometrijske vežbe (82,83). Zapčinje se sa vežbama zatvorenog kinetičkog lanca, a od četvrte postoperativne nedelje i sa vežbama otvorenog kinetičkog lanca. Prilikom otpočinjanja vežbi zatvorenog, pa i otvorenog kinetičkog lanca posebnu pažnju treba obratiti na svaki bol koji se u procesu vežbanja može javiti, koji bi ukazao na preveliko opterećenje. Vežbe otvorenog kinetičkog lanca se zapčinju sa kontrolisanim obimom pokreta i njegovim postepenim povećanjem do pune fleksije, koju je neophodno postići do punih 12 nedelja od dana operacije (12). Nakon otpočinjanja vežbi otvorenog kinetičkog lanca nikako ne treba napustiti vežbe zatvorenog lanca, obzirom da je dokazano da njihova kombinacija dovodi do najboljeg oporavka mišićne snage kvadricepsa, a posledično i ranijeg povratka sportskim aktivnostima (79). Takođe, po zapčinjanju ekcentričnih vežbi nije preporučljivo zanemariti koncentrične kontrakcije, iz istog razloga koji je naveden za vežbe zatvorenog i otvorenog kinetičkog lanca. Vežbe za jačanje mišićne snage podrazumevaju inicijalno vežbe sa manjim opterećenjem i većim brojem ponavljanja. Nakon dobijanja jasnih kliničkih znakova jačanja natkolene muskulature, zapčinje se sa povećanjem opterećenja uz smanjenje broja ponavljanja. Nakon uvođenja vežbi za jačanje mišićne snage, potrebno je pažljivo praćenje pacijenta i eventualnu pojavu bola, otoka i izliva unutar zgloba. Ovakva promena u kliničkoj slici predstavlja direktan signal preforsiranosti i zahteva automatsku korekciju opterećenja. Neophodno je naglasiti da uvođenje ovih vežbi zahteva njihovu primenu na oba ekstremiteta.

Drugi, veoma značajan, segment ove faze je neuromišićni trening, koji podrazumeva poboljšanje dinamičke stabilnosti kolena sa ciljem bolje propriocepcije i motorne kontrole (84). Neuromišićni trening podrazumeva multimodalni pristup pertubacijskom treningu, treningu balansa, vežbama agilnosti i pliometrijskim vežbama.

Cilj treće faze rehabilitacije se sastoji u kontroli terminalne ekstenzije u poziciji kolena sa osloncem, postizanje 80% simetrije kvadricepsa i 80% simetrije na skokovima, sa adekvatnom kontrolom pokreta (70). Nakon ispunjavanja svih navedenih ciljeva, moguće je pacijenta prevesti u narednu fazu rehabilitacije.

1.4.3.7.4 KASNA FAZA REHABILITACIJE

Prelazak pacijenta u ovu fazu rehabilitacije se karakteriše individualizacijom treninga, u zavisnosti od tipa sportske aktivnosti kojom se pacijent bavi. To podrazumeva individualni pristup svakom pacijentu i prilagođavanje specifičnim ciljevima i zahtevima sportske aktivnosti kojoj se pacijent vraća. Rehabilitacioni protokol u ovoj fazi podrazumeva sprovođenje vežbi sa velikim opterećenjem, vežbi snage, agilnosti i sportski specifičnih vežbi. Prekretnica ove faze je multidisciplinarni pristup rehabilitaciji, gde se pored fizijatra i fizioterapeuta u rehabilitacioni tok uključuje i kondicioni trener sa iskustvom u postoperativnoj rehabilitaciji sportista. Inicijalni povratak sportskim aktivnostima se dozvoljava nakon ispunjenja kriterijuma, koji su potkrepljeni baterijama testova koji procenjuju spremnost za povratak sportskim aktivnostima. Navedeni zahtev se postiže postepenom progresijom intenziteta sportske aktivnosti, inicijalno modifikovanim treningom, potom punim treningom bez ograničenja do postepenog vraćanja kompetitivnom sportu. Ovakav povratak je u početku ograničene dužine trajanja, a na kraju se pacijent vraća u potpunosti, bez ikakvog ograničenja.

Cilj ove faze rehabilitacije podrazumeva postizanje 90% simetrije kvadricepsa, 90% simetrije na testovima skakanja, sa adekvatnim kvalitetom pokreta i obnavljanje psihičke spremnosti svakog pacijenta ponaosob za povratak u punu sportsku aktivnost.

1.4.3.7.5 FAZA KONTINUIRANE PREVENCIJE POVREDA

Povratak u punu sportsku aktivnost ne znači kraj lečenja kada je prednji ukršteni ligament u pitanju. Literaturni podaci pokazuju da se rupturi grafta dešavaju u 5.7% slučajeva (85). Iz tog razloga je neophodno dalje praćenje operativno lečenih sportista i sprovođenje programa prevencije povreda bar dva puta nedeljno. Ova faza se zapravo preklapa sa prethodnom fazom u momentu kada se sportista postepeno vraća u aktivnu fazu – učestvuje u kompetitivnim aktivnostima, ali još uvek u ograničenom vremenskom intervalu. Naravno, ova faza rehabilitacije se nastavlja i dalje, pa i nakon punog povratka u sportsku aktivnost. Programi prevencije su takođe specifični i zavise od tipa sportske aktivnosti kojoj se operativno lečeni sportista aktivno bavi. Glavni zahtev koji je potrebno sprovesti u ovoj fazi rehabilitacije je pažljivo doziranje opterećenja koje je značajano za smanjene rizika za obnavljanje povrede (86).

Krajnji cilj ove faze rehabilitacije je održavanje mišićne snage, kao i dinamike stabilnosti kolena, uz poseban akcenat na menadžment opterećenja zgloba.

1.4.3.7.6 FAKTORI KOJI ZAHTEVAJU ADAPTACIJU REHABILITACIONOG PROGRAMA

Povredu prednjeg ukrštenog ligamenta često prati i povreda drugih ekstra i intraartikularnih struktura. Neke od njih, kao što su povrede meniskusa, hrskavice ili kolateralnih ligamenata se rešavaju hirurški, u istom aktu sa rekonstrukcijom prednjeg ukrštenog ligamenta. Druge povrede, kao što su kontuzione povrede ili subhondralni prelom lateralnog kondila femura ne zahtevaju operativno lečenje. Postojanje bilo koje od navedenih povreda zahteva prilagođavanje rehabilitacionog protokola, bez obzira na način lečenja.

Izbor grafta takođe ima važnu ulogu u postoperativnoj rehabilitaciji, obzirom da specifično utiče na patologiju donorskog mesta. Rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta sa autograftom patelarnog ligamenta je povezana sa bolom u predelu donorskog mesta i slabošću kvadricepsa (87,88). Upravo iz tog razloga je potreban stalni monitoring bola u prednjem segmentu kolena tokom rehabilitacionog procesa. Rekonstrukcije sa autograftom hamstringsa zahtevaju odlaganje jačanja hamstringsa sa većim opterećenjem tokom određenog vremena postoperativno, ali konsenzus o optimalnom trajanju tog vremena ne postoji (89).

1.4.3.8 POSTOPERATIVNE KOMPLIKACIJE

Rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta u najvećem broju slučajeva daje veoma dobre rezultate. Pojedina istraživanja su pokazala da čak 90% pacijenata posle ovako zahtevne operacije povraća funkciju zglobova u potpunosti (90). Međutim, povratak sportu na preoperativni nivo ili kompetitivni nivo se postiže kod 43-60% pacijenata, prema različitim autorima (90–92).

I pored tako dobrih rezultata, određen broj operativno lečenih pacijenata je nezadovoljan krajnjim ishodom lečenja, a komplikacije, iako relativno retke, nekada mogu biti veoma teške i predstavljaju veliki izazov za lečenje. Određene komplikacije su specifične za odabran tip grafta ili operativnu tehniku, dok je većina nespecifična, pa se komplikacije mogu podeliti na više načina. Jedan od načina je podela u odnosu na vreme nastanka – na intraoperativne, rane postoperativne i kasne komplikacije. Druga podela ih klasifikuje na lokalne i sistemske. Bez obzira na klasifikaciju, u narednom poglavlju će one biti navedene prema učestalosti javljanja u našem kliničkom radu i u objavljenim naučnim radovima.

1.4.3.8.1 PREPATELARNI BOL

Jedna od najčešćih komplikacija koja se u kliničkoj praksi sreće je bol u prednjem segmentu kolena. Istraživanja pokazuju da se ova komplikacija javlja u oko 16% slučajeva u sveukupnom broju operativno lečenih pacijenata, bez obzira koji je graft korišćen za rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta (85). Prepatelarni bol može nastati iz dva razloga. Najčešći razlog je jatrogena lezija završne grane n. saphenusa i posledični neurološki deficit, koji se prema literaturi javlja kod 46% pacijenata sa prepatelarnim bolom (93). Značajno češće se bol u prednjem segmentu prednjeg kolena javlja kod pacijenata kojima je rekonstrukcija rađena BTB graftom i to kod 23.3% slučajeva od svih pacijenata sa prepatelarnim bolom (85). Bol u prednjem segmentu kolena se javlja i pri uzimanju drugih tipova graftova, tipa hamstringsa i tetive kvadricepsa, ali u dosta manjem procentu (93–95).

Kao što je već napomenuto, prepatelarni bol u postoperativnom periodu ne nastaje samo kao posledica povrede neuroloških struktura. On se može verifikovati i u rehabilitacionom periodu, naročito u fazama započinjanja jačanje mišćne snage i karakteriše se prepatelarnim bolom čiji je uzrok patelarni tendinitis, koji se javlja kod 40% svih pacijenata sa prepatelarnim bolom (85). Iz tog razloga, u rehabilitacionom tretmanu je neophodno pažljivo praćenje pacijenata. Pojava bola, pa i najnižeg intenziteta, u prednjem segmentu kolena zahteva korekciju opterećenja, kako bi se tegobe povukle u što kraćem vremenskom periodu.

Sprovedena istraživanja su pokazala da prepatelarni bol može nastati i kao posledica aksijalnog naprežanja patele po uzimanju koštanog bloka i da popunjavanje koštanog defekta smanjuje aksijalno naprežanje i redukuje intenzitet bola (96).

Sveukupno posmatrano, istraživanja su dokazala da uz adekvatan rehabilitacioni tretman, bez obzira na poreklo prepatelarnog bola, vremenom dolazi do potpunog povlačenja tegoba. Iz literalnih podataka se zaključuje da se kod 83% pacijenata, sa anamnestičkim podatkom o postojanju prepatelarnog bola, isti povlači do navršenih godinu dana od dana operacije (85).

1.4.3.8.2 SENZORNI DEFICIT

Senzorni deficit u vidu hipestezije ili anestezije regije operativnog ožiljka, nastalog usled uzimanja graftova za rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta se javlja kod velikog broja pacijenata. Prema dosadašnjim istraživanjima, taj procenat se kreće od 39.7%-88% kod uzimanja tetiva semitendinozusa i gracilisa za šta se okrivljuje lezija rr. infrapatelares koje se prostiru neposredno uz

pripoj tetive gracilisa (97–99). Deficit se javlja postoperativno i nakon uzimanja grafta srednje trećine ligamenta patele, u regiji lateralno od operativne incizije i to u znatno većoj meri nego kod uzimanja tetiva semitendinozusa i gracilisa. Istraživanja su pokazala da se ova komplikacija javlja kod 93% pacijenata i nastaje kao i prepatelarni bol, lezijom rr. infrapatellaris (100).

Deficit senzibiliteta i prepatelarni bol su vodeći simptomi koji dovode do nezadovoljstva pacijenata u potoperativnom toku. Ipak, kod najvećeg broja pacijenata dolazi do postepenog povlačenja simptoma. Čak i danas ortopedi širom sveta pokušavaju da prevaziđu ovu komplikaciju promenom hirurške tehnike. Najčešće se pokušava smanjenje incizije i primena hirurške tehnike koja podrazumeva uzimanje grafta kroz dve odvojene incizije, u horizontalnom i vertikalnom pravcu. Navedene tehnike su dovele do procentualnog smanjenja pacijenata sa postoperativnim deficitom senzibiliteta, ali se i dalje smatra da su najčešće varijacije jedne ili dve grane n. saphenusa lokalizovane u zoni između vrha patele i tuberozitasa tibije. Imajući to u vidu, očekivana je pojava deficita senzibiliteta prilikom izbora koštano-ligamentarno-koštanog grafta patelarnog ligamenta.

Neurološki deficit se manifestuje u vidu utrnulosti u regiji operativnog ožiljka i može se procenjivati minimum mesec dana od dana operacije. Način procene deficita senzibiliteta varira od autora do autora i za sada nema konsenzusa u opisanim radovima. Pojedini autori su u svojim istraživanjima procenjivali samo prisustvo ili odsustvo deficita. Pregled bi se obavljao u ležećem položaju sa kolonom u ekstenziji, pacijentom zatvorenih očiju, dok ispitivač procenjuje postojanje deficita prelazeći vrhom olovke regiju operativnog ožiljka. Rezultat je beležen kao – postoji ili ne postoji deficit. Drugi autori su procenjivali stepen deficita na skali od 0 do 10, dok su pojedini autori vršili vrlo detaljne procene i određivali površinu deficita, koju su izražavali u kvadratnim centimetrima upotrebom posebno dizajniranih softvera (93,101). Kvalitativno posmatrano, neurološki deficit je promenljivog karaktera u funkciji vremena i iz tog razloga procenu je potrebno izvoditi u različitim vremenskim periodima od operativnog lečenja.

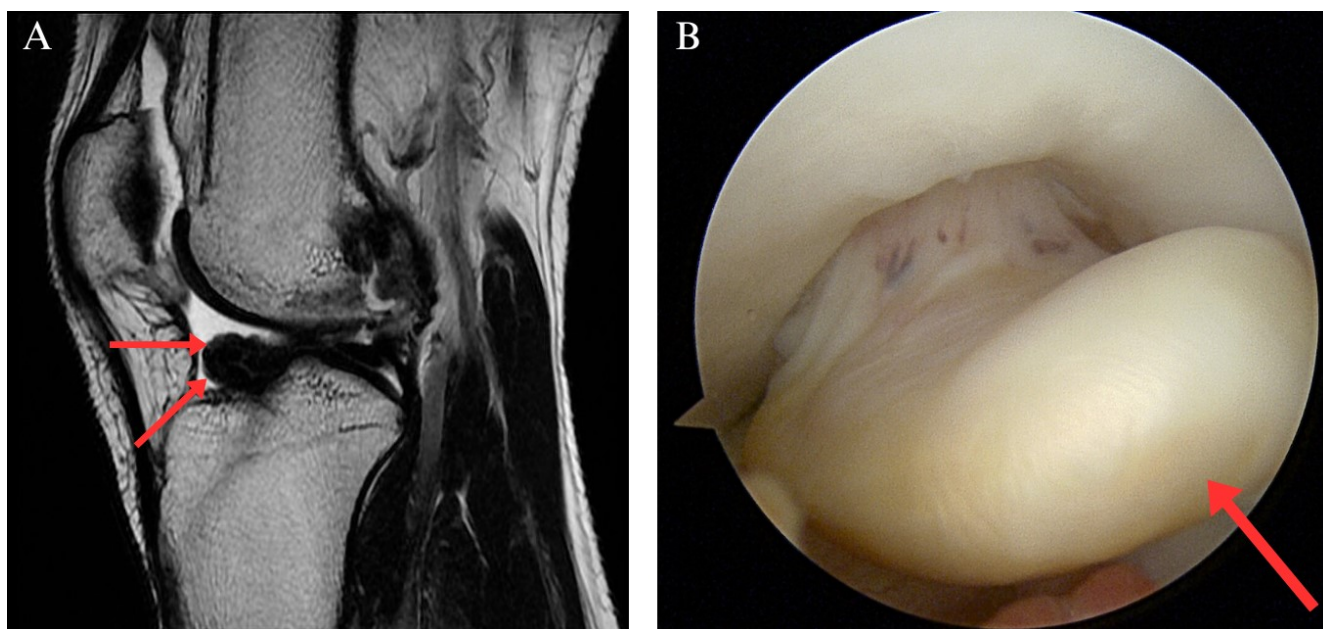
1.4.3.8.3 OGRANIČENOST POKRETA

Ograničenost pokreta ili postoperativna kontraktura se relativno često sreće kao postoperativna komplikacija. Ograničenost se može javiti u različitom stepenu, ali njegovo postojanje dovodi do velikog nezadovoljstva pacijenta i odlaže krajnji cilj rekonstrukcije – povratak sportskoj aktivnosti u punom kapacitetu. Ograničenost pokreta može nastati zbog loše pozicije femoralnog ili tibijalnog tunela, „cyclops“ sindroma ili artrofibroze.

Metaanaliza koju je sproveo Wang B. i autori je pokazala da se ograničenost pokreta javlja kod 3% operativno lečenih pacijenata (102). Isto istraživanje je ukazalo i na faktore rizika koji dovode do ograničenja pokreta, pozivajući se na studije koje su bile obuhvaćene metaanalizom. Tako je studijom dokazano da jedino pol predstavlja predisponirajući faktor za češći nastanak ograničenosti pokreta u korist osoba ženskog pola. Kako ovo istraživanje, tako ni drugi radovi nisu pokazali da vreme proteklo od povrede do operacije, tip izabranog grafta, kao ni konkomitantna hirurgija, prvenstveno misleći na hirurgiju meniskusa, nemaju značaja na nastanak ove komplikacije (102,103). U zaključku svog istraživanja, Wang se složio sa Hustonom da ograničenje obima pokreta utiče na kvalitet života i češće dovodi do sekundarne hirurgije, nego što je to slučaj kod pacijenata koji u postoperativnom toku ne razviju ograničenost pokreta operisanog kolena (102,104). Prema autorima, razlog za češću pojavu ograničenja kod osoba ženske populacije leži u endokrinološkim faktorima, obzirom da je dokazano da se povreda češće javlja u preovulacionoj fazi ciklusa, što je povezano sa efektima estrogena, progesterona i testosterona na ligamentarne strukture (105–107).

Loša pozicija, kako femoralnog, tako i tibijalnog tunela predstavlja jednu od najčešćih grešaka u rekonstruktivnoj hirurgiji prednjeg ukrštenog ligamenta koja dovodi do ograničenja obima pokreta kolena (108). Pozicija tunela se procenjuje na osnovu kliničkog nalaza i Rtg dijagnostike, mada definitivnu procenu je neophodno uraditi MSCT dijagnostikom (109,110). Ukoliko se dokaže postojanje loše pozicije tunela, najčešće je neophodno hirurško lečenje u smislu revizije hirurgije kao bi se problem razrešio (111,112). Ovde je neophodno napomenuti opšte prihvaćen stav da se nikada ne ulazi u rekonstruktivnu hirurgiju, dok se definitivno ne potvrdi uzrok ograničenja pokreta.

„Cyclops“ sindrom, kao jedan od uzroka ograničenja obima pokreta javlja se kod 1.8-10.9% slučajeva i nastaje kao posledica preoperativne inflamacije ili restrikcije pokreta, uske interkondilarne jame i ekscesivne anteriorne pozicije tibijalnog tunela, kao i postoperativnog perzistentnog spazma hamstringsa (113). Postojanje dijagnoze cyclops sindroma se vrši na osnovu kliničkog nalaza koji ukazuje na ograničenost ekstenzije, a definitivna dijagnoza se postavlja na osnovu MRI pregleda kolena i uvek zahteva hirurško lečenje (Slika 37).



Slika 37. Cyclops lezija posle rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta (crvene strelice). (A) Nalaz na MRI. (B) Artroskopski nalaz.

Artrofibroza je direktan uzrok značajnog ograničenja obima pokreta. Definiše se kao deficit ekstenzije od 15° ili više, sa ili bez ograničenja fleksije u odnosu na kontralateralno koleno, sa vremenskom odrednicom od šeste postoperativne nedelje (71). Prema dostupnim podacima javlja se kod 4-38% pacijenata sa ograničenjem obima pokreta u postoperativnom toku, a u zavisnosti od težine kliničke slike i stepena ograničenja obima pokreta, gradirana je u 4 tipa prema Shelbournu (Tabela 1) (114,115).

Tabela 1. Shelbourn-ova klasifikacija artrofibroze

| Tip | Deficit ekstenzije | Deficit fleksije | Pokretljivost patele |
|-------|--------------------|------------------|----------------------|
| Tip 1 | < 10° | bez deficita | normalna |
| Tip 2 | >10° | bez deficita | normalna |
| Tip 3 | >10° | >25° | umanjena |
| Tip 4 | >10° | >30° | umanjena |

Faktori koji utiču na razvoj artrofibroze su rana hirurška intervencija u odnosu na momenat povrede, kao i preoperativno ograničenje obima pokreta. Takođe, primećeno je češće javljanje artrofibroze kod osoba ženskog pola, kod pacijenata sa postoperativnom infekcijom i algoneurodistrofičnim sindromom. Lečenje podrazumeva uporan fizikalni tretman kod Shelbourne tip 1 i 2, dok tip 3 i 4 zahtevaju operativno lečenje koje podrazumeva artroskopsku sinovijektomiju i dalji fizikalni tretman sa ciljem razrade obima pokreta.

1.4.3.8.4 SEKUNDARNE LEZIJE MENISKUSA

Sekundarne lezije meniskusa nastale nakon rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta, a ne verifikovane intraoperativno, se javljaju u 7% slučajeva, prosečno četrnaest meseci nakon povrede (85). Prema istom izvoru, sekundarne lezije meniskusa se češće javljaju na medijalnom meniskusu (84% slučajeva), značajno su ređe na lateralnom meniskusu (13% slučajeva), a izuzetno retko se viđaju na oba meniskusa (3% slučajeva) (85). Dijagnoza sekundarnih povreda meniskusa se postavlja na osnovu preciznih anamnestičkih podataka, kliničkog nalaza i nalaza MRI, a lečenje podrazumeva reartroskopiju i hirurgiju meniskusa koja podrazumeva biološku operaciju – sutura meniskusa, kad god je to moguće, kako bi se predupredio razvoj degenerativnih promena. Ukoliko sutura nije indikovana, vrši se parcijalna menisectomy.

1.4.3.8.5 BOL UZROKOVAN FIKSACIJOM

Postoperativni bol u regiji tibijalnog otvora tunela se izuzetno retko javlja i uglavnom je karakterističan za mekotkivni graft semitendinozusa i gracilisa. Kod graftova sa koštanim blokom u tibijalnom tunelu, pojava bola je posledica iritacije fibroznog tkiva otvora tunela. Lečenje ovih tegoba podrazumeva primenu nesteroidnih antiinflamatornih lekova, a krajnji način lečenja predstavlja hirurško odstranjenje zavrtnja.

1.4.3.8.6 RUPTURA GRAFTA I KONTRALATERALNOG PREDNJEG UKRŠTENOG LIGAMENTA

Ruptura grafta se retko dešava i prema istraživanjima se prijavljuje kod 5.7% slučajeva u prve dve godine postoperativnog lečenja (85). Gotovo redovno, uzrok rerupture je ponovna sportska trauma, a primećeno je da su češće rerupture kod primene semitendinosus-gracilis grafta, nego kod koštano-ligamentarno-koštanog grafta ligamenta patele. Ruptura prednjeg ukrštenog ligamenta se viđa i na kontralateralnom kolenu kod 3% pacijenata, najčešće unutar prve dve godine od rekonstruktivog zahvata na prvom kolenu. Istraživanja su pokazala da se češće viđaju u grupi pacijenata kod kojih je korišćen koštano-ligamentarno-koštani graft (85).

1.4.3.8.7 PRELOM PATELE

Prelomi patele su vrlo retka komplikacija i javljaju se kod pacijenata kod kojih je uzet koštano-ligamentarno-koštani graft ligamenta patele ili tetiva kvadricepsa sa koštanim blokom. Značajno češće se javljaju prilikom uzimanja koštanog bloka i tetive kvadricepsa. Prelomi se češće događaju intraoperativno, a retko u postoperativnom toku i uslovljeni su dodatnom traumom. Incidenca preloma patele kod koštano-ligamentarno-koštanog grafta ligamenta patele se prema literaturi procenjuje na oko 0.3% slučajeva, mada pojedini radovi beleže i veće vrednosti (85). Lečenje podrazumeva imobilizaciju ili fiksaciju preloma, u zavisnosti od tipa preloma i obima dislokacije prelomnih fragmenata.

1.4.3.8.8 POSTOPERATIVNA INFEKCIJA

Veoma retka postoperativna komplikacija je infekcija operativne rane ili zgloba kolena sa incidencom od 1% posle rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta (85). Objašnjene za ovako malu incidencu je minimalno invazivna hirurgija, koja zarad dobrog vidnog polja zahteva kontinuiranu primenu sterilnog fiziološkog rastvora pod pritiskom, što značajno smanjuje nastanak infekcije u poređenju sa drugim tipovima ortopedskih hirurških intervencija. U kliničkoj praksi se uočava infekcija hirurškog polja, najčešće na mestu uzimanja grafta ili septični artritis koji se češće beleži nakon upotrebe semitendinosus-gracilis grafta. Najčešći uzročnici zabeleženi i objavljeni u dosadašnjoj literaturi su *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) i koagulaza-negativan *Staphylococcus species*, mada u poslednje vreme se beleže i drugi izazivači poput *Staphylococcus epidermidis*, potom *Methicillin-susceptible Staphylococcus aureus* (MSSA) (116). U izuzetno retkim slučajevima detektuju se retki bakterijski i gljivični uzročnici multirezistentni na većinu antimikrobnih lekova (117). Dijagnoza se postavlja na osnovu kliničkog pregleda, laboratorijskih i mikrobioloških analiza, a lečenje zavisi od kliničke slike, virulentnosti izazivača i kliničkog odgovora na inicijalnu antibiotsku terapiju. Ukoliko inicijalni odgovor na ciljanu antibiotsku terapiju prema antibiogramu izostane ili je suviše spor, neophodne su multiple artroskopske sinovijektomije sa ciljem smanjenja koncentracije bakterijskih izazivača, a u najtežim slučajevima lečenje podrazumeva debridman samog grafta i vađenje celokupnog fiksacionog materijala kako bi došlo do smirivanja infekcije (118).

1.4.3.8.9 TROMBOEMBOLIJSKE KOMPLIKACIJE

Prema Američkom udruženju pulmologa, primena antikoagulantne profilakse pacijentima koji se podvrgavaju artroskopskoj hirurgiji, bez podataka o ranijoj venskoj trombozi, nije potrebna (119). Uprkos preporukama, svedoci smo da se tromboprofilaksa ipak primenjuje u određenom broju bolnica i uprkos njenoj primeni, sveukupan procent tromboembolijskih komplikacija iznosi 0.6% (116).

1.4.3.9 PROCENA FUNKCIONALNIH REZULTATA LEČENJA

Funkcionalna procena rezultata operativnog lečenja se vrši na osnovu podataka dobijenih kliničkim pregledom i rezultata funkcionalnih međunarodnih upitnika.

1.4.3.9.1 KLINIČKI PARAMETRI NEOPHODNI ZA PROCENU FUNKCIONALNOG OPORAVKA

Obavljen detaljan klinički pregled na svim kontrolnim pregledima je imperativ u proceni funkcionalnih rezultata. Usaglašavanje nekoliko parametara dobijenih kliničkim pregledom sa kontralateralnim kolenom je prediktor za dobar funkcionalni rezultat. U pomenute faktore spadaju obim ekstremiteta, obim pokreta, stabilnost kolena procenjena testovima stabilnosti, a kvantifikovana KT-1000 artrometrom, klinička procena bolova u prednjem segmentu kolena testom klečanja i procena deficita senzibiliteta. Svi navedeni faktori su detaljno opisivani u ranijem tekstu u poglavljima koja su se bavila dijagnostikom i rehabilitacijom povreda prednjeg ukrštenog ligamenta, kao i u poglavlju komplikacija operativnog lečenja.

1.4.3.9.2 FUNKCIONALNI MEĐUNARODNI UPITNICI KAO POKAZATELJI FUNKCIONALNOG OPORAVKA

Funkcionalni međunarodni upitnici predstavljaju drugu grupu parametara koji nam služe za procenu funkcionalnog oporavka sportista posle povrede prednjeg ukrštenog ligamenta. Najšire prihvaćeni upitnici u literaturi su Tegnerov test aktivnosti (Tegner Activity Score), Skor međunarodnog komiteta za validaciju povreda kolena (International Knee Documentation Committee – IKDC), Tegner-Lysholmov upitnik (Tegner Lysholm Knee Scoring Scale) i Modifikovani Sinsinati skoring sistem (Modified Cincinnati Knee Rating System score).

1.4.3.9.3 TEGNER ACTIVITY SCORE

Tegnerov test aktivnosti je inicijalno dizajniran za procenu aktivnosti posle povrede prednjeg ukrštenog ligamenta i meniskusa, ali je vremenom korišćen i za procenu aktivnosti kod različitih oboljenja kolena. Test procenjuje sportsku aktivnost na skali od 0 do 10. Najniža vrednost reprezentuje invaliditet koji je posledica povrede ili oboljenja kolena, a najviša vrednost reprezentuje najviši nivo sportske aktivnosti koji je u rangu nacionalnog ili internacionalnog nivoa fudbalske aktivnosti. Test gradira samo sportsku, umesto životnih aktivnosti, sa ciljanim osvrtom na fudbalsku aktivnost. Iz toga proističe osnovni nedostatak ovog testa, tj. nemogućnost široke primene u zemljama u kojima se kulturološki sportska, a posebno fudbalska aktivnost ne primenjuju široko (120).

1.4.3.9.4 INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION COMMITTEE – IKDC

IKDC upitnik je već dugo prisutan u literaturi i jedan je od najpreciznijih upitnika kojim se validira ishod povrede prednjeg ukrštenog ligamenta kolena (121). Radi se o jednostavnom i direktnom upitniku, koji na jednostavan način evaluira tegobe koje se javljaju kod povreda kolena, sportsku aktivnost i funkciju zgloba, pa je samim tim i podeljen u tri podskale. Podskala simptoma procenjuje bol, otok, ograničenost pokreta – blokadu zgloba i nestabilnost. Podskala sportske aktivnosti se fokusira na funkcije kao što su penjanje i spuštanje niz stepenice, ustajanje sa stolice, čučanje i skakanje, dok podskala funkcije kolena precizira trenutno stanje kolena u odnosu na stanje pre povrede (122).

Sumiranjem pojedinačnih stavki koje se skaliraju u ukupan broj, koji je u opsegu od 0 do 100, dobijaju se rezultati svakog pojedinačnog testa. Dobijeni konačni broj se tumači kao mera funkcije zgloba kolena koja može biti uporediva sa rezultatima na kontrolnim pregledima istog ispitanika u periodu vremena ili sa rezultatima drugih ispitanika operativno lečenih istom operativnom tehnikom sa istom vremenskom odrednicom, koja je u ovoj studiji definisana vremenom proteklom od dana operacije.

1.4.3.9.5 TEGNER LYSHOLM KNEE SCORING SCALE

Tegner Lysholmov upitnik se koristi za procenu ishoda rekonstruktivne hirurgije prednjeg ukrštenog ligamenta kolena, a posebno za simptome povezane sa nestabilnošću zgloba. Upitnik ocenjuje osam faktora - faktor hramanja, korišćenja pomagala i blokade kolena koji mogu iznositi do 23 poena, bol i nestabilnost 25 poena, otok i hod na stepeništu po 10 poena i čučnjevi 5 poena. Sveukupni zbir iskazuje ukupan rezultat u apsolutnim brojevima u rasponu od 0 do 100. Konačni rezultat se iskazuje kao „odličan“ za 95-100 poena, „dobar“ za 84-94 poena, „zadovoljavajući“ za 65-83 poena ili „loš“ za manje od 65 poena (123).

1.4.3.9.6 MODIFIED CINCINNATI KNEE RATING SYSTEM SCORE

Modifikovani Sinsinati upitnik procenjuje funkcionalni i klinički status kolena posle operativnog lečenja. Tokom vremena je modifikovan u više navrata i predstavlja jedan od najčešće korišćenih upitnika koji evaluira postoperativne rezultate rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta, ali se može primenjivati i kod hirurških procedura hrskavice kolena, suture i transplantacije meniskusa i patelofemoralne hirurgije (124).

Upitnik se inicijalno koristio za procenu simptoma bola, otoka, nestabilnosti i opšti nivo aktivnosti, dok je kasnijim modifikacijama dodatno uvedena procena simetrije hoda na ravnom i na stepeništu, kao i pri skakanju, trčanju i promeni pravca.

Krajnji rezultat se dobija softverskom kalkulacijom odgovora na postavljena pitanja i dobijeni rezultat u apsolutnom broju se deskriptivno gradira. Rezultat veći od 80 se gradira kao odličan, od 55-79 kao dobar, 30-54 kao zadovoljavajući i manji od 30 kao loš. Vrednost se upoređuje na kontrolnim pregledima, ali i između ispitanika u identičnom vremenu proteklom od povrede.

2 CILJEVI ISTRAŽIVANJA

1. Proceniti efekte fibrina bogatog trombocitima na sanaciju koštanog i ligamentarnog defekta ligamenta patele posle uzimanja kost-ligament-kost grafta za rekonstrukciju prednjeg ukrštenog ligamenta
2. Utvrditi uticaj fibrina bogatog trombocitima na intenzitet prepatelarnog bola i oporavak senzibiliteta nastalih kao posledica uzimanja kost-ligament-kost grafta
3. Utvrditi uticaj fibrina bogatog trombocita na radiološke promene koštanih i tetivnih defekata na serijskim snimcima magnetne rezonance
4. Ispitati povezanost sanacije koštanih i ligamentarnih defekata sa funkcionalnim oporavkom pacijenata

3 MATERIJAL I METODE

3.1 PACIJENTI OBUHVAĆENI ISTRAŽIVANJEM I ISPITIVANE GRUPE

Istraživanje je sprovedeno kao retrospektivna analiza baze podataka prospektivno praćenih pacijenata, operativno lečenih na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Univerzitetskog kliničkog centra Srbije u periodu od marta 2021. do marta 2022. godine. Postoperativno su pacijenti praćeni 12 meseci od dana operacije, tako da je poslednji kontrolni pregled sproveden u martu 2023. godine. Studijom su obuhvaćeni pacijenti muškog pola sa povredom prednjeg ukrštenog ligamenta, koji su aktivni sportisti.

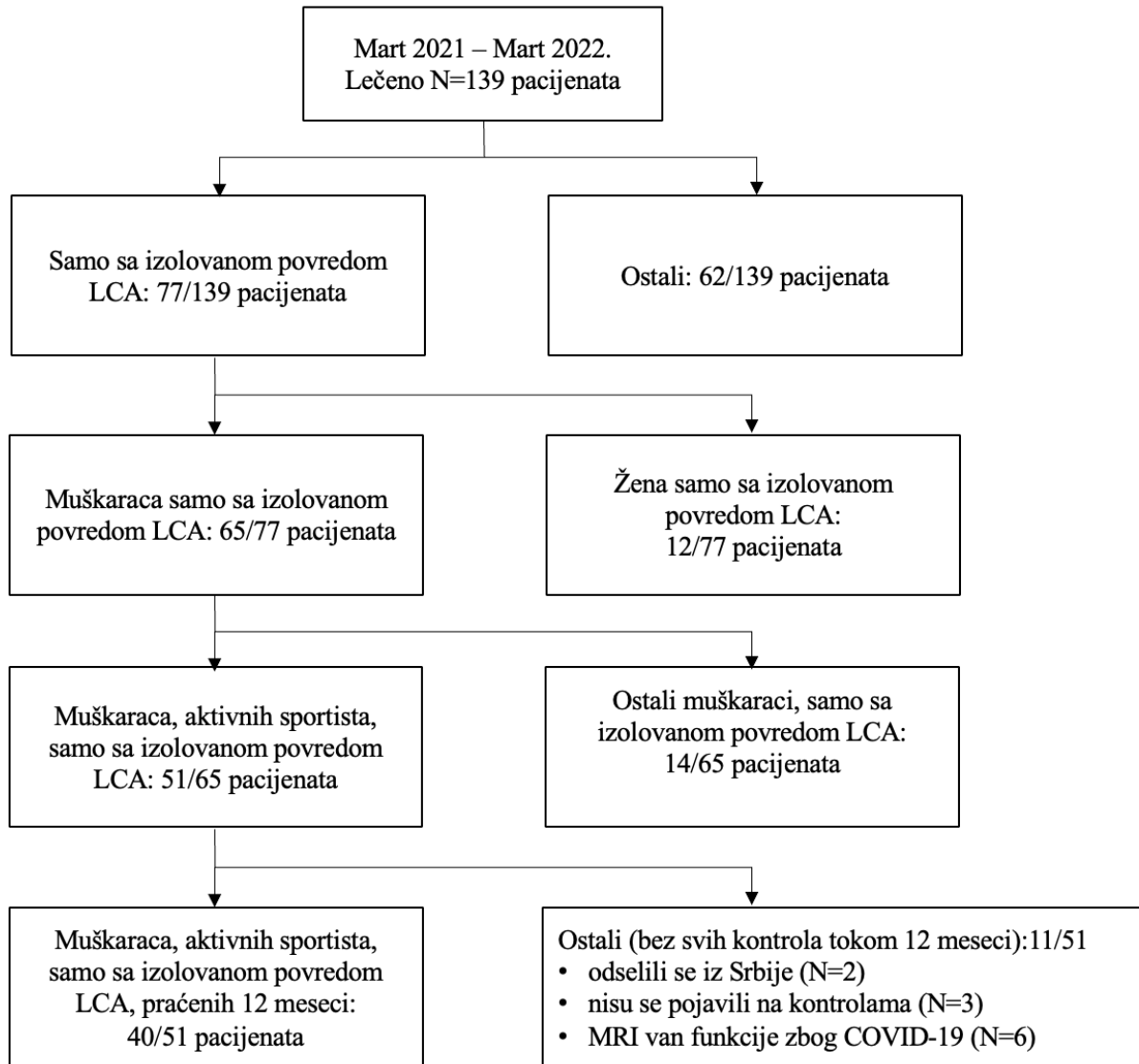
Kriterijumi za uključivanje u studiju su: starost 17-45 godina; izolovana povreda prednjeg ukrštenog ligamenta bez kliničkih i radiografskih znakova postojanja osteoartritisa; bez ranijih hirurških zahvata na povređenom i kontralateralnom kolenu.

Kriterijumi za isključivanje iz studije: intraoperativno verifikovane lezije meniskusa i/ili hrskavice; pojava postoperativnih komplikacija (infekcija, artrofibroza, duboka venska tromboza, trombocitopenija); nesaradnja pacijenta (nedolazak ili kašnjenje na kontrolni pregled duže od 15 dana; nedolazak na 2 uzastopne kontrole); tehnički problemi (MRI van funkcije).

Svi pacijenti su potpisali saglasnost za učešće u istraživanju. Na osnovu podataka iz IS Heliant, u periodu od marta 2021. do marta 2022. godine, na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju UKC Srbije je lečeno ukupno 139 pacijenata. Od toga je pacijenata:

- sa izolovanom povredom prednjeg ukrštenog ligamenta bilo 77/139,
- muškaraca sa izolovanom povredom prednjeg ukrštenog ligamenta bilo 65/77
- muškaraca, aktivnih sportista, sa izolovanom povredom prednjeg ukrštenog ligamenta bilo 51/65

Kako su se 2/51 pacijenata odselila iz Srbije, 3/51 pacijenta nije redovno dolazilo na kontrole, a za 6/51 pacijenata MRI nije bio u funkciji zbog pandemije COVID-19, to je istraživanjem obuhvaćeno 40 pacijenata, po 20 u svakoj od ispitivanih grupa (Dijagram 1).



Dijagram 1. Pacijenti obuhvaćeni istraživanjem, lečeni na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju UKC Srbije u periodu od marta 2021. do marta 2022. godine

Svih 40 pacijenata obuhvaćenih ovim istraživanjem je operisao isti ortopedski hirur, aktuelnom operativnom tehnikom opisanom u prethodnom poglavlju, a u zavisnosti od načina lečenja razvrstani su u dve grupe:

- sa potpunim defektom donorske regije Vivostat® PRF preparatom (Vivostat grupa)
- sa nepotpunim defektom donorske regije (standard grupa)

Razvrstavanje po 20 pacijenata u navedene grupe je nametala dinamika dostavljanja Vivostat® PRF preparata (u ograničenim količinama kako bi se obuhvatio ukupan period trajanja studije).

Podaci o demografskim karakteristikama pacijenata, operativnom lečenju, kao i postoperativnom praćenju su prikupljeni iz istorija bolesti, dokumentacije kliničkih nalaza kontrolnih pregleda i analizom

nalaza MRI na kontrolnim pregledima neposredno postoperativno, četvrtog, osmog i dvanaestog meseca nakon rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta.

3.2 PROCENA FUNKCIONALNIH REZULTATA OPORAVKA

3.2.1 OBIM EKSTREMITETA

Obim ekstremiteta, kao grubi pokazatelj stepena mišićnog oporavka je meren na svim kontrolnim pregledima. Obimi su mereni simetrično na obe noge dok je pacijent u stojećem stavu, na 5 i 10cm kranijalno od gornjeg pola patele, kao i na najvoluminoznijem delu potkolenice. Tokom merenja ispitanicima je sugerisano da maksimalno relaksiraju muskulaturu donjih ekstremiteta. Obimi su mereni po tri puta na svakom nivou i srednja vrednost merenja je ubeležena kao krajnji rezultat u test listu. Za dalju statističku analizu je izračunata razlika, oduzimanjem izmerenih vrednosti operisanog od vrednosti neoperisanog ekstremiteta. Dobijene vrednosti su iskazane u apsolutnim brojevima u centimetrima, sa pozitivnim ili negativnim predznakom. Pozitivni predznak ukazuje da je obim zdravog ekstremiteta veći od operisanog, dok negativni predznak ukazuje na veće vrednosti obima operisane noge.

3.2.2 OBIM POKRETA

Obim pokreta u zglobu kolena, kao pouzdan pokazatelj funkcionalnog oporavka je meren na sva tri kontrolna pregleda. Merenje je vršeno na stolu za pregled pacijenata, sa ležećim položajem pacijenta na leđima. Merenje je vršeno pomoću goniometra, a inicijalno je meren obim pokreta operisanog kolena, potom i neoperisanog kolena. Prilikom merenja ispitanicima je nalogano da maksimalno opruže nogu uz maksimalnu kontrakciju kvadricepa. Vrednosti rekurvatuma su upisivane sa predznakom minus, dok je deficit ekstenzije beležen sa pozitivnim predznakom. Za merenje ugla maksimalne fleksije ispitanicima je nalogano da maksimalno flektiraju koleno, ali bez pasivnog privlačenja stopala rukom ka gluteusu. Merena vrednost je iskazivana sa pozitivnim predznakom. Po završetku merenja stepena ekstenzije i fleksije vrednosti su upisivane u test listu i računata su razlike između neoperisane i operisane noge. Dobijene vrednosti mogu imati pozitivan i negativan predznak. Pozitivan predznak ukazuje na deficit obima pokreta operisane u odnosu na neoperisanu nogu, dok negativan predznak ukazuje na bolju vrednost pokreta fleksije ili ekstenzije operisanog kolena u odnosu na kontralateralnu stranu.

3.2.3 LACHMAN TEST

U postoperativnom toku, na svakom kontrolnom pregledu, kod svih ispitanika je procenjivan Lachman test i upoređivan je nalaz na operisanom i zdravom kolenu. Vrednosti testa su unošene u tabelu, a iskazivane su kao Lachman negativan test, Lachman test sa jasnom tačkom zaustavljanja, gde je postojala razlika između operisane i neoperisane noge u dužini same prednje tibijalne translacije, ali je tačka zaustavljanja ipak postojala i kao treća opcija pozitivan Lachman test, koji podrazumeva postojanje prednje tibijalne translacije, bez jasne tačke zaustavljanja. Ovakvog nalaza u ispitivanim grupama nije bilo, obzirom da navedena vrednost ukazuje na deficit grafta, što je bio razlog za isključivanje takvih pacijenata iz daljeg praćenja.

3.2.4 PROCENA NEUROLOŠKOG DEFICITA

Neurološki deficit je procenjivan kod svih ispitanika na kontrolnim pregledima 4, 8 i 12 meseci od operacije. Test je izvođen dok pacijent leži na leđima, zatvorenih očiju, a vrhom olovke se dodiruje koža uz lateralnu ivicu ožiljka uz izjašnjavanje pacijenta da li oseća dodir ili ne. Ishodi u vidu “osećam” ili “ne osećam dodir” su beleženi u test listu u vidu “postoji ispada senzibiliteta” – 1 ili “ne postoji ispad senzibiliteta” – 0.

3.2.5 PROCENA INTENZITETA BOLA U PREDNJEM KOLENU I TEST KLEČANJA

Na svim kontrolnim pregledima je procenjivano postojanje bola u predelu prednje strane kolena. Incijalno je pacijentima postavljeno pitanje “Da li imate bol u regiji prednje strane kolena?” na koje su se izjašnjavali sa da ili ne. Dalja procena prepatelarnog bola se vrši testom klečanja (*eng. kneeling test*). Test je izvođen od 4. meseca posle operacije. Trajanje testa je vrlo kratko i izvodi se na čvrstoj podlozi, kada je potrebno da ispitanik klekne na podlogu u trajanju od 10 sekundi bez pomeranja, kako bi se prilagodio površini i ravnomerno rasporedilo opterećenje na oba kolena. Ukoliko ispitanik nije bio u mogućnosti da toleriše bol pri ovoj poziciji, test se prekidao i notiralo se postojanje bola najvišeg stepena. Ukoliko je klečanje u ovoj poziciji bilo izvodljivo, test se dalje nastavljao tako što pacijent napravi svakim kolenom po tri koraka na podlozi.

Rezultat testa može biti različit, od nemogućnosti klečanja kako je već pomenuto, mogućnosti klečanja, ali nemogućnosti pravljenja koraka, bolnosti pri puzanju, preko nelagode, do puzanja bez ikakvih tegoba. Ukoliko se notira postojanje bola, on se procenjuje vizuelno analognom skalom bola (VAS) i izražava se u apsolutnim brojevima od 0 do 10. U našem istraživanju test je sproveden na svim kontrolnim pregledima od 4. meseca od operacije, a praćeno je inicijalno stanje u obe grupe, kao i dinamika tegoba od inicijalnog pregleda, preko svih kontrola do završnog pregleda.

3.2.6 KT-1000

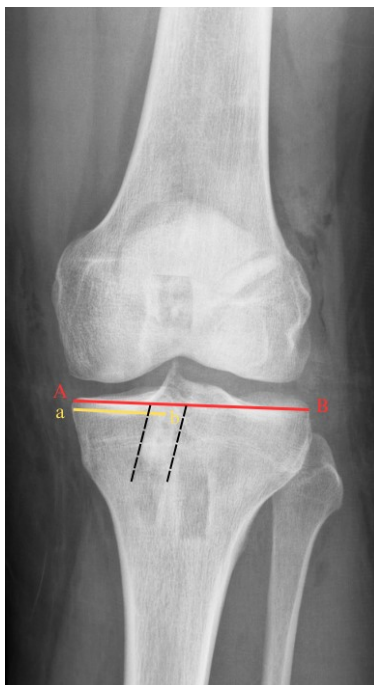
KT-1000 testiranje je sprovedeno na svakom kontrolnom pregledu. Tehnički testiranje je sprovedeno prema preporuci koju je dao proizvođač, a koja je detaljnije opisana u ranijem tekstu. Inicijalno je testirano operisano, a potom neoperisano koleno. Za svako koleno je vršeno merenje tri puta i kao referentna vrednost je uzimana maksimalna vrednost sile. Vrednosti dobijene za sve četiri testirane sile (67N, 89N, 134N i maksimalna manuelna sila) su beležene u test listu i potom su računate razlike. Od vrednosti neoperisanog kolena su oduzimate vrednosti operisanog kolena, a dobijene razlike su dalje korišćene za statističku analizu.

3.3 ANALIZA POSTOPERATIVNIH RADIOLOŠKIH NALAZA

3.3.1 RADIOGRAFSKA ANALIZA

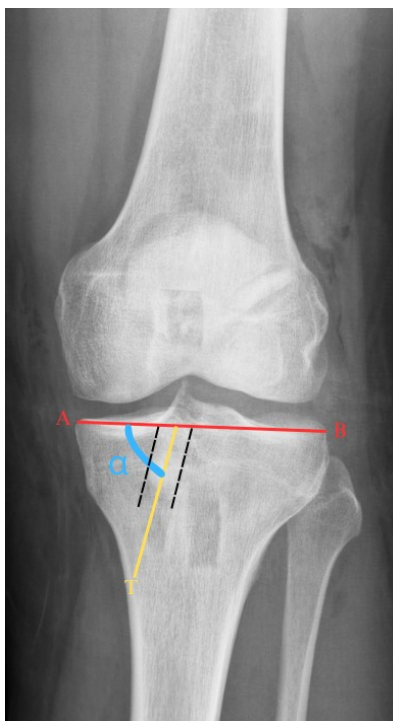
Radiografije kolena, kao veoma pristupačne dijagnostičke metode, omogućavaju brzu i preciznu evaluaciju tehničkog aspekta operativnog lečenja u smislu precizne procene pozicije femoralnog i tibijalnog tunela. Analiza pozicija tunela se procenjuje na standardnim anteroposteriornim i profilnim postoperativnim radiografijama, preporučenim od strane Nema SK i autora (125). Anteroposteriorne radiografije zahtevaju simetričnost orijentacije medijalnog i lateralnog platoa tibije, dok se glavica fibule diskretno preklapa sa lateralnim kondilom tibijalnog platoa, u idealnim uslovima sa 10% njene površine. Tehnička evaluacija sagitalnih radiografija podrazumeva superpoziciju lateralnog i medijalnog kondila femura, otvoren patelofemoralni zglobovi prostor i blagu superpoziciju glave fibule sa tibijalnim platoom.

Pozicija tibijalnog tunela na anteroposteriornim radiografijama se procenjuje na osnovu odnosa dužine linije koja povezuje centar tibijalnog tunela i medijalne ivice tibije (ab) i širine tibijalnog platoa merenog od medijalne do lateralne ivice (AB). Dobijena vrednost se izražava u procentima (Slika 38).



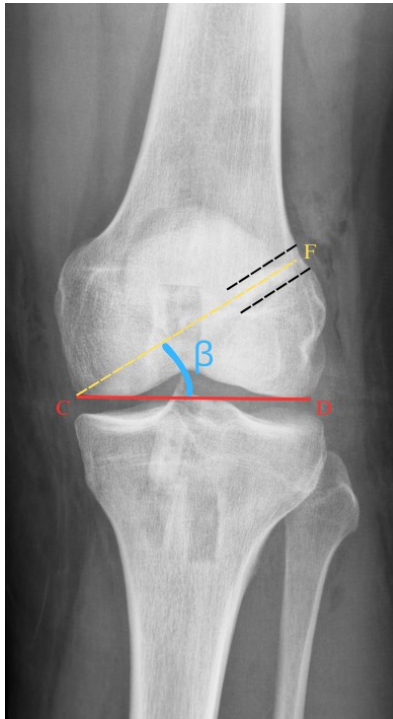
Slika 38. Pozicija tibijalnog tunela na anteroposteriornoj radiografiji.

Ugao tibijalnog tunela na anteroposteriornim radiografijama je definisan kao ugao alfa (α) i determinisan je osovinom tibijalnog tunela (T) i linijom koja povezuje medijalnu i lateralnu ivicu platoa tibije (AB) (Slika 39).



Slika 39. Ugao tibijalnog tunela – alfa ugao (α) na anteroposteriornoj radiografiji.

Anteroposteriorna radiografija omogućava procenu ugla femoralnog tunela, koji je definisan kao ugao beta (β) i determinisan je osovnom femoralnog tunela (F) i linijom duž distalnih ivica medijalnog i lateralnog kondila femura – distalna femoralna linija (CD) (Slika 40).



Slika 40. Ugao femoralnog tunela – beta ugao (β) na anteroposteriornoj radiografiji.

Profilne radiografije omogućavaju precizno određivanje sagitalne pozicije tibijalnog tunela koja se procenjuje odnosom rastojanja od prednje ivice tibije do centra tibijalnog tunela (ef) i anteroposteriorne dužine tibijalnog platoa (EF), izražene u procentima (Slika 41).



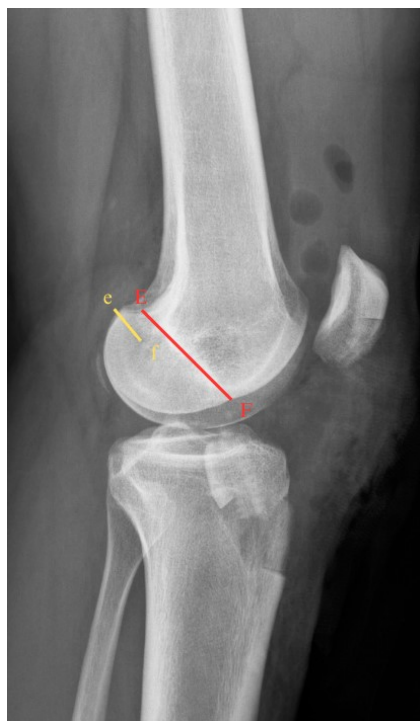
Slika 41. Pozicija tibijalnog tunela na sagitalnoj radiografiji.

Ugao femoralnog krova definisan kao gamma ugao (γ) definišu linija duž posteriornog femoralnog korteksa (K) i linija determinisana Blumesantovom linijom (L) (Slika 42).



Slika 42. Ugao femoralnog krova – gamma ugao (γ) na sagitalnoj radiografiji.

Pozicija femoralnog tunela na sagitalnim radiografijama se izražava kao procenat rastojanja od centra femoralnog tunela do zadnje ivice lateralnog kondila femura (ef), u odnosu na ukupnu dužinu Blumesantove linije (E-F) (Slika 43).

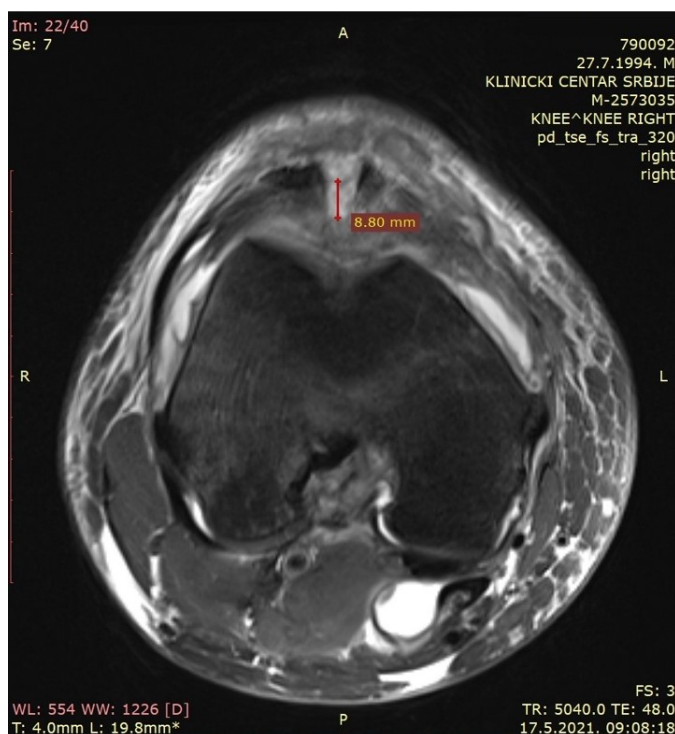


Slika 43. Pozicija femoralnog tunela na sagitalnoj radiografiji.

3.3.2 ANALIZA POSTOPERATIVNIH NALAZA MAGNETNE REZONANCE

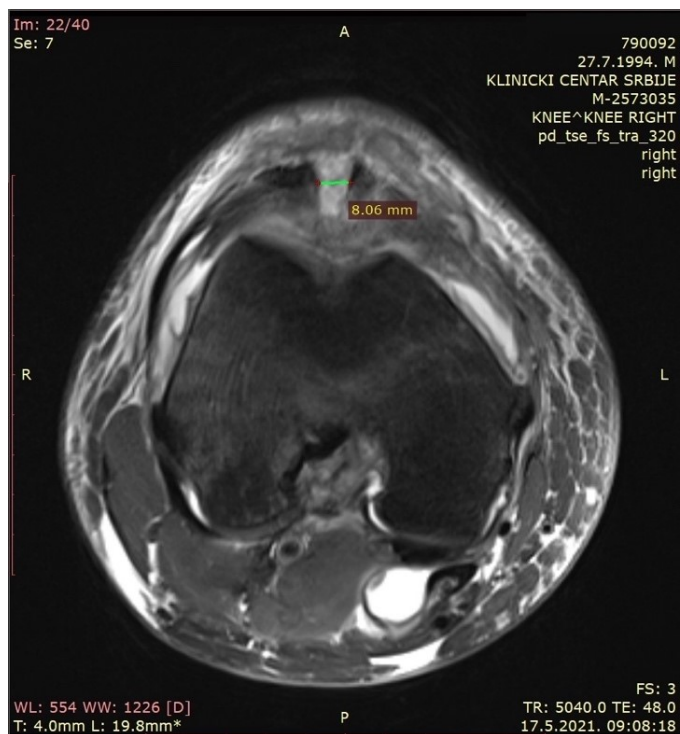
Postoperativni nalazi magnetne rezonance su analizirani neposredno postoperativno, na dan otpusta iz bolnice, treći ili četvrti postoperativni dan, kao i četiri, osam i dvanaest meseci nakon operacije. MRI analiza je sprovedena u Centru za magnetnu rezonancu Univerzitetskog kliničkog centra Srbije. Prilikom inciranja studije je definisan protokol MRI ispitivanja koji je sproveden na magnetnoj rezonanci proizvođača Siemens tipa SKYRA jačine magnetnog polja 3T. Dobijeni nalazi su analizirani u RadiAnt DICOM Viewer (64-bit) programu. Analizom preseka dobijenih u DICOM formatu su definisane tri identične varijable, koje su praćene kod svih ispitanika na inicijalnom i svakom kontrolnom pregledu.

Varijabla 1 – Dubina patelarnog koštanog defekta – definiše se na prvom preseku kaudalno od vrha defekta u transverzalnoj ravni pd_tse_fs_tra sekvence. Dubina se procenjuje merenjem koje omogućava softver i izražava se u milimetrima (Slika 44)



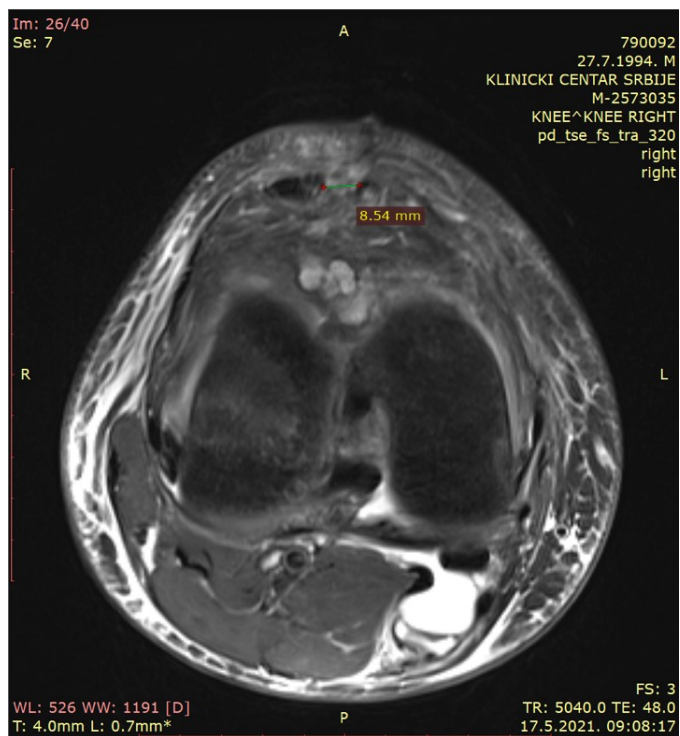
Slika 44. Dubina patelarnog koštanog defekta na transverzalnoj ravni pd_tse_fs_tra sekvence

Varijabla 2 – Širina patelarnog koštanog defekta – definiše se na prvom preseku kaudalno od vrha defekta u transverzalnoj ravni pd_tse_fs_tra sekvence, na vrhu samog patelarnog defekta, koji se graniči sa defektom tetive koja prelazi preko patele i intenzivnije je boje na dobijenim snimcima. Širina se procenjuje merenjem koje omogućava softver i izražava se u milimetrima (Slika 45).



Slika 45. Širina patelarnog koštanog defekta na transverzalnoj ravni pd_tse_fs_tra sekvence

Varijabla 3 – Širina ligamentarnog defekta – definiše se u nivou tibijalnog platoa u transverzalnoj ravni pd_tse_fs_tra sekvenci, u nivou ravni tibijalnog platoa. Širina se procenjuje merenjem koje omogućava softver i izražava se u milimetrima (Slika 46).



Slika 46. Širina ligamentarnog defekta na transverzalnoj ravni pd_tse_fs_tra sekvence

3.4 FUNKCIONALNI MEĐUNARODNI UPITNICI

Tokom istraživanja su korišćena četiri funkcionalna međunarodna upitnika: Tegnerov test aktivnosti, IKDC skore, Tegner Lysholm skor i modifikovani Sinsinati skor. Sve upitnike su pacijenti popunjavali, inicijalno preoperativno, sa tim što se inicijalni Tegnerov test aktivnosti odnosio na aktivnost pacijenta pre povrede, dok se ostali upitnici koriste za procenu funkcije zgoba kolena u poslednje četiri nedelje od trenutka popunjavanja upitnika. Na kontrolnim pregledima 4., 8. i 12. meseca, pacijenti su popunjavali IKDC skor, Tegner Lysholm i modifikovani Cincinati skor na osnovu kojih je procenjivano funkcionalno stanje kolena u poslednje 4 nedelje, dok je samo na dvanaest meseci od operacije ponovo popunjavan Tegnerov test aktivnosti, kojim je procenjivan trenutni nivo sportske aktivnosti, obzirom da je pacijent dvanaest meseci posle operacije sposoban da se vrati u punu trenažnu aktivnost. Svi dobijeni odgovori u popunjenim formularima su analizirani unošenjem njihovih vrednosti u odgovarajuće kalkulacione servise za svaki od skorova ponaosob, a koji su dostupni na web stranici <https://www.orthopaedicscore.com> i dostupni su za upotrebu ortopedskim hirurzima. Dobijene krajnje vrednosti su unošene u bazu podataka. U slučaju testova koji zahtevaju prevođenje dobijenog numeričkog obeležja u deskriptivno, njihove vrednosti su upisivane u bazu podataka na oba načina.

3.5 STATISTIČKA ANALIZA

Dobijeni podaci upisani u bazu podataka obrađeni su statistički na sledeći način:

- Za ispitivanje saglasnosti uzoračkih raspodela sa normalnom raspodelom, korišćeni su grafici (Normal Q-Q Plot; Histogram), kao i testovi Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilk.
- Za opis parametara od značaja, a u zavisnosti od njihove prirode, korišćene su mere deskriptivne statistike: frekvencije, procenti, srednja vrednost (prosek), medijana, standardna devijacija (SD) i opseg (raspon).
- Za nivo statističke značajnosti usvojena je vrednost $\alpha=0.05$. U slučaju višestrukog testiranja nad istim setom podataka, korišćena je Bonferroni korekcija.
- Za testiranje razlika između ispitivanih grupa, a u zavisnosti od prirode ispitivanih parametara, korišćeni su Wilcoxon rank sum test, Pearson χ^2 test i Fisher exact test.
- Za testiranje razlika između kontrola (tj. ponovljenih merenja) unutar celog uzorka kao i ispitivanih grupa a u zavisnosti od prirode ispitivanih parametara, korišćeni su Friedman test, Cochran's Q test, Wilcoxon signed rank test i McNemar's χ^2 test.
- Analiza podataka je rađena u statističkom programu R (version 4.3.1 (2023-06-16 ucrt) -- "Beagle Scouts"; Copyright (C) 2023 The R Foundation for Statistical Computing; Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)) (dostupno na: www.r-project.org; preuzeto: 21.08.2023.)

4 REZULTATI

4.1 KARAKTERISTIKE PACIJENATA, POVREDE I INTRAOPERATIVNOG LEČENJA

Ovim kliničkim istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 40 pacijenata operativno lečenih na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Univerzitetskog kliničkog centra Srbije, u periodu od marta 2021. do marta 2022. godine. Postoperativno, pacijenti su praćeni 12 meseci od dana operacije, tako da je poslednji kontrolni pregled sproveden u martu 2023. godine. Istraživanjem su obuhvaćeni pacijenti muškog pola, aktivni sportisti, sa izolovanom rupturom prednjeg ukrštenog ligamenta kolena.

Koristeći ukupan uzorak od 40 pacijenata, računali smo snagu studije na osnovu srednje vrednosti intenziteta bola, dobijenog testom klečanja, standardne devijacije od 1.27 i alfa vrednosti od 0.05. Upotrebom hi kvadrat testa, vrednost snage studije iznosi 83.77%.

4.1.1 DEMOGRAFSKE KARAKTERISTIKE PACIJENATA

Sprovedenim kliničkim istraživanjem su evidentirane i neke opšte karakteristike (pol, starost i indeks telesne mase – “*body mass index*” – BMI). Deskriptivni podaci ovih karakteristika su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2. Demografske karakteristike pacijenata uključenih u studiju

| Demografska karakteristika | N (%) |
|-------------------------------|---------------------|
| <i>Pol</i> | |
| Muškarci | 40 (100%) |
| <i>Starost (u godinama)</i> | |
| Prosek (SD) | 26.98 (7.74) |
| Medijana (opseg) | 24.5 (17-44) |
| <i>BMI (kg/m²)</i> | |
| Prosek (SD) | 25.91 (2.75) |
| Medijana (opseg) | 25.11 (21.61-35.35) |
| Ukupno | 40 (100%) |

Svi ispitanici su bili muškog pola, prosečne starosne dobi 26.98 godina i prosečnog indeksa teslesne mase 25.91.

4.1.2 KARAKTERISTIKE POVREDE

Karakteristike povrede operativno lečenih pacijenata prikazane su u Tabeli 3.

Tabela 3. Karakteristike povrede pacijenata uključenih u studiju

| Karakteristika povrede | N (%) |
|---|------------------|
| <i>Vreme od povrede do operacije (u mesecima)</i> | |
| Prosek (SD) | 14.83 (24.8) |
| Medijana (opseg) | 7.5 (0.36-144) |
| <i>Operisano koleno (strana)</i> | |
| Desno | 15 (37.5%) |
| Levo | 25 (62.5%) |
| <i>Dominantna noga (strana)</i> | |
| Desna | 19 (47.5%) |
| Leva | 21 (52.5%) |
| Ukupno | 40 (100%) |

Prosečno vreme proteklo od povrede do operacije iznosilo je 14.83 meseci. Pacijenti su češće povređivali levo koleno (25/40 tj. 62.5%), dok je dominantnost levog, odnosno desnog ekstremiteta gotovo ravnomerno raspodeljena (Tabela 3).

4.1.3 INTRAOPERATIVNE KARAKTERISTIKE

Intraoperativne karakteristike prikazane su u Tabeli 4.

Tabela 4. Intraoperativne karakteristike operativno lečenih pacijenata

| Intraoperativna karakteristika | N (%) |
|---------------------------------------|------------------|
| <i>Trajanje blede staze (minuti)</i> | |
| Prosek (SD) | 86.45 (14.83) |
| Medijana (opseg) | 86 (62-126) |
| <i>Prisustvo drena</i> | |
| Sa drenom | 40 (100%) |
| <i>Hospitalizacija (u danima)</i> | |
| Prosek (SD) | 4.97 (3.1) |
| Medijana (opseg) | 4 (2-20) |
| Ukupno | 40 (100%) |

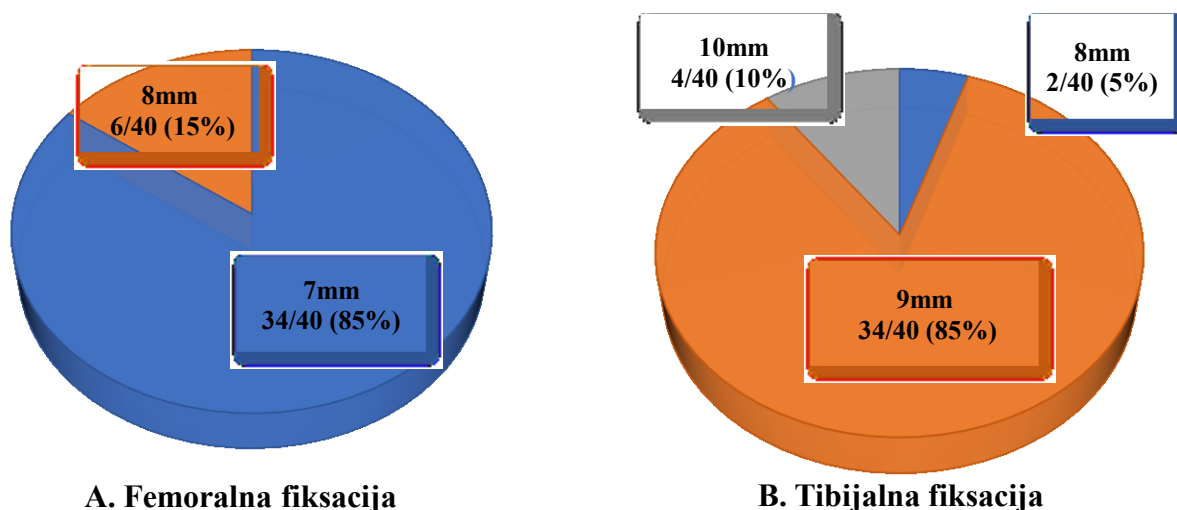
Operativno lečenje kod svih pacijenata je sprovedeno u uslovima blede staze, što korelira sa ukupnim trajanjem operacije, koje prosečno iznosi 86.45 minuta. Kod svih pacijenata je postavljen dren intraartikularno. Prosečno trajanje hospitalizacije iznosilo je 4.97 dana (Tabela 4).

Karakteristike fiksacija femoralnog i tibijalnog bloka, prikazane su u Tabeli 5.

Tabela 5. Fiksacioni materijal femoralnog i tibijalnog bloka

| Tip zavrtnja | N (%) |
|-------------------------------|------------------|
| <i>Tip fiksacije - femur</i> | |
| 1 – Osteokonduktivni | 29 (72.50%) |
| 2 – Titanijumski | 11 (27.50%) |
| <i>Tip fiksacije - tibija</i> | |
| 1 – Osteokonduktivni | 29 (72.50%) |
| 2 – Titanijumski | 11 (27.5%) |
| Ukupno | 40 (100%) |

Za fiksaciju grafta u femoralnom i tibijalnom tunelu su korišćeni interferentni zavrtnji izrađeni od bifazičnog trikalcijum fosfata kod 29/40 pacijenata (72.5%), dok je interferentni titanijumski zavrtnj korišćen kod 11/40 pacijenata (27.5%) (Tabela 5). Promeri korišćenih zavrtnja prikazani su na Grafikonu 1.

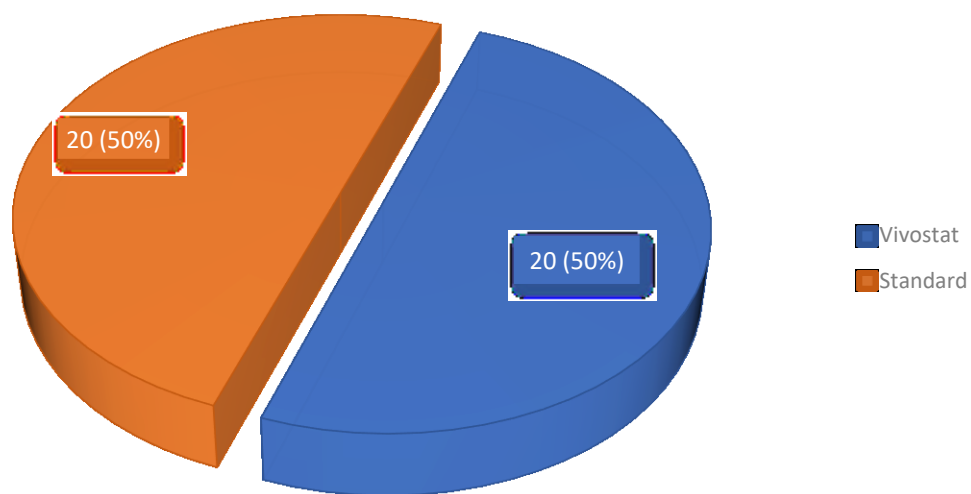


Grafikon 1. Promeri zavrtnja korišćenih za fiksaciju grafta.
(A) Femoralna fiksacija. (B) Tibijalna fiksacija.

Za fiksaciju grafta na femuru je načešće korišćen interferentni zavrtnj promera 7 mm i to kod 34/40 pacijenta (85%), dok je zavrtnj promera 8 mm korišćen kod samo 6/40 pacijenata (15%) (Grafikon 1A).

Fiksacija grafta na tibiji je najčešće vršena upotrebom zavrtnja promera 9 mm i to kod 34/40 pacijenata (85%), dok su zavrtnji promera 8 mm i 10 mm korišćeni kod ukupno 6/40 pacijenata (15%) (Grafikon 1B).

Za popunjavanje koštano-ligamentarnog defekta je korišćen Vivostat® PRF ili je defekt ostao nepopunjen. Odnos broja pacijenata kojima je defekt popunjavao ili nije je prikazan na Grafikonu 2.



Grafikon 2. Raspodela pacijenata prema tipu nadoknade defekta donornog mesta

4.2 ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA PACIJENATA, POVREDE I INTRAOPERATIVNOG LEČENJA IZMEĐU VIVOSTAT I STANDARDNE GRUPE

Od interesa za ovo istraživanje je bilo ispitivanje da li i u kojoj meri popunjavanje defekta donorne regije BTB grafta Vivostat® PRF-om doprinosi postoperativnom oporavku pacijenata, u odnosu na standardni tretman.

4.2.1 ISPITIVANJE RAZLIKA DEMOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA

Rezultati ispitivanja razlika u demografskim karakteristikama pacijenata između posmatranih grupa prikazani su u Tabeli 6.

Tabela 6. Rezultati ispitivanja demografskih karakteristika među grupama

| Demografska karakteristika | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| <i>Pol</i> | | | |
| Muškarci | 20 (100%) | 20 (100%) | - |
| <i>Starost (u godinama)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 26.15 (8.22) | 27.8 (7.35) | W= 165.5 |
| Medijana (opseg) | 24 (17-42) | 25.5 (19-44) | p= 0.36 |
| <i>BMI (kg/m²)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 25.71 (2.54) | 26.11 (3.01) | W= 188 |
| Medijana (opseg) | 25.4 (21.61-31.24) | 25.11 (22.92-35.35) | p= 0.76 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 6 se vidi da nema statistički značajne razlike između posmatranih grupa, čime je potvrđeno da su ispitivane grupe Vivostat i Standard homogene u odnosu na demografske karakteristike pacijenata.

4.2.2 ISPITIVANJE RAZLIKA KARAKTERISTIKA POVREDE

Rezultati ispitivanja razlika u karakteristikama povrede pacijenata između posmatranih grupa prikazani su u Tabeli 7.

Tabela 7. Rezultati ispitivanja karakteristika povrede među grupama

| Karakteristika povrede | Vivostat | Standard | Pearson χ^2 test |
|---|------------------|------------------|-----------------------|
| <i>Vreme od povrede do operacije (u mesecima)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 18.47 (32.9) | 11.2 (12.31) | *W= 206.5 |
| Medijana (opseg) | 7 (0.36-144) | 8 (1-42) | n= 0.87 |
| <i>Operisano koleno (strana)</i> | | | |
| Desno | 5 (25%) | 10 (50%) | $\chi^2_1 = 2.67$ |
| Levo | 15 (75%) | 10 (50%) | n= 0.1 |
| <i>Dominantna noga (strana)</i> | | | |
| Desna | 7 (35%) | 12 (60%) | $\chi^2_1 = 2.51$ |
| Leva | 13 (65%) | 8 (40%) | p= 0.11 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

* Wilcoxon rank sum test

Iz tabele 7 se vidi da nema statistički značajnih razlika između posmatranih grupa, čime je potvrđeno da su grupe Vivostat i Standard homogene u odnosu na karakteristike povrede.

4.2.3 ISPITIVANJE RAZLIKA INTRAOPERATIVNIH KARAKTERISTIKA

Rezultati ispitivanja razlika intraoperativnih karakteristika između posmatranih grupa prikazani su u Tabeli 8.

Tabela 8. Rezultati ispitivanja razlika intraoperativnih karakteristika među grupama

| Intraoperativna karakteristika | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|---|------------------|------------------|------------------------|
| <i>Trajanje blede staze (u minutima)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 89.1 (13.07) | 83.8 (16.3) | W= 247 |
| Medijana (opseg) | 86 (71-120) | 80 (62-126) | p= 0.21 |
| <i>Dužina trajanja hospitalizacije (u danima)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 5 (2.36) | 4.95 (3.76) | W=216.5 |
| Medijana (opseg) | 4 (3-11) | 4 (3-20) | p= 0.65 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

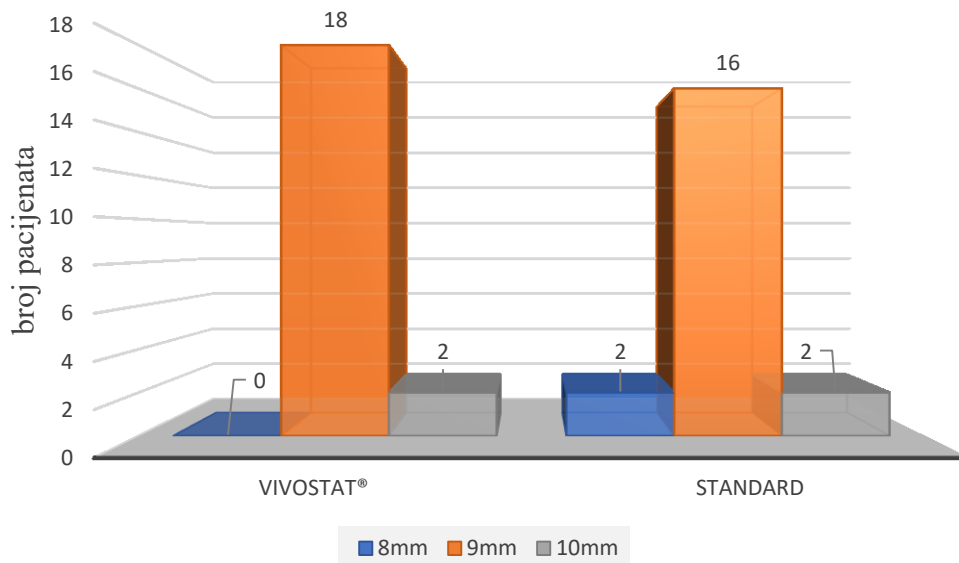
Iz tabele 8 se vidi da nema statistički značajnih razlika između posmatranih grupa, čime je potvrđeno da su grupe Vivostat i Standard homogene u odnosu na intraoperativne karakteristike.

Osteokonduktivni i titanijumski interferentni zavrtnji su korišćeni za fiksaciju grafta i u Vivostat i standardnoj grupi. Deskriptivni podaci o tipovima fiksacije femura i tibije, kao i rezultati testiranja između grupa, prikazani su u Tabeli 9.

Tabela 9. Ispitivanje razlika fiksacionog materijala femoralnog i tibijalnog bloka među grupama

| Tip zavrtnja | Vivostat | Standard | Fisher Exact Test |
|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <i>Tip fiksacije femura</i> | | | |
| 1- Osteokonduktivni | 16 (80%) | 13 (65%) | p=0.48 |
| 2 – Titanijumski | 4 (20%) | 7 (35%) | |
| <i>Tip fiksacije tibije</i> | | | |
| 1- Osteokonduktivni | 16 (80%) | 13 (65%) | p=0.48 |
| 2-Titanijumski | 4 (20%) | 7 (35%) | |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 9 se vidi da nema statistički značajnih razlika između posmatranih grupa, čime je potvrđeno da su grupe Vivostat i standard homogene u odnosu na odabir zavrtnja, izrađenog od jednog ili drugog materijala. Frekvencija promera zavrtnjanja prikazane su na Grafikonu 3.



Grafikon 3 - Raspodela promera zavrtnjanja korišćenih za tibijalnu fiksaciju po grupama

Tabela 10. Ispitivanje razlika promera interferentnih zavrtanja korišćenih za fiksaciju grafta u tibijalnom tunelu

| Promer zavrtanja | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum |
|-------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| Prosek (SD) | 9.1 (0.31) | 9 (0.46) | W=218 |
| Medijana (opseg) | 9 (9-10) | 9 (8-10) | p=0.44 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Analizirajući promer zavrtanja korišćenih za fiksaciju grafta u tibijalnom tunelu se ne uočavaju značajnija odstupanja, poredeći ispitivane grupe Tabela 10.

4.3 ISHODI LEČENJA

Ishodi lečenja su posmatrani na više načina i to kroz rezultate:

- radiografskih nalaza,
- subjektivne testove (testovi stabilnosti, obim pokreta, mišićni oporavak, test klečanja i deficit senzibiliteta)
- MRI nalaze (dubina koštanog defekta, širina koštanog defekta, širina ligamentarnog defekta)
- funkcionalnog oporavka na osnovu međunarodnih upitnika (Activity skor, IKDC skor, Tegner-Lysholm skor i modifikovani Sinsinati skor)

U narednim poglavljima su prikazani deskriptivni podaci za njih, kao i rezultati testiranja između Vivostat i standard grupe.

4.3.1 RADIOGRAFSKA POZICIJA TUNELA - POREĐENJE MEĐU GRUPAMA

Merenja pozicija tibijalnog i femoralnog tunela u odnosu na referentne tačke, izmereni uglovi nagiba tunela i rezultati analize su prikazani u narednim poglavljima.

4.3.1.1 Radiografska pozicija tunela u celoj grupi

Deskriptivni podaci u ukupnom uzorku koji se odnose na pozicije tibijalnog i femoralnog tunela u odnosu na referentne tačke, uglove nagiba tunela kao i uglove femoralnog krova, prikazani su u Tabeli 11.

Tabela 11. Pozicije femoralnog i tibijalnog tunela – radiografska analiza u celoj grupi

| Pozicija tunela | N (%) |
|---|---------------------|
| <i>Pozicija tibijalnog tunela AP (u %)</i> | |
| Prosek (SD) | 43.78 (2.56) |
| Medijana (opseg) | 43.44 (40.42-50.29) |
| <i>Ugao tibijalnog tunela α (u °)</i> | |
| Prosek (SD) | 72.6 (5.37) |
| Medijana (opseg) | 72 (57-83) |
| <i>Ugao femoralnog tunela β (u °)</i> | |
| Prosek (SD) | 31.88 (5.93) |
| Medijana (opseg) | 31.45 (20.5-47.3) |
| <i>Pozicija femoralnog tunela u odnosu na Blumesantovu liniju (%)</i> | |
| Prosek (SD) | 34.79 (3.9) |
| Medijana (opseg) | 34.18 (28.08-49.83) |
| <i>Pozicija tibijalnog tunela u odnosu na AP dijаметar (%)</i> | |
| Prosek (SD) | 30.73 (3.95) |
| Medijana (opseg) | 29.94 (23.76-41.66) |
| <i>Ugao femoralnog krova γ (u °)</i> | |
| Prosek (SD) | 35.54 (3.34) |
| Medijana (opseg) | 35 (30-41.9) |
| Ukupno | 40 (100%) |

4.3.1.2 Radiografska pozicija tunela u Vivostat i standardnoj grupi

Deskriptivni podaci i rezultati testiranja za pozicije tibijalnog i femoralnog tunela, u odnosu na referentne tačke, izmerene uglove nagiba tunela i uglove femoralnog krova, između Vivostat i standardne grupe su prikazani u Tabeli 12.

Tabela 12. Pozicije femoralnog i tibijalnog tunela – radiografska analiza u Vivostat i standardnoj grupi

| Pozicija tunela | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|---|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| <i>Pozicija tibijalnog tunela AP (u %)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 43.94 (2.35) | 43.62 (2.8) | W=218 |
| Medijana (opseg) | 43.76 (40.48-48.57) | 43.42 (40.42-50.29) | p=0.64 |
| <i>Ugao tibijalnog tunela α (u °)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 73.52 (4.47) | 71.68 (6.12) | W= 227 |
| Medijana (opseg) | 73.1 (67-83) | 71.95 (57-81.7) | p=0.47 |
| <i>Ugao femoralnog tunela β (u °)</i> | | | |

| | | | |
|---|---------------------|---------------------|---------|
| Prosek (SD) | 32.81 (6.78) | 30.95 (4.95) | W=223 |
| Medijana (opseg) | 32 (20.5-47.3) | 30.6 (20.9-39) | p=0.54 |
| <i>Pozicija femoralnog tunela u odnosu na Blumesantovu liniju (%)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 35.85 (4.61) | 33.73 (2.75) | W=247 |
| Medijana (opseg) | 35 (30.55-49.83) | 34.09 (28.08-38.46) | p=0.21 |
| <i>Pozicija tibijalnog tunela u odnosu na AP dijametar (%)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 30.38 (3.68) | 31.09 (4.26) | W=178.5 |
| Medijana (opseg) | 29.52 (23.76-37.88) | 30.79 (23.86-41.66) | p=0.57 |
| <i>Ugao femoralnog krova γ (u °)</i> | | | |
| Prosek (SD) | 35.64 (3.62) | 35.44 (3.13) | W=211.5 |
| Medijana (opseg) | 35 (30-41.9) | 35.35 (30.7-40.6) | p=0.77 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Analizom izmerenih vrednosti nisu potvrđene statističke značajne razlike među grupama (Tabela 10).

4.3.2 ISHOD LEČENJA – SUBJEKTIVNI TESTOVI

Subjektivni testovi su obuhvatali procenu stabilnosti, oporavka obima pokreta, mišićnog oporavka, intenziteta bola testom klečanja kao i deficita senzibiliteta u postoperativnom periodu, na svakom kontrolnom pregledu.

4.3.2.1 Ishod lečenja - testovi stabilnosti

Vrednosti KT-1000 artrometrije su evidentirani kao razlike između neoperisanog (NOp) i operisanog (Op) kolena pri vučnoj sili od 67N, 89N, 139N kao i maksimalnoj manuelnoj sili (MMF). Deskriptivni podaci kao i rezultati statističke analize su prikazani u narednim poglavljima rada.

Podaci KT-1000 artrometrije pri različitim silama za ceo uzorak, Vivostat i standardnu grupu kao i rezultati testiranja, prikazani su redom u Tabelama 13, 14, 15 i 16.

Tabela 13. KT-1000 artrometrija (sila 67N) – razlike između Nop i Op kolena

| KT-1000 (67N) | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|---------------------|------------|-------------|-------------|------------------------|
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.1 (1.3) | -0.1 (1.25) | -0.1 (1.37) | W=201.5 |
| Medijana (opseg) | 0 (-3-3) | 0 (-2-2) | 0 (-3-3) | p=0.98 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |

| | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|---------|
| Prosek (SD) | -0.28 (1.04) | -0.5 (1.19) | -0.05 (0.83) | W=158.5 |
| Medijana (opseg) | 0 (-2-1) | 0 (-2-1) | 0 (-1-1) | p=0.25 |
| <i>IV kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.1 (1.03) | 0.15 (0.93) | -0.35 (1.09) | W=248.5 |
| Medijana (opseg) | 0 (-3-2) | 0 (-2-2) | 0 (-3-1) | p=0.17 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Vrednosti KT-1000 artrometarometrije pri vučnoj sili od 67N nije pokazala postojanje statistički značajnih razlika između ispitivanih grupa na sva tri kontrolna pregleda (Tabela 13).

Tabela 14. KT-1000 artrometrija (sila 89N) – razlike između Nop i Op kolena

| KT-1000 (89N) | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.28 (1.5) | -0.25 (1.45) | -0.3 (1.59) | W=210 |
| Medijana (opseg) | -1 (-3-3) | 0 (-3-2) | -1 (-3-3) | p=0.79 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.35 (1.48) | -0.35 (1.73) | -0.35 (1.23) | W=202 |
| Medijana (opseg) | 0 (-4-3) | 0 (-3-3) | -0.5 (-4-1) | p=0.97 |
| <i>IV kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.28 (1.38) | 0.1 (1.12) | -0.65 (1.53) | W=253 |
| Medijana (opseg) | 0 (-4-3) | 0 (-2-3) | -0.5 (-4-2) | p=0.14 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Vrednosti KT-1000 artrometarometrije pri vučnoj sili od 89N nije pokazala postojanje statistički značajnih razlika između ispitivanih grupa na sva tri kontrolna pregleda (Tabela 14).

Tabela 15. KT-1000 artrometrija (sila 134N) – razlike između Nop i Op kolena

| KT-1000 (134N) | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-----------------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.15 (1.72) | -0.05 (1.76) | -0.25 (1.71) | W=224.5 |

| | | | | |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|---------|
| Medijana (opseg) | 0 (-4-3) | 0 (-4-3) | -1 (-3-3) | p=0.51 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.55 (2.01) | -0.4 (2.01) | -0.7 (2.05) | W=201.5 |
| Medijana (opseg) | 0 (-7-4) | 0 (-3-4) | 0 (-7-3) | p=0.98 |
| <i>IV kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.28 (1.71) | 0.15 (1.5) | -0.7 (1.84) | W=269 |
| Medijana (opseg) | 0 (-5-4) | 0 (-3-4) | -0.5 (-5-3) | p=0.05 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

KT-1000 artrometrijsko testiranje pri vučnoj sili od 134N na svim kontrolnim pregledima je koherentno i u ukupnom uzorku i među ispitivanim grupama (Tabela 15).

Tabela 16. KT-1000 artrometrija (MMF*) – razlike između Nop i Op kolena

| KT-1000 (MMF*) | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.55 (1.26) | -0.45 (1.54) | -0.65 (0.93) | W=216.5 |
| Medijana (opseg) | -1 (-3-3) | -0.5 (-3-3) | -1 (-2-1) | p=0.66 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.68 (1.61) | -0.45 (1.73) | -0.9 (1.48) | W=219 |
| Medijana (opseg) | -1 (-5-5) | -0.5 (-3-5) | -1 (-5-1) | p=0.60 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.78 (1.44) | -0.6 (1.39) | -0.95 (1.5) | W=243 |
| Medijana (opseg) | -1 (-5-2) | 0 (-4-1) | -1 (-5-2) | p=0.23 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

*MMF - maksimalna manuelna sila (MMF)

Vrednosti dobijenih razlika prednje translacije tibije primenom maksimalne manuelne sile neoperisanog i operisanog kolena nisu pokazale statistički značajnu razliku među grupama (Tabela 16). Posmatrajući grupe ponaosob, uočavaju se diskretne promene vrednosti na kontrolnim pregledima što ukazuje na dobru preciznost merenja.

- **KT-1000 u celom uzorku, Vivostat i standard grupi: između kontrola**

Rezultati testiranja KT-1000 artrometrije između kontrola za celu grupu, Vivostat i standard, prikazani su u Tabelama 17, 18 i 19 respektivno.

Tabela 17. KT-1000 za ceo uzorak (67N, 89N, 134N i MMF*) – razlika između Nop i Op kolena na postoperativnim kontrolama

| KT-1000 | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| <i>67 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.1 (1.3) | -0.28 (1.04) | -0.1 (1.3) | $\chi^2= 0.55$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-3-3) | 0 (-2-1) | 0 (-3-2) | p= 0.76 |
| <i>89 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.28 (1.5) | -0.35 (1.48) | -0.28 (1.38) | $\chi^2= 0.85$ |
| Medijana (opseg) | -1 (-3-3) | 0 (-4-3) | 0 (-4-3) | p= 0.65 |
| <i>134 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.15 (1.72) | -0.55 (2.01) | -0.28 (1.71) | $\chi^2= 1.56$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-4-3) | 0 (-7-4) | 0 (-5-4) | p= 0.46 |
| <i>MMF*</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.55 (1.26) | -0.68 (1.61) | -0.78 (1.44) | $\chi^2= 1.14$ |
| Medijana (opseg) | -1 (-3-3) | -1 (-5-5) | -1 (-5-2) | p= 0.57 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

*MMF - maksimalna manuelna sila (MMF)

Statistička analiza vrednosti merenja KT-1000 artrometrije pri svim ispitivanim vučnim silama nije potvrdila postojanje statistički značajne razlike između postoperativnih kontrola u celom uzorku (Tabela 17).

Tabela 18. KT-1000 za Vivostat grupu - razlike između Nop i Op kolena pri silama od 67N, 89N, 134N i MMF* na postoperativnim kontrolama

| KT-1000 | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| <i>67 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.1 (1.25) | -0.5 (1.19) | 0.15 (0.93) | $\chi^2= 4.14$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-2-2) | 0 (-2-1) | 0 (-2-2) | p= 0.13 |
| <i>89 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.25 (1.45) | -0.35 (1.73) | 0.1 (1.12) | $\chi^2= 2.18$ |

| | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| Medijana (opseg) | 0 (-3-2) | 0 (-3-2) | 0 (-2-3) | p= 0.34 |
| <i>134 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.05 (1.76) | -0.4 (2.01) | 0.15 (1.5) | $\chi^2= 3.38$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-4-3) | 0 (-3-4) | 0 (-3-4) | p= 0.18 |
| <i>MMF*</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.45 (1.54) | -0.45 (1.73) | -0.6 (1.39) | $\chi^2= 1.18$ |
| Medijana (opseg) | -0.5 (-3-3) | -0.5 (-3-5) | 0 (-4-1) | p= 0.55 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

**MMF* - maksimalna manuelna sila (*MMF*)

Slično prethodnom, statistička analiza vrednosti merenja KT-1000 artrometrije pri svim ispitivanim vučnim silama nije potvrdila postojanje statistički značajne razlike između postoperativnih kontrola u Vivostat grupi (Tabela 18).

Tabela 19. KT-1000 za standardnu grupu - razlike između Nop i Op kolena pri silama od 67N, 89N, 134N i MMF* na postoperativnim kontrolama

| KT-1000 | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| <i>67 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.1 (1.37) | -0.05 (0.83) | -0.35 (1.09) | $\chi^2= 0.9$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-3-3) | 0 (-1-1) | 0 (-3-1) | p= 0.63 |
| <i>89 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.3 (1.59) | -0.35 (1.23) | -0.65 (1.53) | $\chi^2= 0.64$ |
| Medijana (opseg) | -1 (-3-3) | -0.5 (-4-1) | -0.5 (-4-2) | p= 0.72 |
| <i>134 N</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.25 (1.71) | -0.7 (2.05) | -0.7 (1.84) | $\chi^2= 0.23$ |
| Medijana (opseg) | -1 (-3-3) | 0 (-7-3) | -0.5 (-5-3) | p= 0.89 |
| <i>MMF*</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.65 (0.93) | -0.9 (1.48) | -0.95 (1.5) | $\chi^2= 0.25$ |
| Medijana (opseg) | -1 (-2-1) | -1 (-5-1) | -1 (-5-2) | p= 0.88 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

**MMF* - maksimalna manuelna sila (*MMF*)

Ni u grupi sa standardnim tretmanom, statistička analiza vrednosti merenja KT-1000 artrometrije pri svim ispitivanim vučnim silama nije potvrdila postojanje statistički značajne razlike između postoperativnih kontrola, što je prikazano na Tabeli 19.

4.3.2.2 Ishod lečenja - obim pokreta

Obimi pokreta kolena u smislu fleksije i ekstenzije su mereni u sve tri postoperativne kontrole.

4.3.2.2.1 Obim pokreta – fleksija (° – stepen)

Dobijeni podaci o obimu pokreta fleksije za ceo uzorak, kao i rezultati testiranja razlika između Vivostat i standard grupe po kontrolama, prikazani su u Tabeli 18.

Tabela 20. Ishodi lečenja - obim pokreta fleksije (° – stepen)

| Fleksija kolena | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.1 (4.69) | 0.05 (4.02) | 2.15 (5.16) | W=162 |
| Medijana (opseg) | 0 (-8-14) | 0 (-8-11) | 2 (-4-14) | p=0.30 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.18 (5.42) | 1.3 (7.22) | 1.05 (2.87) | W=162 |
| Medijana (opseg) | 0 (-5-31) | 0 (-4-31) | 0 (-5-6) | p=0.29 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 0.5 (3) | 0.15 (2.41) | 0.85 (3.53) | W=170.5 |
| Medijana (opseg) | 0 (-8-11) | 0 (-4-6) | 0 (-8-11) | p=0.42 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Razlike obima pokreta fleksije operisane i neoperisane noge ne pokazuju statističku značajnost među ispitivanim grupama na sve tri kontrole (Tabela 20).

Kako je u obe grupe zabeleženo diskretno povećanje razlika obima pokreta operisanog i neoperisanog kolena na drugoj kontroli u odnosu na prvu, a potom je došlo do poboljšanja rezultata, od interesa za istraživanje je bilo ispitivanje razlike obima fleksije između merenja. Rezultati ispitivanja razlika između kontrola unutar celog uzorka, kao i Vivostat odnosno standardne grupe, prikazani su u Tabelama 19. i 20. respektivno.

Tabela 21. Razlike obima fleksije za celu grupu na kontrolama

| Fleksija | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Prosek (SD) | 1.1 (4.69) | 1.18 (5.42) | 0.5 (3) | $\chi^2_2 = 0.25$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-8-14) | 0 (-5-31) | 0 (-8-11) | p= 0.88 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Testiranjem razlika u vrednostima pokreta fleksije na kontrolnim pregledima, nije potvrđena statistički značajna razlika u ukupnom uzorku (Tabela 21).

Tabela 22. Razlike obima fleksije za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Fleksija | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Vivostat grupa | | | | |
| Prosek (SD) | 0.05 (4.02) | 1.3 (7.22) | 0.15 (2.41) | $\chi^2_2 = 1.11$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-8-11) | 0 (-4-31) | 0 (-4-6) | p= 0.57 |
| Standardna grupa | | | | |
| Prosek (SD) | 2.15 (5.15) | 1.05 (2.87) | 0.85 (3.53) | $\chi^2_2 = 0.54$ |
| Medijana (opseg) | 2 (-4-14) | 0 (-5-6) | 0 (-8-11) | p= 0.76 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Testiranjem razlika obima fleksije između svih postoperativnih kontrola unutar Vivostat kao i standardne grupe, nije potvrđena statistički značajna razlika (Tabela 22).

4.3.2.2.2 Obim pokreta – ekstenzija (° – stepen)

Pored obima fleksije, obim pokreta ekstenzije je bio značajan za ovo istraživanje, te su podaci i rezultati testiranja između Vivostat i standard grupe prikazani u Tabeli 23.

Tabela 23. Ishodi lečenja - obim pokreta ekstenzije (° – stepen)

| Ekstenzija kolena | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-------------------|--------------|-------------|--------------|------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -1.07 (3.54) | -1.1 (3.42) | -1.05 (3.75) | W=181 |

| | | | | |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Medijana (opseg) | 0 (-16-8) | 0 (-8-8) | 0 (-16-4) | p=0.59 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.35 (1.49) | -0.05 (1.28) | -0.65 (1.66) | W=221 |
| Medijana (opseg) | 0 (-6-2) | 0 (-2-2) | 0 (-6-1) | p=0.54 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.25 (0.67) | -0.15 (0.75) | -0.35 (0.59) | W=226 |
| Medijana (opseg) | 0 (-2-2) | 0 (-2-2) | 0 (-2-0) | p=0.38 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Testiranjem deficita pokreta ekstenzije operisanog kolena u odnosu na neoperisano na svim postoperativnim kontrolama, nije potvrđeno postojanje statistički značajnih razlika između ispitivanih grupa (Tabela 23).

Posmatrajući Vivostat grupu u funkciji vremena, uočava se diskretno bolja vrednost razlika na drugoj kontroli u odnosu na prvu i treću, dok standardna grupa, kao i ukupni uzorak pokazuju postepen pad razlika obima pokreta ekstenzije neoperisanog i operisanog kolena.

Ispitivanjem razlika obima ekstenzije između merenja unutar celog uzorka, kao i Vivostat odnosno standard grupe, dobijeni su rezultati prikazani u Tabelama 24. i 25. respektivno.

Tabela 24. Razlike obima ekstenzije za celu grupu na kontrolama (° – stepen)

| Ekstenzija | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Prosek (SD) | -1.07 (3.54) | -0.35 (1.49) | -0.25 (0.67) | $\chi^2_2 = 3.46$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-16-8) | 0 (-6-2) | 0 (-2-2) | p= 0.18 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Testiranjem razlika u obimima ekstenzije između kontrolnih pregleda, nije potvrđena statistički značajna razlika u celom uzorku (tabela 24).

Tabela 25. Razlike obima ekstenzije za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama (° – stepen)

| Ekstenzija | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------------|
| Vivostat grupa | | | | |
| Prosek (SD) | -1.1 (3.42) | -0.05 (1.28) | -0.15 (0.75) | $\chi^2_2 = 3.65$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-8-8) | 0 (-2-2) | 0 (-2-2) | p= 0.16 |
| Standardna grupa | | | | |

| | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| Prosek (SD) | -1.05 (3.75) | -0.65 (1.66) | -0.35 (0.59) | $\chi^2= 0.53$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-16-4) | 0 (-6-1) | 0 (-2-0) | p= 0.77 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Slično prethodnom rezultatu, testiranjem razlika obima ekstenzije između svih postoperativnih kontrola unutar Vivostat, kao i standardne grupe, nije potvrđena statistički značajna razlika (Tabela 25).

4.3.2.3 Ishod lečenja – mišićni oporavak

Ishod lečenja je praćen i kroz razlike obima natkolenice i potkolenice operisane i neoperisane noge, na 5 cm, odnosno 10 cm kranijalno od baze patele i na najvoluminoznijem delu potkolenice. U narednim poglavljima su prikazani rezultati ovih analiza.

4.3.2.3.1 Mišićni oporavak - obimi natkolenice - 5cm kranijalno od vrha patele

Ispitivanjem mišićnog oporavka - iskazanog kroz razlike u obimu natkolenice operisane i neoperisane noge, 5 cm kranijalno od baze patele - između Vivostat i standardne grupe, dobijeni rezultati (cm) su prikazani u Tabeli 26.

Tabela 26. Ishodi lečenja – razlike operisane i neoperisane noge u obimu natkolenice, merene 5cm kranijalno od baze patele (cm)

| Obim natkolenice 5cm | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.25 (1.37) | 1.75 (1.21) | 0.75 (1.37) | W=288 |
| Medijana (opseg) | 1 (-2-5) | 2 (0-5) | 1 (-2-4) | p=0.01 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.23 (1.39) | 1.3 (1.3) | 1.15 (1.5) | W=218 |
| Medijana (opseg) | 1 (-2-5) | 1.5 (-1-3) | 1 (-2-5) | p=0.62 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.02 (1.19) | 1.1 (1.41) | 0.95 (0.94) | W=208 |
| Medijana (opseg) | 1 (-1-5) | 1 (-1-5) | 1 (0-3) | p=0.83 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Testiranja razlika obima natkolenice operisane i neoperisane noge, na 5cm kranijalno od baze patele, ukazuju na postojanje statistički značajno nižih vrednosti na prvom kontrolnom pregledu u standardnoj grupi u odnosu na Vivostat grupu. U ostalim kontrolnim pregledima nema evidentiranih statistički značajnih razlika između Vivostat i standardne grupe (Tabela 26).

Ispitivanjem razlika obima natkolenice na 5cm kranijalno od baze patele, između kontrola unutar celog uzorka, kao i Vivostat odnosno standard grupe, dobijeni rezultati (cm) su prikazani u Tabelama 27. i 28. respektivno

Tabela 27. Razlike obima natkolenice na 5cm kranijalno od baze patele za celu grupu na kontrolama (cm)

| Obim natkolenice 5cm | <i>I kontrola</i> | <i>II kontrola</i> | <i>III kontrola</i> | Friedman Test |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Prosek (SD) | 1.25 (1.37) | 1.23 (1.39) | 1.02 (1.19) | $\chi^2_2= 2.56$ |
| Medijana (opseg) | 1 (-2-5) | 1 (-2-5) | 1 (-1-5) | p= 0.28 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Testiranjem razlika obima natkolenice merenog 5cm kranijalno od baze patele između kontrola unutar celog uzorka, nije utvrđeno postojanje statistički značajnih razlika (Tabela 27).

Tabela 28. Razlike obima natkolenice na 5cm kranijalno od baze patele za Vivostat i standardnu grupu između kontrola (cm)

| Obim natkolenice 5cm | <i>I kontrola</i> | <i>II kontrola</i> | <i>III kontrola</i> | Friedman Test |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.75 (1.21) | 1.3 (1.3) | 1.1 (1.41) | $\chi^2_2= 5.23$ |
| Medijana (opseg) | 2 (0-5) | 1.5 (-1-3) | 1 (-1-5) | p= 0.07 |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 0.75 (1.37) | 1.15 (1.5) | 0.95 (0.94) | $\chi^2_2= 1.13$ |
| Medijana (opseg) | 1 (-2-4) | 1 (-2-5) | 1 (0-3) | p= 0.57 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Slično prethodnom, testiranjem razlika obima natkolenice merenih 5cm kranijalno od baze patele između kontrola, a unutar Vivostat i standardne grupe, nije utvrđeno postojanje statistički značajnih razlika (Tabela 28).

4.3.2.3.2 Mišićni oporavak - obimi natkolenice - 10cm kranijalno od baze patele (cm)

Ispitivanjem mišićnog oporavka - iskazanog kroz razlike u obimima operisane i neoperisane noge 10 cm kranijalno od baze patele - između Vivostat i standardne grupe, dobijeni rezultati (cm) prikazani u tabeli 29.

Tabela 29. Ishodi lečenja - obimi natkolenice mereni na 10cm kranijalno od baze patele, razlike operisane i neoperisane noge (cm)

| Obim natkolenice 10cm | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.5 (1.84) | 2 (1.84) | 1 (1.75) | W=252 |
| Medijana (opseg) | 2 (-4-6) | 2 (-1-6) | 1 (-4-3) | p=0.16 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.48 (1.83) | 1.9 (2.15) | 1.05 (1.36) | W=261 |
| Medijana (opseg) | 2 (-4-6) | 2 (-4-6) | 1.5 (-1-4) | p=0.09 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.43 (1.34) | 1.8 (1.4) | 1.05 (1.19) | W=265 |
| Medijana (opseg) | 1 (-1-4) | 2 (-1-4) | 1 (-1-4) | p=0.07 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iako su na svim postoperativnim kontrolama u Vivostat grupi zabeležene veće vrednosti razlika obima natkolenice operisane i neoperisane noge na 10 cm kranijalno od baze patele u odnosu na standardnu grupu, nije potvrđena statistička značajnost razlika (Tabela 29).

Posmatranjem, kako ukupnog uzorka, tako i ispitivanih grupa se uočava diskretno poboljšanje oporavka u funkciji vremena. Ispitivanjem razlika obima natkolenice na 10cm kranijalno od baze patele između kontrola unutar celog uzorka, kao i Vivostat odnosno standardne grupe, dobijeni rezultati (cm) su prikazani u Tabelama 30. i 31. respektivno.

Tabela 30. Razlike obima natkolenice 10cm za celu grupu na kontrolama (cm)

| Obima natkolenice 10cm | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Prosek (SD) | 1.5 (1.84) | 1.48 (1.83) | 1.43 (1.34) | $\chi^2_2 = 1.87$ |
| Medijana (opseg) | 2 (-4-6) | 2 (-4-6) | 1 (-1-4) | p= 0.39 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Analizom razlika obima natkolenice neoperisane i operisane noge između kontrola u celom uzorku, nije utvrđeno postojanje statistički značajnih razlika (Tabela 30).

Tabela 31. Razlike obima natkolenice na 10cm kranijalno od baze patele za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama (cm)

| Obim natkolenice 5cm | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 2 (1.84) | 1.9 (2.15) | 1.8 (1.4) | $\chi^2_2 = 1.63$ |
| Medijana (opseg) | 2 (-1-6) | 2 (-4-6) | 2 (-1-4) | p= 0.44 |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1 (1.75) | 1.05 (1.36) | 1.05 (1.19) | $\chi^2_2 = 0.59$ |
| Medijana (opseg) | 1 (-4-3) | 1.5 (-1-4) | 1 (-1-4) | p= 0.75 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Testiranjem razlika obima natkolenice merenih 10 cm kranijalno od baze patele između kontrola, a unutar Vivostat kao i standardne grupe, nije utvrđeno postojanje statistički značajnih razlika (Tabela 31).

4.3.2.3.3 Mišićni oporavak - obimi potkolenice (cm)

Rezultati ispitivanja razlika između Vivostat i standarne grupe u obimima potkolenice operisane i neoperisane noge na sva tri kontrolna pregleda, prikazani su u Tabeli 32.

Tabela 32. Ishodi lečenja - obim potkolenice, razlike operisane i neoperisane noge (cm)

| Obim potkolenice | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 0.2 (1.45) | 0.45 (0.94) | -0.05 (1.82) | W=233.5 |
| Medijana (opseg) | 0 (-6-2) | 0.5 (-2-2) | 0 (-6-2) | p=0.36 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 0.3 (0.99) | 0.65 (0.88) | -0.05 (1) | W=278 |
| Medijana (opseg) | 0 (-2-2) | 1 (-1-2) | 0 (-2-2) | p=0.03 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |

| | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Prosek (SD) | 0.3 (1.29) | 0.3 (1.03) | 0.3 (1.53) | W=213 |
| Medijana (opseg) | 0 (-2-4) | 0.5 (-1-2) | 0 (-2-4) | p=0.73 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Vrednosti obima potkolenice operisane i neoperisane noge na drugoj kontroli su statistički značajno veće u Vivostat grupi u odnosu na standardnu, što ukazuje na trenutno bolji oporavak mišićne mase potkolenice u intervalu između četvrtog i osmog meseca tj. I i II kontrole (Tabela 32).

Rezultati testiranja razlika u obimima potkolenice između kontrola, a unutar celog uzorka, prikazani su u Tabeli 33.

Tabela 33. Razlike obima potkolenice za celu grupu na kontrolama (cm)

| Obim potkolenice | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Prosek (SD) | 0.2 (1.45) | 0.3 (0.99) | 0.3 (1.29) | $\chi^2_2 = 0.25$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-6-2) | 0 (-2-2) | 0 (-2-4) | p= 0.88 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Unutar celog uzorka nema statistički značajnih razlika u obimima potkolenice između kontrola (Tabela 33).

Rezultati testiranja razlika u obimima potkolenice između kontrola unutar Vivostat kao i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 34.

Tabela 34. Razlike obima potkolenice za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama (cm)

| Obim potkolenice | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 0.45 (0.94) | 0.65 (0.88) | 0.3 (1.03) | $\chi^2_2 = 2.21$ |
| Medijana (opseg) | 0.5 (-2-2) | 1 (-1-2) | 0.5 (-1-2) | p= 0.33 |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | -0.05 (1.82) | -0.05 (1) | 0.3 (1.53) | $\chi^2_2 = 1.39$ |
| Medijana (opseg) | 0 (-6-2) | 0 (-2-2) | 0 (-2-4) | p= 0.5 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iako je u Vivostat grupi zabeleženo povećanje razlika u obimu potkolenice na drugoj kontroli u odnosu na prvu (tj. između četvrtog i osmog meseca), a potom smanjenje na trećoj kontroli u odnosu na obe prethodne, nije evidentirana statistički značajna razlika između kontrola (tabela 34).

U standardnoj grupi je na trećoj kontroli zabeleženo povećanje vrednosti razlika u obimu potkolenice u odnosu na prethodne dve kontrole, ali bez statističke značajnosti (tabela 34).

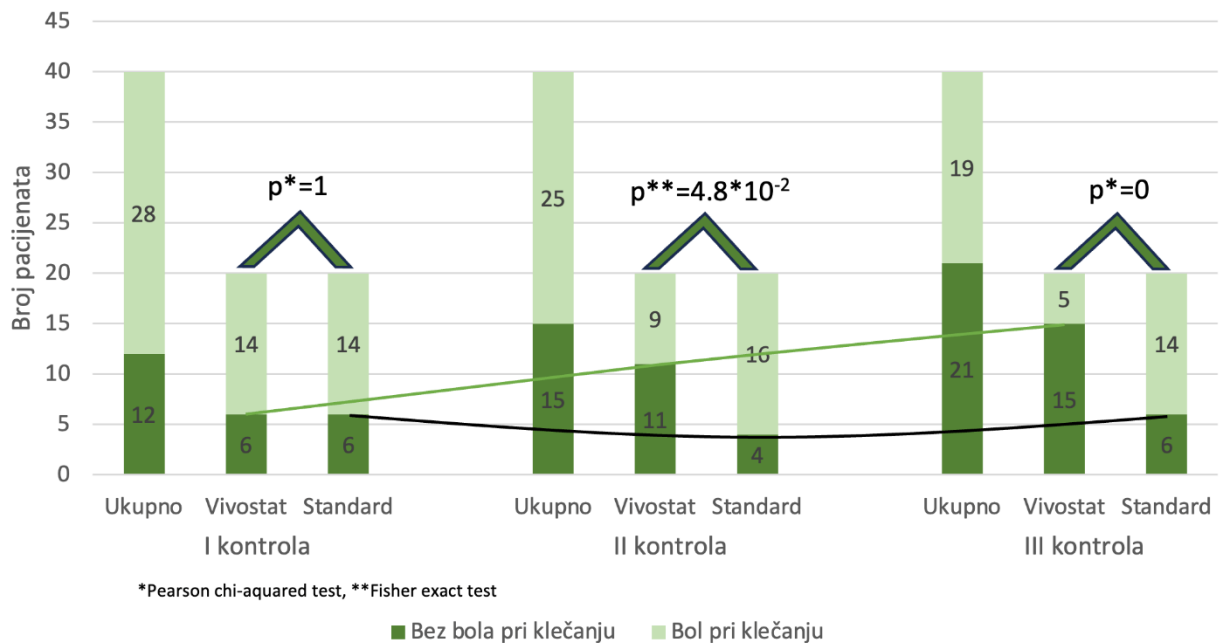
4.3.2.4 Ishod lečenja – test klečanja

Ishod lečenja je posmatran i kroz postojanje bola pri testu klečanja. Rezultati testiranja između ispitivanih grupa su prikazani u Tabeli 35 i na Grafikonu 3.

Tabela 35. Ishodi lečenja – test klečanja

| Senzibilitet | Ukupno | Vivostat | Standard | Pearson Chi-squared Test |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| <i>bez bola</i> | 12 (30%) | 6 (30%) | 6 (30%) | p= 1 |
| <i>sa bolom</i> | 28 (70%) | 14 (70%) | 14 (70%) | |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| <i>bez bola</i> | 15(37.5%) | 11(55%) | 4(20%) | <u>p= 4.8*10⁻²</u> |
| <i>sa bolom</i> | 25(62.5%) | 9(45%) | 16(80%) | |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| <i>bez bola</i> | 21(52.5%) | 15(75%) | 6(30%) | <u>p= 0</u> |
| <i>sa bolom</i> | 19(47.5%) | 5(25%) | 14(70%) | |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

*Fisher exact test



Grafikon 3. Ishodi lečenja – bol pri klečanju

Podaci iz tabele 35 i sa grafikona 3 potvrđuju postojanje statistički značajno veće učestalosti pacijenata bez bola pri testu klečanja na drugom i trećem kontrolnom pregledu u Vivostat grupi u odnosu na standardnu, što znači da se u Vivostat grupi češće i brže postiže potpuno povlačenje bola u odnosu na standardnu grupu, počevši od druge kontrole (8 meseci nakon operacije).

Rezultati testiranja prisustva bola pri testu klečanja između kontrola, unutar celog uzorka, prikazani su u Tabeli 36.

Tabela 36. Prisustvo bola pri testu klečanja u celom uzorku na kontrolnim pregledima

| Bol | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Cochrane's Q test |
|---------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| bez bola | 12 (30%) | 15 (37.5%) | 21 (52.5%) | $\chi^2_2=9$ |
| sa bolom | 28 (70%) | 25 (62.5%) | 19 (47.5%) | <u>p=0.011109</u> |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Iz tabele 36 se vidi da unutar celog uzorka postoji statistički značajna razlika u prisustvu/odsustvu bola pri testu klečanja na posmatranim kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 37.

Tabela 37. Analiza vrednosti prisustva bola pri testu klečanja između parova kontrola u ukupnom uzorku

| Bol | McNemar's χ^2 test |
|---------------------------|---|
| <i>I vs II kontrola</i> | $\chi^2_1=0.44$; $p=0.505$ |
| <i>I vs III kontrola</i> | $\chi^2_1=4.9231$; $p=0.0265$ |
| <i>II vs III kontrola</i> | $\chi^2_1=4.1667$; $p=0.04123$ |

#Bonferroni korekcija: $p<0.05/3=0.0833$

Na osnovu podataka iz tabela 36 i 37 se vidi da u celom celom uzorku između svih kontrola postoji statistički značajna promena učestalosti pacijenata bez osećaja bola pri testu klečanja. No iako je na drugom i trećem kontrolnom pregledu zabeležena veća učestalost takvih pacijenata u odnosu na prvi kontrolni pregled, nije potvrđena statistički značajna razlika između parova kontrola.

Rezultati testiranja prisustva/odsustva bola pri testu klečanja između kontrola, a unutar Vivostat grupe, prikazani su u Tabeli 38.

Tabela 38. Prisustvo bola pri testu klečanja u Vivostat grupi na kontrolnim pregledima

| Bol | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Cochrane's Q test |
|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|
| <i>bez bola</i> | 6 (30%) | 11 (55%) | 15 (75%) | $\chi^2_2=11.09$ |
| <i>sa bolom</i> | 14 (70%) | 9 (45%) | 5 (25%) | $p=0.003905$ |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 38 se vidi da unutar Vivostat grupe postoji statistički značajna razlika u učestalosti pacijenata sa osećajem bola pri testu klečanja na posmatranim kontrolama.

Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 39.

Tabela 39. Analiza vrednosti prisustva bola pri testu klečanja između parova kontrola u Vivostat grupi

| Bol | McNemar's χ^2 test |
|---------------------------|---|
| <i>I vs II kontrola</i> | $\chi^2_1=2.2857$; $p=0.1306$ |
| <i>I vs III kontrola</i> | $\chi^2_1=5.8182$; $p=0.01586$ |
| <i>II vs III kontrola</i> | $\chi^2_1=2.25$; $p=0.1336$ |

#Bonferroni korekcija: $p<0.05/3=0.0833$

Na osnovu podataka iz tabela 38 i 39 se vidi da u Vivostat grupi između svih kontrola postoji statistički značajna promena učestalosti pacijenata bez osećaja bola pri testu klečanja. Do ovog rezultata dovodi značajno učestaliji broj pacijenata bez bola na trećem kontrolnom pregledu (12 meseci nakon operacije) u odnosu na prvi kontrolni pregled (4 meseca nakon operacije) u Vivostat grupi.

Rezultati testiranja prisustva/odsustva bola pri testu klečanja između kontrola, a unutar standardne grupe, prikazani su u Tabeli 40.

Tabela 40. Prisustvo bola pri testu klečanja u standardnoj grupi na kontrolnim pregledima

| Bol | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Cochrane's Q test |
|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|
| <i>bez bola</i> | 6 (30%) | 4 (20%) | 6 (30%) | $\chi^2_2=2.67$ |
| <i>sa bolom</i> | 14 (70%) | 16 (80%) | 14 (70%) | p=0.26 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 40 se vidi da unutar standardne grupe ne postoji statistički značajna razlika u osećaju bola pri testu klečanja između svih kontrola.

Na osnovu rezultata prikazanih u tabelama 35, 36, 37, 38, 39 i 40 se može zaključiti da povlačenje osećaja bola pri testu klečanja u ukupnom uzorku tokom kontrola nastaje kao posledica boljih rezultata u Vivostat grupi.

4.3.2.5 Ishod lečenja – vizualno analogna skala bola pri testu klečanja

Rezultati analize VAS skale bola pri testu klečanja, prikazani su u Tabeli 41.

Tabela 41. Ishodi lečenja – test klečanja

| Test klečanja (VAS*) | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.7 (1.49) | 1.7 (1.53) | 1.7 (1.49) | W=198 |
| Medijana (opseg) | 2 (0-5) | 2 (0-5) | 1.5 (0-4) | n=0.97 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.12 (1.14) | 0.75 (1.07) | 1.5 (1.1) | W= 118.5 |
| Medijana (opseg) | 1 (0-4) | 0 (0-4) | 1 (0-3) | p=0.02 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 0.62 (0.81) | 0.35(0.75) | 0.9 (0.79) | W=110.5 |
| Medijana (opseg) | 0 (0-3) | 0 (0-3) | 1 (0-3) | p=0.01 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

*VAS – Vizuelno analogna skala bola

Iz tabele 41 se vidi da su vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja na drugoj i trećoj kontroli statistički značajno niži u Vivostat grupi u odnosu na standardnu.

Rezultati testiranja VAS skale bola pri testu klečanja između kontrola, a unutar celog uzorka, prikazani su u Tabeli 42.

Tabela 42. Test klečanja na kontrolama u celoj grupi

| Test klečanja (VAS*) | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Prosek (SD) | 1.7 (1.49) | 1.12 (1.14) | 0.62 (0.81) | $\chi^2_2 = 30.83$ |
| Medijana (opseg) | 2 (0-5) | 1 (0-4) | 0 (0-3) | <u>p= 0</u> |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

*VAS – Vizuelno analogna skala bola

Iz tabele 42 se vidi da unutar celog uzorka postoji statistički značajna razlika u vrednostima VAS skale bola pri testu klečanja na posmatranim kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 43.

Tabela 43. Analiza vrednosti testa klečanja između parova kontrola

| Test klečanja (VAS*) | Wilcoxon Signed Rank Test |
|---------------------------|---|
| <i>I vs II kontrola</i> | V= 231.5; <u>p#=3.49*10⁻³</u> |
| <i>I vs III kontrola</i> | V= 313; <u>p#= 4.24*10⁻⁵</u> |
| <i>II vs III kontrola</i> | V= 120; <u>p#= 4.40*10⁻⁴</u> |

*VAS – Vizuelno analogna skala bola

#Bonferroni korekcija: $p < 0.05/3 = 0.0167$

Na osnovu podataka iz tabela 42 i 43 se vidi da u celom uzorku vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja značajno opadaju tokom kontrola, kao i da se vrednosti u svakoj od kontrola statistički značajno razlikuju od ostalih tj.:

- vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja na drugom kontrolnom pregledu su statistički značajno niže od vrednosti sa prvog kontrolnog pregleda;
- vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja na trećem kontrolnom pregledu su statistički značajno niže od vrednosti sa prvog i drugog kontrolnog pregleda.

Rezultati testiranja VAS skale bola pri testu klečanja između kontrola, a unutar Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 44.

Tabela 44. Test klečanja za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Test klečanja (VAS*) | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.7 (1.53) | 0.75 (1.07) | 0.35 (0.75) | $\chi^2= 21.39$ |
| Medijana (opseg) | 2 (0-5) | 0 (0-4) | 0 (0-3) | <u>p= 2*10⁻⁵</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 1.7 (1.49) | 1.5 (1.1) | 0.9 (0.79) | $\chi^2= 11.24$ |
| Medijana (opseg) | 1.5 (0-4) | 1 (0-3) | 1 (0-3) | <u>p= 3.62*10⁻³</u> |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

*VAS – Vizuelno analogna skala bola

Iz tabele 44 se vidi da unutar obe ispitivane grupe postoji statistički značajna razlika u vrednostima VAS skale bola pri testu klečanja na posmatranim kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 45.

Tabela 45. Analiza vrednosti testa klečanja između parova kontrola

| Test klečanja (VAS*) | Wilcox Signed Rank Test |
|-------------------------|--|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| I vs II kontrola | V= 108.5; <u>p#=5.2*10⁻³</u> |
| I vs III kontrola | V= 116.5; <u>p#= 1.28*10⁻³</u> |
| II vs III kontrola | V= 28; <u>p*= 0.01</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| I vs II kontrola | V= 25; p#=0.34 |
| I vs III kontrola | V= 52; <u>p#= 0.01</u> |
| II vs III kontrola | V= 36; <u>p#= 0.01</u> |

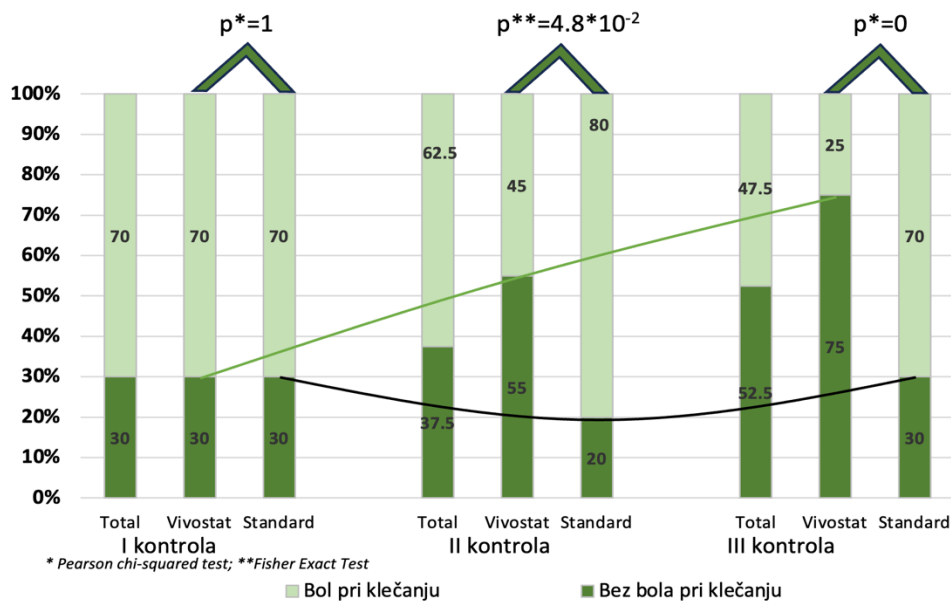
*VAS – Vizuelno analogna skala bola

#Bonferroni korekcija: $p < 0.05/3 = 0.0167$

Na osnovu podataka iz tabela 44 i 45 se vidi da u obe ispitivane grupe vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja značajno opadaju tokom kontrola, kao i da se vrednosti između kontrola statistički značajno razlikuju i to:

- u Vivostat grupi su vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja na drugom kontrolnom pregledu statistički značajno niže od vrednosti sa prvog kontrolnog pregleda
- i u Vivostat i u standardnoj grupi su vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja na trećem kontrolnom pregledu statistički značajno niže od vrednosti sa prvog i drugog kontrolnog pregleda.

Dobijeni rezultati ukazuju na brže smanjenje vrednosti VAS skale bola pri testu klečanja u Vivostat grupi u odnosu na standardnu, počev od druge kontrole tj. 8 meseci nakon operacije (Tabele 43, 44 i 45, Grafikon 4).



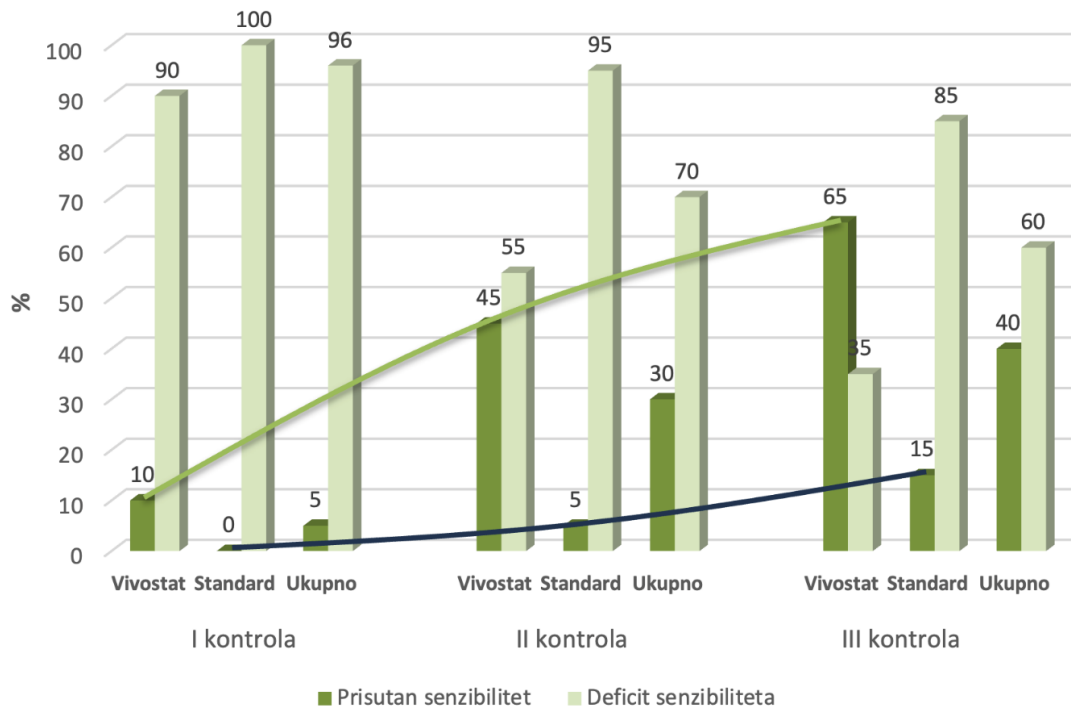
Grafikon 4. Test klečanja (bolan/bezbolan) tokom kontrola u Vivostat, standardnoj grupi i ukupnom uzorku

4.3.2.6 Ishod lečenja - deficit senzibiliteta

Ishod lečenja je posmatran i kroz deficit senzibiliteta. Rezultati testiranja između ispitivanih grupa su prikazani u Tabeli 46 i na Grafikonu 5.

Tabela 46. Ishodi lečenja – senzibilitet

| Senzibilitet | Ukupno | Vivostat | Standard | Fisher Exact Test |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| bez deficita | 2 (5%) | 2 (10%) | 0 (0%) | p= 0.49 |
| sa deficitom | 38 (95%) | 18 (90%) | 20 (100%) | |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| bez deficita | 12 (30%) | 11 (55%) | 1 (5%) | p= 0.0012 |
| sa deficitom | 28 (70%) | 9 (45%) | 19 (95%) | |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| bez deficita | 16 (40%) | 13 (65%) | 3 (15%) | p= 0.003 |
| sa deficitom | 24 (60%) | 7 (35%) | 17 (85%) | |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |



Grafikon 5. Ishodi lečenja – senzibilitet

Podaci iz tabele 46 i sa grafikona 5 potvrđuju postojanje statistički značajno veće učestalosti pacijenata sa deficitom senzibiliteta na drugom i trećem kontrolnom pregledu u Vivostat grupi u odnosu na standardnu, što znači da se u Vivostat grupi postiže brži i bolji oporavak deficita senzibiliteta u odnosu na standardnu, počev od druge kontrole (8 meseci nakon operacije).

Rezultati testiranja senzibiliteta između kontrola, unutar celog uzorka, prikazani su u Tabeli 47.

Tabela 47. Deficiti senzibiliteta u celom uzorku na kontrolnim pregledima

| Senzibilitet | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Cochrane's Q test |
|---------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|
| bez deficita | 2 (5%) | 12 (30%) | 16 (40%) | $\chi^2_2=22.29$ |
| sa deficitom | 38 (95%) | 28 (70%) | 24 (60%) | $p=1.4*10^{-5}$ |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Iz tabele 47 se vidi da unutar celog uzorka postoji statistički značajna razlika u deficitu senzibiliteta na posmatranim kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 48.

Tabela 48. Analiza vrednosti senzibiliteta između parova kontrola u ukupnom uzorku

| Senzibilitet | McNemar's χ^2 test |
|--------------------|--|
| I vs II kontrola | $\chi^2_1= 8.1$; $p=4.42*10^{-3}$ |
| I vs III kontrola | $\chi^2_1= 12.071$; $p=5.1*10^{-3}$ |
| II vs III kontrola | $\chi^2_1=2.25$; $p=0.1336$ |

[#]Bonferroni korekcija: $p<0.05/3=0.0167$

Na osnovu podataka iz tabele 47 i 48 se vidi da je u celom uzorku učestalost pacijenata bez deficita senzibiliteta na drugom i trećem kontrolnom pregledu statistički značajno veća u odnosu na prvi kontrolni pregled.

Rezultati testiranja deficita senzibiliteta između kontrola, a unutar Vivostat grupe, prikazani su u Tabeli 49.

Tabela 49. Deficiti senzibiliteta Vivostat grupe na kontrolama

| Senzibilitet | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Cochrane's Q test |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| bez deficita | 2 (10%) | 11 (55%) | 13 (65%) | $\chi^2_2=18.73$ |
| sa deficitom | 18 (90%) | 9 (45%) | 7 (35%) | $p=8.58*10^{-5}$ |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 49 se vidi da unutar Vivostat grupe postoji statistički značajna razlika u učestalosti pacijenata sa deficitom senzibiliteta na posmatranim kontrolama.

Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 50.

Tabela 50. Analiza vrednosti senzibiliteta između parova kontrola u Vivostat grupi

| Senzibilitet | McNemar's χ^2 test |
|--------------------|---|
| I vs II kontrola | $\chi^2_1= 7.11$; $p^#=7.66*10^{-3}$ |
| I vs III kontrola | $\chi^2_1= 9.09$; $p^#=2.56*10^{-3}$ |
| II vs III kontrola | $\chi^2_1=0.5$; $p^#=0.48$ |

#Bonferroni korekcija: $p<0.05/3=0.0167$

Podaci iz tabela 49 i 50 ukazuju na statistički značajno smanjenje broja pacijenata sa deficitom senzibiliteta na drugoj i trećoj kontroli (tj. 8 i 12 meseci nakon operacije) u odnosu na prvu kontrolu (tj. 4 meseca nakon operacije).

Rezultati testiranja deficita senzibiliteta između kontrola, a unutar standardne grupe, prikazani su u Tabeli 51.

Tabela 51. Deficiti senzibiliteta standardne grupe na kontrolama

| Senzibilitet | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Cochrane's Q test |
|---------------|------------|-------------|--------------|-------------------|
| bez deficita | 0 (0%) | 1 (5%) | 3 (15%) | $\chi^2_2=4.67$ |
| sa deficitom | 20 (100%) | 19 (95%) | 17 (85%) | $p=0.097$ |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz table 51 se vidi da unutar standardne grupe ne postoji statistički značajna razlika u deficitu senzibiliteta na posmatranim kontrolama.

Na osnovu rezultata prikazanih u tabelama 46, 47, 48, 49, 50 i 51, može se zaključiti da oporavak senzibiliteta u ukupnom uzorku tokom kontrola nastaje kao posledica boljih rezultata u Vivostat grupi.

4.3.3 ISHOD LEČENJA – MRI OPORAVAK

Od značaja za ovo istraživanje bilo je praćenje MRI procena dubine i širine koštanog defekta, kao i širine ligamentarnog defekta. U narednim poglavljima rada su prikazani rezultati statističke analize koja se odnosi na ove podatke.

4.3.3.1 Ishod lečenja – MRI dubina koštanog defekta

Rezultati analize MRI procena dubine koštanog defekta, prikazani su u Tabeli 52.

Tabela 52. Ishodi lečenja – MRI procena dubine koštanog defekta

| Dubina koštanog defekta (mm) | Ukupno | Vivostat | standard | Wilcoxon rank sum test |
|------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------------|
| <i>Postoperativni nalaz</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 6.71 (1.74) | 6.68 (1.92) | 6.74 (1.58) | W=190 |
| Medijana (opseg) | 6.92 (3.31-12.4) | 7.02 (3.31-12.4) | 6.68 (4.54-10.03) | n=0.80 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 4.36 (1.36) | 4.32 (1.3) | 4.41 (1.45) | W= 195 |
| Medijana (opseg) | 4.525 (2.11-7.88) | 4.52 (2.11-6.74) | 4.525 (2.23-7.88) | p=0.89 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 3.38 (1.12) | 3.31(1.14) | 3.44 (1.14) | W=186 |
| Medijana (opseg) | 3.535 (1.41-6.02) | 3.5 (1.41-6.02) | 3.54 (1.73-5.65) | p=0.71 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 2.86 (0.89) | 2.84(1) | 2.87 (0.79) | W=197.5 |
| Medijana (opseg) | 2.975 (1.25-5.69) | 2.99 (1.25-5.69) | 2.905 (1.64-4.54) | p=0.96 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 52 se vidi da opadaju vrednosti MRI procena dubine koštanog defekta na kontrolama, ali bez statistički značajnih razlika između Vivostat i standardne grupe.

Rezultati testiranja MRI procena dubine koštanog defekta između kontrola unutar celog uzorka, prikazani su u Tabeli 53.

Tabela 53. Dubina koštanog defekta za celu grupu na kontrolama

| Dubina defekta (mm) | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Prosek (SD) | 6.7 (1.7) | 4.4 (1.4) | 3.4 (1.1) | 2.9 (0.9) | $\chi^2_2= 118.83$ |
| Medijana (opseg) | 6.9 (3.3-12.4) | 4.5 (2.1-7.9) | 3.5 (1.4-6.0) | 3.0 (1.2-5.7) | p= 0 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Iz tabele 53 se vidi da u celom uzorku postoji statistički značajna razlika u vrednostima dubina koštanih defekata na snimcima MRI između kontrola. Dodatnim testiranjem ovih vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u tabeli 54.

Tabela 54. Analiza vrednosti dubina koštanih defekata između parova kontrola

| Dubina koštanog defekta između kontrola (mm) | Wilcoxon Signed Rank Test |
|--|---|
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 820; $p^{\#}=3.71*10^{-8}$ |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 820; $p^{\#}=3.71*10^{-8}$ |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 820; $p^{\#}=3.71*10^{-8}$ |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 820; $p^{\#}=3.70*10^{-8}$ |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 820; $p^{\#}=3.70*10^{-8}$ |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 781; $p^{\#}=1.38*10^{-8}$ |

[#]Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 53 i 54 se vidi da u celoj grupi postoji stabilan pad dubina koštanih defekata na snimcima MRI, koji je statistički značajan za sve parove kontrola. Drugačije rečeno, MRI nalaz na svakoj od kontrola u celoj grupi je statistički značajno niži od vrednosti na prethodnoj kontroli.

Da bi se procenilo da li podaci neke od grupa ponaosob značajno utiču na promenu u ukupnom uzorku, testirane su u svakoj od grupa vrednosti između kontrola. Rezultati testiranja MRI procena dubine koštanog defekta između kontrola unutar Vivostat i standard grupe, prikazani su u Tabeli 55.

Tabela 55. Dubina koštanog defekta za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Dubina defekta (mm) | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| Vivostat grupa | | | | | |
| Prosek (SD) | 6.7 (1.9) | 4.3 (1.3) | 3.3 (1.1) | 2.8 (1) | $\chi^2_2= 58.6$ |
| Medijana (opseg) | 7.0 (3.3-12.4) | 4.5 (2.1-6.7) | 3.5 (1.4-6.0) | 3.0 (1.2-5.7) | $p=0$ |
| Standardna grupa | | | | | |
| Prosek (SD) | 6.7 (1.6) | 4.4 (1.5) | 3.4 (1.1) | 2.9 (0.8) | $\chi^2_2= 60$ |
| Medijana (opseg) | 6.7 (4.5-10.0) | 4.5 (2.2-7.9) | 3.5 (1.7-5.6) | 2.9 (1.6-4.5) | $p=0$ |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 55 se vidi da u obe ispitivane grupe postoji statistički značajna razlika u vrednostima dubina koštanih defekata na snimcima MRI između kontrola. Dodatnim testiranjem ovih vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 56.

Tabela 56. Analiza vrednosti dubina koštanih defekata za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Dubina koštanog defekta (mm) između kontrola | Wilcox Signed Rank Test |
|---|---|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=1.91*10^{-6}$</u> |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=1.91*10^{-6}$</u> |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=1.91*10^{-6}$</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=9.56*10^{-5}$</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=9.54*10^{-5}$</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 190; <u>$p^{\#}=0$</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=1.91*10^{-6}$</u> |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=1.91*10^{-6}$</u> |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=9.56*10^{-5}$</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=9.56*10^{-5}$</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=1.91*10^{-6}$</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>$p^{\#}=1.91*10^{-6}$</u> |

[#]Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 55 i 56 se vidi da u obe ispitivane grupe postoji stabilan pad dubina koštanih defekata na snimcima MRI, koji je statistički značajan za sve parove kontrola. Drugačije rečeno, MRI nalaz na svakoj od kontrola i u Vivostat i u standard grupi je statistički značajno niži od vrednosti na prethodnoj kontroli.

4.3.3.2 Ishod lečenja – MRI širina koštanog defekta

Slično podacima o MRI dubini koštanog defekta, od interesa za istraživanje je bilo praćenje MRI širine koštanog defekta. Rezultati analize ovih podataka između grupa prikazani su u Tabeli 57.

Tabela 57. Ishodi lečenja – MRI procena širine koštanog defekta

| Širina koštanog defekta (mm) | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
| <i>Postoperativni nalaz</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 10.31 (2.01) | 10.03 (2.04) | 10.59 (1.99) | |

| | | | | |
|---------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Medijana (opseg) | 10.31 (4.1-13.9) | 10.45 (5.49-13.6) | 10.26 (4.1-13.9) | W=182.5 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 8.09 (1.96) | 7.55 (2.05) | 8.62 (1.75) | W= 130 |
| Medijana (opseg) | 8.21 (2.53-11.8) | 7.65 (2.53-11.8) | 8.64 (3.76-11.7) | p=0.06 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 6.46 (1.75) | 5.84 (1.78) | 7.09 (1.52) | W=121.5 |
| Medijana (opseg) | 6.6 (1.96-9.51) | 5.41 (1.96-8.63) | 7.25 (3.54-9.51) | p=0.03 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 5.18 (1.5) | 4.61(1.54) | 5.75 (1.25) | W=108 |
| Medijana (opseg) | 5.05 (1.22-7.93) | 4.43 (1.22-7.43) | 5.76 (3.29-7.93) | p=0.01 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Širine koštanih defekta merene na snimcima MRI se statistički značajno razlikuju između Vivostat i standardne grupe. Naime, iako u obe grupe postoji stabilan pad MRI širina defekata, na drugoj i trećoj kontroli (tj. 8 i 12 meseci od operacije), širine koštanih defekata u Vivostat grupi su statistički značajno niže u odnosu na standardnu grupu (Tabela 57).

Rezultati testiranja MRI procena širine koštanog defekta između kontrola unutar celog uzorka, prikazani su u Tabeli 58.

Tabela 58. Širina koštanog defekta za celu grupu na kontrolama

| Širina defekta (mm) | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Prosek (SD) | 10.3 (2.0) | 8.1 (2.0) | 6.5 (1.8) | 5.2 (1.5) | $\chi^2_2 = 118.83$ |
| Medijana (opseg) | 10.3 (4.1-13.9) | 8.2 (2.5-11.8) | 6.6 (2.0-9.5) | 5.0 (1.2-7.9) | p= 0 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Iz tabele 58 se vidi da u celom uzorku postoji statistički značajna razlika u vrednostima širina koštanih defekata na snimcima MRI između kontrola. Dodatnim testiranjem ovih vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 59.

Tabela 59. Analiza vrednosti širina koštanih defekata između parova kontrola

| Širina koštanog defekta (mm) između kontrola | Wilcox Signed Rank Test |
|--|---|
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 806; p[#]=1.06*10⁻⁷ |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 820; p[#]=3.70*10⁻⁸ |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 820; p[#]=3.70*10⁻⁸ |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 820; p[#]=3.70*10⁻⁸ |

I kontrola vs III kontrola V= 820; $p^{\#}=3.70*10^{-8}$

II kontrola vs III kontrola V= 820; $p^{\#}=3.70*10^{-8}$

#Bonferroni korekcija: $0.05/6=0.0083$

Iz tabela 58 i 59 se vidi da u celom uzorku postoji stabilan pad širina koštanih defekata na snimcima MRI, koji je statistički značajan za sve parove kontrola. Drugačije rečeno, MRI nalaz na svakoj od kontrola u celom uzorku je statistički značajno niži od vrednosti na prethodnoj kontroli.

Da bi se procenilo da li podaci neke od grupa ponaosob značajno utiču na promenu u ukupnom uzorku, testirane su u svakoj od grupa vrednosti između kontrola. Rezultati testiranja MRI procena širine koštanog defekta između kontrola unutar Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 60.

Tabela 60. Širina koštanog defekta za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Širina defekta (mm) | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 10.0 (2.0) | 7.6 (2.0) | 5.8 (1.8) | 4.6 (1.5) | $\chi^2_2= 58.6$ |
| Medijana (opseg) | 10.4 (5.5-13.6) | 7.6 (2.5-11.8) | 5.42 (2.0-8.6) | 4.4 (1.2-7.4) | $p=0$ |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 10.6 (2.0) | 8.6 (1.8) | 7.1 (1.5) | 5.8 (1.2) | $\chi^2_2= 60$ |
| Medijana (opseg) | 10.3 (4.1-13.9) | 8.6 (3.7-11.7) | 7.2 (3.5-9.5) | 5.8 (3.3-7.9) | $p=0$ |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 60 se vidi da u obe ispitivane grupe postoji statistički značajna razlika u vrednostima širina koštanih defekata na snimcima MRI između kontrola. Dodatnim testiranjem ovih vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 61.

Tabela 61. Analiza vrednosti širina koštanih defekata za Vivostat® i standardnu grupu na kontrolama

| Širina koštanog defekta (mm) između kontrola | Wilcox Signed Rank Test |
|--|-------------------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 202; $p^{\#}=3.1*10^{-4}$ |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 210; $p^{\#}=1.91*10^{-6}$ |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 210; $p^{\#}=9.56*10^{-5}$ |

| | |
|------------------------------------|--|
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=9.56*10⁻⁵</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |

Standardna grupa

| | |
|---------------------------------------|--|
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=9.56*10⁻⁵</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=9.56*10⁻⁵</u> |

[#]Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 60 i 61 se vidi da u obe ispitivane grupe postoji stabilan pad širina koštanih defekata na snimcima MRI, koji je statistički značajan za sve parove kontrola. Drugačije rečeno, MRI nalaz na svakoj od kontrola u obe grupe je statistički značajno niži od vrednosti na prethodnoj kontroli.

4.3.3.3 Ishod lečenja – MRI procena širine ligamentarnog defekta

Pored MRI dubine i širine koštanog defekta, od interesa za istraživanje je bilo praćenje i MRI širine ligamentarnog defekta. Rezultati analize ovih podataka između grupa prikazani su u Tabeli 62.

Tabela 62. Ishodi lečenja – MRI procena širine ligamentarnog defekta

| Širina ligamentarnog defekta | Ukupno | Vivostat | standard | Wilcoxon rank sum test |
|-------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>Postoperativni nalaz</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 8.23 (2.22) | 7.97 (2.05) | 8.49 (2.4) | W=177 |
| Medijana (opseg) | 7.66 (4.87-14.5) | 7.43 (4.79-12.83) | 8.31 (4.87-14.5) | p= 0.55 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 3.68 (1.47) | 3.61 (1.64) | 3.76 (1.33) | W=183.5 |
| Medijana (opseg) | 3.68 (0.4-7.26) | 3.6 (0.4-7.09) | 3.75 (1.49-7.26) | p= 0.67 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 2.61 (1) | 2.43 (1.01) | 2.8 (0.97) | W=164.5 |
| Medijana (opseg) | 2.71 (0.34-5.17) | 2.59 (0.34-4.13) | 2.76 (1.15-5.17) | p= 0.34 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 2.01 (0.89) | 1.73 (0.87) | 2.29 (0.83) | W=122 |
| Medijana (opseg) | 1.96 (0-4.04) | 1.67 (0-3.83) | 2.24 (0.97-4.04) | <u>p= 0.04</u> |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 62 se vidi da opadaju vrednosti MRI procena širine ligamentarnog defekta na kontrolama u obe grupe, kao i da su MRI širine ligamentarnog defekta niže u Vivostat grupi u odnosu na standardnu, ali sa statistički značajnom razlikom samo na trećoj kontroli (tj. 12 meseci nakon operacije).

Rezultati testiranja MRI procena širine ligamentarnog defekta između kontrola unutar celog uzorka, prikazani su u Tabeli 63.

Tabela 63. Širina ligamentarnog defekta za celu grupu na kontrolama

| Širina ligamentarnog defekta | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Prosek (SD) | 8.2 (2.2) | 3.7 (1.5) | 2.6 (1) | 2.0 (0.89) | $\chi^2= 118.83$ |
| Medijana (opseg) | 7.6 (4.9-14.5) | 3.7 (0.4-7.3) | 2.7 (0.3-5.2) | 2.0 (0-4.0) | p= 0 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Iz tabele 63 se vidi da u celom uzorku postoji statistički značajna razlika u vrednostima širina ligamentarnih defekata na snimcima MRI između kontrola. Dodatnim testiranjem ovih vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u tabeli 64.

Tabela 64. Analiza vrednosti širina ligamentarnih defekata između parova kontrola u celom uzorku

| Širina ligamentarnog defekta između kontrola | Wilcox Signed Rank Test |
|--|---|
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 820; p[#]=3.71*10⁻⁸ |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 820; p[#]=1.82*10⁻¹² |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 820; p[#]=1.82*10⁻¹² |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 820; p[#]=3.71*10⁻⁸ |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 820; p[#]=1.82*10⁻¹² |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 815.5; p[#]=5.21*10⁻⁸ |

[#]Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 63 i 64 se vidi da u celom uzorku postoji stabilan pad širina ligamentarnih defekata na snimcima MRI, koji je statistički značajan za sve parove kontrola. Drugačije rečeno, MRI nalaz na svakoj od kontrola u celom uzorku je statistički značajno niži od vrednosti na prethodnoj kontroli.

Da bi se procenilo da li podaci neke od grupa ponaosob značajno utiču na promenu u ukupnom uzorku, testirane su u svakoj od grupa vrednosti između kontrola. Rezultati testiranja MRI procena širine ligamentarnog defekta između kontrola unutar Vivostat i standard grupe, prikazani su u Tabeli 65.

Tabela 65. Širina ligamentarnog defekta za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Širina ligamentarnog defekta | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 8.0 (20.5) | 3.6 (1.6) | 2.4 (1.0) | 1.7 (0.9) | $\chi^2_2= 60$ |
| Medijana (opseg) | 7.4 (5.0-12.8) | 3.6 (0.4-7.1) | 2.6 (0.3-4.1) | 1.7 (0-3.8) | p= 0 |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 8.5 (2.4) | 3.8 (1.3) | 2.8 (1.0) | 2.3 (0.8) | $\chi^2_2= 58.86$ |
| Medijana (opseg) | 8.3 (4.9-14.5) | 3.8 (1.5-7.3) | 2.8 (1.2-5.2) | 2.2 (1.0-4.0) | p= 0 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 65 se vidi da u obe ispitivane grupe postoji statistički značajna razlika u vrednostima širina ligamentarnih defekata na snimcima MRI između kontrola. Dodatnim testiranjem ovih vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 66.

Tabela 66. Analiza vrednosti širina ligamentarnog defekata za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Širina ligamentarnog defekta između kontrola | Wilcox Signed Rank Test |
|--|---|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 210; p[#]=1.91*10⁻⁶ |
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 210; p[#]=1.91*10⁻⁶ |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 210; p[#]=1.91*10⁻⁶ |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 210; p[#]=1.91*10⁻⁶ |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; p[#]=1.91*10⁻⁶ |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; p[#]=9.56*10⁻⁵ |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| <i>postoperativno vs I kontrola</i> | V= 210; p[#]=1.91*10⁻⁶ |

| | |
|---------------------------------------|---|
| <i>postoperativno vs II kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>postoperativno vs III kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=9.56*10⁻⁵</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 210; <u>p[#]=1.91*10⁻⁶</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 206.5; <u>p[#]=1.6*10⁻⁴</u> |

#Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 65 i 66 se vidi da u obe ispitivane grupe postoji stabilan pad širina ligamentarnih defekata na snimcima MRI, koji je statistički značajan za sve parove kontrola. Drugačije rečeno, MRI širine ligamentarnih defekata na svakoj od kontrola, u obe grupe, su statistički značajno niže od vrednosti na prethodnoj kontroli.

4.3.4 ISHOD LEČENJA – PROCENA FUNKCIONALNOG OPORAVKA – MEĐUNARODNI UPITNICI

Kao ishod lečenja posmatrani su i rezultati međunarodnih upitnika sprovedenih tokom kontrola. U narednim poglavljima rada prikazani su rezultati analize ovih podataka.

4.3.4.1 Ishod lečenja – Activity skor

Analiza Activity skora, kao direktnog pokazatelja uspešnosti lečenja, bila je od značaja za ovo istraživanje. Dobijeni rezultati za ispitivanje razlika između Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 67.

Tabela 67. Ishodi lečenja – Activity skor

| Activity skor | Ukupno | Vivostat | standard | Wilcoxon rank sum test |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>Pre povrede</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 6.72 (2.62) | 6.8 (2.57) | 6.7 (2.74) | W=198 |
| Medijana (opseg) | 7 (0-10) | 7 (2-10) | 7 (0-10) | p=0.97 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 6.55 (2.09) | 6.55 (2.11) | 6.55 (2.11) | W= 200.5 |
| Medijana (opseg) | 6 (3-10) | 6 (3-10) | 6.5 (3-10) | p=1 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 67 se vidi da nije bilo statistički značajnih razlika među ispitivanim grupama, ni u vrednostima ovog skora pre povrede, niti na trećoj kontroli. Kako su primećene diskretno niže vrednosti 12 meseci postoperativno, kako u ukupnom uzorku, tako i u grupama, analizirane su vrednosti Activity skora između merenja unutar cele grupe, kao i Vivostat, odnosno standardne grupe. Dobijeni rezultati su prikazani u Tabeli 68.

Tabela 68. Ishodi lečenja – Activity skor između merenja

| Activity skor | Pre povrede | III kontrola | Wilcoxon signed rank test |
|-----------------------|-------------|--------------|---------------------------|
| <i>Ceo uzorak</i> | | | |
| Prosek (SD) | 6.75 (2.62) | 6.55 (2.09) | V=182 |
| Medijana (opseg) | 7 (0-10) | 6 (3-10) | p=0.6 |
| <i>Vivostat grupa</i> | | | |
| Prosek (SD) | 6.8 (2.57) | 6.55 (2.11) | V= 58.5 |
| Medijana (opseg) | 7 (2-10) | 6 (3-10) | p=0.73 |
| <i>Standard grupa</i> | | | |
| Prosek (SD) | 6.7 (2.74) | 6.55 (2.11) | V= 38 |
| Medijana (opseg) | 7 (0-10) | 6.5 (3-10) | p=0.68 |

Iz tabele 68 se vidi da nije bilo statistički značajnih razlika između vrednosti Activity skorova pre povrede i na trećoj kontroli, kako u celom uzorku, tako ni u Vivostat i standardnoj grupi.

4.3.4.2 Ishod lečenja – IKDC skor

Rezultati analiza IKDC skorova između Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 69.

Tabela 69. Ishodi lečenja – IKDC skor

| IKDC skor | Ukupno | Vivostat | standard | Wilcoxon rank sum |
|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Preoperativno</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 57.76 (19.34) | 61.32 (18.27) | 54.2 (20.19) | W=245 |
| Medijana (opseg) | 58.05 (17.2-93.1) | 64.4 (21.8-88.5) | 55.15 (17.2-93.1) | n=0 23 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 69.88 (15.71) | 68.36 (16.93) | 71.39 (13.45) | W= 184.5 |
| Medijana (opseg) | 73 (36.8-94.3) | 73 (36.8-94.3) | 71.85 (47.1-93.1) | p=0.68 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 82.06 (10.91) | 80.3(11.11) | 83.81 (10.71) | |

| | | | | |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------|---------|
| Medijana (opseg) | 83.35 (58.6-100) | 80.45 (59.8-100) | 86.25 (58.6-98.9) | W=160.5 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 89.9 (10.27) | 89.22 (11.2) | 90.58 (9.5) | W=186.5 |
| Medijana (opseg) | 90.85 (52.9-100) | 90.85 (52.9-100) | 91.4 (67.8-100) | p=0.72 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 69 se vidi da nije bilo statistički značajne razlike između Vivostat i standardne grupe ni u jednom od merenja (postoperativno; I, II, i III kontrola). Pošto je uočen rast vrednosti IKDC skora već na prvom kontrolnom pregledu, u odnosu na preoperativne vrednosti, kao i dalji porast vrednosti na svakoj narednoj kontroli u odnosu na prethodnu, analizirane su razlike vrednosti IKDC skorova između kontrolnih pregleda, kako unutar celog uzorka, tako i unutar Vivostat i standardne grupe. Dobijeni rezultati za ceo uzorak prikazani su u Tabeli 70.

Tabela 70. IKDC za celu grupu na kontrolama

| IKDC | Preoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Prosek (SD) | 57.8 (19.3) | 69.9 (15.2) | 82.1 (10.9) | 89.9 (10.3) | $\chi^2_2 = 87.90$ |
| Medijana (opseg) | 58.0 (17.2-93.1) | 73 (36.8-94.3) | 83.4 (58.6-100) | 90.9 (52.9-100) | p=0 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 70 se vidi da postoji statistički značajna razlika u vrednostima IKDC skora po kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 71.

Tabela 71. Analiza vrednosti IKDC između parova kontrola u celoj grupi

| IKDC | Wilcox Signed Rank Test |
|--------------------------------------|---|
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 176.5; <u>$p^{\#}=1.73*10^{-3}$</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 34; <u>$p^{\#}=7*10^{-7}$</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 0; <u>$p^{\#}=3.70*10^{-8}$</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 45; <u>$p^{\#}=1.52*10^{-6}$</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 2; <u>$p^{\#}=4.31*10^{-8}$</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 59.5; <u>$p^{\#}=6.68*10^{-6}$</u> |

[#]Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 70 i 71 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti IKDC skorova kroz kontrole, u smislu da su u celom uzorku vrednosti IKDC skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće, od vrednosti na prethodnim kontrolama.

Rezultati analize vrednosti IKDC skorova između kontrolnih pregleda unutar Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 72.

Tabela 72. Vrednosti IKDC za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| IKDC | Preoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 61.3 (18.3) | 68.4 (16.9) | 80.3 (11.1) | 89.2 (11.2) | $\chi^2_2 = 40.84$ |
| Medijana (opseg) | 64.9 (21.8-88.5) | 73 (36.8-94.3) | 80.4 (59.8-100) | 90.8 (52.9-100) | <u>p=0</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 54.2 (20.2) | 71.4 (13.4) | 83.8 (10.7) | 90.6 (9.5) | $\chi^2_2 = 48.59$ |
| Medijana (opseg) | 55.2 (17.2-93.1) | 71.9 (47.1-93.1) | 86.3 (58.6-98.9) | 91.4 (67.8-100) | <u>p=0</u> |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Kao i u celom uzorku, iz tabele 72 se vidi da postoji statistički značajna razlika u vrednostima IKDC skora po kontrolama i u obe ispitivane grupe (Vivostat i standardnoj). Dodatnim testiranjem vrednosti IKDC između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 73.

Tabela 73. Analiza vrednosti IKDC za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| IKDC | Wilcoxon Signed Rank Test |
|--------------------------------------|---|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 65; $p^{\#}=0.14$ |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 17; <u>$p^{\#}=1.81 \cdot 10^{-3}$</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 0; <u>$p^{\#}=9.56 \cdot 10^{-5}$</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 17; <u>$p^{\#}=1.8 \cdot 10^{-3}$</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 0; $p=$ <u>$1.91 \cdot 10^{-6}$</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 25.5; <u>$p^{\#}=5.48 \cdot 10^{-3}$</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 28; <u>$p^{\#}=0.00271$</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 2; <u>$p^{\#}=0.00012$</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 0; <u>$p^{\#}=1.91 \cdot 10^{-6}$</u> |

I kontrola vs II kontrola V= 9; **p[#]=3.6*10⁻⁴**

I kontrola vs III kontrola V= 1; **p[#]=1,1*10⁻⁴**

II kontrola vs III kontrola V= 0; **p[#]=1.4*10⁻⁴**

#Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 72 i 73 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti IKDC skorova kroz kontrole, u smislu da su vrednosti IKDC skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće od vrednosti na prethodnim kontrolama u Vivostat i u standardnoj grupi.

4.3.4.3 Ishod lečenja – Tegner-Lysholm skor

Od značaja za ovo istraživanje bilo je ispitivanje i vrednosti i kategorija Tegner-Lysholm skora. Deskriptivni podaci kao i rezultati statističke analize su prikazani u narednim poglavljima ovog rada.

4.3.4.3.1 Ishod lečenja – Vrednosti Tegner-Lysholm skora

Rezultati analiza vrednosti Tegner-Lysholm skorova između Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 74.

Tabela 74. Ishodi lečenja –Tegner-Lysholm skor

| Tegner Lysholm skor | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>Preoperativno</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 71.15 (21.15) | 74.85 (17.51) | 67.45 (24.15) | W=230 |
| Medijana (opseg) | 77 (16-100) | 79 (39-100) | 76 (16-91) | p=0.42 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 85.82 (9.86) | 85.25 (10.73) | 86.4 (9.16) | W= 190.5 |
| Medijana (opseg) | 89 (58-100) | 89 (58-100) | 89.5 (58-95) | p=0.81 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 91.28 (5.71) | 90.7(5.63) | 91.85 (5.88) | W=168 |
| Medijana (opseg) | 94 (79-100) | 92.5 (81-100) | 95 (79-100) | p=0.38 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 93.52 (14.43) | 95.6 (5.44) | 91.45 (19.71) | W=212.5 |
| Medijana (opseg) | 95 (10-100) | 97 (81-100) | 95 (10-100) | p=0.73 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Analiza razlika vrednosti Tegner skorova nije pokazala postojanje statističke značajnosti među ispitivanim grupama ni u jednoj od kontrola što je prikazano u tabeli 74. Kako je uočen porast vrednosti

ovog skora u funkciji vremena, sprovedena je analiza između kontrola unutar celog uzorka. Dobijeni rezultati su prikazani u Tabeli 75.

Tabela 75. Tegner-Lysholm za celu grupu na kontrolama

| Tegner-Lysholm | Preoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Prosek (SD) | 71.2 (21.2) | 85.8 (9.9) | 91.3 (5.7) | 93.5 (14.4) | $\chi^2=69.83$ |
| Medijana (opseg) | 77 (16-100) | 89 (58-100) | 94 (79-100) | 95 (10-100) | <u>p=0</u> |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 75 se vidi da postoji statistički značajna razlika u vrednostima Tegner skora po kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola u celom uzorku, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 76.

Tabela 76. Analiza vrednosti Tegner-Lysholm između parova kontrola

| Tegner-Lyshol | Wilcox Signed Rank Test |
|--------------------------------------|--|
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 93; <u>p#=9.88*10⁻⁵</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 36; <u>p#=8.03*10⁻⁷</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 25; <u>p#=5.61*10⁻⁷</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 66; <u>p#=7.60*10⁻⁵</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 50.5; <u>p#=3.49*10⁻⁶</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 55.5; <u>p#=5.64*10⁻⁵</u> |

#Bonferroni korekcija: $0.05/6=0.0083$

Iz tabela 75 i 76 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti Tegner-Lysholm skorova kroz kontrole, u smislu da su u celom uzorku vrednosti Tegner skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće od vrednosti na prethodnim kontrolama.

Rezultati analize vrednosti Tegner-Lysholm skorova između kontrolnih pregleda unutar Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 77.

Tabela 77. Vrednosti Tegner-Lysholm za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Tegner-Lysholm | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 74.85 (17.51) | 85.25 (10.73) | 90.7 (5.63) | 95.6 (5.44) | $\chi^2_2 = 25.60$ |
| Medijana (opseg) | 79 (39-100) | 89 (58-100) | 92.5 (81-100) | 97 (81-100) | <u>p= 1*10⁻⁵</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 67.45 (24.15) | 86.4 (9.16) | 91.85 (5.88) | 91.45 (19.71) | $\chi^2_2 = 46.15$ |
| Medijana (opseg) | 76 (16-91) | 89.5 (58-95) | 95 (79-100) | 95 (10-100) | p= 0 |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 77 se vidi da i u Vivostat i u standardnoj grupi postoji statistički značajna razlika u vrednostima Tegner skora po kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 78.

Tabela 78. Analiza vrednosti Tegner-Lysholm za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Tegner-Lysholm | Wilcoxon Signed Rank Test |
|--------------------------------------|---|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 46; p [#] =0.30 |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 18; <u>p[#]=1.23*10⁻³</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 4; <u>p[#]=4.1*10⁻⁴</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 26; p [#] =0.02 |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 7.5; <u>p[#]=7.1*10⁻⁴</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 12.5; <u>p[#]=2.41*10⁻³</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 0; <u>p[#]=3.1*10⁻⁴</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 2.5; <u>p[#]=2.1*10⁻⁴</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 9; <u>p[#]=3.6*10⁻⁴</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 7.5; <u>p[#]=1.14*10⁻³</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 20; <u>p[#]=1.58*10⁻³</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 16; <u>p[#]=7.16*10⁻³</u> |

[#]Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 77 i 78 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti Tegner-Lysholm skorova kroz kontrole, u obe grupe. Pri tome, u standardnoj grupi su vrednosti Tegner skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće od vrednosti na prethodnim kontrolama, dok su u Vivostat grupi vrednosti Tegner-Lysholm skorova statistički značajno veći na:

- drugoj i trećoj kontroli u odnosu na neposrednu postoperativnu kontrolu
- trećoj kontroli u odnosu na prvu i drugu kontrolu

4.3.4.3.2 Ishod lečenja – Kategorije Tegner-Lysholm skora

Od interesa za istraživanje bilo je ispitivanje kategorija Tegner-Lysholm skora uvedenih na sledeći način:

- 4 (odličan), za 95 do 100 poena Tegner-Lysholm skora
- 3 (dobar), za 84 do 94 poena Tegner-Lysholm skora
- 2 (zadovoljavajući), za 65 do 83 poena Tegner-Lysholm skora
- 1 (loš), za manje od 65 poena Tegner-Lysholm skora

Rezultati analiza kategorija Tegner-Lysholm skorova između Vivostat i standard grupe, prikazani su u Tabeli 79.

Tabela 79. Ishodi lečenja – Kategorije Tegner-Lysholm skora

| Tegner Lysholm skor.kat | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|
| <i>Preoperativno</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 2.08 (0.97) | 2.15 (1.14) | 2 (0.79) | W=209 |
| Medijana (opseg) | 2 (1-4) | 2 (1-4) | 2 (1-3) | p=0.8095 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 2.8 (0.72) | 2.85 (0.81) | 2.75 (0.64) | W=213.5 |
| Medijana (opseg) | 3 (1-4) | 3 (1-4) | 3 (1-4) | p=0.6888 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 3.33 (0.66) | 3.2 (0.62) | 3.45 (0.69) | W=155 |
| Medijana (opseg) | 3 (2-4) | 3 (2-4) | 4 (2-4) | p=0.1826 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 3.67 (0.66) | 3.65 (0.59) | 3.7 (0.73) | W=181.5 |
| Medijana (opseg) | 4 (1-4) | 4 (2-4) | 4 (1-4) | p=0.5192 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 79 se vidi da nije bilo statistički značajne razlike između Vivostat i standardne grupe ni u jednom od merenja (postoperativno, I, II, i III kontrola) u vrednostima kategorija Tegner-Lysholm skora. Zbog uočenog porasta vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora već na prvom kontrolnom pregledu u odnosu na preoperativne vrednosti, kao i dalji diskretan porast vrednosti na svakoj narednoj kontroli u odnosu na prethodnu, analizirane su razlike vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora

između kontrolnih pregleda, kako unutar celog uzorka, tako i unutar Vivostat i standardne grupe. Dobijeni rezultati za ceo uzorak prikazani su u Tabeli 80.

Tabela 80. Kategorije Tegner-Lysholm skora za celu grupu na kontrolama

| Kategorije Tegner-Lysholm skora | Preoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Prosek (SD) | 2.08 (0.97) | 2.8 (0.72) | 3.33 (0.66) | 3.67 (0.66) | $\chi^2_2 = 62.383$ |
| Medijana (opseg) | 2 (1-4) | 3 (1-4) | 3 (2-4) | 4 (1.4) | <u>p=0</u> |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 80 se vidi da postoji statistički značajna razlika između vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora po kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola u celom uzorku, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 81.

Tabela 81. Analiza vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora između parova kontrola

| Kategorisan Tegner-Lysholm skor | Wilcox Signed Rank Test |
|--------------------------------------|--|
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 47.5; <u>p#=2.5*10⁻⁴</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 13; <u>p#=7.62*10⁻⁶</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 16; <u>p#=2.89*10⁻⁷</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 22; <u>p#=1.1*10⁻⁴</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 40.5; <u>p#=1.07*10⁻⁵</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 38.5; <u>p#=0.00687</u> |

#Bonferroni korekcija: $0.05/6=0.0083$

Iz tabela 80 i 81 se vidi da u celom uzorku postoji statistički značajan porast vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skorova tako da su vrednosti skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće od vrednosti na prethodnim kontrolama.

Rezultati analize vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skorova između kontrolnih pregleda unutar Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 82.

Tabela 82. Vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Kategorije Tegner-Lysholm skora | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 2.15 (1.14) | 2.85 (0.81) | 3.2 (0.62) | 3.65 (0.59) | $\chi^2= 20.962$ |
| Medijana (opseg) | 2 (1-4) | 3 (1-4) | 3 (2-4) | 4 (2-4) | <u>p= 1.1*10⁻⁴</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 2 (0.79) | 2.75 (0.64) | 3.45 (0.69) | 3.7 (0.73) | $\chi^2= 44.231$ |
| Medijana (opseg) | 2 (1-3) | 3 (1-4) | 4 (2-4) | 4 (1-4) | <u>p= 0</u> |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 82 se vidi da i u Vivostat i u standardnoj grupi postoji statistički značajna razlika u vrednostima kategorija Tegner skora po kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 83.

Tabela 83. Analiza vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Kategorije Tegner-Lysholm skora | Wilcox Signed Rank Test |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 35; p#=0.02265 |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 6; <u>p#=0.00579</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 8; <u>p#=0.00068</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 10; p#=0.05930 |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 5; <u>p#=0.00364</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 12; p#=0.02256 |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 0; <u>p#=0.00471</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 0; <u>p#=0.00040</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 0; <u>p#=0.00011</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 0; <u>p#=0.00054</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 17.5; <u>p#=0.00098</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 8; p#=0.15209 |

#Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 82 i 83 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skorova kroz kontrole, u obe grupe. Pri tome, u Vivostat grupi su vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora statistički značajno veće na:

- drugoj i trećoj kontroli u odnosu na neposrednu postoperativnu kontrolu
- trećoj kontroli u odnosu na prvu kontrolu

U standardnoj grupi su vrednosti kategorija Tegner-Lysholm skora statistički značajno veće na:

- prvoj, drugoj i trećoj kontroli u odnosu na neposrednu postoperativnu kontrolu
- drugoj i trećoj kontroli u odnosu na prvu kontrolu

4.3.4.4 Ishod lečenja – modifikovani Sinsinati skor

Od značaja za ovo istraživanje bilo je ispitivanje i vrednosti i kategorija modifikovanog Sinsinati skora. Deskriptivni podaci, kao i rezultati statističke analize su prikazani u narednim poglavljima ovog rada.

4.3.4.4.1 Ishod lečenja – Vrednosti Modifikovanog Sinsinati skora

Rezultati analiza Modifikovanih Sinsinati skorova između Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 84.

Tabela 84. Ishodi lečenja – Modifikovani Sinsinati skor

| Modifikovani Sinsinati skor | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>Preoperativno</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 65.5 (20.24) | 68.3 (18.53) | 62.7 (21.94) | W=222.5 |
| Medijana (opseg) | 65 (22-100) | 68 (34-100) | 63 (22-91) | p=0.55 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 78.35 (13.22) | 77.2 (12.87) | 79.5 (13.8) | W= 176 |
| Medijana (opseg) | 81.5 (41-100) | 81.5 (48-100) | 80 (41-100) | p=0.52 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 86.4 (10.38) | 85.9 (10.73) | 86.9 (10.27) | W=188 |
| Medijana (opseg) | 88 (61-100) | 87 (61-100) | 88 (61-100) | p=0.76 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 93.12 (8.22) | 92.4 (8.62) | 93.84 (7.96) | W=180.5 |
| Medijana (opseg) | 96 (70-100) | 94.5 (75-100) | 96.85 (70-100) | p=0.59 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Analiza razlika vrednosti Modifikovanih Sinsinati skorova nije pokazala postojanje statističke značajnosti među ispitivanim grupama ni u jednoj od kontrola, što je prikazano u tabeli 84. Kako je uočen porast vrednosti ovog skora u funkciji vremena, sprovedena je analiza između kontrola unutar celog uzorka. Dobijeni rezultati su prikazani u Tabeli 85.

Tabela 85. Modifikovani Sinsinati skor za celu grupu na kontrolama

| Modifikovani Sinsinati skor | Preoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Prosek (SD) | 65.5 (20.24) | 78.35 (13.22) | 86.4 (10.38) | 93.12 (8.22) | $\chi^2_2 = 75.51$ |
| Medijana (opseg) | 65 (22-100) | 81.5 (41-100) | 88 (61-100) | 96 (70-100) | <u>p=0</u> |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 85 se vidi da postoji statistički značajna razlika u vrednostima Modifikovanih Sinsinati skorova na kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 86.

Tabela 86. Analiza vrednosti Modifikovanog Sinsinati skora između parova kontrola

| Modifikovan Sinsinati skor | Wilcox Signed Rank Test |
|--------------------------------------|--|
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 158.5; <u>p#=7.4*10⁻⁴</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 38.5; <u>p#=9.6*10⁻⁷</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 5.5; <u>p#=5.6*10⁻⁸</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 107; <u>p#=1.4*10⁻⁴</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 0; <u>p#=8*10⁻⁸</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 38.5; <u>p#=9.6*10⁻⁶</u> |

[#]Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 85 i 86 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti Modifikovanih Sinsinati skorova kroz kontrole, u smislu da su u celom uzorku vrednosti Modifikovanih Sinsinati skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće od vrednosti na prethodnim kontrolama.

Rezultati analize vrednosti Modifikovanih Sinsinati skorova između kontrolnih pregleda unutar Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 87.

Tabela 87. Vrednosti modifikovanog Sinsinati skora za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Modifikovani Sinsinati skor | Postoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 68.3 (18.53) | 77.2 (12.87) | 85.9 (10.73) | 92.4 (8.62) | $\chi^2_2= 31.69$ |
| Medijana (opseg) | 68 (34-100) | 81.5 (48-100) | 87 (61-100) | 94.5 (75-100) | <u>p= 0</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 62.7 (21.94) | 79.5 (13.8) | 86.9 (10.27) | 93.84 (7.96) | $\chi^2_2= 45.23$ |
| Medijana (opseg) | 63 (22-91) | 80 (41-100) | 88 (61-100) | 96.85 (70-100) | <u>p= 0</u> |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 87 se vidi da i u Vivostat i u standardnoj grupi postoji statistički značajna razlika u vrednostima Modifikovanih Sinsinati skorova po kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 88.

Tabela 88. Analiza vrednosti Modifikovanog Sinsinati skora između parova kontrola u Vivostat i standard grupi

| Modifikovan Sinsinati skor | Wilcox Signed Rank Test |
|--------------------------------------|--|
| <i>Vivostat grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 56.5; p#=0.073 |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 21; <u>p#=0.0031</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 5; <u>p#=0.0002</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 32; p#=0.0118 |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 0; <u>p#=0.00014</u> |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 20; <u>p#=0.0078</u> |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 29; <u>p#=0.0048</u> |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 0; <u>p#=9.5*10⁻⁵</u> |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 0; <u>p#=9.5*10⁻⁵</u> |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 26; <u>p#=0.0058</u> |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 0; <u>p#=0.00014</u> |

#Bonferroni korekcija: $0.05/6=0.0083$

Iz tabela 87 i 88 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti Modifikovanih Sinsinati skorova kroz kontrole, u obe grupe. Pri tome, u standardnoj grupi su vrednosti Modifikovanih Sinsinati skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće od vrednosti na prethodnim kontrolama, dok su u Vivostat grupi vrednosti Modifikovanih Sinsinati skorova statistički značajno veće na:

- drugoj i trećoj kontroli u odnosu na neposrednu postoperativnu kontrolu
- trećoj kontroli u odnosu na prvu i drugu kontrolu

4.3.4.4.2 Ishod lečenja – kategorije Modifikovanog Sinsinati skora

Od interesa za istraživanje bilo je ispitivanje kategorija Modifikovanog Sinsinati skora uvedenih na sledeći način:

- 4 (odličan), za Modifikovani Sinsinati skor veći od 80
- 3 (dobar), za Modifikovani Sinsinati skor od 55 do 79
- 2 (zadovoljavajući), za Modifikovani Sinsinati skor od 30 do 54
- 1 (loš), za Modifikovani Sinsinati skor manji od 30

Rezultati analiza kategorija Modifikovanih Sinsinati skorova između Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 89.

Tabela 89. Ishodi lečenja – kategorije Modifikovanog Sinsinati skora

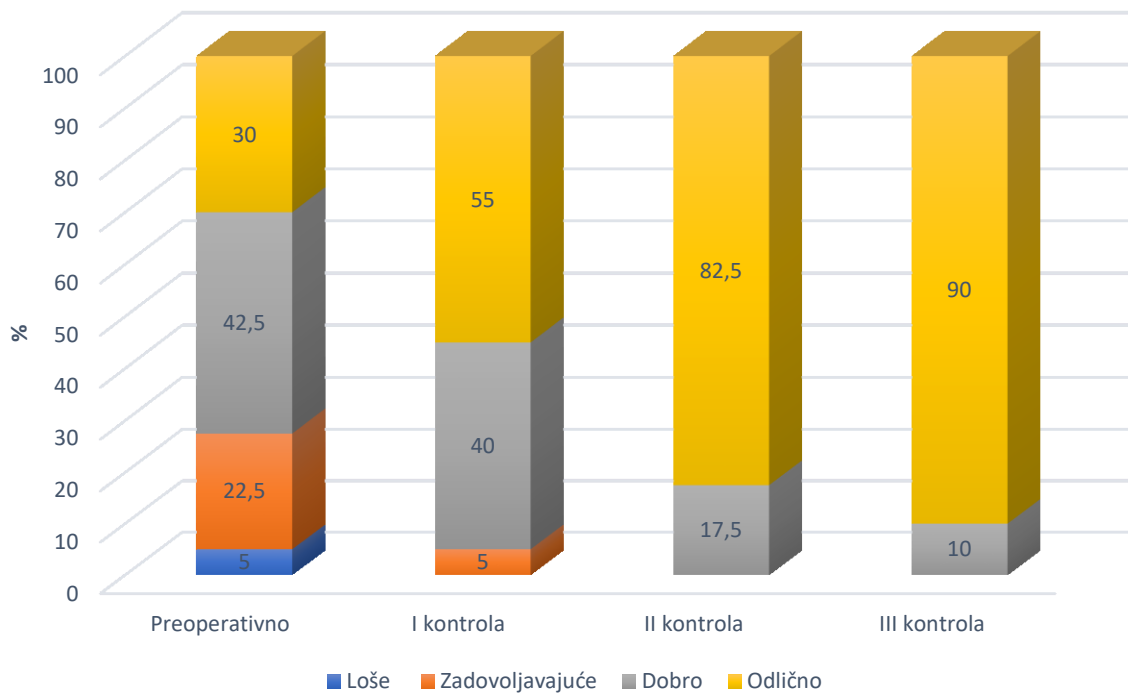
| Modifikovani Sinsinati skor - kategorije | Ukupno | Vivostat | Standard | Wilcoxon rank sum test |
|---|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| <i>Preoperativno</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 2.98 (0.86) | 3.1 (0.79) | 2.85 (0.93) | W=226.5 |
| Medijana (opseg) | 3 (1-4) | 3 (2-4) | 3 (1-4) | p=0.4548 |
| <i>I kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 3.5 (0.6) | 3.55 (0.6) | 3.45 (0.6) | W= 219 |
| Medijana (opseg) | 4 (2-4) | 4 (2-4) | 3.5 (2-4) | p=0.5685 |
| <i>II kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 3.83 (0.38) | 3.8 (0.41) | 3.85 (0.37) | W=190 |
| Medijana (opseg) | 4 (3-4) | 4 (3-4) | 4 (3-4) | p=0.6963 |
| <i>III kontrola</i> | | | | |
| Prosek (SD) | 3.9 (0.3) | 3.85 (0.37) | 3.95 (0.22) | W=180 |
| Medijana (opseg) | 4 (3-4) | 4 (3-4) | 4 (3-4) | P=0.3102 |
| Ukupno | 40 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Iz tabele 89 se vidi da u svakoj od postoperativnih kontrola između Vivostat i standardne grupe nema statistički značajne razlike u vrednostima kategorija Modifikovanih Sinsinati skorova. Kako je

uočen diskretan porast ovih vrednosti u funkciji vremena, sprovedena je analiza između kontrola unutar celog uzorka. Dobijeni rezultati su prikazani u Tabeli 90 i na Grafikonu 6.

Tabela 90. Kategorije Modifikovanog Sinsinati skora za celu grupu na kontrolama

| Modifikovani Sinsinati skor - kategorije | Preoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Prosek (SD) | 2.98 (0.86) | 3.5 (0.6) | 3.83 (0.38) | 3.9 (0.3) | $\chi^2= 48.603$ |
| Medijana (opseg) | 3 (1-4) | 4 (2-4) | 4 (3-4) | 4 (3-4) | p= 0 |
| Ukupno | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | 40 (100%) | - |



Grafikon 6. Modifikovani Sinsinati skor po kategorijama za celu grupu na kontrolama

Na osnovu podataka iz tabele 90 se vidi da u celom uzorku postoji statistički značajna razlika u vrednostima kategorija Modifikovanog Sinsinati skora između kontrola. Dodatnim testiranjem ovih vrednosti između parova kontrola, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 91.

Tabela 91. Analiza vrednosti kategorija Modifikovanog Sinsinati skora između parova kontrola u celom uzorku

| Modifikovani Sinsinati skor kategorije | Wilcox Signed Rank Test |
|--|--|
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 60; $p^{\#}=2.12*10^{-3}$ |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 21; $p^{\#}=9.42*10^{-6}$ |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 10; $p^{\#}=5.02*10^{-6}$ |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 18; $p^{\#}=1.77*10^{-3}$ |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 0; $p^{\#}=1.8*10^{-4}$ |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 3; $p^{\#}=0.23303$ |

[#]Bonferroni korekcija: $0.05/6=0.0083$

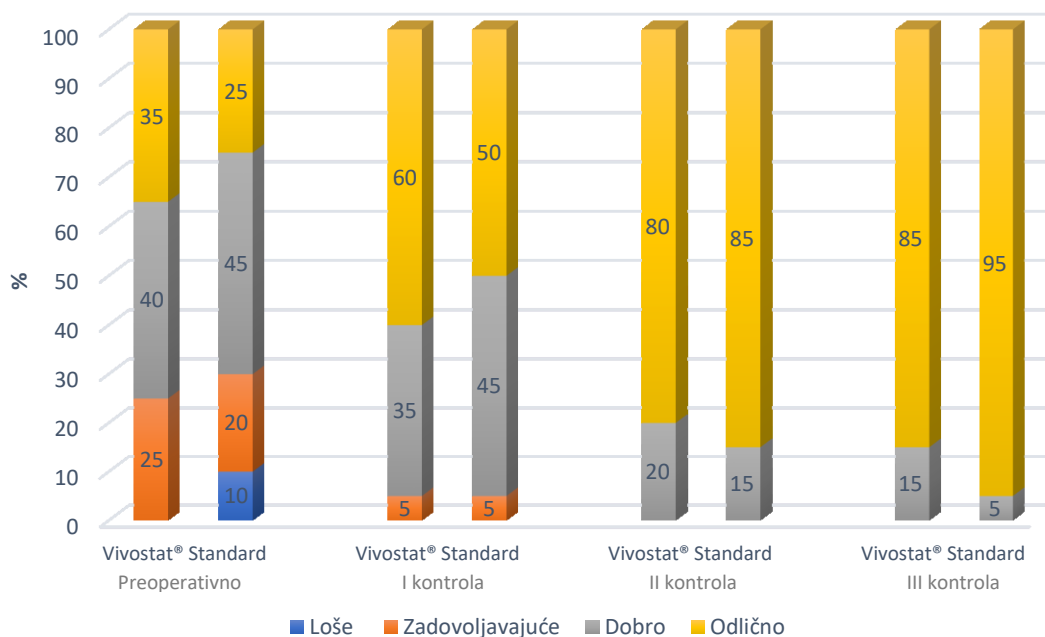
Iz tabela 90 i 91, kao i grafikonu 6 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti kategorija Modifikovanog Sinsinati skora kroz kontrole, u smislu da su u celom uzorku vrednosti skorova na svakoj kontroli statistički značajno veće od vrednosti na prethodnim kontrolama, osim na drugoj i trećoj kontroli, između kojih nema statistički značajne razlike.

Rezultati analize vrednosti kategorija Modifikovanih Sinsinati skorova između kontrolnih pregleda unutar Vivostat i standardne grupe, prikazani su u Tabeli 92 i Grafikonu 7.

Tabela 92. Vrednosti kategorija modifikovanog Sinsinati skora za Vivostat i standardnu grupu na kontrolama

| Modifikovan Sinsinati skor - kategorije | Preoperativno | I kontrola | II kontrola | III kontrola | Friedman Test |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| <i>Vivostat grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 3.1 (0.79) | 3.55 (0.6) | 3.8 (0.41) | 3.85 (0.37) | $\chi^2_2= 16.617$ |
| Medijana (opseg) | 3 (2-4) | 4 (2-4) | 4 (3-4) | 4 (3-4) | $p= 8.5*10^{-4}$ |
| <i>Standardna grupa</i> | | | | | |
| Prosek (SD) | 2.85 (0.93) | 3.45 (0.6) | 3.85 (0.37) | 3.95 (0.22) | $\chi^2_2= 33.303$ |
| Medijana (opseg) | 3 (1-4) | 3.5 (2-4) | 4 (3-4) | 4 (3-4) | $p= 0$ |
| Ukupno | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | 20 (100%) | - |

Na osnovu podataka iz tabele 92 se vidi da i u Vivostat i u standardnoj grupi postoji statistički značajna razlika u vrednostima kategorija Modifikovanog Sinsinati skora po kontrolama. Dodatnim testiranjem vrednosti između parova kontrola unutar svake od ispitivanih grupa, dobijeni su rezultati prikazani u Tabeli 93.



Grafikon 7. Modifikovani Sinsinati skor po kategorijama za Vivostat i standardnu grupu

Na grafikonu 7. se uočava da se vrednosti lošeg i zadovoljavajućeg nalaza gube tokom vremena, a dobar nalaz se vremenom smanjuje, što posledično znači da je sve više pacijenata sa odličnim nalazom u obe grupe.

Tabela 93. Analiza vrednosti kategorija Modifikovanog Sinsinati skora između parova kontrola u Vivostat i standardnoj grupi

| Modifikovani Sinsinati skor - kategorije | Wilcoxon Signed Rank Test |
|--|---------------------------|
| <i>Vivostat® grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 24; p#=0.06238 |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 11; p#=0.00709 |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 5; p#=0.00357 |
| <i>I kontrola vs II kontrola</i> | V= 10; p#=0.10960 |
| <i>I kontrola vs III kontrola</i> | V= 0; p#=0.01966 |
| <i>II kontrola vs III kontrola</i> | V= 2; p#=0.77283 |
| <i>Standardna grupa</i> | |
| <i>preoperativno vs I kontrola</i> | V= 9; p#=0.01628 |
| <i>preoperativno vs II kontrola</i> | V= 0; p#=0.00044 |
| <i>preoperativno vs III kontrola</i> | V= 0; p#=0.00046 |

I kontrola vs II kontrola **V= 0; p#=0.00596**

I kontrola vs III kontrola **V= 0; p#=0.00476**

II kontrola vs III kontrola V= 0; p#=0.34578

#Bonferroni korekcija: 0.05/6=0.0083

Iz tabela 92 i 93 se vidi da postoji statistički značajan porast vrednosti kategorija Modifikovanog Sinsinati skora kroz kontrole, u obe grupe. Pri tome, u obe grupe su vrednosti kategorija Modifikovanog Sinsinati skora statistički značajno veće na drugoj i trećoj kontroli u odnosu na neposrednu postoperativnu kontrolu, a u standardnoj grupi su vrednosti kategorija statistički još značajno veće na drugoj i trećoj kontroli u odnosu na prvu kontrolu.

5 DISKUSIJA

Obzirom na specifičnost istraživanja koje smo u našem kliničkom radu sproveli, a po pitanju izbora proizvoda sa bioregenerativnim sposobnostima za koji smo se odlučili, vodili smo računa o uporedivosti njegovih kliničkih ishoda sa sličnim proizvodima koji se pojavljuju u literaturi. U ovom momentu neophodno je napomenuti da je broj radova koji se bave patologijom donorne regije grafta prednjeg ukrštenog ligamenta zaista veliki. Međutim, broj istraživanja koji se bave rešavanjem ove patologije primenom bioregenerativnih proizvoda je relativno mali. Detaljni pregled literature smo izvršili pretragom *PubMed* baze i izdvojili sve studije koje su objavljene u poslednje dve decenije, čija metodologija istraživanja odgovara metodologiji koju smo i mi primenili u našem istraživanju, kako bi poređenje dobijenih podataka bilo što relevantnije. Poseban akcenat u odabiru radova kojima ćemo se voditi u daljoj diskusiji smo dali uključujućim i isključujućim kriterijumima što ukazuje na koherentnost svih istraživanja i značajno povećava preciznost u donošenju zaključaka, što predstavlja imperativ svakog istraživačkog rada.

U našu studiju uključeno je 40 pacijenata muškog pola, aktivnih sportista koji su ispunjavali uključujuće kriterijume. Pacijenti su podeljeni u dve grupe od po 20 ispitanika. Prvu grupu su činili pacijenti kojima je defekt popunjavao Vivostat® PRF-om, a drugu grupu, označenu kao standardna grupa su činili pacijenti operativno lečeni na standardan način, bez popunjavanja koštano-ligamentarno-koštanog defekta. Za ovakav tip istraživanja veličina uzorka je od presudnog značaja. Da bismo opravdali veličinu uzorka koju smo definisali u našoj studiji, uporedili smo je sa drugim studijama koje su se bavile istom problematikom, a rešenje su tražili u različitim proizvodima iz oblasti regenerativne medicine. Pretragom radova na Pubmed-u došli smo do pet radova koji su ispunjavali navedeni uslov. De Almeida i autori su svoje istraživanje bazirali na popunjavanju defekta donornog mesta plazmom bogatom trombocitima – PRP (126). Uzorak je brojao 27 pacijenata, podeljenih u dve grupe. PRP grupa je brojala 12, dok je kontrolna grupa brojala 15 pacijenata. Takođe, Cervelin i autori su se u svom istraživanju bavili problematikom donorskog mesta, gde su koštano-ligamentarni defekt popunjavali autolognim gelom bogatim trombocitima (8). Njihovo istraživanje je uključilo 40 pacijenata, po dvadeset u ispitivanoj i kontrolnoj grupi. Još jedna studija uključuje uporediv broj pacijenata sa našim istraživanjem, kako u ispitivanoj, tako i kontrolnoj grupi. Objavljena je od strane Schandla i autora, koji su u svom istraživanju objavili podatke dobijene analizirajući 39 pacijenata kod kojih je defekt popunjen allograftom zalivenim serumskim albuminom (127). Ukupan broj pacijenata su podelili u dve grupe, 20 u koštano-albuminskoj grupi i 19 u kontrolnoj grupi. Seijas i autori su se bavili procenom pozitivnog dejstva plazme bogate faktorima rasta kod pacijenata kojima je operativno lečen prednji ukršteni ligament primenom koštano-ligamentarno-koštanog grafta. U svoje istraživanje su uključili 43 pacijenata, 23 u grupi kojima je defekt popunjavao plazmom bogatom faktorima rasta, i 20 u kontrolnoj grupi (128). Takođe, Walters i saradnici su svoje istraživanje bazirano na korišćenju PRP-a za nadoknadu koštano-ligamentarnog defekta uključili 27 pacijenata u PRP grupu i 23 pacijenta u grupu lečenih na standardan način (77). Poredeći naš uzorak sa studijama koje su se bavile sličnom tematikom, zaključuje se da nije bilo većih odstupanja u veličini uzorka i da podaci koje smo mi dobili istraživanjem mogu biti uporedivi sa podacima iz studija koje su se bavile istom problematikom na relativno sličan način.

Različiti su podaci prema polnoj distribuciji ispitivanih pacijenata, ali u najvećem procentu objavljenih studija, uglavnom su u istraživanja uključivani aktivni sportisti muškog pola. Retko u kom istraživanju se pojavljuju pacijenti ženskog pola i njihov broj je zanemarljivo mali. Obzirom da je naša studija bazirana na aktivnim sportistima muškog pola može se smatrati da je istraživanje uporedivo sa podacima drugih istraživanja po pitanju polne raspodele.

Povreda prednjeg ukrštenog ligamenta se predominantno javlja kod pacijenata mlađe životne dobi, kod kojih su regenerativne i reparatorne sposobnosti organizma najizraženije. Obzirom na

usporavanja regenerativnog i reparatornog potencijala sa starenjem organizma, prilikom uključivanja pacijenata u studiju je bilo neophodno obratiti pažnju na starosnu distribuciju ispitanika i njihovu podelu unutar grupa, kako bi dobijeni podaci bili koherentni i uporedivi sa podacima drugih studija. U našu studiju su uključeni pacijenti prosečne starosti 26.98 ± 7.74 godina. Posmatrajući ispitivane grupe ponaosob, prosečna starosna dob u Vivostat grupi iznosila je 26.15 ± 8.22 godina, a u standardnoj grupi 27.8 ± 7.35 godina. Statističkom analizom nije utvrđeno postojanje značajnih razlika, što nam potvrđuje koherentnost među grupama. Schandl i autori objavljuju podatak da su pacijenti u njihovom istraživanju prosečne starosti 26.7 ± 1.9 godina u ispitivanoj grupi, a 30.3 ± 1.7 godina u kontrolnoj grupi (127). Cervelin i autori u svojoj studiji objavljuju podatke istraživanja na nešto mlađoj populaciji gde je prosečna starosna dob ispitivane grupe iznosila 22.7 ± 3.5 godina, a u kontrolnoj grupi 22.9 ± 4.3 godina (8). Takođe, de Almeida prikazuje pacijente prosečno mlađe starosne dobi u kontrolnoj grupi 23.1 godinu, što je uporedivo sa kontrolnom grupom Cervelina i autora, ali u njegovom istraživanju ispitivana grupa je prosečne starosne dobi od 25.8 godina, što je približnije podacima iz našeg istraživanja i istraživanja Schandla. Jedino Walters i autori objavljuju studiju sa ispitanicima prosečne starosne dobi od 30 ± 12 godina u ukupnom uzorku, sa više ispitanika ženskog pola.

Indeks telesne mase predstavlja važan prediktor u brzini oporavka pacijenata posle rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta. Prema dostupnim istraživanjima, BMI predstavlja faktor rizika za rupturu grafta ukoliko su preoperativne vrednosti BMI < 30 , kao i kasniji razvoj patelofemoralne artroze kod pacijenata sa povišenim vrednostima BMI (129,130). Bez obzira što u literaturi nismo pronašli korelaciju BMI sa pojavom prepatelarnog bola i deficita senzibiliteta posle rekonstrukcije, mi smo ga beležili jer smatramo da je ovaj podatak od značaja prilikom poređenja rezultata između različitih istraživanja, posebno po pitanju funkcionalnog oporavka pacijenata. U našem istraživanju prosečna vrednost BMI iznosila je 25.92 ± 2.75 , bez značajnih razlika između Vivostat i standardne grupe 25.71 ± 2.54 nasuprot 26.11 ± 3.01 . Na taj način možemo smatrati da vrednosti BMI nemaju značajnog uticaja na dalje rezultate našeg istraživanja, ali mogu predstavljati značajan indikator u funkcionalnom oporavku operisanih pacijenata.

Rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta levog ili desnog kolena i razlika u strani nema značaja u našem istraživanju, ali ni u drugim istraživanjima. Zbog koherentnosti uzorka detaljnije smo posmatrali da li je operativno lečena dominantna – odrazna ili nedominantna noga. Statističkom analizom uz korekciju Pearson χ^2 testa nije pokazano da postoje razlike među ispitivanim grupama posmatrajući operativno lečen dominantni ekstremitet ($\chi^2=2.506$; $p=0.1134$).

Prosečno vreme proteklo od povrede do operacije u našem uzorku je iznosilo 14.83 ± 24.8 meseci. Testirajući dati parametar između Vivostat i standardne grupe Wilcoxon testom nije pokazana statistički značajna razlika među grupama ($W=206.5$; $p=0.8704$). Drugi autori su takođe imali koherentne uzorke po pitanju vremena proteklog od povrede do operacije među ispitivanim grupama, s tim što je prosečno vreme u njihovim uzorcima bilo kraće (8,128). Smatra se da vreme proteklo od momenta povrede do momenta operativnog lečenja nema uticaja na razvoj postoperativnih komplikacija koje su predmet našeg interesovanja. Iz tog razloga, mišljenja smo da faktor vremena nije od presudnog značaja za poređenje rezultata koje smo mi dobili u studiji sa rezultatima drugih autora.

Prosečna vrednost trajanja operacije se poklapa sa vremenom primene blede staze, obzirom da je ista u našem istraživanju korišćena od momenta neposredno pre incizije kože i trajala sve do suture svih hirurških rana. Prosečno vreme trajanja operacije u našem uzorku je iznosilo 86.45 (62-126) minuta, bez statistički značajne razlike među grupama. Na žalost ovaj podatak nije uporediv sa drugim istraživanjima sa kojima upoređujemo naše rezultate, obzirom da u svojim radovima autori nisu navodili vreme trajanja

operacije. Iz navedenog razloga vreme trajanja operacije ne smatramo relevantnim podatkom koji bi eventualno uticao na razvoj komplikacija donornog mesta.

Diferencijalno dijagnostički, bol u regiji prednje strane kolena se može javiti i u regiji otvora tibijalnog tunela. Za nastanak ovog bola se okrivljuje fiksacioni materijal unutar tunela i prema literaturi se javlja u 0.8% slučajeva kod pacijenata rekonstruisanih BTB graftom (85). Obzirom da su studije ovog tipa relativno malog uzorka, a kako bi uzorci bili koherentni, u našem istraživanju smo koristili interferentne zavrtnje bilo da su isti izrađeni od titanijuma ili materijala sa osteokonduktivnim svojstvima. Za fiksaciju femoralnog bloka su korišćeni zavrtnji promera 7 ili 8 mm, bez značajnih statističkih razlika u ispitivanim grupama. U tibijalnom tunelu, gde se bol kao posledica fiksacionog materijala i javlja, korišćeni su zavrtnji promera 8mm (n=2; 5%), 9mm (n=34; 85%) i 10mm (n=4; 10%), bez statističkih razlika među grupama. Autori ostalih studija sa kojima smo poredili naše rezultate su takođe koristili interferentne zavrtnje za fiksaciju grafta, osim Shichmana i autora koji su za fiksaciju femoralnog bloka koristili Rigid-fix[®]. Obzirom da se predominantno javlja na otvoru tibijalnog tunela, upotreba Rigid-fix[®] u njegovom slučaju nije prepreka za dalje poređenje njegovih rezultata sa rezultatima našeg istraživanja.

Svim pacijentima je postoperativno rađena AP i profilna radiografija kolena, na kojima smo procenjivali pozicije femoralnog i tibijalnog tunela. Na taj način bismo isključili neadekvatno pozicioniranje tunela kao uzrok ograničenosti obima pokreta, ukoliko bi se on javio u postoperativnom toku. Koristeći Wilcoxon test nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlika među ispitivanim grupama u našem istraživanju u svim merenjima koja smo detaljno opisali u poglavlju metodologije koja je korišćena u istraživanju. Dobijene vrednosti ne odstupaju značajno od vrednosti objavljenih od strane Nema SK i autora u svom radu (125). Ukoliko bi se ograničenje obima pokreta i javilo kod pacijenata u našoj studiji, uzrok ne bi trebalo da bude posledica malpozicije tunela, već razlog treba tražiti u drugim uzrocima, kakav je bolni sindrom.

Klinički ishod lečenja se vrši izvođenjem Lachman testa. Obzirom da je Lachman test široko prihvaćen u proceni stabilnosti kolena, tokom našeg istraživanja nalaz pozitivnog Lachman testa postoperativno je bio razlog za isključenje pacijenta iz studije, te su svi uključeni pacijenti, na svim kontrolnim pregledima imali negativan rezultat Lachman testa.

Precizna objektivizacija Lachman testa se vršila pomoću KT-1000 artrometra pri različitim silama, što je detaljno opisano u metodologiji. Analizom dobijenih razlika između operisane i neoperisane noge nisu nađena značajna odstupanja, kako u ukupnom uzorku, tako ni među ispitivanim grupama pri različitim vučnim silama i maksimalnoj manuelnoj sili. Dodatno testiranje između merenja primenom Wilcoxon Signed Rank Test za parove, kako cele grupe ispitanika, tako i pojedinačno testiranje Vivostat i standardne grupe nije pokazalo postojanje statističkih razlika između kontrolnih pregleda. Iz tog razloga, sa sigurnošću možemo tvrditi da su nam ispitivane grupe koherentne, ali i da popunjavanje defekta donornog mesta ne utiče na kasniju stabilnost zgloba kolena što je i očekivano. Sa druge strane, sa velikom sigurnošću možemo tvrditi da se stabilnost kolena kod svih pacijenata, kako u ukupnom uzorku, tako i po grupama, ne menja tokom vremena. Taj podatak ukazuje na preživljavanje grafta kod svih pacijenata u funkciji vremena, čime validiramo poštovanje kriterijuma za isključenje iz studije. U istraživanjima koja su se bavila istom problematikom nisu prikazivani podaci o stabilnosti operisanog kolena korišćenjem KT-1000 artrometrije.

Postizanje punog obima pokreta je ključan faktor za dobar funkcionalni rezultat posle rekonstruktivne hirurgije prednjeg ukrštenog ligamenta. U našem istraživanju nismo dokazali postojanje statistički značajnih razlika u obimu pokreta operisanog kolena u odnosu na neoperisano koleno. Međutim, analizom podataka prikazanih u tabeli 18. se primećuje da razlike u vrednostima fleksije,

dobijene oduzimanjem dobijenih vrednosti na operisanom kolenu od vrednosti neoperisanog kolena, imaju diskretan trend rasta, kako u ukupnom uzorku, tako i u Vivostat grupi, četvrtog meseca u odnosu na osmi mesec. U standardnoj grupi se takve razlike ne uočavaju i beleže konstantan pad iz kontrole u kontrolu. Međutim, u standardnoj grupi se može primetiti sličan nalaz po pitanju ekstenzije, koji se ne primećuje u ukupnom uzorku i Vivostat grupi. Iz tih razloga, koristeći Wilcox Signed Rank Testa za parove smo analizirali razlike između merenja I, II i III kontrolnog pregleda, kako bismo eventualno dokazali statističku razliku. Primenom navedenog testa, uz Bonfferoni korekciju, nije dokazano postojanje statistički značajnih razlika, što nam ukazuje da se obim pokreta postoperativno oporavlja u funkciji vremena bez značajnih statističkih razlika među ispitivanim grupama. Poređenje rezultata našeg istraživanja sa rezultatima ranije citiranih autora je oteženo, obzirom da se oni nisu preciznije bavili obimom pokreta tokom svojih istraživanja. Jedino su Shichman i autori u svom radu, poredeći grupu pacijenata kojima su koštani patelarni defekt popunjavali koštanim graftom, sa kontrolnom grupom nepopunjenog defekta, detaljnije prikazali rezultate postoperativnog obima pokreta, gde ni oni nisu verifikovali postojanje statističkih razlika (131).

Mišićni oporavak, kako prednje, tako i zadnje lože natkolenice i potkolenice je još jedan od važnih preduslova za dobar funkcionalni postoperativni nalaz. Naše istraživanje se bavilo procenom razlika obima ekstremiteta operisane i neoperisane noge na prethodno definisana tri nivoa. Dobijeni rezultat je korišćen dalje kao referentni broj za procenu mišićnog oporavka, poredeći inicijalnu vrednost sa vrednostima dobijenim na kontrolnim pregledima. Analiza dobijenih razlika je pokazala postojanje statističke razlike u smislu inicijalno bržeg oporavka natkolene muskulature na prvom kontrolnom pregledu, 4 meseca od operacije, u korist standardne grupe, ali se razlike na kasnijim kontrolama gube. Unutar Vivostat grupe, razlike u obimu potkolenice operisane i neoperisane noge daju statističku značajnost na drugom kontrolnom pregledu, dok ih na prvom i trećem nema. Razlog zbog koga smo dobili ovakav rezultat ne možemo precizno objasniti, ali on najverovatnije leži u veličini uzorka. Sa druge strane, ovakav nalaz nas je obavezao na dalju statističku obradu podataka, kako bismo procenili da li postoje statističke razlike unutar grupa na ponovljenim merenjima između I, II i III kontrolnog pregleda. Primenom Wilcox Signed Rank Testa za parove i ponovljena merenja uz Bonfferoni korekciju, nismo dobili postojanje statističke razlike na ponovljenim merenjima, kako u ukupnoj grupi, tako i u pojedinačnim grupama. Takav nalaz nam ukazuje da se mišićni volumen u obe grupe oporavlja postepeno i uz progresiju u funkciji vremena. Ovaj podatak nije uporediv sa podacima iz sličnih istraživanja, obzirom da se u objavljenim studijama istraživači nisu bavili razlikama u mišićnom oporavku na navedeni način. De Almeida i autori su u svom istraživanju procenjivali oporavak kvadricepsa izokinetičkim testiranjem preoperativno i šest meseci postoperativno, gde su ustanovili deficite šest meseci postoperativno, u odnosu na preoperativne nalaze (126). U našem istraživanju nismo imali mogućnost sprovođenja takvog testa, koji bi nam dao još jedan podatak o mišićnom oporavku.

Kao što je već pomenuto, bol u prednjem kolenu je veoma čest problem kod pacijenata kojima je za potrebe rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta kao graft korišćena srednja trećina ligamenta patele. U našoj grupi, bol u prednjem kolenu je notiran kod 70% pacijenata u ukupnom uzorku na prvom kontrolnom pregledu. Prosečna vrednost bola merena VAS skalom pri testu klečanja je iznosila 1.7 ± 1.49 u ukupnom uzorku, dok je u Vivostat grupi iznosila 1.7 ± 1.53 , a u standardnoj grupi 1.7 ± 1.49 . Testiranjem dobijenih rezultata Wilcoxon testom nisu uočene statistički značajne razlike ($W=198$; $p=0.97$). Na sledećem kontrolnom pregledu, osam meseci od operacije, dolazi do sniženja intenziteta bola, kako u ukupnom uzorku, tako i u ispitivanim grupama (Vivostat 0.75 ± 1.07 , standardna grupa 1.5 ± 1.1). Testiranjem razlika između ispitivanih grupa se verifikuje statistički značajna razlika u korist Vivostat grupe, u odnosu na standardnu grupu ($W=118.5$; $p=0.02$). Daljom analizom narednog kontrolnog pregleda, 12 meseci od operacije, i dalje se beleži sniženje intenziteta bola u obe grupe (Vivostat 0.35 ± 0.75 , standardna grupa 0.9 ± 0.79), ali sa još značajnijom statističkom razlikom među grupama u

korist Vivostat grupe ($W=110.5$; $p=0.01$). Sve ovo nam ukazuje da unutar grupe pacijenata u kojoj je primenjen Vivostat® PRF intenzitet bola značajno brže opada, u poređenju sa standardnom grupom. Obzirom da se vrednosti u okviru svake grupe, kao i celokupnog uzorka, snižavaju u funkciji vremena, procenjivali smo i razlike unutar grupa primenom Wilcox Signed Rank Testa za parove i ponovljena merenja. Time smo pokazali značajno opadanje intenziteta bola u svim merenjima u odnosu na sva prethodna, kako u ukupnom uzorku, tako i u Vivostat grupi. Međutim, testiranje standardne grupe pokazuje nešto drugačije rezultate. Značajne razlike su zabeležene samo na završnom, III kontrolnom pregledu, u odnosu na I i II kontrolni pregled, dok razlike između II i I kontrolnog pregleda nisu dokazane. To nam definitivno pokazuje da primena Vivostat® PRF-a ima potentniji efekat na smanjenje intenziteta bola, koji se u kliničkom nalazu značajno ranije beleži, u poređenju sa standardnom grupom. Dobijene rezultate smo poredili sa rezultatima drugih autora. Cervelin i autori su takođe procenjivali intenzitet bola VAS skalom kod pacijenata gde je patelarni koštani defekt popunjavan koštanim graftom u ispitivanoj grupi. Prosečna vrednost intenziteta bola u ispitivanoj grupi je iznosila 0.6 ± 0.9 dvanaest meseci posle operacije što je nešto više od prosečnih vrednosti u našem istraživanju posmatrajući Vivostat grupu (0.35 ± 0.75). Vrednosti kontrolne grupe su prilično izjednačene u njihovom istraživanju (1 ± 1.4) sa vrednostima dobijenim u našem istraživanju (0.90 ± 0.79). Iz tog razloga možemo tvrditi da primena Vivostat® PRF-a daje bolji rezultat nego primena koštanih graftova kojima se popunjava patelarni defekt. De Almeida i autori su procenjivali intenzitet bola VAS skalom šest meseci posle operacije i popunjavanja defekta plazmom bogatom trombocitima. U njihovom istraživanju su zabeležene značajno više vrednosti intenziteta bola, kako u ispitivanoj (3.8 ± 1), tako i u kontrolnoj grupi (5.1 ± 1.4), u poređenju sa našim rezultatima zabeleženim na četiri i osam meseci posle operacije. U literature se pronalazi i istraživanje sprovedeno od Schandl i autora, koje je bazirano na popunjavanju koštanog defekta koštanim graftom obloženim serumskim albuminom u ispitivanoj grupi pacijenata. Rezultati koje su objavili su uporedivi sa rezultatima našeg istraživanja, obzirom da je period praćenja u njihovom istraživanju iznosio šest meseci, a naši rezultati pokazuju vrednosti na četiri i osam meseci od operacije. Vrednosti VAS skale bola šest meseci nakon operacije u njihovoj studiji je iznosila 1.30 ± 0.34 u ispitivanoj grupi, a u kontrolnoj 3.70 ± 0.33 , dok u našem istraživanju iznose 1.7 ± 1.53 četiri meseca nakon operacije i 0.75 ± 1.07 osam meseci nakon operacije. Vrednosti koje su Schandl i autori dobili se nalazi između vrednosti koje smo mi dobili merenjem posle četiri i osam meseci od operacije. Seijas i autori su upoređivali intenzitet bola kod pacijenata kod kojih su primenjivali plazmu bogatu faktorima rasta. Rezultate su pratili u periodu do dve godine od operacije, ali na kraćim vremenskim intervalima između kontrola. Obzirom da je njihov period praćenja procenjivao intenzitet bola na četiri i dvanaest meseci, što se poklapa sa našim prvim i trećim kontrolnim pregledom, posmatrali smo dobijene vrednosti i poređenjem zaključili da su rezultati relativno slični. Vrednosti intenziteta bola ispitivane grupe četiri meseca od operacije u njihovom istraživanju su iznosile 0.67, što je niže u odnosu na rezultat našeg istraživanja u istom period praćenja, ali su vrednosti na dvanaest meseci prilično ujednačene, 0.29 u njihovom istraživanju prema 0.35 u našem istraživanju. Vrednosti kontrolnih grupa pokazuju odstupanje, 0.58 u studiji Seijasa i autora, dok su u našem istraživanju iznosile 0.9. Iz njihovog istraživanja se može primetiti pad vrednosti intenziteta bola u obe grupe, što je primećeno i u našem istraživanju, ali Seijas i autori nisu primenjivali Wilcox Signed Rank Testa za parove i ponovljena merenja. Ovi testovi nam daju značajan podatak o postojanju eventualnih statističkih razlika dobijenih vrednosti između kontrolnih pregleda, koji bi pokazali kada i u kojoj grupi se događa najveće poboljšanje nalaza. U našem istraživanju su ovi testovi korišćeni.

Deficit senzibiliteta regije operativnog ožiljka je druga najčešća komplikacija donornog mesta BTB grafta. Javlja se gotovo kod svih pacijenata postoperativno i u većini slučajeva se povlači do dve godine nakon operacije. U našem istraživanju deficit senzibiliteta na prvom kontrolnom pregledu je imalo 38 od 40 pacijenata u ukupnom uzorku, što predstavlja 95% pacijenata. Posmatrajući deficite

senzibiliteta na prvom kontrolnom pregledu, utvrđeno je da nije bilo statističkih razlika poredeći ispitivane grupe ($p=0.49$). Međutim, na II i III kontrolnom pregledu se beleže statističke značajnosti i oporavak deficita u korist Vivostat grupe. Na II kontrolnom pregledu, osam meseci od operacije, deficit senzibiliteta se oporavio kod 50% pacijenata koji su imali deficit na četiri meseca, a u standardnoj grupi je oporavak zabeležen kod samo jednog pacijenta, što sve ukazuje na postojanje značajne statističke razlike među grupama ($p=0.0012$). Treći kontrolni pregled je doveo do dodatnog oporavka deficita u obe grupe, i to kod dva pacijenta u Vivostat i dva pacijenta u standardnoj grupi. Sve to je pokazalo ponovnu statističku značajnost među grupama ($p=0.003$). Obzirom da su statističke značajnosti dokazane i na II i na III kontrolnom pregledu, sa većom učestalosti pacijenata bez deficita u Vivostat grupi u odnosu na standardnu grupu, to direktno pokazuje da se u Vivostat grupi postiže značajno brži i bolji oporavak deficita senzibiliteta, počevši već od osmog meseca. Rezultat je grafički prikazan krivama rasta broja pacijenata sa oporavkom, u funkciji vremena – Grafikon 3. Da bi dodatno potvrdili ovu tvrdnju, testirane su dobijene vrednosti deficita senzibiliteta u ukupnom uzorku u funkciji vremena, gde je uočeno postojanje značajnih statističkih razlika ($p=1.4 \cdot 10^{-5}$). Ovakav nalaz je iziskivao dalje testiranje vrednosti između parova kontrola, što je pokazalo statističke značajnosti unutar celog uzorka između II i I kontrole, kao i između III i I kontrole, dok razlike nisu dokazane između III i II kontrolnog pregleda. Ovaj test nam zapravo ukazuje da se deficit senzibiliteta značajno smanjio na II i III kontrolom pregledu unutar celog uzorka. Da bi dokazali koja od grupa pravi razlike u ukupnom uzorku, testirani su rezultati po grupama na kontrolnim pregledima. Dobijeni rezultati su pokazali statističku značajnost u Vivostat grupi ($p=8.58 \cdot 10^{-5}$), u odnosu na standardnu grupu, gde nisu uočene razlike ($p=0.097$). Ovakve vrednosti ukazuju da oporavak senzibiliteta u ukupnom uzorku nastaje zahvaljujući oporavku unutar Vivostat grupe. Obzirom da je statistička analiza pokazala razlike u Vivostat grupi, testiranjem parova kontrola potvrđen je rapidan oporavak senzibiliteta od osmog meseca u odnosu na četvrti mesec ($p=7.66 \cdot 10^{-3}$), kao i dvanaestog mesecu u odnosu na četvrti ($p=2.56 \cdot 10^{-3}$), dok razlike u brzini oporavka između dvanaestog i osmog meseca ne pokazuju značajnost ($p=0.48$). Celokupna analiza nam je potvrdila da primena Vivostat® PRF-a u rekonstruktivnom hirurškom lečenju prednjeg ukrštenog ligamenta značajno brže i promptnije redukuje neurološki deficit donorne regije u poređenju sa standardnim hirurškim lečenjem.

Poređenje naših rezultata sa rezultatima studija drugih autora ukazuje na odstupanje vrednosti koje se odnose na redukovanje deficita u toku vremena. Cohen i autori su u svojoj studiji pokazali značajno manji deficit senzibiliteta kod operativno lečenih pacijenata BTB graftom. U svom istraživanju, šest nedelja od operacije, deficit senzibiliteta su verifikovali kod 150 od 218 pacijenata uključenih u studiju (69.8%). Godinu dana od operacije, deficit senzibiliteta je notiran kod 78 od 185 pacijenata (42.2%) koji su se odazvali kontrolnom pregledu (101). Procentualno posmatrano, oporavak deficita senzibiliteta je diskreno bolji u njihovom uzorku poredivši ga sa našom standardnom grupom. Kovindha i autori su se takođe bavili deficitom senzibiliteta, ali su procenjivali površinu kože zahvaćenu deficitom i došli su do zaključaka da se između tri i šest meseci površina deficita smanjuje sa prosečnih 12.8 na 3.3cm² ($p<0.01$) (10). Naše istraživanje nije uporedivo ni sa jednom studijom koja se bavila popunjavanjem koštano-ligamentarnog defekta, obzirom da se autori do sada objavljenih studija nisu bavili deficitom senzibiliteta, nego su akcenat stavljali na radiografski oporavak i uticaj bioregenerativnih proizvoda na prepatelarni bol.

Nalazi magnetne rezonance urađeni neposredno postoperativno, kao i na svakom kontrolnom pregledu su značajni za objektivizaciju procene popunjavanja koštanog i tetivnog defekta. U našem istraživanju smo se bavili merenjem dubine i širine koštanog defekta i širine ligamentarnog defekta na sva četiri MRI pregleda svakog pacijenta ponaosob i to na unapred definisanoj poziciji, kako bismo dobili koherentnost podataka. Merenjem dubine koštanih defekata na neposrednom postoperativnom pregledu,

kao i na kontrolnim MRI pregledima nije dokazana statistički značajna razlika između grupa. Posmatranjem razlika između merenja, u ukupnom uzorku se verifikuje statistički značajno smanjenje vrednosti dubina koštanih defekata tokom vremena primenom Fridmanovog testa ($\chi^2_2 = 118.83$; $p=0$), i to u svim kontrolnim merenjima. Ovaj nalaz nam direktno potvrđuje da kod svih pacijenata dolazi do popunjavanja koštanog defekta u funkciji vremena, što je potvrđeno i primenom Wilcoxonovog testa uz Bonfferonijevu korekciju - Tabela 46. Posmatrajući Vivostat i standardnu grupu ponaosob, uočava se identična situacija kao i u ukupnom uzorku, tj. dubine defekta se vremenom smanjuju u svojim dimenzijama i pokazuju statističku značajnost na svakom kontrolnom pregledu u poređenju sa prethodnim. Ovakav nalaz potvrđuje oporavak koštranog defekta u funkciji vremena bilo da su pacijenti lečeni primenom Vivostat® PRF ili na standardan način.

Izmerene vrednosti širina koštanih defekata nisu pokazale postojanje statistički značajnih razlika na inicijalnim postoperativnim nalazima MRI između ispitivanih grupa, što takođe ukazuje na koherentnost među grupama. Prvi kontrolni pregled, četiri meseca od operativnog lečenja, takođe nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika među grupama, ali već na narednom kontrolnom pregledu se beleži statistička značajnost ($W=121.5$; $p=0.03$), kao i na završnom kontrolnom pregledu ($W=108$; $p=0.01$) i to u oba slučaja u korist Vivostat grupe. Posmatranjem razlika između merenja, kako u ukupnom uzorku, tako i svake grupe ponaosob, primenom Fridmanovog testa, pokazale su postojanje statistički značajnih razlika na svim merenjima. Wilcoxon test uz Bonfferonijevu korekciju je pokazao opadanje vrednosti širina koštanih defekata, uz statistički značajne razlike na svim kontrolnim pregledima, poredivši ih sa prethodnim i inicijalnim pregledom (Tabela 53).

Širine ligamentarnih defekata nisu pokazale postojanje statistički značajnih razlika između grupa na I i II kontrolnom pregledu, ali su pokazale postojanje statistički značajne razlike na III kontrolnom pregledu u korist Vivostat grupe ($W=122$; $p=0.04$), što govori u prilog bržem popunjavanju defekta unutar Vivostat grupe. Kako za procenu popunjavanja koštanog defekta, tako i za procenu popunjavanja ligamentarnog defekta, koristili smo Fridmanov test za testiranje postojanja razlika između kontrolnih pregleda celokupnog uzorka, a potom i svake od grupa ponaosob. Testiranja su pokazala postojanje visoko statistički značajne razlike ponovljenih merenja, kako celokupnog uzorka, tako i u grupama ponaosob (Tabela 56 i 58).

Sva merenja dimenzija dubine i širine koštanog defekta, kao i širine ligamentarnog defekta sprovedena u našem istraživanju su u skladu sa do sada objavljenim istraživanjima po pitanju regeneracije i reparacije koštanog i ligamentarnog defekata u funkciji vremena. Dakle, do popunjavanja defekta će sigurno doći, jedino se postavlja pitanje da li će u nekoj od ispitivanih grupa do njega doći ranije. Naše istraživanje je pokazalo da se popunjavanje koštanog i ligamentarnog defekta dešava ranije u Vivostat grupi, nasuprot standardne grupe. Ova studija je dokazala da se razlike u popunjavanju koštanog defekta već notiraju na drugom kontrolnom pregledu, na kome se javljaju i razlike u intenzitetu bola, u oba slučaja u korist Vivostat grupe. Ovaj rezultat nam definitivno potvrđuje da je popunjavanje koštanog defekta u direktnoj korelaciji sa smanjenjem intenziteta bola i da sa sigurnošću možemo tvrditi da se značajno smanjenje intenziteta bola u Vivostat grupi događa osam meseci od operacije. Taj zaključak potvrđuje i rezultat Wilcoxon Signer Rank Tesa testa, gde se vidi značajna razlika kontrolnog pregleda na osam meseci u odnosu na kontrolni pregled četiri meseca od operacije $V=108.5$; $p=5.2 \cdot 10^{-3}$ (Tabela 37). U standardnoj grupi ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu bola između osmog i četvrtog meseca od operacije $V=25$; $p=0.44$. Statistička značajnost u kontrolnoj grupi se beleži tek između dvanaestog i osmog meseca.

Poredivši naše rezultate sa rezultatima istraživanja koje su objavili Seijas i autori, može se konstatovati da smo u našim istraživanjima došli do istog zaključka, koji govori da bioregenerativni proizvodi dovode do brže reparacije defekta donorske regije grafta (132). Međutim, istraživanja nisu uporediva po pitanju metodologije merenja, obzirom da se naše istraživanje bazira na dimenzijama defekata, a Seijas i autori su klasifikovali dobijene nalaze u odnosu na kvalitet signala repariranog tkiva (132). Walters i autori su takođe procenjivali redukovanje koštanog i ligamentarnog defekta pomoću MRI dijagnostike. Njihovo istraživanje je bazirano na proceni popunjenosti defekta u momentu povratka pacijenta u sportsku aktivnost, što se prema njihovom istraživanju dešavalo između šestog i devetog meseca. Njihova studija nije utvrdila postojanje statističkih razlika između PRP grupe i kontrolne grupe (77). Za razliku od njih, De Almeida i autori su na većem uzorku pokazali da grupa pacijenata kojima je defekt popunjavan PRP-om pokazuje značajnu statističku razliku u popunjavanju patelarnog ligamenta u periodu od oko sedam meseci od operacije, što je uporedivo sa našim istraživanjem (126). Jedina zamerka njihovom istraživanju je nedostatak više kontrolnih pregleda, kako bi se testiranjem ustanovilo vreme kada se ta razlika javlja, čime bismo mogli da procenimo vremensku razliku u brzinama popunjavanja defekata. Cervelin i autori su takođe pratili učinak PRP-a na popunjavanje defekata donornog mesta. Pregled su bazirali na morfološkim razlikama donornog mesta između dve grupe. Svojom studijom su dokazali da je defekt popunjen kod 85% pacijenata u PRP grupi, godinu dana od operacije, dok su zadovoljavajući rezultati u grupi kojoj nije popunjavan defekt PRP-om verifikovani kod 60% pacijenata.

Vrednosti Tegner Activity skora u ukupnom uzorku pre povrede su relativno visoke u našem istraživanju, obzirom da smo se bavili problematikom u kohorti ispitanika aktivnih sportista i prosečna vrednost je iznosila 6.72 ± 2.62 , sa vrednošću medijane 7. Poređenjem grupa ispitanika nisu nađene statistički značajne razlike preoperativno ($W=198$; $p=0.97$). Godinu dana od operacije dobijene vrednosti su pokazale da su se kako u ukupnom uzorku, tako i u obe grupe operativno lečeni pacijenti vratili na preoperativni nivo sportske aktivnosti sa vrednostima skora 6.55 ± 2.09 , ali je vrednost medijane diskretno lošija i iznosila je 6 (Tabela 68). Takođe, analizirajući vrednosti skora pre povrede i godnu dana nakon operacije, nisu verifikovane razlike po grupama, što nam ukazuje da metoda lečenja nije presudna za bolji rezultat Activity skora godinu dana od operacije (Tabela 60). Podaci koje smo dobili su uporedivi sa drugim studijama i u većini objavljenih radova se godinu dana od operacije beleži dostizanje nivoa aktivnosti pre povrede (133). Retko se u radovima može naći značajno poboljšanje Tegner Activity skora postoperativno u odnosu na nivo pre povrede i obično su takvi nalazi kod rekreativnih sportista, sa prilično dugim periodom vremena proteklim od momenta povrede do operacije (134). U takvim situacijama, inicijalno niske vrednosti skora postoperativno beleže značajan rast i to najverovatnije kao posledica želje i motivisanosti za ponovno bavljenje sportom postoperativno.

Mera funkcije zgloba, procenjivana primenom IKDC skora, nije utvrdila postojanje statistički značajnih razlika, kako preoperativno, tako i na postoperativnim kontrolama među grupama. Vrednosti IKDC skora preoperativno u Vivostat grupi su iznosile 61.32 (21.8-88.5), dok su dvanaest meseci postoperativno iznosile 89.22 (52.9-100). Unutar standardne grupe vrednosti preoperativno su iznosile 54.2 (17.2-93.1), a postoperativno 90.58 (67.8-100). Dodatna analiza primenom Fridman testa i testiranjem razlika između merenja, dokazano je postojanje statistički značajnih razlika u ukupnom uzorku ($\chi^2_2= 87.90$; $p= 0$), ali i u Vivostat ($\chi^2_2= 40.84$; $p= 0$) i standardnoj grupi ($\chi^2_2= 48.59$; $p= 0$). Daljom analizom primenom Wilcox Signed Rank Testa uz Bonfferonijevu korekciju, primećeno je značajno poboljšanje vrednosti testa pri svakoj sledećoj kontroli u odnosu na prethodnu i inicijalnu u ukupnom uzorku, i u standardnoj grupi (Tabela 65). Zanimljivo je da u Vivostat grupi poređenje

preoperativnih rezultata testa i prvog kontrolnog pregleda ne pokazuje postojanje statističke značajnosti ($V=65$; $p=0.14024$), ali se na narednim kontrolama te razlike javljaju na svim kontrolni pregledima, sa posebno izraženom razlikom između III i I kontrolnog pregleda, koja je značano izraženija nego što je to slučaj u standardnoj grupi. Poređenje naših rezultata sa rezultatima drugih autora ukazuje na prilično slične rezultate. De Almeida i autori u svom radu takođe nisu utvrdili postojanje statistički značajnih razlika između grupa, kako preoperativno, tako ni na završnom kontrolnom pregledu, ali uz primetan rast vrednosti postoperativno u odnosu na preoperativni nivo, kako u PRP (preoperativno 54.3; 25.3-83.9 - postoperativno 79.3; 50.6-96.6), tako i unutar kontrolne grupe (preoperativno 55.2; 25.3-93.1 - postoperativno 73.5; 52.9-98.9). Schandl i autori su u svom istraživanju prikazali značajno bolje rezultate u poređenju i sa našim, a i sa rezultatima drugih studija. Na kontrolnom pregledu, već šest meseci posle operativnog lečenja, zabeležili su vrednosti IKDC skora 91 ± 2 u grupi pacijenata kojima je koštani defekt popunjen allograftom obloženim albuminom, dok je u kontrolnoj grupi izračunata prosečna vrednost 85 ± 2 , uz postojanje statistički značajnih razlika među grupama. Za razliku od njih, Shichman i autori su prikazali vrednosti IKDC testa dvanaest meseci posle operacije koje su približne našim vrednostima. U grupi pacijenata gde je koštani defekt popunjavan graftom, dobijena je vrednost od 78.2 ± 19.5 , dok je kontrolna grupa pokazala nešto veće vrednosti 81.1 ± 19.5 0.339, ali bez statističke značajnosti među grupama (131). Walters i autori su objavili rezultate koji nisu u potpunosti uporedivi sa rezultatima našeg istraživanja, obzirom da je period praćenja iznosio dve godine. U PRP grupi IKDC skor je iznosio 86 ± 19 , a u kontrolnoj 89 ± 10 , bez postojanja statističkih razlika među grupama. Posmatrajući sve navedeno, može se zaključiti da su vrednosti IKDC skora u našem istraživanju u većoj meri uporedive sa rezultatima drugih studija i da su dobijene vrednosti očekivane. Obzirom da je dvanaest meseci od operacije, kod najvećeg broja pacijenata u ukupnom uzorku, došlo do povlačenja tegoba u smislu prepatelarnog bola, koji je jedan od značajnih segmenata IKDC skora i da su se većinom svi vratili na nivo sporstke aktivnosti na kome su bili pre povrede, očekivano je i da se vrednosti IKDC skora neće značajno razlikovati između ispitivanih grupa, što smo u našem istraživanju i dokazali.

Obzirom da Tegner-Lysholm skor procenjuje ishod rekonstruktivnog lečenja prednjeg ukrštenog ligamenta ocenjujući funkcionalnost zgloba kolena, prilikom dizajniranja studije nismo očekivali dobijanje statistički značajnih razlika, ali smo od statističke analize očekivali da će nam pokazati razlike u dinamici promena vrednosti ovog skora na kontrolnim pregledima. Inicijalna analiza je potvrdila našu hipotezu, tako da ni na inicijalnom, a i kasnije na kontrolnim pregledima nisu utvrđene statistički značajne razlike među ispitivanim grupama. Inicijalne, preoperativne vrednosti Tegner-Lysholm skora u Vivostat grupi iznosile su 74.85 (17.51), dok su u standardnoj grupi bile nešto niže 67.45 (24.15). Na poslednjem kontrolnom pregledu dolazi do značajnog porasta vrednosti, tako da je prosečna vrednost skora u Vivostat grupi iznosila 95.6 (5.44), a u standardnoj grupi 91.45 (19.71). Da bismo procenili trend poboljšanja vrednosti, koristili smo Fridmanov test kojim smo zaključili da postoji značajna statistička razlika poredeći rezultate, kako ukupnog uzorka, tako i pojedinačnih grupa u funkciji vremena (Tabela 67 i 69). Tragajući za najizraženijim promenama u periodu praćenja, došli smo do podatka da u svim grupama dolazi do poboljšanja vrednosti testa dvanaest meseci od operacije u poređenju sa inicijalnim, preoperativnim nalazom. Takođe, u ukupnom uzorku i standardnoj grupi, obzirom na postojanje statistički značajnih razlika, zaključuje se da svaka naredna kontrola daje bolje rezultate od prethode. Međutim, u Vivostat grupi je primećeno da vrednosti testa četiri meseca od operacije nisu bolje od preoperativnih vrednosti, kao ni vrednosti osam meseci u odnosu na četiri meseca. Razlog za takav rezultat je najverovatnije posledica relativno malog uzorka, te i mala promena numeričke vrednosti nalaza kod samo jednog ispitanika može promeniti statističku značajnost. Obzirom da je Tegner-Lysholm test vrlo senzitiv u proceni funkcije kolena, kako preoperativno, tako i postoperativno relativno se često koristi u kliničkim istraživanjima. Tako dobijeni rezultati drugih autora pokazuju u najvećoj meri slaganje sa našim istraživanjem. Barié i autori su u svom istraživanju pokazali da su vrednosti Lysholm-

Tegener skora godinu dana od operacije značajno bolji od preoperativnih vrednosti, što se slaže sa našim istraživanjem (133). Almeida i autori su takođe pokazali značajno poboljšanje vrednosti postoperativno, u odnosu na preoperativne vrednosti, kako u PRP grupi (preoperativno 63.5 (45-88) – postoperativno 91.5 (64-100)), tako i u kontrolnoj grupi (preoperativno 58.0 (25-75) – postoperativno 89 (69-100)), ali bez statističke značajnosti između grupa (126). Takav rezultat je uporediv sa našim istraživanjem, kako po pitanju poboljšanja vrednosti u funkciji vremena, tako i po pitanju koherentnosti među grupama. Schandl i autori su u svom istraživanju ostvarili još približnije rezultate našim, gde je vrednost skora u ispitivanoj grupi iznosila 97 ± 1 , a u kontrolnoj 96 ± 1 (127). Posmatrajući dobijene vrednosti i poredeći ih sa drugim istraživanjem, može se zaključiti da su na poslednjem kontrolnom pregledu dobijeni rezultati ukazali na siguran postoperativni oporavak i zadovoljavajuću funkciju operisanog kolena.

Modifikovani Sinsinati skor je još jedan upitnik koji se koristi u literaturi za procenu funkcionalnog stanja kolena, kao i za praćenje postoperativnog oporavka. Upitnik procenjuje nivo bola, otoka, nestabilnosti, kao i opšti nivo aktivnosti, simetriju hoda na ravnom terenu i stepeništu, pri skakanju, trčanju i naglim promenama pravca. U našem istraživanju smo upoređivali inicijalnu brojnu vrednost nastalu kao rezultat testa, a potom smo, prema preporukama autora, gradirali nalaze u četiri grupe kao odličan, dobar, zadovoljavajući i loš, u odnosu na broj poena dobijenih krajnjom kalkulacijom testa. Analizom dobijenih rezultata testa nismo dobili postojanje statistički značajnih razlika poredeći dve grupe ni preoperativno, kao ni na kasnijim kontrolnim pregledima. Takođe, pregledom dobijenih podataka konstatovali smo da iz kontrole u kontrolu dolazi do konstantnog rasta vrednosti testa u odnosu na preoperativni nalaz, kako u ukupnom uzorku, tako i u grupama ponaosob. Našu konstataciju smo ispitali primenom Fridmanovog testa gde smo dokazali postojanje statistički značajnih razlika među grupama u ukupnom uzorku i u obe grupe, kako u ukupnom skor, tako i vrednosti kategorija skorova (Tabele 85,87,90 i 92). Da bismo detaljno ispitali između kojih kontrola su razlike najveće, i time pokazali kada dolazi do najboljeg oporavka operisanog kolena, dobili smo dosta drugačiji nalaz u odnosu na nalaze ranije diskutovanih funkcionalnih upitnika. U ukupnom uzorku smo dokazali da postoje razlike između svih kontrolnih pregleda, posmatrajući vrednosti Sinsinati skora, ali analizirajući vrednosti testa po kategorijama uočava se da između III i II kontrole se ne beleže razlike (Tabela 83). Ovakav rezultat možemo tumačiti na način da je oporavak u prvih osam meseci najizraženiji, a da se posle osmog meseca dalja progresija rehabilitacije usporava, što ima smisla obzirom da je do osmog meseca koleno oporavljeno u najvećoj meri, a većina pacijenata se vratila u punu sportsku aktivnost. Analizom grupa ponaosob takođe je dokazana statistički značajna razlika među grupama sveukupno primenom Fridman testa, što je i evidentno, ali testiranje unutar grupa po kontrolama pokazuje značajno drugačije podatke. Naime, primena Wilcox Signed Rank testa za parove uz Bonfferoni korekciju nam je pokazala da u Vivostat grupi statistički značajna razlika se javlja samo pri poređenju završne kontrole i preoperativnog nalaza, a kontrole između se statistički značajno ne razlikuju, uprkos tome što je brojčano gledano njihov rast konstantan. Razlog za ovakav nalaz najverovatnije leži u malom uzorku. Analizirajući stanje u standardnoj grupi, tu je dokazano da ne postoje razlike između prve kontrole i preoperativnog nalaza, kao i između III i II kontrole što smo videli i u ukupnom uzorku. I ovde se vidi da je značajnost testa najizraženija do osmog meseca, a da se po punoj aktivaciji operativno lečenih pacijenata stanje kolena relativno sporo menja. Izostanak razlika između I kontrolnog pregleda i preoperativnog stanja može nastati kao posledica malog uzorka, ali i iz razloga što pacijenti sa puna četiri meseca od operacije još uvek imaju pravo da razvijaju povremene otoke, još uvek nisu započeli sa trčanjem, skakanjem i naglim promenama pravca, a sve to najčešće nisu mogli da izvedu ni četiri nedelje pre operativnog lečenja, za koje vreme su inicijalni upitnik i popunjavali. Od svih skoring sistema, Modifikovani Sinsinati skor je najosetljiviji na promene tokom vremena i precizno pokazuje promene u praćenju funkcionalnog stanja kolena kroz vreme, što su Risberg i autori pokazali u svom istraživanju (135). Iz razloga što ovaj skoring sistem zahteva ponovljene kontrole tokom vremena, to nam ne dozvoljava komparaciju naših rezultata sa rezultatima ranije pominjanih studija, koji se bave istom tematikom kao i mi. Vraćajući se na istraživanje

Risberga i autora, oni su prikazali vrednosti Modifikovanog Sinsinati skora u funkciji vremena i dokazali su da se vrednosti skora tokom vremena konstantno povećavaju, ali su i pokazali statistički značajnu razliku kod svake kontrole u odnosu na prethodnu. Broj ispitanika u njihovoj studiji je iznosio 109 i kod svih je rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta urađena primenom BTB grafta. Ukoliko uporedimo njihove rezultate sa rezultatima naših ispitanika u ukupnom uzorku, čime povećavamo veličinu uzorka na 40, možemo sa sigurnošću tvrditi da su rezultati među studijama uporedivi, kada poredimo promene u funkciji vremena. Jedina razlika je u prosečnim vrednostima obzirom da smo mi u našem istraživanju dobili više prosečne vrednosti, ali to se može objasniti demografskim razlikama, obzirom da su Rizberg i autori u studiju uključili osobe i muškog i ženskog pola, starosti do 50 godina. Drugi razlog može biti i postojanja udruženih povreda meniskusa i medijalnog kolateralnog ligameta, što definitivno može biti uzrok za lošiji krajnji funkcionalni rezultat u odnosu na naše istraživanje gde su pacijenti bili isključivo aktivni sportisti muškog pola bez udruženih povreda.

6 ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata ovog istraživanja, može se zaključiti da popunjavanje koštanog i ligamentarnog defekta fibrinom bogatog trombocitima sa produženom aktivacijom dovodi do:

1. značajno ranijeg smanjenja intenziteta bola kao i njegovog gubitka u regiji prednjeg kolena pri testu klečanja, u poređenju sa standardnim načinom lečenja koji podrazumeva samo rekonstrukciju paratendinijuma preko ligamentarnog defekta;
2. značajno ranijeg povlačenja subjektivnog osećaja utrnulosti regije operativnog ožiljka u poređenju sa standardno lečenim pacijentima;
3. značajno bržeg smanjenja širine koštanog i ligamentarnog defekta, dok za smanjenje dubine koštanog defekta nije potvrđena značajna razlika u odnosu na nepopunjen defekt, praćeno serijskim MRI snimcima na četiri meseca;
4. značajno ranijeg podudaranja vremena sniženja intenziteta bola prednjeg kolena i redukcije neuroloških deficita (osam meseci nakon operacije), što je četiri meseca ranije u odnosu na standardno lečene pacijente;
5. nije potvrđeno značajno poboljšanje subjektivnog stanja pacijenata baziranih na vrednostima međunarodnih funkcionalnih upitnika u odnosu na pacijente lečene standardnim načinom lečenja.

7 LITERATURA

1. Cruciani M, Franchini M, Mengoli C, Marano G, Pati I, Masiello F, et al. Platelet-rich plasma for sports-related muscle, tendon and ligament injuries: an umbrella review. *Blood Transfus Trasfus Sanguine*. 2019 Nov;17(6):465–78.
2. Nguyen RT, Borg-Stein J, McInnis K. Applications of Platelet-Rich Plasma in Musculoskeletal and Sports Medicine: An Evidence-Based Approach. *PM&R [Internet]*. 2011 Mar [cited 2023 Oct 13];3(3):226–50. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1016/j.pmrj.2010.11.007>
3. Bayer A, Höntsch G, Kaschwich M, Dell A, Siggelkow M, Berndt R, et al. Vivostat Platelet-Rich Fibrin® for Complicated or Chronic Wounds-A Pilot Study. *Biomedicines*. 2020 Aug 6;8(8):276.
4. Fares A, Hardy A, Bohu Y, Meyer A, Karam K, Lefevre N. The impact of bone graft type used to fill bone defects in patients undergoing ACL reconstruction with bone-patellar tendon-bone (BPTB) autograft on kneeling, anterior knee pain and knee functional outcomes. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol*. 2023 Jul 1;
5. Alves R, Grimalt R. A Review of Platelet-Rich Plasma: History, Biology, Mechanism of Action, and Classification. *Skin Appendage Disord*. 2018 Jan;4(1):18–24.
6. Hudgens JL, Sugg KB, Grekin JA, Gumucio JP, Bedi A, Mendias CL. Platelet-Rich Plasma Activates Proinflammatory Signaling Pathways and Induces Oxidative Stress in Tendon Fibroblasts. *Am J Sports Med*. 2016 Aug;44(8):1931–40.
7. Davey MS, Hurley ET, Withers D, Moran R, Moran CJ. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Platelet-Rich Plasma: A Systematic Review of Randomized Control Trials. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2020 Apr;36(4):1204–10.
8. Cervellin M, de Girolamo L, Bait C, Denti M, Volpi P. Autologous platelet-rich plasma gel to reduce donor-site morbidity after patellar tendon graft harvesting for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized, controlled clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2012 Jan;20(1):114–20.
9. Riaz O, Nisar S, Phillips H, Siddiqui A. Quantifying the problem of kneeling after a two incision bone tendon bone arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2015;5(3):181–6.
10. Kovindha K, Ganokroj P, Lertwanich P, Vanadurongwan B. Quantifying anterior knee pain during specific activities after using the bone-patellar tendon-bone graft for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Asia-Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*. 2019 Jan;15:6–12.
11. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc [Internet]*. 2006 Mar [cited 2023 Oct 13];14(3):204–13. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-005-0679-9>
12. Zooker C, Pandarinath R, Kraeutler MJ, Cohen SB, Ciccotti MG, Deluca PF. Clinical Measurement of the Patellar Tendon: Accuracy and Relationship to Actual Tendon Dimensions (SS-73). *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg [Internet]*. 2012 Jun [cited 2023 Oct 11];28(6):e38–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749806312004173>

13. Bennett K, Vincent T, Sakthi-Velavan S. The patellar ligament: A comprehensive review. *Clin Anat* [Internet]. 2022 Jan [cited 2023 Oct 13];35(1):52–64. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ca.23791>
14. Kirschner MH, Menck J, Nerlich A, Walser R, Bühren V, Hofmann GO. The arterial blood supply of the human patella. Its clinical importance for the operating technique in vascularized knee joint transplantations. *Surg Radiol Anat SRA*. 1997;19(6):345–51.
15. Tifford CD, Spero L, Luke T, Plancher KD. The relationship of the infrapatellar branches of the saphenous nerve to arthroscopy portals and incisions for anterior cruciate ligament surgery. An anatomic study. *Am J Sports Med*. 2000;28(4):562–7.
16. Luciano AP, Honda RTM, Kamar AR, Franco Filho N, Vieira MC. Anatomical Study of the Infrapatellar Branch of the Saphenous Nerve in Humans. *Rev Bras Ortop*. 2020 Oct;55(5):557–63.
17. Kalthur SG, Sumalatha S, Nair N, Pandey AK, Sequeria S, Shobha L. Anatomic study of infrapatellar branch of saphenous nerve in male cadavers. *Ir J Med Sci*. 2015 Mar;184(1):201–6.
18. Bram JT, Magee LC, Mehta NN, Patel NM, Ganley TJ. Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2021 Jun;49(7):1962–72.
19. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*. 2000 Jun;23(6):573–8.
20. Kobayashi H, Kanamura T, Koshida S, Miyashita K, Okado T, Shimizu T, et al. Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: a twenty-year clinical research of 1,700 athletes. *J Sports Sci Med*. 2010;9(4):669–75.
21. Stark J. Two Cases of Rupture of the Crucial Ligament of the Knee-Joint. *Edinb Med Surg J*. 1850 Oct 1;74(185):267–71.
22. Coffey R, Bordoni B. Lachman Test. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cited 2023 Sep 24]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554415/>
23. Jackson JL, O'Malley PG, Kroenke K. Evaluation of acute knee pain in primary care. *Ann Intern Med*. 2003 Oct 7;139(7):575–88.
24. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006 May;36(5):267–88.
25. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med*. 1976;4(2):84–93.
26. Larson RL. Physical examination in the diagnosis of rotatory instability. *Clin Orthop*. 1983;(172):38–44.
27. MacIntosh DL. Pivot shift: A clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. *J Bone Jt Surg*. 1972;54:763–4.
28. Monaco E, Labianca L, Maestri B, De Carli A, Conteduca F, Ferretti A. Instrumented measurements of knee laxity: KT-1000 versus navigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2009 Jun;17(6):617–21.

29. Daniel DM, Stone ML, Sachs R, Malcom L. Instrumented measurement of anterior knee laxity in patients with acute anterior cruciate ligament disruption. *Am J Sports Med.* 1985;13(6):401–7.
30. van Eck CF, Loopik M, van den Bekerom MP, Fu FH, Kerkhoffs GMMJ. Methods to diagnose acute anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis of instrumented knee laxity tests. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2013 Sep;21(9):1989–97.
31. Schuster AJ, Mcnicholas MJ, Wachtl SW, McGurty DW, Jakob RP. A New Mechanical Testing Device for Measuring Anteroposterior Knee Laxity. *Am J Sports Med [Internet].* 2004 Oct [cited 2023 Sep 24];32(7):1731–5. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546504267050>
32. Noulis GC. Entorse du genou. Thèse pour le doctorat en médecine N° 142. [Paris]: Fac Med; 1875.
33. Campos JC, Chung CB, Lektrakul N, Pedowitz R, Trudell D, Yu J, et al. Pathogenesis of the Segond fracture: anatomic and MR imaging evidence of an iliotibial tract or anterior oblique band avulsion. *Radiology.* 2001 May;219(2):381–6.
34. Pao DG. The lateral femoral notch sign. *Radiology.* 2001 Jun;219(3):800–1.
35. Juhng SK, Lee JK, Choi SS, Yoon KH, Roh BS, Won JJ. MR evaluation of the “arcuate” sign of posterolateral knee instability. *AJR Am J Roentgenol.* 2002 Mar;178(3):583–8.
36. Tung GA, Davis LM, Wiggins ME, Fadale PD. Tears of the anterior cruciate ligament: primary and secondary signs at MR imaging. *Radiology.* 1993 Sep;188(3):661–7.
37. Lo IK, de Maat GH, Valk JW, Frank CB. The gross morphology of torn human anterior cruciate ligaments in unstable knees. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* 1999 Apr;15(3):301–6.
38. Van Dyck P, Vanhoenacker FM, Gielen JL, Dossche L, Van Gestel J, Wouters K, et al. Three tesla magnetic resonance imaging of the anterior cruciate ligament of the knee: can we differentiate complete from partial tears? *Skeletal Radiol.* 2011 Jun;40(6):701–7.
39. Mhaskar VA, Jain Y, Soni P, Fiske R, Maheshwari J. How Important is the Tunnel Position in Outcomes Post-ACL Reconstruction: A 3D CT-Based Study. *Indian J Orthop.* 2022 Feb;56(2):312–8.
40. Vadlamudi A, Kale A, Sharma J, Patil V, Pai M. Comparison of Inside-Out and Outside-In Methods of Femoral Tunnel Preparation in Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction Using 3D-CT. *Cureus.* 2022 Mar;14(3):e23367.
41. Diquattro E, Jahnke S, Traina F, Perdisa F, Becker R, Kopf S. ACL surgery: reasons for failure and management. *EFORT Open Rev.* 2023 May 9;8(5):319–30.
42. Bonnet A. *Traité des Maladies des Articulations.* Paris Baillière. 1845;
43. Battle WH. A case after open section of the knee-joint for irreducible traumatic dislocation. *Clin Soc Lond Trans.* 1900;33(232).
44. Robson AW. VI. Ruptured Crucial Ligaments and their Repair by Operation. *Ann Surg.* 1903 May;37(5):716–8.
45. Schindler OS. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2012 Jan;20(1):5–47.

46. Friedman MJ. Arthroscopic semitendinosus (gracilis) reconstruction for anterior cruciate ligament deficiency. *Tech Orthop*. 1988;2:74–80.
47. Marieswaran M, Jain I, Garg B, Sharma V, Kalyanasundaram D. A Review on Biomechanics of Anterior Cruciate Ligament and Materials for Reconstruction. *Appl Bionics Biomech*. 2018;2018:4657824.
48. Bianchi N, Sacchetti F, Bottai V, Gesi M, Carlisi A, Facchini A, et al. LARS versus hamstring tendon autograft in anterior cruciate ligament reconstruction: a single-centre, single surgeon retrospective study with 8 years of follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol*. 2019 Feb;29(2):447–53.
49. Lin KM, Boyle C, Marom N, Marx RG. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2020 Jun;28(2):41–8.
50. Tian S, Wang B, Liu L, Wang Y, Ha C, Li Q, et al. Irradiated Hamstring Tendon Allograft Versus Autograft for Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Midterm Clinical Outcomes. *Am J Sports Med*. 2016 Oct;44(10):2579–88.
51. Park SSH, Dwyer T, Congiusta F, Whelan DB, Theodoropoulos J. Analysis of irradiation on the clinical effectiveness of allogenic tissue when used for primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2015 Jan;43(1):226–35.
52. Musahl V, Nazzal EM, Lucidi GA, Serrano R, Hughes JD, Margheritini F, et al. Current trends in the anterior cruciate ligament part 1: biology and biomechanics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2022 Jan;30(1):20–33.
53. Runer A, Keeling L, Wagala N, Nugraha H, Özbek EA, Hughes JD, et al. Current trends in graft choice for anterior cruciate ligament reconstruction - part I: anatomy, biomechanics, graft incorporation and fixation. *J Exp Orthop*. 2023 Apr 1;10(1):37.
54. Snaebjörnsson T, Hamrin Senorski E, Ayeni OR, Alentorn-Geli E, Krupic F, Norberg F, et al. Graft Diameter as a Predictor for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and KOOS and EQ-5D Values: A Cohort Study From the Swedish National Knee Ligament Register Based on 2240 Patients. *Am J Sports Med*. 2017 Jul;45(9):2092–7.
55. Leys T, Salmon L, Waller A, Linklater J, Pinczewski L. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med*. 2012 Mar;40(3):595–605.
56. Migliorini F, Eschweiler J, Mansy YE, Quack V, Tingart M, Driessen A. Quadriceps tendon autograft for primary ACL reconstruction: a Bayesian network meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol*. 2020 Oct;30(7):1129–38.
57. Hogan DW, Burch MB, Rund JM, Geeslin DW, Ma R, Gray AF, et al. No Difference in Complication Rates or Patient-Reported Outcomes Between Bone-Patella Tendon-Bone and Quadriceps Tendon Autograft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2022 Apr;4(2):e417–24.
58. Palazzolo A, Rosso F, Bonasia D, Saccia F, Rossi R, Knee Committee SIGASCOT. Uncommon Complications after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Joints*. 2018 Sep;06(03):188–203.
59. Ajrawat P, Dwyer T, Whelan D, Theodoropoulos J, Murnaghan L, Bhargava M, et al. A Comparison of Quadriceps Tendon Autograft With Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft and Hamstring Tendon Autograft for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Quantitative Synthesis. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. 2021 Jul 1;31(4):392–9.

60. Dai W, Leng X, Wang J, Cheng J, Hu X, Ao Y. Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2022 Oct;50(12):3425–39.
61. Mouarbes D, Menetrey J, Marot V, Courtot L, Berard E, Cavaignac E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. *Am J Sports Med.* 2019 Dec;47(14):3531–40.
62. Brückner H. [A new method for plastic surgery of cruciate ligaments]. *Chir Z Alle Geb Oper Medizen.* 1966 Sep;37(9):413–4.
63. Franke K. Clinical experience in 130 cruciate ligament reconstructions. *Orthop Clin North Am.* 1976 Jan;7(1):191–3.
64. Lambert KL. Vascularized patellar tendon graft with rigid internal fixation for anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop.* 1983;(172):85–9.
65. Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT. A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1987;15(3):225–9.
66. Rupp S, Seil R, Schneider A, Kohn DM. Ligament graft initial fixation strength using biodegradable interference screws. *J Biomed Mater Res.* 1999;48(1):70–4.
67. Beck CL, Paulos LE, Rosenberg TD. Anterior cruciate ligament reconstruction with the endoscopic technique. *Reconstr Anterior Cruciate Ligament* [Internet]. 1992 Apr 1;2(2):86–98. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1048666606800911>
68. Pinczewski L. Endoscopic ACL reconstruction utilizing a quadrupled hamstring tendon autograft with direct RCI interference screw fixation. In Columbus, GA; 1996.
69. Paessler HH, Yee Han Dave L. History of ACL Graft Fixation Techniques. *Tech Orthop* [Internet]. 2013;28(2). Available from: https://journals.lww.com/techortho/fulltext/2013/06000/history_of_acl_graft_fixation_techniques.2.aspx
70. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2019 Feb;33(1):33–47.
71. Rushdi I, Sharifudin S, Shukur A. Arthrofibrosis Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Malays Orthop J.* 2019 Nov;13(3):34–8.
72. Diermeier T, Rothrauff BB, Engebretsen L, Lynch AD, Ayeni OR, Paterno MV, et al. Treatment after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2020 Aug;28(8):2390–402.
73. Eastlack ME, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Laxity, instability, and functional outcome after ACL injury: copers versus noncopers. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Feb;31(2):210–5.
74. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010 Nov;40(11):705–21.

75. Higuchi H, Kobayashi A, Ikeda K, Hatayama K, Yanagisawa S, Kato K. Efficacy of β -Tricalcium Phosphate Graft into the Bone Defects after Bone-Patellar Tendon-Bone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Knee Surg*. 2017 Jun;30(5):467–73.
76. Lameire DL, Abdel Khalik H, Zakharia A, Kay J, Almasri M, de Sa D. Bone Grafting the Patellar Defect After Bone-Patellar Tendon-Bone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Decreases Anterior Knee Morbidity: A Systematic Review. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2021 Jul;37(7):2361-2376.e1.
77. Walters BL, Porter DA, Hobart SJ, Bedford BB, Hogan DE, McHugh MM, et al. Effect of Intraoperative Platelet-Rich Plasma Treatment on Postoperative Donor Site Knee Pain in Patellar Tendon Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 2018 Jul;46(8):1827–35.
78. Shelbourne KD, Gray T. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-year followup. *Am J Sports Med*. 1997;25(6):786–95.
79. Kotsifaki R, Korakakis V, King E, Barbosa O, Maree D, Pantouveris M, et al. Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med*. 2023 May;57(9):500–14.
80. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2000;8(2):76–82.
81. Grindem H, Granan LP, Risberg MA, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Eitzen I. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Br J Sports Med*. 2015 Mar;49(6):385–9.
82. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med*. 2016 Dec;50(24):1506–15.
83. Dubljanin-Raspopović E, Kadija M, Mirkov D, Bumbasirević M. [Importance of open and closed kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction]. *Vojnosanit Pregl*. 2011 Feb;68(2):170–4.
84. Dubljanin-Raspopović E, Matanović D, Kadija M. [Influence of proprioceptive training in the improvement of neuromuscular performance after ACL reconstruction]. *Srp Arh Celok Lek*. 2005;133(9–10):429–32.
85. Rousseau R, Labruyere C, Kajetanek C, Deschamps O, Makridis KG, Djian P. Complications After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Their Relation to the Type of Graft: A Prospective Study of 958 Cases. *Am J Sports Med*. 2019 Sep;47(11):2543–9.
86. Blanch P, Gabbett TJ. Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player’s risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*. 2016 Apr;50(8):471–5.
87. Keays SL, Bullock-Saxton JE, Keays AC, Newcombe PA, Bullock MI. A 6-year follow-up of the effect of graft site on strength, stability, range of motion, function, and joint degeneration after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus semitendinosus and Gracilis tendon graft. *Am J Sports Med*. 2007 May;35(5):729–39.

88. Pinczewski LA, Lyman J, Salmon LJ, Russell VJ, Roe J, Linklater J. A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial. *Am J Sports Med.* 2007 Apr;35(4):564–74.
89. Adams D, Logerstedt DS, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Jul;42(7):601–14.
90. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med.* 2014 Nov;48(21):1543–52.
91. Sepúlveda F, Sánchez L, Amy E, Micheo W. Anterior Cruciate Ligament Injury: Return to Play, Function and Long-Term Considerations. *Curr Sports Med Rep.* 2017;16(3):172–8.
92. Keays SL, Mellifont DB, Keays AC, Stuelcken MC, Lovell DI, Sayers MGL. Long-term Return to Sports After Anterior Cruciate Ligament Injury: Reconstruction vs No Reconstruction—A Comparison of 2 Case Series. *Am J Sports Med.* 2022 Mar;50(4):912–21.
93. Horteur C, Cavalié G, Gaulin B, Cohen Bacry M, Morin V, Cavaignac E, et al. Saphenous nerve injury after anterior cruciate ligament reconstruction: Reduced numbness area after ligamentoplasty using quadriceps tendon compared with hamstring tendon. *The Knee.* 2020 Aug;27(4):1151–7.
94. Mousavi H, Mohammadi M, Aghdam HA. Injury to the Infrapatellar Branch of the Saphenous Nerve during ACL Reconstruction with Hamstring Tendon Autograft: A Comparison between Oblique and Vertical Incisions. *Arch Bone Jt Surg.* 2018 Jan;6(1):52–6.
95. Ruffilli A, De Fine M, Traina F, Pilla F, Fenga D, Faldini C. Saphenous nerve injury during hamstring tendons harvest: Does the incision matter? A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2017 Oct;25(10):3140–5.
96. Sharkey NA, Donahue SW, Smith TS, Bay BK, Marder RA. Patellar strain and patellofemoral contact after bone-patellar tendon-bone harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997 Mar;78(3):256–63.
97. Papastergiou SG, Voulgaropoulos H, Mikalef P, Ziogas E, Pappis G, Giannakopoulos I. Injuries to the infrapatellar branch(es) of the saphenous nerve in anterior cruciate ligament reconstruction with four-strand hamstring tendon autograft: vertical versus horizontal incision for harvest. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2006 Aug;14(8):789–93.
98. Luo H, Yu J kuo, Ao Y fang, Yu C long, Peng LB, Lin C yang, et al. Relationship between different skin incisions and the injury of the infrapatellar branch of the saphenous nerve during anterior cruciate ligament reconstruction. *Chin Med J (Engl).* 2007 Jul 5;120(13):1127–30.
99. Kjaergaard J, Faunø LZ, Faunø P. Sensibility loss after ACL reconstruction with hamstring graft. *Int J Sports Med.* 2008 Jun;29(6):507–11.
100. Tsuda E, Okamura Y, Ishibashi Y, Otsuka H, Toh S. Techniques for reducing anterior knee symptoms after anterior cruciate ligament reconstruction using a bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med.* 2001;29(4):450–6.
101. Cohen SB, Flato R, Wascher J, Watson R, Salminen M, O'Brien D, et al. Incidence and Characterization of Hypoesthesia in the Distribution of the Infrapatellar Branch of the Saphenous Nerve after Anterior Cruciate

- Ligament Reconstruction: A Prospective Study of Patient-Reported Numbness. *J Knee Surg.* 2018 Jul;31(6):585–90.
102. Wang B, Zhong JL, Xu XH, Shang J, Lin N, Lu HD. Incidence and risk factors of joint stiffness after Anterior Cruciate Ligament reconstruction. *J Orthop Surg.* 2020 May 14;15(1):175.
103. Deabate L, Previtali D, Grassi A, Filardo G, Candrian C, Delcogliano M. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Within 3 Weeks Does Not Increase Stiffness and Complications Compared With Delayed Reconstruction: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med.* 2020 Apr;48(5):1263–72.
104. Huston LJ, Greenfield ML, Wojtys EM. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. Potential risk factors. *Clin Orthop.* 2000 Mar;(372):50–63.
105. Slaughterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP, Clark RJ, Xu K, Starch DW, et al. The Menstrual Cycle, Sex Hormones, and Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Athl Train.* 2002 Sep;37(3):275–8.
106. Wentorf FA, Sudoh K, Moses C, Arendt EA, Carlson CS. The effects of estrogen on material and mechanical properties of the intra- and extra-articular knee structures. *Am J Sports Med.* 2006 Dec;34(12):1948–52.
107. Stijak L, Kadija M, Djulejić V, Aksić M, Petronijević N, Aleksić D, et al. The influence of sex hormones on anterior cruciate ligament ruptures in males. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2015 Dec;23(12):3578–84.
108. Christensen JE, Miller MD. Knee Anterior Cruciate Ligament Injuries: Common Problems and Solutions. *Clin Sports Med.* 2018 Apr;37(2):265–80.
109. Cole J, Brand JC, Caborn DN, Johnson DL. Radiographic analysis of femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Knee Surg.* 2000;13(4):218–22.
110. Reynaud O, Batailler C, Lording T, Lustig S, Servien E, Neyret P. Three dimensional CT analysis of femoral tunnel position after ACL reconstruction. A prospective study of one hundred and thirty five cases. *Int Orthop.* 2017 Nov;41(11):2313–9.
111. Wolfson TS, Alaia MJ. Bone Tunnel Management in Modern Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Bull Hosp Jt Dis* 2013. 2020;78(1):53–64.
112. Wolfson TS, Mannino B, Owens BD, Waterman BR, Alaia MJ. Tunnel Management in Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Current Concepts. *Am J Sports Med.* 2023 Feb;51(2):545–56.
113. Noailles T, Chalopin A, Boissard M, Lopes R, Bouguennec N, Hardy A. Incidence and risk factors for cyclops syndrome after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic literature review. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2019 Nov;105(7):1401–5.
114. Shelbourne KD, Patel DV, Martini DJ. Classification and management of arthrofibrosis of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1996;24(6):857–62.
115. Ekhtiari S, Horner NS, de Sa D, Simunovic N, Hirschmann MT, Ogilvie R, et al. Arthrofibrosis after ACL reconstruction is best treated in a step-wise approach with early recognition and intervention: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2017 Dec;25(12):3929–37.

116. Komnos GA, Chalatsis G, Mitrousias V, Hantes ME. Postoperative Infection after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Prevention and Management. *Microorganisms*. 2022 Nov 28;10(12):2349.
117. Sreckovic S, Kadija M, Ladjevic N, Starcevic B, Stijak L, Milovanovic D. The first case of septic arthritis of the knee caused by *Eggerthia cateniformis*. *Anaerobe*. 2022 Feb;73:102503.
118. Abdel-Aziz A, Radwan YA, Rizk A. Multiple arthroscopic debridement and graft retention in septic knee arthritis after ACL reconstruction: a prospective case-control study. *Int Orthop*. 2014 Jan;38(1):73–82.
119. Kearon C, Akl EA, Comerota AJ, Prandoni P, Bounameaux H, Goldhaber SZ, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2012 Feb;141(2 Suppl):e419S-e496S.
120. Prodromos CC, editor. *The anterior cruciate ligament: reconstruction and basic science*. Second edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2018. 595 p.
121. Greco NJ, Anderson AF, Mann BJ, Cole BJ, Farr J, Nissen CW, et al. Responsiveness of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form in comparison to the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, modified Cincinnati Knee Rating System, and Short Form 36 in patients with focal articular cartilage defects. *Am J Sports Med*. 2010 May;38(5):891–902.
122. Agel J, LaPrade RF. Assessment of differences between the modified Cincinnati and International Knee Documentation Committee patient outcome scores: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2009 Nov;37(11):2151–7.
123. Noyes FR, Barber-Westin SD, editors. *Noyes' knee disorders: surgery, rehabilitation, clinical outcomes*. Second edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2017.
124. Noyes FR, Barber SD, Mooar LA. A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders. *Clin Orthop*. 1989 Sep;(246):238–49.
125. Nema SK, Balaji G, Akkilagunta S, Menon J, Poduval M, Patro D. Radiologic assessment of femoral and tibial tunnel placement based on anatomic landmarks in arthroscopic single bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian J Orthop*. 2017;51(3):286–91.
126. De Almeida AM, Demange MK, Sobrado MF, Rodrigues MB, Pedrinelli A, Hernandez AJ. Patellar Tendon Healing With Platelet-Rich Plasma: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* [Internet]. 2012 Jun [cited 2023 Sep 30];40(6):1282–8. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546512441344>
127. Schandl K, Horváthy DB, Doros A, Majzik E, Schwarz CM, Csöngé L, et al. Bone-Albumin filling decreases donor site morbidity and enhances bone formation after anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone autografts. *Int Orthop* [Internet]. 2016 Oct [cited 2023 Sep 30];40(10):2097–104. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00264-016-3246-8>
128. Seijas R, Cuscó X, Sallent A, Serra I, Ares O, Cugat R. Pain in donor site after BTB-ACL reconstruction with PRGF: a randomized trial. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2016 Jun [cited 2023 Sep 30];136(6):829–35. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00402-016-2458-0>
129. Huang W, Ong TY, Fu SC, Yung SH. Prevalence of patellofemoral joint osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury and associated risk factors: A systematic review. *J Orthop Transl* [Internet]. 2020 May [cited 2023 Oct 1];22:14–25. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214031X1930052X>

130. Zhao D, Pan J ke, Lin F zheng, Luo M hui, Liang G hong, Zeng L feng, et al. Risk Factors for Revision or Rerupture After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med* [Internet]. 2023 Sep [cited 2023 Oct 1];51(11):3053–75. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465221119787>
131. Shichman I, Baruchi D, Rachevsky G, Amzallag N, Brandstetter AS, Vidra M, et al. Bone filling decreases donor site morbidity after anterior cruciate ligament reconstruction with bone–patellar tendon–bone autografts. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2022 Aug 2 [cited 2023 Sep 30];143(5):2565–72. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00402-022-04572-5>
132. Seijas R, Ares O, Catala J, Alvarez-Diaz P, Cusco X, Cugat R. Magnetic Resonance Imaging Evaluation of Patellar Tendon Graft Remodelling after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with or without Platelet-Rich Plasma. *J Orthop Surg* [Internet]. 2013 Apr [cited 2023 Sep 30];21(1):10–4. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/230949901302100105>
133. Barié A, Sprinckstub T, Huber J, Jaber A. Quadriceps tendon vs. patellar tendon autograft for ACL reconstruction using a hardware-free press-fit fixation technique: comparable stability, function and return-to-sport level but less donor site morbidity in athletes after 10 years. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2020 Oct [cited 2023 Oct 4];140(10):1465–74. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00402-020-03508-1>
134. Drogset JO, Størset KH, Nitteberg TM, Gifstad T. Clinical outcome after knee ligament reconstruction with tendon allografts. *J Exp Orthop*. 2021 Feb 7;8(1):11.
135. Risberg MA, Holm I, Steen H, Beynnon BD. Sensitivity to changes over time for the IKDC form, the Lysholm score, and the Cincinnati knee score. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 1999 May 26 [cited 2023 Oct 7];7(3):152–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s001670050140>

Objavljeni radovi koji čine deo doktorske disertacije

Milovanovic D, Vukman P, Gavrilovic D, Begovic N, Stijak L, Sreckovic S, Kadija M. The Influence of Platelet-Rich Fibrin on the Healing of Bone Defects after Harvesting Bone-Patellar Tendon-Bone Grafts. *Medicina (Kaunas)*. 2024 Jan 15;60(1):154. doi: 10.3390/medicina60010154. PMID: 38256414. M22 IF: 2.6

SPISAK SKRAĆENICA

PRF - fibrin obogaćen trombocitima (*platelet rich fibrin*)

PRP - plazma obogaćena trombocitima (*platelet rich plasma*)

PDGF - faktor rasta izveden iz trombocita (*platelet-derived growth factor*)

VEGF - vaskularni endotelni faktor rasta (*vascular endothelial growth factor*)

TGF- β 1 - transformirajući faktor rasta beta-1 (*transforming growth factor beta 1*)

FGF - faktor rasta fibroblasta (*fibroblast growth factor*)

IGF-1 - faktor rasta sličan insulinu-1 (*insulin like growth factor 1*)

LCA - prednji ukšteni ligament (*ligament cruciatum anterius*)

AM - anteromedijalni snop prednjeg ukrštenog ligamenta

PL - posterolateralni snop prednjeg ukrštenog ligamenta

LCP - zadnji ukršteni ligament (*ligament cruciatum posterius*)

AL - anterolateralni snop zadnjeg ukrštenog ligamenta

PM - posteromedijalni snop zadnjeg ukrštenog ligamenta

MRI - nuklearna magnetna rezonanca

TSE - *Turbo Spin Echo*, sekvenca nuklearne magnetne rezonance

MSCT - multislajсна kompjuterizovana tomografija

LARS[®] - ligamentarni sistem za rekonstrukciju i ojačanje, arteficialni graft (*ligament augmentation and reconstruction system*)

USA - Sjedinjene Američke Države

BTB - koštano-ligamentarno-koštani graft ligamenta patele

STG - semitendinosus-gracilis graft

QT - graft tetive kvadricepsa

IKDC - skor međunarodnog komiteta za validaciju povreda kolena (*International Knee Documentation Committee*)

AO - radna grupa principa osteosinteze (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*)

RICE - protokol zbrinjavanja akutne povrede (*Rest, Ice, Compression, Elevate*)

MSSA - meticilin rezistentan *Staphylococcus aureus* (*Methicillin-susceptible Staphylococcus aureus*)

VAS - vizualno-analogni skala

SD - standardna devijacija

BMI - indeks telesne mase (*body mass index*)

OP - operisana noga

Nop - neoperisana noga

MMF - maksimalna manuelna sila (*maximum manual force*)

ACTIVITY SCORE

Označi aktivnost koja najbolje opisuje nivo koji pacijent navod. (Označi samo jedan odgovor).

- Takmicarski sportovi: Fudbal – nacionalna I internacionalna elita
- Takmičarski sportovi : fudbal – niža liga, hokej, rvanje ili gimnastika
- Takmičarski sportovi : Badminton, atletika (skokovi I td.) ili skijanje
- Takmičarski sportovi : tenis, atletika (trčanje), motokros, rukomet ili košarka
ILI rekreativni sportovi : fudbal, hokej, atletika (skokovi I td.) ili cross-country track
- Rekreativni sportovi : tenis, badminton, rukomet, kosarka, skijanje ili jogging bar 5 puta nedeljno
- Rad : težak rad (npr. Rad na gradjevini, drvnoj industriji)
ILI takmičarski sportovi : biciklizam ili skijaško trčanjeOR
ILI rekreativni sportovi : jogging na ravnoj podlozi bar dva puta nedeljno
- Rad : teži fizički rad (npr. Voyač kamiona, težak posao u domaćinstvu)
ILI rekreativni sportovi : biciklizam, skijaško trčanje ili jogging na ravnoj podlozi bar dva puta nedeljno
- Rad : lak rad (npr. medicinska sestra) ILI takmičarsko i rekreativno plivanje ILI šetnja u sumi
- Rad : lak rad
ILI šetnja na ravnoj podlozi , ali onemogućena šetnja u šumi
- Sedeći rad
ILI šetnja na ravnoj podlozi
- Nesposobnost za rad (bolovanje) ili onesposobljenost za rad uzrokovan problemima od strane kolena

Office Use Only:

Pre-op.

F/U

2000 IKDC SUBJECTIVE KNEE EVALUATION FORM

Ime i prezime _____

Datum: _____ / _____ / _____ Datum povrede: _____ / _____ / _____

dan mesec godina

dan mesec godina

SIMPTOMI*:

*Odredite najviši nivo aktivnosti za koje mislite da možete da obavljate bez javljanja značajnih simptoma, čak iako niste u stanju da te aktivnosti obavljate na tom nivou.

1. Koji je najviši nivo aktivnosti koju možete da obavite bez značajnog bola u kolenu?

- Veoma naporne aktivnosti kao što su skanjanje ili pivotiranje u košarci ili fudbalu
- Naporne aktivnosti kao što su težak fizički rad, skijanje ili tenis
- Umerene aktivnosti kao što su umeren fizički rad, trčanje ili džogiranje
- Lagane aktivnosti kao što su šetanje, kućni poslovi ili lagan rad u dvorištu
- Ne mogu da obavljam ni jednu od gore navedenih aktivnosti zbog bola u kolenu

2. Koliko ste često osećali bol tokom poslednje 4 nedelje, ili od dana Vaše povrede?

- | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nikada | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | | | | | Stalno |

3. Ukoliko osećate bol, koliko je on intenzivan?

- | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ne osećam bol | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | | | | | Najjači bol koji se može zamisliti |

4. Koliko Vam je koleno bilo blokirano ili otečeno tokom poslednje 4 nedelje, ili od dana Vaše povrede?

- Uopšte nije bilo
- Neznatno
- Umereno
- Veoma
- Izuzetno

5. Koji je najviši nivo aktivnosti koju možete da obavite bez značajnog oticanja kolena?

- Veoma naporne aktivnosti kao što su skakanje ili pivotiranje u košarci ili fudbalu
- Naporne aktivnosti kao što su težak fizički rad, skijanje ili tenis
- Umerene aktivnosti kao što su umeren fizički rad, trčanje ili džogiranje
- Lagane aktivnosti kao što su šetanje, kućni poslovi ili lagan rad u dvorištu
- Ne mogu da obavljam ni jednu od gore navedenih aktivnosti zbog oticanja kolena

TEGNER LYSHOLM KNEE SCORING SCALE

Prezime i ime _____

Datum _____

Ovaj upitnik pruža Vasem lekaru informacije o tome kako bol u kolenu utiče na Vašu sposobnost da ga tolerišete u svakodnevnom životu. Molimo Vas da odgovorite na sva pitanja tako što ćete staviti znak "x" u kvadratić ispred odgovora koji najbolje opisuje Vaše stanje danas.

U poslednje 4 nedelje ...

Deo prvi – Hramanje

- nikada
- lako i periodično
- teško i uvek prisutno

Deo drugi – Podrška

- nikada
- štap ili štaka
- nemogućnost stajanja

Deo treći – Bol

- nikada
- povremen i slab tokom vežbi
- znatan tokom teških vežbi
- znatan tokom ili nakon šetnje duže od 2km
- znatan tokom ili nakon šetnje kraće od 2km
- konstantan

Deo četvrti – Nestabilnost

- nikada
- retko tokom trčanja ili drugih težih vežbi
- često tokom trčanja ili drugih težih vežbi
- povremeno u svakodnevnim aktivnostima
- često u dnevnim aktivnostima
- svaki korak

Deo peti – "Zaključanost" zgloba

- bez "zaključanosti" i bez senzacija hvatanja
- senzacije hvatanja prisutne bez "zaključanosti"
- "zaključanost" povremena
- čest osećaj "zaključanosti"
- "zaključan" zglob i sada prilikom pregleda

Deo šesti – otok

- bez otoka
- pri teškim vežbama
- pri uobičajenim vežbama
- konstantan otok

Deo sedmi – Penjanje uz stepenice

- bez problema
- laka ograničenost
- jedan po jedan stepenik
- nemoguće

Deo osmi – Čučnjevi

- bez problema
- laka ograničenost
- ne preko 90°
- nemoguće

Modifikovani upitnik Sinsinati skoring Sistema

Ime lekara:

Ime pacijenta:

Upitnik je oformljen tako da Vašem lekaru pruži informacije o tome koliko Vaš bol u kolenu utiče na svakodnevni život. Molimo Vas odgovorite označivanjem odgovora koji najbolje opisuje Vaše stanje danas.

Tokom prethodne 4 nedelje....

Prvi deo : Intenzitet bola

- Nema bola, koleno bez tegoba, 100% upotreba i obim pokreta
- Povremeni bolovi pri izuzetno napornim sportskim aktivnostima ili teškom fizičkom radu, koleno nije u potpunosti bez tegoba, minimalna i podnošljiva ograničenja
- Povremeni bolovi pri lakšim sportskim aktivnostima ili srednje teškom fizičkom radu, a gotovo uvek pri trčanju, teškom radu i izuzetno napornim sportskim aktivnostima
- Bol, najčešće izazvan sportom, lakim rekreativnim aktivnostima ili srednje teškim fizičkim radom. Povremeno se javlja pri hodanju, stajanju ili lakom radu.
- Bol je značajan problem i pri jednostavnim aktivnostima, poput hoda; Smanjuje se odmaranjem; Postoji nemogućnost za obavljanje sportskih aktivnosti.
- Bol uvek prisutan. Ne smanjuje se ni prilikom odmaranja.

Drugi deo: Otok

- Bez otoka
- Povremeno oticanje pri izuzetno napornim sportskim aktivnostima ili teškom fizičkom radu. Postoje ograničenja, minimalna i ograničena.
- Povremeno oticanje pri lakšim sportskim aktivnostima ili srednje teškom fizičkom radu, a gotovo uvek pri izuzetno napornim aktivnostima, teškom fizičkom radu, dugom trčanju.
- Oticanje pri sportskim aktivnostima i srednje teškom radu. Povremeno se može javiti i pri

jednostavnim svakodnevnom aktivnostima i lakom radu. (do tri puta godišnje)

- Oticanje se javlja pri jednostavnim svakodnevnom aktivnostima ili lakom fizičkom radu. Smanjuje se prilikom odmaranja.
- Izraženi problemi koji su konstantno prisutni, javljaju se i pri jednostavnim aktivnostima poput hoda.

Treći deo: Nestabilnost

- Bez nestabilnosti
- Povremena nestabilnost pri izuzetno napornim sportskim aktivnostima ili teškom fizičkom radu. Postoje ograničenja, minimalna i ograničena.
- Povremena nestabilnost pri lakšim sportskim aktivnostima ili srednje teškom fizičkom radu.
- Moguće je kompenzovati nestabilnost, ali sportske aktivnosti i težak fizički rad su limitirani. Nemogućnost brze promene pravca.
- Nestabilnost pri sportskim aktivnostima i srednje teškom radu. Povremeno se može javiti i pri jednostavnim svakodnevnom aktivnostima i lakom radu. (do tri puta godišnje)
- Nestabilnost se javlja pri jednostavnim svakodnevnom aktivnostima ili lakom fizičkom radu. Javlja se makar jednom mesečno. Zahteva posebnu pažnju pri aktivnostima.
- Izraženi problemi koji su konstantno prisutni, javljaju se i pri jednostavnim aktivnostima poput hoda. Nemogućnost promene pravca.

Četvrti deo: Opšti nivo aktivnosti

- Normalno koleno, bez ograničenja, moguće izvoditi sve zahteve, uključujući izuzetno naporne sportske aktivnosti i težak fizički rad.
- Moguće izvoditi zahteve izuzetno napornih sportskih aktivnosti, ali sa nižim nivoom od prethodnog. Obuhvata i limitiran izuzetno težak fizički rad.
- Lake rekreativne sportske aktivnosti moguće uz retke simptome. Sportske aktivnosti nešto višeg inteziteta izazivaju problema. Moguće je učešće u više sportskih aktivnosti, rad ograničen na srednje težak fizički rad.
- Nemogućnost obavljanja sportskih i rekreativnih aktivnosti. Hod retko izaziva simptome. Limitirana na lak fizički rad.
- Hod, dnevne aktivnosti izazivaju umerene do izražene simptome. Ograničava fizičku aktivnost veći deo vremena.
- Hod, dnevne aktivnosti izazivaju izražene do teške simptome. Ograničava fizičke aktivnosti konstantno.

Peti deo: Hod

- Nema ograničenja pri hodu
- Diskretna ograničenja pri hodu
- Srednje izražene tegobe (do 800m hoda po ravnom)
- Izražene tegobe (300-500m hoda po ravnom)
- Izuzetno izražene tegobe (nemogućnost hoda bez upotrebe štapa ili štaka)

Šesti deo: Stepenice

- Nema ograničenja pri upotrebi stepenica
- Diskretna ograničenja pri upotrebi stepenica
- Srednje izražene tegobe (10-15 stepenika moguće)
- Izražene tegobe (hod uz stepenice zahteva upotrebu gelendera)
- Izuzetno izražene tegobe (1-5 stepenika uz gelender)

Sedmi deo: Trčanje

- Nema ograničenja pri upotrebi stepenica (fizička sprema na visokom nivou)
- Diskretna ograničenja (mogućnost trčanja brzinom koja je 50% maksimalne)
- Srednje izražene tegobe (mogućnost trčanja 2-4km)
- Izražene tegobe (mogućnost trčanja 300-500m)
- Izuzetno izražene tegobe (moguće samo par koraka trčanja)

Osmi deo: Skakanje i promena pravca

- Nema ograničenja pri upotrebi stepenica (fizička sprema na visokom nivou)
- Diskretna ograničenja (povremeno smanjen intezitet zbog tegoba)
- Srednje izražene tegobe (odustajanje od izuzetno napornih sportskih aktivnosti, rekreativno bavljenje sportom moguće)
- Izražene tegobe (utiče na sve sportske aktivnosti, snižen intezitet aktivnosti)
- Izuzetno izražene tegobe (jedino moguće lagane aktivnosti (golf, plivanje))

TEST LISTA

Ime i prezime _____

Operisana noga D L

Telefon _____

Datum pregleda __/__/__

Dominantna noga D L

Mehanizam povrede _____

Obim **natkolenice** levo ____/____ cm

Obim **natkolenice** desno ____/____ cm Obim

potkolenice levo _____ cm

Obim **potkolenice** desno _____ cm

Obim pokreta desno fleksija ____°

extenzija ____°

levo fleksija ____°

extenzija ____°

Kolateralna nestabilnost lateralna medijalna

Neuroloski deficit _____

Ponovna hirurgija _____

Test klečanja

Lachman test

Pivot shift test

One – leg – hop desno ____ levo ____

KT1000 Rehabilitacija KCS yes no

Rtg :

| D | L |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

BIOGRAFIJA AUTORA

Dr Darko (Miroslav) Milovanović je rođen 25.06.1977. godine u Požegi, gde je završio osnovnu školu, dok je srednju školu završio u Užicu. Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu je upisao 1996. godine, potom i diplomirao 2004. godine sa prosečnom ocenom 8.00. Nakon završetka lekarskog staža, radio je kao lekar volonter na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Srbije, gde je od 2008. godine i zaposlen. Postdiplomske, specijalističke akademske studije iz oblasti ortopedске hirurgije i traumatologije je odbranio na Medicinskom fakultetu 2013. godine, sa akademskim radom “Komplikacije operativne rane posle implantacije totalne proteze kolena”, čiji je mentor bio prof. dr Marko Bumbaširević. Specijalističke studije iz ortopedске hirurgije i traumatologije je upisao 2011. na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, gde je i položio specijalistički ispit 2016. godine sa odličnim uspehom. Pohađao je stručna usavršavanja iz oblasti artroskopske hirurgije i aloartroplastike kolena u zemlji i inostranstvu. Autor i koautor više naučnih radova u domaćim i stranim časopisima, kao i aktivni predavač na domaćim i inostranim kongresima. Redovni je član Srpskog lekarskog društva (SLD), Srpske ortopedsko traumatološke asocijacije (SOTA), Evropskog udruženja sportske traumatologije, hirurgije kolena i artroskopije (ESSKA) i Američke akademije ortopedskih hirurga (AAOS).

Trenutno radi kao klinički asistent na Katedri hirurgije sa anesteziologijom Medicinskog fakulteta i načelnik Odeljenja operacionog bloka Klinike za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Univerzitetskog kliničkog centra Srbije. Posедуje aktivno znanje engleskog i ruskog jezika.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Дарко Миловановић

Број индекса RH18/13

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

“Утицај фибрина богатог тромбоцитима на регенерацију дефекта пателарног лигамента и функционални опоравак пацијената после реконструкције предњег укрштеног лигамента колена”

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 21.03.2024.

Дарко Миловановић

Образац изјаве о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Дарко Миловановић

Број индекса RH-18/13

Студијски програм Реконструктивна хирургија

Наслов рада „Утицај фибрина богатог тромбоцитима на регенерацију дефекта пателарног лигамента и функционални опоравак пацијената после реконструкције предњег укрштеног лигамента колена“

Ментор Проф. др Марко Кадија

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 21.03.2024. године

Дарко Миловановић

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Утицај фибрина богатог тромбоцитима на регенерацију дефекта пателарног лигамента и функционални опоравак пацијената после реконструкције предњег укрштеног лигамента колена“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 21.03.2024. године

Дарко Миловановић

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.