Utjecaj prijeoperacijske blokade perifernih živaca na poslijeoperacijsku bol i ranu mobilizaciju bolesnika nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljenskoga zgloba

Skok, Ira

Doctoral thesis / Disertacija

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:742148

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
MEDICINSKI FAKULTET

Ira Skok

Utjecaj prijeoperacijske blokade perifernih živaca na poslijeoperacijsku bol i ranu mobilizaciju bolesnika nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljenskoga zgloba

DISERTACIJA

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
MEDICINSKI FAKULTET

Ira Skok

Utjecaj prijeoperacijske blokade perifernih živaca na poslijeoperacijsku bol i ranu mobilizaciju bolesnika nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljenskoga zgloba

DISERTACIJA

Zagreb, 2021.

Disertacija je izrađena na Klinici za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje i Zavoda za ortopediju KB „Sveti duh“ u Zagrebu

Voditelji rada: prof.dr.sc. Ivan Bojanić, dr med. i izv.prof.dr.sc. Višnja Nesek Adam, dr.med.

Zahvaljujem se svojim mentorima prof.dr.sc. Ivanu Bojaniću i izv.prof.dr.sc. Višnji Nesek Adam na pomoći i konstruktivnim savjetima prilikom pisanja doktorske disertacije. Zahvaljujem se prof. Milanu Papiću na strpljenju, požrtvovanosti i energiji uloženoj kod statističke obrade podataka. Prijateljici i kolegici doc.dr.sc. Nadiri Duraković zahvaljujem na korisnim savjetima i tehničkoj podršci. Bratu prof. Srđanu Skoku za pomoć pri grafičkom uređenju. Majci Jasni Skok, specijalistici anesteziologije, reanimatologije i intenzivnog liječenja zahvaljujem na svoj ljubavi i podršci da ne odustanem od svega. Svojoj obitelji, životnom partneru Peteru Šenekaru, te djeci Idi i Borisu zahvaljujem na poklonjenom strpljenju.

Sadržaj

1. UVOD I SVRHA RADA 1
1.1 Ozljeda prednje ukrižene sveze 1
1.2 Rekonstrukcija prednje ukrižene sveze 2
1.3 Bolni podražaj 2
1.3.1 Periferna modulacija boli 3
1.3.2 Spinalna modulacija 3
1.3.3 Neuroplastičnost 4
1.3.4 Supraspinalna modulacija 5
1.4 Akutna bol 5
1.5 Nocicepcija 6
1.6 Kronična bol 7
1.7 Poslijeoperacijska kontrola boli 8
1.7.1 Parenteralna terapija – centralni analgetici 9
1.7.2 Tramadol i metamizol 9
1.8 Regionalna anestezija 10
1.9 Anatomska inervacija koljenskog zgloba 11
1.10 Lokalni anestetici 15
1.11 Anesteziološka metoda kod rekonstrukcije prednje ukrižene sveze 17
2. HIPOTEZA 19
3. CILJEVI RADA 20
3.1 Opći cilj 20
3.2 Specifični ciljevi 20
4. MATERIJALI I METODE 21
4.1 Ispitanici - uzorak 21
4.1.1 Anesteziološki i operacijski protokol 27
4.2 Metode 30
5. REZULTATI 34
5.1 Demografske karakteristike ispitanika 34

5.2 Pokazatelji unutaroperacijske i poslijeoperacijske ugode 36
5.2.1 Stupanj poslijeoperacijske boli 37
5.2.2 Potrošnja dodatnih analgetika 38
5.2.3 Poslijeoperacijska mučnina i povraćanje 44
5.2.4 Stupanj postpunkcijskih glavobolja 45
5.2.5 Zadovoljstvo bolesnika i operatera 45
5.3 Parametri poslijeoperacijske pokretljivosti 46
5.3.1 Motorička slabost mišića kvadricepsa 46
5.3.2 Mogućnost podizanja stopala 47
6. RASPRAVA 48
7. ZAKLJUČAK 59
8. KRATKI SADRŽAJ NA HRVATSKOM JEZIKU 60
9. KRATKI SADRŽAJ NA ENGLESKOM JEZIKU 61
10. POPIS LITERATURE 62
11. KRATKA BIOGRAFIJA 70

Popis oznaka i kratica

NMDA	N-metil-D-aspartat
NRM	nucleus raphe magnus
NSAIL	nesteroidni antiupalni lijekovi
LA	lokalni anestetik
Na- kanali	Natrijevi kanali
NaCl	Natrij klorid
G	engl. gauge, mjerna jedinica debljine spinalne igle
VAS	vizualno- analogna skala

1. UVOD I SVRHA RADA

1.1 Ozljeda prednje ukrižene sveze

Operacije koljenskog zgloba jedne su od najčešćih u ortopedskoj kirurgiji. Smatra se da je učestalost ozljede prednje ukrižene sveze sedamdeset slučajeva godišnje na sto tisuća stanovnika (1). Artroskopija je danas vodeća metoda kod manjih (npr. meniscektomija) i većih (npr. rekonstrukcija prednje ukrižene sveze) operacija. Ozljeda prednje ukrižene sveze smatra se jednom od najagresivnijih ozljeda jer u velikoj mjeri uništava koljenski zglob (2). Poznato je da na dinamičku stailnost koljena utječu pasivne (sveze) i aktivne (živčanomišićni dio) zglobne strukture (3). Prednja ukrižena sveza je primarna struktura, koja sprečava prednji pomak goljenične kosti (lat. tibia) u odnosu na natkoljeničnu kost (lat.femur), te tako doprinosi rotacionoj stabilnosti u frontalnoj i transverzalnoj osi (4). Smatra se jednom od najviše proučavanih struktura muskuloskeletalnog sustava kroz prošla desetljeća i mnogih biomehaničkih i anatomskih istraživanja. Ozljedi prednje ukrižene sveze često je pridružena ozljeda meniskusa, a neminovno je i oštećenje hrskavice što povećava rizik nastajanja ranog poslijetraumatskog osteoartritisa (5). Očituje se izljevom u koljeno, smanjenim opsegom pokreta, slabošću mišića i ograničenom funkcionalnom sposobnošću. Puknuće prednje ukrižene sveze najčešće je rezultat sportskih ozljeda, tako je i ciljana populacija pretežno mlada i zdrava. Većina ozljeda nastaje nekontaktnim mehanizmom: prednjim pomakom goljenične kosti, valgus položajem koljena i unutrašnjom rotacijom goljenične kosti (6). Dugo se smatralo da kirurška rekonstrukcija u smislu šivanja ligamenta prednje ukrižene sveze ima slabu prognozu

zaraštavanja, koja iznosi 40-100% (7-9). Tako su se razvile metode rekonstrukcije ligamenta drugim tkivom.

1.2 Rekonstrukcija prednje ukrižene sveze

Osnovna težnja ortopedskog liječenja je što brži oporavak i vraćanje funkcije. Danas je rekonstrukcija prednje ukrižene sveze zlatni standard za uspostavljanje stabilnosti koljena, uz stalno nove varijacije u smislu optimizacije kirurške metode. Tkivo puknutog ligamenta kirurški se odstranjuje iz koljena i zamjenjuje alograftom ili autograftom, tkivom, koje se uzima iz medijalnih mišića stražnje lože (pregibača koljena) ili srednje trećine patelarne tetive. Stvara se kanal na anatomskom hvatištu u distalnom dijelu natkoljenične kosti i proksimalnom dijelu potkoljenične kosti (10). Uz razvoj kirurške metode, boljim poslijeoperacijskim rezultatima doprinose i usavršeni kirurški materijal i instrumentarij, te puno jasnije slike magnetske rezonance prilikom dijagnostike ozljede. U prilog što boljeg oporavka, postavljaju se i određeni rehabilitacijski protokoli, o kojima su takvi bolesnici dobro informirani (11). Minimalno invazivna tehnika smanjuje kiruršku traumu tkiva, ali poslijeoperacijska bol ostaje ozbiljan klinički problem u prva dvadesetičetiri sata (12).

1.3 Bolni podražaj

Bolni podražaj obuhvaća složeni sustav fizioloških kaskada koji uključuje različite neurotransmitere i kemijske tvari na različitim anatomskim lokacijama. Radi se o složenoj fiziološkoj reakciji, koja se očituje autonomnim i psihološkim odgovorima, a rezultiraju neugodnim, neželjenim senzornim i emocionalnim iskustvom. Snažna nocicepcijska somatska i visceralna poslijeoperacijska bol smatra se najznačajnijim

čimbenikom razvoja endokrinih i neurohumoralnih poremećaja u neposrednom poslijeoperacijskom razdoblju (13). Nove spoznaje složene neurofiziologije boli te patofizioloških mehanizama uključenih u nastanak, prijenos i opažanje bolnog doživljaja, sve više pažnje usmjeravaju njegovom učinkovitom poslijeoperacijskom liječenju u cilju poboljšanja kvalitete konačnog ishoda kirurškog liječenja. Modulacija boli se odvija periferno, na razini nociceptora, na razini leđne moždine ili na razini supraspinalnih struktura.

1.3.1 Periferna modulacija boli

Periferna modulacija nastaje ili oslobađanjem ili odstranjenjem alogenih supstanci u blizini nociceptora. Ozljeda tkiva aktivira nociceptore oslobađanjem neurotransmitera – tvar P, glutamat. Ostali alogeni medijatori – kalijevi i vodikovi ioni, laktična kiselina, serotonin, histamin, bradikinin i prostanglandini - dalje senzitiraju nociceptore te djeluju kao posrednici upalnog odgovora.

1.3.2 Spinalna modulacija

Modulacija na razini leđne moždine nastaje kao posljedica djelovanja neurotransmitera u dorzalnom rogu kralješnične moždine ili kao posljedica spinalnih refleksa, koji provode eferentne impulse natrag prema perifernom nociceptivnom području. U regulaciji aferentnih impulsa kao ekscitatorni neurotransmiteri sudjeluju: L – glutamat i aspartat te nekoliko neuropeptida, uključujući vazoaktivni intestinalni peptid te neuropeptid Y. Od inhibitornih neutrotransmitera najvažniji su enkefalini, β-endorfini, noradrenalin, dopamin, adenozin, acetilkolin (14).

1.3.3 Neuroplastičnost

Neuroplastičnost predstavlja dinamičku modulaciju neuralnih impulsa. Smatra se da neuralne veze uključuju izolirane, nepromijenjene prijenose jednog ili grupe impulsa među neuronima. Kako su periferni nociceptori senzitirani medijatorima upale lokalnog tkiva, povećava se neuralna ekscitabilnost i izbijanje impulsa. Ta primarna hiperalgezija dozvoljava da podražaj, koji je bio ispod praga za izazivanje boli generira akcijski potencijal, koji se dalje ortodromno širi duž leđne moždine (15,16). Facilitacija provođenja impulsa je djelomično posredovana alogenim tvarima oslobođenima iz ozlijeđenog tkiva, a aksonalni refleksi dodatno dovode do otpuštanja tvari P sa posljedičnom vazodilatacijom i degranulacijom mastocita, oslobađanjem histamina i serotonina te širenjem receptivnog polja izvan granica ozlijeđenog područja – sekundarna hiperalgezija (16). Povećanje frekvencije prijenosa impulsa prema dorzalnom rogu kralješnične moždine smanjuje razliku između potencijala u mirovanju i kritičnog praga potencijala neurona drugog reda. Kako raste izbijanje na razini perifernih živaca, dolazi do promjena u ekscitabilnosti u ostalim neuronima leđne moždine čime se mijenja njihov odgovor na aferentne impulse. Ta se centralna senzitacija za aferentne impulse, koja nastaje kao posljedica funkcionalnih promjena u procesuiranju impulsa naziva neuroplastičnost (16-18). Sinaptička plastičnost na razini leđne moždine uključuje vezanje glutamata na receptor za N- metil – D – aspartat (NMDA) kao i vezivanje tvari P i neurokinina na tahikininski receptor. Visoka frekvencija presinaptičke aktivnosti dovodi do otpuštanja glutamata i tahikinina iz presinaptičkih vezikula (19).

1.3.4 Supraspinalna modulacija

Nekoliko supraspinalnih struktura šalje vlakna niz leđnu moždinu kako bi inhibirala bolne podražaje na razini dorzalnog roga. Važna mjesta postanka tih vlakana su periakveduktalna siva tvar, retikularna formacija te nucleus raphe magnus (NRM). Ovi putevi reguliraju antinociceptivnu aktivnost putem α2 – adrenergičkih, serotonergičkih i opijatnih (μ,δ i κ) receptorskih mehanizama. Inhibitorni adrenergički putevi započinju prvenstveno u periakveduktalnoj sivoj tvari i retikularnoj formaciji. Noradrenalin posreduje u aktivnosti putem aktivacije prije ili poslijesinaptičkih α2 – receptora. Serotonergička vlakna iz NRM provode inhibitorne impulse prema dorzalnom rogu putem dorzolateralnog funikulusa. Endogeni opijatni sustav (primarno NRM i retikularna formacija) djeluje putem metionin enkefalin, leucin enkefalin i β – endorfina (20). Akutna bol je tipično povezana s razvojem neuroendokrinog stresnog odgovora, koji je proporcionalan intenzitetu bolnog podražaja.

Bol možemo klasificirati prema patofiziologiji (nociceptivna ili neuropatska), etiologiji (poslijeoperacijska ili maligna) ili zahvaćenom području (glavobolja). Sljedeća podjela je na akutnu i kroničnu bol.

1.4 Akutna bol

Akutna bol je uzrokovana bolnim podražajem. Bolni podražaj može uzrokovati ozljeda, bolest, poremećena funkcija mišića ili unutarnjih organa. U akutnu bol ubrajamo poslijeoperacijsku, poslijetraumatsku, obstetričku, te bol povezanu sa akutnim zbivanjem u organizmu – srčani udar, akutna upala gušterače. Akutna bol dijeli se na somatsku i visceralnu. Somatska bol može biti površinska - uzrokovana podražajima koji dolaze iz kože, potkožnog tkiva te mukoznih membrana i duboka bol

- iz mišića, tetiva, zglobova i kosti. Visceralna bol je uzrokovana bolešću ili poremećenom funkcijom unutarnjeg organa ili njegove ovojnice. Akutna bol je gotovo uvijek nociceptivna, odnosno nastaje zbog aktivacije ili senzitacije perifernih nociceptora.

1.5 Nocicepcija

Pojam nocicepcije se odnosi na otkrivanje, provođenje i prijenos bolnih podražaja. Nociceptori su slobodni živčani završeci, koji mogu biti aktivirani podražajima nastalima kao posljedica termičkog, mehaničkog ili kemijskog oštećenja tkiva.

Nociceptori mogu biti kutani, koji primaju podražaje sa površine kože, duboki somatski i visceralni, smješteni u zidu unutarnjih organa ili dubljih struktura. Razlikujemo mehanonociceptore, koji reagiraju na prisutnost upale i polimodalne, koji su prisutni u najvećem broju, a aktiviraju ih vrlo visoke vrijednosti tlaka ili temperature te alogene suspstance (bradikinin, histamin, serotonin, vodikovi i kalijevi ioni, prostanglandini. Iako su nociceptori slobodni živčani završeci, u uskoj su vezi sa malih krvnim žilama i mastocitima s kojima tvore jednu funkcionalnu cjelinu (13).

Operacijski zahvati započinju čitav skup aferentnih bolnih signala i generiraju sekundarni upalni odgovor. Bolni signali se prenose mijelinizirajućim A-δ vlaknima i nemijelinizirajućim C vlaknima u stražnji rog kralježnične moždine, gdje stvaraju sinapse sa neuronima drugog reda. Kod prolongiranog bolnog podražaja, dio neurona drugog reda postaje preosjetljiv i smanjuje prag za bolni podražaj, uzrokujući posljedičnu alodiniju i hiperalgeziju. Promjene u centralnom i perifernom živčanom sustavu mogu pojačati i produžiti poslijeoperacijsku bol. Ovi fenomeni poznati su kao centralna i periferna senzitizacija. Oba procesa dovode do smanjenog praga boli za

nociceptore i poslijeoperacijske hipersenzitivnosti što doprinosi razvoju kronične boli. Prema pregledu literature, učestalost poslijeoperacijske boli je i dalje visoka. U današnje vrijeme liječenje poslijeoperacijske boli usmjerava se na profilaktičko, odnosno preemptivno, temeljeno na operacijskim zahvatom uvjetovanim mehanizmima (somatska i visceralna nocicepcijska bol, neuropatska komponenta boli, statička i dinamička bol). Preemptivna analgezija definira se kao antinociceptorna intervencija, koja se izvodi prije kirurške incizije i puno je učinkovitija kod kontrole poslijeoperacijske boli, nego što bi to bila kada bi se izvela poslijeoperacijski. Razlog tome leži u blokadi centralne senzitizacije prije nego se ona razvije. Kao što je već ranije spomenuto, nociceptorni signali inicirani kirurškom incizijom potiču stanje centralne hiperaktivnosti, koje nazivamo centralna senzitizacija. Centralnu senzitizaciju pojačava bol (amplifikacija i pamćenje). Bitno je podesiti dozu, kako bi se uspjela postići i optimalna duljina trajanja bloka. Ukoliko blokada nociceptivnih aferentnih niti popusti, bolna kirurška rana može ponovno inicirati stanje centralne senzitizacije i tada postaje neovisna od perifernih nociceptivnih utjecaja. Tako da je osim vremena kada se izvodi blokada bitno i trajanje i efikasnost bloka. (21-23)

1.6 Kronična bol

Kroničnu bol definiramo kao bolni podražaj, koji traje duže od uobičajenog tijeka akutnog stanja ili razdoblja cijeljenja, najčešće od jednog do šest mjeseci. Patofiziološki mehanizam boli može biti nociceptivna ili neuropatska bol ili njihova kombinacija. Osnovna razlika u odnosu na akutnu bol je oslabljeni neuroendokrini

stresni odgovor, a izražena psihološka i socijalna komponenta. U kroničnu bol ubrajamo bol nastalu zbog poremećaja mišićnokoštanog sustava, kroničnih visceralnih poremećaja, lezija perifernih živaca, živčanih korijenova ili ganglija stražnjih korijenova (kauzalgija, fantomska bol, postherpetična neuralgija), lezija središnjeg živčanog sustava (moždani udar, oštećenje leđne moždine, multipla skleroza), te maligne bolesti sa širenjem u središnji živčani sustav (24,25). Pojava kronične boli ovisi o vrsti i tipu kirurškog zahvata, individualnoj psihičkoj osjetljivosti i anksioznosti, ali svakako uključuje osim prijeoperacijske boli duže od mjesec dana i jaku akutnu poslijeoperacijsku bol. Kronična bol je predmet mnogih istraživanja. U zadnja dva desetljeća objavljen je velik broj istraživanja koja se bave konceptom preemptivne analgezije, odnosno blokiranjem bolnog podražaja prije nego što on započne. Bolni signal može se prekinuti na nekoliko anatomskih nivoa: na mjestu ozljede, na perifernom živčanom vlaknu, dorzalnom rogu kralješnične moždine i moždanom korteksu (26).

1.7 Poslijeoperacijska kontrola boli

Poslijeoperacijska bol je rezultat somatskih, senzornih i psihičkih odgovora na kiruršku traumu (27).

Dugogodišnji standard liječenja uključivao je visoke doze opioidnih analgetika sa ili bez kombinacije sa nesteroidnim antiupalnim lijekovima (NSAIL), odnosno nekom vrstom neopioidnih analgetika. Regionalna anestezija je uvijek bila atraktivnija i kao metoda prihvatljivija, ali premalo korištena.

1.7.1 Parenteralna terapija – centralni analgetici

Dugogodišnji standard kontrole umjerene do jake poslijeoperacijske boli uključivao je visoke doze parenteralno primijenjenih centralnih analgetika. Uz takvu terapiju prisutni su neželjeni popratni učinci i posljedično tome duži poslijeoperacijski oporavak.

U ortopedskoj kirurgiji za sprečavanje umjerene do jake poslijeoperacijske boli, što se odnosi i na rekonstrukciju prednje ukrižene sveze, koristila se najčešće kombinacija opioidnih lijekova i NSAIL. Kombinacija tih lijekova se koristi zbog njihovog sinergističkog analgetskog učinka, te smanjenja neželjenih učinaka.

1.7.2 Tramadol i metamizol

Najčešće korišteni analgetici kod ortopedskih bolesnika je kombinacija opioidnih analgetika i NSAIL. Tramadol je centralni analgetik sa niskim afinitetom za opioidne receptore. Metabolizira sa na dva načina u jetri i samo jedan od metabolita je farmakološki aktivan. Ujedno je i selektivan za μ receptore (28). Metamizol je NSAIL, koji ima analgetsko i antipiretsko djelovanje. Kao derivat pirazolona sprečava sintezu prostaglandina na centralnom i perifernom nivou. Poznato je i da je njegov antinociceptivni učinak barem djelomično uvjetovan centralnim mehanizmima (29).

Prilikom akutne terapije boli kombinacija tramadola i metamizola značajno pojačava antinociceptivni učinak, u odnosu na samostalnu pojedinačnu primjenu pojedinog lijeka (30). Tramadol, kao slabi opioidni agonist (μ-agonist) i serotoninski antagonist, u kombinaciji sa metamizolom ima sinergističko analgetsko djelovanje, koje se koristi za umjerenu do jaku bol (31,32). Međutim, njihov sinergistički učinak smanjuje se nakon ponovljene primjene za gotovo 53% (29). Kod ponavljane terapije dolazi do

pojave farmakokinetičke interakcije između ta dva lijeka i razvoja tolerancije (33). Učinkovitost ove terapije je ograničena i kao i kod svake duže terapije opioidnim lijekovima dolazi do potrebe za većom dozom što rezultira pojavom neželjenih učinaka.

1.8 Regionalna anestezija

Sadašnjost i budućnost kontrole boli zasniva se na regionalnim anesteziološkim tehnikama s naglaskom na blokadu ciljanih perifernih živaca. Na taj način nastoji se kontrolirati unutaroperacijska, akutna i kronična poslijeoperacijska bol. Optimalna analgetska metoda trebala bi osigurati kontrolu boli bez centralnog učinka (npr. mučnina, povraćanje) uz održanu motoričku funkciju.

Koriste se različite skupine lijekova: centralni opioidni analgetici, nesteroidni antiupalni lijekovi, duže ili kraće djelujući lokalni anestetici sa ili bez adjuvansa. Uz parenteralnu, koristi se epiduralna analgezija, koja omogućuje odgovarajuću kontrolu boli, ali uzrokuje brojne neželjene učinke (pad tlaka, urinarna retencija). Lokalna infiltracija operacijskog područja(npr. rane, zgloba) je također učinkovita, ali kratkog djelovanja (34,35). Blokada perifernih živaca pokazala se najprihvatljivijom metodom sa najmanje neželjenih pojava. Regionalna anestezija i poslijeoperacijska analgezija je svakako superiorna u odnosu na opću anesteziju i parenteralnu analgeziju (36). Prednost ima periferna blokada ciljanih živaca jer omogućuju učinkovitu analgeziju uz minimalne neželjene učinke što ubrzava oporavak bolesnika.

U kliničkoj praksi se regionalna anestezija, u ovom slučaju specifično govorimo o blokadi perifernih živaca, premalo koristila zbog različite uspješnosti ovisnoj o vještini anesteziologa i korištenja »slijepe tehnike« (parestezije i stimulator živca). U zadnjih

nekoliko godina raste interes za regionalnu anesteziju zbog upotrebe ultrazvuka. Ultrazvučno vođeni blokovi perifernih živaca omogućuju izravni prikaz ciljanog područja sa pripadajućom anatomijom. Cjelovitim prikazom igle kojom izvodimo blok izbjegavaju se neželjene punkcije krvožilnih struktura, ozljede perifernog živca, vidljivo je širenje lokalnog anestetika oko ciljanog živca što doprinosi uspješnosti bloka, a smanjenjem doze lokalnog anestetika za pojedini živac smanjuje se sistemska toksičnost. Koristi se visokofrekventna linearna sonda (10-15 MHz) koja omogućuje istodobni prikaz svih spomenutih struktura. Za punkciju se koriste igle koje stimuliraju periferni živac kada se spoje na živčani stimulator. Prednost se daje korištenju specijalno izrađenih stimulacijskih igala koje su ručno brušene po cijeloj dužini, što olakšava ultrazvučni prikaz, a atraumatski vrh moguću ozljedu tkiva i ciljanih živčanih struktura svodi na minimum. Koriste se struje minimalne jakosti, frekvencije i duljine trajanja (0.4-0.6 mA; 2 Hz, 0.1 ms). Dobivene kontrakcije mišića prilikom stimulacije živca služe kao potvrda ultrazvučnom prikazu i u današnje vrijeme predstavljaju zlatni standard prilikom izvođenja regionalne anestezije pod kontrolom ultrazvuka. Kod ovakve anesteziološke tehnike važno je poznavanje anatomije.

1.9 Anatomska inervacija koljenskog zgloba

Važno je poznavati inervaciju koljenskog zgloba, koja je kompleksna i podložna varijacijama. Tri glavna periferna živca odgovorna su za senzornu inervaciju koljena: femoralni (lat. n.femoralis), obturatorni (lat. n.obturatorius) i ishijadični (lat. n.ischiadicus) živac. Femoralni živac je mješoviti živac kojeg čine grane drugog, trećeg i četvrtog spinalnog živca u lumbalnoj regiji. Stvaranjem jedinstvenog živca

spušta se u zdjelicu prema distalno uz mišić psoas (lat. m.psoas). U natkoljenicu se probija ispod ingvinalnog ligamenta (lat. ligamentum inguinale) i ulazi u femoralni trokut (lat. trigonum femorale). To je anatomski važno područje natkoljenice za izvođenje ultrazvučno vođenog femoralnog bloka zbog jasno uočljivih struktura. Sadržaj femoralnog trokuta čine gledajući medijalno prema lateralnom: femoralna vena (lat. v.femoralis), femoralna arterija (lat. a.femoralis) i femoralni živac, koji je vezivom odvojen od krvožilnog spleta. Femoralni živac se počinje granati 4-5 cm ispod ingvinalnog ligamenta na prednju i stražnju skupinu snopova. Prednja skupina daje motoričke grane za inervaciju mišića sartoriusa (lat. m.sartorius) i senzorne grane za kuk i anteromedijalnu kožu natkoljenice. Dio senzornih grana u kombinaciji sa živcem safenusom (lat. n.saphenus) formira patelarni pleksus odgovoran za inervaciju kože prednjeg dijela koljena, a drugi dio zajedno sa granama obturatoriusa i safenusa čini subsartorijalni pleksus zadužen za inervaciju medijalnog dijela koljena. Stražnji snop femoralnog živca daje živac safenus i živce za inervaciju mišića vastusa: lateralni, srednji i medijalni (lat. m.vastus medialis, lateralis et medius). Živac za vastus lateralis inervira anterolateralni dio kapsule koljena, a živac za vastus medijalis zajedno sa živcem safenusom u aduktornom kanalu (lat. canalis adductorius) snabdijeva anteromedijalnu stranu koljenskog zgloba. Živac safenus je u cijelosti senzorni živac i najduža grana femoralnog živca. Nakon odvajanja od femoralnog živca proksimalno u femoralnom trokutu, spušta se u aduktorni kanal pokraj mišića sartoriusa uz femoralnu arteriju, postavljajući se lateralno od nje, a onda prelazi medijalno i ispred arterije koja se distalnije pretvara u poplitealnu arteriju uz mišić sartorius. U tom dijelu, živac safenus nastavlja putovati uz mišić sartorius. Živac

safenus snabdijeva kožu medijalne i prednje strane potkoljenice i stopala, sa patelarnim pleksusom inervira patelu, a sa subsartorijalnim pleksusom inervira medijalni dio distalne natkoljenice. Naposljetku daje ogranak za prednji donji dio koljenske kapsule. Obturatorni živac je također miješani živac i potječe od prednjih grana drugog trećeg i četvrtog spinalnog živca u lumbalnoj regiji. Prolazom kroz obturatorni kanal i ulaskom u natkoljenicu dijeli se na prednju i stražnju granu. Prednja grana se spušta ispred kratkog aduktornog mišića (lat. m.adductor brevis), iza mišića pektineusa (lat. m.pectineus) i dugog aduktornog mišića (lat. m.adductor longus). Daje mišićnu granu za mišiće: dugi i kratki aduktorni mišić, mišić gracilis (lat. m.gracilis) i pektinealni mišić. Ako je prisutna kutana grana (varijabilno), inervira kožu donje medijalne strane natkoljenice. U anatomskom smislu često se opisuje anastomoza prednje grane obturatornog živca sa živcem safenusom u aduktornom kanalu. U istraživanju koje su objevili Horner i Dellon (37) pokazano je da prednja grana obturatornog živca značajno sudjeluje kod inervacije koljena. Stražnja grana obturatornog živca silazi između kratkog i velikog aduktornog mišića (lat. m.adductor magnus). Prolazi kroz veliki aduktorni mišić koji obskrbljuje i ulazi u aduktorni kanal, a po izlasku iz kanala kroz aduktorni otvor (lat. hiatus adductorius) slijedi femoralnu arteriju u poplitealnoj jami (lat. fossa poplitea). Po dosadašnjem saznanju, ne zna se na kojoj razini stražnja grana ulazi u aduktorni kanal. U poplitealnoj jami anastomozira sa granama tibijalnog živca (lat. n.tibialis) i tvori poplitealni pleksus, koji inervira stražnji dio koljenskog zgloba. U slučajevima gdje stražnja grana obturatornog živca ne daje granu za koljenski zglob, prednja grana čini anastomozu sa safenusom u aduktornom kanalu, dajući granu za koljenski zglob. Čini se da je grana obturatornog

živca prilično konstantna za koljenski zglob. Ishijadični živac potječe od lumbosakralnog pleksusa, koji tvore grane spinalnih živaca, četvrtog i petog lumbalnog i prva dva sakralna. Ishijadični živac sudjeluje u inervaciji stražnjeg, lateralnog i medijalnog dijela koljenskog zgloba. Kako je prema dosadašnjem znanju senzorna inervacija koljenskog zgoba prilično kompleksna, tako je i blokada ciljanih živaca otvorena za razne kombinacije, podešavanje optimalnog volumena i koncentracije lokalnog anestetika. Blokada femoralnog živca u kombinaciji sa ishijadičnim živcem dobra je analgetska metoda, ali kod većine bolesnika dovodi do određenog stupnja motorne blokade većeg dijela prednje i stražnje skupine mišića donjeg ekstremiteta. Selektivna blokada živca safenusa, uglavnom je bila korištena za zahvate distalno od koljena. U zadnjih nekoliko godina, razmišlja se i postoje početni radovi o korištenju spomenute blokade kod velikih operacija, najčešće ugradnje kompletne endoproteze koljena. Do sada se nije našlo velikih studija o selektivnoj blokadi živca safenusa u kombinaciji sa ishijadičnim živcem za kontrolu poslijeoperacijske boli kod rekonstrukcije prednje ukrižene sveze. Kako je safenus u cijelosti senzorni živac, njegova blokada ovisi isključivo o ultrazvučnom prikazu, a stoga bi mišićna slabost trebala u velikoj mjeri izostati (38). Uz podešenje doze, volumena i koncentracije lokalnog anestetika kod idealnog mjesta blokade safenusa (u aduktornom kanalu) ne može se utjecati na raspoređenost anestetika na ostale živce koji su zaduženi za motoričku inervaciju. Jedini motorički živac koji putuje kroz aduktorni kanal je živac koji inervira mišić vastus medijalis (lat. n.vastus medialis), čija je blokada kod ove operacije poželjna. Prilikom njegove blokade do određenog stupnja smanjuje se snaga mišića kvadricepsa, ali manje nego kod blokade femoralnog

živca koji pogađa sve četiri grane mišića kvadricepsa, te motorni ogranak za mišić pektineus. Stražnja grana obturatornog živca ulazi distalno u kanal, ali kako je gornji dio mišića aduktor magnusa najdistalniji mišić inerviran tim živcem, motorni blok izostaje jer se motorna vlakna odvajaju prije nego živac uđe u aduktorni kanal (39,40).

1.10 Lokalni anestetici

Svi lokalni anestetici (LA) su kemijski definirani kao esteri ili amidi vezani na ugljikohidratni lanac. Prvi i jedini prirodni ester je kokain. Godine 1904. sintetiziran je prvi ester prokain. Prvi sintetizirani amid je lidokain 1948. godine. Odmah se počeo široko primjenjivati u svim vrstama regionalne anestezije. Vrlo brzo su otkrivene nove serije lokalnih anestetika, čija baza je bila lidokainska struktura. To su mepivakain, bupivakain, ropivakain i levobupivakain. Ropivakain i levobupivakain su jedinstveni optički izomeri, te zbog takve građe imaju manju kardiotoksičnost. Mehanizam djelovanja LA na živčano tkivo na molekularnoj razini odnosi se na interakciju između LA i natrijevih kanala (Na) kanala, koji posjeduju mjesto za vezanje LA. Natrijevi kanali (Na-kanali) su integralni membranski proteini, koji započinju i šire akcijski potencijal u živčanom vlaknu, dendritima, mišićnom tkivu. Započinju širenje akcijskog potencijala u specijaliziranim stanicama srca, mozga i filtriraju sinaptičke impulse. Kada govorimo o farmakodinamici LA, govorimo o jakosti, dužini trajanja LA, o brzini početnog djelovanja bloka i senzornoj blokadi. Jakost lokalnog anestetika raste kod veće molekularne težine i topljivosti u lipidima. Znači da veći i lipofilniji LA brže prolaze kroz živčanu membranu i ujedno imaju jači afinitet vezivanja na Na-kanale. Takvi anestetici su npr. bupivacain, levobupivacain, ropivacain. Navedeni LA

su slabo topljivi u vodi, imaju visoki stuupanj vezanja na proteine i slabije se »ispiru« sa živaca. Posljedično imaju duži učinak trajanja. Početak djelovanja ovisi o brzini difuzije u vodenom okolišu, odnosno dugodjelujući LA imaju sporiji početak djelovanja. Regionalna anestezija i terapija boli kao osnovni cilj ima selektivnu blokadu bolnih podražaja, istovremeno čuvajući ostale funkcije, kao što je npr. mišićna snaga. Međutim, senzorna anestezija, dovoljna za kiruršku inciziju u većini slučajeva se ne može postići bez veće ili manje mišićne blokade. Bupivakain, levobupivakain i ropivakain brže i jače postižu senzorni blok. Doze lokalnog anestetika koje su se ranije koristile bile su većeg volumena i koncentracije (26). Povremeno se anestetiku dodaju adjuvansi (npr. klonidin, adrenalin, deksametazon) u svrhu produženja analgezije. Najčešće se koriste kod tzv. "single-shot", odnosno jednokratne injekcije volumena za perifernu blokadu bez uvođenja katetera za provođenje kontinuirane periferne analgezije. Dodatkom adjuvansa u dugodjelujući lokalni anestetik (npr. bupivakain) produžava se analgetsko djelovanje na duže od 24 sata, sa manje utjecaja na mišićnu snagu. Djelovanje deksametazona u smislu pojačanja i produžavanja analgetskog učinka još nije dovoljno istraženo, ali nekoliko autora spominje njegovo korištenje i pozitivan učinak u kliničkoj praksi (41). Prema jednoj teoriji kortikosteroidi uzrokuju određeni stupanj vazokonstrikcije i time smanjuju apsorpciju lokalnog anestetika. Prema drugoj, prihvatljivijoj teoriji, deksametazon pojačava djelovanje inhibitornih kalijevih kanala na C vlakna, koja prenose bolne podražaje i preko glukokortikoidnih receptora smanjuju njihovu aktivnost. Smanjuju upalni odgovor i blokiraju prijenos boli preko nociceptornih vlakana. Način primjene deksametazona, parenteralno ili perineuralno ne dovodi do

produženja perifernog živčanog bloka.

1.11 Anesteziološka metoda kod rekonstrukcije prednje ukrižene sveze

Kod rekonstrukcije prednje ukrižene sveze traži se idealna anesteziološka metoda, uzimajući u obzir više čimbenika. Na prvom mjestu je zadovoljavajuća unutaroperacijska i poslijeoperacijska analgezija, usklađena sa kirurškom tehnikom i duljinom trajanja operacije. Teži se potpunom izostajanju, ili minimalnim neželjenim učincima, brzoj i što manje bolnoj tehnici. S obzirom da je već duže vrijeme regionalna anestezija i ultrazvučno vođena regionalna anestezija sa perifernom živčanom blokadom europski i svjetski standard u ortopedskoj kirurgiji (42-46), tako je i u ovom istraživanju metoda izbora. Izvodio je uvijek isti anesteziolog, koji vlada tehnikom. Spinalna anestezija, kao izabrana metoda za ovaj operacijski zahvat ima još posebni pozitivni učinak na kontrolu boli u kombinaciji sa perifernom živčanom blokadom. Prva najjača bol neposredno nakon operacijskog zahvata je još uvijek pod kontrolom zbog djelovanja spinalne anestezije. Kako spinalna anestezija počinje popuštati, nadovezuje se djelovanje perifernog živčanog bloka. Zbog sinergističkog načina djelovanja postiže se još bolji analgetski učinak.

Anatomsko predznanje, poznavanje farmakologije lokalnih anestetika, vladanje ultrazvučnom vještinom i poznavanje operacijske tehnike navodi nas na optimizaciju doze lokalnog anestetika i mjesta ultrazvučne blokade. Obzirom da je mlađa i uglavnom sportska populacija ljudi podvrgnuta ovakvim zahvatima, tehnika anestezije i analgezije mora biti prilagođena što bržoj mobilizaciji. Uvažavajući taj uvjet, blok aduktornog kanala ističe se kao alternativa blokadi femoralnog živca (18). Zbog

distalnijeg mjesta punkcije motorička snaga mišića kvadricepsa ostaje očuvana, što je veoma važno radi brze vertikalizacije i mobilizacije bolesnika. Nekoliko zadnjih godina dosta se raspravljalo o mjestu blokade živca saphenusa radi što bolje analgezije, današnje mišljenje je da je željeno mjesto na razini aduktornog kanala, točnije na granici srednje i gornje trećine natkoljenice na medijalnoj strani natkoljenice. Smatra se da je distalna granica aduktornog kanala mjesto gdje su još uvijek u kontaktu mišić sartorius i aduktor longus. To je ujedno i traženo mjesto blokade aduktornog kanala. Na taj način uspiju se blokirati i ogranci živca vastusa (lateralni i medijalni), koji su značajni za analgeziju.

Idealna vrsta i doza lokalnog anestetika bila bi ona koja samo djeluje na osjetne živčane niti. Kako takva još uvijek ne postoji, pokušavaju se maksimalno smanjiti doze lokalnih anestetika sa što boljim osjetnim i što manjim motoričkim učinkom. Pokušava se naći idealna ravnoteža između pravog volumena i koncentracije LA. Ukoliko se koristi veći volumen LA, koncentracija bi trebala biti manja i obratno, ako je koncentracija LA veća, potrebno je smanjiti volumen LA. Volumen, koji se koristi za blokadu aduktornog kanala ne bi smio biti veći od 20 ml LA, jer je dokazano da se „prelijeva“ na poplitealni dio i uzrokuje još izrazitiji mišićni blok. Osobito kada se kombinira sa blokadom ishijadičnog živca. Poznavanje ultrazvučne anatomije nam omogućuje ciljanu punkciju sa visokim postotkom uspješnosti. Uz takvu sigurnost moguće je smanjiti i doze lokalnih anestetika, tako da se koriste doze jednom do jedan i pol puta manje nego do sada. Uz smanjenje doza, dodaje se kao adjuvans kortikosteroid, radi produženog trajanja bloka, sa naglaskom na osjetnu komponentu (34).

2. HIPOTEZA

U istraživanju su postavljene tri hipoteze:

Hipoteza 1. Prijeoperacijska periferna blokada živaca pod kontrolom ultrazvuka bit će uspješnija u kontroli poslijeoperacijske boli kod kirurgije koljenskog zgloba u odnosu na uobičajeni dosadašnji postupak kontinuirane intravenske analgezije.

Hipoteza 2. Prijeoperacijska periferna blokada živaca pod kontrolom ultrazvuka ubrzat će mobilizaciju bolesnika i skratiti duljinu trajanja bolničkog liječenja kod kirurgije koljenskog zgloba u odnosu na uobičajeni dosadašnji postupak kontinuirane intravenske analgezije.

Hipoteza 3. Očekuje se da će blokada nervusa saphenusa u aduktornom kanalu biti uspješniji postupak analgezije u odnosu na blokadu nervusa femoralisa zbog održane motorike mišića kvadricepsa.

3. CILJEVI RADA

3.1 Opći cilj

Istražiti uspješnost i kvalitetu poslijeoperacijske analgezije i brzinu mobilizacije primjenom prijeoperacijske blokade perifernih živaca odgovornih za inervaciju koljenskog zgloba u odnosu na klasične metode poslijeoperacijske analgezije.

3.2 Specifični ciljevi

1.ustanoviti razliku potrošnje parenteralno primjenjenih analgetika

2. ustanoviti najmanji volumen primjenjenog lokalnog anestetika korištenog za blokadu perifernih živaca uz održavanje idealnog analgetskog učinka

3. ustanoviti idealnu lokalizaciju primjene periferne blokade živaca, fokusirajući se na funkcionalnu anatomiju, u odnosu na poslijeoperacijsku slabost mišića kvadricepsa

4. MATERIJALI I METODE

4.1 Ispitanici - uzorak

Istraživanje je provedeno na bolesnicima predviđenim za planirani operacijski zahvat rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljenskog zgloba na Klinici za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje i Zavodu za ortopediju Kliničke bolnice „Sveti duh“ u Zagrebu. Nakon odobrenja Etičkog povjerenstva bolnice, svi bolesnici koji su uključeni u istraživanje upoznati su sa svrhom i protokolom istraživanja, a svoj pristanak o ulasku u studiju potvrdili su svojim potpisom.

Uzorak je činilo 150 (n=150) ispitanika, koji su zadovoljili kriterije uključenja u istraživanje. Ispitanici su podijeljeni u tri ravnomjerne skupine: skupina 1 imala je 42 ispitanika (n=42), skupina 2 imala je 5 ispitanika (n=54), kao i skupina 3 (n=54). Veličina uzorka koristeći se analizom snage testa (engl. power analysis) određena je uz sljedeće pretpostavke: razina rizika: 0,05, snaga testa: 0,75-0,80 i jednosmjerno testiranje.

Kriteriji za uključivanje ispitanika u istraživanje su:

- planirani operacijski zahvat rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljenskog zgloba na Klinici za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje i Zavodu za ortopediju Kliničke bolnice „Sveti duh“ u Zagrebu
- prva akutna ozljeda prednje ukrižene sveze koljenskog zgloba
- fizikalni status (engl. American Society of Anesthesiologist - ASA) ASA I i II.
- potpisani pristanak za istraživanje (kod maloljetnih ispitanika potpis roditelja)

Kriteriji za isključivanje ispitanika iz istraživanja:

- životna dob ispod 15 i iznad 75 godina
- bolesnici sa indeksom tjelesne težine – ITT (engl. body mass indeks-BMI) BMI > 30 kg/m^2
- šećerna bolest
- poremećaji koagulacije
- bolesnici sa prethodno operiranom prednjom ukriženom svezom koljenskog zgloba
- neurološki bolesnici
- psihijatrijski bolesnici
- svakodnevno uzimanje analgetika, alkohola ili opojnih sredstava
- dokazana alergijska reakcija na bilo koji od lijekova koji se koriste u istraživanju
- bolesnici koji odbijaju učestvovati u istraživanju

Iz istraživanja su se isključili bolesnici sa neurološkim i psihijatrijskim bolestima te sa indeksom tjelesne mase >30. Za procjenu općeg funkcionalnog statusa ispitanika korišten je upitnik pod nazivom COOP WONCA (COOP = The Dartmouth Primary Care Cooperative Information Project, WONCA = World Organization of National Colleges, Academies, and Academic Associations of General Practices/Family Physicians) (48) i kratki upitnik pod nazivom SF 36 (Short form 36) (49). COOP WONCA se sastoji od 6 dijelova koji daju podatke o tjelesnom i duševnom stanju, tjelesnoj i socijalnoj aktivnosti ispitanika te o razini boli. Svaki dio upitnika ima skalu od 5 bodova koji stupnjuju razinu tjelesnog i duševnog stanja. Svaki stupanj ilustriran je odgovarajućim crtežom. Prema ukupnom broju bodova određuje se psihofizično stanje ispitanika. Manji broj sakupljenih bodova znači veću funkcionalnu sposobnost. Iste sastavnice se procjenjuju i korištenjem SF 36 upitnika, no značajno detaljnije kroz

36 pitanja. SF 36 upitnik sastoji se od 8 dijelova, koji se odnose na tjelesno i duševno stanje, svaki dio se rangira posebno. Veći broj sakupljenih bodova znači veću funkcionalnu sposobnost. Ispitanici kod kojih je utvrđeno da imaju u anamnezi dokazanu alergijsku reakciju na bilo koji od lijekova koji se koriste u studiji, te ispitanici koji svakodnevno uzimaju analgetike, alkohol ili opojna sredstva, bili su isključeni iz studije.

Operaciju rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljenskog zgloba izvodio je isti operater. Bolesnici kojima su unutaroperacijski načinjene mikrofrakture ili šivanje meniska, nisu bili uključeni u istraživanje. Svi bolesnici su poslijeoperacijski imali postavljen dren tijekom 24 sata i bili su bez ortoze. Anesteziju je izvodio uvijek isti anesteziolog.

Dan prije operacijskog zahvata bolesnici su pregledani u anesteziološkoj ambulanti po redovnom protokolu Odjela za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje KB „Sveti duh“ u Zagrebu.

Opći i anamnestički podaci prikupljeni su tijekom prvog intervjua s ispitanikom.

Zabilježeni su dob, spol, visina i težina. Ispitanicima koji su zadovoljili kriterije uključivanja u istraživanje objašnjen je anesteziološki postupak, te su potpisali dobrovoljni informirani pristanak. Randomizacija je provedena od strane medicinske sestre koja nije uključena u protokol istraživanja. Randomizacija je obavljena na temelju kompjutorski generiranog koda (u sekvencama po pet; www.randomization.com) koji je pridružen svakom ispitaniku, a određivao je vrstu anesteziološke metode. Ispitanici su randomizacijom podijeljeni u tri skupine:

- **Skupina 1**, kontrolna skupina, za operacijski zahvat primila je standardnu metodu

regionalne anestezije, subarahnoidalni blok. U ovom istraživanju koristio se unilateralni blok, sa hiperbaričnim lokalnim anestetikom: 0.5% levobupivacain 1.8 ml (9 mg), fentanyl 1 ml (0.05 mg) i 40% glukoza 0,2 ml..

Poslijeoperacijska analgezija je provedena kombinacijom metamizol natrium 5g i tramadol hydrocloride 400 mg intravenski u kontinuiranoj infuziji 500 ml 0,9% NaCl, 21 ml/h. Ispitanicima u kontrolnoj skupini uključena je kontinuirana intravenska analgezija po dolasku na odjel nakon što su se izmjerile vitalne funkcije i utvrdio status bolesnika.

- **Skupina 2** primila je prijeoperacijsku blokadu femoralnog i ishijadičnog živca.

Ultrazvučno vođena blokada femoralnog živca izvodila se u području ingvinalnog kanala, na sredini linije koja spaja spinu iliacu anterior superior i i tuberculum pubicum, lateralno od femoralne arterije, ispod ingvinalnog ligamenta. Nakon što se postigao zadovoljavajući ultrazvučni prikaz, pristupilo se izvođenju bloka. Označilo se mjesto gdje se postavlja sonda, obukle sterilne rukavice, sterilno se dezinficiralo područje punkcije stimulacijskom iglom. Ultrazvučna sonda premjestila se u nedominantnu ruku, a dominantnom rukom vršila se punkcija. Blok se izvodio primjenom lokalnog anestetika, usmjeravajući iglu pod milimetarski ultrazvučni snop i kako bi bila vidljiva čitavom duljinom, tzv. „in-plane“ tehnikom. Iglom se napredovalo do donjeg ruba fascije i probila vanjska ovojnica živca (lat. epineurium). Iskusni anesteziološki tehničar u ruci je držao špricu sa LA, potvrđujući prilikom primjene negativnu aspiraciju na svaka 2 ml primjenjenog LA, kao i odgovarajući tlak, odnosno pravi otpor prilikom primjene LA. Koristila se visokofrekventna linearna sonda (10-15 mHz) ultrazvučnog aparata (Sonosite) za vizualni prikaz željenog

područja, a za punkciju stimulacijska igla (Stimuplex 10 mm 22G B Braun). Za stimulaciju perifernog živca koristila se struja minimalne jakosti, frekvencije i duljine trajanja (0,4-0,6 mA; 2 Hz, 0,1 ms), koja je dovela do pojave kontrakcija mišića kvadricepsa što se očituje elevacijom patele. LA se primjenjivao ukoliko su mišićne kontrakcije bile prisutne kod struje jakosti 0,4 mA. Ukoliko su mišićne kontrakcije bile prisutne i na nižim strujama (0,3 mA), LA se nije primjenjivao, nego smo se iglom udaljili od živca kako bi izbjegli neželjena živčana oštećenja. Primjenjivala se mješavina dugodjelujućeg lokalnog anestetika (0,375% levobupivacain 10 ml) uz dodatak adjuvansa (4 mg dexamethasona). Blokada ishijadičnog živca izvodila se sedam do deset centimetara iznad poplitealne jame. Poplitealnu jamu medijalno omeđuje mišić semimembranosus, a lateralno biceps femoris. Sedam do deset centimetara kranijalno, tibijalni i peronealni živac se spajaju u ishijadični živac i to je mjesto blokade ishijadičnog živca za ovu vrstu operacija. Linearna ultrazvučna sonda postavila se transverzalno na potkoljenicu u području poplitealne jame gdje perpendikularno siječe krvožilno-živčani snop. Sondom se klizilo transverzalno u kranijalnom smjeru i pronašla se idealna slika traženih struktura. Pomicanjem sonde pratilo se spajanje tibijalnog i peronealnog živca u jedinstven ishijadični živac. Nakon prikaza željene ultrazvučne slike, gdje je iznad poplitealne arterije i vene vidljiv hiperehogeni ishijadični živac, izveo se blok. Punkcija se izvodila in-plane tehnikom, perpendikularno se pristupalo na živac. Jednako su korišteni aseptični uvjeti i sterilna dezinfekcija područja kože gdje se blok izvodio. Kada su se dobile kontrakcije mišića stopala (dorzalna fleksija, plantarna fleksija, inverzija, everzija) primjenio se LA. Jednako kao i kod femoralnog živca, potrebno je probiti vanjsku ovojnicu živca. Kao

što je već prije spomenuto, korištene su struje minimalne jakosti, frekvencije i duljine trajanja i LA se primjenjivao kod postignutih kontrakcija pri najnižoj jakosti struje od 0.4 mA. Isti volumen i koncentracija LA kao kod blokade femoralnog živca koristio se i za blokadu ishijadičnog živca. Za operacijski zahvat koristila se unilateralna spinalna anestezija kao kod kontrolne skupine. Najprije se izvodila periferna blokada ciljanih živaca u smislu preemptivne analgezije.

- **Skupina 3** primila je prijeoperacijsku blokadu živca saphenusa u aduktornom kanalu i ishijadičnog živca uz unilateralni subarahnoidalni blok kao kod prethodnih dviju skupina. Umjesto blokade femoralnog živca, izvodila se blokada živca safenusa u aduktornom kanalu na specifičnom mjestu, uz ishijadični živac. Volumen i koncentracija anestetika za ciljane živce bila je jednaka kao kod skupine 2, kao i materijal koji se koristio (ultrazvučna sonda, stimulacijska igla, struje, aseptična priprema). Aduktorni kanal nalazimo na granici između proksimalne i srednje trećine medijalne strane natkoljenice, ispod mišića sartoriusa. Gledajući anterolateralno uočili smo prvo mišić sartorijus, ispod njega malo dublje je bio mišić vastus medijalis, a između njih je bio živac safenus u aduktornom kanalu. Medijalno od safenusa se nalazila femoralna arterija i ispod nje femoralna vena, a još medijalnije od njih veliki aduktorni mišić (lat. m. adductor magnus). Živac safenus nalazio se u hiperehogenom trokutastom području omeđenog navedenim strukturama. Ultrazvučna linearna sonda postavila se transverzalno na medijalni dio na granici srednje i distalne trećine natkoljenice. Prikazali smo femoralnu arteriju i lateralno od nje živac safenus. Punkcija se izvodila na način da se probije fascija mišića sartorijusa, točno na mjestu gdje on dodiruje s gornje strane živac safenus. S obzirom da je safenus u cijelosti senzorni

živac, prilikom stimulacije nismo uočavali kontrakcije, osim ako smo se pomaknuli malo lateralnije u istoj liniji blizu živca koji daje granu za vastus medijalis, gdje su se vidjele kontrakcije dotičnog mišića. Na spomenutom mjestu primijenjena je mješavina LA u istoj dozi kao i kod blokade femoralnog i ishijadičnog živca.

Rekonstrukcija prednje ukrižene sveze ubraja se u operacijski zahvat koji zahtijeva korištenje blijede staze, tako da se subarahnoidalni blok koristio zbog tolerancije blijede staze. Poslijeoperacijska analgezija se razlikovala među skupinama. Kod druge i treće skupine prijeoperacijski primijenjena blokada perifernih živaca bila je u svrhu poslijeoperacijske kontrole boli. Periferna blokada izvodila se maksimalno smanjenom dozom lokalnog anestetika, 0.375% levobupivacain 10 ml po pojedinom živcu uz dodatak 4 mg dexamethasona, koji produžuje analgetski učinak lokalnog anestetika. Za pomoćnu analgeziju (engl. rescue analgesia) koristili su se u prvoj terapijskoj liniji diclofenac, a u drugoj tramadol. U prvoj terapijskoj liniji gdje je VAS veći od 3 davao bi se diclofenac 75 mg u 100 ml 0.9% NaCl u bolusu najviše 2 puta u razmaku od 8h, a ako i dalje perzistira VAS veći od 3 i u kraćem vremenskom razdoblju, druga terapijska linija bio bi tramadol hydrocloride 50 mg u 100 ml 0.9% NaCl 100 ml iv.

4.1.1 Anesteziološki i operacijski protokol

Na dan operacije, 45 min prije uvoda u anesteziju provedena je premedikacija midazolamom 7,5 mg per os i 30 minuta prije uvoda u anesteziju provedena je antibiotska profilaksa (prva generacija cefalosporina- cefazolin 2 g) kod svih ispitanika. Ispitanici su bili premedicirani sa 0.5 mg fentanyla intravenski prije izvođenja subarahnoidalnog bloka odnosno periferne živčane blokade. Korišten je standardni neinvazivni monitoring vitalnih parametara: krvni tlak (sistolički,

dijastolički i srednji arterijski tlak), prikaz elektrokardiograma u D_2 standardnom odvodu, saturacija periferne krvi kisikom. Unutaroperacijska nadoknada tekućine provedena je Ringer laktatom 5-10 ml/kg/h.

Anestezija za operacijski zahvat bila je jednaka za sve skupine, unilateralni subarahnoidalni blok (spinalna anestezija).

Spinalna anestezija izvodila se tako da su bolesnici ležali na boku na strani noge koja se operirala. Nakon sterilnog pranja šireg područja na nivou od L2-S2 pristupilo se izvođenju subarahnoidalnog bloka. Primjenjivao se 2% xylocaine 2 ml, igla 29 gauge, za lokalnu infiltraciju kože na mjestu punkcije spinalnom iglom. Punkcija se izvodila na nivou između četvrtog i petog slabinskog kralješka, medijalnim pristupom. Za izvođenje subarahnoidalnog bloka koristila se spinalna igla Quincke tipa 27 gaugea (Braun) bez uvodnice. Oštrica igle uvijek je bila okrenuta lateralno, paralelno sa nitima tvrde moždane ovojnice (lat.dura mater) kako bi se izbjegla neželjena trauma tvrde moždane ovojnice sa posljedičnim otjecanjem cerebrospinalne tekućine. Hiperbarični lokalni anestetik pripravljali smo sami: 0.5% levobupivacain 1.8 ml (9 mg), fentanyl 1 ml (0.05 mg) i 40% glukoza 0.2 ml. Primjenjivao se kroz dvije minute u svrhu što bolje selektivne blokade strane predviđene za operaciju. Subarahnoidalni blok nastupa odmah nakon primjene lokalnog anestetika, a predviđeno vrijeme stabilizacije bloka je 20 minuta. Zbog toga su bolesnici nakon primjene lokalnog anestetika ležali još dvadeset minuta na strani predviđenoj za operacijski zahvat. Nakon 20 minuta potvrdili smo uspješnost bloka gubitkom osjeta za hladnoću od donjeg ekstremiteta do visine pupka. Noga koja nije bila predviđena za operacijski zahvat je bila motorički i senzorički kao i prije primjene subarahnoidalnog bloka.

Hipotenziju smo definirali padom krvnog tlaka većim od trideset posto od uobičajenog i korigirali je prema potrebi bolus dozama efedrina od 5 mg intravenski. Periferni živčani blokovi izvodili su se prije spinalne anestezije zbog preemptivnog učinka. Postupak izvođenja pojedinih perifernih blokova detaljno je opisan prethodno kod pojedinih skupina. Nastup perifernog bloka nije se testirala prijeoperacijski, već je njihov učinak praćen poslijeoperacijski. Za stabilizaciju navedenih perifernih blokova potrebno je u prosjeku 30 minuta, što bi uvelike nepotrebno produžilo kompletnu anesteziološku pripremu i kompromitiralo metodu. Ključni učinak spomenutih blokova i jest poslijeoperacijski.

Nakon provjere uspješne stabilizacije unilateralnog subarahnoidalnog bloka, pristupa se sterilnom čišćenju i pokrivanju operacijskog polja. Postavila se blijeda staza u području srednje trećine natkoljenice, jačina tlaka mjerila se milimetrima žive (mmHg). Vrijednost tlaka je bila dobivena dodavanjem 150 mmHg vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka. Ortoped je upitao da li može započeti operacijski zahvat. Uvela se optika u koljeno. Postavili su se standardni portali za artroskopiju koljena anteromedijalno i anterolateralno. Pregledalo se stanje hrskavice i meniskusa. Interkondilarno se nalazila potpuna ruptura prednje ukrižene sveze. Ravnim rezom se pristupilo na hvatište mišića semitendinozusa i gracilisa tzv. „guščji vrat“ (lat. pes anserinus) i odstranile su se tetive spomenutih mišića. Od njih se načinio učetverostručeni presadak. Na natkoljenici (lat. femur) se kroz anteromedijalni dodatni portal svrdlom izbušio tunel za presadak. Na goljeničnoj kosti (lat.tibia) bušio se tunel na tibijalnom hvatištu prednje ukrižene sveze u području bataljka. Presadak se provlačio kroz kanale i na natkoljenici učvrstio pločicom (Arthrex, Naples, SAD), a na

goljenici interferentnim vijkom (Arthrex, Naples, SAD). Rana se zašila po slojevima, postavila se redon drenaža i prevoj. Nakon operacijskog zahvata bolesnici su se na krevetu u pratnji medicinske sestre uputili na odjel Zavoda za ortopediju.

4.2 Metode

Stupanj boli mjerio se 3, 6, 12 i 24 sata nakon spinalne anestezije uz upotrebu vizualno analogne skale (VAS) od 0 do 10, gdje 0 predstavlja stanje bez boli, a 10 stanje najjače boli (50). Vizualno analogna skala je 10 centimetarska, horizontalna, negraduirana traka za mjerenje, ograničena na oba kraja vertikalnim linijama koje određuju ekstremne granice parametara koji se mjere. Stanje bez boli je od 0-1 cm, slaba bol se graduira od 1-3 cm, umjerena bol od 3-7cm i jaka bol od 7-10 cm.

Nadovezujući se na stupanj unutaroperacijske boli mjerili smo količinu unutaroperacijski dodanih sedativa i opioidnih analgetika. Kao sedativ, koristio se midazolam intravenski u bolus dozi od 2.5 mg, a kao opioidni analgetik koristio se fentanyl intravenski u bolus dozi od 0.05 mg. Sedativi odnosno opioidni analgetici su se dodavali na vlastiti zahtjev bolesnika, ukoliko je stupanj boli bio procijenjen prema VAS skali viši od 2, te zbog subjektivnog osjećaja nelagode zbog budnog stanja pri operacijskom zahvatu.

Nadalje smo mjerili duljinu trajanja operacijskog zahvata radi što bolje procjene poslijeoperacijske kontrole boli. Naime, unilateralna spinalna anestezija bila je prilagođena duljini trajanja operacije, tako da je zapravo po završetku operacije spinalna anestezija vrlo brzo prestala djelovati. U to vrijeme se očekivala pojava prve boli, odnosno pratila se učinkovitost analgetskih metoda korištenih u istraživanju.

Poslijeoperacijski se mjerila dodatna potrošnja analgetika unutar 24 sata do otpuštanja

bolesnika iz bolnice. Kao što je već prije navedeno, poslijeoperacijski su korišteni intravenski kao dodatni analgetici diclofenac 75 mg i tramadol hydrocloride 50 mg.

Povraćanje je definirano kao snažno izbacivanje želučanog sadržaja kroz usta. Mučnina je definirana kao subjektivno nepoželjan osjećaj nelagode povezan sa prisustvom nagona na povraćanje. Ispitanici su bili upitani da doživljeni osjećaj mučnine i povraćanja označe sa DA ili NE ukoliko se pojavio unutar 24 sata od početka anestezije do trenutka otpuštanja iz bolnice.

U ranom i kasnom perioperacijskom periodu mjerio se i stupanj glavobolje, prvenstveno se pažnja usmjeravala na moguću postpunkcijsku glavobolju nakon spinalne anestezije. Najveća mogućnost glavobolje očekivala se prilikom prve vertikalizacije, što je kod naših ispitanika bilo nakon 24 sata. Nakon toga se očekivala 3 dana i tjedan dana nakon spinalne anestezije.

Zadovoljstvo bolesnika i operatera mjerilo se koristeći se Likertovom skalom (Likertova skala od 1-5, gdje je ocjena 1- vrlo nezadovoljan, ..., 5- vrlo zadovoljan). Ispitanicima se postavljalo pitanje da li bi opet izabrali istu vrstu anestezije kada bi ponovno morali pristupiti ovakvom operacijskom zahvatu. Ispitanici su telefonski kontaktirani tjedan dana po otpustu iz bolnice zbog mogućnost razvoja postpunkcijskih glavobolja, koje smo sa sigurnošću htjeli isključiti ili potvrditi, a ujedno smo se informirali i o zadovoljstvu ispitanika navedenim zahvatom. Operatera se upitalo da li je imao zadovoljavajuće uvjete za izvođenje operacijskog zahvata i kojoj vrsti analgetske metode bi dao prednost.

Mjerenje motoričke slabosti mišića izvodilo nakon potpunog oporavka spinalnog bloka (4 sata nakon operacije) i to izometričkom voljnom kontrakcijom mišića i

mjerenje snage dinamometrom. Izometrička voljna kontrakcija mišića odnosila se na to kada je ispitanik mogao voljno kontrahirati mišić kvadriceps. Izokinetički dinamometar je sprava koja služi osim za mjerenje snage mišića i za vježbanje. Sastoji se od četiri cjeline: aktuatora, stolice za podešavanje, pripadajućih adaptera, ovisno o tome koji se zglob testira, te sigurnosnih pojaseva. Aktuator sadrži hidraulički mehanizam s uljem, sustav ventila i regulatorom brzine. Ispitanik snagom mišića potiskuje ulje iz jedne komore u drugu, a kontrolom brzine prolaska ulja regulira se otpor. Tijekom izvođenja vježbi, uređaj proizvodi otpor koji prestaje kada sila prestane djelovati. Navedeno načelo nastanka (i prestanka) otpora stvara preduvjet za sigurno provođenje izokinetičkih vježbi i praktički isključuje mogućnost za nastanak ozljede. Na ekranu se u svakom trenutku može pratiti postignuta snaga i to za skupine mišića agonista i antagonista. Ciljna ravnoteža i optimalni biomehanički odnosi između skupine mišića postižu se pružanjem promjenjivog otpora u oba smjera kretanja. Tijekom rehabilitacije nakon plastično-rekonstruktivnih zahvata prednje ukrižene sveze primjenjuje se Johnsonov adapter, koji sprečava prednji pomak potkoljenice u odnosu na natkoljenicu i tako omogućuje sigurne uvjete rada s bolesnikom (51).

Kao još jedan parametar mobilizacije, mjerila se i mogućnost podizanja stopala, odnosno motorička slabost mišića stopala. Prvo mjerenje se izvodilo isto kao i kod testiranja snage mišića kvadricepsa. Ispitanici su zamoljeni da voljno flektiraju stopalo. Nakon toga se mjerila snaga dinamometrom.

Prestanak djelovanja senzornog bloka korelira sa prvom pojavom boli. Uz to je korišten i tzv. „pinprick“ test koji testira dvije varijable kada ga se ubode iglom u lokalizirano područje. Najprije je bolesnik trebao definirati osjeća li ubod iglom kao

ubod ili samo pritisak, potom definirati osjećaj uboda tupim ili oštrim predmetom. Sve podatke mjerenja prikupljao je i bilježio glavni istraživač.

5. REZULTATI

Za sve izmjerene varijable izračunati su osnovni statistički pokazatelji (minimum, maksimum, aritmetička sredina, standardna pogreška aritmetičke sredine (95%), medijan i standardna devijacija). Kolmogorov- Smirnovljevim testom provjerena je statistička značajnost odstupanja raspodjele pojedinih skupina rezultata od normalne raspodjele. U skladu s dobivenim rezultatima (jedan dio rezultata značajno odstupa od normalne raspodjele) za utvrđivanje statističke značajnosti razlika između pojedinih skupina ispitanika korišteni su Mann-Whitney U test i hi-kvadrat test.

Statistička analiza, tablice i grafički prikazi napravljeni su primjenom računalnih programa MS Excel i SPSS. (50)

5.1 Demografske karakteristike ispitanika

Tijekom istraživanja praćene su demografske karakteristike ispitanika: spol, dob, tjelesna visina i težina.

Tablica 1. Raspodjela ispitanika prema spolu

SKUPINA	n	M	Ž
1	42	39	3
2	54	48	6
3	54	42	12

M- muški, Ž-ženski

Iz tablice 1. vidi se da postoji statistički značajna razlika u spolu ispitanika.

Tablica 2. Statistički pokazatelji varijable dob po skupinama

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
Dob u godinama	1	42	18	47	29,00±0,93	28	6,05	} 0,7556
	2	54	16	47	28,69±0,92	28	6,75	
	3	54	16	47	28,04±0,89	28	6,56	

*Objašnjenje kratica: n = broj ispitanika, X_{min} = najniža vrijednost, X_{maks} = najviša vrijednost, $X_{sx}\pm$ = srednja vrijednost ± standardna pogreška (95%), Med = medijan, Sd = standardna devijacija, p-vrijednost jednostavne analize varijance (**značajnost na razini <0,01; *značajnost na razini <0,05)*

Tablica 3. Statistički pokazatelji varijable tjelesna težina po skupinama

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
Tjelesna težina (kg)	1	42	52	100	84,79±1,79	86	11,59	} 0,3958
	2	54	58	110	82,11±1,86	84	13,68	
	3	54	58	100	81,39±1,63	83	12,01	

Tablica 4. Statistički pokazatelji varijable tjelesna visina po skupinama

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
Tjelesna visina (cm)	1	42	168	190	182,00±0,93	181,50	6,05	} 0,7431
	2	54	165	196	181,50±0,96	180	7,04	
	3	54	166	197	180,89±1,06	181,50	7,79	

Iz tablica 1., 2.,3. i 4. vidi se da se promatrane skupine ne razlikuju po spolu, dobi, tjelesnoj

visini i težini.

Tablica 5. Statistički pokazatelji varijable trajanje operacije po skupinama

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
Trajanje operacije (min)	1	42	55	180	96,64±5,76	95	37,32	} 0,0000**
	2	54	40	90	65,56±2,34	60	17,23	
	3	54	40	150	66,39±4,21	52,5	30,92	

Jednostavnom analizo varijance utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u trajanju operacije između promatranih skupina ($p<0,01$). Post hoc Sheffeovim testom utvrđeno je da operacija statistički značajno ($p<0,01$) duže traje kod ispitanika skupine 1 nego kod ostalih dviju skupina. Razlike u trajanju operacije ispitanika skupine 2 i 3 nisu statistički značajne. Rezultati su vidljivi iz tablice 5.

Tablica 6. Raspodjela ispitanika promatranih skupina prema unutaroperacijskom dodavanju sedativa i opioidnih analgetika

Skupine	ništa	sedativ (midazolam 2,5 mg iv.)	opioid (fentanyl 0,05 mg iv.)	sedativ i opioid
1(broj ispitanika)	8	15	6	3
2(broj ispitanika)	30	18	6	0
3(broj ispitanika)	39	12	3	0

Hi-kvadrat testom utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika ($p<0,05$) između promatranih skupina prema potrebi za unutaroperacijskim dodavanjem sedativa i opioidnih analgetika.

5.2 Pokazatelji unutaroperacijske i poslijeoperacijske ugode

Mjerili smo sljedeće pokazatelje: stupanj unutaroperacijske boli i poslijeoperacijske boli tijekom 24 sata nakon spinalne anestezije i to 3, 6, 12 i 24 sata, poslijeoperacijsku mučninu i povraćanje, prisutnost i stupanj postpunkcijskih glavobolja i zadovoljstvo

bolesnika i operatera. S pojavom boli uključili smo dodatne analgetike prve i druge linije, te se mjerila i njihova potrošnja.

5.2.1 Stupanj poslijeoperacijske boli

Tablica 7. Statistički pokazatelji i p vrijednosti (Mann-Whitney U test) stupnja postoperativne analgezije 3 sata nakon spinalne anestezije

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
VAS skala (3h)	1	42	0	3	0,21±0,12	0	0,78	$p_{1,2}$ = 0,0416*
	2	54	0	0	0±0	0	0	$p_{1,3}$ = 0,0416*
	3	54	0	0	0±0	0	0	$p_{2,3}$ -

*Objašnjenje kratica: *statistička značajnost na razini p<0,05; **statistička značajnost na razini p<0,01*

Iz tablice 7. vidi se da postoji statistički značajna razlika (p<0,05) u stupnju poslijeoperacijske boli izmjerenom VAS skalom 3h nakon spinalne anestezije između kontrolne skupine 1i skupine 2 i 3.

Tablica 8. Statistički pokazatelji i p vrijednosti (Mann-Whitney U test) stupnja poslijeoperacijske analgezije 6 h nakon spinalne anestezije

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
VAS skala (6h)	1	42	0	5	3,36±0,24	4	1,56	$p_{1,2}$ = 0,0000**
	2	54	0	1	0,06±0,03	0	0,23	$p_{1,3}$ = 0,0000**
	3	54	0	2	0,22±0,09	0	0,63	$p_{2,3}$ = 0,0371*

Iz tablice 8. vidi se da postoji statistički značajna razlika u stupnju poslijeoperacijske boli izmjerenom VAS skalom 6 h nakon spinalne anestezije(p<0,01) između kontrolne skupine i ostalih dviju skupina, te statistički značajna razlika (p<0,05) između skupina 2 i 3.

Tablica 9. Statistički pokazatelji i p vrijednosti (Mann-Whitney U test) stupnja poslijeoperacijske analgezije 12 h nakon spinalne anestezije

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
VAS skala (12h)	1	42	1	5	3,36±0,15	3,5	0,98	$p_{1,2}$ = 0,0000**
	2	54	0	2	0,44±0,09	0	0,69	$p_{1,3}$ = 0,0000**
	3	54	0	4	1,67±0,17	2	1,26	$p_{2,3}$ = 0,0000**

Iz tablice 9. vidi se da postoji statistički značajna razlika u stupnju poslijeoperacijske boli izmjerenom VAS skalom 12 h nakon spinalne anestezije($p<0,01$) između kontrolne skupine i skupine 2 i 3, te statistički značajna razlika ($p<0,01$) između skupina 2 i 3.

Tablica 10. Statistički pokazatelji i p vrijednosti (Mann-Whitney U test) stupnja poslijeoperacijske analgezije 24 sata nakon spinalne anestezije

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
VAS skala (24h)	1	42	0	5	3,93±0,22	4	1,40	$p_{1,2}$ = 0,0000**
	2	54	0	3	1,17±1,11	1	0,84	$p_{1,3}$ = 0,0000**
	3	54	1	5	2,72±1,14	3	1,05	$p_{2,3}$ = 0,0521

Iz tablice 10. vidi se da postoji statistički značajna razlika u stupnju poslijeoperacijske boli izmjerenom VAS skalom 24 h nakon spinalne anestezije($p<0,01$) između kontrolne skupine i ostalih dviju skupina. Između skupine 2 i skupine 3 također postoji razlika prilikom istog mjerenja, ali nije statistički značajna ($p>0,05$).

5.2.2 Potrošnja dodatnih analgetika

Mjerena je količina i učestalost dodavanja lijekova prve i druge terapijske linije kako bi se vidjela kvaliteta kontrole boli, odnosno, koliko puta je trebalo uključiti dodatni

analgetik da bi se bol zadovoljavajuće kontrolirala.

Analgetik 1. linije (diclofenac 75 mg/100 ml 0,9% NaCl iv.)

Tablica 11. dodatna potrošnja analgetika 1. terapijske linije (broj dodavanja) kod promatranih skupina

Broj dodavanja u 24 h	Ništa	1x75 mg diclofenac	2x75 mg diclofenac
Skupina 1 (n)	3 (7%)	6 (14%)	33 (79%)
Skupina 2 (n)	48 (89%)	6 (11%)	0
Skupina 3 (n)	27 (50%)	24 (44%)	3 (6%)

n- broj ispitanika

Hi-kvadrat testom utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika ($p<0,01$) između promatranih skupina u prema potrebi za poslijeoperacijskim dodavanjem analgetika 1. terapijske linije. Razlike su vidljive u tablici 11.

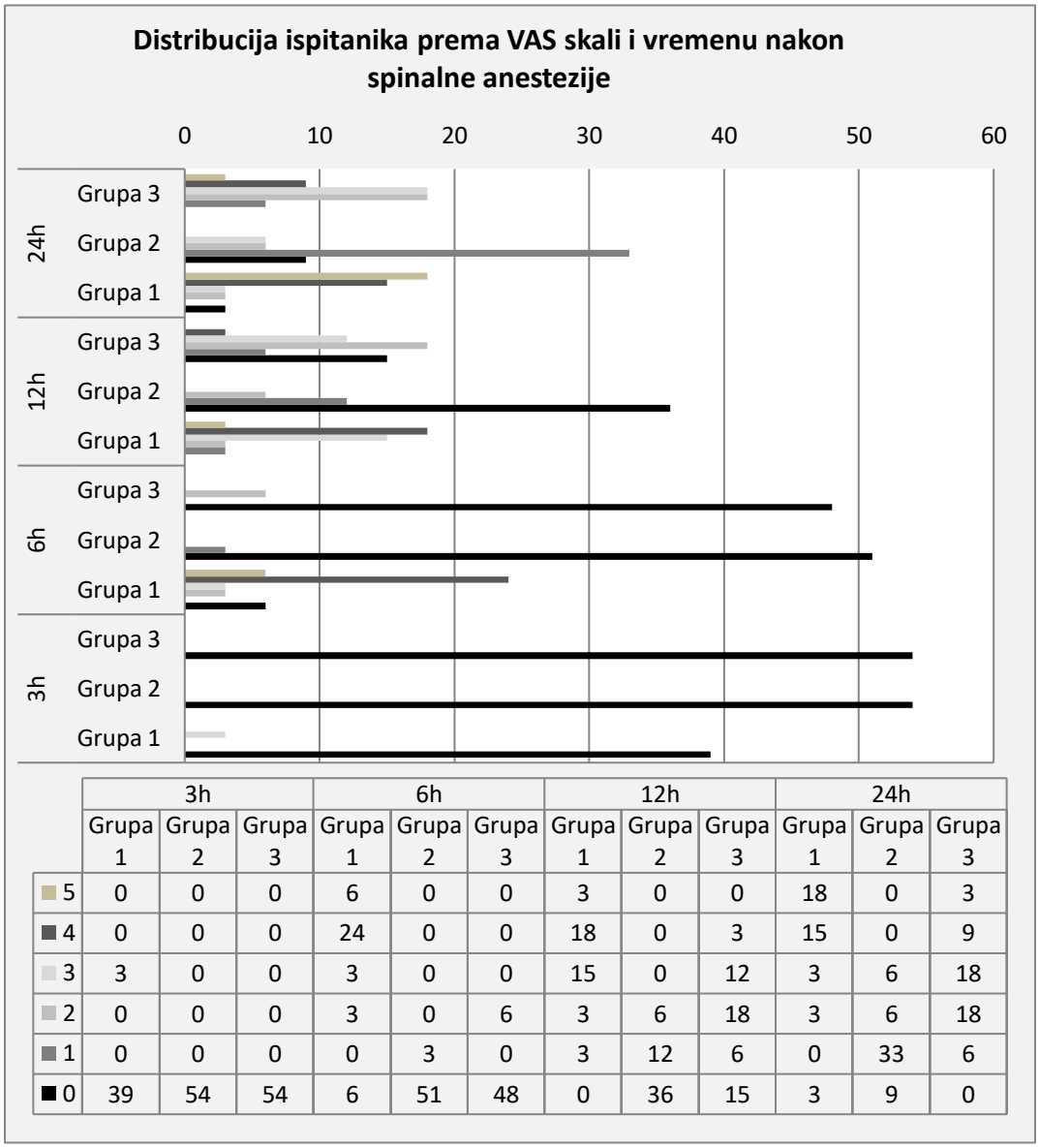
Analgetik 2. linije (tramadol hydrocloride 50 mg/100 ml 0,9% NaCl iv.)

Tablica 12. dodatna potrošnja analgetika 2. terapijske linije (broj dodavanja) kod promatranih skupina

Broj dodavanja u 24 h	Ništa	1x50 mg tramadol	2x50 mg tramadol	3x50 mg tramadol
Skupina 1 (n)	15(36%)	15(36%)	6(14%)	6(14%)
Skupina 2 (n)	54(100%)	0	0	0
Skupina 3 (n)	51(94%)	3(6%)	0	0

n- broj ispitanika

Hi-kvadrat testom utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika ($p<0,01$) između skupine 1 i ostalih dviju skupina prema potrebi za poslijeoperacijskim dodavanjem analgetika 2. terapijske linije. Razlike su vidljive u tablici 12.



	3h			6h			12h			24h		
	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3
5	0	0	0	6	0	0	3	0	0	18	0	3
4	0	0	0	24	0	0	18	0	3	15	0	9
3	3	0	0	3	0	0	15	0	12	3	6	18
2	0	0	0	3	0	6	3	6	18	3	6	18
1	0	0	0	0	3	0	3	12	6	0	33	6
0	39	54	54	6	51	48	0	36	15	3	9	0

Slika 1. Raspodjela ispitanika kod promatranih skupina prema rezultatima VAS skale i vremenu nakon spinalne anestezije

Iz slike 1. vidljivo je da se kod ispitanika skupine 1 prva poslijeoperacijska bol, pri kojoj primjenjujemo prvu terapijsku liniju dodatnih analgetika (VAS=3), javlja već nakon tri sata (n=3), dok ona postaje značajna (VAS=4 i VAS=5) i zahvaća veći

broj ispitanika (n=24 i n=6) nakon šest sati. Nadalje, možemo vidjeti da, bez obzira na

dodavanje intravenskih analgetika prve i druge terapijske linije ona i dalje ostaje značajna (VAS 3, 4 i 5) i kod značajnog broja ispitanika (n=15, n=18, n=3) nakon 12 sati i nakon 24 sata (VAS 3,4,5), (n=3, n=15, n=18). Kod druge grupe ispitanika, samo se kod 6 ispitanika nakon 24 sata javlja bol prema VAS skali 3. Ostali ispitanici nemaju boli, ili ona prema

VAS skali ne prelazi 2 i ne zahtijeva dodatnu terapiju. Kod ispitanika treće skupine prva bol na koju se reagira dodatnim analgeticima javlja se 12 sati nakon spinalne anestezije, ali u manjoj mjeri nego kod kontrolne skupine.

Pri VAS=3 je n=12, pri VAS=4 je n=3. Nakon 24 sata pri VAS=3 je n=18, pri VAS=4 je n=9 i pri VAS=5 je n=3.

Vidljivo je da kod određene skupine ispitanika dolazi do pojave značajne boli, ali u manjem opsegu nego što je to kod kontrolne skupine.

Složena (dvofaktorska) anova

Kako bismo dodatno istražili utjecaj dva čimbenika (**vrijeme mjerenja** („3h“, „6h“, „12h“ i „24h“) i **analgetska metoda** („Skupina 1: kontrolna skupina“, „Skupina 2: prijeoperacijska blokada femoralnog i ishijadičnog živca“, „Skupina 3: prijeoperacijska blokada živca saphenusa u aduktornom kanalu i ishijadičnog živca uz unilateralni subarahnoidalni blok kao kod prethodnih dviju skupina“) na stupanj boli izmjeren u VAS skali primijenili smo složenu (dvofaktorsku) analizu varijance.

Tablica 13. dvofaktorska analiza (vrijeme mjerenja i analgetska metoda) utjecaja na kontrolu poslijeoperacijske boli mjerene VAS skalom kod promatranih skupina

Rezultati prikazani u tablici 13. ukazuju na sljedeće:

1. Postoji statistički značajan utjecaj ($p<0,01$) primijenjene analgetske metode na rezultate u poslijeoperacijskoj boli mjerenoj VAS skalom (zanemarujući faktor vremena mjerenja). Vidljivo je iz p vrijednosti kod analgetske metode.

2. Postoji statistički značajan utjecaj ($p<0,01$) vremena mjerenja na rezultate u poslijeoperacijskoj boli mjerenoj VAS skalom (zanemarujući analgetsku metodu). Vidljivo je iz p vrijednosti kod vremena mjerenja.
3. Postoji statistički značajna interakcija ($p<0,01$) između vremena mjerenja i načina anestezije pri utjecaju na rezultate u poslijeoperacijskoj boli mjerenoj VAS skalom. Vidljivo je iz p vrijednosti kod interakcija između dva čimbenika.

Iz tablice 13. vidi se da postoji statistički značajan utjecaj na poslijeoperacijsku bol s obzirom na vrijeme kada se bol mjerila i na primijenjenu analgetsku metodu.

Tablica 13.

Anova: dvofaktorska analiza

Sažetak	3h	6h	12h	24h	Total
1					
Račun	42	42	42	42	168
Iznos	12	182	181	218	593
Prosjek	0,222222	3,37037	3,351852	4,037037	2,74537
Varijacija	0,628931	2,464011	0,987072	1,65898	3,623234
2					
Račun	54	54	54	54	216
Iznos	0	3	24	63	90
Prosjek	0	0,055556	0,444444	1,166667	0,416667
Varijacija	0	0,053459	0,477987	0,707547	0,523256
3					
Račun	54	54	54	54	216
Iznos	0	12	90	147	249
Prosjek	0	0,222222	1,666667	2,722222	1,152778
Varijacija	0	0,402516	1,584906	1,110063	1,999806
Total					
Račun	150	150	150	150	
Iznos	12	197	295	428	
Prosjek	0,074074	1,216049	1,820988	2,641975	
Varijacija	0,218081	3,300859	2,433594	2,529407	

ANOVA

Izvor Varijacije	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Analgetska metoda	612,0772	2	306,0386	364,4954	0,0000**	3,009887
Vrijeme mjerenja	567,9383	3	189,3128	225,4736	0,0000**	2,618911
Interakcija	219,5154	6	36,58591	43,57422	0,0000**	2,112818
unutar	534	624	0,839623			
Ukupno	1933,531	635				

5.2.3 Poslijeoperacijska mučnina i povraćanje

Tablica 14. raspodjela ispitanika prema pojavi mučnine

	NE	DA
Skupina 1	9 (21%)	33 (79%)
Skupina 2	54	0
Skupina 3	54	0

Iz tablice 14. vidi se da se mučnina pojavila kod ispitanika skupine 1. Dodatno je hi-kvadrat testom provjerena značajnost jasno vidljive razlike između skupina i pokazalo se da je statistički značajna ($p<0,01$).

5.2.4 Stupanj postpunkcijskih glavobolja

Kod jednog ispitanika bila je prisutna glavobolja u ranom poslijeoperacijskom periodu, koja nije bila povezana sa vertikalizacijom.

5.2.5 Zadovoljstvo bolesnika i operatera

Tablica 15. Statistički pokazatelji stupnja zadovoljstva ispitanika promatranih skupina

Čimbenik	Ispitivanee skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
Zadovoljstvo bolesnika	1	42	3	5	4,07±0,12	4	0,81	$p_{1,2}$ = 0,0000**
	2	54	5	5	5±0	5	0,00	$p_{1,3}$ = 0,0000**
	3	54	5	5	5±0	5	0,00	$p_{2,3}$ -

Iz tablice 15. vidi se da postoji statistički značajna razlika ($p<0,01$) u zadovoljstvu ispitanika o primijenjenoj analgetskoj metodi između skupine 1 i ostalih dviju skupina.

Pitanje ponovnog izbora analgetske metode za istu vrstu operacijskog zahvata od strane ispitanika

Tablica16. Raspodjela ispitanika prema izboru već primijenjene analgetske metode kod promatranih skupina

	DA	NE
Skupina 1	27(64%)	15(36%)
Skupina 2	54 (100%)	0
Skupina 3	54 (100%)	0

Iz tablice 16. vidi se da bi svi ispitanici 2. i 3. skupine ponovili istu analgetsku metodu. Kod kontrolne skupine dio ispitanika bi promijenio analgetsku metodu kada bi ponovno

pristupili istoj operaciji. Dodatno je hi-kvadrat testom provjerena značajnost jasno vidljive razlike i pokazalo se da je statistički značajna ($p<0,01$).

5.3 Parametri poslijeoperacijske pokretljivosti

Mjerili smo trajanje motoričkog bloka, gdje se mjerila slabost mišića kvadricepsa i mogućnost podizanja stopala (plantarna fleksija).

5.3.1 Motorička slabost mišića kvadricepsa

Tablica 17. Statistički pokazatelji i p vrijednosti (Mann-Whitney U test) slabosti mišića kvadricepsa (broj sati) kod promatranih skupina

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
Slabost mišića kvadricepsa	1	42	0	10	0,71±0,40	0	2,61	$p_{1,2} = 0,0000^{**}$
	2	54	8	18	11,56±0,38	12	2,80	$p_{1,3} = 0,0416^{*}$
	3	54	0	0	0±0	0	0	$p_{2,3} = 0,0000^{**}$

Iz tablice 17. vidi se da postoji statistički značajna razlika u poslijeoperacijskoj slabosti mišića kvadricepsa (izmjerenoj 4 sata nakon spinalne anestezije) između svih promatranih skupina ($p<0,01$ kod razlika između skupina 1 i 2 i skupina 2 i 3; $p<0,05$ kod razlika između skupina 1 i 3).

5.3.2 Mogućnost podizanja stopala

Tablica 18. prikazuje statističke pokazatelje i p vrijednosti (Mann-Whitney U test) mogućnosti podizanja stopala (broj sati) kod promatranih skupina

Čimbenik	Ispitivane skupine	Statistički pokazatelji						
		n	X_{min}	X_{maks}	$X \pm_{sx}$	Med	Sd	p-vrijednost
Mogućnost podizanja stopala	1	42	0	7	0,50±0,28	0	1,82	$p_{1,2}$ = 0,0000**
	2	54	5	8	6,33±0,17	6	1,21	$p_{1,3}$ = 0,0000**
	3	54	1	8	5,39±0,22	5	1,58	$p_{2,3}$ = 0,0004**

Iz tablice 18. vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u mogućnosti podizanja stopala (izražena u broju sati nakon prvog mjerenja što je bilo 4 sata nakon spinalne anestezije) između svih promatranih skupina ($p<0,01$).

6. RASPRAVA

Ispitanici na kojima je provedeno naše istraživanje bili su većinom muškog spola. Takva demografska razlika nije neobična, s obzirom da su prevladavale sportske ozljede profesionalnih sportaša. Postavlja se mogućnost povezanosti dobivenih rezultata poslijeoperacijske boli sa genetskim faktorom i socijalnim faktorom. Odgovor na to pitanje tražio bi drugačiji uzorak, gdje bi bio zastupljen u jednakoj mjeri i ženski spol.

Pregledom literature, ne nalaze se posebne razlike u utjecaju stupnja poslijeoperacijske boli u odnosu na spol, ukoliko postoje, nisu bile statistički značajne (1-11).

Utvrđena je povezanost između vremena mjerenja poslijeoperacijske boli i vrste anestezije i poslijeoperacijske analgezije. Kod mjerenja poslijeoperacijske boli 3 sata nakon spinalne anestezije, određen broj ispitanika u kontrolnoj skupini prijavljuje blagu bol dok kod niti jednog od ispitanika 2. i 3. skupine bol nije bila prisutna. Kod ispitanika gdje se javila blaga poslijeoperacijska bol vrlo brzo je došlo do potpunog oporavka senzornog i motornog bloka od spinalne anestezije. Takvi rezultati su u korelaciji sa rezultatima iz literature, iako je obično u literature ovakav zahvat izveden u spinalnoj anesteziji gdje je korišten izobarični lokalni anestetik. Na taj način je produženo vrijeme trajanja osjetnog i motoričkog bloka (od spinalne anestezije), tako da se prva bol uglavnom mjerila 6 sati nakon spinalne anestezije, kada se smatralo da je došlo do potpunog oporavka od spinalnog bloka (8-10), (35, 36), (38), (41), (56). Upotreba unilateralnog subarahnoidalnog bloka bila je izabrana anesteziološka metoda koja sa malim volumenom primijenjene mješavine LA djeluje približno koliko i sam operacijski zahvat i ograničen je na operiranu stranu tijela. Na taj način smo pokušali

najtočnije odrediti početak pojave prve poslijeoperacijske boli, odnosno uspješnost djelovanja perifernih živčanih blokova u odnosu na kontinuiranu intravensku analgeziju, s obzirom da trajanje osjetnog bloka korelira sa pojavom prve boli. Kada prestane djelovanje spinalne anestezije, periferna živčana blokada preuzima ulogu u kontroli poslijeoperacijske boli. To ujedno objašnjava i njihovo preemptivno djelovanje (13-25). Kvaliteta unilateralnog subarahnoidalnog bloka prikazana je kroz rezultate (tablica 7.) u potrebi za unutaroperacijskim dodavanjem sedativa i opioidnih analgetika. Doze dodanih lijekova su male, uglavnom zbog potrebe za sedacijom, tako da je ovakva vrsta anestezije bila zadovoljavajuća u našem istraživanju.

Nadalje je iz rezultata vidljivo da je kontrola boli kod ispitanika skupine 1 statistički značajno slabija u odnosu na ostale dvije grupe ispitanika sa perifernom živčanom blokadom. Značajniji stupanj boli kod kontrolne skupine registrira se već 6 sati nakon spinalne anestezije. Prema očekivanju, kod većine ispitanika u kontrolnoj skupini dolazi do gotovo potpunog oporavka spinalnog bloka, motorne i senzorne komponente, te se sukladno tome pojačava i razina boli. Jačina boli se pojačava 12 sati nakon spinalne anestezije i prema VAS skali je kod skupine 1 veća od 3, dok kod ostale dvije skupine bol prema VAS skali ne dolazi niti do 2. Ipak postoji i statistički značajna razlika u kontroli boli između skupine 2 i skupine 3, što upućuje na bolju kontrolu boli ukoliko se primijenjuje blok femoralnog živca. Nakon 24 sata stupanj boli kod skupine 3 je nešto veći, maksimalno (2,72), ali još uvijek spada u blagu bol prema VAS skali.

Ukoliko kontrolna skupina ne bi dobila kontinuiranu intravensku anesteziju, bol bi se stupnjevala u sve jaču. U našem istraživanju se to nije dopustilo, poslijeoperacijska

bol se kontrolirala i nije prelazila 4 prema VAS skali, kada se reagiralo sa prvom i drugom terapijskom linijom analgetika.

Iz kliničkog iskustva i dosadašnje literature, dokazano je da kontinuirana intravenska analgezija u većini slučajeva ne uspijeva u potpunosti pokriti poslijeoperacijsku bol (13), (27-33). Gotovo uvijek postoji potreba za dodatnim analgeticima. U prilog tome je i potreba za višestrukim ponavljanjem prve i druge terapijske linije dodatnih analgetika. Kod ostale dvije skupine bol se ne javlja, ili je veoma blaga, što je u korelaciji sa pretpostavkom da su za kontrolu boli odgovorni periferni živčani blokovi. Većina ispitanika skupine 2 i 3 pozitivno je reagirala na dodavanje analgetika prve terapijske linije, te je samo nekolicina zahtijevala dodavanje analgetika druge terapijske linije. Nakon toga bol je bila zadovoljavajuće kontrolirana. Prema pregledu literature, najčešće su korišteni blok femoralnog živca ili živca safenusa u aduktornom kanalu, veoma rijetko se dodaje i blok ishijadičnog živca (34-38), (41), (45), (47), (56), (60). Razlog za to su potrebe za još bržom mobilizacijom bolesnika, koja ovisi o rehabilitacijskom protokolu institucije gdje se istraživanje provodi. Drugi razlog je »strah od visećeg stopala« i anesteziologa i operatera i nedovoljno istražene doze LA , koje su sigurne u smislu oštećenja živca i što manjeg utjecaja na motorički blok (53, 54). U našem istraživanju je ponuđena doza do koje smo došli da bi je definirali kao zadovoljavjuću za sve navedene razloge. Blok se izvodi pod kontrolom ultrazvuka i uz korištenje živčanog stimulatora gdje se pogreške u punkciji svode na minimalnu razinu.

Navedeni rezultati nedvojbeno potvrđuju **1. hipotezu**. U sva četiri mjerenja bol kod ispitanika kontrolne grupe bila je statistički značajno veća u odnosu na ispitanike

preostale dvije grupe. Kontrolna skupina imala je samo spinalnu anesteziju i nakon toga intravensku kontinuiranu analgeziju, koja djeluje sistemski. Periferni živčani blokovi gotovo u potpunosti blokiraju bolni podražaj, jer djeluju ciljano na mjesto gdje se prenosi bolni podražaj. Sa malim volumenom i koncentracijom, koja je daleko od toksične doze, postiže se maksimalni učinak. Nakon 24 sata smatra se da se poslijeoperacijska bol kod ovih operacija smanjuje. Ukoliko je poslijeoperacijska bol nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze zadovoljavajuće kontrolirana u prvih dvadeset i četiri sata ne dolazi do razvoja centralne senzitizacije, odnosno receptori za bol niti nemaju informaciju bolnog podražaja, tako da prvu sljedeću bol koja se javi nakon dvadeset i četiri sata ne registriraju više kao značajnu, ili je uopće ne registriraju. Upravo to je cilj preemptivne analgezije regionalnom anesteziološkom tehnikom i mi smo je postigli u našem istraživanju.

Prosječno trajanje operacije bilo je oko 75 minuta. Dobiveni rezultat pokazuje da je operacija duže trajala kod ispitanika skupine 1 nego kod ostalih dviju skupina. Rezultat nismo očekivali niti pretpostavili. Jedno od mogućih objašnjenja je da su periferni živčani blokovi, koji su bili učinjeni prijeoperacijski, još dodatno opustili mišićno-vezivne strukture i operater je brže uspio završiti operacijski zahvat. U literaturi se ne nailazi na slične rezultate.

Potvrda druge hipoteze uključuje rezultate mjerenja poslijeoperacijske boli, slabosti mišića kvadricepsa, mogućnost podizanja stopala, pojavu mučnine i povraćanja i stupanj postpunkcijskih glavobolja.

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da je najveća motorička slabost mišića kvadricepsa prisutna kod druge skupine ispitanika, odnosno onih sa blokadom femoralnog živca,

što je i bilo očekivano. Blokada femoralnog živca u ingvinalnom trokutu direktno je pogađala osim osjetnih i motoričke grane za mišić kvadriceps. Blokada je trajala 11,56 sati nakon spinalne anestezije. Duljina trajanja motoričke slabosti mišića kvadricepsa u ovom istraživanju nije ometala protokol rehabilitacije. Međutim, ti ispitanici imali su najbolju kontrolu poslijeoperacijske boli i nisu kasnili sa rehabilitacijom (34). Prema protokolu u ustanovi u kojoj se radilo istraživanje, rehabilitacija se započinjala sljedeći dan, odnosno prvi poslijeoperacijski dan. Potaknuti ovakvim rezultatom, postavlja se pitanje kada je optimalno vrijeme početka rehabilitacije, odnosno da li bi rezultati oporavka takvih bolesnika bili još bolji ukoliko bi rehabilitacija započela prije nego što prođe dvanaest odnosno dvadeset i četiri sata od operacije (35), (38), (51), (57-59). Motorička slabost mišića kvadricepsa izostaje kod blokade živca safenusa u aduktornom kanalu, uz još uvijek dobru kontrolu poslijeoperacijske boli. Otvara se mogućnost još bržeg postupka rehabilitacije, obzirom da motorički blok mišića stopala (posljedica ishijadičnog bloka) popušta prosječno nakon 5,39 sati. Znači da bi kod ove analgetske metode rehabilitacija mogla započeti odmah po prestanku djelovanja motoričkog bloka zbog blokade ishijadičnog živca, odnosno njegove grane zajedničkog peronealnog živca (lat.n. peroneus communis) (35), (38), (51), (58).

Posljedična slabost mišića kvadricepsa može biti i zbog samog operacijskog zahvata, iako češće prilikom korištenja presadka od patelarne sveze (51).

Međutim uvijek kada se primijenjuje periferna živčana blokada prvo treba istražiti njezin utjecaj na motorički blok. Pojedina istraživanja povezuju određeni stupanj atrofije mišića kvadricepsa kod mladih sportaša nakon jedne doze LA primijenjene za blokadu femoralnog živca. Doze za jednokratnu blokadu femoralnog živca u

istraživanjima koja opisuju takav podatak su iznosile 20 ml LA, ali taj podatak svakako treba uzeti u obzir (51).

Rezultati mjerenja mogućnosti podizanja stopala pokazuju da je kod kontrolne grupe mogućnost podizanja stopala bila uredna nakon potpunog oporavka spinalnog bloka. Kod druge i treće skupine ispitanika ta sposobnost se vraćala u normalu u prosjeku nakon 5-6 sati. Ovaj rezultat je u skladu sa početkom rehabilitacijskog protokola u ustanovi gdje je istraživanje izvršeno. Zapravo bi se aktivna rehabilitacija mogla započeti i ranije. Kao što je vidljivo postoji i međusobna razlika između druge i treće grupe, koja nije bila očekivana. U skupini 2 je duži motorički blok mišića stopala nego kod skupine 3. Prije bi se očekivala produžena blokada mišića stopala kod ispitanika koji su dobili blok živca safenusa u aduktornom kanalu, s obzirom da postoji anatomska komunikacija između aduktornog kanala i poplitealne jame, te bi se očekivalo da bi se određena količina LA "prelila" u poplitealnu jamu i još dodatno blokirala grane ishijadičnog živca (n. peroneus i n. tibialis) (37). Motorički blok mišića stopala oporavljao se relativno brzo i najvažnije je da nije ometao planiranu vertikalizaciju bolesnika.

Kod pojave mučnine vidljivo je da niti kod jednog ispitanika 2. i 3. skupine nije došlo do pojave mučnine, dok ih je u kontrolnoj skupini njih 33 (79%) imalo osjećaj mučnine.

Takvi rezultati su u skladu i sa kliničkom praksom, jer se vrlo često javljaju mučnine prilikom intravenske kontinuirane analgezije tramadolom, kao i kod ostalih centralnih analgetika (23,28,31,32).

Ispitanici koji su imali iskustvo mučnine, ponekad i povraćanja, teže se mobiliziraju i

započinju proces rane rehabilitacije. Posljedično tome, produžuje se i vrijeme hospitalizacije. Još jedna prednost periferne živčane blokade je izbjegavanje mučnine i povraćanja.

U ranom i kasnom perioperacijskom periodu mjerili smo stupanj glavobolje, prvenstveno se usmjeravajući na moguću postpunkcijsku glavobolju nakon spinalne anestezije. Najveća mogućnost glavobolje očekivala se prilikom prve vertikalizacije, što je od naših ispitanika bilo nakon 24 sata. Nakon toga se očekuje nakon tri dana i tjedan dana nakon spinalne anestezije.

Kod jednog ispitanika bila je prisutna glavobolja u ranom perioperacijskom periodu, ali nije imala veze sa vertikalizacijom, budući da se javila ranije. Dobro je odreagirao na bolus analgetika diclofenac 75 mg/ 100 ml 0,9% Na Cl i nakon toga glavobolja se nije ponovila, tako da je nismo povezali sa postpunkcijskom.

Izostanak glavobolje leži u činjenici da se subarahnoidalni blok izvodio najtanjom dostupnom iglom (27 gauge). Uz to je oštrica igle bila okrenuta tako da je prolazila paralelno sa nitima tvrde moždane ovojnice i nije ih oštetila, nego ih je samo razmaknula. Prilikom takve punkcije niti moždane ovojnice ostaju netaknute i ne dolazi do poslijeoperacijskog otjecanja cerebrospinalnog likvora, jer oštećenja nema. Analogno tome, ne dolazi do pojave postpunkcijske glavobolje, koja se javlja zbog smanjenog tlaka u cerebrospinalnom prostoru.

Za potvrdu druge hipoteze u ovom istraživanju bila je važna što ranija mobilizacija (27) i vraćanje u dnevne sportske aktivnosti, te je istraživanje usmjereno na optimalnu metodu koja to omogućuje (23,51,58).

Trajanje hospitalizacije kod ispitanika skupine 1 bilo je produženo, ispitanici su

sporije započinjali postupak rehabilitacije, jer su imali neželjene učinke centralnih analgetika (mučnina). Također su imali slabiju kontrolu poslijeoperacijske boli od skupine 2 i 3, što je usporavalo proces rehabilitacije.

Jedan od pokazatelja da takva vrsta analgezije nije idealna je i dobiveni rezultat mjerenja zadovoljstva ispitanika i ponovni izbor anestezije. 36% ispitanika bi sljedeći put izabralo drugačiju vrstu anestezije odnosno analgezije.

Pokušali smo ustanoviti i najmanji volumen koji bi bio dovoljan za perifernu živčanu blokadu i zadovoljavajući analgetski učinak, te što kraći motorički blok (53,54). Aduktorni kanal anatomski komunicira sa femoralnim trokutom i sa poplitealnom jamom. Treba voditi računa o količini LA koja se primjenjuje, s obzirom da se veća količina LA nadalje širi i rostralno i kaudalno i na taj način utječe na jačinu bloka. U našem istraživanju, takvo širenje LA bilo nam je važno prvenstveno zbog mogućnosti dužeg motoričkog bloka mišića kvadricepsa i mišića stopala. Pregledavajući literaturu, najmanji upotrijebljen volumen LA iznosio je 13,3 ml (52). Bilo koji volumen manji od 10 ml LA, bio je analgetski nedovoljan i bol se pojavila brzo. Tako smo kroz kliničku praksu došli do ustaljenog optimalnog volumena od 10 ml 0,375% levobipivacaina pomiješanog sa 4 mg dexamethasona. Redukcija volumena je dopuštena zbog dodavanja kortikosteroida. Jednaki volumen bio je dostatan za blokadu sva tri živca. Pregledom literature korištene su uvijek veće doze. Najmanji volumen do sada uspješno korišten za blokadu živca safenusa u aduktornom kanalu prilikom meniscektomije je bio 10,4 ml (55). Prilikom određivanja minimalnog efektivnog volumena treba voditi računa o prosječnoj jačini boli koju uzrokuje pojedina operacija. Meniscektomija, kao najčešće spomenuta operacija kod sličnih

istraživanja, ubraja se u operacije predviđenog nižeg stupnja poslijeoperacijske boli od rekonstrukcije prednje ukrižene sveze. Kod takvih operacija manji volumen je u većini slučajeva dovoljan za kontrolu poslijeoperacijske boli. Posljedično tome, motorički blok je kraći i mobilizacija brža. U našem istraživanju se pri operacijama sa višim stupnjem poslijeoperacijske boli upotrijebio relativno mali volumen sa zadovoljavajućim učinkom na poslijeoperacijsku kontrolu boli. Koncentracija LA u ovom istraživanju nije bila posebno obrađena, ali treba spomenuti da se nije pribjegavalo višim koncentracijama LA zbog redukcije volumena. Koristila se srednja vrijednost koncentracije LA, koja se sigurno koristi i pri većim volumenima LA (i do 50 ml).

Blokada živca safenusa u aduktornom kanalu učinjena je na specifičnom mjestu. Proksimalnija blokada zahvatila bi i aferentne motoričke živčane niti odgovorne za mišić kvadriceps. Ukoliko bi se blok izveo distalnije od ciljanog mjesta, analgezija ne bi bila zadovoljavajuća. Optimalno mjesto blokade živca safenusa u aduktornom kanalu je na granici srednje i distalne trećine natkoljenice. Obzirom da se u aduktornom kanalu nalazi često i motorna grana za mišić vastus medijalis, postavlja se pitanje koliko je on pogođen ovom blokadom. Bolesnici su testirani voljnom kontrakcijom mišića i niti kod jednog ispitanika nije zabilježena motorička slabost. Objašnjenje te činjenice je da je doza LA premala i nije specifično aplicirana na motornu granu živca za vastus medijalis već je raspodjelom LA zahvatila djelomično i taj živac. Potpuno dovoljno da ne uzrokuje motorički blok, a jednako tako adjuvantno u korist senzornog bloka u aduktornom kanalu (56). Spomenute činjenice potvrđuju postavljenu treću hipotezu, gdje se opisano anatomsko područje blokade živca

safenusa pokazalo djelotvornim u kontroli poslijeoperacijske boli, istovremeno bez utjecaja na motoriku mišića kvadricepsa. Na taj način pojavljuje se brža mogućnost poslijeoperacijske pokretljivosti, s obzirom da bolesnici nisu oganičeni bolom, motoričkom slabošću i neželjenim pojavama od strane dodanih centralnih analgetika (mučnina, povraćanje).

Na kraju, rezultati ovog istraživanja pokazuju da je regionalna anestezija svakako metoda izbora u ortopedskoj kirurgiji. Kontrola boli je kvalitetnija, bez neželjenih pojava i kao takva trebala bi biti metoda izbora kod ovakvih i sličnih operacija.

Rekonstrukcija prednje ukrižene sveze, kao jedna od najčešćih operacija na koljenskom zglobu uzrokuje jaku poslijeoperacijsku bol u prva dvadeset i četiri sata. Još uvijek ne postoji jedinstveni standardizirani protokol poslijeoperacijske analgezije, te optimalno vrijeme rehabilitacije (57-59). Ono uglavnom ovisi o ustanovi u kojoj se operacija i anestezija izvode (60). Ukoliko se aktivna fizikalna terapija uz vertikalizaciju bolesnika započne dvadeset i četiri sata nakon operacije, smatra se još uvijek uspješnom. Anestezija bi morala biti brza, sigurna i učinkovita, sa što manje nuspojava i pratiti isti takav operacijski zahvat. Blokadom receptora za bol u prvih dvadeset i četiri sata nakon operacije smanjuje se mogućnost senzibilizacije receptora (centralna senzitizacija) i sprečava pojava kronične boli.

Danas je regionalna anestezija pod kontrolom ultrazvuka prema svjetskim i europskim smjernicama zlatni standard u kontroli poslijeoperacijske boli (43).

Ostaje pitanje koji od dva bloka je prihvatljiviji, femoralni, sa potpunom kontrolom poslijeoperacijske boli i produženom blokadom kvadricepsa, ili safenus blokiran u aduktornom kanalu, sa diskretno slabijom kontrolom boli, ali bez motoričke blokade

mišića kvadricepsa. Na to pitanje bi vjerojatno dobili različite odgovore kada bi proširili istraživanje i sastavili još detaljniji upitnik za operatere i uključili fizijatre.

Odluka za jedan od ova dva bloka u kombinaciji sa ishijadičnim zasigurno će omogućiti zadovoljavajuću kontrolu poslijeoperacijske boli. Buduća istraživanja bi se zasigurno trebala usmjeravati na što kvalitetniju perifernu blokadu živaca sa što manjim motoričkim blokom i dužim senzornim blokom. U tom smjeru razvijaju se nove mješavine LA i proučavaju nove tehnike regionalne anestezije i analgezije u smislu periferne blokade pod kontrolom ultrazvuka.

7. ZAKLJUČAK

Temeljna hipoteza ovog rada je bila da je prijeoperacijska periferna blokada živaca pod kontrolom ultrazvuka uspješnija u kontroli poslijeoperacijske boli kod kirurgije koljenskog zgloba u odnosu na uobičajeni dosadašnji postupak kontinuirane intravenske analgezije. Ona se dokazala u potpunosti.

U rezultatima je vidljivo da obje skupine sa prijeoperacijskom perifernom živčanom blokadom imaju statistički značajno bolju kontrolu poslijeoperacijske boli. Budući da je bol kontrolirana, ubrzava se mobilizacija i oporavak bolesnika. Mjerila se poslijeoperacijska slabost mišića kvadricepsa i mišića stopala, niti kod jednog mjerenje nije zapažena dugotrajnija slabost, koja bi ugrozila početak fizikalne terapije. U manjoj mjeri su dodavani intravenski analgetici, tako da nije došlo do pojave neželjenih pojava u smislu mučnine i povraćanja. Prilikom mjerenje zadovoljstva ispitanika, svi ispitanici sa perifernim živčanim blokovima ponovno bi izabrali takvu vrstu analgezije. Koristio se do sada najmanji mogući volumen LA u kombinaciji sa malom dozom kortikosteroida.

Regionalna anestezija pod kontrolom ultrazvuka je premalo korištena. Zahtijeva određene vještine i na početku krivulje učenja određeno vrijeme, ali ovladavanjem tehnike doseže se vremenski period gdje se ona izvodi brzo, efikasno i sa visokim faktorom sigurnosti. Svakako bi trebala biti sastavni dio u kliničkoj anesteziološkoj praksi, a u ortopedskoj kirurgiji rutinska svakodnevna metoda za ovakve i slične operacije.

8. KRATKI SADRŽAJ NA HRVATSKOM JEZIKU

UTJECAJ PRIJEOPERACIJSKE BLOKADE PERIFERNIH ŽIVACA NA POSLIJEOPERACIJSKU BOL I RANU MOBILIZACIJU BOLESNIKA NAKON REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE KOLJENSKOGA ZGLOBA

Rekonstrukcija prednje ukrižene sveze koljenskog zgloba jedna je od najčešćih operacija u ortopedskoj kirurgiji. Artroskopski zahvat umanjuje kiruršku traumu, ali poslijeoperacijska bol ostaje i dalje klinički problem u prva 24 sata produžavajući oporavak bolesnika. Dosadašnji standard kontrole poslijeoperacijske boli uključivao je visoke doze parenteralno primijenjenih centralnih analgetika praćene čestim mučninama i povraćanjem i dužim poslijeoperacijskim oporavkom. Cilj ovog rada je istražiti uspješnost poslijeoperacijske analgezije prijeoperacijskom blokadom ciljanih perifernih živaca pod kontrolom ultrazvuka koristeći malu dozu lokalnog anestetika. Slučajno odabranih 150 bolesnika imat će uniformnu anesteziju, a bit ce podijeljeni u tri skupine prema metodi analgezije: intravenska i dva modaliteta regionalne. Očekuje se da će se dokazati razlika u uspješnosti tri vrste analgezije, te njihov utjecaj na brzinu poslijeoperacijskog oporavka.

Ključne riječi: rekonstrukcija prednje ukrižene sveze, ultrazvučno vođena periferna blokada živaca

9. KRATKI SADRŽAJ NA ENGLESKOM JEZIKU

PREOPERATIVE PERIPHERAL NERVE BLOCKADE IN THE PERIOPERATIVE PAIN MANAGEMENT AND EARLY MOBILIZATION OF PATIENTS AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION

Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is one of the most frequent arthroscopic procedures done in orthopaedic surgery, and also one of the most painful. Although arthroscopy is associated with less tissue trauma, pain during the first 24-postoperative hours is still a clinical concern. Standardized methods with central analgesics in continuous parenteral infusion were associated with nausea, vomiting and longer hospital stay. The aim of this study is to investigate the success rate of preoperative ultrasound-guided peripheral nerve blockade using low dose of local anesthetic. For this purpose, 150 patients scheduled for the ACL reconstruction will be included in this study. They will be uniformly anesthetized and randomized between three groups: intravenous and two models of regional analgesia. It is expected to find the difference in success rate between the three analgesia techniques and their influence on postoperative recovery and early mobilization.

Key words: anterior cruciate ligament reconstruction, ultrasound-guided peripheral nerve blockade

10. POPIS LITERATURE

1. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, i sur. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med*. 2016;26;44(6):1502–7.

2. Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res.* 2014;1;3(2):20–31.

3. Kiapour AM, Wordeman SC, Paterno M V, Quatman CE, Levine JW, Goel VK, i sur. Diagnostic value of knee arthrometry in the prediction of anterior cruciate ligament strain during landing. *Am J Sports Med.* 2014;42(2):312–9.

4. Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee: a biomechanical study. *J Bone Jt Surg [Am]*. 1980;(62-A):259–270.

5. Chu CR, Beynnon BD, Buckwalter JA, Garrett Jr WE, Katz JN, Rodeo SA, i sur. Closing the gap between bench and bedside research for early arthritis therapies (EARTH): report from the AOSSM/NIH U-13 Post-Joint Injury Osteoarthritis Conference II. *Am J Sports Med.* 2011;39(7):1569–78.

6. Quatman CE, Kiapour AM, Demetropoulos CK, Kiapour A, Wordeman SC, Levine JW, i sur. Preferential loading of the ACL compared with the MCL during landing: a novel in sim approach yields the multiplanar mechanism of dynamic valgus during ACL injuries. *Am J Sports Med.* 2013/10/11. 2014;42(1):177–86.

7. Robson AW. VI. Ruptured Crucial Ligaments and their Repair by Operation. *Ann*

Surg. 1903;37(5):716–8.

8. Feagin JA, Curl WW. Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 1976;1;4(3):95–100.

9. Strand T, Mølster A, Hordvik M, Krukhaug Y. Long-term follow-up after primary repair of the anterior cruciate ligament: clinical and radiological evaluation 15–23 years postoperatively. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125(4):217–21.

10. 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;13;2018:4657824.

11. Nwachukwu BU, Patel BH, Lu Y, Allen AA, Williams III RJ. Anterior Cruciate Ligament Repair Outcomes: An Updated Systematic Review of Recent Literature. *Arthroscopy*. 2019;1;35(7):2233–47.

12. Zhang X, Cheng T, Zeng B. Experts' consensus on minimally invasive surgery for total joint arthroplasty. *Orthop Surg.* 2011 Aug 1;3(3):147–51.

13. Brennan TJ, Zahn PK PZE. Mechanisms of incisional pain. *Anaesth Clin North Am*. 2005;(23):1–20.

14. Dickenson AH. Spinal cord pharmacology of pain. *Br J Anaesth.* 1995;(75(2)):193–200.

15. Treede R-D, Meyer RA, Raja SN CJ. Peripheral and central mechanisms of cutaneous hyperalgesia. *Prog Neurobiol.* 1992;(38):397–9.

16. Pockett S. Spinal cord plasticity and chronic pain. *Anesth Analg.* 1995;(80):173–8.

17. Zahn PK, Brennan TJ. Primary and secondary hyperalgesia in a rat model for human postoperative pain. *Anesthesiology.* 1993;(91):863–79.

18. Coderre TJ, Katz J, Vaccarino AL, Melcack R. Contribution of central neuroplasticity to pathological pain: review of clinical and experimental evidence. *Pain*. 1993;(52):259–85.

19. Level I, McCartney CJ, Sinha A, Katz J. A qualitative systematic review of the role of N-methyl –D- aspartate receptor antagonists in preventive analgesia. *Anesth Analg.* 2004;(98):1385–400.

20. Bausman AI, Bautista DM, Scherrer G, Julius D. Cellular and molecular mechanims of pain. *Cell.* 2009;(139):267–84.

21. Ong CK, Lirk P, Seymour RA, Jenkins BJ. The efficacy of preemptive analgesia for acute postoperative pain management: A meta-analysis. *Anesth Analg.* 2005;(100):757–73.

22. Woolf CJ. Evidence for a central component of post-injury pain hypersensitivity. *Nature.* 1983;(306):686–8.

23. Lavand'homme P. From Preemptive to Preventive Analgesia: Time to Reconsider the Role of Perioperative Peripheral Nerve Blocks? *Reg Anesth &Pain Med.* 2011;1;36(1):4–6.

24. McGuire L, Heffner K, Glaser R i sur. Pain and wound healing in surgical patients. *Ann Behav Med.* 2006;(31):1123–33.

25. Visser EJ. Chronic post-surgical pain: Epidemiology and clinical complication for

acute pain management. *Acute pain.* 2006;(8):73–81.

26. Admir H. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* Rusko Joe, Pancotti Robert BPJ, editor. 2007. 1189 p.

27. Marriott L, Larson LW. 15 - Postoperative Management. In: Poole JE, Larson LWBT-SI of CRD, editors. Elsevier; 2018. p. 237–48.

28. Scott LJ, Perry CM. Tramadol: a review of its use in perioperative pain. *Drugs.* 2000;(60):139–76.

29. Hernández N. Vanegas H. Antinociception induced by PAG-microinjected dipyrone (metamizol) in rats: involvement of spinal endogenous opioids. *Brain Res.* 2001;896:175–8.

30. Poveda R, Planas F, Pol O, Romero A, Sánchez S, Puig MM. Interaction between metamizol and tramadol in a model of acute visceral pain in rats. *Eur J Pain.* 2003;(7):439–48.

31. Ghodse AH, Galea S. Opioid analgesics and narcotic antagonists. *Side Effects of Drugs Annual.* 2009;31:149–80.

32. Smith HS, Skinner DJ, Epstein J, Pappagallo M. Tramadol. *Curr Ther Pain.* 2009;508–12.

33. Moreno-Rocha LA, López-Muñoz FJ, Medina-López JR, Domínguez-Ramírez AM. Effect of tramadol on metamizol pharmacokinetics and pharmacodynamics after single and repeated administrations in arthritic rats. *Saudi Pharm J.* 2016;24(6):674–84.

34. Iskandar H, Benard A, Ruel-Raymond J, Cochard G, Manaud B. Femoral block provides superior analgesia compared with intra-articular ropivacaine after anterior cruciate ligament reconstruction. *Reg Anesth Pain Med.* 2003;28(1):29–32.

35. Yari M, Saeb M, Golfam P, Makhloogh Z. Analgesic efficacy of intra-articular morphine after arthroscopic knee surgery in sport injury patients. *J Inj Violence Res*. 2013;5(2):84–8.

36. Edkin BS, Spindler KP, Flanagan JFK. Femoral nerve block as an alternative to parenteral narcotics for pain control after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 1995;11(4):404–9.

37. Horner G, Dellon AL. Innervation of the human knee joint and implications for surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;301:221–6.

38. Koh HJ, Koh IJ, Kim MS, Choi KY, Jo HU, In Y. Does Patient Perception Differ Following Adductor Canal Block and Femoral Nerve Block in Total Knee Arthroplasty? A Simultaneous Bilateral Randomized Study. *J Arthroplasty*. 2017;32(6):1856–61.

39. Ariel de Lima D, Helito CP, Lacerda de Lima L, de Castro Silva D, Costa Cavalcante ML, i sur. Anatomy of the Anterolateral Ligament of the Knee: A Systematic Review. *Arthroscopy*. 2019;35(2):670–81.

40. Tran J, Peng PWH, Gofeld M, Chan V, Agur AMR. Anatomical study of the innervation of posterior knee joint capsule: implication for image-guided intervention. *Reg Anesth & Pain Med*. 2019;44(2):234 LP – 238.

41. Ibrahim AS, Aly MG, Farrag WS, Gad EL-Rab NA, Said HG, Saad AH. Ultrasound-guided adductor canal block after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: Effect of adding dexamethasone to bupivacaine, a randomized controlled trial. *Eur J Pain*. 2019;23(1):135–41.

42. Musso D, Flohr-Madsen S, Meknas K, Wilsgaard T, Ytrebø LM, Klaastad Ø. A novel combination of peripheral nerve blocks for arthroscopic shoulder surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61(9):1192–202.

43. Rawal N. Current issues in postoperative pain management. *EJA.* (33(3)):160–71.

44. Vail T, Indelli P. Regional Anesthesia in Hip Surgery. *Clin Orthop and Relat Res.* 2019;35(2):670-681

45. Albrecht E, Guyen O, Jacot-Guillarmod A, Kirkham KR. The analgesic efficacy of local infiltration analgesia vs femoral nerve block after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2016;116(5):597–609.

46. Kuang M jie, Xu L yan, Ma J xiong, Wang Y, Zhao J, Lu B, i sur. Adductor canal block versus continuous femoral nerve block in primary total knee arthroplasty: A meta-analysis. *International Journal of Surgery.* 2016;45(2)560-568

47. Chisholm MF, Cheng J, Fields KG, Marx RG, Maalouf DB, Liguori GA, i sur. Perineural dexamethasone with subsartorial saphenous nerve blocks in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(4):1298–306.

48. Nelson E, Wasson J, Kirk J, Keller A, Clark D, Dietrich A, i sur. Assessment of function in routine clinical practice: description of the COOP Chart method and

preliminary findings. *J Chronic Dis.* 1987;55S-69S.

49. Brazier JE, Harper R, Jones NM, O'Cathain A, Thomas KJ, Usherwood T WL. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *BMJ.* 1992;305–6846:160–4.

50. Clark WC, Chokhavatia SS, Kashani A, Clark SB. Chapter 6 - Pain Measurement. In: Argoff CE, McCleane GBT-PMS (Third E, editors. Philadelphia: Mosby; 2009. p. 42–52.

51. Curran MT, Lepley LK, Palmieri-Smith RM. Continued Improvements in Quadriceps Strength and Biomechanical Symmetry of the Knee After Postoperative Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Rehabilitation: Is It Time to Reconsider the 6-Month Return-to-Activity Criteria? *J Athl Train*. 2018;53(6):535–44.

52. Tharwat AI. Combined posterior lumbar plexus-sciatic nerve block versus combined femoral-obturator-sciatic nerve block for ACL reconstruction. *Local Reg Anesth.* 2011;4:1–6.

53. Latzke D, Marhofer P, Zeitlinger M, Machata A, Neumann F, Lackner E, i sur. Minimal local anaesthetic volumes for sciatic nerve block: evaluation of ED_{99} in volunteers. *Br J Anaesth.* 2010;104(2):239–44.

54. Techasuk W, Bernucci F, Cupido T, González AP, Correa JA, Finlayson RJ, i sur. Minimum Effective Volume of Combined Lidocaine-Bupivacaine for Analgesic Subparaneural Popliteal Sciatic Nerve Block. *Reg Anesth & Pain Med.* 2014;39(2):108 LP – 111.

55. Tao Y, Zheng S-Q, Xu T, Wang G, Wang Y, Wu A-S, i sur. Median effective volume of ropivacaine 0.5% for ultrasound-guided adductor canal block. *J Int Med Res.* 2018;46(10):4207–13.

56. Gautier PE, Hadzic A, Lecoq JP, Brichant JF, Kuroda MM, Vandepitte C. Distribution of Injectate and Sensory-Motor Blockade after Adductor Canal Block. *Anesth Analg.* 2016;122(1):279–82.

57. Erickson LN, Lucas KCH, Davis KA, Jacobs CA, Thompson KL, Hardy PA, i sur. Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Protocol for a Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* 2019;

58. Connell R, Milne R, Paton B. Return to play following anterior cruciate ligament reconstruction: incorporating fatigue into a return to play functional battery. Part A: treadmill running. *BMJ Open Sport &amp Exercise Med.* 2019;5(1):e000375.

59. Ektas N, Scholes C, Kulaga S, Kirwan G, Lee B, Bell C. Recovery of knee extension and incidence of extension deficits following anterior cruciate ligament injury and treatment: a systematic review protocol. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):88.

60. Astur DC, Aleluia V, Veronese C, Astur N, Oliveira SG, Arliani GG, i sur. A prospective double blinded randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings tendon and spinal anesthesia with or without femoral nerve block. *Knee.* 2014;21(5):911–5.

11. KRATKA BIOGRAFIJA

Rođena sam 1976. godine u Zagrebu, gdje sam završila osnovnu i srednju školu. Godine 2000. diplomirala sam na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Specijalizaciju iz anesteziologije, reanimatologije i intenzivnog liječenja započela sam na Kliničkoj bolnici Sveti duh u Zagrebu 2002. godine, a specijalistički ispit sam položila 2006. godine. Usko područje moje kliničke prakse, te znanstveno-istraživačkog interesa je regionalna anestezija, gdje aktivno radim i predajem. Upotrebom ultrazvuka u regionalnoj anesteziji profilirala sam se kao anesteziolog u ortopedsko-traumatološkoj kirurgiji.

Majka sam dvoje djece, Ide i Borisa.